

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**Propuesta de construcción de vivienda con adobe reforzado  
en el distrito de Huallanca provincia de Huaylas – Ancash**

**Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil**

**Autor**

Castillo Alva, Richar Rolando

**Asesor**

Solar Jara Miguel Angel

Código ORCID: 0000-0002-8661-418X

**Huaraz-Perú**

**2021**

**PALABRAS CLAVE:**

Vivienda, Adobe, Adobe reforzado

**KEY WORDS**

Home, Raw brick Reinforced, Raw brick,

<b>Tema:</b>	Viviendas con adobe reforzado
<b>Especialidad:</b>	Tecnología de Materiales
<b>Topic</b>	Homes with reinforced Raw brick
<b>Specialization</b>	Materials technology

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

<b>Línea de investigación</b>	Estructuras
<b>Área</b>	Ingeniería, tecnología
<b>Sub área</b>	Ingeniería civil
<b>Disciplina</b>	Ingeniería de la construcción

## **TÍTULO**

**PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA CON  
ADOBE REFORZADO EN EL DISTRITO DE HUALLANCA  
PROVINCIA DE HUAYLAS – ANCASH**

## RESUMEN

La investigación tiene el propósito de efectuar un plan de diseño de una vivienda de bloque de barro (adobe) reforzado con geomalla tomando como referencia investigaciones similares, la norma técnica peruana E-0.80 del diseño y construcción con tierra, aplicando reglamentos y características y especificaciones técnicas existentes de materiales de refuerzo, como geomallas, así también se tomaron en consideración las experiencias en trabajos de reforzamientos de construcciones con adobe que se han sido desarrollados en el país y que constituyen la fundamental para el planteamiento de la propuesta de diseño de vivienda que se desea elaborar teniendo como objeto de estudio el adobe, que será reforzado con geomalla u similar, con la finalidad de reducir la vulnerabilidad sísmica de las viviendas construidas de adobe en el distrito de Huallanca, y convertirlas en viviendas seguras y saludables.

El Distrito Huallanca, Provincia de Huaylas, Región Ancash, es un pueblo que utiliza adobe como material de construcción, sin embargo, su producción aún es empírica y manual. Finalmente, el refuerzo de la geomalla mejoró la resistencia a la compresión de pilas en  $1.72 \text{ kg/cm}^2$  y resistencia de compresión diagonal en muretes en  $0.12 \text{ kg/cm}^2$  y también demostró ser compatible con la deformación de la estructura de adobe y desarrolló un comportamiento dúctil frente a movimientos sísmicos severos. Sin comprometer la estructura, el desplazamiento relativo del muro reforzado es de 130 mm.

## **ABSTRAC**

The purpose of the investigation is to carry out a design plan for a house made of mud block (adobe) reinforced with geogrid, taking as a reference similar investigations, the Peruvian technical standards E-0.80 of design and construction with earth, applying regulations and characteristics and specifications. existing techniques of reinforcement materials, such as geogrids, as well as the experiences in works of reinforcement of constructions with adobe that have been developed in the country and that constitute the fundamental for the approach of the housing design proposal were taken into consideration. It is desired to elaborate with adobe as the object of study, which will be reinforced with geogrid or similar, in order to reduce the seismic vulnerability of houses built of adobe in the district of Huallanca, and turn them into safe and healthy houses.

The Huallanca District, Huaylas Province, Ancash Region, is a town that uses adobe as a construction material, however, its production is still empirical and manual. Finally, the reinforcement of the geogrid improved the compressive strength of piles by 1.72 kg / cm<sup>2</sup> and diagonal compressive strength in walls by 0.12 kg / cm<sup>2</sup> and also proved to be compatible with the deformation of the adobe structure and developed a ductile behavior. against severe seismic movements. Without compromising the structure, the relative displacement of the reinforced wall is 130 mm.

## Índice General

Palabras clave	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Índice	v
Introducción	1
Metodología	25
Resultados	27
Análisis y discusión	49
Conclusiones	50
Recomendaciones	51
Referencias bibliográficas	52
Anexos	54

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de las variables.....	23
<b>Tabla 2.</b> Descripción de la evaluación .....	25
<b>Tabla 3.</b> Descripción de la evaluación.....	35
<b>Tabla 4.</b> Para este ensayo primero se seleccionaron aleatoriamente 5 Unidades.....	37
<b>Tabla 5.</b> Resultados a la compresión de pilas de adobe.....	37
<b>Tabla 6.</b> Resultado del ensayo de compresión diagonal en muretes.....	39
<b>Tabla 7.</b> Resultados.....	46

## Índice Figuras

<b>Figura 1.-</b> Distribución de los epicentros y áreas de ruptura (1940 al 2007). El sismo de Pisco y su serie de réplicas cubren completamente el gap sísmico que existía entre las áreas de ruptura de los sismos de 1974 (Lima) y 1996 (Nazca.....	08
<b>Figura 2:</b> Esquema que muestra la geometría de la subducción y la ubicación de las principales fuentes sismogénicas en el Perú.....	09
<b>Figura 3:</b> Mapa Sísmico del Perú para el periodo 1964 y 2011. La magnitud de los sismos se diferencia por el tamaño de los círculos y la profundidad de sus focos por el color de los mismos (Tavera, 2011).....	10
<b>Figura 4:</b> parámetros de ladrillo,.....	16
<b>Figura 5:</b> Algunos ejemplos de dimensiones de unidades de adobe, tomando en cuenta las anteriores consideraciones tenemos.....	17
<b>Figura 6:</b> traslape de mallas-1.....	19
<b>Figura 7:</b> traslape de mallas-2.....	20
<b>Figura 8:</b> corte de mallas .....	20
<b>Figura 9:</b> Muestras de adobe.....	21
<b>Figura 10:</b> Resistencia al corte de la albañilería.....	22

<b>Figura 11:</b> Ensayos de compresión diagonal.....	22
<b>Figura 12.</b> Muestras de suelos. ....	27
<b>Figura 13.</b> Antes de separar la muestra para los ensayos se trata de moler los brumos que tiene el suelo.....	27
<b>Figura 14:</b> Luego se tamiza por la malla número #4.....	28
<b>Figura 15:</b> Finalmente se selecciona el material para los ensayos de laboratorio.....	28
<b>Figura 16.</b> Intersección de limite liquido.....	35
<b>Figura 17.</b> Humedad de las tres muestras de suelos que será empleado para adobe.	36
<b>Figura 18.</b> Arcilla media plasticidad arenoso CL.....	36
<b>Figura 19.</b> Pila de Albañilería.....	38
<b>Figura 20.</b> Construcción del sobrecimiento. ....	40
<b>Figura 21.</b> Corte de geomalla en los vanos. ....	41
<b>Figura 22.</b> Distribución de LVDts.....	42
<b>Figura 23.</b> Diagrama Fuerza-Desplazamiento del Muro 1.....	43
<b>Figura 24.</b> Rigidez Inicial de los tres Muros.....	44
<b>Figura 25.</b> Diagrama Fuerza-Desplazamiento en el Tramo Central.....	45
<b>Figura 26:</b> Diagrama Fuerza-Desplazamiento Punto D1.....	46
<b>Figura 27:</b> Diagrama Fuerza-Desplazamiento Punto D7.....	47
<b>Figura 28:</b> Diagrama Fuerza-Desplazamiento Punto D5.....	47
<b>Figura 29:</b> Diagrama Fuerza-Desplazamiento Punto D5.....	48
<b>Figura 30.</b> Muestras de suelos. ....	55
<b>Figura 31.</b> Antes de separar la muestra para los ensayos se trata de moler los brumos que tiene el suelo.....	55
<b>Figura 32:</b> Luego se tamiza por la malla número #4.....	56
<b>Figura 33:</b> Finalmente se selecciona el material para los ensayos de laboratorio.....	56
<b>Figura 34:</b> Preparación del adobe para fabricar adobes.....	57

<b>Figura 35:</b> Fabricación de las unidades.....	58
<b>Figura 36.</b> Construcción del cimiento del módulo. ....	59
<b>Figura 37.</b> Construcción del sobre cimiento.....	60
<b>Figura 38.</b> Plantilla de adobe y encuentro entre muros. ....	61
<b>Figura 39.</b> Construcción de muros de adobe. ....	62
<b>Figura 40.</b> Colocación de viga y geomalla. ....	63
<b>Figura 41.</b> Enlucidos de muro de adobe. ....	64
<b>Figura 42.</b> Corte de geomalla en los vanos.....	65
<b>Figura 43.</b> Construcción del techo del módulo.....	66

## INTRODUCCION

### **Antecedentes y justificación científica.**

Los investigadores, Julio Kuroiwa, Ernesto Deza y Hugo Jaén señalaron que la gran actividad sísmica en nuestro territorio siempre causa las mayores víctimas en las construcciones de adobe.

Es necesario recalcar que, Perú pertenece a los territorios de América del Sur situado en el "Anillo de Fuego del Pacífico", que cubre más del 80% de la actividad sísmica mundial (Kuroiwa 2002). Esta actividad sísmica se crea por la relación continua de las placas tectónicas situadas en el área, lo cual ha causado varias sacudidas en el oeste de Sudamérica. Varios de ellos son monumentales y ocasionan devastación e incontables pérdidas materiales y vidas humanas. La mayor parte de los terremotos que ocurren en Perú se tienen que al proceso de subducción de la placa de Nazca abajo de la placa de América del Sur a una rapidez de 9 centímetros / año (Kuroiwa 2002). Se crea fricción entre estas placas y se acumula mucha energía. Una vez que dichos esfuerzos superen la resistencia de la piedra, esta se romperá. La separación libera energía acumulada a modo de ondas que se propagan y alcanzan el área.

Cabe decir que, uno de los terremotos más destructores de nuestro país ocurrió en Ancash en mayo de 1970, matando a casi 70.000 personas, y el pueblo de Yungay desapareció por completo.

Por otro lado, en el mes décimo primero de la década de los noventa específicamente en 1996, en la zona sureña del país, se originó otra sacudida que produjo grandes catástrofes, ya que dejó a más de noventa mil damnificados, aproximadamente cinco mil casas arruinadas y un tanto mayor a diez mil domicilios afectados (INDECI 2006). Cinco años después, sucede otro terremoto en la misma orientación geográfica, dejando la cantidad de 83 fallecidos, alrededor a los doscientos

veinte mil damnificados, y un cálculo de treinta y siete mil residencias perjudicadas así como a veintidós mil hogares demolidos (INDECI 2001).

Por esta causa, los sismólogos de todo el mundo han estudiado los métodos de predicción de terremotos que salvan vidas. Estas encuestas no arrojaron resultados satisfactorias porque los pronósticos realizados no eran fiables. Pero, aun así, hay una técnica de presagiar terremotos de mediano a largo plazo basándose en planos de fisuras sísmicas. Estas grietas son áreas donde no se han provocado estremecimientos en algunos años y es más posible que la energía almacenada se libere tarde o temprano.

Todavía cabe señalar al famoso terremoto de 1970 y la capa aluvial de Anash, conocido localmente como “el terremoto del 70”, su sacudida fue de 7,8 MW con una magnitud de 7,8 MW, que se sintió en la provincia de Anash y la costa norte y montañas de Perú antes de inundar la ciudad de Yungay el domingo 31 de mayo de 1970 a las 3:23 p.m (lo que se conoce también como aluvión).

Este es el terremoto más devastador en la historia del Perú, no nada más por su fuerza, sino por la gran cantidad de muertes y víctimas que conmovió la región Ancash y las provincias de Huánuco y La Libertad en el norte de Lima. Se trató de una vasta zona que tuvo unos 450 kilómetros de largo y 200 kilómetros de anchura ubicada en la costa y montaña del Perú.

A consecuencia de esta calamidad, la directiva peruana estableció el Instituto Nacional de Defensa Civil en 1972. Así como también, preparó a las personas para la acción en un terremoto, el Instituto también conmemoró el 31 de mayo a través de un simulacro de terremoto a nivel nacional.

De modo que, el temblor comenzó a las 3:23:32 p.m. del 31 de mayo de 1970. Su núcleo fue 44 km al sudoeste de Chimbote en el Océano Pacífico, con una depresión de 64 km. Según datos del Instituto Peruano de Geofísica, presentemente logró un golpe de 7.1, alcanzando la fuerza máxima de magnitud VIII en el Mercalli Modificado entre Chimbote, Casma y Callejón de Huaylas. También provocó violentas avalanchas

en las ciudades de Yungay y Ranrahirca. Las magnitudes estudiadas en diversas localidades son:

### **Efectos en el territorio ancashino**

La rea andina de Ancash y la atractiva zona del Callejón de Huaylas son las zonas más afectadas por los temblores. El 97 por ciento de Huaraz fue destruido y más de diez mil pobladores (50% de la cantidad total de personas residenciadas en el país) se perdieron. Después del sismo, el área se cubrió de polvo negro durante varios días dejando a ciegas la mirada. Los pueblos restantes del Callejón de Huaylas concurren en destrucción casi completamente, a partir de Recuay en el sur hasta Huallanca en el norte. Como la segunda ciudad más importante, a causa de la capa de nubes finalmente fue sepultada por una avalancha junto a Lanla Shirka, provocó la desaparición de 25.000 residentes. Los deslizamientos de tierra y derribes bloquearon vías y calles, por lo que construyeron presas en partes del río Santo. El tren que conectaba a Chimbote con Varanka se desvaneció.

Por otro lado, el territorio andino sucesivo del Callejón de Huaylas llamado Conchucos. Debido a que el macizo de la Cordillera Blanca absorbe una gran cantidad de energía sísmica, una barrera natural separa el Callejón de Huaylas de las montañas orientales de Ancash. Por lo tanto, muchas construcciones sin condiciones para el hábitat, cantidades de personas fallecen por deslizamientos de tierra adyacentes a las montañas al momento del trabajo en áreas de agricultura. El plano estuvo aislado del resto del país durante muchos meses.

Más aun, en las zonas costeras, el impacto del terremoto destruyó la mayor parte de la Carretera Panamericana entre Huarney y Trujillo (provincia de La Libertad). La capital así como el Puerto de Chimbote sufrieron pérdidas inconmensurables, en San Pedro y La Clamarca se derrumbaron todos los edificios, las empresas dedicadas a la pesca y la siderurgia sufrieron daños similares, en algunas zonas aparecieron grietas en el suelo, expulsado agua con mucha potencia. El agua

alcanzó un metro y la localidad tuvo pérdidas un tanto más de dosmil ochocientos pobladores.

Siguiendo los acontecimientos, en Casma, una antiguo ayuntamiento de adobe, fallecieron 800 vidas, y en el sur de Huarney 100. En otro lugar, la región de Bolognesi, con 1.800 perjudicados, reportó muchos deslizamientos de tierra, aislando a todo el pueblo, también produjo una incomunicación entre pueblos.

Aunado a lo expuesto, se calcula que el total de los fallecimientos se aproxima a una cantidad de 70.000 muertes, así como también la desaparición de 20.000 personas. Se contabilizó a los lesionados situados en el hospital y resultaron siendo 143.331, si bien en lugares como Recuay, Aija, Casma, Huarney, Carhuaz y Chimbote la destrucción de edificios osciló entre 80% y 90%. La Carretera Panamericana padeció fuertes aberturas entre Trujillo y Huarney, lo que obstaculizó el traspaso de auxilio. La hidroeléctrica central, Cañón del Pato también fue impactada por el Río Sagrado y la línea ferroviaria que conecta Chimbote con el Valle Sagrado, y el 60% de su longitud quedó inutilizable.

