

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

Influencia de inmersión del adobe en lechada agua-cemento en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de acuerdo a la Norma E.080 en la Ciudad de Paucartambo – Pasco – 2019

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor : Bach. Edilberto SANTOS BUSTILLOS

Asesor : Mg. José German RAMIREZ MEDRANO

Cerro de Pasco - Perú - 2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

Influencia de inmersión del adobe en lechada agua-cemento en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de acuerdo a la Norma E.080 en la Ciudad de Paucartambo – Pasco – 2019

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Luis Villar REQUIS CARBAJAL
PRESIDENTE

Ing. Eder Guido ROBLES MORALES
MIEMBRO

Ing. Pedro YARASCA CORDOVA
MIEMBRO

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

RECONOCIMIENTO

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, en especial a la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil, por brindarme la oportunidad de desarrollar capacidades, competencias y optar el Grado Académico de Ingeniero Civil.

RESUMEN

El presenté proyecto de tesis intitulada: **Influencia de inmersión del adobe en lechada agua-cemento en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de acuerdo a la Norma E.080 en la Ciudad de Paucartambo – Pasco – 2019.** El cual tiene como objetivo el determinar las comparaciones de las propiedades físicas mecánicas del adobe sumergido en lechada “Agua-cemento” vs con un adobe no sumergido en la localidad de Paucartambo, Provincia y Región de Pasco, el cual viene siendo justificado en la elaborarán adobes que serán sumergidos en lechada Agua – Cemento.

El cual en su evaluación de resistencia se determinará si estos cumplen con la norma peruana (E.080) y si mejoran sus propiedades físicas y mecánicas, para luego evaluar estas mismas en adobes sumergidos en lechada Agua – Cemento, es decir en cuanto aumenta o disminuye la resistencia a la compresión de unidades.

En dichos resultados se pudo constatar que los adobes sumergidos mejoran la propiedad de resistencia a la compresión.

Palabras clave: inmersión, adobe, lechada, agua, cemento, propiedades físicas, propiedades mecánicas.

ABSTRACT

This thesis project entitled: Influence of immersion of adobe in water-cement slurry in the improvement of physical and mechanical properties according to Standard E.080 in the City of Paucartambo - Pasco - 2019. Which aims to determine the comparisons of the physical physical properties of the adobe submerged in "Water-cement" slurry vs with an adobe not submerged in the town of Paucartambo, Province and Region of Pasco, which will be justified in the elaboration of adobes that are submerged in slurry Water - Cement.

Which in its evaluation of resistance will determine if these are determined with the Peruvian norm (E.080) and if it improves their physical and mechanical properties, to then evaluate these in adobes submerged in Water - Cement slurry, that is to say as it increases o The compressive strength of units.

In these results it was found that submerged adobes improve the property of compressive strength.

Keywords: immersion, adobe, grout, water, cement, physical properties, mechanical properties.

INTRODUCCIÓN

El Adobe es uno de los materiales de construcción más viejos todavía en uso. Es un material de construcción de bajo costo y de fácil accesibilidad ya que es elaborado por comunidades locales. Las estructuras de adobe son generalmente autoconstruídas, porque la técnica constructiva tradicional es simple y no requiere consumo adicional de energía. Los bloques se adhieren entre sí con barro para levantar los Muros de fachada o particiones interiores de una vivienda. Es usual en regiones semidesérticas de África, América Central y del sur.

La Mejor Tierra para la producción de adobe debe tener entre un 15% y un 30% de arcilla para cohesionar el material mientras el resto puede ser Arena o áridos más gruesos. Demasiada arcilla puede producir fisuras, mientras que una falta de esta produciría fragmentación por falta de cohesión. Se compactan dándoles la forma deseada y entonces se dejan secar. La mezcla se introduce en el molde y se presiona sobre el material. Después se saca del molde y se deja secar (curar) al aire durante 10-14 días para poder ser utilizados en la construcción.

La deficiencia sísmica de la construcción de adobe se debe al elevado peso de la estructura, a su baja resistencia y a su comportamiento frágil. Durante terremotos severos, debido a su gran peso, estas estructuras desarrollan niveles elevados de fuerza sísmica, que son incapaces de resistir y por ello fallan violentamente.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

RECONOCIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLA

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

CAPÍTULO I _____ **1**

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN _____ **1**

1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA _____ **1**

1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN _____ **3**

1.2.1. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA _____ **3**

1.2.2. DELIMITACIÓN DE ESTUDIO _____ **4**

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA _____ **4**

1.3.1. PROBLEMA GENERAL _____ **4**

1.3.2. PROBLEMA ESPECÍFICOS _____ **5**

1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS _____ **5**

1.4.1. OBJETIVOS GENERAL _____ **5**

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS _____ **5**

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN _____ **5**

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN _____ **6**

1.6.1. LIMITACIONES DE ESTUDIO _____ **6**

1.6.2. LIMITACIONES GEOGRÁFICAS _____ **6**

CAPÍTULO II _____ **7**

MARCO TEÓRICO _____ **7**

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO _____ **7**

2.2. BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS _____ **11**

2.2.1. ADOBE _____ **11**

2.2.1.1. Definición. _____ **11**

2.2.1.2. PROPIEDADES. _____ **12**

2.2.1.3. CUALIDADES. _____ **14**

2.2.1.4. CLASIFICACIÓN. _____ **15**

2.2.1.5. VENTAJAS AL CONSTRUIR CON ADOBE. _____ **15**

2.2.1.6. Desventaja al construir con adobe. _____ **16**

2.2.1.7. MATERIALES PARA SU ELABORACIÓN. _____ **16**

2.2.1.8. DIMENSIONES DE LOS ADOBES. _____ **17**

2.2.1.9. ELABORACIÓN DEL ADOBE. _____ **17**

2.2.2.	AGUA	20
2.2.3.	CEMENTO PORTLAND	21
2.2.3.1.	COMPONENTES DEL CEMENTO	22
2.2.3.2.	TIPOS DE CEMENTO	23
2.2.3.3.	DENSIDAD DEL CEMENTO	26
2.2.4.	LECHADA.	26
2.2.4.1.	DEFINICIÓN.	26
2.2.4.2.	PREPARACIÓN.	26
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	27
2.4.	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	28
2.4.1.	HIPOTESIS GENERAL.	28
2.4.2.	HIPOTESIS ESPECÍFICAS.	28
2.5.	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	28
2.5.1.	VARIABLES INDEPENDIENTES	28
2.5.2.	VARIABLES DEPENDIENTES	28
2.6.	DEFINICIÓN, OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES	28
CAPÍTULO III		29
METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN		29
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	29
3.2.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	29
3.3.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	29
3.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA	30
3.4.1.	POBLACIÓN	30
3.4.2.	MUESTRA	30
3.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	30
3.6.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	30
3.6.1.	TÉCNICAS DE PROCEDIMIENTO.	31
4.1.4.1.	ENSAYOS EMPÍRICOS.	31
4.1.4.1.	VERIFICACIONES.	32
4.1.4.1.	FABRICACIÓN DE LOS ADOBES.	32
4.1.4.1.	INMERSIÓN DEL ADOBE EN LECHADA AGUA – CEMENTO.	32
3.6.2.	ANÁLISIS DE DATOS.	33
4.1.4.1.	PROCESAMIENTO DE DATOS.	33
4.1.4.1.	EVALUACIÓN DE RESULTADOS.	33
4.1.4.1.	ELABORACIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN.	33
3.7.	TRATAMIENTO ESTADÍSTICO	33
3.8.	SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	34
3.8.1.	SELECCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	34
3.8.2.	CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	34
3.9.	ORIENTACIÓN ÉTICA.	34
CAPÍTULO IV		35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		35

4.1.	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO	35
4.1.1.	SELECCIÓN DE MUESTRA.	35
4.1.2.	ANÁLISIS DEL SUELO	37
4.1.3.	FABRICACIÓN DE LOS ADOBES.	38
4.1.4.	DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS – MECÁNICAS.	39
4.1.4.1.	<i>NORMA E.080.</i>	39
4.1.4.2.	<i>DENSIDAD.</i>	41
4.1.4.3.	<i>SUCCIÓN.</i>	42
4.1.4.4.	<i>ABSORCIÓN.</i>	45
4.1.4.5.	<i>COMPRESIÓN.</i>	48
4.1.4.6.	<i>TRACCIÓN INDIRECTA.</i>	49
4.2.	PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	51
4.2.1.	ANÁLISIS DEL SUELO	51
4.2.2.	RELACIÓN ÓPTIMA AGUA-CEMENTO	55
4.2.3.	TIEMPO ÓPTIMO DE SUMERSIÓN DEL ADOBE.	56
4.2.4.	DENSIDAD.	56
4.2.5.	SUCCIÓN.	57
4.2.6.	ABSORCIÓN.	59
4.2.7.	COMPRESIÓN.	61
4.2.8.	TRACCIÓN.	62
4.3.	PRUEBA DE HIPÓTESIS	63
4.3.1.	HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO.	63
4.3.2.	PRUEBA DEL HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO.	63
4.4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	64
4.4.1.	DENSIDAD.	64
4.4.2.	SUCCIÓN.	65
4.4.3.	ABSORCIÓN.	66
4.4.4.	COMPRESION.	67

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Requisitos químicos para el agua de mezclado y curado	21
Tabla 2. Operatividad de las Variables	28
Tabla 3. Parámetros de análisis de suelo.....	37
Tabla 4. Evaluación del Análisis de Suelo.....	52
Tabla 5. Proporción de material para A/C 0.5 - Lechada	55
Tabla 6. Proporción de material para A/C 0.7 - Lechada	55
Tabla 7. Proporción de material para A/C 0.8 - Lechada	56
Tabla 8. Proporción de material para A/C 0.85 - Lechada.....	56
Tabla 9. Tiempo óptimo de sumersión del adobe.....	56
Tabla 10. Resultado de densidad, Para unidades de adobe normal.....	56
Tabla 10. Resultado de densidad, Para unidades de adobe sumergido en lechada.	57
Tabla 11. Resultado de Succión, para adobes normal y sumergido.....	57
Tabla 13. Resultado de densidad, Para unidades de adobe normal.....	61
Tabla 14. Resultado de ensayo a compresión, unid. de adobe sumergido en lechada Agua - Cemento.	61
Tabla 15. Resultado de ensayo a tracción indirecta del mortero, pilas de adobe normal.	62
Tabla 16. Resultado de ensayo a tracción indirecta del mortero, pilas de adobe sumergido en lechada Agua - Cemento.	63
Tabla 17. Resultado de ensayo a compresión indirecta los adobes	63
Tabla 18. Resultado de ensayo a tracción indirecta los adobes.....	64
Tabla 19. Resultado de ensayo a compresión indirecta los adobes	68
Tabla 20. Resultado de ensayo a tracción indirecta los adobes.....	68

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa de Localización de Localidad.....	3
Ilustración 2. Imagen de Mapa Distrital de Paucartambo.....	4
Ilustración 3. Imagen Satelital del Zona a Estudiar	4
Ilustración 4. Limitación Geográfica a la Zona de Estudio	6
Ilustración 5. Cantera de Suelo - Bellavista	36
Ilustración 6. Cantera de Suelos - Acopalca	36
Ilustración 7. Ascenso capilar del agua en la muestra del adobe normal.	58
Ilustración 8. Ascenso capilar del agua en la muestra del adobe sumergido en lechada Agua- cemento.58	
Ilustración 9. Adobe normal trascurrido 4: 30 horas de sumergido.	60
Ilustración 10. Estado del adobe con lechada trascurrido 24 horas de sumergido.	60
Ilustración 12. Falla del mortero en muestras de adobe normal.	62

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

El adobe es uno de los materiales de construcción más antiguos y de uso más difundido. El uso de unidades de barro secadas al sol data desde 8000 B.C. (Houben y Guillard 1994). El uso de adobe es muy común en algunas de las regiones más propensas a desastres del mundo, tradicionalmente a lo largo de América Latina, África, el subcontinente de India y otras partes de Asia, el Oriente Medio y el Sur de Europa. Alrededor del 30% de la población mundial vive en construcciones de tierra.

Aproximadamente el 50% de la población de los países en desarrollo, incluyendo la mayoría de la población rural y por lo menos el 20% de la

población urbana y urbano marginal, viven en casas de tierra. (Houben y Guillard 1994). Por ejemplo, en Perú, 60% de las casas son construidas con adobe o con tapial. En India, de acuerdo al Censo de 1971, 73% de todas las edificaciones son hechas de tierra (67 millones de casas habitadas por 374 millones de personas. En general, este tipo de construcción ha sido usada principalmente por la población rural de bajo ingreso económico. En la Enciclopedia Mundial de Vivienda se presentan ejemplos de prácticas constructivas en adobe de diferentes países.

El adobe es un material de construcción de bajo costo y de fácil accesibilidad que es elaborado por comunidades locales. Las estructuras de adobe son generalmente autoconstruidas, porque la técnica constructiva tradicional es simple y no requiere consumo adicional de energía. Profesionales calificados (ingenieros y arquitectos) generalmente no están involucrados con este tipo de construcción y de allí la designación de “construcción no ingenieril”.

En el Perú la utilización y/o empleo del adobe como material de construcción es de año antiguos, casi todas las culturas pre incas, cuyos descubrimientos recientes lo pueden evidenciar, la cual se tuvo mayor presencia en las zonas rurales, como la costa peruana y en la serranía.

La fabricación de adobes, se viene iniciando en una mezcla homogénea de tierra seleccionada (arcilla) + agua + paja seca, las cuales se efectúa mediante moldeada en moldes de maderas y secadas al aire libre y/o en casos de muros son sentados haciendo uso de mortero del mismo material (barro y paja).

En todo tipo de edificación los enemigos, son las acciones sísmicas; las cuales, del mismo modo de las edificaciones de adobe, el mayor enemigo en estas viene siendo la humedad, el cual se denominaría el principal enemigo cuando el adobe queda expuesta prolongadamente a inundaciones y o similares a esta. El agua tiene la propiedad el desintegrar la unión que existe entre las partículas que conforman al adobe, convirtiéndolo en elemento primogénita, lo que produce el colapso de estas edificaciones. Y existiendo un gran porcentaje de viviendas de adobe en la localidad de Paucartambo, Provincia y Región de Pasco, Las cuales en épocas de lluvias intensas se vienen siendo damnificadas por el hecho de las épocas de lluvias.

1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA

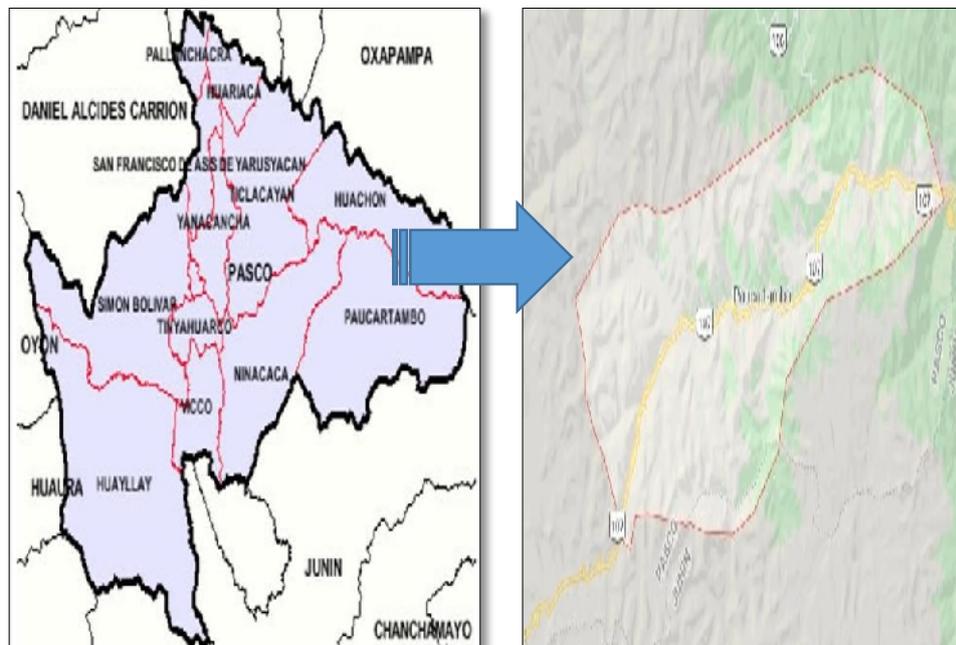


Ilustración 1. Mapa de Localización de Localidad
FUENTE: <https://www.google.com/maps/>

1.2.2. DELIMITACIÓN DE ESTUDIO



Ilustración 2. Imagen de Mapa Distrital de Paucartambo
Fuente: Propio.

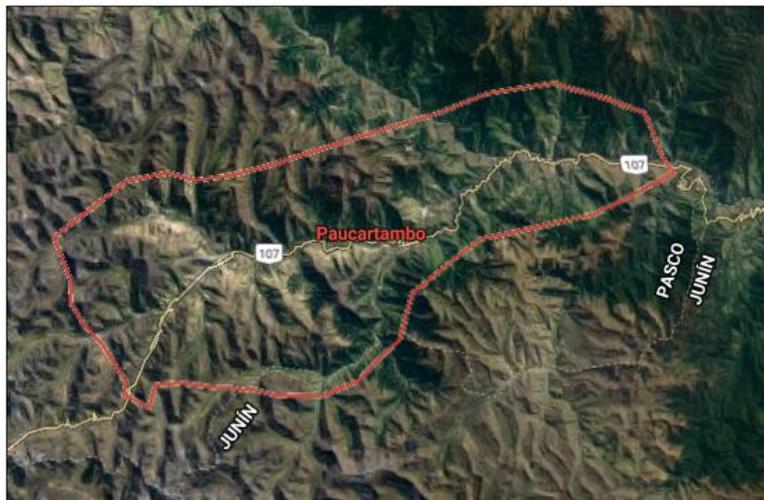


Ilustración 3. Imagen Satelital del Zona a Estudiar
Fuente: Propio.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo influye la inmersión de los adobes en lechada “agucemento” en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas?

1.3.2. PROBLEMA ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es el tiempo necesario que se tiene que sumergir el adobe en lechada “agua-cemento” para mejorar las propiedades físicas y mecánicas?
- ¿Cuál es la mejor relación de la lechada “Agua-cemento” para mejorar las propiedades físicas y mecánicas?

1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVOS GENERAL

Determinar las comparaciones de las propiedades físicas mecánicas del adobe sumergido en lechada “Agua-cemento” vs con un adobe no sumergido en la localidad de Paucartambo, Provincia y Región de Pasco.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el óptimo tiempo necesario que se tiene que sumergir el adobe en lechada “agua-cemento” para mejorar las propiedades físicas y mecánicas.
- Analizar la mejor relación de la lechada “Agua-cemento” para mejorar las propiedades físicas y mecánicas.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Viene siendo justificad en la elaborarán adobes que serán sumergidos en lechada Agua - Cemento; y, en su evaluación de resistencia se determinará si estos cumplen con las exigencias de la norma peruana (E.080) y si mejoran sus propiedades físicas y mecánicas.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. LIMITACIONES DE ESTUDIO

- Bajo Presupuesto.

1.6.2. LIMITACIONES GEOGRÁFICAS

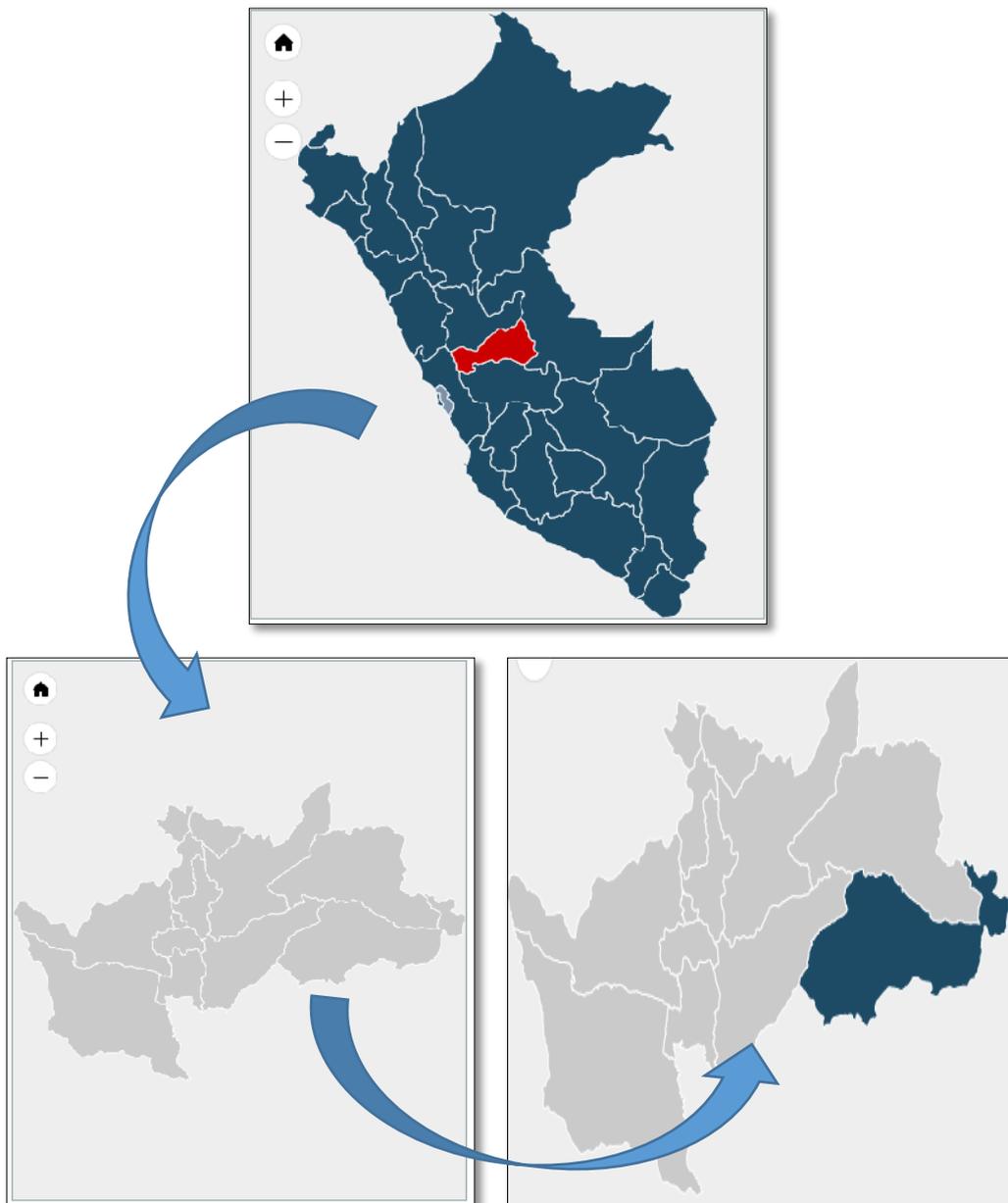


Ilustración 4. Limitación Geográfica a la Zona de Estudio
Fuente: Google Earth Pro

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO

El presente proyecto de investigación tiene antecedentes en las siguientes investigaciones:

Tema : Comparación de las propiedades físicas y mecánicas del adobe sumergido en lechada agua – cemento y la norma e.080

Autor : Bach. Ing. Civil BECKER MORENO MORALES

Bach. Ing. Civil BECKER SEBASTIÁN SALINAS

Institución : Universidad Nacional Hermilio Valdizán

Año : 2017

Resumen : El desarrollo de la tesis se basa en comparar las propiedades físicas y mecánicas del adobe normal, y al sumergirlo en lechada Agua – Cemento con la cual verificaremos si mejora o no sus propiedades. Primeramente, cumplir con los requerimientos del reglamento E.080, para luego evaluar estas mismas en adobes sumergidos en lechada Agua – Cemento, es decir en cuanto aumenta o disminuye la resistencia a la compresión de unidades, compresión de pilas, tracción indirecta de muretes, absorción, densidad, succión. El trabajo tiene como objetivo comparar las propiedades físicas y mecánicas del adobe sumergido en lechada Agua – Cemento y la Norma E.080. En dichos resultados se pudo constatar que los adobes sumergidos mejoran la propiedad del adobe normal, como absorción, succión, resistencia a la compresión, tracción indirecta de muros y pilas, en relación a su costo no es significativo, comparada a los beneficios que generan estas unidades.

Tema : Estudio de las Propiedades Mecánicas y Físicas del Adobe con Biopolímeros de Fuentes Locales

Autor : José Eduardo RAMÍREZ CAPARÓ

Institución : Pontificia Universidad Católica del Perú

Año : 2016

Resumen : Las construcciones de tierra están constituidas principalmente de tierra cruda como los bloques de adobe y los

muros tapiales, también pueden ser sistemas mixtos como la quincha o la albañilería de piedra con mortero de barro. La tierra en general, es un material ampliamente usado por un porcentaje importante de la población mundial para la construcción de viviendas, que generalmente son de bajo costo y sostenibles. Sin embargo, las construcciones de tierra presentan limitada capacidad de resistencia mecánica, que las hace altamente vulnerables a la acción de los sismos. Además, ante condiciones ambientales adversas como precipitaciones o alta humedad relativa, el deterioro de este material se ve acelerado. Finalmente, diversas bacterias, insectos y hongos capaces de transmitir algunas enfermedades se albergan en las viviendas construidas con tierra debido a la rápida absorción de agua y agrietamiento superficial, de este material.

Por los motivos anteriores, esta tesis tiene como objetivo el estudio de la mejora de las propiedades de resistencia al agua y comportamiento mecánico de las construcciones de tierra. Para este propósito, se utilizaron biopolímeros naturales obtenidos de fuentes locales para la modificación de las propiedades del suelo. La resistencia al agua fue evaluada mediante ensayos de permeabilidad y erosión en especímenes de tierra que recibieron un tratamiento con soluciones poliméricas.

Diferentes técnicas se emplearon para la aplicación de las soluciones de manera que sea posible determinar cuál es la más adecuada para la protección ante los efectos del agua.

Por otro lado, se realizaron ensayos de caracterización mecánica para determinar la influencia de los biopolímeros en la resistencia a compresión, tensión y flexión. Para la evaluación de estas propiedades se agregaron las soluciones de biopolímeros en la mezcla de barro durante la fabricación de los especímenes de tierra que luego fueron ensayados.

Tema : Adobe de suelo derivado de cenizas volcánicas: una alternativa constructiva.

Autor : Mauricio ESGUERRA RUBIO

Institución : Universidad Libre de Colombia

Año : 2013

Resumen : La finalidad de este trabajo, es encontrar un material constructivo (adobe) no estructural hecho a base de suelo predominante en la región, derivado de cenizas volcánicas mezclado con diferentes materiales usados desde la antigüedad en la construcción de vivienda como son boñiga, paja, arena fina, y cal buscando la mezcla más adecuada y mejorando la calidad del producto terminado.

Este trabajo de investigación se puede dividir en tres etapas, la primera inicia con la extracción de muestras inalteradas de suelo derivado de cenizas volcánicas, para hacer ensayos de laboratorio para su caracterización física y mecánica, seguido por la elaboración de seis mezclas con diferentes proporciones de

aditivos en mención, que fueron fijados de acuerdo a las metodologías de las referencias encontradas a lo largo de la investigación, elaborando doce adobes por cada mezcla , y utilizando una máquina de compresión manual.