En este desastre, el régimen peruano estableció la Brigada de Defensa Civil Peruana, que más tarde termino siendo el Sistema Nacional de Defensa Civil, de acuerdo con el decreto para que las personas se preparen para incidentes similares y estuvieran prevenidos.

En otra ocasión, un profundo movimiento sísmico de 45 segundos causó el desprendimiento del nevado Pico Norte del Huascarán, originando una avalancha de unos 40 millones de metros cúbicos de hielo, barro y rocas. El ancho de la avalancha ha sido de 1,5 kilómetros y la rapidez promedio ha sido de 18 kilómetros y 200 a. 500 km/h. La avalancha alcanzó la urbe en solo 3 min. La población de Yungain perdió su rumbo gracias a los ecos de la capa aluvial de la Sierra Negra. Una vez que la capa aluvial golpeó el muro de la garganta del flujo de agua Lanlahirka, conformó un depósito y se desplazó violentamente hacia el sur unos treinta grados.

Seguido a este acontecimiento, un tercio de la masa saltó la cañada (que anteriormente se salvó de la nubosidad de la inundación de 1962) enterrando por completo la ciudad número dos más importante del Callejón de Huaylas, mientras un fluido más grande atravesaba la localidad de Ranrahirca, provocando un total de 20.000 muertos.

En Yungay, solo unas 300 personas fueron rescatadas, divididas en tres grupos, 92 personas corrieron al cementerio de la ciudad (un viejo fuerte preincaico elevado), 25 personas se encontraban en la colina adyacente a la localidad, y un gran grupo de niños participó en el circuito de circo llamado Verolina, situado en un estadio a 700 metros de la plaza principal. Como resultado, la tasa de mortalidad en la provincia de Yungay alcanzó el número más alto: 25.000 fallecidos.

La labor de salvamento y evacuación iniciadas por el gobierno general se realizaron por vía aérea solo dos días después de la trágico acontecimiento, a causa del espeso nublado de polvillo que se elevó a 2700 metros encima del nivel del mar en la zona de la desdicha, esta capa de nubes duró una semana. La gran cantidad de tierra tardó un mes en desecar, lo que provocó que algunas personas quedaran aprisionadas al intentar cruzar.

En situaciones de emergencia, las contribuciones internacionales son muy importantes y diversas organizaciones de todo el mundo han brindado su apoyo. El alcance de su cooperación no solo se refleja en situaciones de emergencia, sino también en la recuperación de la zona del desastre y el progreso futuro del territorio. Pero, la destrucción de las líneas de comunicación y el fallo de organización en la zona han provocado su ineficiencia. Para ello, el 28 de marzo de 1972 se estableció el Instituto Nacional de Investigaciones de Defensa Civil, encargado de coordinar el seguimiento de la prevención y la asistencia a desastres.

**La justificación de la investigación:** El continuo mal provocado por las fallas en el área de la geología y el calentamiento global nos anima a aprender nuevos moldes arquitectónicos que mezclen los materiales propios de nuestros antepasados con materiales modernos. Es por ello, que todo el grupo de recursos dejará implantar una secuencia de medidas de estabilidad que permitan la supervivencia de la vida humana. Es fundamental comprender la conducta del inmueble antiguo, para detectar y mejorar el sistema constructivo con la intención de ofrecer estabilidad a los individuos que lo unen por medio de la utilización de leyes y reglamentos, generando de esta forma atractivos turísticos y generando un ambiente energético positivo.

Por otro lado, en sinopsis con otra materia prima, la tierra es un recurso que se puede utilizar para edificar casas a un coste bajo, y que al mismo tiempo su tiene una excelente calidad. Además, este material permite la construcción de edificaciones que puedan cubrir las necesidades actuales. Numerosos expertos pudieron olvidarlo, posiblemente por desconocimiento, o por una formación insuficiente o deformada obtenida por universidades y escuelas de formación técnica. Cada una de estas razones, concurren a un pensamiento discriminatorio que excluye las insuficiencias y las oportunidades de la localidad. Ésta, por su aporte, considera falsos criterios que desfiguran el panorama real.

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática, de los 1874 distritos de existen en el país; en 649 distritos predomina a más del 90% en construcción de sus viviendas con adobe, entre ellos están los distritos del territorio de Ancash. El ladrillo es considerado como el segundo recurso más empleado, con dos millones ciento cuarenta y ocho mil cuatrocientos noventa y cuatro, que figuran al 27,9% del total de casas.

En concordancia con lo dicho, se puede ver en la tabla adjunta que el distrito de Hualanka está dominado por materiales de construcción de adobe, y más del 80% de las casas; de las 328 casas registradas, solo 56 casas están construidas con

materiales

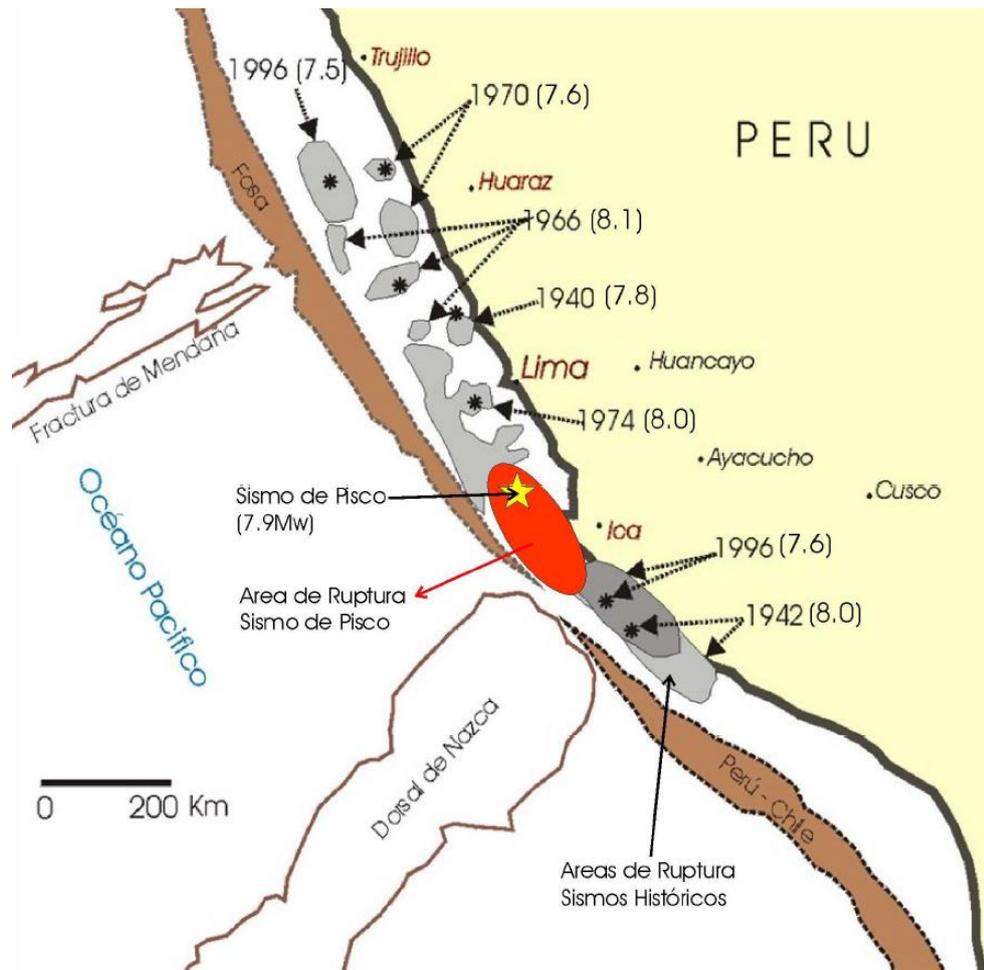
preciosos.

ANEXO N° 1.3  
 PERÚ: VIVIENDAS PARTICULARES CENSADAS CON OCUPANTES PRESENTES, POR TIPO DE MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES,  
 SEGÚN DISTRITO, 2017  
 (Cifras absolutas y porcentaje)

Departamento	Provincia	Distrito	Total de viviendas particulares	Tipo de material predominante en las paredes exteriores					
				Material noble 1/		Material de adobe o tapia		Material precario 2/	
				Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%
Áncash	Huamey	Malvas	273	11	4,0	247	90,5	15	5,5
Áncash	Huaylas	Caraz	6 449	2 132	33,1	4 266	66,1	36	0,6
Áncash	Huaylas	Huallanca	328	56	17,1	264	80,5	4	1,2
Áncash	Huaylas	Huata	364	10	2,7	352	96,7	2	0,5
Áncash	Huaylas	Huaylas	635	12	1,9	608	95,7	12	1,9
Áncash	Huaylas	Malo	553	15	2,7	537	97,1	1	0,2
Áncash	Huaylas	Pamparomas	2 047	22	1,1	2 017	98,5	8	0,4
Áncash	Huaylas	Pueblo Libre	1 808	25	1,4	1 779	98,4	2	0,1
Áncash	Huaylas	Santa Cruz	1 222	14	1,1	1 197	98,0	11	0,9
Áncash	Huaylas	Santo Toribio	359	4	1,1	353	98,3	2	0,6
Áncash	Huaylas	Yuracmarca	564	15	2,7	536	95,0	12	2,1

Es preciso notar, que Lima está ubicado en una zona de alto sismo. El terremoto de Arequipa en 2001 y el terremoto de Pisco en 2007 produjeron fuertes sacudidas del suelo. La aceleración medida fue del orden de 0,4 g, suficiente para hacer frente a viviendas o edificios vulnerables en el suelo. Estos temblores indujeron tsunamis de incluso 8 metros y las olas alcanzaron a las playa en unos 15 minutos. El sismo causó más daños a la ciudad de Pisco y pueblos aledaños, perturbando directamente las casas de barro y Kuncha.

En asiento a esto, gran número de las casas de adobe fueron edificadas por grupos de bajos ingresos que no pueden obtener materiales de alta calidad o una supervisión técnica adecuada. Como resultado, estas casas son extremadamente susceptibles a los terremotos, cada vez que acontece un temblor, se derrumban o padecen daños significativos, generando víctimas y pérdidas económicas.



**Figura 1.-** Distribución de los epicentros y áreas de ruptura (1940 al 2007). El sismo de Pisco y su serie de réplicas cubren completamente el gap sísmico que existía entre las áreas de ruptura de los sismos de 1974 (Lima) y 1996 (Nazca).

El ciclo de concomitancia y subducción de la placa de Nazca (océánica) debajo de América del Sur (continental) a una velocidad aproximada de 7-8 cm anual, (DeMets et al., 1980; Norabuena et al., 1999) se despliega en el margen occidental del Perú. Este proceso incitó terremotos con diferentes dimensiones y fuentes focales ubicadas a disimiles honduras. Todos los terremotos tienen relación con el roce entre las dos placas (oceánica y continental), la distorsión de la superficie de la corteza y la imperfección oculta de la placa oceánica que se encuentra debajo de las montañas. La repartición sideral de esta actividad sísmica permite determinar la presencia de tres fuentes principales (Figura 3):

- El área de roce entre la placa de Nazca y la placa de América del Sur en la orilla del occidente de Lima (entre la trinchera y la costa) causó el terremoto más relevante, en términos de intensidad ( $M_w > 8.0$ ) y resistencia del lote. Varios de dichos incidentes han estado seguidos de tsunamis y un crecimiento de los perjuicios, primordialmente en las regiones ribereñas.

- La fuente número dos, estima la distorsión de la corteza continental y la realidad de fallas naturales de la tierra de distintas formas y dimensiones. Este origen puede provocar manifestaciones sísmicas de inclusive 6.5 Mw, ocasionando perjuicios en un área pequeña, sin embargo, puede provocar fuertes sacudidas del suelo. Los hechos más actuales ocurrieron en 1990 y 1991 (6,5 MW) en el área de Alto Mayo (San Martín), en compañía de desplazamientos terrestres y relevantes ciclos de licuefacción de superficies.

- La partida número tres, califica los terremotos provocados por la distorsión de la placa de Nazca abajo de los Andes, con una hondura focal de 100 kilómetros o más. Esta fuente desencadenará sucesos sísmicos de hasta 7.0 Mw. Generalmente, ocasionarán licuefacción del suelo en los cerques andinos y sub-andinos. Ejemplificando, el adverso de Yuri Maguas (Loreto) en 2005 (7,0 MW).

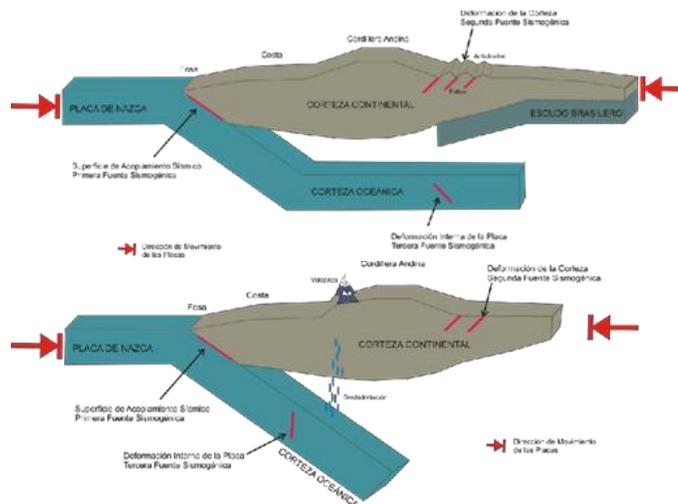
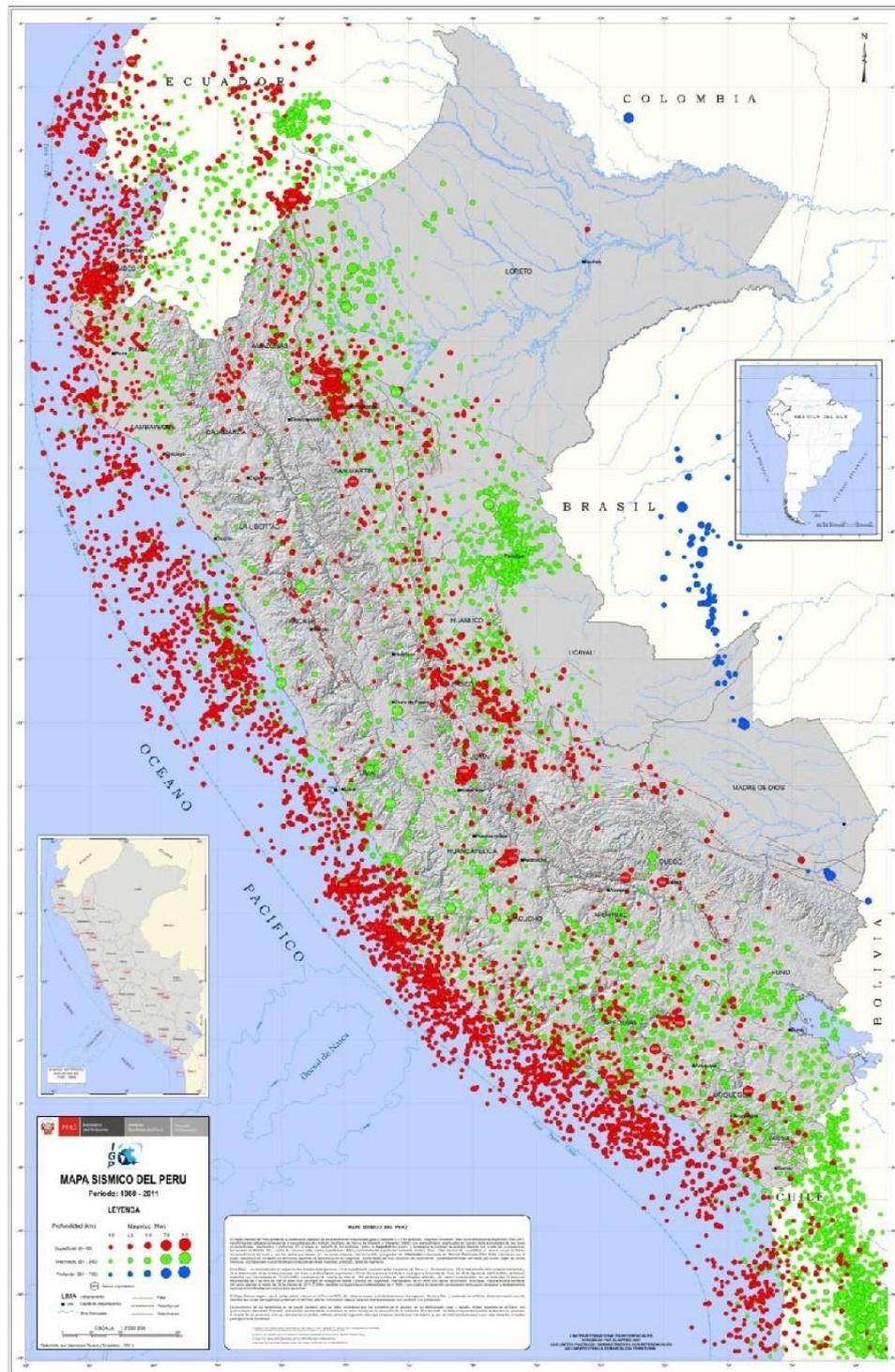


Figura 2: Esquema que muestra la geometría de la subducción y la ubicación de las principales fuentes sísmicas en el Perú.