Se obtuvo entonces, una muestra total de sesenta adobes, después del proceso de secado a temperatura ambiente, con una duración aproximada de treinta días, se realizaron pruebas de compresión y porosidad, para determinar cuál de ellas presenta mejores resultados.

Con la mezcla o tratamientos seleccionados se fabricaron quince adobes, en donde se observó la necesidad de agregar cal a los tratamientos, así mismo se concluyó que el método de fabricación de los adobes no tiene suficiente compresión para evitar las altas absorciones obtenidas.

2.2. BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS

2.2.1. ADOBE

2.2.1.1. Definición.

Según la Norma E.080: “El adobe se define como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos. Y que aparte en el que se ha incorporado otros materiales como el asfalto, cemento, cal, etc. Con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad.”

El adobe es 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.

Puede deshacerse con la lluvia por lo que, generalmente, requiere un mantenimiento sostenido, que debe hacerse con capas de barro.

La técnica de elaborarlos y su uso están extendidos por todo el mundo, encontrándose en muchas culturas que nunca tuvieron relación.

Se elabora con una mezcla de un 20% de arcilla y un 80% de arena y agua, se introduce en moldes, y luego se deja secar al sol por lo general unos 25 a 30 días. Para evitar que se agriete al secar se añaden a la masa paja.

2.2.1.2. PROPIEDADES.

I. Propiedades Físicas

- **Color.**- Es de color tierra.
- **Estado.**- Sólido y respectivamente seco.
- **Masa.**- Oscila tener una masa de 5 a 6 kg por cada bloque.
- **Peso Específico.**- 1600 kg/m³.

II. Propiedades Mecánicas

- **Aislación Térmica.** - Si la temperatura del ambiente exterior es muy baja o muy alta, y la aislación térmica

entre el interior y el exterior es muy pobre, la transferencia de energía calórica entre estos dos ambientes será muy elevada. En el verano la temperatura exterior es la más elevada, de manera que el calor exterior pasará al interior, calentando el medio ambiente interno. En el invierno ocurre lo opuesto, enfriándose el ambiente interno.

- **Resistencia en Compresión.-** En un estudio se encontró, una bajísima resistencia en compresión, de la albañilería de adobe, apenas 0.036kg/cm^2 para su aplicación al diseño de muros reforzados, se ensayó también algunos encuentro de muros reforzados con caña y se encontró un dramático aumento en la resistencia del encuentro, hasta de 14.7 veces la resistencia del espécimen sin reforzar.
- **Resistencia en Flexión.-** La resistencia de los muros sin reforzar resulto muy pequeña, mientras con refuerzo se llegó hasta una resistencia 39 veces mayor cuando se usó el mortero de barro con cemento, pero 4 veces mayor cuando se usó mortero de barro simple.
- **Resistencia en Corte.-** La resistencia de muro sin reforzar fue de 0.123 kg/cm^2 y la más alta resistencia obtenida fue de 0.268 kg/cm^2 reforzado en ambos bordes verticales y también horizontalmente cada

tres hiladas. El muro sin refuerzo, con juntas de barro con cemento resistió 0.236 kg/cm², es decir, más que la mayoría de los muros reforzados y casi tanto como el más resistente.

III. **Propiedades Químicas**

- **El PH.-** El PH óptimo del adobe oscila entre los 6.8 a los 7.2, esto le permite una mayor rigidez.
- **Plasticidad.-** Debido a la arcilla.
- **Rigidez.-** Debido a la arena.
- **Componentes.-** Los mismos que contiene el suelo agrícola, hasta micronutrientes como Zinc, manganeso y entre otros.

2.2.1.3. CUALIDADES.

El adobe tiene las siguientes cualidades:

- **Es económico:** porque los materiales que se usan en su elaboración son fáciles de conseguir.
- **Es térmico:** guarda el calor en temporada fría y mantiene la casa fresca en temporada de calor.
- **Es un aislante de las plagas:** la madera que está envuelta en adobe resiste mejor a la infección de hongos y la polilla, dado que el adobe absorbe la humedad de la madera.
- **Manejabilidad:** El adobe permite trabajar de manera flexible (nichos, aperturas y pequeñas alteraciones de las estructuras se realizan con facilidad). Se

puede dar casi cualquier forma al adobe, como curvas, parábolas, etc.

- **Reciclable:** Solamente se tritura y se remoja con agua para poder trabajar de vuelta con el mismo material.

2.2.1.4. CLASIFICACIÓN.

Para poder referirnos a la construcción con adobes, es conveniente conocer la clasificación de estos

- **Sin molde.-** Son las que se realizan sin molde alguno, son moldeadas a mano.
- **Adobe.-** Son unidades cortadas del suelo, con moldes y tierra muy húmeda para luego lograr compactación.
- **Tapial.-** Se da una compactación artesanal o mecanizada, las estructuras son de madera o caña con cerramiento de barro continuo y también el uso de paneles prefabricados.
- **Adobe Nader Khalili.-** también conocido como superadobe, debe su nombre a su creador de origen iraní. No usa nada más sofisticado que sacos de arena, tierra y alambre de púas y ha sido aprobado como seguro contra sismos.

2.2.1.5. VENTAJAS AL CONSTRUIR CON ADOBE.

- El precio.

- Permite realizar formas suaves y redondeadas.
- Permite un bajo consumo energético por sus cualidades aislantes.
- Resulta fácil de modificar en futuras reformas de muros y muy versátil para las instalaciones de tuberías y red eléctrica.
- No deja entrar los ruidos externos.

2.2.1.6. *Desventaja al construir con adobe.*

- No es adecuado para la construcción en vertical, ni para zonas muy húmedas (lluvia o ambiental) o con movimientos sísmicos frecuentes.
- Por el espesor de sus muros, requiere disponer de cierto espacio, por lo que no es adecuado para viviendas en zonas de alta densidad constructiva.

2.2.1.7. *MATERIALES PARA SU ELABORACIÓN.*

- Primero la selección del suelo ideal para la fabricación del adobe rico en arcilla y arena.
- La paja que suele emplearse varía según las localidades.

Puede tratarse de distintos tipos como: de arroz, de trigo, gras común, bagazo de caña, ichu; en algunos lugares se usa guano, crines y productos similares. En todo caso es recomendable utilizar paja picada en

trozos de unos 10 cm y, de preferencia, en un porcentaje de alrededor del 1% en peso.

- El agua es un material esencial para la fabricación del adobe, se agrega una cantidad relativa de ella para su manejabilidad en la fabricación de este.

2.2.1.8. *DIMENSIONES DE LOS ADOBES.*

- Sus dimensiones son normalmente de 6 * 15 * 30 cm.
- Los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90°, de formas especiales. Sus dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones:
- Para adobes rectangulares el largo sea aproximadamente el doble del ancho.
- La relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1.
- En lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm.

2.2.1.9. *ELABORACIÓN DEL ADOBE.*

- **Preparación del barro**
 - Remojar el suelo y retirar las piedras mayores de 5mm u otros elementos extraños.
 - Mantener el suelo en reposo húmedo durante 24 horas, lo cual facilitara el mezclado.

- **Mezclado**
 - Remojar el suelo y retirar las piedras mayores de 5mm u otros elementos extraños.
 - Agregar a la mezcla materiales inertes compuestos de fibra de pajas o pasto seco con una proporción del 20% en volumen.
- **Antes de realizar el moldeo verificar la humedad correcta**
 - Tomar un puñado de la mezcla y formar una bola.
 - Dejarlo caer al suelo de una altura de 1 metro.
 - Si se rompe en pocos pedazos grandes, hay suficiente agua.
 - Si se aplasta sin romperse hay demasiada agua
 - Si se pulveriza en muchos pedazos pequeños, falta agua.
- **Moldeo**
 - Puede ser el tradicional, utilizando moldes sin fondo y vaciando la mezcla en el molde directamente sobre el tendal, o también utilizando moldes con fondo, que permite producir adobes más uniformes, más resistentes y de mejor presentación.
 - El fondo del molde debe hacerse con un acabado rugoso y con ranuras de aproximadamente 2mm en los extremos.

- Los moldes serán de madera cepillada.
- Para la fabricación del molde debe considerarse el encogimiento del adobe al secarse.
- **El moldeo se efectúa de la siguiente manera**
 - Lavar el molde y esparcir arena fina en sus caras interiores antes de cada uso.
 - Formar una bola de barro y tirarla con fuerza al molde, debe ser suficientemente grande para llenar toda la capacidad del molde.
 - Para cortar los excesos de mezcla y emparejar la superficie utilizar una regla de madera.
- **Si al retirar el molde el adobe se deforma o se comba es porque el barro tiene mucha agua.**
- **Si el adobe se raja o se quiebra es porque el adobe está muy seco.**
- **Secado y almacenamiento**
 - Utilizar una superficie horizontal limpia y libre de impurezas orgánicas o sales.
 - Este tendal tendrá que ser techado en épocas muy calurosas o lluviosas.
 - Espolvorear arena fina sobre todo el tendal para evitar que se peguen los adobes.
 - Luego de 3 días los adobes se podrán poner de canto y al cabo de una semana se podrán poder apilar.

- **Control de calidad**

- Si a las 4 semanas el adobe de prueba presenta grietas o deformaciones, se debe agregar paja al barro.
- Si a las 4 semanas el adobe no resiste el peso de un hombre se debe agregar arcilla al barro.

2.2.2. AGUA

Casi cualquier agua natural que sea potable y que no tenga sabor u olor pronunciado, se puede utilizar para producir concreto. Sin embargo, algunas aguas no potables pueden ser adecuadas para el concreto. Se puede utilizar para fabricar concreto si los cubos de mortero (Norma ASTM C109), producidos con ella alcanzan resistencia a los siete días iguales a al menos el 90% de especímenes testigo fabricados con agua potable o destilada. Las impurezas excesivas en el agua no solo pueden afectar el tiempo de fraguado y la resistencia del concreto, si no también pueden ser causa de eflorescencia, manchado, corrosión del esfuerzo, inestabilidad volumétrica y una menor durabilidad. El agua que contiene menos de 2,000 partes de millón (ppm) de sólidos disueltos totales generalmente pueden ser utilizada de manera satisfactoria para elaborar concreto. El agua que contenga más de 2,000 ppm de sólidos disueltos deberá ser ensayada para investigar su efecto sobre la resistencia y el tiempo de fraguado.¹

¹ Página Web / [www. Construaprende.com](http://www.Construaprende.com)

Cantidad de agua que requiere el concreto por unidad de volumen para que se hidraten las partículas del cemento y para proporcionar las condiciones de manejabilidad adecuada que permitan la aplicación y el acabado del mismo en el lugar de la colocación en el estado fresco.²

Tabla 1. Requisitos químicos para el agua de mezclado y curado

Requisitos		Unidad	Mínimo	Máximo
Residuo sólido	Agua recuperada de procesos de la industria del hormigón	mg/l	–	50.000
	Agua de otros orígenes	mg/l	–	5.000
Materia orgánica, expresada en oxígeno consumido ¹⁾		mg/l	–	3
pH	Para su uso como agua de amasado	–	4.0	–
	Para su uso como agua de curado	–	6.0	–
Sulfato, expresado como SO ₄ ²⁻		mg/l	–	2.000
Cloruro expresado como Cl ^(*)	Para emplear en hormigón simple	mg/l	–	4.500
	Para emplear en hormigón armado	mg/l	–	1.000
	Para emplear en hormigón pretensado	mg/l	–	500
Hierro expresado como Fe ³⁺	Para uso como agua de curado ³⁾	mg/l	–	0,5
	Para su uso como agua de amasado	mg/l	–	1
Alcalis, (Na ₂ O + 0,658 K ₂ O) ²⁾		mg/l	–	1.500

¹⁾ Si se excede este valor, el agua puede ser utilizada si cumple con los requisitos físicos y químicos establecidos.
²⁾ Esta determinación es aplicable sólo si se espera utilizar agregados potencialmente reactivos.
³⁾ Se debe cumplir sólo cuando es importante el aspecto estético.

Fuente: Libro de tecnología de concreto – Jesus David Osorio

2.2.3. CEMENTO PORTLAND

El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse después de ponerse en contacto con el agua.

Los cementos son mezclas de materias seleccionadas, extraídas, proporcionadas y calcinadas a una temperatura de fusión de aproximadamente 1482 °C para lograr la composición química deseada. Al combinarse con el agua estos cementos sufren una reacción química y se endurecen hasta formar una masa como piedra.³

² Libro de tecnología del concreto/ Jesús David Osorio

³ Civil, A. d. (14 de Septiembre de 2010). Hidratación del cemento.

2.2.3.1. COMPONENTES DEL CEMENTO

La composición química de las materias primas utilizadas en la fabricación del cemento hidráulico está compuesta por varios elementos como son:

- Oxido de calcio (CaO) aportado por la cal.
- Dióxido de silicio (SiO_2), el cual se encuentra en la arcilla junto con el óxido de aluminio (Al_2O_3) y el óxido de hierro (Fe_2O_3), y la adición del regulador del fraguado que es el yeso, el cual contiene trióxido de azufre (SO_3).

En la etapa de sinterización (tratamiento térmico a temperatura menor que el punto de fusión) durante la fabricación del clínker, se producen los componentes principales o potenciales que constituyen el 95% de dicho material, los cuales se conocen como mineral, debido a las impurezas de las materias primas.

- Al silicato tricálcico se le conoce como Alita (C_3S).
- Al silicato dicálcico se le denomina Belita (C_2S).
- El ferrito aluminato tetracálcico (C_4AF) es la ferrita.
- Celita al aluminato tricálcico (C_3A).