**Figura 3:** Mapa Sísmico del Perú para el periodo 1964 y 2011. La magnitud de los sismos se diferencia por el tamaño de los círculos y la profundidad de sus focos por el color de los mismos (Tavera, 2011).

Kuroiwa cree que una de las principales causas de muerte de los pobres en países en desarrollo como Lima es la mala implementación de las materias de edificación, como los ladrillos (adobe). Para sobrepasar este inconveniente, se han llevado a cabo estudios destinados a desarrollar un método de edificación seguro y de coste accesible.

Por tanto, se plantean las siguientes preguntas de estudio:

**¿Cuál será la propuesta de una vivienda de adobe reforzado que disminuya la vulnerabilidad sísmica aplicando elementos de refuerzos como geomallas en el distrito de Huallanca?**

**Fundamentación científica.**

**Tecnología de materiales**

Las técnicas actuales de elementos primos para la construcción son la investigación y la experiencia de la tecnología analítica, la exploración física y el perfeccionamiento de materiales. A su vez, este es un método de la ingeniería que se ocupa de los términos industriales que suministran los fragmentos que componen los aparatos y diversos objetos, a partir de materiales primos.

**Propiedades de los materiales**

Estas características se revelan mediante inducciones eléctricas, la luz, el calor o la aplicación de fuerza al elemento. Puntualizan propiedades como conductividad eléctrica o térmica, elasticidad, comportamiento magnético u óptico, y conviene saber que, en general, no se modifican por otras fuerzas que actúan sobre el material.

**Definición del Adobe**

El término adobe nace del árabe al-tub. Según el Código Nacional de Creación en NTE E-080 ADOBE, esta definido como un cubículo sólido crudo elaborado del barro, que puede contener paja u otros materiales para mejorar su seguridad a componentes externos. En ciertos sitios se utiliza estiércol seco de vaca en vez de paja. La peculiaridad primordial del adobe es que su proceso de desecación está expuesto a

un entorno sin calefacción, principalmente al sol. Este elemento no debería confundirse con Tapial (tierra apisonada).

Los beneficios que se encuentran en los adobes son los consecutivos:

- No gasta ninguna clase de energía.
- Fabricación artesana simple.
- Buen efecto de aislamiento térmico y acústico.

-Podrá emplearse como unidad de estructura. (Resistencia media a la compresión de 10 kp / cm<sup>2</sup>)

Entre las deficiencias se tiene:

- Poco aguante a la corrosión.
- Bajo soporte a los golpes.
- Elevada absorción.
- En la actualidad, se están realizando diversas investigaciones científicas para fortalecer las paredes de adobe y de esta manera resistir el movimiento sísmico, un resultado de esto es el empleo de barras de metal.
- De la encuesta ejecutada por disímiles universidades de Lima se pueden extraer las siguientes terminaciones:
  - El ordenamiento del suelo debe acercarse de los consecutivos porcentajes:
  - Limo 15-25%, arcilla 10-20%, y arena 55-70%; no se debe utilizar suelo orgánico. Estos pueden ser diferentes si se usan materiales que aumentan el soporte del adobe.
  - El adobe tiene que ser fuerte y solo puede consentir hoyos perpendiculares a su sitio de asiento, la parte mayor no excede el 12% del área total de la superficie.
  - El adobe no debe tener objetos extraños, hendeduras, aberturas u otros desperfectos que afecten su aguante y permanencia.
  - Agregar paja puede aumentar la firmeza de la mampostería más que agregar arena. El trabajo de la fibra provoca una clase de combustión en la interfase mortero-adobe, acrecentando el soporte.

- La firmeza ante los temblores de la mampostería de adobe depende de las microfisuras provocadas por la retracción por secado del mortero. Para obtener mampostería resistente a la corrosión, es necesario no solo tener materiales suficientemente duraderos, sino también avalar la probidad del conjunto de bloque y mortero. Cualquier procedimiento de curado exterior es ineficaz. Por el contrario, cual sea el método que disminuya la tasa de transferencia de humedad interna entre el mortero y el bloque ayudará.
- Las propiedades del material que afectan el soporte de la mampostería están relacionados con el procedimiento de contorsión de la arcilla seca y el aguante en seco del bloque.
- No existe correspondencia entre la contextura química del suelo o el agua y la firmeza de la albañilería de adobe.
- El tamaño de las partículas del suelo es uno de los factores topográficos más importantes que afectan la resistencia de la mampostería de adobe.
- Los suelos con mucha arcilla tienen mayor resistencia al secado, pero la mampostería construida con este suelo tiene menor resistencia al secado, debido a que la contracción por secado y el agrietamiento del mortero son causados por la presencia de arcilla en el mortero.

### **Mortero**

Puede estar hecho de paja de arroz o arena para hacer barro, o puede estar elaborado de otros ingredientes como asfalto, cemento, cal y yeso.

Según NTE E-080 de RNE, hay dos grupos, son:

**Tipo I:** Generalmente compuesto de tierra, más algunos ligantes, como cemento, cal, asfalto, etc.

**Tipo II:** Elaborado con tierra y paja.

## **Geomalla**

Es un material geosintético realizado de materiales poliméricos. La geomalla está compuesta por sedales, que se crean con el tejido de nervaduras que se cruzan con las aberturas apropiadas (espacios abiertos para instalar nervaduras). Son tpequeñas aberturas que consienten que la tierra pase por ellas, y los dos elementos se enlazan para crear una actuación compuesta.

## **Tipos de geomallas y sus aplicaciones**

Las geomallas se dividen en tres tipos diferentes: eje simple, eje doble y tres ejes. Cada uno tiene un diseño específico y están fabricados para su aplicación en construcciones determinadas con diversos soportes a la tensión..

### **Geomalla Uniaxial**

La geomalla uniaxial (de eje simple) se diseñó con la intención específica de aguantar tensiones en una sola dirección. Se constituyen extendiendo las nervaduras en la dirección longitudinal y su soporte a la tracción se estira en la trayectoria de la máquina. Esto da a entender, que son ideales para aplicaciones de muros y pendientes, como muros de contención, sistemas de revestimiento de vertederos, terraplenes en suelos blandos y pendientes de terraplén más empinados.

### **Geomalla Biaxial**

La geomalla biaxial (de dos ejes) está diseñada con el fin de poseer un equilibrio y al mismo tiempo resistencia a los movimientos en el aparato y en la dirección transversal. Esto permite que la geomalla distribuya la carga en un espacio más extenso de lo usual, mejorando así su poder en aplicaciones básicas estables. Las geomallas de doble eje se emplean comúnmente en diligencias como cimientos de subrasante, plataformas de camiones de orugas, carreteras sin pavimentar permanentes, pistas de aeropuertos, carreteras de construcción y transporte, plataformas de trabajo de subrasante débiles y estacionamientos

### **.Geomalla Triaxial**

Para suministrar un mayor nivel de rigidez en el territorio, la geomalla triaxial está hecha de placas de polipropileno poroso, orientadas en múltiples direcciones equiláteras para constituir grietas en forma de triángulo. Esto resulta un producto más eficaz que provee un traspaso de elasticidad óptima en uso desde el agregado a la geomalla.

### **Ventajas de usar geomallas**

El uso de geomallas tiene varias ventajas en todo tipo de aplicaciones de construcción. Pueden avasallar el coste general del proyecto porque las aberturas se pueden usar con varios rellenos, lo que le da acceso a los constructores usar pisos más baratos. La geomalla puede acrecentar la prontitud de edificación, reduciendo así el coste total. Disminuyen la profundidad de excavación necesaria en calzadas inadecuadas. Además de mejorar la durabilidad y la seguridad sísmica al estabilizar las inclinaciones y elevan la resistencia del suelo.

Al minimizar el asentamiento desigual de las carreteras, las geomallas disminuyen los requisitos de mantenimiento y extienden la vida eficaz de las carreteras pavimentadas. La geomalla tiene una intensa resistencia a los microorganismos del suelo, los productos químicos, la radiación ultravioleta y los males mecánicos. Dependiendo de la tecnología y los materiales de construcción, las geomallas tienen la posibilidad de inclusive diseñarse para resistir la fluencia una vez que se someten a cargas altas a lo largo de una época prolongada o para resistir cargas dinámicas altas a corto plazo. Lo más relevante es que la utilización de geomallas es respetuosa con el medio ambiente.

### **Geosintéticos**

Son materiales hechos primariamente de productos procedidos del hidrocarburo, inicialmente utilizados en aplicaciones geotécnicas para mejorar, cambiar o mantener las propiedades de la superficie terrestre con la que interactúan.

## Pasos para la construcción de viviendas con adobe reforzado:

### Ubicación de la edificación

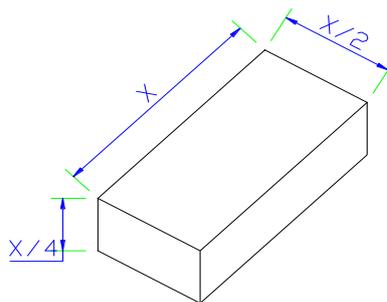
El sitio de la casa debe ser seguro. Deben considerarse los siguientes aspectos:

- Se encomienda no construir edificios de adobe cerca de industrias o áreas vulnerables a la contaminación ambiental.
- No construir edificios de adobe en áreas propensas a inundaciones y avalanchas. En capa aluvial, o huaycos, tampoco en suelos geológicamente inestable.
- No edificar con adobe en suelo granular suelto y suelo arcilloso suave ni arcilla sin hinchazón.

### Dimensionar la edificación

El trabajo de construcción de una casa deberá estar al mando de un experto dedicado (ingeniero civil), que es responsable de bosquejar el plan de construcción, para que sea seguro construirlo, que defina la cantidad de adobes que deben usarse, etc.

La norma E-080 recomienda que la estructura de adobe deberá desempeñar las siguientes exigencias generales de proporción:

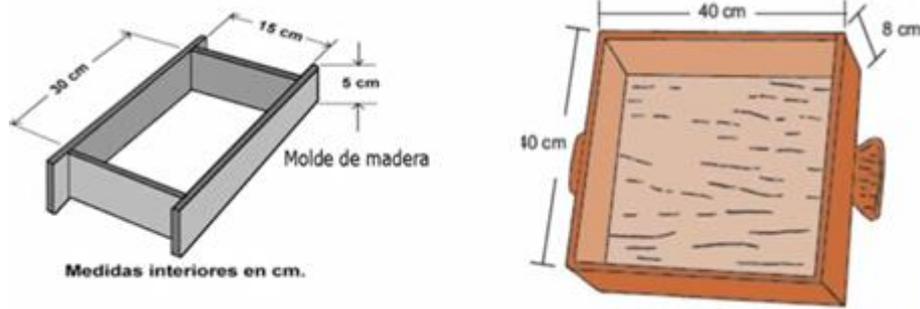


**Figura 4:** parámetros de ladrillo

Fuente propia

Algunos ejemplos de tamaños de elementos de adobe, considerando nuestras atenciones anteriores:

- Adobe de 30cm X 15cm x 5cm
- Adobe de 40cm X 40cm x 8cm



*Figura 5:* Algunos ejemplos de dimensiones de unidades de adobe, tomando en cuenta las anteriores consideraciones tenemos:

### **Procedimiento**

- Preparación de la adobera. La adobera recomendada es de 40 centímetros x 8 centímetros.
- Preparación del barro y dejándolo reposar a lo largo de 72 horas (promedio).
- Añadir pajitas para que el adobe no se agriete.
- Retiro de la adobera. Levántalo de ambas asas y dale la vuelta inmediatamente, cuidando que el adobe no se deforme.

### **Secado de adobe**

- El sol puede agrietar los adobes. Es por eso que se debe hacer una fila de esteras o ramas para protegerlos al menos durante los primeros dos días.

### **Prueba de resistencia del adobe**

- El adobe no debe tener grietas. No se puede deformar.

### **Reforzamiento de edificaciones con geomalla**

Las geomallas tienen la posibilidad de ser usadas como refuerzo para construcciones de adobe, se colocan a los dos lados de muros de carga y muros no

portantes, fijadas horizontal y verticalmente con pasadores de rafia o semejante, con un intervalo más alto de 300 mm.

Deberán cubrir los bordes de las aberturas (ventanas y puertas) y se puede fijar de forma sencilla a los cimientos y las vigas del cuello. Debería estar incrustado en el jefe de arcilla.

### **1.1 RESISTENCIA**

Se le conoce como la tensión máxima que puede aguantar un material bajo una carga aplastante. Así como también, la resistencia a la presión de un material que falla a causa de la rotura que se puede definir como una propiedad independiente dentro de un rango bastante estricto. Aun así, la firmeza al apretón de un material que no se rompe durante la tensión que se aplica se precisa como la cantidad de tensión requerida para deformar el material en cualquier cantidad. Por otro lado, la resistencia al aplastamiento se calcula fraccionando la carga máxima entre el área de la sección transversal original del elemento en la prueba de compresión.

Aunado a esto, para esta prueba se sugiere tapar cada muestra. Es un conglomerado de yeso y cal, que seca rápidamente, usualmente reconocida como "diablo". Se utiliza para que la muestra probada entre en contacto uniformemente con el pistón transmisor de la superficie, por lo que la fuerza no se concentrará en un punto, sino que se concentrará en toda el plano superficial.

### **SEGÚN LA NORMA E-080**

Para refuerzos de malla sintética con nudos integrados (geomallas), el soporte debe ser externo e incrustado en el yeso. Las geomallas de materiales sintéticos deben reunir las particulares requeridas para el refuerzo de construcciones civiles, tales como:

-Formar una rejilla rectangular o cuadrada, con o sin diagonales internas, con una apertura máxima de 50 mmb y nudo integral.

-La fuerza de tracción mínima en ambas direcciones es de 3,5 kN / m, (356,9 kgf / m), y el alargamiento es del 2%.

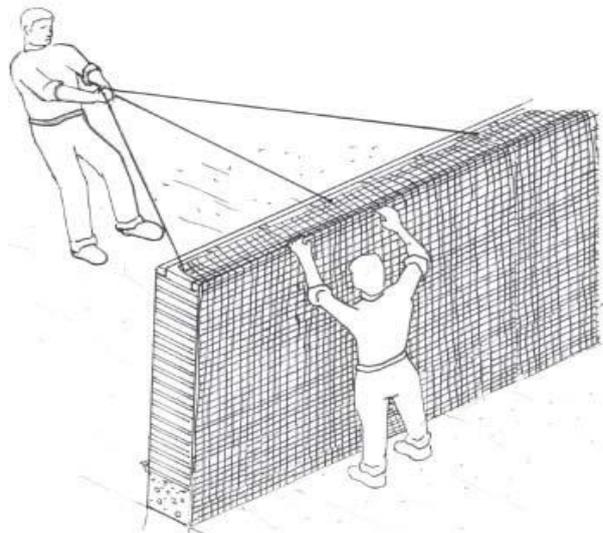
-La elasticidad y permanencia del refuerzo utilizado como empotrado en el suelo.

-Precauciones de uso:

- Los muros de carga y los muros no portantes, incluidas las aberturas, deben envolverse con geomallas y tensarse uniformemente. Las geomallas a ambos lados del muro deben estar conectadas mediante cuerdas sintéticas, con una distancia máxima de 0,30 m.
- La geomalla debe fijarse correctamente a la parte inferior del voladizo y la viga del collar superior.
- Se permite el uso de otros tipos de redes solo cuando su resistencia sísmica esté probada en pruebas cíclicas a escala natural.

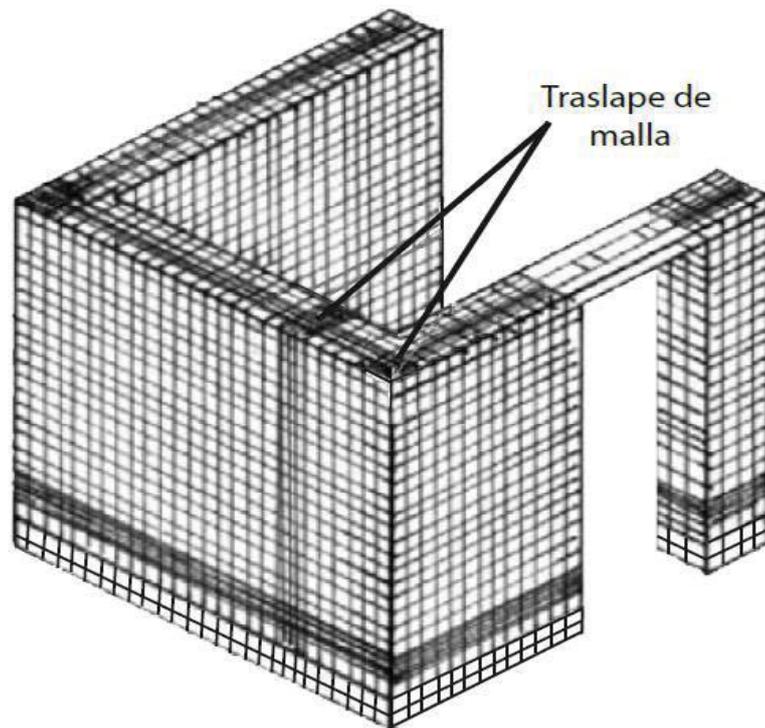
### **Esquema de colocación de refuerzo con Geomalla**

#### 1. Colocación de mallas



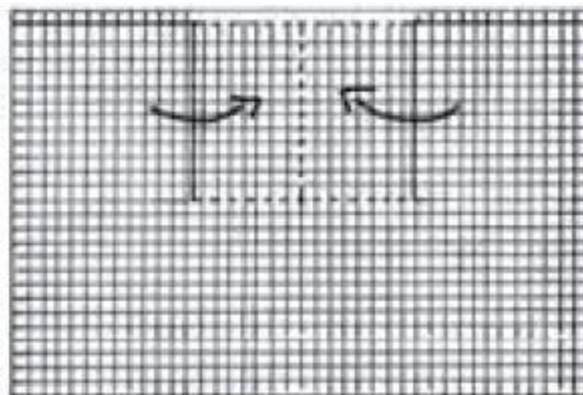
*Figura 6:* traslape de mallas-1

#### 2. Traslape de mallas.



*Figura 7:* traslape de mallas-2

3. Cortes de mallas en ventanas o puertas.



*Figura 8:* corte de mallas

## **ENSAYOS PARA OBTENCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SEGÚN NORMA E-0.080**

### **Resistencia a la compresión de la unidad**

Para determinar la resistencia de compresión, se hace uso de un cubo de forma de prueba, cuyo borde será igual al tamaño mínimo de la unidad de adobe.

Al mismo tiempo, el valor de la tensión de resistencia durante la compresión se conseguirá con base en el área de la sección transversal, se debe experimentar al menos 6 cubos y la resistencia última ( $f_0$ ) se define como el valor de la probeta que supera el 80%. La prueba se realizará con una pieza de trabajo completamente seca y el valor mínimo aceptable para  $f_0$  es de 10,2 kg / cm<sup>2</sup>.



*Figura 9: Muestras de adobe*

### **Resistencia a la compresión de la albañilería**

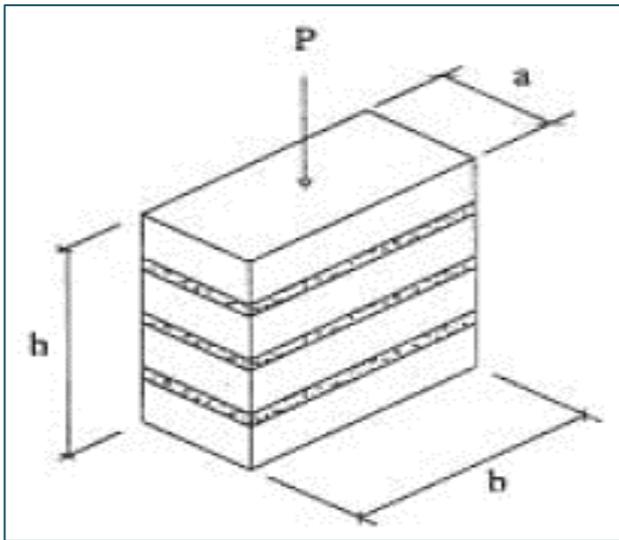
El soporte a la compresión de la mampostería se puede determinar mediante la siguiente fórmula:

- a) Utilice materiales y técnicas in situ para la prueba de pilas.

Estos pilotes constarán de aproximadamente tres (3) todos los adobes requeridos, y se debe tener especial cuidado para mantener su verticalidad. El número mínimo de adobes es de cuatro (4) y el grosor de la costura es de 2 cm.

La duración de secado del mortero en el pilote es de 30 días y el dígito mínimo de pilotes a experimentar es de tres (3). A través estas pruebas, considerando los valores de más de 2 de los 3 pilotes ensayados, se obtienen el esfuerzo de

compresión último  $f_m$  del pilote.

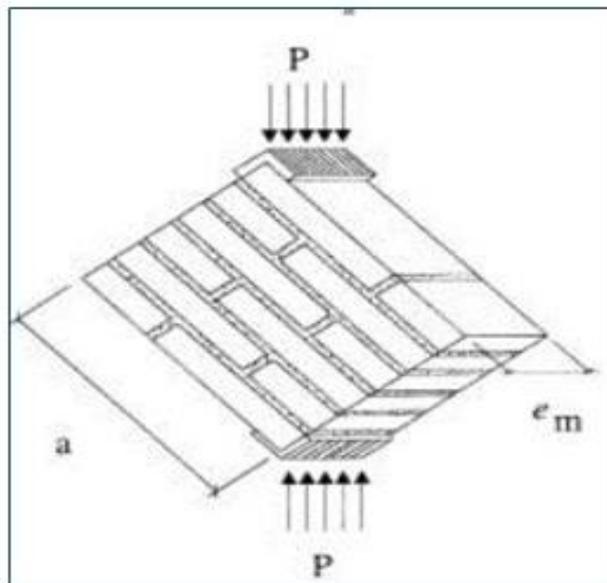


$$\frac{h}{a} \cong 3 ; a < b$$

**Figura 10:** Resistencia al corte de la albañilería

La resistencia al corte de la albañilería se podrá determinar por:

- a) Ensayos de compresión diagonal con materiales y tecnología a usarse en obra. Se ensayarán un mínimo de tres (3) especímenes.



$$f_t = \frac{P}{2ae}$$

**Figura 11:** Ensayos de compresión diagonal

## Conceptuación y operacionalización de las variables:

**Tabla 1**

*Operacionalización de las variables:*

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicador</b>
vivienda de adobe reforzada o con geomalla	Paredes con ladrillo de adobe cubierta con geomalla y tarrajada	Se determinará las propiedades mecánicas de los adobes, y aplicando el reglamento de la norma E-080 se diseñará una vivienda de adobe con refuerzo de geomalla	- características del adobe - diseño de vivienda de adobe según norma E-080 y refuerzo de geomalla	- resistencia mecánicas y físicas - dimensiones de la vivienda - refuerzo con geomalla

### **Hipótesis.**

La construcción de una vivienda con adobe reforzado en los muros con geomalla mejoraría su comportamiento estructural ante los movimientos sísmicos, disminuyendo su vulnerabilidad sísmica, dando seguridad y tranquilidad a sus ocupantes.

### **Objetivos**

#### **Objetivo general**

Proponer la construcción de una vivienda de adobe con refuerzo de Geomalla en el distrito de Huallanca provincia de Huaylas – Ancash según la norma E.080.

**Objetivos específicos:**

- Identificar los materiales empleados en los adobes convencionales en el distrito de Huallanca provincia de Huaylas – Ancash.
- Realizar el diseño del adobe reforzado con geomalla en distrito de Huallanca provincia de Huaylas– Ancash.
- Determinar la resistencia a la compresión de los adobes convencionales y adobes reforzado con geomalla (pilas y murete) en distrito de Huallanca provincia de Huaylas– Ancash, según la norma E.080.
- Elaborar la propuesta técnica y procedimiento de construcción de una vivienda con adobe reforzado en el distrito de Huallanca provincia de Huaylas– Ancash.

## **METODOLOGIA**

### **Tipo y diseño de la investigación:**

#### **Tipo de investigación**

El tipo de investigación es aplicada, explicativa y de enfoque cuantitativo

#### **Diseño de investigación**

Es un diseño descriptivo

### **Población y muestra:**

#### **Población**

Es el distrito de Huallanca provincia de Huaylas – Ancash

#### **Muestra**

Una vivienda, se tomó de muestra la cantidad requerida para elaboración de murete y someterlo a ensayos de compresión con y sin geomalla.

### **Técnica e instrumentos de investigación**

Se realizó a través de pruebas de laboratorio, apoyándose en ensayos estándar y pruebas especiales para la confirmación de laboratorio de materiales.

### **Tabla 2**

#### *Descripción de la evaluación*

<b>TÉCNICA</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
Análisis de Muestra	Estudio de Suelos
Observación	Guías de observación
	Fotografías

Para ello, se utilizó una guía de observación completa como herramienta, ya que nos permitirá desarrollar sistemas para organizar y clasificar información de diferentes experimentos.

## **Procesamiento y análisis de investigación.**

Los datos que se obtuvieron en el laboratorio respecto. A través de tamizado, límite líquido, límite plástico para análisis de tamaño de partículas clasificación del suelo según aashtho, para realizar el análisis de información se tendrá presente:

Tablas, gráficos, planos, etc.

El instrumento es una ficha Técnica de Observación

- Registro de Ensayos en Laboratorio de Suelos en La Universidad San Pedro.
- Análisis de resultados del diferente tipo de ensayos con su respectivo gráficos y tablas que diferencia uno de otros.

**Instrumentos:** han sido las fichas de observación.

- Granulometría
- Límites de consistencia
- Contenido de humedad
- Ensayo de compresión
- Ensayo de pilas de adobes

## **Procesamiento y Análisis de la Información**

Para catalogar, procesar y comprender los datos obtenidos a través de las técnicas y herramientas de recaudación aplicados, se usaron metodologías estadísticas en la fase de descripción y la fase de razonamiento, por lo que se utilizaron programas de Excel y SPSS para procesar la información obtenida.

Se utilizaron métodos estadísticos descriptivos para especificar tablas y gráficos estadísticos para analizar y visualizar el comportamiento de las variables de investigación. Utilizaremos tablas de frecuencia, así como histogramas de frecuencia, barras estadísticas, etc. También se calculan algunas medidas estadísticas, como: media, varianza, razón, etc.

## RESULTADOS

Procedimiento de obtención del suelo para la elaboración de los adobes

1. Primero llevar el suelo al laboratorio de mecánica de suelos de la universidad San Pedro para su previo análisis.



*Figura 12.* Muestras de suelos.



*Figura 13.* Antes de separar la muestra para los ensayos se trata de moler los brumos que tiene el suelo



*Figura 14:* Luego se tamiza por la malla número #4



*Figura 15:* Finalmente se selecciona el material para los ensayos de laboratorio.

## Procedimiento

1. Pase la muestra de suelo seco a través de una pantalla de 3/8 de pulgada y separe el material que pasa a través de la pantalla, y luego determine de manera confiable el porcentaje de polvo fino.
2. Pase el material restante en la malla de 3/8 de pulgada a través de 3 pulgadas, mallas de 2½ pulgadas, 2 pulgadas, 1,5 pulgadas, 1 pulgada, 3/4 pulgadas, 3 pulgadas y 3/8 pulgadas, y pesar parte de los materiales retenidos en cada malla,
3. Los materiales mezclados pasan 3 / 4 Malla de 8 mm pulgadas, y tomar una muestra representativa de acuerdo con las instrucciones del instructor.
4. Colocar la muestra obtenida en el paso (3) en el tamiz # 200, lavar el material con agua corriente para que el agua fluya a través del polvo fino a través del hasta que el agua que pasa por la red quede transparente.
5. Vierta con cuidado el residuo en el recipiente desecante y déjelo secar deje reposar tiempo suficiente hasta que el agua en la parte superficie de la suspensión se vuelve transparente, retire el agua transparente y luego coloque el recipiente con el resto de la suspensión de tierra y agua en el horno. El secado.
6. Al día siguiente, volver al laboratorio y pesar el residuo secado en el horno, o de forma predeterminada, el instructor les dará otras instrucciones.
7. Finalmente, pase la muestra lavada y seca a través de la malla N°. 4 a la malla N°. 200 y registre el peso retenido en cada malla.

**Muestra – 1 – del suelo de Huallanca**

SEGÚN CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO) Asociación Nacional de Funcionarios de Carreteras y Transporte. Clasificación del suelo:

- Material limoso arenoso pobre a malo como sub grado A-6 suelo arcilloso.
- SEGÚN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN Y SUELOS UNIFICADO  
Clasificación de suelos "S.U.C.S."
- Arcilla media plasticidad arenoso CL

**Muestra – 2 – del suelo de Huallanca**

SEGÚN CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO) Asociación Nacional de Funcionarios de Carreteras y Transporte. Clasificación del suelo:

- Material limoso arenoso pobre a malo como sub grado A-6 suelo arcilloso.
- SEGÚN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN Y SUELOS UNIFICADO  
Clasificación de suelos "S.U.C.S."
- Arcilla media plasticidad arenoso CL

### **Muestra – 3 – del suelo de Huallanca**

SEGÚN CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO) Asociación Nacional de Funcionarios de Carreteras y Transporte. Clasificación del suelo:

- Material limoso arenoso pobre a malo como sub grado A-6 suelo arcilloso.
- SEGÚN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN Y SUELOS UNIFICADO  
Clasificación de suelos "S.U.C.S."
- Arcilla media plasticidad arenoso CL

### **Límites de consistencia**

El contenido de humedad en el punto de transición de un estado a otro se denomina límite de Atterberg.