El motivo de añadir yeso al cemento es para retardar (controlar) el fraguado, ya que, si solo se muele el clínker, al mezclarlo con el agua fraguaría casi inmediatamente, y no permitiría ni su manipulación ni su instalación. La

retardación de la hidratación inicial del cemento depende de la presencia de los iones SO_4 .⁴

2.2.3.2. TIPOS DE CEMENTO

Se pueden establecer dos tipos básicos de cemento:

- a) **De origen arcilloso:** obtenidos a partir de arcilla y piedra caliza en proporción 1 a 4 aproximadamente.
- b) De origen **puzolánico:** la puzolana del cemento puede ser de origen orgánico o volcánico. Desde el punto de vista químico se trata en general de una mezcla de silicatos y aluminatos de calcio, obtenidos a través del cocido de calcáreo, arcilla y arena.

- **El cemento portland**

El tipo de cemento más utilizado como aglomerante para la preparación del concreto es el cemento portland, producto que se obtiene por la pulverización del clinker portland con la adición de una o más formas de yeso (sulfato de calcio).

Se admite la adición de otros productos siempre que su inclusión no afecte las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionales deben ser pulverizados conjuntamente con el clinker. Cuando el cemento portland es mezclado con el agua, se obtiene un

⁴ <http://apuntesingenierocivil.blogspot.com.es/2010/10/hidratacion-del-cemento.html> Libro de tecnología del concreto/ Jesús David Osorio

producto de características plásticas con propiedades adherentes que solidifica en algunas horas y endurece progresivamente durante un período de varias semanas hasta adquirir su resistencia característica. El proceso de solidificación se debe a un proceso químico llamado hidratación mineral.

Normativa

La calidad del cemento portland deberá estar de acuerdo con la norma ASTM C 150. En Europa debe estar de acuerdo con la norma EN 197-1. En España los cementos vienen regulados por la Instrucción para recepción de cementos RC-08, aprobada por el Real Decreto 956/2008 de 6 de junio.

- **Cementos de mezclas**

Los cementos de mezclas se obtienen agregando al cemento Portland normal otros componentes como la puzolana. El agregado de estos componentes les da a estos cementos nuevas características que lo diferencian del Portland normal.

- **Cemento de fraguado rápido**

El cemento de fraguado rápido, también conocido como "cemento romano ó prompt natural", se caracteriza por iniciar el fraguado a los pocos minutos de su preparación

con agua. Se produce en forma similar al cemento Portland, pero con el horno a una temperatura menor (1.000 a 1.200 °C). Es apropiado para trabajos menores, de fijaciones y reparaciones, no es apropiado para grandes obras porque no se dispondría del tiempo para efectuar una buena aplicación. Aunque se puede iniciar el fraguado controlado mediante retardantes naturales (E-330) como el ácido cítrico, pero aun así si inicia el fraguado aproximadamente a los 15 minutos (a 20 °C).

La ventaja es que, al pasar aproximadamente 180 minutos de iniciado del fraguado, se consigue una resistencia muy alta a la compresión (entre 8 a 10 MPa), por lo que se obtiene gran prestación para trabajos de intervención rápida y definitivos.

Hay cementos rápidos que, pasados 10 años, obtienen una resistencia a la compresión superior a la de algunos hormigones armados (mayor a 60 MPa).

- **Cemento aluminoso**

El cemento aluminoso se produce principalmente a partir de la bauxita con impurezas de óxido de hierro (Fe_2O_3), óxido de titanio (TiO_2) y óxido de silicio (SiO_2). Adicionalmente se agrega óxido de calcio o bien carbonato de calcio.

El cemento aluminoso también recibe el nombre de «cemento fundido», pues la temperatura del horno alcanza hasta los 1.600 °C, con lo que se alcanza la fusión de los componentes. El cemento fundido es colado en moldes para formar lingotes que serán enfriados y finalmente molidos para obtener el producto final.

2.2.3.3. DENSIDAD DEL CEMENTO

Se determina por la relación entre la masa de una cantidad dada y el volumen absoluto de esa masa. En los cementos normales este valor está muy cerca de $3,15 \text{ g/cm}^3$, en los adicionados este valor está cerca de $2,90 \text{ g/cm}^3$, dependiendo de la cantidad de adiciones utilizadas.⁵

2.2.4. LECHADA.

2.2.4.1. DEFINICIÓN.

Se define así a la mezcla homogénea de cemento Portland y agua en algunos casos aditivos.

2.2.4.2. PREPARACIÓN.

Sabemos que las lechadas de cemento con excesiva relación de agua, son de baja resistencia por lo que en este trabajo se buscara la mejor relación agua cemento con el fin de que la lechada tenga mayor infiltración en el adobe a la misma buscar que no se eleve demasiado los costos.

⁵ <http://apuntesingenierocivil.blogspot.com.es/2010/10/hidratacion-del-cemento.html> Libro de tecnología del concreto/ Jesús David Osorio

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Adobe:** Selección del tipo de suelo: Para esto hacen la prueba de la botella para conocer la proporción de limos, arcillas y arena; la prueba del rollo, la plasticidad y la prueba del disco, la resistencia.
- **Cemento Portland:** El cemento portland es un producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación con arena, piedra u otros materiales similares.
- **Agua:** El agua es un elemento fundamental en la preparación de la lechada, estando relacionada con la resistencia, y trabajabilidad.
- **Lechada:** Se define así a la mezcla homogénea de cemento Portland y agua en algunos casos aditivos.
- **Agregado fino:** Proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 9,5 mm (3/8"). (Norma E.060 del RNE 2014).
- **Agregado grueso:** Agregado retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas. (Norma E.060 del RNE 2014).
- **Cantera:** Lugar de donde se extrae piedra u otras materias primas de construcción. (Absalón y Salas 2008).
- **Cemento:** Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua y el aire. (Norma E.060 del RNE 2014).
- **Resistencia especificada a la compresión del concreto ($f'c$):** Resistencia a la compresión del concreto empleado en el diseño y resistencia guía. (Norma E.060 del RNE 2014).

2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

2.4.1. HIPOTESIS GENERAL.

La influencia de la inmersión de los adobes en lechada “Agua-Cemento”; mejora las propiedades físicas y mecánicas del adobe.

2.4.2. HIPOTESIS ESPECÍFICAS.

- El tiempo necesario que se tiene que sumergir el adobe en lechada “Agua-Cemento” para la mejora de las propiedades físicas mecánicas, está en el rango de: 30 minutos a 60 minutos.
- La relación de lechada “Agua – Cemento”, es directamente proporcional a la resistencia a la compresión.

2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

2.5.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

- (x) Lechada agua – cemento.

2.5.2. VARIABLES DEPENDIENTES

- (y) Propiedades físicas y mecánicas del adobe.

2.6. DEFINICIÓN, OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES

Tabla 2. Operatividad de las Variables

VARIABLE		INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
INDEPENDIENTE	DEPENDIENTE		
Lechada agua – cemento.	Propiedades físicas y mecánicas del adobe.	<ul style="list-style-type: none">• Densidad.• Succión.• Absorción.• Resistencia a la compresión de la unidad.• Resistencia tracción indirecta del mortero.• Resistencia a la compresión pilas.• Resistencia a tracción indirecta de muretes.	Permisible. No permisible.

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El enfoque utilizado para el desarrollo de la presente tesis de titulación se desarrolló con el tipo cuantitativo.

3.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

El presente proyecto de tesis tiene el método estadístico descriptiva la cual nos permite organizar y clasificar los resultados obtenidos en la medición, revelándose a través de ellos las propiedades, relaciones tendencias del fenómeno.

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En esta investigación se desarrollará un modelo CUASI EXPERIMENTAL, debido a que las actividades que se mencionan en el

siguiente ítem requieren de ensayos de laboratorio para la obtención de datos y el análisis de los mismos, con muestras restringidas.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. POBLACIÓN

Adobes fabricados con suelo del Centro Poblado de Paucartambo, Distrito de Paucartambo, Provincia y Región de Pasco.

3.4.2. MUESTRA

La muestra necesaria será de 350 adobes fabricados en los ambientes del laboratorio de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión – Yanacancha – Pasco.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La evaluación se efectuará mediante la técnica e instrumentos de recolección de datos mediante las siguientes fuentes:

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

3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

El presente proyecto de tesis, se desarrolló con los criterios de acuerdo a los criterios establecidos en las normas: ASTM (American Society of Testing Materials) y NTP (Normas Técnicas Peruana).

3.6.1. TÉCNICAS DE PROCEDIMIENTO.

4.1.4.1. ENSAYOS EMPÍRICOS.

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

4.1.4.1. VERIFICACIONES.

- Humedad durante el moldeo: Si al desmoldar se observa que tiene deformaciones, entonces posee demasiada agua o si se fisura el contenido de humedad es bajo.
- Relación largo-ancho y alto-largo: mediciones con wincha.
- Control de alabeo y de fisuras en los adobes: Mediciones con wincha.

4.1.4.1. FABRICACIÓN DE LOS ADOBES.

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

4.1.4.1. INMERSIÓN DEL ADOBE EN LECHADA AGUA – CEMENTO.

- Sumergir las muestras en lechada Agua – Cemento, por diversos periodos de tiempo.

- Control de penetración en los diversos tiempos.
- Encontrar la mejor relación agua cemento.
- Tiempo optimo en la cual el adobe puede estar sumergido.

3.6.2. ANÁLISIS DE DATOS.

4.1.4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.

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

4.1.4.1. EVALUACIÓN DE RESULTADOS.

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

4.1.4.1. ELABORACIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN.

- Redacción y Presentación de Informe Final.

3.7. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

El tratamiento estadístico a emplearse en mediante la estadística, por lo cual será necesarios la aplicación del Programa de Aplicación Excel.

3.8. SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

3.8.1. SELECCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

La realización de la presente investigación de tesis, es efectuada basada al lineamiento establecidas por la Norma Técnica Peruana E.080 -

3.8.2. CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

La confiabilidad de los instrumentos de investigación, basada en el principio normativo aprobada mediante norma publicada por diario el peruano el 7 de abril del 2017.

3.9. ORIENTACIÓN ÉTICA.

En la presente tesis para obtención de grado profesional, se hace realizo en los ambientes del laboratorio de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, cuyo resultado es basado en la comparación de las propiedades físicas mecánicas del adobe sumergido en lechada “Agua – Cemento” con un adobe no sumergido.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO

4.1.1. SELECCIÓN DE MUESTRA.

Para la preparación del adobe lo más importante es la correcta elección del suelo, el suelo no debe contener arcilla pura por su alta contracción de secado.

La Norma Peruana E.080 (antecesor a la presente norma) en su acápite 4.1 especifica la siguiente gradación: arena en un rango de 55% a 70%, limo entre 15% y 25% y arcilla entre 10% y 20%, no debiéndose utilizar suelos orgánicos. Para la selección de cantera concurrimos al Centro Poblado de Paucartambo, del distrito del

mismo nombre, en la cual seleccionamos dos canteras (Bellavista, Acopalca), esto debido a que los lugareños preparan adobes para la construcción de sus viviendas con los materiales de estos lugares.



Ilustración 5. Cantera de Suelo - Bellavista
FUENTE: <https://www.google.com/maps/>



Ilustración 6. Cantera de Suelos - Acopalca
FUENTE: <https://www.google.com/maps/>

Recopilamos las muestras para realizar las pruebas de campo necesario para escoger la mejor calidad de tierra y que cumplan con lo sugerido por la norma E.080.

4.1.2. ANÁLISIS DEL SUELO

Tabla 3. Parámetros de análisis de suelo

TIPO	PROCEDIMIENTO	INDICADORES
Prueba de color	Observación del color del suelo	- Negro: suelos orgánicos - Claros y brillantes: inorgánico. - Gris claro: limosos, con carbonato cálcico, suelos poco cohesivos.
Prueba dental	Se muele ligeramente una pizca de suelo entre los dientes	☐ Arenosos: partículas duras, rechinan entre los dientes, sensación desagradable ☐ Limosos: partículas más pequeñas, rechinan solo ligeramente, más suaves que los arenosos. ☐ Arcillosos: no rechinan, suaves y quebradizos.
Prueba olfativa	Se aprecia el olor del suelo	Olor rancio : suelos orgánicos
Prueba de brillo	Se corta una muestra de suelo al estado de masilla	☐ Opacos: suelos arenosos ☐ Mates: limosos con poca arcilla ☐ Brillantes: arcillosos
Prueba del enrollado	Se forma un rollo de suelo hidratado de 5 a 10 cm y se desplaza entre el índice y el pulgar	Si la muestra se rompe entre los 5 a 10 cm el contenido de arena será adecuado. Si soporta una longitud mayor, el contenido de arcilla será muy alto; si se rompe antes de los 5cm se tratara de un suelo arenoso.
Prueba de la resistencia seca de la bolita	Se preparan 4 bolitas de 2 a 5cm de diámetro y luego se deja secar por 48 horas, luego se presiona entre el pulgar y el índice.	Si las bolitas no se rompen, significa que el contenido de arcilla conferirá adecuada resistencia a los adobes. Si se rompe el suelo ser de baja resistencia.
Prueba de la botella	Se utiliza una botella o tubo de ensayo de ½ litro de capacidad. Llenar ¼ parte con suelo y ¾ partes con agua se agita la suspensión y se deja reposar 5 horas.	Permiten establecer los porcentajes de finos y arenas. Las arenas reposan inmediatamente. Los limos reposan a los pocos minutos. Las arcillas requieren para reposar 5 horas. Luego de ese tiempo se puede establecer los porcentajes aproximados de los componentes. Los rangos deben estar dentro de los indicados en la norma.
Prueba de agua para el barro	Se separa una pequeña porción de la masa de barro para la fabricación de los adobes. Se le tira de golpe contra el piso. Se le trata de levantar con el uso de una sola mano.	Permite establecer si la cantidad de agua es aceptable para la fabricación de los adobes. ☐ Si la masa no conserva su figura y solides, teniendo finalmente dificultad de levantarse, tiene demasiada agua. ☐ Si la masa conserva su figura y material al levantarlo, cantidad de agua aceptable. ☐ Si la masa se esparce al momento de la colisión con el piso o si llega a dejar material pegada al piso al momento de

TIPO	PROCEDIMIENTO	INDICADORES
		levantar el material, entonces indica escasa cantidad de agua.
Adobes de prueba	Antes de la fabricación en cantidad, se producen unos adobes previos aparte	Proporciona más seguridad para la fabricación de los bloques. <ul style="list-style-type: none"> ▯ Si los adobes se rajan al secarse, entonces el suelo contiene mucha arcilla ▯ Si los adobes no se rajan, entonces el suelo es aceptable.
Adobe de prueba (prueba de resistencia)	Prueba de los adobes después del secado.	Se apoya el adobe de prueba en sus extremos y se para una persona de 70 kg, si no se rompe la tierra es aprobado.
Análisis granulométrico	Prueba laboratorio	Los rangos deben estar dentro de los indicados en la norma.