Suelo del distrito de Huallanca provincia de Huaylas – Ancash

#### **a. Preparación del material.**

Utilice únicamente la parte del suelo que pase por la malla 40 (0,42 mm). Si es necesario, agregue o retire agua y luego agite la muestra hasta obtener una pasta semilíquida con humedad uniforme.

Para suelos limosos y arenosos con bajo contenido de arcilla, la prueba se puede realizar inmediatamente después de agregar agua de acuerdo con el procedimiento descrito en la letra b. Para las arenas, la pasta debe almacenarse

en un recipiente tapado durante aproximadamente 4 horas. Para la arcilla, este tiempo debe aumentarse a 15 horas o más para asegurar que la humedad en la muestra sea uniforme.

#### **b. Determinación del límite líquido.**

De hecho, el límite líquido se determina cuando se sabe que el suelo modificado  $w_L$  tiene una fuerza cortante baja (aproximadamente 0.02 kg/cm<sup>2</sup>), por lo que la muestra de suelo modificado requiere 25 golpes la parte cerrada es 1 distancia del suelo 2 pulgadas.

1. La prueba debe comenzar haciendo una pasta de fondo en una bolsa de porcelana cuya humedad sea ligeramente superior al límite de líquido indicado por el instructor.
2. Antes de comenzar la operación, retire y seque la cápsula de la máquina Casagrande y asegúrese de que esté completamente limpia y seca.
3. Instale la cápsula en la posición de prueba.
4. Ponga de 50 a 70 gramos de tierra húmeda en la cápsula para que quede suave. Use una espátula en una superficie de 1 cm de altura, teniendo cuidado de no dejar burbujas de aire en los grumos de suelo;
5. De acuerdo con el eje de simetría de la cápsula, use una ranurador para dividir el suelo en dos mitades; para arcilla, la ranura se puede completar de una vez; puede ser necesario limo Se necesitan 2 o 3 veces de luz para completarse. Para suelos de raíces orgánicos, este proceso es más complicado.

6. Gire la manivela uniformemente a una velocidad de dos revoluciones por segundo; Continúe hasta que la ranura esté cerrada de  $\frac{1}{2}$  pulgada de largo, registre el número de pasadas cuando sea menor a 40.
7. Retirar la tierra en la cápsula Casa Grande con una espátula, y repetir las operaciones 5) y 6)
8. Tomar una muestra de unos 5 g de tierra en el área cerrada a surcar y pesarla inmediatamente para obtener la humedad, que se describirá a continuación Obtenga un punto en el gráfico semilogarítmico de la humedad  $v$  / s número de trazos, que aún contiene la mezcla de suelo original).
9. Continúe removiendo el suelo con una espátula (durante este período el suelo pierde humedad) y luego repita los pasos (2) a (8).
10. Repita los pasos (2) a (9) de 3 a 4 veces hasta alcanzar el número de golpes de 15 a 20.

### **c. Determinación del límite plástico wP**

El límite de plasticidad es el contenido de humedad del suelo cuando se rompe un pequeño trozo de tierra se arrodilla entre la palma de la mano y una superficie lisa, se amasa en una varilla con un diámetro de  $\frac{1}{8}$  de pulgada (3 mm).

1. Utilice parte del material restante en la prueba de límite de líquido.
2. En suelos muy plásticos, wP puede ser muy diferente de wL; para evitar una demora demasiado larga al realizar pruebas en pisos muy plásticos, un cierto período de tiempo.

3. Secar el material por dentro, extenderlo sobre una placa de vidrio o amasarlo sobre una toalla nueva; también puedes meterlo en el horno (baja temperatura), al sol o bajo una lámpara eléctrica; en cualquier caso, debes asegurarte de que esté uniformemente seco.
4. Tome una bola de barro de 1 cm<sup>3</sup> y frote el vaso con la palma para formar una varilla con un diámetro de 3 mm.
5. Reconstruya la bola de barro y conecte el material para ejercer una fuerte presión en las yemas de los dedos, luego amase el palillo nuevamente hasta que llegue al borde del plástico.
6. El límite plástico  $w_P$  corresponde al contenido de humedad cuando la varilla de 3 mm así formada se rompe en fragmentos de 0,5 a 1 cm de largo. Si no está seguro de si ha alcanzado  $w_P$ , se recomienda frotar la barra nuevamente.
7. Pese la barra resultante inmediatamente para determinar su contenido de humedad.
8. Siga los pasos (3) a (6) para 2 o 3 pruebas y repita el promedio; La diferencia entre las dos determinaciones no excederá del 2%.

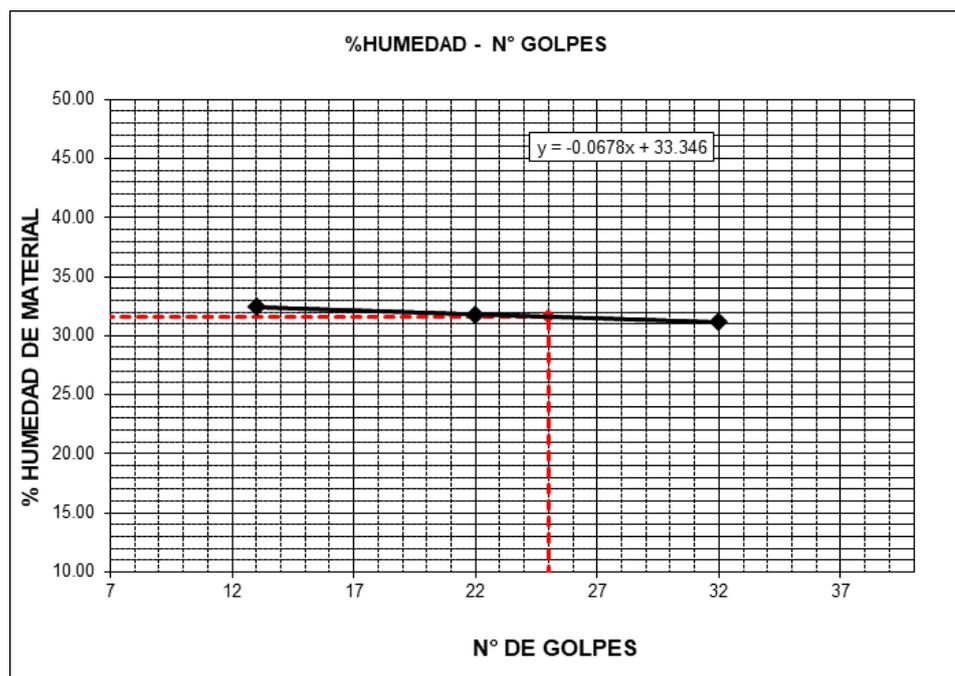
El resultado realizado en el laboratorio es:

**Muestra – 1, 2 Y 3 – del suelo de Huallanca**

**Tabla 3**

*Descripción de la evaluación*

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	45.30	40.80	45.30	22.60	23.40	22.20
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	38.90	35.40	38.70	22.30	22.90	21.70
PESO DE LA TARA (gr.)	18.40	18.40	18.40	18.60	18.30	17.80
PESO DEL AGUA (gr.)	6.40	5.40	6.60	0.30	0.50	0.50
PESO SUELO SECO (gr.)	20.50	17.00	20.30	3.70	4.60	3.90
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	31.22	31.76	32.51	8.11	10.87	12.82
Nro. DE GOLPES	32	22	13	10.60		



**Figura 16.** Intersección de limite liquido

- Límite líquido 31.65.
- Límite plástico 10.60.
- Índice de plasticidad 21.05.

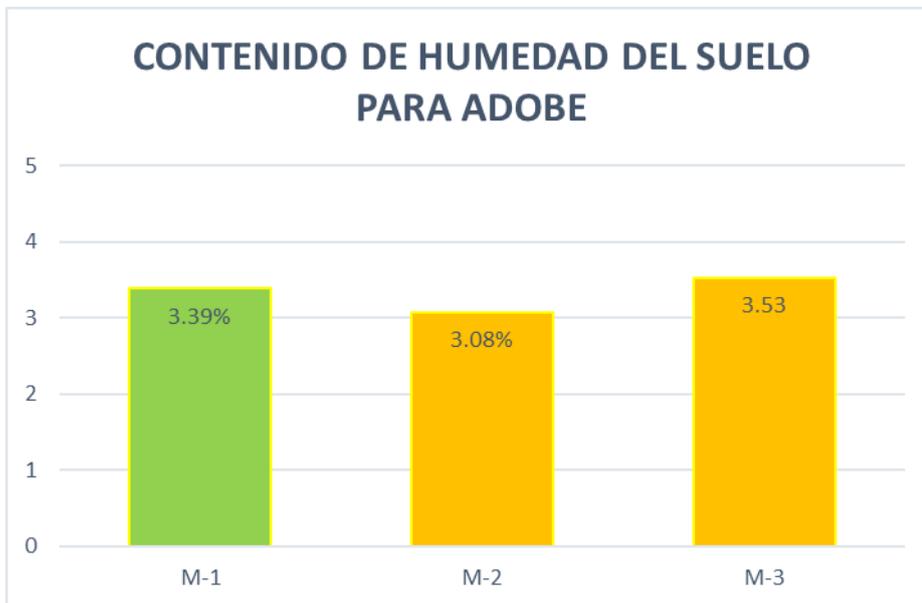
## Contenido de humedad

Tradicionalmente, lo que contiene se expresa como la relación entre la masa de humedad después del secado y el peso constante y la masa de la muestra de suelo.

### Muestra – 1,2 Y 3 – del suelo de Huallanca

Los resultados realizados en el laboratorio son:

Contenido de humedad (%)      M-1 = 3.39    M-2= 3.08    M-3=3.53  
Humedad Promedio (%)      3.33



**Figura 17.** Humedad de las tres muestras de suelos que será empleado para adobe.



**Figura 18.** Arcilla media plasticidad arenoso CL

## Resistencia a la Compresión de la Unidad

**Tabla 4**

Para este ensayo primero se seleccionaron aleatoriamente 5 Unidades.

Identificación de la Muestra	Edad (días)	Dimensiones ( cm )			Peso adobe (Kg)	Area Bruta ( cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> ) Area Bruta
		Largo	Ancho	Altura				
PATRON-1	28	28.00	14.00	10.00	7.130	392.00	6,970	17.78
PATRON-2	28	28.00	14.00	10.00	7.140	392.00	7,470	19.06
PATRON-3	28	28.00	14.00	10.00	7.140	392.00	6,980	17.81
PATRON-4	28	28.00	14.00	10.00	7.140	392.00	6,800	17.35
PATRON-5	28	28.00	14.00	10.00	7.150	392.00	5,690	14.52
<b>PROMEDIO</b>								<b>17.30</b>

Se observa el costo superior al 80% de las unidades de prueba (f0)

Es de 17,30 kilogramo / cm<sup>2</sup>. En alusión, se puede nombrar que la regla E.080

necesita un mínimo de 12 kilogramo / cm<sup>2</sup>.

## Resistencia a la Compresión de la Albañilería

La pila de bloques se preparó a razón de 6 celdas por pila, 30 días previos a la prueba y cumplió con la regla E.080. Se han realizado un total de 5 pruebas a una rapidez de prueba de 2KN / minutos, y se obtuvieron los próximos resultados:

**Tabla 5**

Resultados a la compresión de pilas de adobe patrón vs experimental

Identificación de la Muestra	Edad (días)	Dimensiones ( cm )			Esbeltez	Area Bruta ( cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> ) Area Bruta
		Largo	Ancho	Altura				
Patron vs exp. M-1	28	28.00	14.00	64.30	4.593	392.00	3,240	8.27 vs 10.20
Patron vs exp. M-2	28	28.00	14.00	64.40	4.600	392.00	3,400	8.67 vs 9.80
Patron vs exp. M-3	28	28.00	14.00	64.10	4.579	392.00	2,980	7.60 vs 10.50
Patron vs exp. M-4	28	28.00	14.00	64.30	4.593	392.00	3,100	7.91 vs 9.70
Patron vs exp. M-5	28	28.00	14.00	64.40	4.600	392.00	3,690	9.41 vs 10.25
<b>PROMEDIO</b>								<b>8.37 vs 10.09</b>



**Figura 19.** Pila de Albañilería patrón y con el reforzamiento con geomalla

Para conseguir el aguante a la presión de la fábrica de adobe la Regla E.080, sugiere que tienen la posibilidad de hacer pruebas de pilas. Indicadas pilas tienen que estar preparadas por una cantidad de unidades completas de adobe que posibilite la obtención de una esbeltez (altura/espesor) alrededor del orden de 3. La cifra mínima de pilas con las que se experimentará es 3 y a través de dichas pruebas se recibe la resistencia final  $f'm$  a presión de la pila.

Del valor designado en la tabla, el último soporte de las pilas  $f'm$  es de 8.34 kg/cm<sup>2</sup>. La fuerza válida a presión de la pared ( $f_m$ ) se recibe de la consecutivo término (Norma E.080):  $f_m = 0.25 f'm$

Por tanto,  $f_m = 0.25 \times 8.34 = 2.085$  Kilogramo /cm<sup>2</sup>

La Pauta E.080 puntúa que en lo no se hagan pruebas de pilas la fuerza de acceso a presión de las paredes puede tomarse como 2 Kg /cm<sup>2</sup>, valía que se verifica en este estudio.

### Muretes de adobe

Para lograr el soporte al corte de la mampostería de adobe, la regla E.080 sugiere que por lo menos 3 pilas tienen la posibilidad de someterse a una prueba de muro de compresión diagonal. El resultado de la prueba es el costo obtenido  $f't$  igual a la última resistencia del bloque a la cortadura pura. En este plan se edificaron cuatro muros de 0,80 x 0,80 m con hilvanes de 2 centímetros de espesor.

A lo largo del ciclo de creación, como en la situación de las pilas, se comprobó mientras avanzaba el recorrido, la verticalidad de las paredes, mientras se incrementaban y se usó el mismo mortero de arcilla usado en la obra de los módulos.

Tabla 6  
Resultado del ensayo de compresión diagonal en muretes

Identificación de la Muestra	Edad (días)	Dimensiones ( cm )			Diagona l	Area Bruta ( cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> )
		Larg o	Anch o	e(cm )				Area Bruta
Patron vs exp. M-1	28	80.00	80.00	14.00	115.20	1612.8	420	0.26 vs 0.41
Patron vs exp. M-2	28	80.00	80.00	14.00	114.90	1608.6	510	0.32 vs 0.43
Patron vs exp. M-3	28	80.00	80.00	14.00	115.20	1612.8	480	0.30 vs 0.45
Patron vs exp. M-4	28	80.00	80.00	14.00	114.20	1598.8	500	0.31 vs 0.40
Patron vs exp. M-1	28	80.00	80.00	14.00	115.30	1614.2	470	0.29 vs 0.39
<b>PROMEDIO</b>								<b>0.30 vs 0.42</b>

La fuerza última de la pared de prueba ( $f't$ ) es la valia que excede 2 de 3 valores:  $f't = 0.300 \text{ kg/cm}^2$

$V_m$  (Fuerza Aceptable al Tajo de la Pared) =  $0.4 f't = 0.120 \text{ kg/cm}^2$ . Esta cuantía más pequeña que  $V_m = 0.25 \text{ kg/cm}^2$ , coste que insinúa usar la Regla E.080 en asunto de que no haga la prueba.

## PROCESOS CONSTRUCTIVO DE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA REFORZANDO CON GEOMALLA.



a) Corte de geomalla.



b) Construcción del encofrado



c) Colocación de geomalla en "U"



d) Sobrecimiento terminado

*Figura 20.* Construcción del sobrecimiento.



**Figura 21.** Plantilla de adobes y encuentro entre muros.

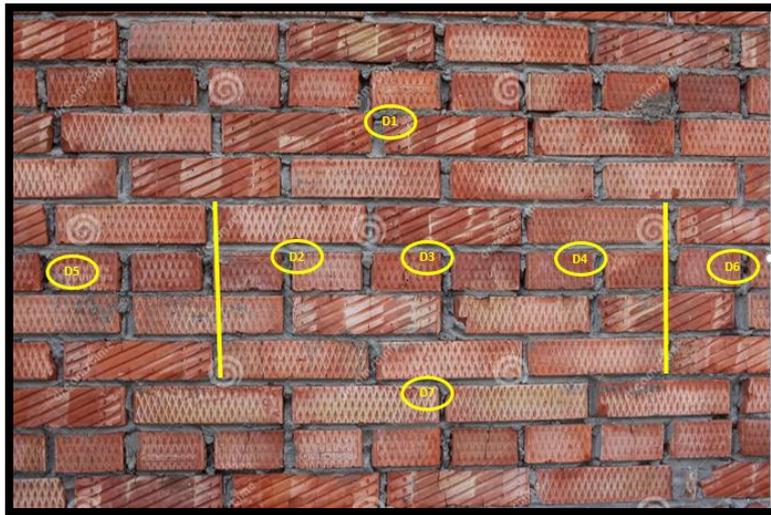


**Figura 21.** Corte de geomalla en los vanos.

## Procedimiento Experimental

Medición de la deformación de la pared de prueba de flexión, 7 sensores de movimiento o LVDT (Transformador diferencial variable lineal) fueron los usados.

Un transformador diferencial variable lineal compartido conforme el diagrama.



*Figura 22.* Distribución de LVDTs

Puede verse en la Figura 25 que se miden los puntos D1, D2, D3, D4 y D7. Los cuales valoran el deslizamiento perpendicular al talante de la pared. Los puntos D5 y D6 (Figura 22) semejantes a la pared calculan el deslizamiento rectilíneo entre dos puntos situados en el tercio céntrico del murallón, tal como se pauta en la imagen. Esta es la forma de calcular su torsión.

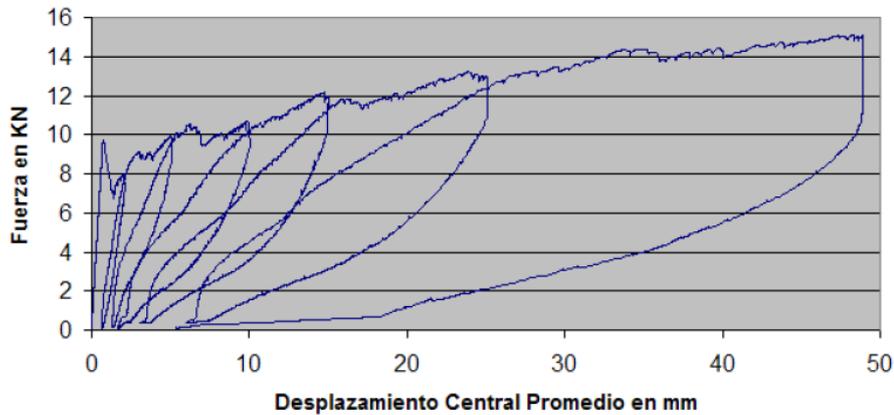
Dado a que cada LVDT tanea el deslizamiento en función de la carga que se aplica, se obtendrán disímiles curvaturas de fuerza-desplazamiento. Estas resultas se compararán más adelante.

## Diagramas

1. Tal como se plasma en la Figura 23, el diagrama de fuerza-desplazamiento, el cual se consigue en la prueba de flexión, son curvaturas de cargas y descargas. Aunque para lograr comparar en medio de las curvas, solo mostraremos la envolvente, o sea el

mayor valor de cada una de las curvas.

### Diagrama Fuerza Desplazamiento del Muro 1



*Figura 23.* Diagrama Fuerza-Desplazamiento del Muro 1

2. Dado que el intervalo entre cada punto de la curva es de 0.25 seg, la valía en la intersección de las curvas de carga y descarga no es exactamente el mismo, por lo que el valor debe colocarse en la intersección para obtener la envolvente correcta.

3. Para hacer promedio de cada una de las curvaturas, se necesita "alinear" completamente los desplazamientos de cada punto (cosa de los 10 000 puntos en cada una de los períodos) para obtener una sola fuerza en un cambio de posicionamiento dado, y después de obtener curvas "Alineadas" para promediar.

4. Tantear la curva promedia hasta que alcance el punto del valor de ruptura de cualquier curva, detenga el cálculo allí y obtenga el producto.

### Rigidez Inicial Experimental

En primer lugar, se encuentra la rigidez de la pared en el rango elástico, para esto se consigue la curva tanteando los valores de los tres puntos céntricos (D2, D3 y D4) incluso el punto en el que ocurrió la primera grieta, como se muestra en la figura.

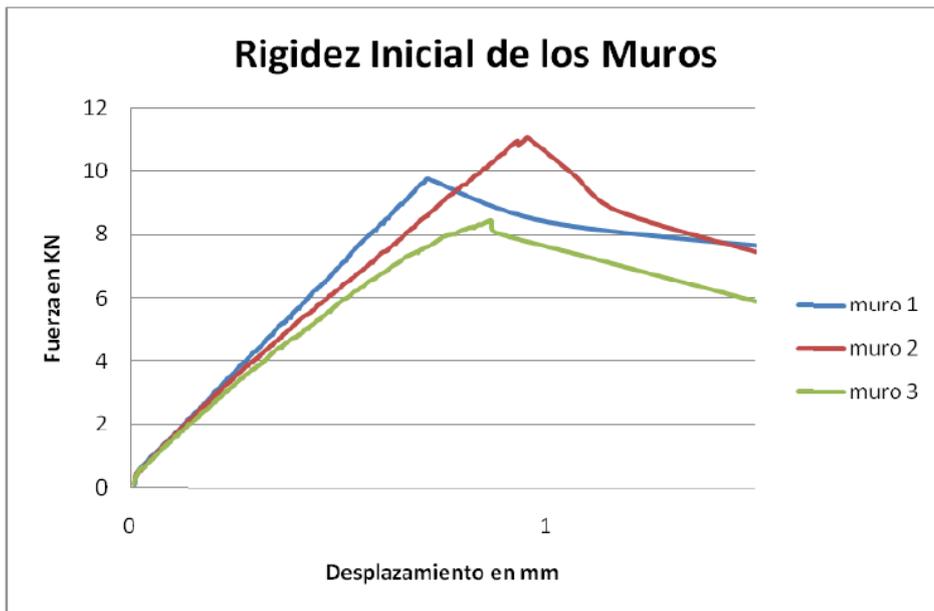


Figura 24. Rigidez Inicial de los tres Muros

Las partes rígidas reales de las paredes se encuentran:

$$K1 = 12.50 \text{ KN/mm} = 125.0 \text{ ton/m}$$

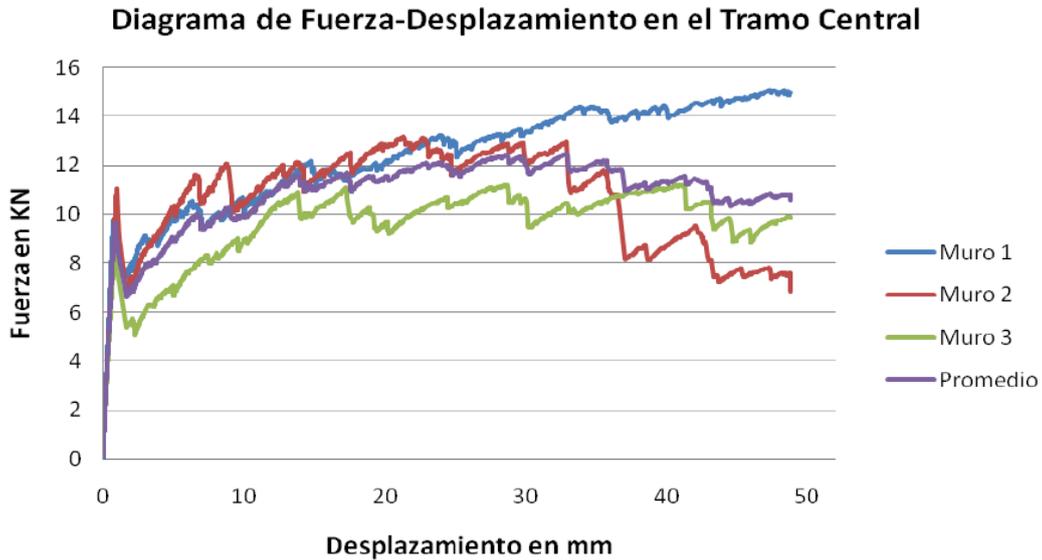
$$K2 = 10.92 \text{ KN/mm} = 109.2 \text{ ton/m}$$

$$K3 = 9.66 \text{ KN/mm} = 96.6 \text{ ton/m}$$

Teniendo en cuenta el valor promedio, mencionaríamos que la rigidez promedio de la pared de adobe reforzada con geomalla y asfáltico recubierto con mortero de cemento es de 113 ton / m

### Envoltentes del diagrama fuerza-desplazamiento

Seguidamente conseguimos la curvatura envolvente del centro de 3 puntos de vista de estos.



**Figura 25.** Diagrama Fuerza-Desplazamiento en el Tramo Central

Tenemos la posibilidad de ver que existe una curva creciente a partir del muro 1 hasta el desenlace, o sea, la pared jamás alcanza el valor más alto. La prueba una vez que el movimiento más alto fue de 50 mm se detuvo. Por otro lado, el muro 2 refleja una curvatura descendente que empieza a atenuarse una vez que alcanza un movimiento de alrededor de 13 mm. En este punto, la rejilla empezó a agrietarse. Es importante señalar que el movimiento más alto de cada una de los muros es de 50 mm. Para dichas resultados de prueba, la resistencia se estima como el nivel mayor del rango flexible, en otras palabras, justo en lo que se forma la primera grieta.

Así mismo se debe apuntar que la sobre-resistencia es el cociente entre la fuerza máxima obtenida y la adaptabilidad se calcula como el cociente entre el movimiento mayor obtenido y el deslizamiento logrado finalmente del rango flexible.

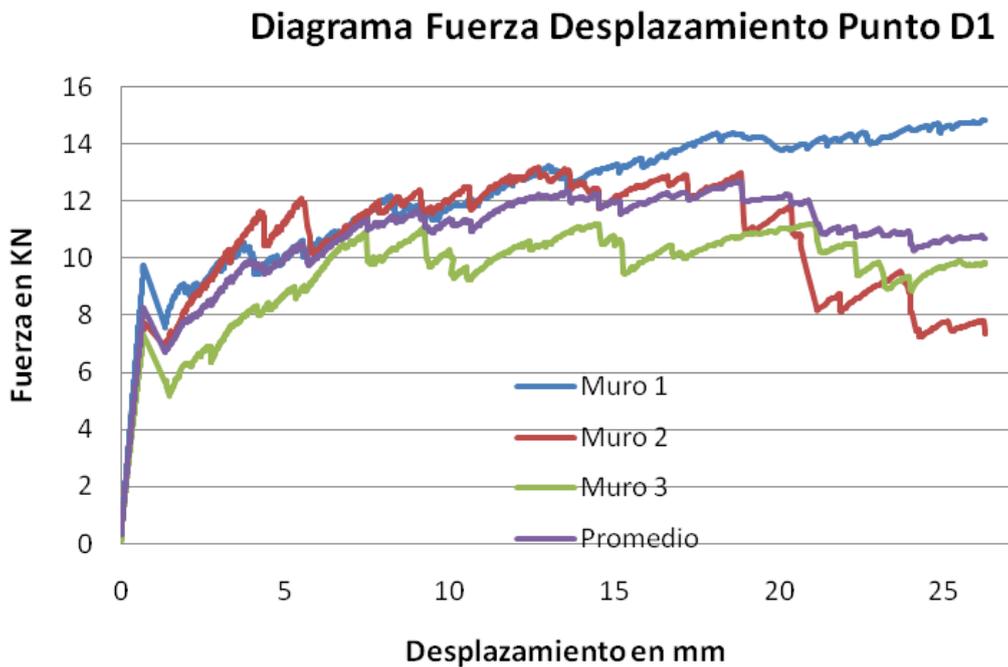
Del gráfico con dichos conceptos tenemos la posibilidad de obtener las próximas resultas:

**Tabla 7**

**Resultados**

<b>RESULTADOS DE ENSAYO</b>					
	<b>RESISTENCIA (KN)</b>	<b>Rigidez (KN/mm)</b>	<b>Fmax(KN)</b>	<b>Sobre - resistencia</b>	<b>Ductilidad</b>
<b>MURO 1</b>	<b>8.970</b>	<b>12.50</b>	<b>14.90</b>	<b>1.51</b>	<b>65.70</b>
<b>MURO 2</b>	<b>10.450</b>	<b>10.92</b>	<b>12.80</b>	<b>1.35</b>	<b>54.60</b>
<b>MURO 3</b>	<b>7.950</b>	<b>9.66</b>	<b>13.40</b>	<b>1.29</b>	<b>57.70</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>5.474</b>	<b>11.03</b>	<b>13.70</b>	<b>1.38</b>	<b>59.33</b>

Al igual forma, se puede dibujar la envolvente hasta el punto mayor D1 (ver figura)



**Figura 26:** Diagrama Fuerza-Desplazamiento Punto D1

Poseemos la oportunidad de visualizar que hay similitudes en la fuerza y el movimiento entre los gráficos de las Figuras 26 y 27. A discrepancia de los aspectos centrales D2, D3 y D4, en este instante únicamente se alcanza alrededor de medio movimiento. Esto sucede gracias a la localización del punto y el sitio donde se

designa la carga. Por tanto, se recibe la curva del punto situado en el tercio inferior de D7 (Figura 23)

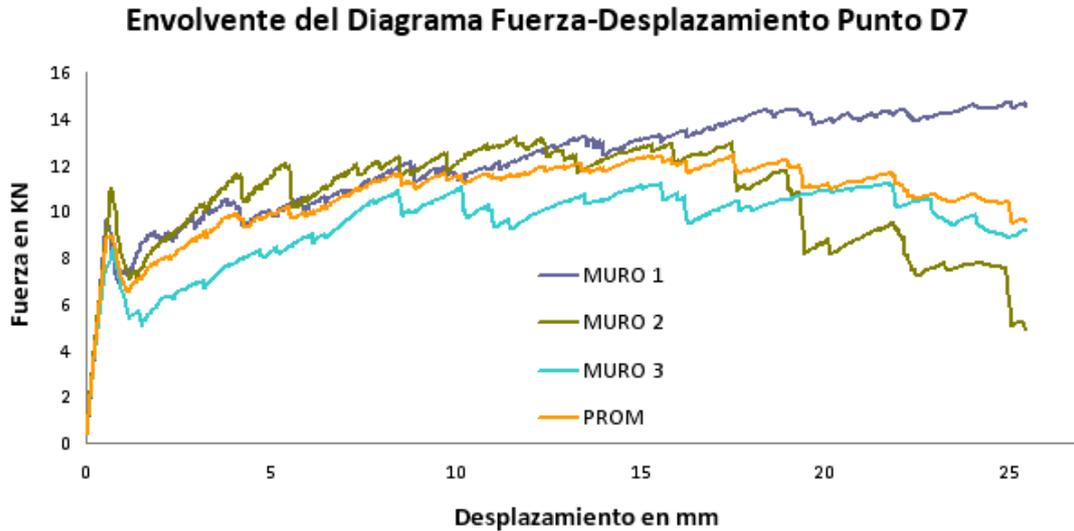


Figura 27: Diagrama Fuerza-Desplazamiento Punto D7

Nos percatamos de que esta imagen es muy semejante a la imagen que corresponde a D1. Su causa es atribuida a que se sitúan en el mismo eje y a la misma distancia de la barra central del muro. Ahora miramos el gráfico de LVDt D5 análogo al muro (Figura 23). Para esta gráfica, únicamente se piensan las resultas de medición del muro 2 y el muro 3, pues puede haber fallas en los accesorios o calibración en el muro 1, lo cual da resultados incorrectos.