Fuente: Elaboración Propia

4.1.3. FABRICACIÓN DE LOS ADOBES.

Una vez seleccionado la cantera se procedió a extraer la tierra un aproximado de $1.00 m^3$ de material para la preparación de nuestra muestra.

La norma E.080 especifica retirar del suelo las piedras mayores de 5 mm y otros elementos extraños, posteriormente se molió todos los granos y tener una muestra uniforme, en seguida se empezó a preparar el barro añadiéndole paja en proporción de 1:2, después de un batido uniforme se dejó en reposo (dormido) durante 48 horas, con un secado lento, para lo cual se realizó tendeles para proteger del sol.

La norma indica que las dimensiones de los adobes rectangulares, en largo es aproximadamente el doble del ancho, la altura del bloque de adobe debe medir entre 0.08m y 0.12m en este caso 12x22x8.5cm.

- Primero se pasó la gavera con petróleo, esto con la finalidad de que el barro resbale con facilidad el molde.
- Luego se sumergió en agua, para evitar que el barro se pegue al molde.
- Con el barro dormido, se formó una bola y se la tiro con fuerza hacia el molde.
- Se rellenaron las partes faltantes, enrasándolo con una regla de madera mojada.
- Los adobes se ordenaron en filas y se dejaron secar sobre el tendal.
- A los 4 días se procedió a voltearlos de canto para que continúe el secado, en esta etapa también se procedió a cuadrarlos bien de algunos desperfectos del adobe.
- después de 28 días de secado, se procedió a emplear los adobes.

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

4.1.4. DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS – MECÁNICAS.

4.1.4.1. NORMA E.080.

Esta norma establece los métodos de ensayo para evaluarlas propiedades físicas y mecánicas del adobe.

La norma comprende los ensayos que se van a realizar sobre segmentos de adobe, para obtener resultados de laboratorio, los cuales se pueden utilizar para establecer

valores y resistencias, los resultados también se pueden usar para establecer la relación de propiedades físicas y factores mecánicos, como peso, densidad, succión, absorción, compresión, corte, etc, para las funciones de control de calidad.

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

PROCEDIMIENTO GENERALES.

MEDICIÓN Y PESO

Antes de cada ensayo, se debe medir las dimensiones de cada probeta con una exactitud de: 10 mm para dimensiones como ancho, largo y alto. Las probetas se deben pesar con exactitud para medir la diferencia de peso con un adobe normal y sumergido.

SELECCIÓN

Para el caso de la investigación científica, los adobes seleccionados para el ensayo deben estar sanos y libres

de todo defecto y deben representar el promedio del total de muestra.

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

4.1.4.2. DENSIDAD.

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta sección especifica un método para determinar la densidad (masa/volumen) del adobe normal y sumergido en lechada Agua - Cemento para los ensayos físicos y mecánicos.

PRINCIPIO

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

EQUIPO

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

PREPARACIÓN DE LOS ADOBES (PROBETAS)

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

PROCEDIMIENTO

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

CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

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

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

En donde:

ρ Es densidad, en kg/m^3 .

m Es la masa de la probeta en kg.

v Es el volumen de la probeta, en m^3 .

Registre el promedio de la densidad de las probetas.

4.1.4.3. SUCCIÓN.

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La prueba de succión, se adapta del acápite 11 de la NTP 399.61 para los especímenes de la presente investigación. Esta sección especifica un método para ensayos individuales con la finalidad de medir la capacidad del adobe de absorber agua.

PRINCIPIO

La prueba de succión busca determinar el índice de absorción temprana del espécimen analizado, lo que

viene a ser la cantidad de agua que 200 cm^2 de la unidad de adobe puede absorber en un periodo normado en 1 minuto \pm 1 segundo.

EQUIPO

- Horno eléctrico
- Balanza, con una exactitud de 0.05g
- Flexómetro (wincha).
- Bandeja para contener agua. Con una profundidad no menor de 25mm, y un área mayor a 200 cm^2 .

PREPARACIÓN DE LOS ADOBES (PROBETAS)

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

PROCEDIMIENTO

- Primeramente, las unidades se secan en un horno a una temperatura de 100°C durante 24 horas, pero con la finalidad de evitar el proceso de cocción se buscará el tiempo prudencial de secado a horno, así dejar también líneas de investigación para el tiempo de secado ahorno para el adobe.
- Luego, se toma las dimensiones de la cara del espécimen que estará en contacto con el agua

para determinar el área de succión, para después obtener los pesos secos de cada muestra haciendo uso de una balanza electrónica con una precisión de 0.05 g.

- Se ubica la bandeja sobre una superficie nivelada.
- Los soportes metálicos son colocados sobre la bandeja.
- Se agrega agua continua para que el nivel de la bandeja sea siempre $3\text{mm} \pm 0.25\text{ mm}$ sobre los soportes.
- Se coloca el espécimen sobre los soportes, durante $1\text{ min} \pm 1\text{ s}$.
- Durante el periodo de contacto se mantiene el nivel de agua constante, gracias al dispositivo de rebalse de la bandeja.

CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

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

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

En donde:

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

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

L = Longitud del espécimen (cm).

B = Ancho del espécimen (cm).

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

4.1.4.4. ABSORCIÓN.

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

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

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

PRINCIPIO

Conocer la de absorción del adobe durante 24 horas.

EQUIPO

- horno eléctrico.

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

PREPARACIÓN DE LOS ADOBES (PROBETAS)

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

PROCEDIMIENTO

- Primero, se elimina la humedad natural contenida en los especímenes para obtener solo la cantidad de agua absorbida producto de la inmersión de las muestras. Para ello se colocó las piezas representativas en un horno estándar por un lapso de 24 horas a una temperatura de 110 °C.
- Igual que para la succión se buscará el tiempo de secado en horno para evitar el proceso de cocción.
- Se ubican, en sectores protegidos de la intemperie, los recipientes (bateas) que mantendrán sumergidos individualmente cada espécimen.
- Transcurrido el tiempo de secado, se extrajeron del horno las muestras, para luego pesarlas con

una aproximación de 0.5g y proceder a colocar a cada espécimen su respectiva batea.

- Posteriormente, transcurridas 24 horas de inmersión, se extrajo el espécimen secando ligeramente con un paño húmedo su superficie, para enseguida volverlos a pesar.
- El agua que se utiliza para sumergir las muestras puede ser agua potable, destilada o incluso agua de lluvia, debiendo ser esencialmente agua limpia y a temperatura entre 15.5 °C a 30 °C.

CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

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

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

En donde:

W_d = Peso seco del espécimen.

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

v = Es el volumen de la probeta, en m^3 .

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

4.1.4.5. COMPRESIÓN.

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

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

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

PRINCIPIO

Determinación de:

- El esfuerzo último de compresión de las probetas de adobe tanto normal como mejoradas con lechada agua – cemento.

EQUIPO

- Máquina universal.

PREPARACIÓN DE LOS ADOBES (PROBETAS)

Se emplearán 12 especímenes, 6 normal y 6 sumergido en lechada agua – cemento, en concordancia con la norma E.080.

PROCEDIMIENTO

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

- Se debe registrar la carga máxima a la cual falla la probeta.

CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

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

$$f_0 = \frac{P}{AxB}$$

En donde:

f_0 = resistencia última a la compresión (kgf/cm^2)

P= Carga máxima (kg)

A = largo del adobe (cm).

B = Ancho del adobe (cm)

C = Alto del adobe (cm)

4.1.4.6. TRACCIÓN INDIRECTA.

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta sección especifica un método para medir la resistencia del mortero a la tracción.

PRINCIPIO

Conocer la resistencia del mortero, en este caso mortero de barro para el adobe normal, y mortero de cemento y arena para los adobes sumergidos.

Se utilizará seis muestras por tipo de adobe para los respectivos ensayos.

EQUIPO

- Nivel de mano.
- Plomada.
- escantillón.
- Maquina universal.

PREPARACIÓN DEL MORTERO

En el caso del mortero de barro su preparación es similar para la preparación del adobe, para el mortero de los adobes sumergidos se utilizará la relación 1:4 (cemento: arena).

La humedad del mortero no debe pasar el 20%, para evitar el agrietamiento, la cantidad de agua es la menor posible para disminuir las probabilidades de agrietamiento. El espesor de los morteros puede variar de 5mm a 20mm.

PROCEDIMIENTO

- Una vez preparado lo morteros se procede a asentar en unidades de a dos.
- Se debe remojar los bloques de adobes antes de asentarlo, durante 15 a 30 segundos.
- Se debe evitar el secado violento de la albañilería mediante la protección del sol y del viento.
- La resistencia se debe medir mediante el ensayo de morteros a tracción indirecta, en probetas de

dos adobes unidos por mortero de barro o cemento – arena según sea el caso, sujetos a compresión de manera similar al ensayo brasileño.

- La resistencia ultima debe ser mayor o igual a $0.012\text{MPa} = 0.12 \text{ Kg/cm}^2$

CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

La resistencia del mortero a la tracción se calcula de la siguiente forma:

$$\delta = \alpha \frac{P}{ab} ; \quad \alpha = 0.5$$

En donde:

δ = Esfuerzo de tracción (Kg/cm^2).

P= Carga máxima (Kg)

a = Ancho del adobe.

b = Largo del adobe.

Se debe cumplir con el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras sea igual o mayor a resistencia ultima indicada).

4.2. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.2.1. ANÁLISIS DEL SUELO

Después de realizar todas las pruebas necesarias en campo y laboratorio la cantera a utilizar para la fabricación de los adobes es Acopalca.

Cabe recalcar que debido a que la actual norma E.080 no establece rangos en los porcentajes de limos, arenas y arcilla, se tuvo como referencia la norma anterior para establecer dichos indicadores.

Tabla 4. Evaluación del Análisis de Suelo

TIPO	PROCEDIMIENTO	INDICADORES	RESULTADOS	
			BELLAVISTA	ACOPALCA
Prueba de color	Observación del color del suelo	- Negro: suelos orgánicos - Claros y brillantes: inorgánico. - Gris claro: limosos, con carbonato cálcico, suelos poco cohesivos.	Claros y brillantes (aprobado)	Claros y brillantes (aprobado)
Prueba dental	Se muele ligeramente una pizca de suelo entre los dientes	Arenosos: partículas duras, rechinan entre los dientes, sensación desagradable Limosos: partículas más pequeñas, rechinan solo ligeramente, más suaves que los arenosos. Arcillosos: no rechinan, suaves y quebradizos.	Arcillosos (desaprobado)	Limosos (aprobado)
Prueba olfativa	Se aprecia el olor del suelo	Olor rancio : suelos orgánicos	Sin olor rancio (aprobado)	Sin olor rancio (aprobado)
Prueba de brillo	Se corta una muestra de suelo al estado de masilla	Opacos: suelos arenosos Mates: limosos con poca arcilla Brillantes: arcillosos	Brillantes (desaprobado)	Mates (aprobado)
Prueba del enrollado	Se forma un rollo de suelo hidratado de 5 a 10 cm y se desplaza entre el índice y el pulgar	Si la muestra se rompe entre los 5 a 10 cm el contenido de arena será adecuado. Si	La muestra se rompió a 12cm (desaprobado)	La muestra se rompió a 8 cm (aprobado)

TIPO	PROCEDIMIENTO	INDICADORES	RESULTADOS	
			BELLAVISTA	ACOPALCA
		soporta una longitud mayor, el contenido de arcilla será muy alto; si se rompe antes de los 5cm se tratara de un suelo arenoso.		
Prueba de la resistencia seca de la bolita	Se preparan 4 bolitas de 2 a 5cm de diámetro y luego se deja secar por 48 horas, luego se presiona entre el pulgar y el índice.	Si las bolitas no se rompen, significa que el contenido de arcilla conferirá adecuada resistencia a los adobes. Si se rompe el suelo ser de baja resistencia.	Las bolitas no re rompieron (aprobado)	Las bolitas no se rompieron (aprobado)
Prueba de la botella	Se utiliza una botella o tubo de ensayo de ½ litro de capacidad. Llenar ¼ parte con suelo y ¾ partes con agua se agita la suspensión y se deja reposar 5 horas.	Permiten establecer los porcentajes de finos y arenas. Las arenas reposan inmediatamente. Los limos reposan a los pocos minutos. Las arcillas requieren para reposar 5 horas. Luego de ese tiempo se puede establecer los porcentajes aproximados de los componentes. Los rangos deben estar dentro de los indicados en la norma.	20% arena 20% limos 60% arcilla (desaprobado)	60% arena 20% limos 20% arcilla (aprobado)
Prueba de agua para el barro	Se separa una pequeña porción de la masa de barro para la fabricación de los adobes. Se le tira de golpe contra el piso. Se le trata de levantar con el uso de una sola mano.	Permite establecer si la cantidad de agua es aceptable para la fabricación de los adobes. Si la masa no conserva su figura y solidos, teniendo finalmente dificultad de	Conserva su figura y material al levantar la masa (aprobado)	Conserva su figura y material al levantar la masa (aprobado)

TIPO	PROCEDIMIENTO	INDICADORES	RESULTADOS	
			BELLAVISTA	ACOPALCA
		levantarse, tiene demasiada agua. Si la masa conserva su figura y material al levantarla, cantidad de agua aceptable. Si la masa se esparce al momento de la colisión con el piso o si llega a dejar material pegada al piso al momento de levantar el material, entonces indica escasa cantidad de agua.		
Adobes de prueba	Antes de la fabricación en cantidad, se producen unos adobes previos aparte	Proporciona más seguridad para la fabricación de los bloques. Si los adobes se rajan al secarse, entonces el suelo contiene mucha arcilla. Si los adobes no se rajan, entonces el suelo es aceptable.	No se observa rajaduras (aprobado)	No se observa rajaduras (aprobado)
Adobe de prueba (prueba de resistencia)	Prueba de los adobes después del secado.	Se apoya el adobe de prueba en sus extremos y se para una persona de 70 kg, si no se rompe la tierra es aprobado.	No se rompió (aprobado)	No se rompió (Aprobado).
Análisis granulométrico	Prueba laboratorio	Los rangos deben estar dentro de los indicados en la norma.		Arena 76.16% Limos y arcilla 11.10%

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.2. RELACIÓN ÓPTIMA AGUA-CEMENTO

Como sabemos a menor relación Agua/cemento mejor resistencia de la mezcla, por lo que buscamos la mejor relación.

A/C=0.5: Encontrándose con una mezcla muy espesa, se sumergió el adobe por diversos periodos de tiempo, encontrando muy poca penetración y aumentando significativamente las dimensiones del adobe, que al ponerlo a secar se desprendía la lechada por ser muy pesada, dejando grandes desperfectos al adobe, la misma que a la vez sería más costosa.

Tabla 5. Proporción de material para A/C 0.5 - Lechada

PROPORCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
A/C=0.5	AGUA	200 g
	CEMENTO	400 g

Fuente: Elaboración Propia.

A/C=0.7: Obteniendo una mezcla relativamente espesa, de la misma forma aumentado sus dimensiones del adobe ya que se incrustan en el adobe grosores de hasta 1.5 cm de espesor, muy poca penetración en el adobe, y se desprendía del adobe al secarse.

Tabla 6. Proporción de material para A/C 0.7 - Lechada

PROPORCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
A/C=0.7	AGUA	280 g
	CEMENTO	400 g

Fuente: Elaboración Propia.

A/C=0.8: La mezcla resultante es relativamente más aguada, al sumergir el adobe dio como resultado, una superficie desvariada, con una superficie no uniforme al momento del secado, mayor adherencia en el adobe, no se desprende tan fácil de la misma.

Tabla 7. Proporción de material para A/C 0.8 - Lechada

PROPORCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
A/C=0.8	AGUA	320 g
	CEMENTO	400 g

Fuente: Elaboración Propia.

A/C= 0.85: En esta prueba se observó mayor incrustación de la mezcla en el adobe, superficie más uniforme al secarse.

Tabla 8. Proporción de material para A/C 0.85 - Lechada

PROPORCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
A/C=0.85	AGUA	340 g
	CEMENTO	400 g

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.3. TIEMPO ÓPTIMO DE SUMERSIÓN DEL ADOBE.

Es claro que cuanto más tiempo este sumergido el adobe, tendrá a lugar mayor penetración en la misma, por lo que el tiempo optimo seria cuando el adobe empiece a perder su capa exterior, es decir que empiece a desprenderse pequeñas cantidades de tierra. En base a este razonamiento el tiempo óptimo de sumersión que cumple estas condiciones vario de 9 a 10 minutos, buscando uniformizar para la realización de las muestras los adobes fueron sumergidos durante 9 minutos y 30 segundos.

Tabla 9. Tiempo óptimo de sumersión del adobe

MUESTRA	TIEMPO EN MIN
U-01	09 A 10 MIN

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.4. DENSIDAD.

Tabla 10. Resultado de densidad, Para unidades de adobe normal.

MUESTRA	DIMENSIONES			PESO	VOLUMEN	DENSIDAD
	ANCHO	LARGO	ALTO			
U-01	0.12	0.22	0.085	4.108	0.002244	1830.6595
U-02	0.12	0.22	0.085	4.032	0.002244	1796.7914
U-03	0.12	0.22	0.085	4.329	0.002244	1797.1925
					PROMEDIO	1808.2145

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 11. Resultado de densidad, Para unidades de adobe sumergido en lechada.

MUESTRA	DIMENSIONES			PESO	VOLUMEN	DENSIDAD
	ANCHO	LARGO	ALTO			
U-01A	0.125	0.225	0.09	4.346	0.002531	1716.9383
U-02A	0.125	0.225	0.09	4.291	0.002531	1695.2099
U-03A	0.125	0.225	0.09	4.618	0.002531	1824.3951
					PROMEDIO	1745.5144

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.5. SUCCIÓN.

Primeramente, las unidades se pesaron, luego se metieron al horno a una temperatura de 100° C durante 5 horas, si bien la norma establece por 24 horas, pero con la finalidad de evitar el proceso de cocción y que dicho tiempo es para ladrillos, se buscó el tiempo de secado en horno del adobe.

Pasado las 5 horas de secado a 100°C se notó que el adobe prácticamente su peso se mantenía constante. Por lo que el tiempo de secado en horno para estos adobes a 100 °C es en promedio de 5 horas.

Luego se tomaron las dimensiones de la cara del espécimen que estará en contacto con el agua. Con lo cual se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 12. Resultado de Succión, para adobes normal y sumergido.

N° de Muestra	Base (cm)	Largo (cm)	Área superficie (cm2)	peso inicial (gr)	Peso seco (gr)	Peso con agua (gr)	peso agua succionada (gr)	Succión (gr/min/200 cm2)	succión promedio (gr/min/200cm2)
A-1	12	22	264	4280	4205	4246			
A-2	12	22	264	4200	4130	4169			
AC-1	12.5	22.5	281.25	4346	4237	4335	98	69.7	62.9
AC-2	12.5	22.5	281.25	4291	4186	4265	79	56.2	

Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro A es las muestras de adobe normal, y Ac son las muestras de adobe sumergido en lechada.

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

En estas muestras se puede observar que el agua tuvo un ascenso capilar de 9.5 mm.⁶



Ilustración 7. Ascenso capilar del agua en la muestra del adobe normal.
Fuente: Elaboración Propia.



Ilustración 8. Ascenso capilar del agua en la muestra del adobe sumergido en lechada Agua-cemento.
Fuente: Elaboración Propia.

Por otro lado en las muestras sumergido en lechada no se desprendieron partículas por lo que si se puede determinar la succión, la succión promedio resulto de 62.9 gr/min/200cm².⁷

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

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

En estas muestras el ascenso capilar fue en promedio de 3.5 cm, esto debido a que el concreto tiene mayor capacidad de absorción del agua, y debido a que estuvo en el horno a 100°C perdió todo el agua y su calor de hidratación se elevó, y al contacto con el agua trata de equilibrar su calor, también se notó al desprender la capa de la lechada la succión básicamente es de esta capa mas no humedeciendo el adobe.

4.2.6. ABSORCIÓN.

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

El proceso de degradación en los adobes convencionales se dio a los 9 minutos de contacto con el agua, generándose el desmoronamiento de partículas ubicadas en el contorno, pasado las 4 horas y media el agua llegó ingresar al núcleo, saturándolo casi por completo, haciendo del mismo una masa de barro sin consistencia ni capacidad portante, adicionalmente se formó una espuma, producto del aire contenido en los vacíos y unas partículas sucias livianas emergieron a la superficie.

Finalizada las 24 horas de inmersión, los especímenes de adobe terminaron por desintegrarse, produciéndose un desmoronamiento total y formándose un desmonte trapezoidal, perdiendo totalmente

su resistencia y consistencia, haciendo imposible su extracción para la medición de los pesos en estado saturado.



Ilustración 9. Adobe normal trascurrido 4: 30 horas de sumergido.
Fuente: Elaboración Propia.

En el caso del adobe sumergido en lechada, trascurrido 4:30, empieza a verse rajaduras, por el mismo hecho de que el agua empieza a filtrar y aumenta el volumen del adobe. Empezó a generarse pequeños desprendimientos de capas de la lechada seca ocasionada mayor penetración del agua.



Ilustración 10. Estado del adobe con lechada trascurrido 24 horas de sumergido.
Fuente: Elaboración Propia.

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

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

4.2.7. COMPRESIÓN.

Como resultado de los diversos ensayos tenemos los resultados aceptables tal y como mostraremos líneas abajo.

Tabla 13. Resultado de densidad, Para unidades de adobe normal.

MUESTRA	DIMENSIONES			Carga Máxima (Kgf)	Esfuerzo (Kgf/cm ²)
	ANCHO	LARGO	ALTO		
U-01	0.12	0.22	0.085	2480.20	24.80
U-02	0.12	0.22	0.085	3407.30	34.07
U-03	0.12	0.22	0.085	3126.20	31.26
				PROMEDIO	30.05

Fuente: Elaboración Propia.

Observamos que el valor promedio de las 4 mejores muestras ensayadas es $f'o = 30.05 \text{ kg/cm}^2$, sobre pasando el valor mínimo que establece la norma $f'o = 10.02 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 14. Resultado de ensayo a compresión, unid. de adobe sumergido en lechada Agua - Cemento.

MUESTRA	DIMENSIONES			Carga Máxima (Kgf)	Esfuerzo (Kgf/cm ²)
	ANCHO	LARGO	ALTO		
U-01	0.125	0.225	0.09	2808.5	28.09
U-02	0.125	0.225	0.09	3400.3	34.00
U-03	0.125	0.225	0.09	2774.8	27.75
				PROMEDIO	29.95

Fuente: Elaboración Propia.

Observamos que el valor promedio de las 4 mejores muestras ensayadas es $f'o = 29.95 \text{ kg/cm}^2$, sobre pasando el valor mínimo que establece la norma $f'o = 10.02 \text{ kg/cm}^2$

4.2.8. TRACCIÓN.

Tabla 15. Resultado de ensayo a tracción indirecta del mortero, pilas de adobe normal.

MUESTRA	DIMENSIONES			Carga Máxima (Kgf)	Esfuerzo (Kgf/cm ²)
	ANCHO	LARGO	ALTO		
U-01	0.12	0.22	0.085	264.30	0.48
U-02	0.12	0.22	0.085	222.56	0.40
U-03	0.12	0.22	0.085	228.61	0.41
				PROMEDIO	0.43

Fuente: Elaboración Propia.

La resistencia ultima del mortero a tracción indirecta es el promedio de las cuatro mejores muestras de seis la misma que debe ser mayor o igual a 0.12 kg/cm^2 .

$$\delta = \alpha \frac{P}{ab} = 0.43 \text{ kg/cm}^2$$

Como podemos observar el resultado es mucho mayor a la resistencia última establecido por el reglamento E.080.



Ilustración 11. Falla del mortero en muestras de adobe normal.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 16. Resultado de ensayo a tracción indirecta del mortero, pilas de adobe sumergido en lechada Agua - Cemento.

MUESTRA	DIMENSIONES			Carga Máxima (Kgf)	Esfuerzo (Kgf/cm ²)
	ANCHO	LARGO	ALTO		
U-01	0.125	0.225	0.09	1335.10	2.27
U-02	0.125	0.225	0.09	1013.86	1.69
U-03	0.125	0.225	0.09	1112.25	1.89
				PROMEDIO	1.95

Fuente: Elaboración Propia.

$$\delta = \alpha \frac{P}{ab} = 1.95 \text{ kgf/cm}^2$$

El esfuerzo de tracción del mortero de concreto es mucho mayor que el del adobe normal, esto debido fundamentalmente a la mejor adherencia que se tiene en estas muestras.

4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.3.1. HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO.

La influencia de la inmersión de los adobes en lechada “Agua-Cemento”; mejora las propiedades físicas y mecánicas del adobe.

4.3.2. PRUEBA DEL HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO.

Mediante el análisis efectuado de la influencia de los adobes en lechada “Agua/Cemento”, se tiene el siguiente cuadro de resumen de resultados:

Tabla 17. Resultado de ensayo a compresión indirecta los adobes

MUESTRA	RESULTADO EN TRACCION			
	ADOBE NORMAL		ADOBE SUMERGIDO	
	CARGA MAXIMA	ESFUERZO	CARGA MAXIMA	ESFUERZO
MUEST 1	2480.20	24.80	2808.50	28.09
MUEST 2	3407.30	34.07	3400.30	34.00
MUEST 3	3126.20	31.26	2774.80	27.75

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 18. Resultado de ensayo a tracción indirecta los adobes

MUESTRA	RESULTADO EN TRACCION			
	ADOBE NORMAL		ADOBE SUMERGIDO	
	CARGA MAXIMA	ESFUERZO	CARGA MAXIMA	ESFUERZO
MUEST 1	264.30	0.48	1335.10	2.27
MUEST 2	222.56	0.40	1013.86	1.69
MUEST 3	228.61	0.41	1112.25	1.89

Fuente: Elaboración Propia.

Donde mediante la tabla 17, 18 de resultados de compresión y tracción efectuado en cada muestra, se evidencia las mejoras de la propiedades físicas y mecánicas del adobe a comparación de un abobe en condiciones normales.

4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.4.1. DENSIDAD.

Analizando los resultados obtenidos para la unidad, notamos que las unidades de adobes sumergidos en lechada son menos densos que las unidades normales, esto debido a que en las unidades con lechada tiene un ligero incremento en sus dimensiones, aumentando de esta manera el volumen y la masa de las mismas.

También podemos notar un incremento de peso en las unidades con lechada de 260 a 270 gramos con respecto a las unidades normales.

En las pilas podemos notar que la densidad de las unidades con lechada es ligeramente mayor que las pilas con adobe normal, esto debido a que para estos especímenes se utilizó mortero de concreto en relación 1:4, el incremento de peso en relación de una pila y otra es en promedio de 2 kilogramos y medio.

Con relación a los muretes se puede interpretar mejor los resultados, un metro cuadrado de muro de adobe normal de dimensiones de 12x22x8.5 pesa 215.15 kilogramos aproximadamente, y un metro cuadro de muro con adobe sumergido en lechada Agua – Cemento de dimensiones 12.5x22.5x9 (en promedio) pesara 230 kilogramos aproximadamente, como podemos apreciar el incremento de peso no es significativo.

4.4.2. SUCCIÓN.

En esta parte se vio que el adobe normal tiene una ligera capacidad de succionar agua, comprobando que se superó con grandes expectativas las condiciones del reglamento para que el adobe sea aceptado.

El adobe normal tuvo una ascensión capilar de 9.5mm en promedio, relativamente baja, por lo que podemos decir que tendrá una mayor resistencia al contacto con el agua.

No se puedo hallar la succión debido a que al contacto con el agua se desprendió partículas de la muestra, por lo que el peso con agua no sería real.

Respecto a las muestras de adobe con lechada se tuvo una succión de 62.9 gramos de agua en un minuto en un área de 200 cm², y una capilaridad de 3.5 cm, por lo que podemos decir que se tiene una succión media, esto debido a que el cemento se sigue hidratando y al contacto con el agua inmediatamente hay

intercambio de calor, por otra parte al someterle a temperatura de 100°C se perdió todo el agua, por lo que el cemento elevó su calor de hidratación.

4.4.3. ABSORCIÓN.

El adobe convencional pasado 4 horas y media pierde toda capacidad de resistencia a esfuerzo, tiempo relativamente alto para un adobe convencional, por lo que podemos decir que el adobe es de una alta calidad.

Por el tiempo de duración sumergido en el agua también se podría decir que el material utilizado para la preparación de los adobes fueron los adecuados y de alta calidad, otra prueba anticipada que las pruebas de roturas serán satisfactorios.

Respecto al adobe con lechada, pasado las 4 horas y media se observó pequeñas rajaduras de la lechada este debido a que el agua penetrada aumentando el volumen del adobe ocasionando las mencionadas fisuras.

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

Este adobe sumergido al término de 24 horas si bien se quebró al retirarlo de la bandeja pero no terminó desintegrando, este adobe a las 12 horas de sumergido en el agua recién empezó a

desprenderse pequeñas capas de la lechada, ocasionando así mayor penetración del agua.

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

4.4.4. COMPRESION.

Los ensayos a compresión de unidades de adobe normal en cubos de 10 cm de arista en promedio tubo una resistencia de $f^c = 30.05 \text{ kg/cm}^2$ cuyo valor es más del triple de lo requerido por el reglamento, pasando de esta manera una de los requerimientos para ser aceptada los adobes.

Las unidades de adobe sumergido en lecha tuvieron una resistencia en promedio de $f^c = 29.95 \text{ kg/cm}^2$

Como se puede observar la resistencia bajo en $f^c = 0.10 \text{ kg/cm}^2$, esto debido a que al sumergirlo en la lecha de alguna manera ingresa agua, perdiendo de esta manera su compactación inicial, ya que al humedecerse tiende a aumentar su volumen esto hace que las fibras tiende a soltarse disminuyendo su resistencia.

En este sentido esto sería una desventaja encontrada en las unidades al sumergirlo en lechada agua cemento.

CONCLUSIONES

Los ensayos a compresión de unidades de adobe normal en cubos de 10 cm de arista en promedio tubo una resistencia de $f^c=30.05 \text{ kg/cm}^2$, cuyo valor es más del triple de lo requerido por el reglamento, pasando de esta manera una de los requerimientos para ser aceptada los adobes.

Las unidades de adobe sumergido en lecha tuvieron una resistencia en promedio de $f^c=29.95 \frac{\text{kg}^2}{\text{cm}}$.

Como se puede observar la resistencia bajo en $f^c=0.10 \text{ kg/cm}^2$, esto debido a que al sumergirlo en la lecha de alguna manera ingresa agua, perdiendo de esta manera su compactación inicial, ya que al humedecerse tiende a aumentar su volumen esto hace que las fibras tiende a soltarse disminuyendo su resistencia. En este sentido esto sería una desventaja encontrada en las unidades al sumergirlo en lechada agua cemento.

Por lo cual como comparación de resultados mostramos lo siguiente:

Tabla 19. Resultado de ensayo a compresión indirecta los adobes

MUESTRA	RESULTADO EN TRACCION			
	ADOBE NORMAL		ADOBE SUMERGIDO	
	CARGA MAXIMA	ESFUERZO	CARGA MAXIMA	ESFUERZO
MUEST 1	2480.20	24.80	2808.50	28.09
MUEST 2	3407.30	34.07	3400.30	34.00
MUEST 3	3126.20	31.26	2774.80	27.75

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 20. Resultado de ensayo a tracción indirecta los adobes

MUESTRA	RESULTADO EN TRACCION			
	ADOBE NORMAL		ADOBE SUMERGIDO	
	CARGA MAXIMA	ESFUERZO	CARGA MAXIMA	ESFUERZO
MUEST 1	264.30	0.48	1335.10	2.27
MUEST 2	222.56	0.40	1013.86	1.69
MUEST 3	228.61	0.41	1112.25	1.89

Fuente: Elaboración Propia.

RECOMENDACIONES

- En lo que refiere a las pruebas de absorción y succión, se recomienda realizar investigaciones respecto al tiempo de secado en horno, ya que no existe una norma específica para adobe, la cual en el presente trabajo se tomó como referencia procediendo para ladrillos, por lo que se buscó un tiempo adecuado de secado con el fin de evitar el proceso de cocción del adobe.
- Hacer ensayos previos de sumersión definitiva de los adobes el tiempo óptimo en la cual el adobe puede estar sumergido, ya que esto varía de acuerdo a la calidad del adobe.
- En la construcción y preparación de los adobes seguir los lineamientos del reglamento nacional de edificaciones, principalmente E. 0.80.

BIBLIOGRAFÍA

- ACI Committee 318. (2005). Requisitos de reglamento para concreto estructural. Estados Unidos: American Concrete Institute.
- Alexander, M. (1996). Aggregates and the deformation properties of concrete. Vandoeuver: ACI.
- American Society for Testing and Materials . (2005). Standard Test Method for Compressive Strength of Cilindrical Concrete Specimens (ASTM C39 - 05). Philadelphia : ASTM.
- American Society for Testing and Materials . (2008). Standard Specification for Aggregates. (ASTM C 33 - 08). Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials . (2009). Standard Specification for Blended Hydraulic Cements . Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials . (2009). Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weigh") and Voids in Aggregate. (ASTM C 29 09). Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials . (2010). Standard Test Method for Air Concrete of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method. (ASTM C 231 - 10). Philadelphia : ASTM.
- American Society for Testing and Materials . (2011). Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cilindrical Concrete Specimens. (ASTM C 496 11) . Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials . (2011). Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Hidraulic - Cement Concrete. (ASTM C 1064 - 11) . Philadelphia: ASTM.

- American Society for Testing and Materials . (2014). Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete. (ASTM C 172 - 14). West Conshohocken: ASTM.
- American Society for Testing and Materials . (2014). Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression . Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials. (2006). Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine. (ASTM C 131 - 06) . Philadelphia: ASTM
- Mena, J. (2012). Influencia de la Temperatura Ambiental sobre la resistencia del hormigón preparado. Madrid.
- Neville, A. (1995). Properties of concrete. Essex: Longman .
- Nilson, A. (2001). Diseño de Estructuras de concreto. En A. Nilson, Diseño de Estructuras de concreto (pág. 32). Colombia: Emma Ariza H.
- Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C. (2007). Concreto sometido a compresión - Determinación del módulo de elasticidad estático y relación de poisson . Mexico, D.F.: ONNCCE.
- Servicio Ecuatoriano de Normalizacion. (2009). Cemento hidráulico. Determinacion de la densidad. (NTE INEN 156:2009). Quito: INEN.
- Servicio Ecuatoriano de Normalizacion. (2010). Áridos. Determinación de la masa unitaria (Peso Volumétrico) y el porcentaje de vacíos. (NTE INEN 858:2010). Quito: INEN.

- Servicio Ecuatoriano de Normalizacion. (2010). Áridos. Muestreo. (NTE INEN 695:2010). Quito: INEN.
- Servicio Ecuatoriano de Normalizacion. (2010). Cemento Hidráulico. Definición de términos. (NTE INEN 151:2010). Quito: INEN.
- Servicio Ecuatoriano de Normalizacion. (2010). Determinacion de la Densidad, Densidad Relativa (Gravedad Específica) y Absorción del Árido Fino. (NTE INEN 856:2010). Quito: INEN.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2010). Determinacion de la Densidad, Densidad Relativa (Gravedad Específica) y Absorción del Árido Grueso. (NTE INEN 857:2010). Quito: INEN.
- Servicio Ecuatoriano de Normalizacion. (2010). Determinacion de las Impurezas Inorgánicas en el Árido fino para el Hormigón. (NTE INEN 855:2010). Quito: INEN.
- Servicio Ecuatoriano de Normalizacion. (2010). Hormigón de Cemento Hidráulico. Determinación de la Resistencia a la Compresión de Especímenes cilíndricos de Hormigón de Cemento Hidráulico. (NTE INEN 1573:2010). Quito: INEN.
- Servicio Ecuatoriano de Normalizacion. (2010). Hormigón de cemento hidráulico. Determinación del asentamiento. (NTE INEN 1578:2010) . Quito: INEN.
- Servicio Ecuatoriano de Normalizacion. (2010). Hormigón y Áridos para Elaborar Hormigón. Terminología. (NTE INEN 694:2010). Quito: INEN.
- Servicio Ecuatoriano de Normalizacion. (2011). Análisis Granulométrico en Los Áridos Fino y Grueso. (NTE INEN 696:2011). Quito : INEN

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

AUTOR: Bach. Edilberto SANTOS BUSTILLOS

TITULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES $y = f(x)$	INDICADORES	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN
Influencia de inmersión del adobe en lechada agua-cemento en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de acuerdo a la Norma E.080 en la Ciudad de Paucartambo – Pasco – 2019	PROBLEMA GENERAL ¿Cómo influye la inmersión de los adobes en lechada "agua-cemento" en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas?	OBJETIVO GENERAL: Determinar las comparaciones de las propiedades físicas mecánicas del adobe sumergido en lechada "Agua-cemento" vs con un adobe no sumergido en la localidad de Paucartambo, Provincia y Región de Pasco.	HIPOTESIS PRINCIPAL: La influencia de la inmersión de los adobes en lechada "Agua-Cemento"; mejora las propiedades físicas y mecánicas del adobe.	VARIABLE DEPENDIENTE (y): • (y) Propiedades físicas y mecánicas del adobe. VARIABLE INDEPENDIENTE (x): • (x) Lechada agua – cemento.	• Densidad. • Succión. • Absorción. • Resistencia a la compresión de la unidad. • Resistencia tracción indirecta del mortero. • Resistencia a la compresión pilas. • Resistencia a tracción indirecta de muretes.	Descriptivo y experimental
	PROBLEMAS ESPECÍFICOS: • ¿Cuál es el tiempo necesario que se tiene que sumergir el adobe en lechada "agua-cemento" para mejorar las propiedades físicas y mecánicas? • ¿Cuál es la mejor relación de la lechada "Agua-cemento" para mejorar las propiedades físicas y mecánicas?	OBJETIVOS ESPECÍFICOS: • Determinar el óptimo tiempo necesario que se tiene que sumergir el adobe en lechada "agua-cemento" para mejorar las propiedades físicas y mecánicas. • Analizar la mejor relación de la lechada "Agua-cemento" para mejorar las propiedades físicas y mecánicas.	HIPOTESIS ESPECÍFICAS: • El tiempo necesario que se tiene que sumergir el adobe en lechada "Agua-Cemento" para la mejora de las propiedades físicas mecánicas, está en el rango de: 30 minutos a 60 minutos. • La relación de lechada "Agua – Cemento", es directamente proporcional a la resistencia a la compresión.			



COMPRESION

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA:	Influencia de inmersión del adobe en lechada agua-cemento en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de acuerdo a la Norma E.080 en la Ciudad de Paucartambo –	RESPONSABLE	Arq. Jose German Ramirez Medrano
		ING.RESP.	Ing. Eric CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	Bach. Edilberto SANTOS BUSTILLOS		
UBICACIÓN:	PAUCARTAMBO - PASCO		

DATOS DE LA MUESTRA	
TIPO	: ADOBE SUMERGIDO
PROCEDENCIA	: PAUCARTAMBO - PASCO

ADOBE SUMERGIDO

ENSAYO N° 01						
MUESTRA	DIMENSIONES			PESO	CARGA MAXIMA	ESFUERSO
	ANCHO	LARGO	ALTO			
U-01	0.125	0.225	0.09	4.346	2808.50	28.09
U-02	0.125	0.225	0.09	4.291	3400.30	34.00
U-03	0.125	0.225	0.09	4.618	2774.80	27.75
PROMEDIO						29.95



COMPRESION

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA:	Influencia de inmersión del adobe en lechada agua-cemento en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de acuerdo a la Norma E.080 en la Ciudad de Paucartambo –	RESPONSABLE	Arq. Jose German Ramirez Medrano
		ING.RESP.	Ing. Eric CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	Bach. Edilberto SANTOS BUSTILLOS		
UBICACIÓN:	PAUCARTAMBO - PASCO		

DATOS DE LA MUESTRA	
TIPO	: ADOBE NORMAL
PROCEDENCIA	: PAUCARTAMBO - PASCO

ADOBE NORMAL

ENSAYO N° 01						
MUESTRA	DIMENSIONES			PESO	VOLUMEN	DENSIDAD
	ANCHO	LARGO	ALTO			
U-01	0.12	0.22	0.085	4.108	2480.20	2.480
U-02	0.12	0.22	0.085	4.032	3407.30	34.07
U-03	0.12	0.22	0.085	4.0329	3126.20	31.26
PROMEDIO						22.60



DENSIDAD

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA:	Influencia de inmersión del adobe en lechada agua-cemento en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de acuerdo a la Norma E.080 en la Ciudad de Paucartambo – Pasco – 2019	RESPONSABLE	Arq. Jose German Ramirez Medrano
		ING.RESP.	Ing. Eric CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	Bach. Edilberto SANTOS BUSTILLOS		
UBICACIÓN:	PAUCARTAMBO - PASCO		

DATOS DE LA MUESTRA	
TIPO	: ADOBE SUMERGIDO
PROCEDENCIA	: PAUCARTAMBO - PASCO

ADOBE SUMERGIDO

ENSAYO N° 01						
MUESTRA	DIMENSIONES			PESO	VOLUMEN	DENSIDAD
	ANCHO	LARGO	ALTO			
U-01	0.125	0.225	0.09	4.346	0.002531	1716.9383
U-02	0.125	0.225	0.09	4.291	0.002531	1695.2099
U-03	0.125	0.225	0.09	4.618	0.002531	1824.3951
PROMEDIO						1745.5144



DENSIDAD

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS		
OBRA:	Influencia de inmersión del adobe en lechada agua-cemento en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de acuerdo a la Norma E.080 en la Ciudad de Paucartambo – Pasco – 2019	RESPONSABLE Arq. Jose German Ramirez Medrano ING.RESP. Ing. Eric CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	Bach. Edilberto SANTOS BUSTILLOS	
UBICACIÓN:	PAUCARTAMBO - PASCO	

DATOS DE LA MUESTRA	
TIPO	: ADOBE NORMAL
PROCEDENCIA	: PAUCARTAMBO - PASCO

ADOBE NORMAL

ENSAYO N° 01						
MUESTRA	DIMENSIONES			PESO	VOLUMEN	DENSIDAD
	ANCHO	LARGO	ALTO			
U-01	0.12	0.22	0.085	4.108	0.002244	1830.6595
U-02	0.12	0.22	0.085	4.032	0.002244	1796.7914
U-03	0.12	0.22	0.085	4.0329	0.002244	1797.1925
PROMEDIO						1808.2145



RELACION AGUA - CEMENTO

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
OBRA:	Influencia de inmersión del adobe en lechada agua-cemento en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de acuerdo a la Norma E.080 en la Ciudad de Paucartambo – Pasco – 2019
	RESPONSABLE Arq. Jose German Ramirez Medrano
	ING.RESP. Ing. Eric CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	Bach. Edilberto SANTOS BUSTILLOS
UBICACIÓN:	PAUCARTAMBO - PASCO

DATOS DE LA MUESTRA	
TIPO DE AGREGADO	: CANTERA ACOPALCA
PROCEDENCIA	: PAUCARTAMBO - PASCO

CANTERA ACOPALCA

ENSAYO N° 01		
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
AGUA	200	g
CEMENTO	400	g

RELACION	0.5
-----------------	------------

NOTA
Encontrándose con una mezcla muy espesa, se sumergió el adobe por diversos periodos de tiempo, encontrando muy poca penetración y aumentando significativamente las dimensiones del adobe, que al ponerlo a secar se desprendía la lechada por ser muy pesada, dejando grandes desperfectos al adobe, la misma que a la vez sería más costosa.



RELACION AGUA - CEMENTO

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
OBRA: Influencia de inmersión del adobe en lechada agua-cemento en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de acuerdo a la Norma E.080 en la Ciudad de Paucartambo – Pasco – 2019	RESPONSABLE Arq. Jose German Ramirez Medrano ING.RESP. Ing. Eric CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE: Bach. Edilberto SANTOS BUSTILLOS	
UBICACIÓN: PAUCARTAMBO - PASCO	

DATOS DE LA MUESTRA	
TIPO DE AGREGADO	: CANTERA ACOPALCA
PROCEDENCIA	: PAUCARTAMBO - PASCO

CANTERA ACOPALCA

ENSAYO N° 01		
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
AGUA	280	g
CEMENTO	400	g

RELACION	0.70
-----------------	-------------

NOTA

Obteniendo una mezcla relativamente espesa, de la misma forma aumentado sus dimensiones del adobe ya que se incrustan en el adobe grosores de hasta 1.5 cm de espesor, muy poca penetración en el adobe, y se desprendía del adobe al secarse.



RELACION AGUA - CEMENTO

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
OBRA: Influencia de inmersión del adobe en lechada agua-cemento en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de acuerdo a la Norma E.080 en la Ciudad de Paucartambo – Pasco – 2019	RESPONSABLE Arq. Jose German Ramirez Medrano ING.RESP. Ing. Eric CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE: Bach. Edilberto SANTOS BUSTILLOS	
UBICACIÓN: PAUCARTAMBO - PASCO	

DATOS DE LA MUESTRA	
TIPO DE AGREGADO	: CANTERA ACOPALCA
PROCEDENCIA	: PAUCARTAMBO - PASCO

CANTERA ACOPALCA

ENSAYO N° 01		
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
AGUA	320	g
CEMENTO	400	g

RELACION	0.80
-----------------	-------------

NOTA
La mezcla resultante es relativamente más aguada, al sumergir el adobe dio como resultado, una superficie desvariada, con una superficie no uniforme al momento del secado, mayor adherencia en el adobe, no se desprende tan fácil de la misma.



RELACION AGUA - CEMENTO

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
OBRA: Influencia de inmersión del adobe en lechada agua-cemento en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de acuerdo a la Norma E.080 en la Ciudad de Paucartambo – Pasco – 2019	RESPONSABLE Arq. Jose German Ramirez Medrano ING.RESP. Ing. Eric CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE: Bach. Edilberto SANTOS BUSTILLOS	
UBICACIÓN: PAUCARTAMBO - PASCO	

DATOS DE LA MUESTRA	
TIPO DE AGREGADO	: CANTERA ACOPALCA
PROCEDENCIA	: PAUCARTAMBO - PASCO

CANTERA ACOPALCA

ENSAYO N° 01		
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
AGUA	340	g
CEMENTO	400	g

RELACION	0.85
-----------------	-------------

NOTA En esta prueba se observó mayor incrustación de la mezcla en el adobe, superficie más uniforme al secarse.



TRACCION

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA:	Influencia de inmersión del adobe en lechada agua-cemento en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de acuerdo a la Norma E.080 en la Ciudad de Paucartambo – Pasco – 2019	RESPONSABLE	Arq. Jose German Ramirez Medrano
		ING.RESP.	Ing. Eric CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	Bach. Edilberto SANTOS BUSTILLOS		
UBICACIÓN:	PAUCARTAMBO - PASCO		

DATOS DE LA MUESTRA	
TIPO	: ADOBE NORMAL
PROCEDENCIA	: PAUCARTAMBO - PASCO

ADOBE NORMAL

ENSAYO N° 01						
MUESTRA	DIMENSIONES			PESO	CARGA MAXIMA	ESFUERZO
	ANCHO	LARGO	ALTO			
U-01	0.125	0.225	0.09	4.108	1335.10	2.27
U-02	0.125	0.225	0.09	4.032	1013.86	1.69
U-03	0.125	0.225	0.09	4.0329	1112.25	1.89
PROMEDIO						1.95



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
"Universidad más alta del mundo con excelencia académica y responsabilidad social para una mejor calidad de vida"
E.F.P. INGENIERÍA CIVIL



TRACCION

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA:	Influencia de inmersión del adobe en lechada agua-cemento en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de acuerdo a la Norma E.080 en la Ciudad de Paucartambo – Pasco – 2019	RESPONSABLE	Arq. Jose German Ramirez Medrano
		ING.RESP.	Ing. Eric CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	Bach. Edilberto SANTOS BUSTILLOS		
UBICACIÓN:	PAUCARTAMBO - PASCO		

DATOS DE LA MUESTRA	
TIPO	: ADOBE NORMAL
PROCEDENCIA	: PAUCARTAMBO - PASCO

ADOBE NORMAL

ENSAYO N° 01						
MUESTRA	DIMENSIONES			PESO	CARGA MAXIMA	ESFUERZO
	ANCHO	LARGO	ALTO			
U-01	0.12	0.22	0.085	4.108	264.30	0.48
U-02	0.12	0.22	0.085	4.032	222.56	0.40
U-03	0.12	0.22	0.085	4.0329	228.61	0.41
PROMEDIO						0.43

PANEL FOTOGRÁFICO





Fig. 3 y 4: Ensayos efectuados en Laboratorio.





Fig. 5 y 6: Ensayos efectuados en Laboratorio.



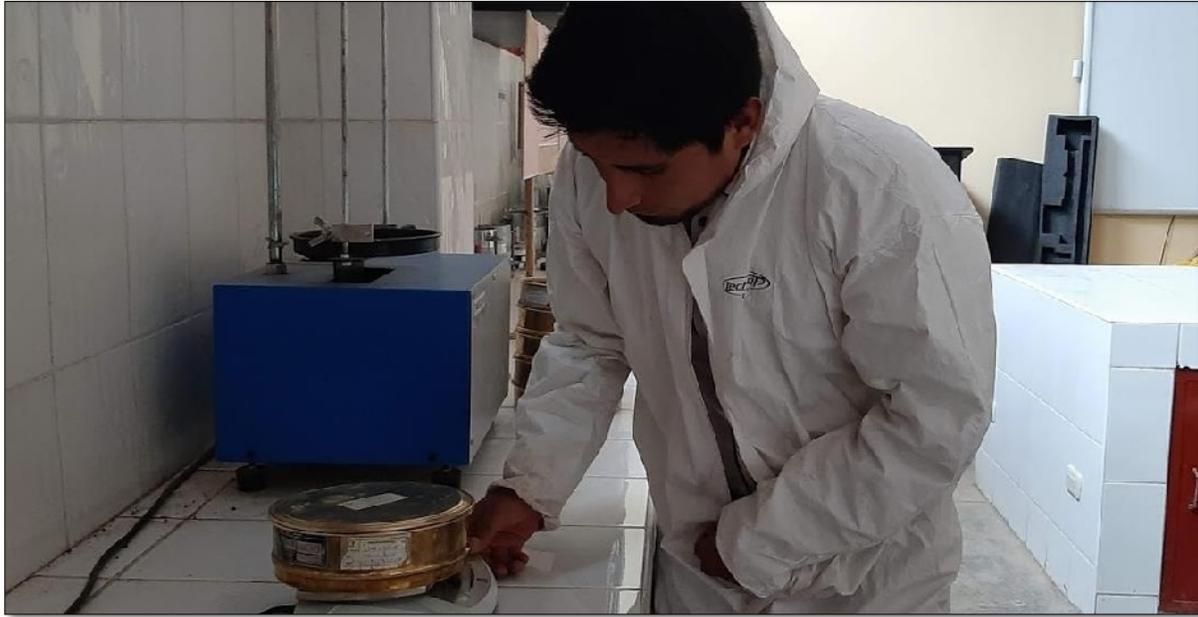


Fig. 7 y 8: Ensayos efectuados en Laboratorio.

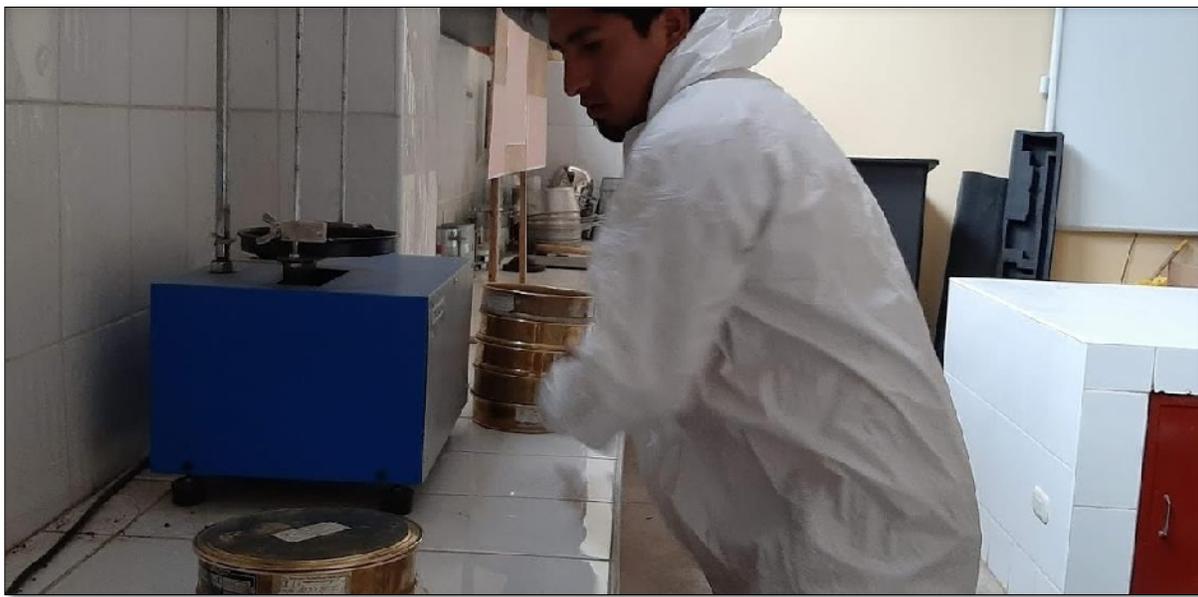




Fig. 9 y 10: Ensayos efectuados en Laboratorio.