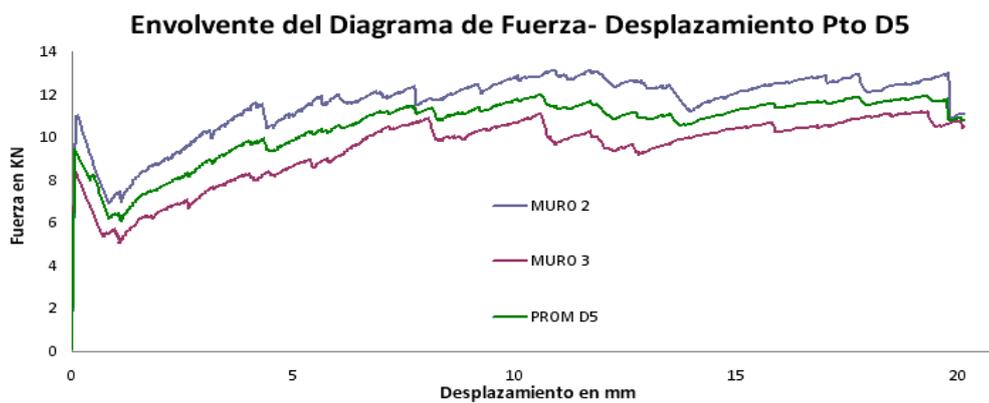
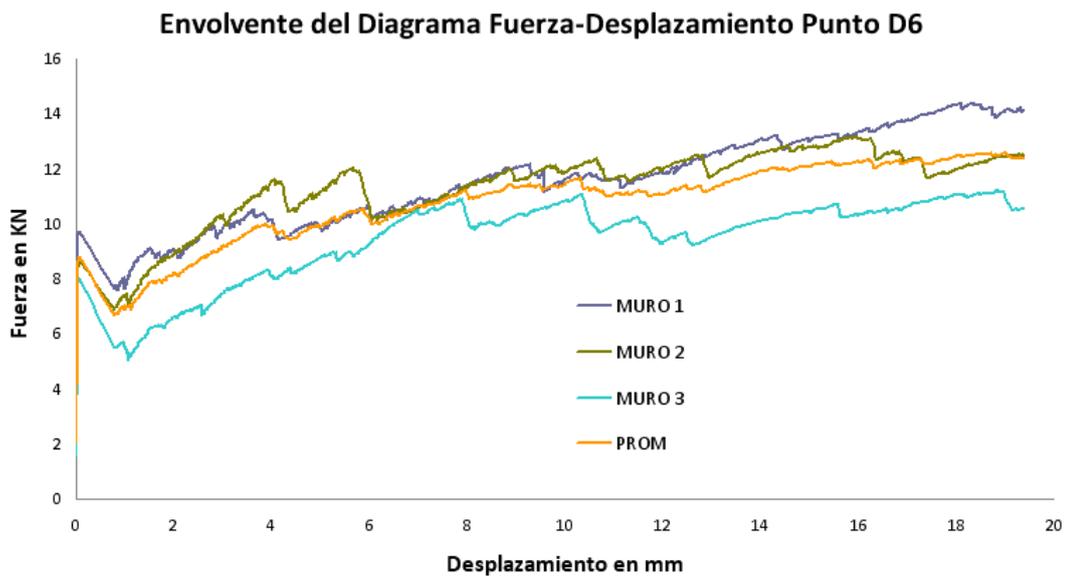


Figura 28: Diagrama Fuerza-Desplazamiento Punto D5

Se puede ver que el movimiento es casi invalidado hasta grieta primera. El LVDT paralelo es una deformación casi imperceptible hasta que la pared inicia a encrespase en su raso.

Por tanto visualizamos la gráfica de LVDt D6 análoga al muro (Figura 23)



**Figura 29:** Diagrama Fuerza-Desplazamiento Punto D5

A igual forma que en la Figura 29, se observaron similitudes entre las resultas de estos LVDTs semejantes a los muros.

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Al analizar las propiedades físicas mecánicas del material del adobe se comprende que es un material limo arcilloso, siendo como un material no recomendable para la construcción.

Cabe mencionar, que esta sección analiza y contrasta los resultados logrados en tres patrones relacionados con esta investigación: Módulo no mejorado (M000), módulo mejorado y módulo Fortificado. Se le da exclusivo énfasis en conferir patrones no reforzados con módulos reforzados para valorar el aporte del refuerzo de geomalla. También, se concierta un modelo reforzado que se somete a movimiento unidireccional con un módulo reforzado que se somete a un movimiento de  $45^\circ$  con respecto a sus cuatro paredes. Por consiguiente, se quiso evaluar el impacto en el comportamiento dinámico del módulo al cambiar su dirección con respecto a la dirección de movimiento de la mesa vibrátil. Aun así, el refuerzo con geomalla disminuyó los daños importantemente de un colapso potencial o indisposición parcial de la estructuración a perjuicios refrenados ante inclinaciones asociadas a un temblor riguroso. Por lo que, en ciertas esquinas de los vanos, se rompió la geomalla, evidenciando que el refuerzo funcionó confinando al muro y soportando fuerzas de tracción. Al momento de darle fin los experimentos, los modelos fortalecidos exhibieron deterioros a causa de la acción de fuerzas tajantes en el raso de los murallones y por curvatura fuera del plano; no obstante, la ordenación se mantuvo íntegra y fuera de riesgo a colapsar. De modo que los resultados expusieron que el refuerzo externo con geomalla disminuye notablemente la fragilidad sísmica de las casas de adobe y evita el derrumbe del edificio ante movidas asociadas a un sismo rígido en que se tantearon los desplazamientos para los tres modelos, la degradación de la dureza de los murallones fortificados fue en general menos que en los muros no endurecidos. Todo esto da de qué hablar, ya que ante una misma solicitud los daños terminaron siendo menores.

## CONCLUSIONES

Finalmente, se puede decir que las unidades de fábrica manejadas reflejaron una más grande resistencia en compresión a la Unidad siendo Preeminente de 12 Kg/cm<sup>2</sup> aludiendo a los valores de la Regla E-080. Por otro lado, tanto la experimentación como el comprimir de la Albañilería como en Corte revelaron resultas mínimas a las adoptadas por la Regla E-080. Tomando en consideración que la pieza artillera usada para el asentado de unidades ha sido dosificada y preparada en laboratorios. Esto envuelve una viable revista de la Regla E-080 para ver si no son valores bastante altos.

Por otro lado, el modulo del que se dispuso para la evaluación de fuerza máxima por prueba a flexión, resultó de 8KN, pero sin embargo, la potencia máxima lograda en el tramo céntrico fue de 10KN. En otras palabras, esta discrepancia es consecuente a que no se tomó en consideración en los cálculos otros componentes como la resistencia a tensión en la proporción de cemento como en el muro de adobe.

De la misma manera se concluye diciendo, que el empleo de la geomalla en pilas de adobe aumenta su resistencia a la compresión en un 1.72 Kg/cm<sup>2</sup> en comparación a la muestra patrón, en cuanto a los muretes mejora su resistencia a la compresión diagonal en un 0.12 Kg/cm<sup>2</sup>, reducir la debilidad de las construcciones, con el propósito de que ante una eventualidad de magnitudes moderadas este elementó tenga la capacidad de deformación inelástica formando fisuras, pero a la vez impidiendo el colapso.

De forma similar, la rejilla aporta aproximadamente el 79% de aguante al murallón, incrementándola de 2,3 KN en el estado final sin rejilla a un valor superior a 9 KN, incluso si el muro no está roto.

Por otra parte, la geomalla distribuye la tensión de tracción en todo el plano de la pared y administra los daños posibles a un área más grande de la pared. Igualmente, una vez que la pared está muy dañada, la geomalla restringe el bloque dañado dentro de ella, lo que aumenta la seguridad de la casa.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda que la superposición entre los paneles de la geomalla se ate verticalmente, y la unión horizontal entre la geomalla de cimentación y la geomalla de la pared se debe atar con fibra. El proceso para establecer esta relación no está claramente definido.

Para la colocación de la geomalla se sugiere utilizar un trozo de tela a cada lado, y luego superponer los dos lados de la pared sobre la viga del collar, atarlo con fibra, y finalmente clavarlo a la viga.

En la imprimación, se recomienda cortar la tela de geomalla en la dirección longitudinal del rollo. Pero, esto restringe la elevación del muro que se puede edificar y, conjuntamente, está limitado por el ancho de los rollos de geomalla disponibles en el mercado.

Finalmente, cabe acotar que en tiempo futuro es necesario que se especifique y sugiera un periodo de exposición entre el asentamiento del muro y la nivelación del mismo, es decir, el tiempo de exposición de la fibra de rafia y la geomalla, para impedir el deterioro de la fibra de rafia. O bien, especifique otra materia prima que resista en un mayor grado a los rayos ultravioleta que la rafia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Roberto Morales, Ricardo Yamashiro, Alejandro Sánchez, Rafael Torres, Carlos Irala, Oswaldo Morales, Luis Rengifo (2011). Diseño Sísmico de Construcciones en Adobe. Perú: CISMID-FIC-UNI.
- MVCS. (2010). Edificaciones Antisísmicas de ADOBE. Manual de construcción.
- Marcial Blondet, Julio Vargas N., Nicola Tarque (2010). Casas sismorresistentes y saludables de adobe reforzado con cuerdas. SENCICO
- INEI (2018). Características de las viviendas particulares y los hogares. Censos Nacionales 2017, Perú.
- Marcial Blondet, Julio Vargas, Daniel Torrealva, Álvaro Rubiños (2010). Manual de Construcción con adobe Reforzado con geomalla. PUCP
- NORMA E.080 (2017). Diseño y Construcción con tierra reforzada, MVCS.
- Hernando Tavera (2014). Evaluación del peligro asociado a los sismos y efectos secundarios en Peru. IGP
- Cevallos Sánchez C.E. (2015). "Análisis estructural de un albergue comunitario a base de adobe tecnificado, en la comunidad de Moya perteneciente a la parroquia Calpi, Cantón Riobamba, provincia de Chimborazo y su incidencia en el comportamiento estructural sismo resistente", Tesis de Ingeniería Civil. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Gutierrez Aliaga L.M., Manco Rivera M.T., (2006), "Características sísmicas de las construcciones de tierra en el Perú. Contribución a la Enciclopedia Mundial de Vivienda" Tesis de Ingeniería Civil. Universidad Católica del Perú.
- Bossio Ibáñez S.E., (2010). "Evaluación del comportamiento sísmico e influencia de la dirección del movimiento en módulos de adobe reforzado con geomalla" Tesis de Ingeniería Civil. Universidad Católica del Perú.
- Salinas Valdéz E., (2017). "Vivienda Económica en Adobe de 02 pisos" Tesis de Ingeniería Civil. Universidad Federico Villareal, Perú.

Mamani Condori, R. E., (2017). "Prototipo de vivienda con adobe mejorado en el distrito de Chupa - Azángaro" Tesis de Arquitectura. Universidad Nacional del Antiplano, Puno - Perú.

GEOACE - Geosintéticos. (14 de octubre 2019). "*¿Qué es una geomalla y cuáles son sus usos?*". <https://www.geoaceperu.com/blog/que-es-una-geomalla-usos/>

SOLUCIONES AMBIENTALES. (2017). "*Geosintéticos*".

<https://www.geosai.com/geosinteticos/>

CONSTRUCCION – Patología + Rehabilitación + Construcción. (2019).

*¿Qué es un adobe?*".

<https://www.patologiasconstruccion.net/2018/01/que-es-un-adobe/>

# Anexos

Procedimiento de obtención del suelo para la elaboración de los adobes

2. Primero llevar el suelo al laboratorio de mecánica de suelos de la universidad San Pedro para su previo análisis.



*Figura 30.* Muestras de suelos.



*Figura 31.* Antes de separar la muestra para los ensayos se trata de moler los brumos que tiene el suelo



**Figura 32.** : Luego se tamiza por la malla número #4



**Figura 33:** Finalmente se selecciona el material para los ensayos de laboratorio.

**PROCESOS CONSTRUCTIVO DE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA REFORZANDO CON GEOMALLA.**



*Figura 34.* Preparación del adobe para fabricar adobes.



a) Espolvoreado de arena

b) Llenado de la gavera

c) Nivelación de superficie

d) Adobes terminados

*Figura 35* Fabricación de las unidades



a) Trazo del cimiento



b) Cimiento excavado



c) Llenado de cimiento



d) Cimiento terminado y rayado

**Figura 36.** Construcción del cimiento del módulo.



**Figura 37.** Construcción del sobre cimiento



*Figura 38.* Plantilla de adobe y encuentro entre muros.



**Figura 39.** Construcción de muros de adobe.



**Figura 40.** Colocación de viga y geomalla.



*Figura 41.* Enlucidos de muro de adobe.



a) Corte de vano de ventana



b) Fijación de geomalla en los bordes de ventana



c) Corte de vano de puerta



d) Fijación de geomalla en los bordes de puerta

**Figura 42.** Corte de geomalla en los vanos



Figura 43. Construcción del techo del módulo.



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)**

SOLICITA : Bach. Castillo Alva, Richar Rolando  
 TESIS : Propuesta de construcción de vivienda con adobe reforzado en el distrito de Huallanca provincia de Huaylas – Ancash  
 MUESTRA : CALICATA - 1 TERRENO NATURAL  
 LUGAR : Huallanca provincia de Huaylas – Ancash  
 FECHA : 14/06/2021

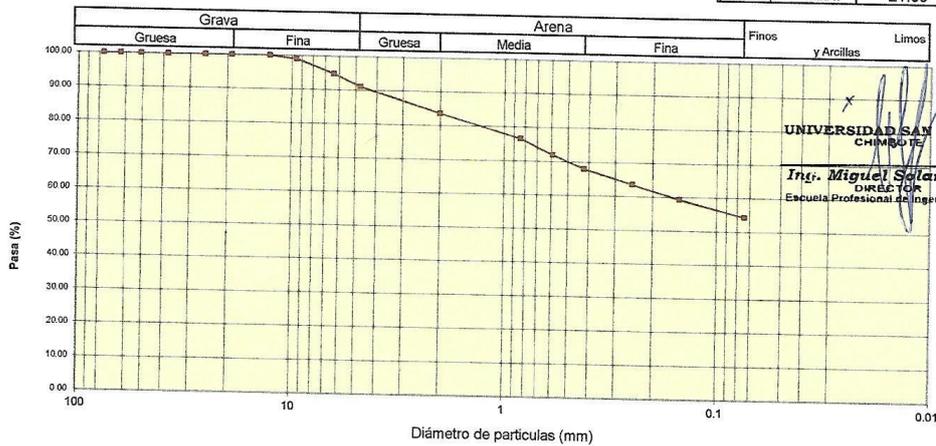
Peso Seco Inicial	603.9	gr.
Peso Seco Lavado	275.5	gr.
Peso perdido por lavado	328.4	gr.

CALICATA - 1
M - 1
PROF : 0.60

Tamiz(Apertura)	Peso Retenido (gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificació AASHTO
Nº 2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material limoso-arenoso Pobre a malo como subgrado A-6 Suelo arcilloso
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.50	5.3	0.9	99.1	Valor del índice de grupo (IG) 7
1/4"	6.30	26.1	4.3	94.8	Clasificación (S.U.C.S.)
Nº 4	4.75	22.1	3.7	91.1	Suelo de partículas finas.
Nº 10	2.00	45.1	7.5	83.7	Arcilla media plasticidad arenosa CL
Nº 20	0.850	42.5	7.0	23.4	Pasa tamiz Nº 4 (%) : 91.1
Nº 30	0.600	28.3	4.7	28.1	Pasa tamiz Nº 200 (%) : 54.4
Nº 40	0.425	23.6	3.9	32.0	D60 (mm) : 0.17
Nº 60	0.250	26.7	4.4	36.4	D30 (mm) :
Nº 100	0.150	25.7	4.3	40.6	D10 (mm) :
Nº 200	0.075	30.1	5.0	45.6	Cu
< 200		328.4	54.4	100.0	Cc
Total	603.9			100.0	

Limite líquido LL	31.65
Limite plástico LP	10.60
Índice plasticidad IP	21.05

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 CHIMBOTE  
 Ing. Miguel Salar Jara  
 DIRECTOR  
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

SOLICITA : Bach:Castillo Alva, Richar Rolando  
 TESIS : Propuesta de construcción de vivienda con adobe reforzado en el distrito de Huallanca provincia de Huaylas – Ancash  
 MUESTRA : CALICATA - 2 TERRENO NATURAL  
 LUGAR : Huallanca provincia de Huaylas – Ancash  
 FECHA : 14/06/2021

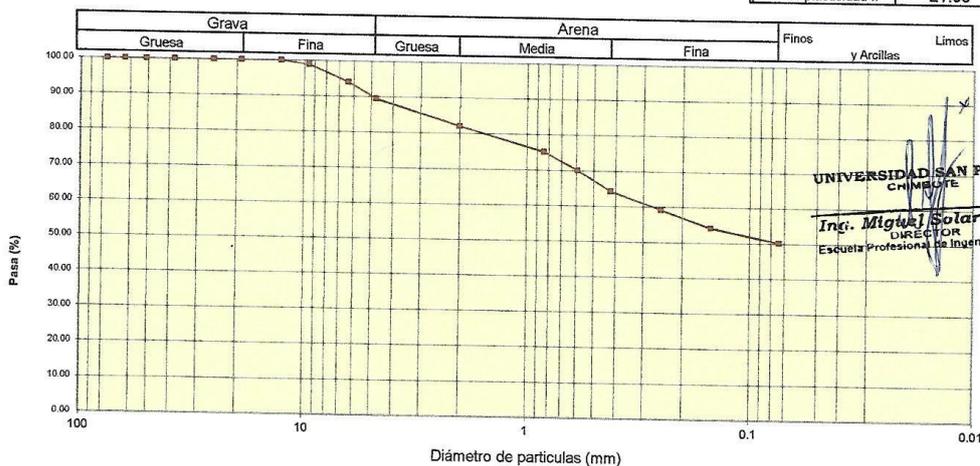
Peso Seco Inicial	750 gr.
Peso Seco Lavado	372.8 gr.
Peso perdido por lavado	377.2 gr.

CALICATA - 2
M - 1
PROF : 0.60

Tamiz(Apertura)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AAHSTO	
Nº 2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0		Material limoso-arenoso Pobre a malo como subgrado A-6 Suelo arcilloso
2"	50.80	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0		
1"	22.50	0.0	0.0	100.0		
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0		
3/8"	9.50	7.8	1.0	99.0	Valor del índice de grupo (IG) 6	
1/4"	6.30	36.4	4.9	94.1	Clasificación (S.U.C.S.)	
Nº 4	4.75	34.4	4.6	89.5	Suelo de partículas finas.	
Nº 10	2.00	55.2	7.4	82.2	Arcilla media plasticidad arenosa CL	
Nº 20	0.850	52.1	6.9	75.2	Pasa tamiz Nº 4 (%) : 89.5	
Nº 30	0.600	38.7	5.2	70.1	Pasa tamiz Nº 200 (%) : 50.3	
Nº 40	0.425	43.2	5.8	64.3	D60 (mm) : 0.27	
Nº 60	0.250	37.5	5.0	59.3	D30 (mm) :	
Nº 100	0.150	37.4	5.0	45.7	D10 (mm) :	
Nº 200	0.075	30.1	4.0	49.7	Cu	
< 200	377.2	50.3	100.0	0.0	Cc	
Total	750.0			100.0		

Límite líquido LL	31.65
Límite plástico LP	10.60
Índice plasticidad IP	21.05

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
Ing. Miguel Solar Jara  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

SOLICITA : Bach:Castillo Alva, Richar Rolando  
 TESIS : Propuesta de construcción de vivienda con adobe reforzado en el distrito de Huallanca provincia de Huaylas – Ancash  
 MUESTRA : CALICATA - 3 TERRENO NATURAL  
 LUGAR : Huallanca provincia de Huaylas – Ancash  
 FECHA : 14/06/2021

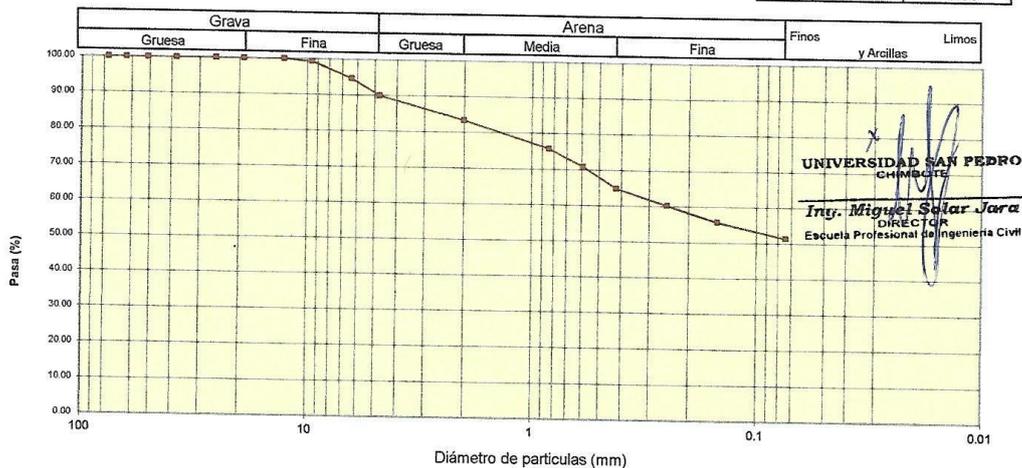
Peso Seco Inicial	655.5	gr.
Peso Seco Lavado	318.2	gr.
Peso perdido por lavado	337.3	gr.

CALICATA - 3
M - 1
PROF : 0.60

Tamiz(Apertura)		Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificació AASTO
Nº	(mm)					
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	Material limoso-arenoso Pobre a malo como subgrado A-6 Suelo arcilloso
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.50	4.2	0.6	0.6	99.4	Clasificación (S.U.C.S.)
1/4"	6.30	30.1	4.6	5.2	94.8	Suelo de partículas finas.
Nº 4	4.75	31.2	4.8	10.0	90.0	Arcilla media plasticidad arenosa CI
Nº 10	2.00	43.3	6.6	16.6	83.4	
Nº 20	0.850	49.5	7.6	24.1	75.9	Pasa tamiz Nº 4 (%) : 90.0
Nº 30	0.600	32.2	4.9	29.1	70.9	Pasa tamiz Nº 200 (%) : 51.5
Nº 40	0.425	39.5	6.0	35.1	64.9	D60 (mm) : 0.24
Nº 60	0.250	30.2	4.6	39.7	60.3	D30 (mm) :
Nº 100	0.150	29.2	4.5	44.1	55.9	D10 (mm) :
Nº 200	0.075	28.8	4.4	48.5	51.5	Cu
< 200		337.3	51.5	100.0	0.0	Cc
Total		655.5			100.0	

Límite líquido LL	31.65
Límite plástico LP	10.60
Índice plasticidad IP	21.05

CURVA GRANULOMÉTRICA

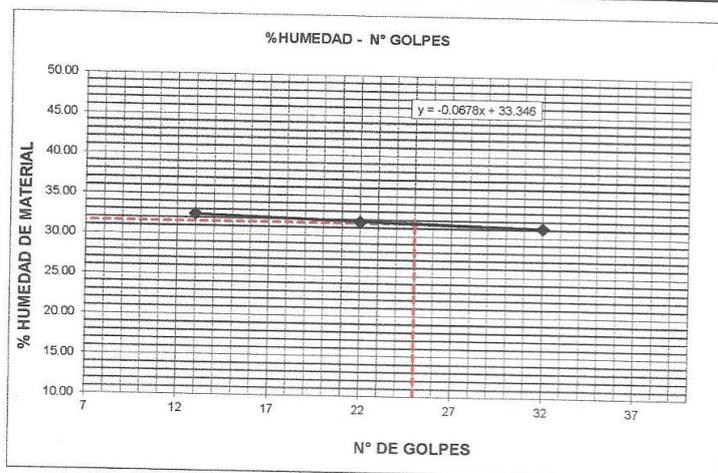




**LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO**  
(MTC E-110,E-111,ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

SOLICITA : Bach:Castillo Alva, Richar Rolando  
 TESIS : Propuesta de construcción de vivienda con adobe reforzado en el distrito de Huallanca  
 provincia de Huaylas – Ancash  
 MUESTRA : 1,2 Y 3 TERRENO NATURAL  
 LUGAR : Huallanca provincia de Huaylas – Ancash  
 FECHA : 14/06/2021

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	45.30	40.80	45.30	22.60	23.40	22.20
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	38.90	35.40	38.70	22.30	22.90	21.70
PESO DE LA TARA (gr.)	18.40	18.40	18.40	18.60	18.30	17.80
PESO DEL AGUA (gr.)	6.40	5.40	6.60	0.30	0.50	0.50
PESO SUELO SECO (gr.)	20.50	17.00	20.30	3.70	4.60	3.90
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	31.22	31.76	32.51	8.11	10.87	12.82
Nro. DE GOLPES	32	22	13	10.60		



LIMITE LIQUIDO		
(MTC E-110,ASTM D-4318 y AASHTO T89)		
LL :	%	31.65

LIMITE PLASTICO		
(MTC E-111,ASTM D-4318 y AASHTO T90)		
LP :	%	10.60

INDICE DE PLASTICIDAD		
ASTM D-438		
IP :	%	21.05

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
 Ing. Miguel Spjar Jara  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**CONTENIDO DE HUMEDAD**

(ASTM D-2216)

**SOLICITA** : Bach:Castillo Alva, Richar Rolando  
**TESIS** : Propuesta de construcción de vivienda con adobe reforzado en el distrito de Huallanca provincia de Huaylas – Ancash  
**MUESTRAS** : TERRENO NATURAL  
**LUGAR** : Huallanca provincia de Huaylas – Ancash  
**FECHA** : 14/06/2021

ENSAYO N°	M-1	M-2	M-3
Peso de tara + MH	816.00	841.10	650.20
Peso de tara + MS	796.00	821.90	635.20
Peso de tara	206.00	198.30	210.20
Peso del agua	20.00	19.20	15.00
MS	590.00	623.60	425.00
Contenido de humedad (%)	3.39	3.08	3.53
<b>PROMEDIO %</b>		3.33	

**NOTA** : La muestra fue traída y realizado por el interesado en este Laboratorio.

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
CHIMBOTE  
*Int. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### COMPRESION DE UNIDADES DE ADOBE - PATRON

SOLICITA : Bach:Castillo Alva, Richar Rolando  
TESIS : Propuesta de construcción de vivienda con adobe reforzado en el distrito de Huallanca  
provincia de Huaylas – Ancash  
UBICACIÓN : Huallanca provincia de Huaylas – Ancash  
FECHA : 14/06/2021

MATERIAL : ADOBE

Identificación de la Muestra	Edad (días)	Dimensiones ( cm )			Peso adobe (Kg)	Area Bruta ( cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> )
		Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
PATRON-1	28	28.00	14.00	10.00	7.130	392.00	6,970	17.78
PATRON-2	28	28.00	14.00	10.00	7.140	392.00	7,470	19.06
PATRON-3	28	28.00	14.00	10.00	7.140	392.00	6,980	17.81
PATRON-4	28	28.00	14.00	10.00	7.140	392.00	6,800	17.35
PATRON-5	28	28.00	14.00	10.00	7.150	392.00	5,690	14.52
PROMEDIO								17.30

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



COMPRESION DE PILAS DE ADOBE - PATRON

SOLICITA : Bach.Castillo Alva, Richar Rolando  
TESIS : Propuesta de construcción de vivienda con adobe reforzado en el distrito de Huallanca  
provincia de Huaylas – Ancash  
UBICACIÓN : Huallanca provincia de Huaylas – Ancash  
FECHA : 20/05/2021

MATERIAL : ADOBE

Identificación de la Muestra	Edad (días)	Dimensiones ( cm )			Espesores	Area Bruta ( cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> )
		Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
PATRON-1	28	28.00	14.00	64.30	4.593	392.00	3,240	8.27
PATRON-2	28	28.00	14.00	64.40	4.600	392.00	3,400	8.67
PATRON-3	28	28.00	14.00	64.10	4.579	392.00	2,980	7.60
PATRON-4	28	28.00	14.00	64.30	4.593	392.00	3,100	7.91
PATRON-5	28	28.00	14.00	64.40	4.600	392.00	3,690	9.41
PROMEDIO								8.37

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
Chimbote  
Ing. Miguel Solar Jara  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



### COMPRESION DIAGONAL EN MURETES DE ADOBE - PATRON

SOLICITA : Bach:Castillo Alva, Richar Rolando  
TESIS : Propuesta de construcción de vivienda con adobe reforzado en el distrito de Huallanca  
provincia de Huaylas – Ancash  
UBICACIÓN : Huallanca provincia de Huaylas – Ancash  
FECHA : 14/09/2021

MATERIAL : ADOBE

Identificación de la Muestra	Edad (días)	Dimensiones ( cm )			Diagonal	Area Bruta ( cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> )
		Largo	Ancho	e(cm)				Area Bruta
PATRON-1	28	80.00	80.00	14.00	115.20	1612.80	420	0.26
PATRON-2	28	80.00	80.00	14.00	114.90	1608.60	510	0.32
PATRON-3	28	80.00	80.00	14.00	115.20	1612.80	480	0.30
PATRON-4	28	80.00	80.00	14.00	114.20	1598.80	500	0.31
PATRON-5	28	80.00	80.00	14.00	115.30	1614.20	470	0.29
PROMEDIO								0.30

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

In. Miguel Solar Jara  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil