

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas informales
de albañilería confinada en el A.H “Las Dunas”, Lambayeque**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Paola Shakira Tapia Carlos

ASESOR

Segundo Guillermo Carranza Cieza

<https://orcid.org/0000-0001-9321-2501>

Chiclayo, 2026

**Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas
informales de albañilería confinada en el A.H “Las Dunas”,
Lambayeque**

PRESENTADA POR
Paola Shakira Tapia Carlos

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Justo David Pedraza Franco
PRESIDENTE

Acero Martínez José Alberto
SECRETARIO

Segundo Guillermo Carranza Cieza
VOCAL

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mi familia, por su cariño y apoyo en cada paso de este camino. A mis padres, por ser ejemplo de esfuerzo y darme siempre motivos para seguir adelante. A mis amigos, por sus palabras de ánimo y su compañía en los momentos difíciles. Y a Dios, por darme la fortaleza y la sabiduría para lograr esta meta.

Agradecimientos

Primeramente, agradezco a Dios por darme la vida, fortaleza y sabiduría para culminar esta etapa. A mis padres y familia, por su amor, apoyo incondicional y confianza depositada en mi persona. A mis profesores, por compartir sus conocimientos y guiarme durante este proceso. Y especialmente a mi asesor por su guía, paciencia y consejos. Finalmente, gracias a quienes, de alguna u otra forma contribuyeron a la realización de esta investigación.

Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas informales de albañilería confinada en el A.H “Las Dunas”, Lambayeque

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.udch.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	1library.co Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	9
Abstract	10
Introducción.....	11
Revisión de literatura.....	13
Materiales y métodos	52
Técnicas e instrumentos de recolección de datos	59
Técnicas.....	59
Instrumentos.....	59
Procedimiento.....	59
Resultados y discusión	88
Discusiones	112
Conclusiones	115
Recomendaciones	117
Referencias.....	118
Anexos	120

Lista de Figuras

Figura 1 Vivienda Autoconstruida [1].	16
Figura 2 Cinturón de Fuego	17
Figura 3 Muro de ladrillo artesanal [1]	19
Figura 4 Acero expuesto al ambiente [16]	19
Figura 5 Juntas de construcción [17]	20
Figura 6 Vivienda con muros sin confinar	21
Figura 7 Vivienda sin junta sísmica	21
Figura 8 Vivienda con tabique sin columna	22
Figura 9 Vivienda con mal asentado del muro	22
Figura 10 Vivienda con filtración de agua	23
Figura 11 Ficha de recaudación de datos sin llenar [1]	24
Figura 12. Zona Sísmica [6]	25
Figura 13. Tiempo de saturación de acuerdo al tipo de suelo [15]	47
Figura 14. Área de estudio de la investigación	53
Figura 15. Fuerza cortante y momento en muro de vivienda de un piso [1]	54
Figura 16. Fuerzas cortantes y momento en viviendas de dos pisos [1]	54
Figura 17. Ficha de recaudación de datos completada [4]	60
Figura 18. Verificación de la Densidad de Muros [1]	64
Figura 19. Estabilidad de muros al volteo [1]	65
Figura 20. Puntaje de las características constructivas de las viviendas [4]	65
Figura 21. Modo de calificar las características constructivas de la vivienda [1]	65
Figura 22. Cálculo del índice de Vulnerabilidad [1]	66
Figura 23. Resultado del Índice de Vulnerabilidad [1]	66
Figura 24. Cálculo de Peligro Sísmico [1]	66
Figura 25. Resultado del análisis de Peligro Sísmico [1]	67

Figura 26. Resultado de Riesgo Sísmico [1].	67
Figura 27. Análisis Sísmico Estático [6].	68
Figura 28. Densidad y Estabilidad de muros al volteo [1].	69
Figura 29. Análisis [1].	70
Figura 30. Muestra para análisis granulométrico	72
Figura 31. Muestra para análisis granulométrico	72
Figura 32. Análisis granulométrico por tamizado de la Calicata I.	73
Figura 33. Análisis granulométrico por tamizado de la Calicata II	75
Figura 34. Análisis granulométrico por tamizado de la Calicata I.	79
Figura 35. Análisis granulométrico por tamizado de la Calicata II	80

LISTA DE TABLAS

TABLA I.....	26
TABLA II.....	27
TABLA III.....	27
TABLA IV	27
TABLA V.....	28
TABLA VI	32
TABLA VII.....	33
TABLA VIII.....	34
TABLA IX	34
TABLA X.....	34
TABLA XI	35
TABLA XII.....	35
TABLA XIII.....	36
TABLA XIV	55
TABLA XV.....	61
TABLA XVI	62
TABLA XVII.....	62
TABLA XVIII.....	63
TABLA XIX	89
TABLA XX.....	89
TABLA XXI	90
TABLA XXII.....	90
TABLA XXIII.....	91
TABLA XXIV.....	91

Resumen

El Perú se encuentra dentro de una zona altamente sísmica a nivel mundial llamada Cinturón de Fuego del Pacífico, y especialmente su zona costera en comparación a las otras es más propensa a la presencia de sismos. Este estudio se realizó con el objetivo de determinar el índice de vulnerabilidad sísmica en el A.H “Las Dunas” en el distrito de Lambayeque, donde se analizaron 305 viviendas de albañilería confinada de uno y dos niveles dentro de esa zona. Con ese fin se empleó la metodología propuesta por los peruanos Tarque y Mosqueira, el cual consiste en la aplicación de fichas de recolección de datos y su posterior análisis en hojas de reporte para evaluar los parámetros de densidad de muros, estabilidad de muros al volteo y características constructivas. Además de analizar peligro y riesgo sísmico. Teniendo como resultado que la mayoría de viviendas presenta un alto índice de vulnerabilidad y riesgo sísmico y en cuanto al peligro sísmico se encuentra dentro del índice medio. Por lo tanto, se planteó un reforzamiento con malla electrosoldada para mejorar la resistencia al corte de los muros de la estructura.

Palabras clave: Vulnerabilidad sísmica, Viviendas, Ladrillo, Peligro sísmico.

Abstract

Peru is located within a highly seismic zone on a global scale known as the Pacific Ring of Fire, and particularly its coastal area, compared to others, is more prone to the occurrence of earthquakes. This study was conducted with the aim of determining the seismic vulnerability index in the human settlement “Las Dunas” in the Lambayeque district, where 305 confined masonry houses of one and two stories were analyzed within that area. For this purpose, the methodology proposed by the Peruvians Tarque and Mosqueira was used, which consists of applying data collection forms and subsequently analyzing them using report sheets to evaluate parameters such as wall density, overturning wall stability, and construction characteristics. Additionally, seismic hazard and seismic risk were analyzed. The results showed that most houses present a high level of vulnerability and seismic risk, while the seismic hazard falls within the medium index. Therefore, reinforcement using welded wire mesh was proposed to improve the shear resistance of the structural walls.

Keywords: Seismic vulnerability, Housing, Brick, Seismic hazard.

Introducción

La sismicidad en el Perú es una preocupación constante debido a que está ubicado en una zona del mundo altamente sísmica llamada Cinturón de Fuego del Pacífico o Cinturón Circumpacífico. Por lo que los sismos constituyen un peligro considerable para la vida humana, las infraestructuras y la economía. Asimismo, de todo el país la parte costera del Perú es altamente sísmica en comparación a otras zonas. Y Lambayeque por ser una región costera su territorio es una zona con alta sismicidad.

De acuerdo con investigaciones de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) en el 2018, en el país el 80% de las casas han sido construidas de manera informal y de estas, el 40% presenta un nivel alto de vulnerabilidad frente a un sismo de gran magnitud o un terremoto. En las áreas periféricas de las ciudades, este porcentaje se incrementa hasta el 90%, constituyendo uno de los principales peligros en caso de un eventual sismo.

Ante ello, en los últimos años, la ciudad Lambayeque ha experimentado un crecimiento muy significativo, lo que ha hecho que la población recurra a construir sus viviendas a los alrededores o periferia de la ciudad en Asentamientos Informales e invasiones como es el Asentamiento Humano “Las Dunas”, lugar de estudio de la presente investigación, que en su mayoría son edificaciones autoconstruidas, que generalmente no cuenta con un personal técnico para la construcción de estas edificaciones lo cual trae consigo viviendas poco seguras y vulnerables a un sismo, además a esto se suma la data de sismos que ha presentado Lambayeque a lo largo de su historia, registrándose a partir del año 2000 un total de 49 sismos con magnitudes mayores a 4 grados siendo la del 13 de noviembre del 2013 la de mayor intensidad con un valor de 5.3 grados. Si bien no son valores muy alarmantes en comparación a otras zonas del país con mayor ocurrencia sísmica, un sismo al igual que su magnitud es impredecible que puede llegar en cualquier momento causando graves consecuencias.

Y también la falta de una planificación urbana agravan la situación, incrementando el riesgo de daños severos y pérdidas humanas ante un evento sísmico.

Y contratar a profesionales especializados en la construcción de una vivienda, generalmente suele ser costoso en el país por lo que se suele recurrir a la auto construcción ya que no siguen las normativas técnicas adecuadas.

Se tiene que en actuales investigaciones de vulnerabilidad sísmica hechas en algunos lugares de Lambayeque como en el distrito de Mórrope revela que la mayoría de las casas que se han analizado presentan un nivel de vulnerabilidad medio, con un 95.55% [11]. Así como “el 84% de las edificaciones estudiadas pertenecientes a la costa peruana posee un riesgo sísmico

elevado [1]”, por lo que en un eventual evento sísmico estas colapsarían ocasionando gran pérdidas económicas y vidas humanas. Además, que el grado de afectación del movimiento sísmico que afecta a las viviendas depende de los materiales utilizados, el tipo de construcción y características de diseño.

Con el objetivo de determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales de albañilería del A.H “Las Dunas”, Lambayeque; se lleva a cabo el siguiente estudio, que permitirá obtener información de las viviendas mediante la aplicación de encuesta, realizar estudio de mecánica de suelos en la zona de estudio, ejecutar ensayo de pilas y muretes, analizar la densidad de muros que presentan las viviendas de albañilería, analizar la estabilidad de muros al volteo de las viviendas de albañilería, evaluar el índice de vulnerabilidad y riesgo sísmico, proponer el reforzamiento de muros de albañilería de la vivienda que presenta mayor índice de vulnerabilidad e identificar los factores que influyen en la vulnerabilidad sísmica.

Y se formula la siguiente interrogante ¿Cuál es el índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales de albañilería confinada en el A.H “Las Dunas”, Lambayeque?, y frente a ello se plantea que las viviendas de albañilería confinada del A.H “Las Dunas”, Lambayeque presenta un alto índice de vulnerabilidad sísmica.

Además, esta investigación permite identificar aquellas estructuras que son más propensas a sufrir daños durante un terremoto. Al determinar el índice de vulnerabilidad, se pueden tomar medidas preventivas y correctivas para reducir los riesgos y proteger la vida de las personas que residen en las viviendas del A.H “Las Dunas”.

Asimismo, desde una perspectiva económica Las viviendas representan un papel muy importante y valiosos para las personas y sus familias. Por consiguiente, con esta investigación se busca identificar aquellas viviendas que están en mayor riesgo de sufrir daños durante un terremoto. Esto permite tomar medidas preventivas y de refuerzo estructural para proteger el patrimonio de los propietarios y evitar posibles pérdidas económicas significativas asociadas a la destrucción o el colapso de las viviendas.

Por otro lado, desde el punto de vista ambiental, al hallar el índice de vulnerabilidad sísmica y tomar medidas para reducir los riesgos, se contribuye a la preservación de los recursos naturales. Porque la destrucción de viviendas durante los terremotos implica la generación de grandes cantidades de escombros y residuos de construcción que pueden causar un impacto adverso en el entorno natural. Y al fortalecer las viviendas existentes y evitar su colapso, se reduce la necesidad de reconstrucción y se minimiza la generación de residuos.

Finalmente, la investigación implica el uso de técnicas y herramientas en el campo de la ingeniería. Es por esa razón que mediante el uso de softwares especializados se pueden evaluar de manera precisa y detallada la resistencia y la capacidad de las viviendas de albañilería confinada frente a los sismos. Esto fomenta el desarrollo y el uso de técnicas y tecnologías innovadoras con el fin de mejorar la seguridad estructural de las edificaciones.

Revisión de literatura

Internacionales

Quiroga A. [9] para el desarrollo de su investigación utilizó el método italiano, el cual se basa en 11 parámetros con relación a las viviendas y por el hecho de que es un método internacional lo adaptó a la realidad colombiana con las normas de construcción que posee el país. Este método se aplicó en 8 edificios del centro de Bogotá, seleccionados de acuerdo a su diseño y aforo. Los resultados arrojaron índices bajos lo que significa que son estructuras seguras y que no colapsarían ante un evento sísmico.

Miranda F. [13] empleó dos metodologías, el primero cualitativo FEMA 154 y NEC2015, y el segundo que es una metodología cuantitativa que consiste en un análisis lineal y no lineal. Teniendo como resultados que la edificación muestra altas derivas por causas de que presenta torsión en planta, lo que hace que no cumpla con el análisis estático; en consecuencia, los elementos no soportan los diversos niveles de amenaza sísmica que puede afectar a la vivienda, presentando un alto grado de vulnerabilidad. Basado en esto, se propuso un reforzamiento que logró un nivel de desempeño sísmico óptimo, alcanzando un rango de seguridad de vida para un sismo de ocupación especial.

Nacionales

Laucata J. [10] utilizó el método de los peruanos Mosqueira y Tarque, desarrollado en Trujillo, donde se encuestaron 30 viviendas en 2 distritos seleccionados por sus características estructurales y que sean viviendas autoconstruidas. Se analizaron las características técnicas y se identificaron fallas respecto a la arquitectura, su proceso de construcción y en cuanto a los elementos estructurales en las casas construidas de manera informal. Los resultados arrojaron que un gran porcentaje de las casas autoconstruidas tienen un índice alto de vulnerabilidad, y solo el 7% presenta baja vulnerabilidad. Además, los materiales que han sido empleados no son de buena calidad al igual que no habido mano de obra calificada y eso traería como consecuencia que las viviendas colapsarían ante un movimiento sísmico.

Mosqueira M. y Tarque S. [1] establecieron una metodología sencilla para evaluar la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico de viviendas que han sido autoconstruidas. Para ello,

realizaron un estudio sobre las fallas en la arquitectura, sobre su proceso de construcción y el estado de sus elementos estructurales de 270 viviendas construidas de forma informal en Chiclayo, Ica, Arequipa y Trujillo (30 edificaciones cada una) y Lima con 150. Y los resultados indican que la mayor parte de las casas de la costa peruana que presentan un sistema de albañilería son construidas de manera informal, lo que las hace altamente vulnerables al riesgo y peligro sísmico.

Ramirez R. [4] encuestó 28 viviendas autoconstruidas en los barrios de Abajo, Arriba y Centro del distrito de Recuay. Para ello, utilizó una ficha de encuesta propuesta por los peruanos Mosqueira y Tarque, además de realizar un estudio de mecánica de suelos, ensayos de pilas y muretes utilizando materiales de la zona. Cada vivienda fue evaluada conforme a las normas peruanas de construcción. Los resultados mostraron que el 36% de las casas evaluadas tienen un índice entre una vulnerabilidad media y alta, y el 28% con un rango bajo. Esto implica que solo 8 viviendas fueron construidas de manera adecuada.

Locales

Guevara C y Sanchez J. [11] utilizaron el método italiano, en viviendas, restaurantes, hoteles y oficinas en la ciudad de Mórrope basándose en 11 parámetros. Los resultados que arroja la investigación indica que las edificaciones comunes en Mórrope tienen un índice medio de vulnerabilidad sísmica. Donde la mayoría de las construcciones son de muros portantes, seguidas de viviendas hechas con ladrillos de barro, y una pequeña proporción de aquellas que poseen un sistema aporticado. Y se concluye que una gran mayoría de las edificaciones analizadas sufrirían daños considerables en caso de un sismo. Para completar el análisis, se recomienda realizar estudios adicionales que incluyan pruebas específicas en edificaciones representativas de cada material, así como evaluar las posibles mejoras en los métodos de construcción utilizados.

Asanza R y Bustamante A. [12] tuvieron como finalidad estimar el riesgo de un movimiento sísmico mediante el análisis de dos factores clave: el peligro y cuanto es lo que afecta el sismo a una estructura. Para lograr esto, se llevaron a cabo ensayos de vibración ambiental basados en la medición de microtrepidaciones, con el fin de confirmar las características del suelo. En cuanto a la vulnerabilidad, se evaluó utilizando los Índices de Vulnerabilidad del método italiano. Teniendo como resultados para viviendas hechas con ladrillos de barro el 89.91%, 218 edificaciones, presentan una vulnerabilidad alta, albañilería con un 62.56%, 3 440 edificaciones, presentan una vulnerabilidad media y para concreto armado con un 49.10%, 383 edificaciones, presentan una vulnerabilidad Media.

Bases teóricas

Albañilería confinada

Es el sistema estructural que generalmente se utiliza en casi toda Latinoamérica para la construcción de edificios que llega hasta 5 pisos [5].

Se caracteriza por estar conformada por un muro hecho de unidades de ladrillo y mortero, la cual se encuentra confinada por columnas en sus laterales y vigas en la parte superior e inferior de concreto armado, que se vierte después del levantamiento del muro. En el Perú comúnmente para ese tipo de sistema estructural se utiliza una conexión donde los ladrillos del muro sobresalen en sus extremos para que al momento del vaciado de la columna exista una conexión entre ellos, caso contrario sucede en Chile que utilizan una conexión a ras, la cual le brindó un buen comportamiento a las estructuras en el terremoto de 1985.

El marco estructural que está conformado por columnas y viga es de utilidad en este tipo de sistema porque le aporta principalmente ductilidad a la estructura, es decir, que le brinda capacidad de deformarse inelásticamente, asimismo aumenta su resistencia, pero muy poco debido a que las columnas y viga presentan pequeñas medidas. Además, que el pórtico actúa como un elemento de arriostre.

Y también este tipo de estructuras presenta muros no portantes, los cuales solo soportan cargas de su propio peso, tal es el caso de tabiquería, parapetos y cercos.

Autoconstrucción

La autoconstrucción es el proceso mediante el cual las personas debido a la necesidad de tener una vivienda donde albergar a su familia recurren a la autoconstrucción sin contar con el apoyo de un personal especializado como un ingeniero o arquitecto. Y ese tipo de viviendas se encuentran en su mayoría en Asentamientos Humanos, invasiones o urbanizaciones y generalmente en las periferias de las ciudades. Además, que se caracterizan por usar materiales de baja calidad, no toman en cuenta el reglamento ni normas para su correcta construcción.

Y esto genera que las edificaciones presenten un alto grado de vulnerabilidad ante un movimiento sísmico.



Figura 1 Vivienda Autoconstruida [1].

Sismo

Los sismos son movimientos repentinos y violentos de la tierra provocadas por la liberación de energía que surgen en su interior. Esta energía se libera principalmente debido a que las placas tectónicas se mueven en el interior del plante. El fenómeno sísmico puede ser de diferentes magnitudes y pueden variar desde temblores leves, que apenas se perciben, hasta terremotos devastadores que pueden causar graves daños a edificios, infraestructuras e incluso pérdidas de vidas humanas.

Hay dos tipos de ondas con diferentes grados de intensidad las cuales son: las ondas P y S que se propagan desde la parte interna hasta el exterior de la tierra y no causan mucho daño en comparación a las ondas Rayleigh y Love, que se propagan sobre la superficie terrestre [1].

Fenómeno y origen sísmico

Para comprender el origen de los sismos, es esencial estudiar las capas del planeta, especialmente la astenosfera y la litosfera. La astenosfera es una zona plástica en constante movimiento ondulatorio, mientras que la litosfera es una capa rígida situada encima de la astenosfera, compuesta por piezas sueltas llamadas placas tectónicas. Estas placas al deslizarse unas contra otras, separarse o colisionar sobre el manto, provocan movimientos divergentes, convergentes y transformantes. Los movimientos convergentes, también conocidos como subducción, suelen ser los responsables de los sismos, ya que la colisión de las placas tectónicas genera vibraciones sísmicas que se propagan a través de la parte superior de la tierra como movimientos telúricos o sismos.

Sudamérica se encuentra ubicada bajo la zona denominada como el Cinturón de Fuego, debido a la elevada frecuencia de sismos en esta región.

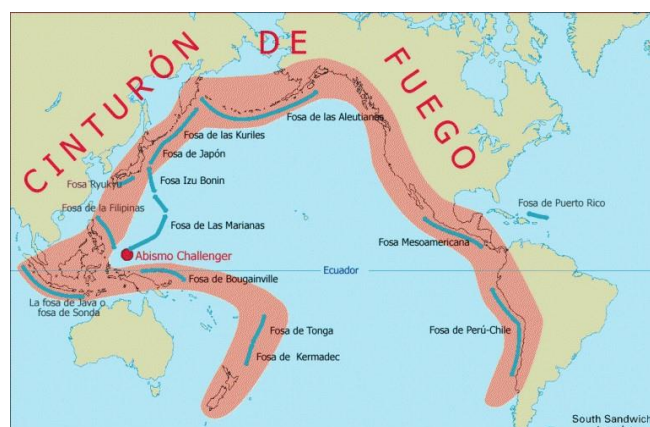


Figura 2 Cinturón de Fuego

Vulnerabilidad

En términos generales, se refiere a la fragilidad de un sistema, objeto o individuo a experimentar daños o perjuicios cuando se enfrenta a un peligro natural de una magnitud específica. Esta condición preexistente se manifiesta claramente durante un desastre. Para su análisis, es fundamental identificar las propiedades y características de aquello que se encuentre ubicado en una determinada área geográfica que se encuentran propensos a dicha amenaza y a sus consecuencias. Este análisis incluye la evaluación de factores como la ubicación geográfica, la calidad de las construcciones, la densidad poblacional y los sistemas de emergencia disponibles, con el objetivo de desarrollar estrategias efectivas de mitigación y respuesta ante desastres.

Vulnerabilidad sísmica

Se entiende como la probabilidad en que una infraestructura o edificación sufra daños o colapse durante un evento sísmico. Esta puede ser evaluada través de algún método cualitativo o cuantitativo, existen muchas metodologías para encontrar dicha vulnerabilidad como es Benedetti y Petrini con sus 11 parámetros, Mosqueira y Tarque, FEMA 154, Pushover y Hirosawa, entre otras.

La vulnerabilidad en una edificación frente a un movimiento telúrico, es una característica inherente a cada estructura dependiendo así de los materiales utilizados y procesos constructivos aplicados, arrojando un nivel de vulnerabilidad alto, medio o bajo. Sin embargo, una baja vulnerabilidad no garantiza la ausencia de daños si es que la edificación se encuentra en una zona donde se producen grandes movimientos sísmicos. Además, que los parapetos,

tabiquería y cercos, los cuales son elementos que no soportan cargas, contribuyen a la vulnerabilidad de la estructura en cierta medida. Evaluar y mitigar estos factores es crucial para mejorar la resiliencia de las edificaciones frente a eventos sísmicos.

Vulnerabilidad Sísmica por Tarque y Mosqueira

El método hace referencia, primero a la aplicación de fichas de recaudación de datos a un número de viviendas según el lugar de estudio y segundo, al análisis de estas fichas en hojas Excel denominadas fichas de reporte, donde se encontrará el nivel de vulnerabilidad sísmica de cada vivienda encuestada.

Ficha de recaudación de datos

Proporcionada a los diferentes propietarios de las viviendas a analizar con la finalidad de recaudar información sobre sus datos generales, datos técnicos, observaciones y comentarios y características constructivas.

Datos Generales

Se anotarán los datos como: número de personas, familia, dirección de la vivienda, asesoría técnica recibida, vida útil de la construcción, supervisión especializada por expertos en la construcción en el diseño y en la construcción, antigüedad de la vivienda, número de pisos construidos y proyectados

Datos Técnicos

- Parámetros del suelo

Sobre qué tipo de suelo se ha cimentado la vivienda, como son: rígidos, intermedio y flexibles y si es necesario añadir información especificar acerca del tipo de suelo como gravas, arenas, arcillas, limos, orgánico etc.

- Pendiente de la vivienda

Si la edificación presenta un desnivel alto, medio o bajo según el lugar donde se encuentra ubicada.

- Características de los principales elementos de la vivienda

- ✓ Muros

Se toma en cuenta el tipo de ladrillo que ha sido empleado en la construcción como: pandereta, King Kong o ladrillo artesanal, además de las dimensiones de la unidad de arcilla y el espesor de junta.

- ✓ Techo

Se detalla si es losa aligerada, maciza o de otro tipo como Eternit; y se anotará el peralte en caso sea de material de concreto.

- ✓ Vigas y Columnas

Se especificará las dimensiones de vigas y columnas y si presenta o no la edificación.

Observaciones y Comentarios

Se anotarán en el caso de ser necesario algunos puntos importantes que no se han considerado en la ficha de recolección de datos y que tienen relevancia.

Características Constructivas

Las características constructivas se dividen en tres partes: mano de obra y materiales, estructuración y factores degradantes; cada una de ellas poseen un número de características.

- Mano de obra y materiales
 - ✓ Ladrillos de baja calidad

Los ladrillos utilizados en la construcción de viviendas informales suelen ser artesanales. Estos ladrillos son fabricados por trabajadores no calificados y como resultado presentar baja resistencia.



Figura 3 Muro de ladrillo artesanal [1]

- ✓ Acero de refuerzo expuesto.

En viviendas autoconstruidas, se suele construir por pisos, dejando el acero de refuerzo expuesto tras completar la primera planta y procediendo luego, después de un tiempo, con el siguiente piso, por lo que no es recomendable para la estructura de la edificación, ya que el acero no serviría para seguir construyendo debido a que por la exposición al ambiente tiende a corroerse y oxidarse [1].



Figura 4 Acero expuesto al ambiente [16]

✓ Juntas de construcción.

El espesor de las juntas de mortero estará en un rango de 10 mm y 15 mm. Pero puede variar siempre y cuando el muro necesite refuerzo horizontal entonces el espesor de junta no estaría en ese rango, sino que será 6 mm más el diámetro de la barra.

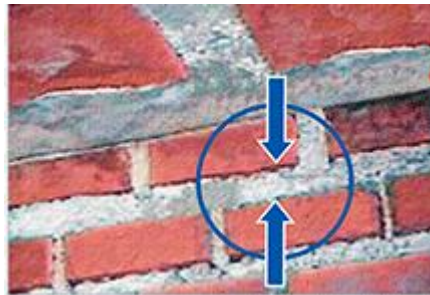


Figura 5 Juntas de construcción [17]

✓ Cangrejeras

Su origen es debido a diversas causas como un mal encofrado, mala conexión dentada entre la columna con el muro y errónea distribución de estribos, lo que genera que la resistencia del concreto se reduzca hasta un 40% [1], además que ocasionan que los refuerzos queden a la intemperie.

✓ Muros aplomados

Consiste en asentar los bordes del muro usando como material el escantillón y la plomada con la finalidad de controlar la verticalidad del muro de albañilería, además de verificar si el muro está alineado horizontalmente bien.

✓ Muros picados

Son aquellos que han sido picados para colocar ya sea tubería de luz, telefónica, agua o desagüe. Y solo se puede picar siempre y cuando los muros no sean portantes y que alberguen tuberías con un diámetro máximo de 55 mm y si hay casos que sean de mayor diámetro se deberá de colocar por vacíos de las edificaciones o en todo caso una falsa columna.

• Estructuración

✓ Muros sin confinar

Es aquel muro que no se encuentra confinado en sus cuatro lados, tanto en la parte vertical que vienen hacer las columnas como la horizontal con las vigas soleres, pero esto se cumple a partir del segundo piso en adelante, ya que en el primer piso si se considera a la cimentación como un elemento de confinamiento para el muro [8].



Figura 6 Vivienda con muros sin confinar

✓ Insuficiencia de juntas sísmicas

Esto se da a que no existe una separación entre viviendas continuas, es decir que ambas construcciones se encuentran en contacto lo que provocaría que ante un movimiento sísmico estas edificaciones se golpeen entre sí provocando fallas en su estructura. Por lo que se recomienda que debe existir un espacio recomendable de 5 cm, con la finalidad de que los desplazamientos de la vivienda surjan sin ninguna interrupción durante el sismo y así no generar más daños.



Figura 7 Vivienda sin junta sísmica

✓ Tabiquería no arriostrada

Son aquellos elementos estructurales que no son arriostrados por elementos verticales u horizontales tales como muros transversales, columnas, vigas soleras y losas.



Figura 8 Vivienda con tabique sin columna

✓ Deficiente conexión entre muro y techo

Esto se presenta cuando ha habido un mal diseño en su estructura al igual que una deficiente ejecución de la vivienda, además del uso de materiales inadecuados. Lo que causaría un comportamiento inadecuado frente a cargas generadas por un sismo que traería como consecuencia el colapso parcial o total de la vivienda.



Figura 9 Vivienda con mal asentado del muro

- Factores degradantes

- ✓ Eflorescencia en muros

Aparece en las superficies como manchas blanquecinas, debido a la presencia de humedad que al tener contacto con las sales se disuelven y a través de capilaridad ascienden por los poros del muro hacia la superficie.

- ✓ Humedad en muros o losas

Esto se debe por la mala instalación de las tuberías de agua en las viviendas, que hace que aparezca humedad en las paredes debido a una filtración de agua



Figura 10 Vivienda con filtración de agua



DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS INFORMALES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN EL A.H "LAS DUNAS", LAMBAYEQUE.

FICHA DE RECAUDACIÓN DE DATOS

Fecha de encuesta:

Código de vivienda encuestada:

DATOS GENERALES

Familia: Número de personas de la vivienda:

Dirección:

¿Recibió asesoría técnica en el diseño?

¿Recibió asesoría técnica en la construcción?

Antigüedad de la vivienda:

N° de pisos:

N° de pisos proyectados:

DATOS TÉCNICOS

Parámetros del suelo			Observaciones
Rígido	Intermedio	Flexible	
Pendiente			Observaciones
Alta	Media	Baja	

Características de los principales elementos de la vivienda					
Elemento	Características				Observaciones
	Ladrillo industrial		Ladrillo artesanal		
Muros (cm)	Dimensiones		Dimensiones		
	Juntas		Juntas		
Techos (m)	Diafragma Rígido		Otro		
	Tipo		Tipo		
	Peralte		Peralte		
Columnas (m)	Concreto		Otro		
	Dimensiones				
Vigas (m)	Concreto		Otro		
	Dimensiones				

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Característica	Fallas	Presenta	Calificación
Mano de obra y Materiales	Ladrillo artesanal		
	Acero de refuerzo expuesto		
	Insuficiencia de juntas de construcción		
	Cangrejeras		
	Muros no aplomados		
	Muros picados		
Estructuración	Muros sin confinar		
	Insuficiencia de juntas sísmicas		
	Tabiquería no arriostrada		
	Deficiente conexión entre muro y techo		
Factores Degradantes	Eflorescencia en muros		
	Humedad en muros y losas		

Figura 11 Ficha de recaudación de datos sin llenar [1]

Ficha de reporte

Las fichas de reporte serán elaboradas en hojas de cálculo MS Excel. En estas se resume, organiza y presenta de manera clara la información en cuanto a su estructura, arquitectura y proceso constructivo de cada vivienda encuestada. Además, que incluyen un análisis sísmico estático; análisis y cálculo del índice de vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico. Y cada ficha constará de tres páginas.

- Primera página: Abarcará un análisis sísmico estático
- Segunda página: Se obtiene los resultados de densidad de muros, estabilidad de muros al volteo de tabiques, cercos y parapeto, en el caso en el caso que presenten las viviendas.
- Tercera página: Se detallará las características constructivas (mano de obra y materiales, estructuración y factores degradantes) y el cálculo del índice de vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico.

Análisis Sísmico Estático

Es una estimación que determina la respuesta de una edificación ante un movimiento telúrico. Además, que es fundamental a la hora de diseñar y analizar una estructura.

Para este propósito, se considera lo estipulado en el RNE.030 Diseño Sismorresistente:

- Zonificación: De acuerdo al lugar dentro del territorio nacional se le asigna un valor.

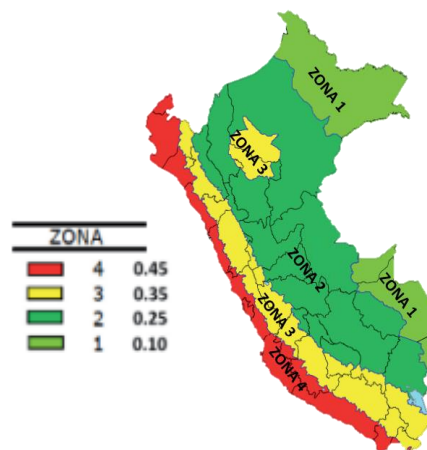


Figura 12. Zona Sísmica [6]

TABLA I
FACTOR DE ZONA

FACTORES DE ZONA "Z"	
Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

- **Perfiles de Suelo:** Comprende la clasificación del suelo a analizar, los cuales son los siguientes:
 - ✓ **Perfil Tipo S₀ : Roca Dura**
Corresponden rocas de gran dureza con velocidad de propagación de ondas de corte V_s mayor a 1500 m/s [6].
 - ✓ **Perfil Tipo S₁ : Roca o Suelos Muy Rígidos**
A este perfil corresponden rocas con diferentes grados de fracturación, arena muy densa o grava arenosa densa y arcilla muy compacta [6].
 - ✓ **Perfil Tipo S₂ : Suelos Intermedios**
Corresponden suelos medianamente rígidos incluyendo arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa, suelo cohesivo compacto con una resistencia al corte entre 50 y 100 kPa [6].
 - ✓ **Perfil Tipo S₃ : Suelos Blandos**
A este perfil corresponden arena media a fina, o grava arenosa, suelo cohesivo blando y cualquier otro perfil que no corresponda al tipo S₄ con índice de plasticidad mayor a 20, contenido de humedad mayor que 40% y resistencia al corte en condiciones no drenada menor que 25kPa [6].
 - ✓ **Perfil Tipo S₄ : Condiciones Excepcionales**
A esta clasificación pertenecen aquellos suelos que son altamente flexibles y donde las condiciones sean desfavorables a que se realicen un Ensayo de Mecánica de Suelos (EMS) y requiera un estudio específico para el lugar [6].
- **Parámetros de Sitio (S, TP y TL)**
Se encuentra de acuerdo al perfil de suelo y la zona en la que se encuentra el lugar de estudio.

TABLA II
FACTOR DE SUELO

FACTOR DE SUELO "S"				
Zona	S0	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

TABLA III
PERIODOS TP Y TL

PERÍODOS "Tp" y "Tl"				
	Perfil de Suelo			
	S0	S1	S2	S3
TP (S)	0.3	0.4	0.6	1.0
TL (S)	3.0	2.5	2.0	1.6

- Periodo Fundamental de Vibración

La fórmula a emplear es:

$$T = \frac{hn}{C_T}$$

TABLA IV
COEFICIENTE DE ACUERDO AL SISTEMA CONSTRUCTIVO

C _T = 35	Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente: a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte. b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.
C _T = 45	Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean: a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras. b) Pórticos de acero arriostrados.
C _T = 60	Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

- Factor de Simplificación Sísmica (C)

Se obtiene de acuerdo a los periodos TP y TL, mediante las siguientes fórmulas:

$$T < TP \quad C = 2.5$$

$$TP < T < TL \quad C = 2.5 * \left(\frac{TP}{T}\right)$$

$$T > TL \quad C = 2.5 * \left(\frac{TP * TL}{T^2}\right)$$

- Categoría del edificio (U)

Las estructuras se clasifican de acuerdo a la categoría que corresponda.

TABLA V
FACTOR U

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR “U”		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	<p>A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. * Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. * Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. * Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. * Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. * Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. 	1.5

	*Edificios que almacenan archivos e información esencial del Estado.	
B Edificaciones importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de busson de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1.3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

- Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas “R”

Se halla mediante la siguiente fórmula:

$$R = R_o * I_a * I_p$$

Donde:

- ✓ R_o =Corresponde un coeficiente básico de reducción antes mencionado.
- ✓ I_a y I_p : Irregularidades tanto en altura como en planta.

Densidad de muros

Se basa en comparar la densidad de los muros existentes (A_e) con la densidad mínima requerida (A_m) con la finalidad que las viviendas puedan resistir de manera óptima ante un sismo. “Para calcular el área mínima de muros que tiene que tener cada vivienda en el primer piso, la fuerza producto de un sismo raro llamada cortante actuante será dividida entre el área de muros requerida y esta debe ser menor que la sumatoria de las fuerzas cortantes resistentes de los muros dividida entre el área existente de muros [1].

Entonces se tiene:

$$\frac{V}{A_m} \leq \frac{\sum V_m}{A_e}$$

Donde:

- ✓ V = Fuerza cortante basal (kN) actuante
- ✓ V_m = Fuerza de corte resistente de los muros.
- ✓ A_m = Área requerida o necesaria de muros en m^2
- ✓ A_e = Área existente de muros confinados en m^2

La fuerza cortante basal V generada por los sismos se expresa:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} * P$$

Donde:

- ✓ Z : Factor de zona
- ✓ U = Factor de uso que depende de la categoría de la edificación
- ✓ C = Factor de amplificación sísmica
- ✓ S = Factor de suelo
- ✓ R = Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas
- ✓ P = Peso de la estructura, que está en función al área techada, que es aproximadamente 8 kN/m^2 para viviendas de albañilería confinada [14].

$$P = A_{tt} * \gamma$$

Donde:

- A_{tt} = Suma de las áreas techadas de todos los pisos en m^2 .
- $\gamma = 8 \text{ kN/m}^2$

La resistencia de cada muro a la fuerza de corte se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$V_m = 0.5 * v'm * t * l \quad [1]$$

Donde:

- ✓ $v'm$ = Resistencia característica a corte de la albañilería [8]
- ✓ t = espesor del muro
- ✓ l = Longitud del muro incluyendo las columnas

La condición más desfavorable es cuando ambas expresiones se iguales. Entonces:

$$\frac{V}{A_m} = \frac{\sum V_m}{A_e}$$

Despejando se tendría:

$$A_m = \frac{V * A_e}{\sum V R} = \frac{Z * U * C * S * A_{tt} * \gamma}{0.5 * R * v'm}$$

Luego de calcular el valor del Área requerida (A_m) se procede a comparar con el Área existente de muros confinados (A_e) para hallar la densidad de muros tanto en la dirección “x” y “y”, mediante la siguiente forma:

$$\frac{A_e}{A_m}$$

- ✓ Si $\frac{A_e}{A_m} \leq 0.8$ se concluye que la vivienda no tiene adecuada densidad de muros.
- ✓ Si $\frac{A_e}{A_m} \geq 1.1$ se concluye que la vivienda tiene adecuada densidad de muros.
- ✓ Si $0.8 < \frac{A_e}{A_m} < 1.1$ se necesita calcular con mayor detalle la suma de fuerzas cortantes resistente de los muros de la vivienda (ΣVR) y el cortante actuante (V).

Estabilidad de muros al volteo

Se compara el momento resistente (M_r) con el causado por el sismo (M_a) en la base del muro.

“Ambos momentos son paralelos a los planos del muro [1]”.

- Momento Actuante (M_a)

Se hallará primero la carga producida por un sismo “V” (expresado en Kn/m²).

$$V = Z * U * C_1 * P$$

Donde:

- ✓ P = Peso de la edificación, dado por la siguiente fórmula:

$$P = \gamma_m * t$$

Donde:

- γ_m = Peso específico del muro.
- t = Espesor del muro en metros.
- ✓ C_1 = Coeficiente sísmico, cuyos valores son los siguientes:
 - $C_1 = 3$ Para parapetos
 - $C_1 = 2$ Para tabiques

El momento actuante perpendicular al plano del muro [5], es la siguiente:

$$M_a = m * V * a^2$$

Donde:

- M_a = Momento actuante en kN-m/m
- m = Coeficiente de momentos
- a = Dimensión crítica (m)
- V = Carga sísmica perpendicular

Para hallar el valor de “m” se tendrá en cuenta lo siguiente:

TABLA VI
COEFICIENTE DE MOMENTO Y DIMENSIÓN CRÍTICA

TABLA 12									
VALORES DEL COEFICIENTE DE MOMENTO "m" y DIMENSIÓN CRÍTICA "a"									
CASO 1. MURO CON CUATRO BORDES ARRIOSTRADOS									
a = Menor dimensión									
b/a =	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	3,0	α	
m =	0,0479	0,0627	0,0755	0,0862	0,0948	0,1017	0,118	0,125	
CASO 2. MURO CON TRES BORDES ARRIOSTRADOS									
a = Longitud del borde libre									
b/a =	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	α
m =	0,060	0,074	0,087	0,097	0,106	0,112	0,128	0,132	0,133
CASO 3. MURO ARRIOSTRADO SOLO EN SUS BORDES HORIZONTALES									
a = Altura del muro									
m = 0,125									
CASO 4. MURO EN VOLADIZO									
a = Altura del muro									
m = 0,5									

Fuente: RNE. E 0.70, 2016.

- CASO 1: el valor de “a” generalmente es la altura del muro [5].

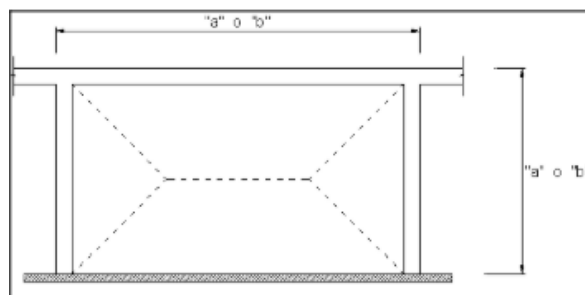


Figura 12.. Muro con 4 de sus lados arriostrados [1].

- CASO 2: Son muros que no tienen viga [5].

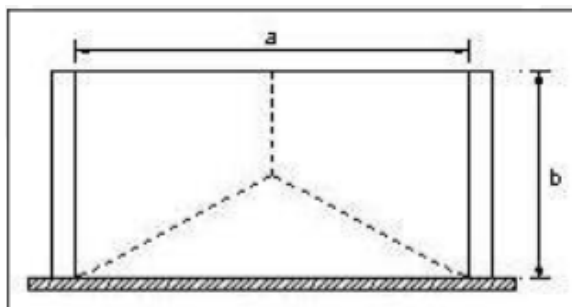


Figura 13. Muro con 3 de sus lados arriostrados [1].

- CASO 3: Son muros que carecen de refuerzos verticales o que existe una larga distancia entre ellos [5].
- CASO 4: Corresponde a parapetos no arriostrados [5].

Reemplazando la carga sísmica (V) en la fórmula del momento actuante (Ma) se obtiene:

$$Ma = Z * U * C_1 * m * a^2; \text{ expresado en kN-m/m}$$

Momento Resistente (Mr)

El momento resistente a tracción por flexión (Mr) se expresa de la siguiente forma:

$$Mr = \frac{f'_t * I}{c}$$

Por último, se compara el valor de Ma con Mr y se llega a:

- Si $Ma \leq Mr$: el muro es estable.
- Si $Ma > Mr$ el muro es inestable.

Características Constructivas

Se analizará la mano de obra y materiales, estructuración y factores degradantes; en las visitas a las viviendas.

TABLA VII
CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	FALLAS	GRAVEDAD:	CALIFICACIÓN
		SI = 0 NO = 1	
Mano de Obra y Materiales	Ladrillos de baja calidad	SI	
	Acero de refuerzo expuesto	SI	
	Insuficiencia de juntas de construcción	NO	
	Cangrejeras	NO	
	Muros no aplomados	NO	
	Muros picados	NO	
Estructuración	Muros sin confinar	SI	
	Insuficiencia de juntas sísmicas	SI	
	Tabiquería no arriostrada	NO	
	Deficiente conexión entre muro y techo	NO	
Factores Degradantes	Eflorescencia en muros	SI	
	Humedad en muros o en losas	NO	
Puntaje =			

De acuerdo a la cantidad de fallas que presenta la vivienda se ubica en el siguiente tanto para determinar la descripción en la cual se encontraría la edificación:

TABLA VIII
RANGO DE CALIFICACIÓN

DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
Mala Calidad	1 a 4
Regular Calidad	5 a 8
Buena Calidad	9 a 12

Para hallar el Índice de Vulnerabilidad Sísmica está en función a la densidad mínima de muros, estabilidad de muros al volteo y características constructivas. Y a cada uno de estos parámetros se les asigna un valor.

TABLA IX
PARÁMETROS PARA LA EVALUACIÓN DEL VULNERABILIDAD

Vulnerabilidad					
Estructural			No estructural		
Densidad (60%)		Mano de obra y materiales (30%)		Tabiquería y parapetos (10%)	
Adecuada	1	Buena calidad	1	Todos estables	1
Aceptable	2	Regular calidad	2	Algunos estables	2
Inadecuada	3	Mala calidad	3	Todos inestables	3

Fuente: Mosqueira y Tarque, 2005.

Para hallar el valor y calificarlo según sea alta, media y baja vulnerabilidad, se tendrá que remplazar los valores de la anterior tabla en la ecuación:

$$\text{Índice de vulnerabilidad sísmica} = 0.6 * \text{Densidad de muros} + 0.3 * \text{Características constructivas} + 0.1 * \text{Estabilidad de muros al volteo.}$$

Luego el resultado que salga al efectuarse la fórmula se tendrá que ubicar de acuerdo al rango para hallar finalmente la vulnerabilidad sísmica.

TABLA X
RANGO NUMÉRICO PARA LA EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	RANGO
Baja	1 a 1.4
Media	1.5 a 2.1
Alta	2.2 a 3

Peligro sísmico

Hace referencia a la probabilidad que un sismo pueda ocurrir en un lugar en específico y la manera en que este pueda afectar a dicha región y se determina en función de los parámetros de sismicidad, tipo de suelo y la topografía en donde se encuentra ubicada la vivienda que se está analizando. Y a cada uno de los parámetros antes mencionados se les asigna un valor. Además, en cuanto a sismicidad la costa peruana tiene un rango alto, por ende, a todas las viviendas de la zona costera se le asigna un valor de 3 [1].

TABLA XI
PELIGRO SÍSMICO

Peligro					
Sismicidad (40%)		Suelo (40%)		Pendiente (20%)	
Baja	1	Rígido	1	Baja	1
Media	2	Intermedio	2	Media	2
Alta	3	Flexible	3	Alta	3

Para evaluar al peligro sísmico de las viviendas se ha considerado tanto a la sismicidad como el suelo de 40 %, ya que estos parámetros se relacionan directamente con el cálculo de la fuerza sísmica V establecida en el Reglamento Nacional de Edificaciones de Diseño Sismorresistente E.030 [1].

$$\text{Peligro} = 0.4 \times \text{Sismicidad} + 0.4 \times \text{Suelo} + 0.2 \times \text{Pendiente}$$

Clasificación de peligro sísmico en función a la sismicidad que presenta cada vivienda.

TABLA XII
RANGO DE PELIGRO SÍSMICO

Sismicidad	Peligro Sísmico	Rango
Alta	Bajo	1.8
	Medio	2 a 2.4
	Alto	2.6 a 3

Riesgo sísmico

Es la posibilidad de que un sismo cause pérdidas humanas, daños materiales, económicos y ambientales en una región determinada. Se evalúa el nivel de acuerdo a los resultados de vulnerabilidad y peligro sísmico de la vivienda que se esté analiza.

TABLA XIII
RIESGO SÍSMICO

Vulnerabilidad Peligro	Baja	Media	Alta
	Bajo	BAJO	MEDIO
Medio	MEDIO	MEDIO	ALTO
Alto	MEDIO	ALTO	ALTO

Calicata

Se refiere a una excavación ya sea con ayuda de una retroexcavadora o herramientas manuales llegando a una profundidad de un rango de 1.5 a 3 metros, tal cual indica el R.N.E.0.50 Suelos y Cementaciones.

Con la finalidad de tener una observación directa del suelo y las diferentes estratigrafías del mismo, además de obtener muestras para su posterior análisis en laboratorio.

Ensayo de Densidad de Campo

El ensayo de densidad IN SITU permite obtener la densidad del terreno o suelo con el fin de verificar si el suelo cumple con los parámetros de compactación establecidos en el diseño de algún proyecto.

Materiales y equipos

- Tubo de acero con volumen conocido
- Balanza
- Muestra inalterada

Metodología

Para hallar la densidad se emplea la siguiente fórmula:

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

Donde:

- m = Masa

- $V = \text{Volumen}$

El ensayo consiste en primeramente en conocer el volumen y peso del tubo para luego insertarlo perpendicularmente al suelo donde se ha realizado previamente la calicata y obtener una muestra inalterada del suelo compactado. Una vez realizado se procede a pesarlo y al restar con el peso del tubo se obtiene la muestra de suelo, y con ese resultado se reemplaza en la fórmula para hallar finalmente la densidad de campo.

Ensayo para el Análisis granulométrico (ASTM D6913/D6913M-17)

Este ensayo sirve para determinar la forma en como están distribuidos las partículas de un suelo por tamaños. Este análisis es empleado para conocer el tipo de suelo de una muestra de terreno para futuros proyectos constructivos.

Materiales y equipos

- Tamices # 10 – 20 – 40 – 50 – 100 – 200
- Balanza
- Horno
- Muestra de suelo

Metodología

Consiste en tomar una muestra del suelo húmedo y llevarlo al horno por 24 horas. Una vez culminado el tiempo de horno se procede a pesar para después pasarlo por los tamices 10 – 20 – 40 – 50 – 100 – 200.

Luego de haber culminado el tamizado se pesa cada muestra retenida en los diferentes tamices y finalmente se suman todos los pesos y se compara con el peso inicial teniendo que este último sea mayor que el peso acumulado en los tamices debido a que en el proceso del ensayo surge desperdicio de material.

Para obtener el Coeficiente de Curvatura (C_c) y Uniformidad (C_u) se emplea las siguientes fórmulas:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} * D_{60}}$$

Y para hallar el diámetro se utiliza la fórmula:

$$D_x = \left[\frac{D_2 - D_1}{\log(\%_2) - \log(\%_1)} * (\log(\%_x) - \log(\%_1)) \right] + D_1$$

Donde:

- D_x = Diámetro 60, 30 y 10
- D_2 = Diámetro en mm del tamiz mayor
- D_1 = Diámetro en mm del tamiz menor
- $\%_2$ = Porcentaje que pasa del tamiz mayor
- $\%_1$ = Porcentaje que pasa del tamiz menor
- $\%_x$ = Dependiendo si es 60, 30 o 10.

Ensayo de Límite Líquido y Plástico (NTP 339.129)

Consiste en obtener en porcentaje el contenido de agua que posee una muestra de suelo cuando pasa de un estado a otro, donde en el límite líquido el suelo se encuentra en el límite entre los estado líquido y plástico, mientras que el límite plástico se encuentra entre los estados plástico y semisólidos.

Materiales

- Copa de Casa grande
- Ranurador
- Calibre
- Recipientes de aluminio
- Balanza
- Placa de vidrio
- Espátula
- Tamiz #40
- Agua destilada
- Horno

Metodología

Referente a la NTP 339.129 se toma una muestra de suelo y se tamiza por la malla #40, de la cantidad que pasa se toma 150 a 200 gramos según norma y se mezcla con agua destilada y con ayuda de la espátula se mezcla hasta que el suelo se suavice o alcance una trabajabilidad que permita que a la hora de ensayar la ranura se cierre en un rango de 25 a 35 golpes.

Luego se deja descansar durante 24 horas, y pasado ese tiempo para el límite líquido se coloca una pequeña muestra en la copa de Casagrande haciendo presión y se esparce con la espátula hasta alcanzar una profundidad de aproximadamente 1 cm en el punto más hondo formando una superficie lo más horizontal posible; y se le realiza una ranura a lo largo de la copa y se procede a ensayar hasta lograr que la ranura se cierre. Y una vez logrado el ensayo la muestra se coloca en un recipiente de peso conocido y se lleva al horno por 24 horas para que después de ello la muestra seca sea pesada y así obtener su contenido de humedad. Este procedimiento se realiza dos veces más.

Para el límite plástico se separa 20 g con porciones de 1.5 a 2 g, y se coloca en una placa de vidrio con el fin de perder humedad y pueda formarse unos hilos con diámetros de 3.2 mm que es hasta donde tiene que alcanzar a fisurarse. Luego se reúnen todos los hilos y se colocan en un recipiente de peso conocido para posteriormente llevarlo al horno por 24 horas y luego la muestra seca se tiene que pesar.

Para hallar el índice de plasticidad se emplea la siguiente fórmula:

$$IP = LL - LO$$

Donde:

- IP = Índice de plasticidad
- LL = Límite Líquido
- LP = Límite Plástico

Clasificación unificada de suelos (SUCS) NTP 339.134 (ASTM D2487)

Es aquella donde se conoce el tipo de suelo donde se realizarán futuros proyectos de construcción o en este caso de estudio a conocer sobre que suelo se han cimentado las viviendas de albañilería confinada.

Metodología

Para efecto de este ensayo se tiene en cuenta los resultados tanto del ensayo de granulometría que es de donde se obtiene los datos de coeficiente de uniformidad y curvatura además de los distintos pesos que retiene cada malla por la que ha pasado la muestra; además del dato de índice de plasticidad, el cual se obtiene del ensayo de límite líquido y plásticos.

Luego, para la clasificación del suelo si pasa mas del 50% de la malla N° 200 es un suelo fino y si se retiene más de ese porcentaje en la malla se considera un suelo grueso.

Para la clasificación del grano fino se tiene en cuenta el índice de plasticidad y la carta de plasticidad y para el grano grueso el porcentaje que pasa o se retiene en las mallas N° 200, 40 y 4, además de los coeficientes Cc y Cu. Para la determinación del tipo de suelo cuyos grupos son: grava, arena, arcillas, limos, turba y la combinación de dos de los antes mencionados.

Ensayo de Corte directo NTP 339.171 (ASTM D3080)

Este ensayo permite determinar la resistencia al corte de un suelo, el cual es fundamental para evaluar qué tipo de cimentación emplear en un proyecto de construcción, así como es un valor fundamental para hallar la capacidad portante del suelo.

Materiales

- Dispositivo de corte
- Caja de corte
- Piedras porosas
- Dispositivo de carga
 - ✓ Dispositivo de aplicación y medición de la fuerza normal
 - ✓ Dispositivo para el corte del espécimen
- Dispositivo para medir la fuerza de corte
- Base de la caja de corte
- Anillo de corte o de tallado
- Balanza
- Equipo para remoldar o compactar especímenes

Metodología

Lo primero que se realiza es la preparación del espécimen que como mínimo debe ser 3 muestras similares según norma. Para muestras inalteradas según la ASTM D1587 deberán ser manipuladas de manera minuciosa evitando pérdida de humedad y para muestras compactadas deberán ser moldeadas hasta alcanzar o aproximarse a la densidad de campo y el contenido de humedad deseado con ayuda de agua destilada.

Luego el espécimen permanecerá en reposo de acuerdo a lo siguiente:

Clasificación NTP	Tiempo de permanencia, h
339.134	
SW, SP	No se requiere
M	3
SC, ML, CL	18

Pasado el tiempo si es que lo requiere, la muestra inalterada se ensambla a la caja de corte ubicando las piedras porosas húmedas en contacto con la muestra en la caja de corte para luego ser llevado dentro de la base de la caja de corte. Para muestras compactadas es el mismo procedimiento antes descrito.

Luego la caja se coloca en la máquina de corte donde el yugo de carga de la fuerza normal se alinea con la placa de la caja de corte. Para aplicar el esfuerzo normal requerido se adiciona masas al brazo de palanca obteniendo 3 lecturas diferentes.

Al igual que se ajusta el equipo de medición del desplazamiento horizontal, que sirve para medir el desplazamiento de corte, y para empezar con la lectura el quipo se coloca a una lectura de desplazamiento cero.

Una vez ubicado la muestra correctamente en el equipo se da inicio a la lectura donde se obtendrá las lecturas tanto de la carga vertical como la horizontal con las diferentes masas descritas anteriormente. También se selecciona la velocidad de desplazamiento apropiada cuya fórmula es:

$$t_f = 50 * t_{50}$$

Donde:

- t_f = tiempo total estimado hasta alcanzar la falle en minutos
- t_{50} = tiempo requerido para que la muestra alcance 50% de consolidación

Luego de haber alcanzado la consolidación primaria se procede a retirar la muestra del equipo de corte para después pesarlo y su posterior ingreso al horno por 24 horas.

Cálculos

El esfuerzo de corte que actúa sobre la muestra se obtiene de la siguiente manera:

$$\tau = \frac{F}{A}$$

Donde:

- F = fuerza cortante
- A = área inicial de la muestra

Capacidad de carga admisible

O también llamado capacidad portante del suelo, es el máximo valor que puede alcanzar el suelo antes de fallar por corte o asentamientos para garantizar la funcionalidad de una edificación.

Se calcula mediante fórmulas como la de Terzagui:

$$q_{adm} \begin{cases} \frac{1}{FS} \left(c * N_c + \gamma * D_f * N_q + \frac{1}{2} * \gamma * B * N_\gamma \right) & \dots \text{Zapata de Muro} \\ \frac{1}{FS} \left(1.3c * N_c + \gamma * D_f * N_q + \frac{2}{5} * \gamma * B * N_\gamma \right) & \dots \text{Zapata Cuadrada} \end{cases}$$

Donde:

- FS = Factor de seguridad
- c = Cohesión
- N_c , N_q y N_γ = Factores de capacidad de carga
- γ = Peso volumétrico
- D_f = Profundidad desplante
- B = Base de zapata

Ensayo de Peso Unitario del agregado fino (N.T.P. 400.017)

Mediante este ensayo se determina la densidad del material a analizar. Este dato es importante porque permite calcular la proporción correcta para el diseño de mezcla tanto de concreto como de mortero.

Materiales

- Balanza
- Varilla de apisonado
- Recipiente cilíndrico de metal
- Pala o cucharón

Metodología

Para peso suelto se llena el recipiente con la ayuda de una pala o cucharón a una altura de 5 cm por encima del borde superior del recipiente y una vez alcanzado llenar se enraza con una varilla o una regla y se procede a pesar el recipiente más el contenido del material.

Para peso compactado se llena un tercio del recipiente con el material y se apisona con la varilla efectuando 25 golpes sin llegar a golpear el fondo, luego se repite el mismo procedimiento a los dos y tres tercios del recipiente. Terminado eso se nivela la muestra y se procede a pesar.

El valor de la densidad de masa se obtiene de la siguiente fórmula:

$$M = \frac{(G - T)}{V}$$

Donde:

- M = Densidad de masa del agregado
- G = Masa del recipiente más la muestra en kg
- T = Masa del recipiente
- V = Volumen del recipiente

Contenido de humedad del agregado fino (N.T.P. 339.185)

Mediante este ensayo se obtiene el porcentaje de humedad con relación a su peso seco. Es esencial para el diseño de mezcla tanto de mortero como concreto ya que afecta al contenido de agua del diseño.

Materiales

- Balanza
- Horno
- Recipiente

Metodología

Se pesa la muestra en un recipiente de peso conocido para luego ser llevado al horno por 24 horas y pasado ese tiempo se vuelve a pesar para su respectivo cálculo.

Para hallar el contenido de humedad se obtiene de la siguiente fórmula:

$$\rho = \frac{100 * (W - D)}{D}$$

Donde:

- ρ = Contenido de humedad

- W = Masa de la muestra húmeda
- D = Masa de la muestra seca

Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino (N.T.P. 400.022)

Mediante este ensayo se obtienen los valores peso específico, peso específico de masa saturado super seco, peso específico aparente y porcentaje de absorción.

Materiales

- Balanza
- Fiola
- Molde cónico
- Horno
- Recipiente

Metodología

Se coloca de agregado 500 gramos a la fiola, se llena de agua destilada hasta donde indica la marca del frasco la cual es 500 cm³ y se deja descansar por 1 hora. Culinado el tiempo de espera se llena de agua destilada hasta los 500 cm³ y se procede a pesar obteniendo así el peso total del agua introducida en la fiola y se deja descansar por 24 hora.

Pasado el tiempo se retira la muestra de la fiola a un recipiente de peso conocido para luego ser llevado al horno por un periodo de 24 horas para después obtener el peso de la muestra seca.

Para obtener el valor de peso específico y absorción se aplican las siguientes fórmulas:

$$Pem = \frac{W_o}{(V-V_a)} * 100 \qquad Ab = \frac{500-W_o}{W_o} * 100$$

Donde:

- Pem = Peso específico de masa
- Wo = Peso de la muestra seca
- V = Volumen de la fiola
- Va = Peso de agua destilada añadida

Diseño de mezcla para mortero

Para el diseño de mezcla de mortero se tiene que tener en cuenta el peso volumétrico tanto del cemento a utilizar como el de arena, la cual se obtiene mediante ensayo, peso específico del cemento que se obtiene de la ficha técnica y en caso de arena por ensayo, porcentaje absorción de la arena que también se obtiene por ensayo, y finalmente la relación a/c que es el único valor el cuál se puede modificar hasta que el diseño cumpla con fluidez.

Cálculos

- Volumen de lechada ($1m^3$)

$$V.L. = 1m^3 - \frac{W_{ar}}{GE_{ar}\gamma_w}$$

- Volumen de lechada (1 bolsa de cemento)

- ✓ Peso de agua
 $W_w = a/c * W_c$

- ✓ Volumen de agua

$$V_w = \frac{W_w}{1000}$$

- ✓ Volumen de cemento

$$V_c = \frac{W_c}{GE_c * \gamma_w}$$

- ✓ Volumen de lechada

$$VL = V_w + V_c$$

- Tanda mortero ($1m^3$)

- ✓ $V_c = \frac{VL(1m^3)*V_c}{VL(bolsa\ de\ cemento)}$

- ✓ $V_w = \frac{VL(1m^3)*V_w}{VL(bolsa\ de\ cemento)}$

- ✓ $VL = V_c + V_w$

- Peso de los materiales ($1m^3$)

- ✓ Volumen de arena

$$Var = 1 - VL$$

- ✓ Peso de cemento

$$Wc = Wc * \text{peso específico del cemento} * 1000$$

- ✓ Peso de arena

$$War = Var * \text{peso específico de la arena} * 1000$$

- ✓ Peso de agua

$$W_w = V_w * 1 * 1000$$

- Corrección por absorción

$$W_{w_{abs}} = W_{ar} * \left(\frac{\%abs}{100} \right)$$

$$W_w = W_{w_{abs}} + W_w (1m^3)$$

- Proporción de materiales
 - ✓ Cemento: 1
 - ✓ Arena: W_{ar}/W_c

Ensayo de fluidez (NTP 334-057)

Este ensayo permite observar que el diseño de mezcla para mortero está bien realizado ya que el porcentaje de fluidez obtenido debe encontrarse en un rango de 110 ± 5 según se encuentra estipulado en la normativa.

Materiales

- Mesa y molde de flujo
- Pisón
- Espátula
- Regla
- Cemento
- Agregado fino
- Agua

Metodología

Colocar el molde de fluidez en el centro de la mesa y proceder a llenar con la mezcla de mortero en dos partes, la primera capa tiene que tener una altura aproximadamente de 1 pulgada la cual se tiene que compactar con el pisón 20 veces, con la segunda capa de mortero se repite el mismo procedimiento que se realiza en la primera. Luego se retira los excesos de mezcla y se enrasa con la ayuda de una espátula para momentos después retirar el molde y dejar caer la mezcla e iniciar a levantar la mesa 25 veces en 15 segundos.

Para hallar la fluidez se toma 4 lecturas de diámetros y se aplica la siguiente fórmula:

$$\% \text{ fluidez} = \frac{DP - DI}{DI} * 100$$

Donde:

- DP = Diámetro promedio
- DI = diámetro máximo del molde de fluidez

Ensayo de resistencia a la compresión de dados de mortero (N.T.P. 334.051)

Este ensayo brinda información acerca de la resistencia que puede alcanzar el mortero al aplicarle una fuerza de compresión. Además, que es fundamental para saber si el diseño de mezcla se ha realizado de manera óptima.

Materiales

- Balanza
- Moldes para las muestras
- Mezcladora, recipiente y paleta
- Compactador
- Máquina de ensayo
- Cemento
- Arena
- Agua

Metodología

El ensayo consiste primeramente en llenar con mortero los moldes que tienen como forma de cubo con medidas de 5 x 5 cm una vez que la fluidez halla cumplido con el estipulado en la norma NTP 334-057. Y el llenado se realiza en dos capas, la primera a una altura de 25 mm que se compacta con un pisón a 32 golpes en total en 8 partes con 4 golpes cada una y para la segunda capa se repite procedimiento antes descrito. Terminado el llenado de todos los moldes se deja reposar por 24 horas. Cumpliendo el tiempo se retira los dados de mortero de los moldes para ser almacenados en agua hasta que cumpla los días establecidos por norma para su ensayo de compresión y determinar la fuerza en la que los dados fallaron, los cuales son 24 h, 3, 7 y 28 días. Además, que por cada edad de ensayo se realiza 3 dados como mínimo.

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	± ½ hora
3 d	± 1 hora
7 d	± 3 horas
28 d	± 12 horas

Figura 13. Tiempo de saturación de acuerdo al tipo de suelo [15]

Para hallar la resistencia se emplea la siguiente fórmula:

$$f_m = \frac{P}{A}$$

Donde:

- f_m = Resistencia a la compresión
- P = Carga máxima total
- A = Área de la superficie de carga

Ensayo de Variación Dimensional (NTP 399.613)

Mediante este ensayo se obtendrá las medidas de las dimensiones de ancho, largo y altura de las unidades de ladrillos.

Materiales

- Unidad de ladrillo
- Regla de acero graduada

Metodología

Para las 3 dimensiones se tomará las medidas en los dos extremos de cada cara de unidad de ladrillo, obteniendo 4 medidas por cada una. Luego se determinará como único valor para el largo, ancho y altura el promedio de los 4 valores antes mencionado.

Ensayo de Alabeo (NTP 399.613)

Mediante este ensayo se obtendrá si las unidades de ladrillos en su dimensión más larga presentan o no una concavidad o convexidad. Lo que es fundamental para la adherencia con el mortero.

Materiales

- Varilla de acero con borde recto
- Regla o Cuña de medición

Metodología

Si presenta una forma cóncava, primero, se coloca la varilla de acero a lo largo de la longitud de la superficie que será evaluada y tomar la mayor distancia que exista entre la cara del ladrillo y la varilla de acero. Luego de ello, se procederá a tomar medida de esa separación con la regla o cuña de medición con aproximación de 1 mm.

Si presenta una forma convexa, se colocará las varillas de acero a los extremos de la superficie donde presente la convexidad y se tomará la mayor distancia que exista entre la varilla y la curvatura, para luego tomar la medida de ello con la cuña.

Ensayo de Resistencia a la Compresión (NTP 399.613)

Mediante este ensayo se obtendrá la resistencia a la compresión de la unidad de ladrillo, con el fin de comprobar la calidad para su uso estructural.

Materiales

- Unidad de ladrillo

Metodología

Consiste en colocar una carga vertical mediante una máquina de ensayo en la dimensión más larga hasta alcanzar su falla.

Para obtener la resistencia a la compresión se emplea la siguiente fórmula:

$$f'b = \frac{W}{A}$$

Una vez ensayadas se obtendrán 3 valores de $f'b$ y se procederá a sacar el promedio de los 3, el cual será el valor final.

Ensayo de Absorción (NTP 399.613)

Mediante este ensayo se determinará la porosidad de las unidades de ladrillos, es decir, la cantidad de agua que pueden absorber al estar sumergidas en un tiempo determinado.

Materiales

- Balanza
- Horno
- Unidad de ladrillo

Metodología

Primero colocar los ladrillos a ensayar al horno a 110 °C por 24 horas. Luego, transcurrido el tiempo sacarlos del horno y dejar enfriar por 4 horas. Después se procederá a pesarlos en la balanza. Y a continuación sumergirlos en agua por 24 horas en su totalidad. Una vez concluido el tiempo se registrará el peso de los ladrillos saturados.

Para calcular la absorción se emplea la siguiente fórmula:

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

Una vez calculado se obtendrá 3 valores y se procederá a sacar el promedio de ello, el cual será el resultado de absorción.

Ensayo de Succión (NTP 399.613)

Mediante este ensayo se determinará la capacidad de absorción que la unidad de ladrillo pueda tener en contacto con agua.

Materiales

- Horno
- Unidades de ladrillo
- Bandeja
- Balanza
- Barras de acero

Metodología

Primero, las unidades de ladrillos serán colocadas en el horno a 110°C por 24 horas. Luego dejarlos descansar por 4 horas hasta que enfíen y se procede a pesarlos. Posteriormente se colocarán en una bandeja que contenga en su interior dos barras de acero con espesor aproximado de 6 mm, el cuál servirá de soporte de los ladrillos. Finalmente se añadirá agua hasta llegar al rango de 3 mm ± 0.25 mm sobre los soportes, por un lapso de 1 minuto, y transcurrido ese tiempo se sacarán y se pesarán.

Para calcular la succión se emplea la siguiente fórmula:

$$Succión (gr) = \frac{200 * W}{LB}$$

Ensayo de Compresión Axial de Pilas (NTP 399.605)

Mediante este ensayo se obtendrá la resistencia característica a la compresión axial de la albañilería, mediante pruebas de prismas. Y se realizará el muestreo con normas establecidas.

Materiales

- Unidades de albañilería utilizados en construcción
- Mezcla de mortero
- Nivel
- Mezcladora
- Paleta de construcción

Metodología

Primero tarar arena y cemento para luego mezclar y lograr una mezcla homogénea para después añadir agua y se procede a revolver hasta conseguir la consistencia adecuada. Luego se irán colocando las unidades apiladas una sobre otra.

Se harán por lo menos 3 prismas utilizando el mismo material para su construcción. Las pilas serán ensayadas a los 28 días para su posterior ensayo.

Para obtener la resistencia a la compresión se emplea la siguiente fórmula:

$$f'm = \frac{P}{A}$$

Una vez ensayadas se obtendrán 3 valores de $f'm$ los cuales se corregirán por el factor de esbeltez. Y una vez corregidos se saca el promedio, con el cual se va trabajar.

Ensayo de Compresión Diagonal en Muretes (N.T.P. 399.621).

Mediante este estudio se obtendrá la resistencia al corte de la albañilería. Además, proporciona información crucial sobre el comportamiento de una estructura ante la aplicación de la fuerza y la resistencia de los materiales y la construcción en condiciones reales.

Materiales

- Unidades de albañilería utilizados en construcción
- Mezcla de mortero
- Nivel
- Mezcladora
- Paleta de construcción

Metodología

Se construye pequeños muros o secciones de muros (muretes) bajo condiciones controladas y luego se someten a cargas hasta el punto de falla.

Las muestras tendrán forma cuadrada, incluyendo al menos dos unidades de ladrillos completas por cada hilada, y abarcarán el espesor en un rango de 10 mm a 15 mm. Se realizarán por lo menos 3 muretes iguales, utilizando el mismo material para su construcción. Los muretes serán ensayados a los 28 días para su posterior ensayo.

Para obtener la resistencia a la compresión diagonal se emplea la siguiente fórmula:

$$v'm = \frac{0.707 * P}{A_b}$$

Donde:

$$A_b = \left(\frac{Lh + Lv}{2} \right) e$$

Una vez ensayadas se obtendrán 3 valores y se procederá a sacar el promedio de los 3, el cual será, con el cual se va trabajar.

Materiales y métodos

METODOLOGÍA

Tipo y nivel de investigación

Tipo de investigación

La investigación es Descriptiva debido a que tiene como finalidad determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de las características desfavorables que presenta el A.H “Las Dunas”, Lambayeque.

Nivel de investigación

La investigación es aplicada porque se recopilará datos sobre viviendas de albañilería confinada mediante encuestas, realizar un análisis estructural, considerar características sísmicas de la región y desarrollar un índice de vulnerabilidad basado en la densidad de muros que presentan las viviendas, estabilidad de muros al volteo y características constructivas.

Diseño de investigación

El diseño de investigación es no experimental, ya que se enfoca únicamente en describir las características de las casas, evaluar el estado de conservación de los elementos estructurales, tabiquerías, parapetos y cercos, y obtener el índice de vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico.

Población y muestra

La población está constituida por las edificaciones o casas de albañilería confinada del A.H. “Las Dunas”, lo cual funcionan como viviendas unifamiliares y multifamiliares, contando con un aproximado de 328 viviendas edificadas actualmente según el plano catastral del 2023 de la ciudad de Lambayeque, de las cuales 305 son estructuras de primer y segundo piso; y es este valor la muestra de estudio.

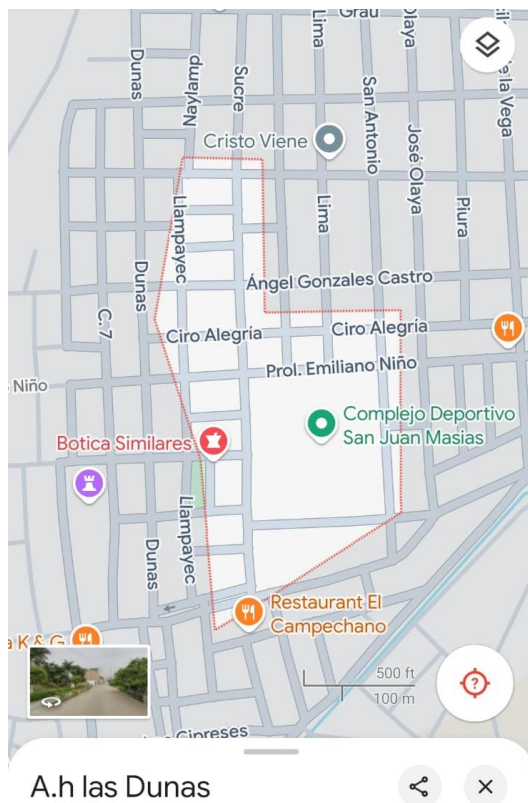


Figura 14. Área de estudio de la investigación

Se considera viviendas de primer y segundo piso porque para el cálculo de la fuerza de corte resistente de cada muro el valor de α se halla por las siguientes fórmulas solo para viviendas de 1 y 2 pisos:

- Para viviendas de un piso

$$\alpha \approx \frac{V * L}{Me} = \frac{F_1 * L}{F_1 * h} = \frac{L}{h}$$

Donde:

- ✓ Me = Momento producido en la base del muro
- ✓ F_1 = Fuerza de inercia
- ✓ h = Altura de entrepiso
- ✓ L = Longitud del muro

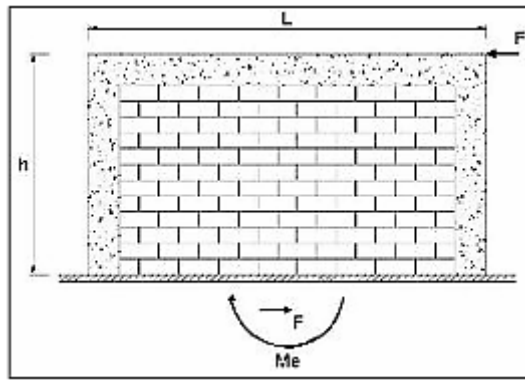


Figura 15. Fuerza cortante y momento en muro de vivienda de un piso [1].

- Para viviendas de dos pisos

$$\alpha \approx \frac{V * L}{Me} = \frac{(F_1 + F_2) * L}{F_1 * h + F_2 * 2h} = \frac{3L}{5h}$$

Comúnmente en viviendas de albañilería confinada las alturas de entrepisos son iguales, por lo tanto $F_1 = F_2$ [1].

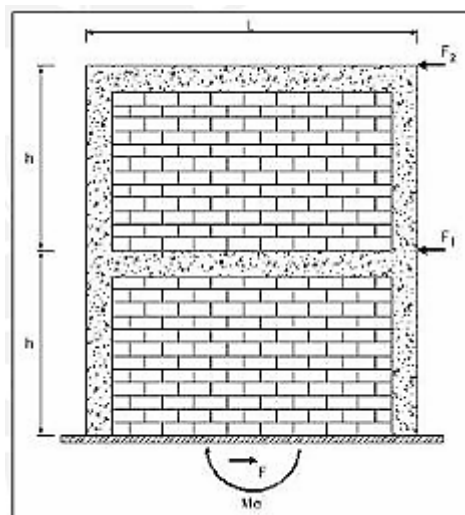


Figura 16. Fuerzas cortantes y momento en viviendas de dos pisos [1].

Para ambos casos, viviendas de uno o dos pisos, el valor de α debe estar comprendido entre $1/3$ y 1 [15].

Además, el método está diseñado para ser simple y rápido de aplicar, utilizando parámetros que se adaptan fácilmente a viviendas de hasta dos pisos, como la geometría, la calidad de los

materiales y las fallas constructivas más comunes. Sin embargo, en edificaciones de más de dos pisos, pueden presentarse modos de falla más complejos, como torsión excesiva o colapso por piso blando, que requieren el uso de programas especializados, como Etabs, para su análisis.

Variables

Variable independiente

Metodología para determinar el índice de vulnerabilidad sísmica

Variable dependiente

Índice de vulnerabilidad sísmica.

TABLA XIV
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADOR	SUBINDICADOR	TÉCNICA/ INSTRUMENTO
Viviendas de albañilería confinada	Datos técnicos	Parámetro de suelo	Rígido	Estudio de mecánica de suelos
			Intermedio	
			Flexible	
		Pendiente	Alta	Encuesta
			Media	
			Baja	
	Características de los principales elementos de la vivienda	Muros	De ladrillo industrial	
			De ladrillo artesanal	
		Techos	Diafragma rígido	
			Otro material	
		Columnas	Concreto	
			Otro material	
		Vigas	Concreto	
			Otro material	
	Aspectos constructivos	Ladrillos		
		Acero de refuerzo		
		Juntas de construcción		
		Cangrejas		
Estado constructivo de Muros				

		Juntas sísmicas
		Tabiquería
		Conexión entre muro y techo

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIÓN		VALORIZACIÓN	DESCRIPCIÓN OPERACIONAL	MÉTODO DE MEDICIÓN
Índice de Vulnerabilidad sísmica	Análisis sísmico: Relación entre la la densidad de muros existentes (Ae) con la densidad mínima requerida (Am)		Adecuada = 1 Aceptable = 2 Inadecuada = 3	Si $Ae/Am \leq 0,8$: Inadecuada densidad de muros. Si $Ae/Am \geq 1,1$: Adecuada densidad de muros Si $0,8 < Ae/Am < 1,1$: Aceptable densidad de muros.	Ficha de Reporte
	Estabilidad de muros al volteo: Comparación del momento actuante (Ma) con el momento resistente a tracción por flexión (Mr)		Todos estables = 1 Algunos estables = 2 Todos inestables = 3	Si $Ma \leq Mr$: Muro estable Si $Ma > Mr$: Muro inestable	
	Características constructivas	Ladrillos de baja calidad	Presenta = 0 No Presenta = 1	Mala calidad (1 a 4) con calificación = 1 Regular calidad (5 a 8) con calificación = 2	

	Acero de refuerzo expuesto	Mala calidad (9 a 12) con calificación = 3	
	Insuficiencia de juntas de construcción		
	Cangrejeras		
	Muros no aplomados		
	Muros picados		
	Muros sin confinar		
	Insuficiencia de juntas sísmicas		
	Tabiquería no arriostrada		
	Deficiente conexión entre muro y techo		
	Eflorescencia en muros		
	Humedad en muros o en losas		

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

- Análisis de resultados: Procedentes de tesis, normas técnicas peruanas, y documentos facilitados por la Municipalidad de Lambayeque.
- Observación: De cada vivienda de albañilería confinada para obtener información respecto a sus características constructivas, diseño de construcción y estado de conservación.

Instrumentos

- Ficha de recaudación de datos.
- Microsoft Office como Word y Excel.

Procedimiento

Aplicación de fichas de recolección de datos

Proporcionada a los diferentes propietarios de las 305 casas con la finalidad de recaudar información para su posterior análisis.



DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS INFORMALES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN EL A.H "LAS DUNAS", LAMBAYEQUE.

FICHA DE RECAUDACIÓN DE DATOS

Fecha de encuesta: 03/10/2024

Código de vivienda encuestada: V-200

DATOS GENERALES

Familia: Romero Chávez

Número de personas de la vivienda: 8

Dirección: Prolongación Emiliano Niño, Lote 8

¿Recibió asesoría técnica en el diseño?: No

¿Recibió asesoría técnica en la construcción? No (Maestro)

Antigüedad de la vivienda: 10 años

N° de pisos: 2

N° de pisos proyectados: No

DATOS TÉCNICOS

Parámetros del suelo			Observaciones
Rígido	Intermedio	Flexible	Arena
	X		
Pendiente			Observaciones
Alta	Media	Baja	
		X	

Características de los principales elementos de la vivienda					
Elemento	Características				Observaciones
Muros (cm)	Ladrillo industrial		Ladrillo artesanal		
	Dimensiones	24x13x9	Dimensiones		
	Juntas	1.5 – 2 cm	Juntas		
Techos (m)	Diafragma Rígido		Otro		
	Tipo	Aligerado	Tipo		
	Peralte	20 cm	Peralte		
Columnas (m)	Concreto		Otro		
	Dimensiones	30x30 cm			
Vigas (m)	Concreto		Otro		
	Dimensiones	35x30 cm			

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Característica	Fallas	Presenta	Calificación
Mano de obra y Materiales	Ladrillo artesanal		
	Acero de refuerzo expuesto	X	
	Insuficiencia de juntas de construcción	X	
	Cangrejeras		
	Muros no aplomados		
	Muros picados		
Estructuración	Muros sin confinar	X	
	Insuficiencia de juntas sísmicas		
	Tabiquería no arriostrada		
	Deficiente conexión entre muro y techo	X	
Factores Degradantes	Eflorescencia en muros	X	
	Humedad en muros y losas		

Figura 17. Ficha de recaudación de datos completada [4]

Ficha de Reporte

Consta en tres páginas.

- La primera página consistirá en un análisis sísmico estático donde se tendrá en cuenta el tipo de suelo, la zonificación del lugar de estudio, la categoría de la edificación, factor de amplificación sísmica, periodo fundamental de vibración, periodos T_P y T_L , el sistema estructural y coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas, regularidad estructural I_a y I_p ; y, por último, el coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas
- En la segunda página se evaluará la densidad de muros y estabilidad de muros al volteo
- En la tercera página se hará la contabilización de las fallas constructivas y el cálculo del índice de vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico.

Análisis Sísmico Estático

Es un método simplificado que permite calcular las fuerzas producidas por un evento sísmico en una estructura.

Para ello se tiene en cuenta:

- Zonificación donde se encuentre la edificación.

En este caso la zona de estudio se encuentra ubicado en el departamento de Lambayeque, por lo tanto, pertenece a la zona sísmica 4, según la E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones.

TABLA XV
FACTOR ZONA

FACTORES DE ZONA "Z"	
Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Por ende: $Z = 0.45$

- Tipo de suelo.

Al realizarse el estudio de mecánica de suelos se conoció que la zona de investigación presenta un suelo arenoso pobremente graduado, por lo tanto, se clasifica en el Perfil

Tipo S2: Suelos Intermedios, según la E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones.

TABLA XVI
FACTOR S

FACTOR DE SUELO "S"				
Zona	S0	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Por ende, el Factor Suelo (S) = 1.05

- Periodo TP y TL

Se tiene en cuenta el Perfil del suelo al cual pertenece la zona de estudio. Con el fin de buscar los valores que correspondan tanto para TP Y TL.

TABLA XVII
PERIODOS TP Y TL

PERÍODOS "Tp" y "Tl"				
	Perfil de Suelo			
	S0	S1	S2	S3
TP (S)	0.3	0.4	0.6	1.0
TL (S)	3.0	2.5	2.0	1.6

Por ende, Tp = 0.6

Tl = 2.0

- Periodo Fundamental de Vibración

Se halla en relación a la altura de la edificación y el coeficiente para muros estructurales.

Donde:

- ✓ $h_n = 6$ debido a que el método empleado es utilizado para viviendas de hasta máximo 2 pisos y la altura máxima encontrada en las fichas de recaudación de datos es de 3 metros.
- ✓ $C_T = 60$ Para estructuras de albañilería según la E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Por ende, T = 0.1

- Factor de Amplificación Sísmica

Se define mediante las siguientes fórmulas de acuerdo a los valores del Periodo Fundamental de Vibración y el periodo T_p :

$$\begin{array}{ll}
 T < T_P & C = 2.5 \\
 T_P < T < T_L & C = 2.5 * \left(\frac{T_P}{T}\right) \\
 T > T_L & C = 2.5 * \left(\frac{T_P * T_L}{T^2}\right)
 \end{array}$$

Figura 20. Factores de amplificación sísmica [6].

Por ende, $C = 2.5$

- Categoría del edificio

Dependiendo del tipo de estructura se clasifica de acuerdo a la categoría que le corresponde. En este caso se trata de viviendas unifamiliares y multifamiliares, la cual le corresponde la clasificación de Edificaciones comunes con un factor de 1,0. Según la E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones.

TABLA XVIII
FACTOR U

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0

- Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas "R"

Es igual, $R = 3$

Donde:

- ✓ $R_o = 3$, debido a que su sistema estructural es albañilería confinada, el cual le corresponde un coeficiente básico de reducción antes mencionado.
- ✓ $I_a = 1$ y $I_p = 1$, debido a que las viviendas son estructuras regulares.

Densidad de muros

La fuerza cortante basal V generada por los sismos al igual que el peso de la edificación no es el mismo valor para todas las viviendas debido a que no presentan la misma área construida, pero lo que sí se mantiene para las 305 edificaciones es:

$$Z = 0.45$$

$$U = 1.0$$

$$C = 2.50$$

$$S = 1.05$$

$$R = 3$$

$$\gamma = 8 \text{ kN/m}^2$$

$$v'm = 510 \text{ kPa, para muros que se han utilizado ladrillo King Kong Artesanal.}$$

DENSIDAD DE MUROS

F. Zona (Z) =	0.45
F. Uso (U) =	1.00
F. Amplificación (C) =	2.50
F. Reducción (R) =	3.00
F. de Suelo (S) =	1.05

Resistencia característica a corte (kPa): $v'm = 510$
 Resistencia al corte de los muros (kN) = $Ae(0.5 \cdot v'm \cdot \alpha + 0.23pg)$

Área Piso 1	Cortante Basal		Area de muros		Ae/Am	Densidad Ae/Area piso 1	Resistencia VR	VR/V	Resultado
	Peso acum.	V=ZUCSP/R	Existentes: Ae	Requerida: Am					
m ²	kN/m ²	kN	m ²	m ²	Adimensional	%	kN	Adimensional	
Análisis en el sentido "X"									
91	16	573.3	1.79	2.2	0.8	2.0	----	----	INADECUADO
Análisis en el sentido "y"									
91	16	573.3	5.4	2.2	2.4	5.9	----	----	ADECUADO

Observaciones y Comentarios

Solo se calcula VR si $0.80 < Ae/Am < 1$

Figura 18. Verificación de la Densidad de Muros [1].

Estabilidad de muros al volteo

Se analizará para aquellos muros no portantes, es decir que no reciben algún tipo de carga y solo soportan su propio peso.

- Momento Actuante (M_a)

El valor del momento actuante es diferente para cada vivienda a analizar.

- Momento Resistente (M_r)

El momento resistente a tracción por flexión (M_r) se considera lo siguiente:

- ✓ $f't = 0.15 \text{ MPa}$ (150 kN/m²) para albañilería simple, según lo estipulado en la Norma E.070; con un $I = t^3/12$ y $c = t/2$

Reemplazando se obtiene:

$$Mr = 25 * t^2 \text{ kn} - \text{m/m}$$

ESTABILIDAD DE MUROS AL VOLTEO

Muro	Factores					Mom. Act	Mom. Rest	Resultado Ma : Mr
	C1	m	y	a	t	Z*U*C1*m*P*a ²	25*t ²	
	adim.	adim.	kN/m ³	m	m	Kn-m/m	Kn-m/m	
M1	2	0.0770	18	1.82	0.15	0.620013139	0.5625	INESTABLE
M2	2	0.0507	18	2.6	0.15	0.83359692	0.5625	INESTABLE
M3	2	0.0494	18	2.55	0.15	0.779798543	0.5625	INESTABLE
M4	2	0.0564	18	2.6	0.15	0.92710332	0.5625	INESTABLE

Figura 19. Estabilidad de muros al volteo [1].

Características Constructivas

Se contabilizará si presentan o no fallas constructivas.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	FALLAS	GRAVEDAD:	CALIFICACIÓN
		SI = 0 NO = 1	
Mano de Obra y Materiales	Ladrillos de baja calidad	NO	1
	Acero de refuerzo expuesto	SI	0
	Insuficiencia de juntas de construcción	SI	0
	Cangrejeras	NO	1
	Muros no aplomados	NO	1
	Muros picados	NO	1
Estructuración	Muros sin confinar	SI	0
	Insuficiencia de juntas sísmicas	NO	1
	Tabiquería no arriostrada	NO	1
	Deficiente conexión entre muro y techo	SI	0
Factores Degradantes	Eflorescencia en muros	SI	0
	Humedad en muros o en losas	NO	1
Puntaje =			7

Figura 20. Puntaje de las características constructivas de las viviendas [4].

Posteriormente, se evalúa el puntaje obtenido para calificar las características constructivas de la vivienda en mala, regular y buena calidad.

DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
Mala Calidad	1 a 4
Regular Calidad	5 a 8
Buena Calidad	9 a 12

Figura 21. Modo de calificar las características constructivas de la vivienda [1].

Índice de Vulnerabilidad Sísmica

Por ejemplo, la vivienda que se está analizando presenta una densidad de muros inadecuada que le corresponde un valor de 3, una inestabilidad de muros al volteo con un valor de 3 y

finalmente presenta 7 fallas constructivas con una **descripción** de regular calidad ya que se encuentra entre el rango de 5 a 8, la cual que le corresponde un valor de 2.

Por lo tanto, se obtiene el siguiente resultado:

- Índice de Vulnerabilidad Sísmica = $0.6 * 3 + 0.3 * 2 + 0.1 * 3$
Índice de Vulnerabilidad Sísmica = 2.7

Índice de Vulnerabilidad Sísmica					
Estructural			No estructural		
Densidad (60%)		Mano de obra y materiales (30%)		Tabiquería y parapetos (10%)	
Adecuada		Buena calidad		Todos estables	
Aceptable		Regular calidad	X	Algunos estables	
Inadecuada	X	Mala calidad		Todos inestables	X

Figura 22. Cálculo del índice de Vulnerabilidad [1].

De acuerdo al rango la vivienda presenta:

CALIFICACIÓN	
Vulnerabilidad	Alta

Figura 23. Resultado del Índice de Vulnerabilidad [1].

Peligro Sísmico

Está en función a la sismicidad que presenta la vivienda, la cual es alta debido a que el lugar de estudio se encuentra en una zona altamente sísmica como es el departamento de Lambayeque; el tipo de suelo que por ser una arena pobremente graduada pertenece a suelo intermedio, y por último la topografía que por estar ubicados en la costa peruana presenta una pendiente de plana a media, y en este análisis de ejemplo se tiene una topografía plana.

Peligro					
Sismicidad (40%)		Suelo (40%)		Topografía (10%)	
Baja		Rígido		Plana	X
Media		Intermedio	X	Media	
Alta	X	Flexibles		Pronunciada	

Figura 24. Cálculo de Peligro Sísmico [1].

Obteniendo:

CALIFICACIÓN	
Peligro	Medio

Figura 25. Resultado del análisis de Peligro Sísmico [1].

Riesgo Sísmico

Depende del resultado de vulnerabilidad y peligro sísmico. Donde el ejemplo de análisis presenta un riesgo sísmico:

RESULTADO	
Riesgo Sísmico	Alto

Figura 26. Resultado de Riesgo Sísmico [1].

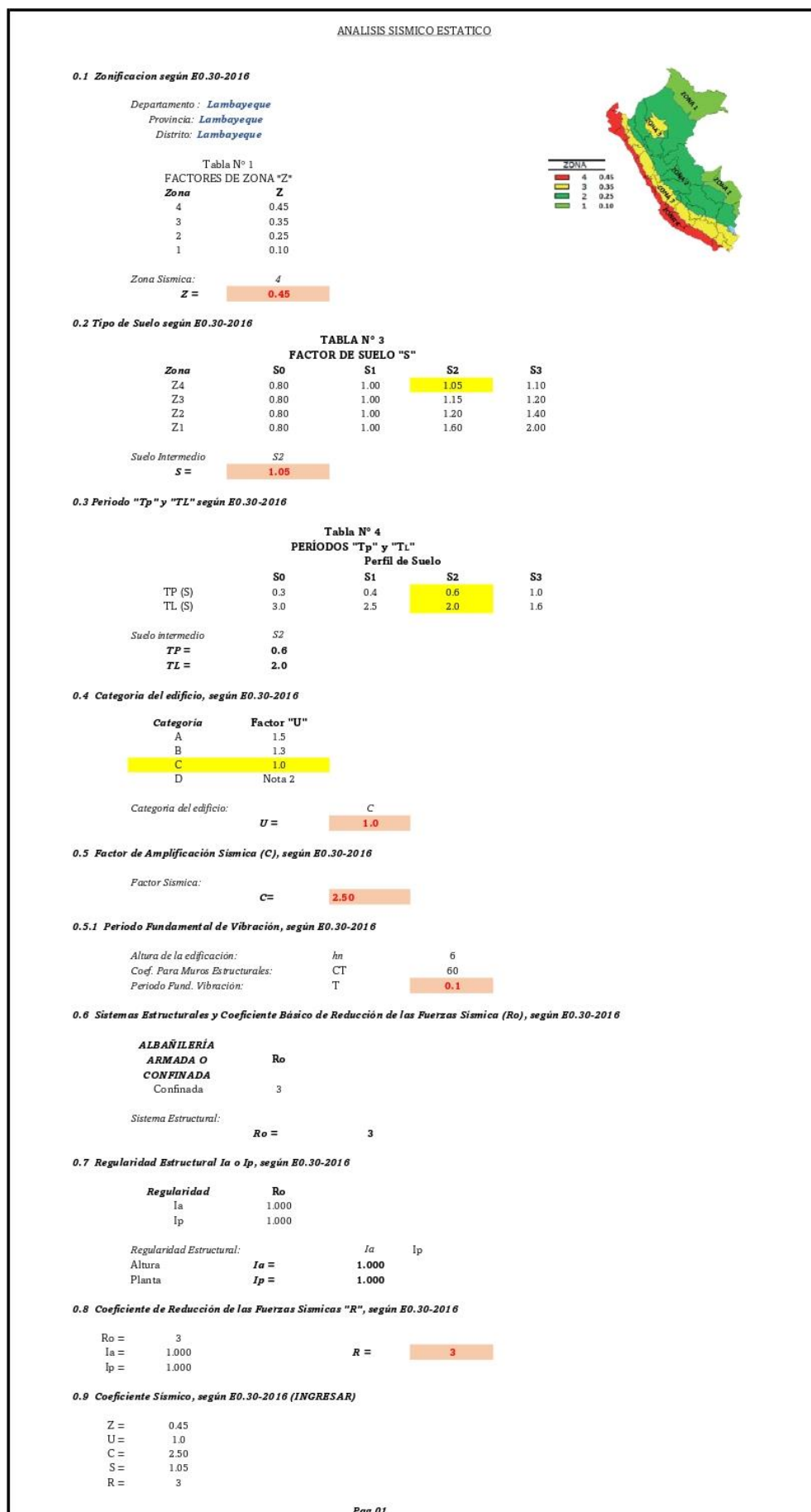


Figura 2/. Analisis Sismico Estatico [b].

DENSIDAD DE MUROS

F. Zona (Z) =	0.45
F. Uso (U) =	1.00
F. Amplificación (C) =	2.50
F. Reducción (R) =	3.00
F. de Suelo (S) =	1.05

Resistencia característica a corte (kPa): $v'm = 510$
 Resistencia al corte de los muros (kN) = $Ae(0.5*v'm*\alpha+0.23pg)$

Área Piso 1	Cortante Basal		Area de muros		Ae/Am	Densidad Ae/Area piso 1	Resistencia VR	VR/V	Resultado
	Peso acum.	V=ZUCSP/R	Existentes: Ae	Requerida: Am					
m ²	kN/m ²	kN	m ²	m ²	Adimensional	%	kN	Adimensional	
Análisis en el sentido "X"									
91	16	573.3	1.79	2.2	0.8	2.0	---	---	INADECUADO
Análisis en el sentido "y"									
91	16	573.3	5.4	2.2	2.4	5.9	---	---	ADECUADO

Observaciones y Comentarios

Solo se calcula VR si $0.80 < Ae/Am < 1$

ESTABILIDAD DE MUROS AL VOLTEO

Muro	Factores					Mom. Act	Mom. Rest	Resultado Ma : Mr
	C1	m	γ	a	t	$Z*U*C1*m*P*a^2$	$25*t^2$	
	adim.	adim.	kN/m ³	m	m	Kn-m/m	Kn-m/m	
M1	2	0.0770	18	1.82	0.15	0.620013139	0.5625	INESTABLE
M2	2	0.0507	18	2.6	0.15	0.83359692	0.5625	INESTABLE
M3	2	0.0494	18	2.55	0.15	0.779798543	0.5625	INESTABLE
M4	2	0.0564	18	2.6	0.15	0.92710332	0.5625	INESTABLE

Figura 28. Densidad y Estabilidad de muros al volteo [1].

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	FALLAS	GRAVEDAD:	CALIFICACIÓN
		SI = 0 NO = 1	
Mano de Obra y Materiales	Ladrillos de baja calidad	NO	1
	Acero de refuerzo expuesto	SI	0
	Insuficiencia de juntas de construcción	SI	0
	Cangrejeras	NO	1
	Muros no aplomados	NO	1
	Muros picados	NO	1
Estructuración	Muros sin confinar	SI	0
	Insuficiencia de juntas sísmicas	NO	1
	Tabiquería no arriostrada	NO	1
	Deficiente conexión entre muro y techo	SI	0
Factores Degradantes	Eflorescencia en muros	SI	0
	Humedad en muros o en losas	NO	1
Puntaje =			7

DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
Mala Calidad	1 a 4
Regular Calidad	5 a 8
Buena Calidad	9 a 12

Índice de Vulnerabilidad Sísmica				
Estructural			No estructural	
Densidad (60%)		Mano de obra y materiales (30%)		Tabiquería y parapetos (10%)
Adecuada		Buena calidad		Todos estables
Aceptable		Regular calidad	X	Algunos estables
Inadecuada	X	Mala calidad		Todos inestables
				X

Peligro				
Sismicidad (40%)		Suelo (40%)		Topografía (10%)
Baja		Rigido		Plana
Media		Intermedio	X	Media
Alta	X	Flexibles		Pronunciada

CALIFICACIÓN	
Vulnerabilidad	Alta
Peligro	Medio

RESULTADO	
Riesgo Sísmico	Alto

Figura 29. Análisis [1].

Calicatas

Se han realizado 2 calicatas con profundidades de 1.6 m, la cual se encuentra dentro del rango establecido en la Norma Técnica de Edificaciones 0.50 de suelos y cimentaciones, en el A.H. “Las Dunas” en el distrito de Lambayeque, 1 ubicada en Proyección comprendido entre las calles Sucre y Llampayec, y la segunda en la Calle San Antonio frente al Complejo Deportivo San Juan Masías. Se realizaron en el espacio disponible dentro del A.H “Las Dunas” con el permiso de los respectivos dueños de cada propiedad.

Las excavaciones fueron realizadas con el apoyo de un poblador de la zona cuyas herramientas que empleó fueron palana y barreta para tal fin.



Las muestras extraídas de cada calicata fueron analizadas en el laboratorio de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, la cual cuenta con todos sus equipos en correcto estado, efectuándose los siguientes ensayos de laboratorio:

- **Ensayo de Densidad de Campo**

Para hallar el volumen se mandó a realizar la fabricación de un tubo de acero con dimensiones conocidas las cuales fueron:

- ✓ Diámetro interno (Di) = 8.3 cm
- ✓ Altura interna (H) = 20 cm

Obteniendo el volumen igual a 1082.122 gr/cm³, siendo este valor igual para las dos calicatas.

Para determinar la masa el tubo de acero con volumen conocido lo primero que se realizó fue pesarlo obteniendo como resultado 1190 gramos para la Calicata I y 1180 para la Calicata II; posteriormente serán llevados a los lugares donde se realizaron las calicatas cuyas profundidades son de 1.60 m para las dos, con el fin de insertarlos de manera perpendicular al suelo y obtener una muestra inalterada del suelo compactado.

Para luego llevarlos al laboratorio de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo con el objetivo de pesarlos y obtener el valor del peso del tubo + muestra, que arrojó un valor de 2780 y 2800 gramos para la Calicata I y II respectivamente.

Luego, para conseguir el valor de la masa se resta el peso del tubo + muestra con el peso del tubo de acero dando como resultado 1590 gr para la Calicata I y 1620 gr la Calicata II.




Entonces con los valores obtenidos se obtiene finalmente la densidad tanto de la primera como de la segunda calicata:


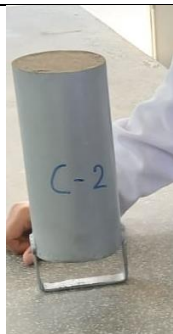

- ✓ Primera Calicata

$$\rho = 1.469 \text{ gr/cm}^3$$

- ✓ Segunda Calicata

$$\rho = 1.497 \text{ gr/cm}^3$$

Densidad_Calicata I		
		
Peso del tubo	Muestra inalterada	Peso del tubo + Muestra

Densidad_Calicata II		
		
Peso del tubo	Muestra inalterada	Peso del tubo + Muestra

- **Ensayo para el Análisis granulométrico de la Calicata I**

Para el efecto de este ensayo se toma una muestra de 500 gr del suelo húmedo y se procede a colocar en el horno por 24 horas con el fin de que desaparezca la humedad que contiene.



Figura 32. Análisis granulométrico por tamizado de la Calicata I

Luego de pasado el tiempo correspondiente se vuelve a pesar restando el peso de la tara quedando con un valor de 482.5 gr que vendría hacer la muestra seca. Para después pasarlo por los tamices 10 – 20 – 40 – 50 – 100 – 200.



Quedando retenido en la malla #100 una muestra de 284.4 gr, en la malla #200 un valor de 192.8 gr y quedando en el fondo un peso de 3.4 gr de muestra seca. Teniendo un peso total de 480.6 gr y comparado con el peso inicial antes de pasar por los tamices hay un desperdicio de 1.9 gr, que corresponde a que el tamizado se a efectuado de manera adecuada.



Con esos pesos retenidos en las diversas mallas se empleará posteriormente en la clasificación de suelos.

- **Ensayo para el Análisis granulométrico de la Calicata II**

Para el efecto de este ensayo se toma una muestra de 500 gr del suelo húmedo y se procede a colocar en el horno por 24 horas con el fin de que desaparezca la humedad que contiene.



Figura 33. Análisis granulométrico por tamizado de la Calicata II

Luego de pasado el tiempo correspondiente se vuelve a pesar restando el peso de la tara quedando con un valor de 480 gr que vendría hacer la muestra seca. Para después pasarlo por los tamices 10 – 20 – 40 – 50 – 100 – 200.



Quedando retenido en la malla #100 una muestra de 377.9 gr, en la malla #200 un valor de 98.20 gr y quedando en el fondo un peso de 2.2 gr de muestra seca. Teniendo un peso total de 478.9 gr y comparado con el peso inicial antes de pasar por los tamices hay un desperdicio de 1.1 gr, que corresponde a que el tamizado se ha efectuado de manera adecuada.



Con esos pesos retenidos en las diversas mallas se empleará posteriormente en la clasificación de suelos.

- **Ensayo de Límite líquido y límite plástico de la Calicata I NTP 339.129 (ASTM D4318)**

Para el efecto de este ensayo se tomó una muestra de suelo y se tamizó por la malla #40 según indica la NTP 339.129. De esa porción de muestra que pasó se recoge 200 gr que es con la cual se va realizar el ensayo, para después añadirle agua destilada y con una espátula se procede a mezclar hasta lograr una consistencia visualmente adecuada y manejable. Luego se deja descansar el espécimen por un periodo de 24 horas.

Pasado ese tiempo para el límite líquido se coloca una porción de la muestra en la copa de Casagrande, previamente calibrada para su correcto funcionamiento, presionando la muestra y esparciéndola hasta lograr que quede aproximadamente de forma horizontal. Sin embargo, la muestra no era consistente ni trabajable para realizar el ensayo.



Lo mismo sucede para el límite plástico que al extraer una porción de la muestra y colocarla en una lámina de vidrio se desvanecía y no se llegaba a formarse los rollitos delgados.

Finalmente se concluye que la muestra no presenta plasticidad por lo que los valores para el límite líquido y el límite plástico es 0.

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	0
Límite Plástico	0

Índice de Plasticidad	0
-----------------------	---

- **Ensayo de Límite líquido y límite plástico de la Calicata II NTP 339.129 (ASTM D4318)**

Para el efecto de este ensayo se tomó una muestra de suelo y se tamizó por la malla #40 según indica la NTP 339.129. De esa porción de muestra que pasó se recoge 200 gr que es con la cual se va realizar el ensayo, para después añadirle agua destilada y con una espátula se procede a mezclar hasta lograr una consistencia visualmente adecuada y manejable. Luego se deja descansar el espécimen por un periodo de 24 horas.

Pasado ese tiempo para el límite líquido se coloca una porción de la muestra en la copa de Casagrande, previamente calibrada para su correcto funcionamiento, presionando la muestra y esparciéndola hasta lograr que quede aproximadamente de forma horizontal. Sin embargo, la muestra no era consistente ni trabajable para realizar el ensayo.



Lo mismo sucede para el límite plástico que al extraer una porción de la muestra y colocarla en una lámina de vidrio se desvanecía y no se llegaba a formarse los rollitos delgados.



Finalmente se concluye que la muestra no presenta plasticidad por lo que los valores para el límite líquido y el límite plástico es 0.

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	0
Límite Plástico	0
Índice de Plasticidad	0

- **Clasificación unificada de suelos para la Calicata I (SUCS) NTP 339.134 (ASTM D2487)**

Para ello, la muestra de suelo según el análisis granulométrico es un suelo grueso debido a que es retenido más del 50% en la malla #200.

Luego el suelo se clasifica como una arena a causa de que pasa más del 50% en la malla #4.

Por último, el suelo se clasifica como una arena pobremente graduada ya que menos de 5% pasa la malla #200. Además, que los valores de Coeficiente de Uniformidad (Cu) y el Coeficiente de Curvatura (Cc) no satisfacen los criterios para suelos bien graduados cuyos valores son:

- ✓ $C_u > 6$
- ✓ $1 \leq C_c \leq 3$ Según la NTP 339.134.

Y los valores obtenidos en el análisis granulométrico son de:

- ✓ $C_u = 2.4$
- ✓ $C_c = 0.8$

N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
Distribución granulométrico			
% Grava	G.G. %	0.0	0.0
	G.F. %	0.0	
% Arena	A.G. %	0.0	99.3
	A.M. %	0.0	
	A.F. %	99.3	
% Arcilla y Limo		0.7	0.7

Figura 34. Análisis granulométrico por tamizado de la Calicata I

- **Clasificación unificada de suelos para la Calicata II (SUCS) NTP 339.134 (ASTM D2487)**

Para la realización del ensayo la muestra de suelo según el análisis granulométrico es un suelo grueso debido a que es retenido más del 50% en la malla #200.

Luego el suelo se clasifica como una arena a causa de que pasa más del 50% en la malla #4.

Por último, el suelo se clasifica como una arena pobremente graduada ya que menos de 5% pasa la malla #200. Además, que los valores de Coeficiente de Uniformidad (Cu) y el Coeficiente de Curvatura (Cc) no satisfacen los criterios para suelos bien graduados cuyos valores son:

- ✓ $C_u > 6$
- ✓ $1 \leq C_c \leq 3$ Según la NTP 339.134.

Y los valores obtenidos en el análisis granulométrico son de:

- ✓ $C_u = 2.4$
- ✓ $C_c = 1.0$

Distribución granulométrica			
% Grava	G.G. %	0.0	0.0
	G.F. %	0.0	
% Arena	A.G. %	0.0	99.5
	A.M. %	0.0	
	A.F. %	99.5	
% Arcilla y Limo		0.5	0.5

Figura 35. Análisis granulométrico por tamizado de la Calicata II

- **Ensayo de Corte directo de la Calicata I NTP 339.171 (ASTM D3080)**

Este ensayo permite determinar la resistencia al corte de un suelo, el cual es fundamental para evaluar qué tipo de cimentación emplear en un proyecto de construcción, así como es un valor fundamental para hallar la capacidad portante del suelo.

Para efecto de la investigación lo primero que se realizó fue remoldar la densidad obtenida en campo en unos talladores, cuyo volumen es conocido; que consiste en añadir agua destilada con el fin de obtener el contenido de humedad deseado. Y una vez logrado igualar la densidad de campo, se procede a colocar en la caja de corte, ya que por ser un suelo clasificado como arena pobremente graduada (SP) no necesita tiempo de saturación.

En la caja de corte se coloca primero una piedra porosa luego un papel filtro y después va la muestra tallada que con ayuda de un pisón añadiéndole fuerza se inserta en la caja de corte y se procede a colocar lo mismo que en la parte inferior, un papel filtro y la piedra porosa, en ese orden, y por último la placa de transferencia de carga.

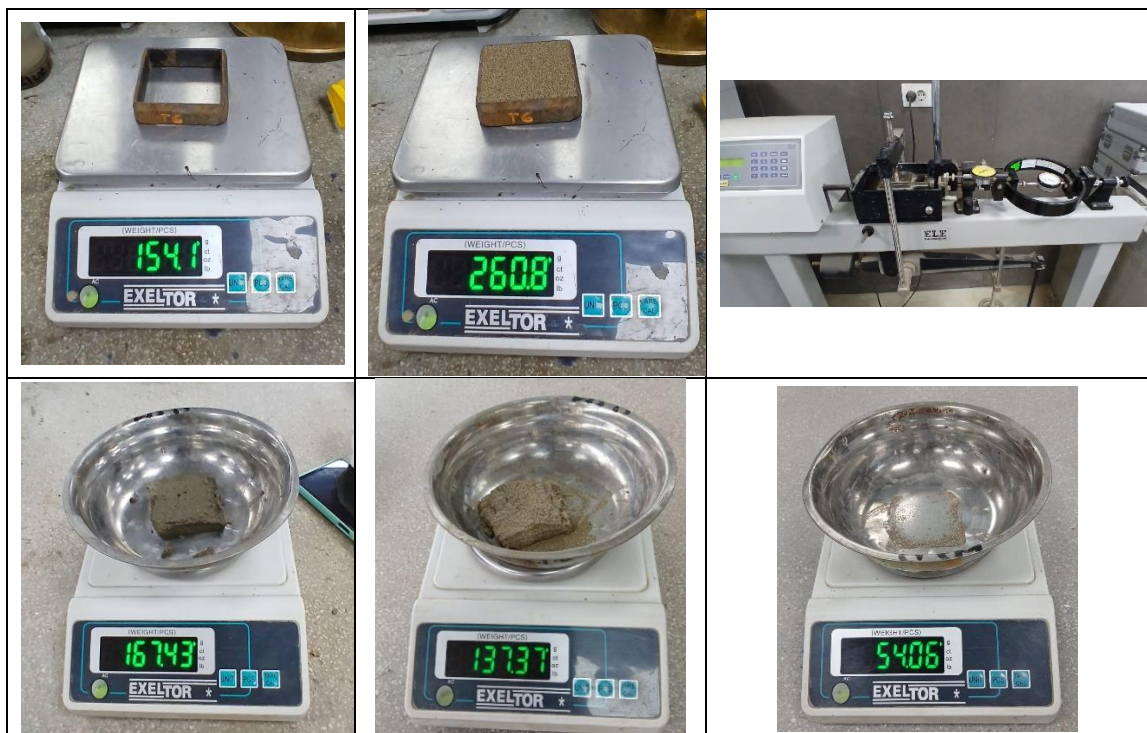
Luego la caja se coloca en la máquina de corte donde el yugo de carga de la fuerza normal se alinea con la placa de la caja de corte. Para aplicar el esfuerzo normal requerido se adiciona masas al brazo de palanca, las cuales serán: 0.5, 1 y 1.5 kg, obteniendo 3 lecturas diferentes.

Al igual que se ajusta el equipo de medición del desplazamiento horizontal, que sirve para medir el desplazamiento de corte, y para empezar con la lectura el quipo se coloca a una lectura de desplazamiento cero.

Una vez ubicado la muestra correctamente en el equipo se da inicio a la lectura donde se obtendrá las lecturas tanto de la carga vertical como la horizontal con las diferentes masas descritas anteriormente. También se selecciona la velocidad de desplazamiento apropiada que será de 0.25 mm/min.

Luego de haber alcanzado la consolidación primaria se procede a retirar la muestra del equipo de corte para después pesarlo en una tara de peso conocida teniendo como peso de la muestra húmeda + el tallador para una masa de 0.5 kg, 260.08 gr. Y su posterior ingreso al horno por 24 horas.

Transcurrido el tiempo indicado se procede a pesar obteniendo un valor de 137.37 gr. Finalmente, con todos los datos obtenidos se analizarán en Excel con el fin de hallar la cohesión interna del suelo y el ángulo de fricción que para la calicata I son de 0.088 kg/cm² y 21.10° respectivamente.



Ensayo de Peso Unitario Compactado

Para la realización de este ensayo se llenó un recipiente, cuyo volumen es de 0.00157 m³ con agregado fino en 3 pasos. El primero se coloca la arena amarilla hasta 1/3 del recipiente y se apisona uniformemente con una varilla a 25 golpes la primera capa y se vuelve a repetir dos veces más. El procedimiento se realiza hasta alcanzar el límite del recipiente y con una regla se enrasa y luego se procede a pesar.

Esto se realiza para dos recipientes cuyos resultados tienen una diferencia de 10 en el pesaje.



Ensayo de fluidez

Consiste, primeramente, en realizar la preparación de la mezcla de mortero con el diseño de mezcla realizado y una vez logrado se procede a colocar la mezcla al molde en la mesa de fluidez en dos capas, donde la primera se llena hasta la mitad y se apisona con 20 golpes para luego volver a rellenar y se repite el mismo procedimiento antes dicho.

Una vez logrado llegar al ras del molde se enraza retirando el exceso de mortero para luego limpiar la superficie de la mesa y retirar el molde con el objetivo de dejar caer la mesa a 25 veces.

Luego de haber realizado lo anteriormente descrito se procede a tomar los 4 diámetros de la mezcla para el porcentaje de fluidez cuyo valor fue de 114.86% encontrándose dentro del rango estipulado por la norma. Finalmente se procede a llenar los cubos de mortero para posterior ensayo.



Cantera de ladrillo artesanal

Las unidades de ladrillo que se utilizaron para los diferentes ensayos de la investigación fueron adquiridos en la cantera ubicada en la carretera Panamericana Norte, kilómetro 14000. La cual cuenta con dos espacios, la primera donde se realiza los procesos de extracción de

materia prima, mezclado, modelado y secado; el segundo ambiente es exclusivamente donde se realiza el proceso de cocción. Se trata de una fabricación de manera artesanal sin ningún criterio normativo y ausencia de control de calidad.



Ensayo de Variación Dimensional (NTP 399.613)

Consiste en tomar medidas del largo, ancho y alto de la unidad de ladrillo, para ello, se utilizaron como muestra 3 ladrillos y con una regla de acero graduada se realizaron 4 distancias por cada dimensión. Para luego obtener el promedio de cada uno cuyos valores son: 207.38 mm, 207.35 mm y 206.60 mm, correspondientes al largo. En el ancho se obtuvieron 120.05 mm, 121.38 mm y 121.63 mm; y, por último, para el alto fueron 81.25 mm, 81.98 mm y 81.31 mm. Correspondientes todos al ladrillo 01, 02 y 03 respectivamente de acuerdo a su dimensión.

Finalmente se obtiene la variación dimensional al comparar los promedios de cada dimensión para cada ladrillo, los cuales son: 207.11 mm, 121.02 mm y 81.51 mm; tanto para el largo, ancho y alto respectivamente; con las medidas dadas por el fabricante, que fueron 210 mm, 120 mm y 80 mm, obteniendo un resultado de 1%, -1% y -2% para las dimensiones antes mencionadas.



Ensayo de Alabeo (NTP 399.613)

Se tomaron como muestra 3 ladrillos. El primero en ambas caras presentó convexidad y para ello se utilizaron dos varillas de acero ubicados en los extremos de la longitud mayor de sus caras, para luego colocar una regla a lo largo del punto más alto de la convexidad, con la finalidad de medir en los extremos la distancia entre la varilla y la regla con ayuda de una cuña, cuyos resultados fueron 2.10 mm y 2.50 mm para la cara superior y 2.20 mm 2.50 mm de la cara inferior, tanto del lado izquierdo como el derecho respectivamente.

En el segundo la cara superior presentó convexidad con valores del 2.15 mm en el lado izquierdo y 2.50 mm del lado derecho; en a cara inferior se evidenció concavidad y para ello se utilizó una varilla de acero ubicada a lo largo de la cara que presenta mayor longitud, para luego con una regla graduada medir la distancia entre la varilla de acero y el centro de la concavidad cuyo valor fue de 0.60 mm.

En el tercer ladrillo su primera cara tuvo concavidad con medida de 2.30 mm en su cara superior y en inferior presentó convexidad con valores de 2.00 mm y 1.60 mm para el lado izquierdo y derecho respectivamente.



Ensayo de Resistencia a la Compresión (NTP 399.613)

Para este ensayo se emplearon 3 unidades de ladrillos. Para el primero, se tomó sus medidas de 20.74 cm y 10.01 cm para el largo y ancho respectivamente. El segundo obtuvo valores de 20.71 cm y 12.14, y, por último, el tercero con 20.63 cm y 12.16 cm para los lados antes mencionados. Luego se procede a ensayar a la compresión dando como resistencias 33.58, 20.76 y 26.80 kg/cm² para las 3 unidades de ladrillo, obteniendo como promedio 20.63 kg/cm².



Ensayo de Absorción (NTP 399.613)

Para este ensayo se utilizaron 3 unidades de ladrillo artesanal, los cuales se colocan en horno por un periodo de 24 horas, pasado el tiempo dejar enfriar las muestras por 4 horas para su fácil manipulación. Luego se procede a pesarlos, cuyos valores son: 3010 gr, 2880 gr y 2710 gr. Finalmente se colocarán en agua hasta que logre cubrirlos por el mismo tiempo que estuvo en horno, y también se pesan después de culminado el tiempo, con resultados de 3720 gr, 3423 gr y 3225 gr. Después se obtiene su porcentaje promedio de absorción, con valor de 20.48%.



Ensayo de Compresión Axial de Pilas

Para la realización de este ensayo se han utilizado ladrillos artesanales obtenidos de un horno ubicado en el distrito de Lambayeque, carretera a Mórrope, los cuales se colocan en agua por medio de 2 a 4 min con el propósito de que a la hora de asentar no absorba el agua de la mezcla de mortero y altere su diseño.

Pasado ese tiempo se procede a asentar las pilas, que serán 3 en total. El orden del armado consiste en colocar primeramente un ladrillo luego va la mezcla de mortero que se coloca en todo el perímetro de la unidad de albañilería con un espesor de 1.5 cm para después colocar el siguiente ladrillo, repitiendo el mismo procedimiento hasta lograr asentar 3 ladrillos. Teniendo como medidas de 12.09, 12.24 y 12.28 de ancho, 20.47, 20.73 y 20.63 para el largo,

28.3, 27.9 y 27.7 para altura; de la primera, segunda y tercera pila respectivamente. Y se dejarán en un lugar seco y libre de humedad por un periodo de 28 días para su posterior ensayo.

Para la mezcla de mortero lo primero que se hace es tarar la arena amarilla por la malla #40, el peso se obtiene del diseño de mezcla que se a realizado donde se obtiene también el peso del cemento y la cantidad de agua para una dosificación de 1:5 en relación cemento arena.

Pasado el tiempo establecido se procede a ensayar a la compresión dando como resistencias 35.97, 31.66 y 39.49 kg/cm² para las 3 pilas, obtenido como promedio 35.706 kg/cm².



Ensayo de Compresión Diagonal en Muretes.

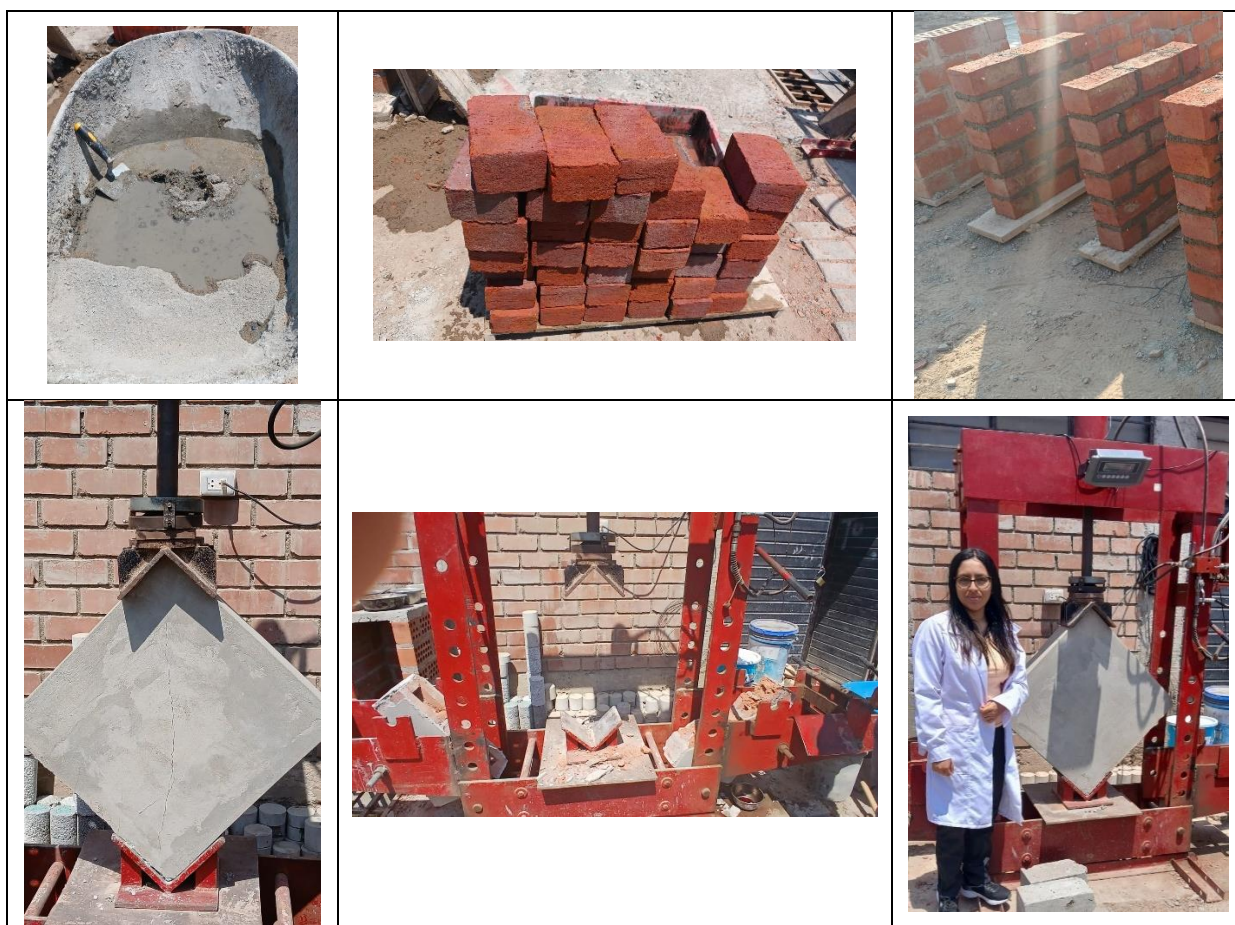
Para efecto de este ensayo se utilizará ladrillos artesanales, los cuales se escogerán aquellos que no presenten defecto alguno como rajaduras o esquinas defectuosas, y estas se sumergirán en agua por un tiempo de 2 a 4 min con la finalidad de que a la hora de asentar no absorba el agua de la mezcla de mortero y altere su diseño.

Luego se procede asentar controlando la verticalidad de los muretes utilizando un nivel, el espesor de la junta que será de 1.5 cm y la altura de las hiladas. Los muretes que se realizaron fueron 3 y cada uno consta de 6 hiladas de 2.5 ladrillos por cada una de ellas, teniendo como dimensiones de 60.2 x 60.4 cm, 60.9 x 60.4 cm y 60.5 x 60.5 cm para cada murete.

Después se procede a dejarlos durante 28 días en un lugar seco y libre de humedad y polvo para su posterior ensayo.

Pasado el tiempo establecido se procede a ensayar los 3 muretes arrojando un valor de resistencia a la compresión diagonal de 3.65, 2.83 y 4.53 kg/cm², obteniendo como promedio 3.65 kg/cm² para los artesanales.

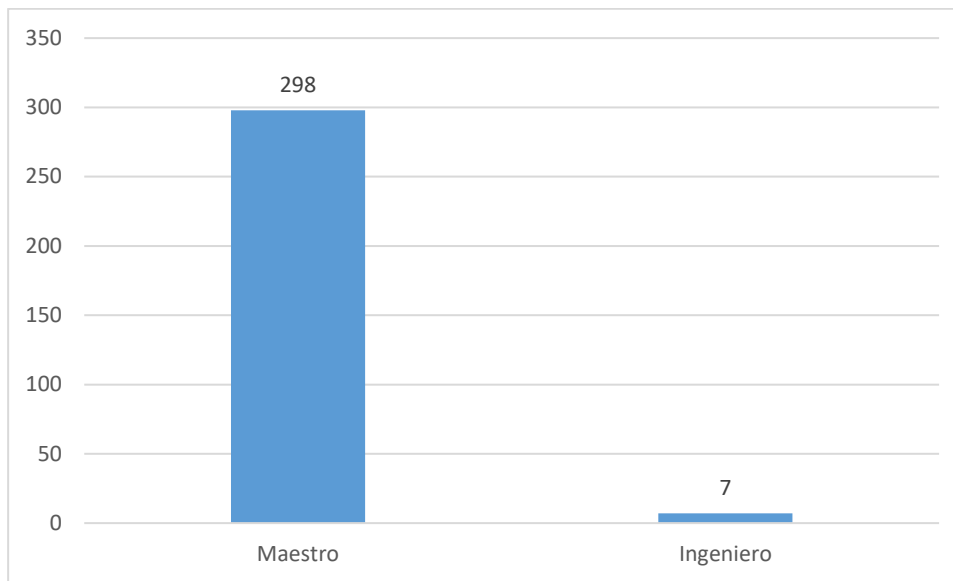
También se realizaron muretes reforzados con malla electrosoldada con un tarrajeo de espesor de 1 cm cuyos resultados fueron: 11.96, 10.89 y 11.72 kg/cm², obteniendo como promedio 11.52 kg/cm²



Resultados y discusión

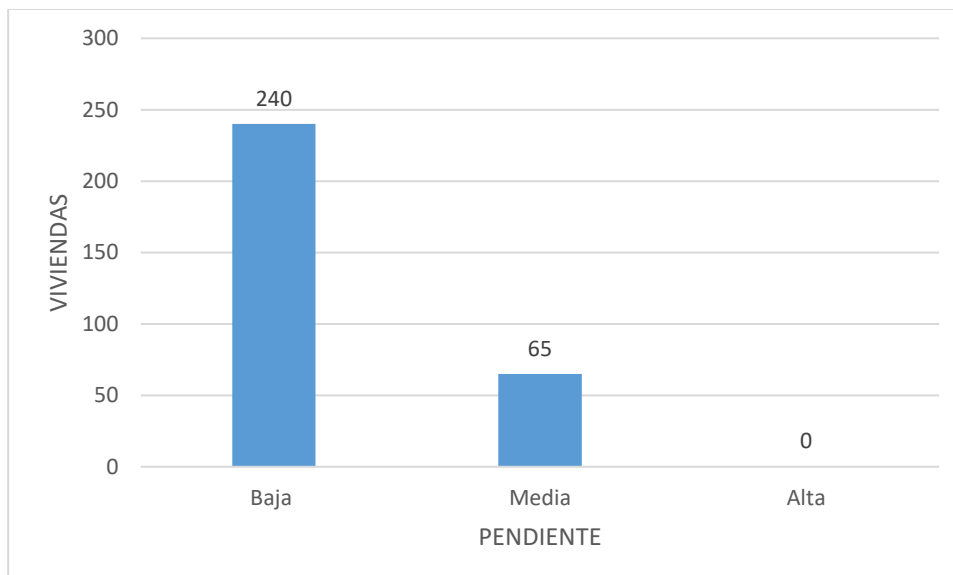
- 298 viviendas fueron realizadas sin la supervisión de un ingeniero al igual que no contaron con asesoría técnica en el diseño de las edificaciones.

TABLA XIX.
CONSTRUCCIÓN DE LAS VIVIENDAS



- Respecto al parámetro correspondiente a la pendiente de las viviendas que puedan presentar se tiene que 266 edificaciones presentan pendiente baja y 39 media y ninguna alta debido a que el lugar de estudio se encuentra en una zona costera.

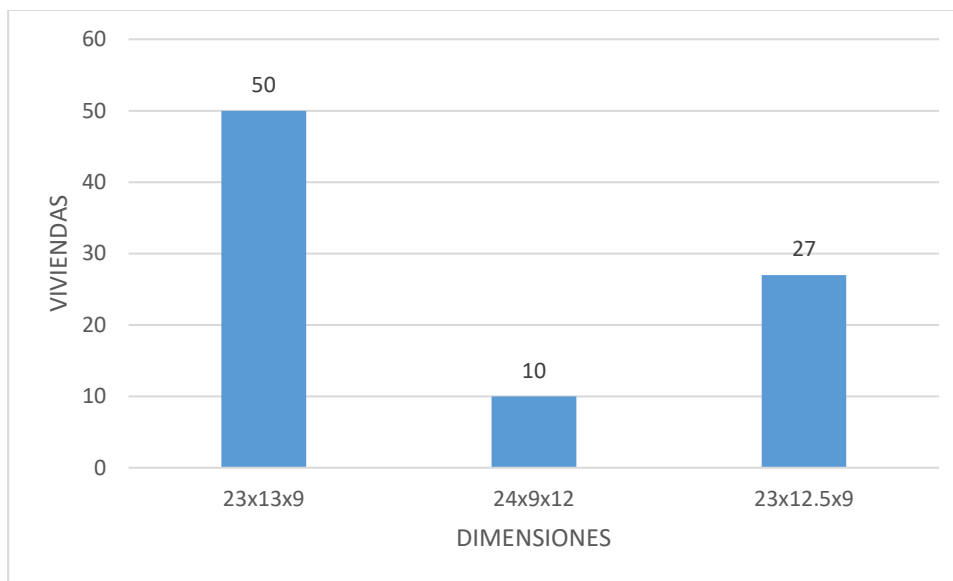
TABLA XX
PENDIENTES QUE PRESENTAN LAS VIVIENDAS



- En relación a la utilización del ladrillo industrial en las viviendas que fueron 87 de las 305 se destaca que la de mayor utilización es de 23x13x9 siendo esta con un total de 50 viviendas.

TABLA XXI

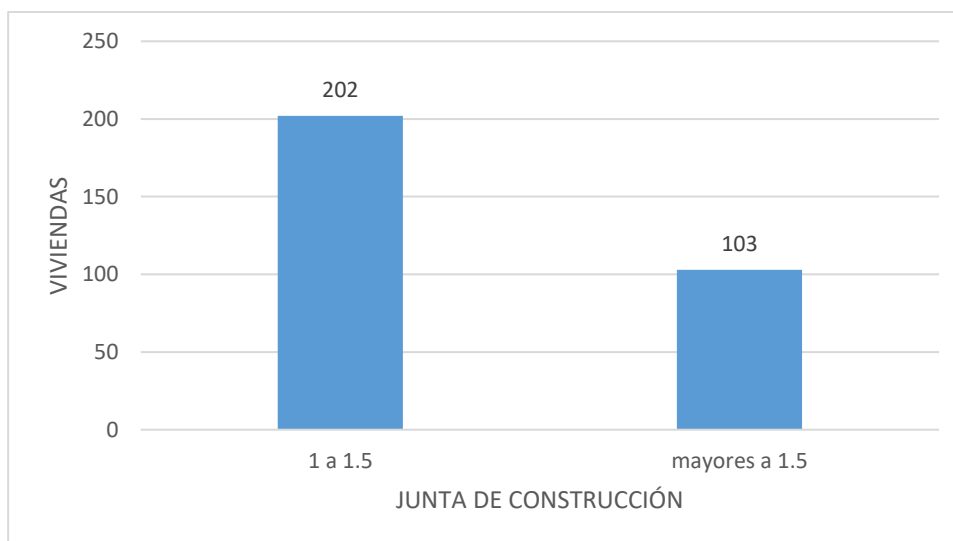
DIMENSIONES DE LADRILLO INDUSTRIAL



- Se puede apreciar que mayor al 50% de las viviendas presentan una adecuada junta de construcción.

TABLA XXII

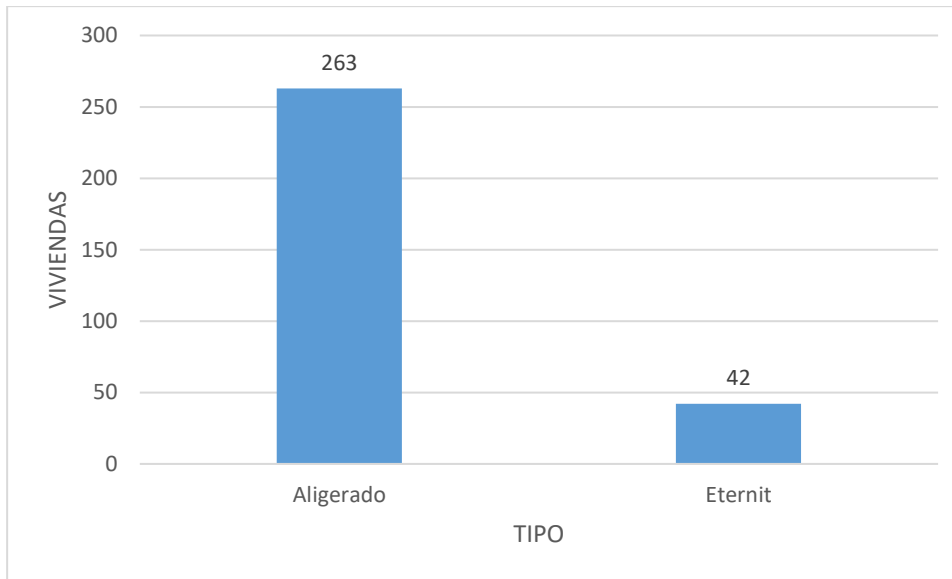
JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN EN LAS VIVIENDAS



- De las 305 viviendas 263 presentan un techo de losa aligerada lo que significa que si cumplen en su mayoría con el sistema de albañilería confinada.

TABLA XXIII

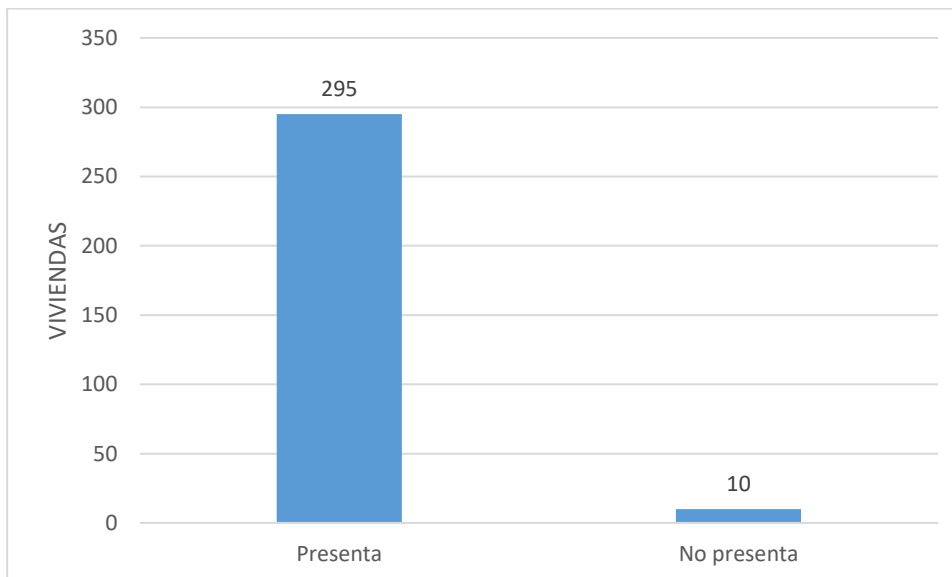
TIPOS DE TECHOS QUE PRESENTAN LAS VIVIENDAS



- En relación a la utilización de vigas en las viviendas, solo 10 no presentan debido a que el techo de estas es de Eternit y no de material de concreto.

TABLA XXIV

VIGAS



- El factor que mayor presenta las viviendas son la utilización del ladrillo artesanal y la menor es muros no aplomados.

TABLA XXV

FALLAS CONSTRUCTIVAS

FACTORES		VIVIENDAS
1	Ladrillo artesanal	218
2	Acero de refuerzo expuesto	210
3	Insuficiencia de juntas de construcción	103
4	Cangrejeras	78
5	Muros no aplomados	16
6	Muros picados	52
7	Muros sin confinar	105
8	Insuficiencia de junta sísmica	173
9	Tabiquería no arriostrada	23
10	Deficiente conexión entre muro y techo	42
11	Eflorescencia en muros	197
12	Humedad en muros y losas	162

- El suelo que presenta la zona de estudio, la cuál es el A.H. “Las Dunas”, Lambayeque, presenta una clasificación de arena pobremente graduada para ambas calicatas.

Descripción del suelo

Arena pobremente graduada

- Capacidad portante del suelo estudiado tanto para Calicata I y II se muestra en las siguientes tablas.

La capacidad admisible será:	0.9675	kg/cm ²
------------------------------	--------	--------------------

La capacidad admisible será:	0.9619	kg/cm ²
------------------------------	--------	--------------------

Al poseer una capacidad portante casi similares se entiende de un suelo homogéneo, por lo tanto, el suelo donde se han cimentado las viviendas de la zona de estudio se encuentra en un rango de 0.9 a 1 kg/cm². Además, que las calicatas se han efectuado en los extremos del área del A.H “Las Dunas”.

- Del ensayo de Variación Dimensional se obtuvo los siguientes porcentajes.

ESPECIMEN	LARGO (mm)					ANCHO (mm)					ALTO (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lprom	A1	A2	A3	A4	Aprom	H1	H2	H3	H4	Lprom
LA - 01	207.50	207.60	207.10	207.30	207.38	119.40	119.70	122.2	118.9	120.05	80.00	82.00	80.00	83.00	81.25
LA - 02	207.10	207.40	207.00	207.90	207.35	120.00	121.00	122.6	121.9	121.38	81.70	81.50	83.00	81.70	81.98
LA - 03	206.30	206.60	206.70	206.80	206.60	121.60	121.60	121.8	121.7	121.63	81.70	80.20	82.35	81.00	81.31

Medida Promedio(mm)	MP=	207.11	MP=	121.02	MP=	81.51
Medida Epecificada del Fabricante (mm)	ME=	210	ME=	120	ME=	80.00
Variación Dimensional (%)	V%=	1%	V%=	-1%	V%=	-2%

- Del ensayo de Alabeo se obtuvo los siguientes valores.

Muestras	Medida Cara superior (mm)			Medida Cara inferior (mm)		
	Convexidad		Concavidad	Convexidad		Concavidad
	Lado Izquierdo	Lado Derecho	Centro	Lado Izquierdo	Lado Derecho	Centro
LA-01	2.10	2.50		2.20	2.50	
LA-02	2.15	2.50				0.60
LA-03			2.30	2.00	1.60	
PROMEDIO (mm)	2.13	2.50	2.30	2.10	2.05	0.60

- Del ensayo de Compresión en ladrillo se obtuvo los siguientes resultados.

Muestras	Largo	Ancho	Area	Carga Soportada	Resistencia
LA-01	20.74 cm	12.01 cm	248.95 cm ²	8360.80 Kg	33.58 Kg/cm²
LA-02	20.71 cm	12.14 cm	251.37 cm ²	5217.80 Kg	20.76 Kg/cm²
LA-03	20.63 cm	12.16 cm	250.91 cm ²	6725.10 Kg	26.80 Kg/cm²

Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (kg/cm²)

f_b= **27.05 Kg/cm²**

Desviación estandar

σ= **6.42**

Resistencia característica de las unidades de albañilería (kg/cm²)

f'_b= **20.63 Kg/cm²**

- Del ensayo de Absorción se obtuvo los siguientes resultados.

Muestra	Peso Seco /(gr)	Peso Saturado (gr)	Absorción (%)
LA-01	3010.00	3720.00	23.59
LA-02	2880.00	3423.00	18.85
LA-03	2710.00	3225.00	19.00

Promedio= 20.48%

- Del ensayo de Compresión Axial de Pilas sin refuerzo (NTP 399.605) se obtuvo los siguientes resultados.

PILA	Ancho (cm)	Largo (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	CARGA MÁXIMA (kg/cm ²)	RESISTENCIA fm (kg/cm ²)	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA fmt (kg/cm ²)
1	12.09	20.47	28.3	247.38	8661.6	35.01	1.03	35.966
2	12.24	20.73	27.9	253.85	7799.2	30.72	1.03	31.658
3	12.28	20.63	27.70	253.39	9803.86	38.69	1.02	39.495
PROMEDIO								35.706

- Del ensayo de Compresión Axial de Pilas con refuerzo se obtuvo los siguientes resultados.

PILA	Ancho (cm)	Largo (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	CARGA MÁXIMA (kg/cm ²)	RESISTENCIA fm (kg/cm ²)	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA fmt (kg/cm ²)
1	14.00	21.02	29.0	294.35	11807.1	40.11	1.01	40.337
2	14.50	22.01	29.2	319.07	11123.7	34.86	1.00	34.918
3	14.05	21.51	29.28	302.29	11925.3	39.45	1.01	39.703
PROMEDIO								38.319

- Del ensayo de Compresión Diagonal en Muretes se obtuvo un valor promedio de las 3 muestras ensayadas de 5.61 kg/cm².

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	Murete - Patrón	21/10/2024	18/11/2024	28	600	610	147	85554	139949	0.53	5.40
02	Murete - Patrón	21/10/2024	18/11/2024	28	605	600	137	77953	122664	0.57	5.81
03	Murete - Patrón	21/10/2024	18/11/2024	28	610	615	140	83375	132811	0.55	5.61

- En la siguiente tabla se obtiene el valor promedio del ensayo de compresión diagonal en muretes con refuerzo, el cual es de 11.52 kg/cm².

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	Murete - Con refuerzo	21/10/2024	18/11/2024	28	685	698	154	105490	175030	1.17	11.96
02	Murete - Con refuerzo	21/10/2024	18/11/2024	28	680	703	149	101320	153026	1.07	10.89
03	Murete - Con refuerzo	21/10/2024	18/11/2024	28	690	700	150	103500	174970	1.15	11.72

- La densidad de los muros que presentan las viviendas analizadas se encontró que 121 tienen una adecuada densidad y 184 con inadecuada densidad.

DENSIDAD	
Viviendas	305
Adecuada	121
Inadecuada	184

- De las 305 viviendas 212 presentan muros inestables, 74 con algunos estables y 19 estructuras que todos sus tabiques son estables.

ESTABILIDAD AL VOLTEO	
Viviendas	305
Todos estables	19
Algunos estables	74
Todos inestables	212

- Las características constructivas de las viviendas arrojan que 227 son de regular calidad, 18 de mala calidad y unas 60 edificaciones de mala calidad.

FALLAS CONSTRUCTIVAS	
Viviendas	305
Regular	227
Mala	18
Buena	60

- En la siguiente tabla se presenta que un total de 186 viviendas presentan una vulnerabilidad alta, 98 una vulnerabilidad media y 21 estructuras con una vulnerabilidad sísmica baja.

VULNERABILIDAD SÍSMICA

Viviendas	305
ALTA	186
MEDIA	98
BAJA	21

- En la siguiente tabla respecto al peligro sísmico todas las viviendas analizadas presentan un nivel medio.

PELIGRO SÍSMICO	
Viviendas	305
Alto	0
Medio	305
Bajo	0

- Respecto al riesgo sísmico 186 casas presentan un índice alto y 119 medio.

RIESGO SÍSMICO	
Viviendas	305
Alto	186
Medio	119

- En la siguiente tabla se aprecia la densidad, estabilidad de muros al volteo y fallas constructivas que presentan las viviendas analizadas, además del índice de vulnerabilidad sísmica, peligro y riesgo sísmico.

Cod. Vivienda	DENSIDAD	ESTABILIDAD AL VOLTEO	FALLAS CONSTRUCTIVAS	VULNERABILIDAD	PELIGRO	RIESGO
V-01	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-02	Inadecuada	Todos inestables	Mala calidad	Alta	Medio	Alto
V-03	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-04	Inadecuada	Algunos estables	Mala calidad	Alta	Medio	Alto
V-05	Inadecuada	Todos inestables	Mala calidad	Alta	Medio	Alto
V-06	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-07	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-08	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-09	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-10	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-11	Inadecuada	Todos inestables	Mala calidad	Alta	Medio	Alto
V-12	Inadecuada	Todos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-13	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-14	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-15	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-16	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-17	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio

V-18	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-19	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-20	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-21	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-22	Adecuada	Todos inestables	Mala calidad	Media	Medio	Medio
V-23	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-24	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-25	Adecuada	Todos inestables	Mala calidad	Media	Medio	Medio
V-26	Inadecuada	Algunos estables	Mala calidad	Alta	Medio	Alto
V-27	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-28	Inadecuada	Todos inestables	Mala calidad	Alta	Medio	Alto
V-29	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-30	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-31	Inadecuada	Todos inestables	Mala calidad	Alta	Medio	Alto
V-32	Inadecuada	Algunos estables	Mala calidad	Alta	Medio	Alto
V-33	Inadecuada	Todos inestables	Mala calidad	Alta	Medio	Alto
V-34	Inadecuada	Algunos estables	Mala calidad	Alta	Medio	Alto
V-35	Inadecuada	Todos inestables	Mala calidad	Alta	Medio	Alto
V-36	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-37	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-38	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-39	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-40	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-41	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-42	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-43	Inadecuada	Todos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-44	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-45	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-46	Adecuada	Algunos estables	Regular calidad	Baja	Medio	Medio
V-47	Inadecuada	Algunos estables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-48	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-49	Adecuada	Algunos estables	Regular calidad	Baja	Medio	Medio
V-50	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-51	Inadecuada	Algunos estables	Buena calidad	Media	Medio	Medio
V-52	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-53	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-54	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-55	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-56	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-57	Inadecuada	Todos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-58	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-59	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-60	Inadecuada	Todos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-61	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio

V-62	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-63	Adecuada	Algunos estables	Buena calidad	Baja	Medio	Medio
V-64	Inadecuada	Todos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-65	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-66	Adecuada	Todos inestables	Buena calidad	Baja	Medio	Medio
V-67	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-68	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-69	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-70	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-71	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-72	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-73	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-74	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-75	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-76	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-77	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-78	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-79	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-80	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-81	Adecuada	Algunos estables	Regular calidad	Baja	Medio	Medio
V-82	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-83	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-84	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-85	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-86	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-87	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-88	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-89	Adecuada	Todos estables	Regular calidad	Baja	Medio	Medio
V-90	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-91	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-92	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-93	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-94	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-95	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-96	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-97	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-98	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-99	Adecuada	Todos inestables	Buena calidad	Baja	Medio	Medio
V-100	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-101	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-102	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-103	Inadecuada	Algunos estables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-104	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-105	Adecuada	Todos estables	Buena calidad	Baja	Medio	Medio
V-106	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio

V-107	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-108	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-109	Adecuada	Algunos estables	Buena calidad	Baja	Medio	Medio
V-110	Inadecuada	Algunos estables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-111	Inadecuada	Algunos estables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-112	Adecuada	Todos inestables	Buena calidad	Baja	Medio	Medio
V-113	Adecuada	Algunos estables	Buena calidad	Baja	Medio	Medio
V-114	Inadecuada	Todos inestables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-115	Inadecuada	Todos inestables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-116	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-117	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-118	Adecuada	Algunos estables	Buena calidad	Baja	Medio	Medio
V-119	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-120	Adecuada	Todos inestables	Buena calidad	Baja	Medio	Medio
V-121	Inadecuada	Algunos estables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-122	Inadecuada	Algunos estables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-123	Inadecuada	Algunos estables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-124	Adecuada	Todos inestables	Buena calidad	Baja	Medio	Medio
V-125	Inadecuada	Algunos estables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-126	Inadecuada	Algunos estables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-127	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-128	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-129	Inadecuada	Algunos estables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-130	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-131	Adecuada	Todos inestables	Mala calidad	Media	Medio	Medio
V-132	Inadecuada	Todos inestables	Mala calidad	Alta	Medio	Alto
V-133	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-134	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-135	Inadecuada	Algunos estables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-136	Adecuada	Algunos estables	Regular calidad	Baja	Medio	Medio
V-137	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-138	Adecuada	Todos inestables	Mala calidad	Media	Medio	Medio
V-139	Adecuada	Algunos estables	Buena calidad	Baja	Medio	Medio
V-140	Adecuada	Algunos estables	Regular calidad	Baja	Medio	Medio
V-141	Inadecuada	Todos inestables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-142	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-143	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-144	Inadecuada	Todos inestables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-145	Adecuada	Todos inestables	Buena calidad	Baja	Medio	Medio
V-146	Adecuada	Todos estables	Buena calidad	Baja	Medio	Medio
V-147	Adecuada	Todos inestables	Buena calidad	Baja	Medio	Medio
V-148	Inadecuada	Todos inestables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-149	Inadecuada	Todos estables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-150	Inadecuada	Todos estables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-151	Inadecuada	Algunos estables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto

V-152	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-153	Inadecuada	Todos inestables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-154	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-155	Inadecuada	Todos estables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-156	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-157	Inadecuada	Todos inestables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-158	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-159	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-160	Inadecuada	Todos inestables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-161	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-162	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-163	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-164	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-165	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-166	Inadecuada	Todos inestables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-167	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-168	Inadecuada	Todos inestables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-169	Inadecuada	Todos inestables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-170	Inadecuada	Todos inestables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-171	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-172	Inadecuada	Todos inestables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-173	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-174	Inadecuada	Todos inestables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-175	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-176	Inadecuada	Algunos estables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-177	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-178	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-179	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-180	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-181	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-182	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-183	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-184	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-185	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-186	Inadecuada	Todos inestables	Mala calidad	Alta	Medio	Alto
V-187	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-188	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-189	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-190	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-191	Inadecuada	Todos inestables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-192	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-193	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-194	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-195	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-196	Adecuada	Todos inestables	Buena calidad	Baja	Medio	Medio

V-197	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-198	Inadecuada	Algunos estables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-199	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-200	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-201	Inadecuada	Algunos estables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-202	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-203	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-204	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-205	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-206	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-207	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-208	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-209	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-210	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-211	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-212	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-213	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-214	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-215	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-216	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-217	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-218	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-219	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-220	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-221	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-222	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-223	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-224	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-225	Inadecuada	Todos inestables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-226	Adecuada	Algunos estables	Mala calidad	Media	Medio	Medio
V-227	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-228	Inadecuada	Todos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-229	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-230	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-231	Inadecuada	Todos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-232	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-233	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-234	Inadecuada	Todos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-235	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-236	Adecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-237	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-238	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-239	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-240	Inadecuada	Todos inestables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-241	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto

V-242	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-243	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-244	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-245	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-246	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-247	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-248	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-249	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-250	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-251	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-252	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-253	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-254	Inadecuada	Todos inestables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-255	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-256	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-257	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-258	Adecuada	Todos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-259	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-260	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-261	Inadecuada	Todos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-262	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-263	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-264	Inadecuada	Algunos estables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-265	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-266	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-267	Inadecuada	Todos inestables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-268	Inadecuada	Todos inestables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-269	Inadecuada	Todos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-270	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-271	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-272	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-273	Inadecuada	Todos inestables	Buena calidad	Alta	Medio	Alto
V-274	Inadecuada	Algunos estables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-275	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-276	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-277	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-278	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-279	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-280	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-281	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-282	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-283	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-284	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio
V-285	Inadecuada	Todos inestables	Regular calidad	Alta	Medio	Alto
V-286	Adecuada	Todos inestables	Regular calidad	Media	Medio	Medio

M1X	0.12	1.83	5.325	1189.08	1597.65	532.55	3319.28	1065.10	4384.38	1.99	3.11	4.77	Si cumple
M2X	0.12	2.96	4.716	1918.08	1414.83	471.61	3804.52	943.22	4747.74	1.34	3.11	4.77	Si cumple
M3X	0.12	2.45	3.164	1590.84	949.38	316.46	2856.68	632.92	3489.60	1.18	3.11	4.77	Si cumple
M4X	0.12	1.72	6.566	1117.80	1969.98	656.66	3744.44	1313.32	5057.76	2.44	3.11	4.77	Si cumple
M5X	0.12	2.53	8.317	1639.44	2495.25	831.75	4966.44	1663.50	6629.94	2.18	3.11	4.77	Si cumple
M6X	0.12	2.08	8.354	1349.14	2506.32	835.44	4690.90	1670.88	6361.78	2.55	3.11	4.77	Si cumple
M7X	0.12	2.11	6.141	1373.11	1842.39	614.13	3829.63	1228.26	5057.89	1.99	3.11	4.77	Si cumple

- Verificación de esfuerzo axial del primer piso en dirección Y

Muro	t	L	A.T (m2)	Peso propio muros (kg)	Peso Losa e=0.2 (kg)	Peso acabados de aligerado (kg)	Total carga muerta "PD" (kg)	Total carga viva "PL" (kg)	PD + PL (kg)	o'm: Esfuerzo axial actuante (kg/cm ²)	o'm: Esfuerzo axial admisible (kg/cm ²)	0.15* f'm (kg/cm ²)	ESTADO
M1Y	0.12	2.71	6.43	1752.84	1927.59	642.53	4322.96	1285.06	5608.02	1.73	3.11	4.77	Si cumple
M2Y	0.12	4.06	12.80	2627.64	3838.65	1279.55	7745.84	2559.10	10304.94	2.12	3.11	4.77	Si cumple
M3Y	0.12	2.71	1.65	1752.84	493.59	164.53	2410.96	329.06	2740.02	0.84	3.11	4.77	Si cumple
M4Y	0.12	2.85	2.74	1848.10	823.38	274.46	2945.94	548.92	3494.86	1.02	3.11	4.77	Si cumple
M5Y	0.12	2.85	0.32	1848.10	95.61	31.87	1975.58	63.74	2039.32	0.60	3.11	4.77	Si cumple
M6Y	0.12	3.4	9.31	2203.20	2791.89	930.63	5925.72	1861.26	7786.98	1.91	3.11	4.77	Si cumple
M7Y	0.12	3.4	2.83	2203.20	848.01	282.67	3333.88	565.34	3899.22	0.96	3.11	4.77	Si cumple
M8Y	0.12	2.48	4.03	1604.45	1209	403.00	3216.45	806.00	4022.45	1.35	3.11	4.77	Si cumple
M9Y	0.12	2.48	4.11	1604.45	1231.98	410.66	3247.09	821.32	4068.41	1.37	3.11	4.77	Si cumple
M10Y	0.12	3.5	10.38	2268	3113.28	1037.76	6419.04	2075.52	8494.56	2.02	3.11	4.77	Si cumple
M11Y	0.12	2.5	7.42	1620	2224.95	741.65	4586.60	1483.30	6069.90	2.02	3.11	4.77	Si cumple
M12Y	0.12	3.5	6.09	2268	1826.52	608.84	4703.36	1217.68	5921.04	1.41	3.11	4.77	Si cumple

- Verificación de esfuerzo axial del segundo piso en dirección X

Muro	t	L	A.T (m2)	Peso propio muros (kg)	Peso Losa e=0.2 (kg)	Peso acabados de aligerado (kg)	Total carga muerta "PD" (kg)	Total carga viva "PL" (kg)	PD + PL (kg)	o'm: Esfuerzo axial actuante (kg/cm ²)	o'm: Esfuerzo axial admisible (kg/cm ²)	0.15* f'm (kg/cm ²)	ESTADO
M1X	0.12	1.84	5.33	1109.81	1597.65	532.55	3240.01	532.55	3772.56	1.71	3.53	4.77	Si cumple
M2X	0.12	2.96	4.72	1790.21	1414.83	471.61	3676.65	471.61	4148.26	1.17	3.53	4.77	Si cumple
M3X	0.12	2.46	3.16	1484.78	949.38	316.46	2750.62	316.46	3067.08	1.04	3.53	4.77	Si cumple
M4X	0.12	1.73	6.57	1043.28	1969.98	656.66	3669.92	656.66	4326.58	2.09	3.53	4.77	Si cumple
M5X	0.12	2.53	8.32	1530.14	2495.25	831.75	4857.14	831.75	5688.89	1.87	3.53	4.77	Si cumple
M6X	0.12	2.08	8.35	1259.19	2506.32	835.44	4600.95	835.44	5436.39	2.18	3.53	4.77	Si cumple
M7X	0.12	2.12	6.14	1281.57	1842.39	614.13	3738.09	614.13	4352.22	1.71	3.53	4.77	Si cumple

- Verificación de esfuerzo axial del segundo piso en dirección Y

Muro	t	L	A.T (m ²)	Peso propio muros (kg)	Peso Losa e=0.2 (kg)	Peso acabados de aligerado (kg)	Total carga muerta "PD" (kg)	Total carga viva "PL" (kg)	PD + PL (kg)	o'm: Esfuerzo axial actuante (kg/cm ²)	o'm: Esfuerzo axial admisible (kg/cm ²)	0.15* f'm (kg/cm ²)	ESTADO
M1Y	0.12	2.71	6.43	1635.98	1927.59	642.53	4206.10	642.53	4848.63	1.49	3.53	4.77	Si cumple
M2Y	0.12	4.06	12.80	2452.46	3838.65	1279.55	7570.66	1279.55	8850.21	1.82	3.53	4.77	Si cumple
M3Y	0.12	2.71	1.65	1635.98	493.59	164.53	2294.10	164.53	2458.63	0.76	3.53	4.77	Si cumple
M4Y	0.12	2.85	2.74	1724.89	823.38	274.46	2822.73	274.46	3097.19	0.90	3.53	4.77	Si cumple
M5Y	0.12	2.85	0.32	1724.89	95.61	31.87	1852.37	31.87	1884.24	0.55	3.53	4.77	Si cumple
M6Y	0.12	3.40	9.31	2056.32	2791.89	930.63	5778.84	930.63	6709.47	1.64	3.53	4.77	Si cumple
M7Y	0.12	3.40	2.83	2056.32	848.01	282.67	3187.00	282.67	3469.67	0.85	3.53	4.77	Si cumple
M8Y	0.12	2.48	4.03	1497.48	1209.00	403.00	3109.48	403.00	3512.48	1.18	3.53	4.77	Si cumple
M9Y	0.12	2.48	4.11	1497.48	1231.98	410.66	3140.12	410.66	3550.78	1.20	3.53	4.77	Si cumple
M10Y	0.12	3.50	10.38	2116.80	3113.28	1037.76	6267.84	1037.76	7305.60	1.74	3.53	4.77	Si cumple
M11Y	0.12	2.50	7.42	1512.00	2224.95	741.65	4478.60	741.65	5220.25	1.74	3.53	4.77	Si cumple
M12Y	0.12	3.50	6.09	2116.80	1826.52	608.84	4552.16	608.84	5161.00	1.23	3.53	4.77	Si cumple

- Verificación de fisuración y agrietamiento de muros del primer piso en la dirección X

Muro	V'm (kg/cm ²)	t (m)	L (m)	Ve (kg)	α	α . asu m	Pg	Vm	0.55*Vm	Vm1/Vel (calculado)	Vm1/Vel1 (asumido)	Vu (kg)	Verificación	Verificación
M1X	3.65	0.12	1.84	20907.88	1.13	1	6139.4	5,434.39	2,988.91	0.26	2	41,815.76	Si Fis	Si Agrietam
M2X	3.65	0.12	2.96	36735.64	1.79	1	8174.3	8,368.42	4,602.63	0.23	2	73,471.28	Si Fis	Si Agrietam
M3X	3.65	0.12	2.46	20631.85	1.22	1	7587.5	7,126.48	3,919.56	0.35	2	41,263.70	Si Fis	Si Agrietam
M4X	3.65	0.12	1.73	18293.87	1.07	1	11417.3	6,407.17	3,523.95	0.35	2	36,587.74	Si Fis	Si Agrietam
M5X	3.65	0.12	2.53	25119.47	1.39	1	7922.7	7,367.98	4,052.39	0.29	2	50,238.94	Si Fis	Si Agrietam
M6X	3.65	0.12	2.08	23345.43	1.28	1	8312.0	6,475.51	3,561.53	0.28	2	46,690.86	Si Fis	Si Agrietam
M7X	3.65	0.12	2.12	23759.55	1.21	1	10925.8	7,157.77	3,936.77	0.30	2	47,519.10	Si Fis	Si Agrietam

- Verificación de fisuración y agrietamiento de muros del primer piso en la dirección Y

Muro	V'm (kg/cm ²)	t (m)	L (m)	Ve (kg)	α	α . asu m	Pg	Vm	0.55*Vm	Vm1/Vel (calculado)	Vm1/Vel1 (asumido)	Vu (kg)	Verificación	Verificación
M1Y	3.65	0.12	2.71	15709.2	1.7	1	10,052.1	8,241.3	4,532.7	0.5	2	31,418.3	Si Fis	Si Agrietam
M2Y	3.65	0.12	4.06	17279.5	1.7	1	21,137.4	13,750.2	7,562.6	0.8	2	34,559.0	Si Fis	Si Agrietam
M3Y	3.65	0.12	2.71	16541.0	1.7	1	4,986.6	7,076.3	3,891.9	0.4	2	33,081.9	Si Fis	Si Agrietam
M4Y	3.65	0.12	2.85	17504.0	1.9	1	8,881.9	8,294.4	4,561.9	0.5	2	35,008.0	Si Fis	Si Agrietam

M5Y	3.65	0.12	2.85	18296.4	1.9	1	4,690.5	7,330.4	4,031.7	0.4	2	36,592.7	Si Fis	Si Agrietam
M6Y	3.65	0.12	3.40	21078.4	2.3	1	10,484.0	9,864.1	5,425.3	0.5	2	42,156.7	Si Fis	Si Agrietam
M7Y	3.65	0.12	3.40	21987.3	2.3	1	7,077.5	9,080.6	4,994.3	0.4	2	43,974.6	Si Fis	Si Agrietam
M8Y	3.65	0.12	2.48	15055.4	1.6	1	7,492.3	7,150.6	3,932.8	0.5	2	30,110.8	Si Fis	Si Agrietam
M9Y	3.65	0.12	2.48	15775.1	1.6	1	6,019.4	6,811.8	3,746.5	0.4	2	31,550.2	Si Fis	Si Agrietam
M10X	3.65	0.12	3.50	20472.8	2.2	1	10,476.5	10,081.6	5,544.9	0.5	2	40,945.6	Si Fis	Si Agrietam
M11Y	3.65	0.12	2.50	10129.1	1.3	1	13,237.8	8,524.7	4,688.6	0.8	2	20,258.1	Si Fis	Si Agrietam
M12Y	3.65	0.12	3.50	21444.7	2.2	1	8,918.9	9,723.4	5,347.8	0.5	2	42,889.5	Si Fis	Si Agrietam

- Verificación de fisuración y agrietamiento de muros del segundo piso en la dirección

X

Muro	V'm (kg/cm ²)	t (m)	L (m)	Ve (kg)	α	α . asu m	Pg	Vm	0.55*Vm	Vm1/Ve1 (calculado)	Vm1/Ve1 (asumido)	Vu (kg)	Verificación	Verificación
M1X	3.65	0.12	1.84	10910.6	1.4	1	1007.0	4253.9	2339.7	0.4	2	21821.3	Si Fis	Si Agrietam
M2X	3.65	0.12	2.96	23139.0	2.0	1	1786.8	6899.3	3794.6	0.3	2	46278.1	Si Fis	Si Agrietam
M3X	3.65	0.12	2.46	4598.0	2.5	1	1859.2	5809.0	3194.9	1.3	2	9195.9	Si Fis	Si Agrietam
M4X	3.65	0.12	1.73	10064.9	1.3	1	1286.0	4077.0	2242.3	0.4	2	20129.7	Si Fis	Si Agrietam
M5X	3.65	0.12	2.53	10773.8	1.9	1	2564.7	6135.7	3374.6	0.6	2	21547.6	Si Fis	Si Agrietam
M6X	3.65	0.12	2.08	13994.1	1.5	1	1208.3	4841.6	2662.9	0.3	2	27988.2	Si Fis	Si Agrietam
M7X	3.65	0.12	2.12	17108.7	1.5	1	1475.2	4984.1	2741.3	0.3	2	34217.3	Si Fis	Si Agrietam

- Verificación de fisuración y agrietamiento de muros del segundo piso en la dirección

Y

Muro	V'm (kg/cm ²)	t (m)	L (m)	Ve (kg)	α	α . asu m	Pg	Vm	0.55*Vm	Vm1/Ve1 (calculado)	Vm1/Ve1 (asumido)	Vu (kg)	Verificación	Verificación
M1Y	3.65	0.12	2.71	8629.0	1.9	1.0	4934.4	7064.3	3885.4	0.8	2.0	17258.0	Si Fis	Si Agrietam
M2Y	3.65	0.12	4.06	3319.0	4.0	1.0	10028.2	11195.0	6157.3	3.4	3.0	9956.9	Si Fis	Si Agrietam
M3Y	3.65	0.12	2.71	9312.1	1.9	1.0	2286.2	6455.2	3550.3	0.7	2.0	18624.2	Si Fis	Si Agrietam
M4Y	3.65	0.12	2.85	11060.8	2.0	1.0	4257.5	7230.8	3976.9	0.7	2.0	22121.5	Si Fis	Si Agrietam
M5Y	3.65	0.12	2.85	11666.5	2.0	1.0	2198.0	6757.1	3716.4	0.6	2.0	23333.1	Si Fis	Si Agrietam
M6Y	3.65	0.12	3.40	13807.5	2.4	1.0	4849.0	8568.1	4712.4	0.6	2.0	27614.9	Si Fis	Si Agrietam
M7Y	3.65	0.12	3.40	14320.0	2.4	1.0	3354.6	8224.3	4523.4	0.6	2.0	28639.9	Si Fis	Si Agrietam
M8Y	3.65	0.12	2.48	9425.6	1.8	1.0	3375.7	6203.8	3412.1	0.7	2.0	18851.2	Si Fis	Si Agrietam
M9Y	3.65	0.12	2.48	9887.6	1.8	1.0	2912.7	6097.3	3353.5	0.6	2.0	19775.1	Si Fis	Si Agrietam
M10X	3.65	0.12	3.50	11639.5	2.5	1.0	5281.4	8886.7	4887.7	0.8	2.0	23279.0	Si Fis	Si Agrietam
M11Y	3.65	0.12	2.50	2900.3	2.2	1.0	6269.4	6922.0	3807.1	2.4	2.4	6922.0	Si Fis	Si Agrietam
M12Y	3.65	0.12	3.50	12187.4	2.5	1.0	4345.7	8671.5	4769.3	0.7	2.0	24374.8	Si Fis	Si Agrietam

M1X	0.15	1.84	5.33	1486.35	1597.65	532.55	3616.55	1065.10	2894.87	1.05	5.16	5.75	Si cumple
M2X	0.15	2.96	4.72	2397.60	1414.83	471.61	4284.04	943.22	4981.61	1.12	5.16	5.75	Si cumple
M3X	0.15	2.46	3.16	1988.55	949.38	316.46	3254.39	632.92	6404.75	1.74	5.16	5.75	Si cumple
M4X	0.15	1.73	6.57	1397.25	1969.98	656.66	4023.89	1313.32	3512.48	1.36	5.16	5.75	Si cumple
M5X	0.15	2.53	8.32	2049.30	2495.25	831.75	5376.30	1663.50	6134.77	1.62	5.16	5.75	Si cumple
M6X	0.15	2.08	8.35	1686.42	2506.32	835.44	5028.18	1670.88	3610.77	1.16	5.16	5.75	Si cumple
M7X	0.15	2.12	6.14	1716.39	1842.39	614.13	4172.91	1228.26	3500.50	1.10	5.16	5.75	Si cumple

- Verificación de esfuerzo axial de muros reforzado con malla electrosoldada del primer piso en dirección Y

Muro	t	L	A.T (m2)	Peso propio muros (kg)	Peso Losa e=0.2 (kg)	Peso acabados de aligerado (kg)	Total carga muerta "PD" (kg)	Total carga viva "PL" (kg)	PD + PL (kg)	o'm: Esfuerzo axial actuante (kg/cm ²)	o'm: Esfuerzo axial admisible (kg/cm ²)	0.15* f'm (kg/cm ²)	ESTADO
M1Y	0.15	2.71	6.43	2191.05	1927.59	642.53	4761.17	1285.06	3226.85	0.80	5.16	5.75	Si cumple
M2Y	0.15	4.06	12.80	3284.55	3838.65	1279.55	8402.75	2559.10	12427.17	2.04	5.16	5.75	Si cumple
M3Y	0.15	2.71	1.65	2191.05	493.59	164.53	2849.17	329.06	2527.90	0.62	5.16	5.75	Si cumple
M4Y	0.15	2.85	2.74	2310.12	823.38	274.46	3407.96	548.92	3628.52	0.85	5.16	5.75	Si cumple
M5Y	0.15	2.85	0.32	2310.12	95.61	31.87	2437.60	63.74	2673.52	0.62	5.16	5.75	Si cumple
M6Y	0.15	3.40	9.31	2754.00	2791.89	930.63	6476.52	1861.26	4073.64	0.80	5.16	5.75	Si cumple
M7Y	0.15	3.40	2.83	2754.00	848.01	282.67	3884.68	565.34	3292.43	0.65	5.16	5.75	Si cumple
M8Y	0.15	2.48	4.03	2005.56	1209.00	403.00	3617.56	806.00	2720.60	0.73	5.16	5.75	Si cumple
M9Y	0.15	2.48	4.11	2005.56	1231.98	410.66	3648.20	821.32	2528.36	0.68	5.16	5.75	Si cumple
M10Y	0.15	3.50	10.38	2835.00	3113.28	1037.76	6986.04	2075.52	3482.72	0.66	5.16	5.75	Si cumple
M11Y	0.15	2.50	7.42	2025.00	2224.95	741.65	4991.60	1483.30	4925.52	1.31	5.16	5.75	Si cumple
M12Y	0.15	3.50	6.09	2835.00	1826.52	608.84	5270.36	1217.68	3521.43	0.67	5.16	5.75	Si cumple

- Verificación de esfuerzo axial de muros reforzado con malla electrosoldada del segundo piso en dirección X

Muro	t	L	A.T (m2)	Peso propio muros (kg)	Peso Losa e=0.2 (kg)	Peso acabados de aligerado (kg)	Total carga muerta "PD" (kg)	Total carga viva "PL" (kg)	PD + PL (kg)	o'm: Esfuerzo axial actuante (kg/cm ²)	o'm: Esfuerzo axial admisible (kg/cm ²)	0.15* f'm (kg/cm ²)	ESTADO
M1X	0.15	1.84	5.33	1387.26	1597.65	532.55	3517.46	532.55	1056.33	0.38	5.48	5.75	Si cumple
M2X	0.15	2.96	4.72	2237.76	1414.83	471.61	4124.20	471.61	1896.75	0.43	5.48	5.75	Si cumple
M3X	0.15	2.46	3.16	1855.98	949.38	316.46	3121.82	316.46	1974.24	0.54	5.48	5.75	Si cumple
M4X	0.15	1.73	6.57	1304.10	1969.98	656.66	3930.74	656.66	1414.40	0.55	5.48	5.75	Si cumple
M5X	0.15	2.53	8.32	1912.68	2495.25	831.75	5239.68	831.75	2778.46	0.73	5.48	5.75	Si cumple
M6X	0.15	2.08	8.35	1573.99	2506.32	835.44	4915.75	835.44	1277.44	0.41	5.48	5.75	Si cumple
M7X	0.15	2.12	6.14	1601.96	1842.39	614.13	4058.48	614.13	1604.47	0.50	5.48	5.75	Si cumple

- Verificación de esfuerzo axial de muros reforzado con malla electrosoldada del segundo piso en dirección Y

Muro	t	L	A.T (m ²)	Peso propio muros (kg)	Peso Losa e=0.2 (kg)	Peso acabados de aligerado (kg)	Total carga muerta "PD" (kg)	Total carga viva "PL" (kg)	PD + PL (kg)	o'm: Esfuerzo axial actuante (kg/cm ²)	o'm: Esfuerzo axial admisible (kg/cm ²)	0.15* f'm (kg/cm ²)	ESTADO
M1Y	0.15	2.71	6.43	2044.98	1927.59	642.53	4615.10	642.53	1800.61	0.44	5.48	5.75	Si cumple
M2Y	0.15	4.06	12.80	3065.58	3838.65	1279.55	8183.78	1279.55	5319.67	0.87	5.48	5.75	Si cumple
M3Y	0.15	2.71	1.65	2044.98	493.59	164.53	2703.10	164.53	1432.56	0.35	5.48	5.75	Si cumple
M4Y	0.15	2.85	2.74	2156.11	823.38	274.46	3253.95	274.46	1888.75	0.44	5.48	5.75	Si cumple
M5Y	0.15	2.85	0.32	2156.11	95.61	31.87	2283.59	31.87	1526.16	0.36	5.48	5.75	Si cumple
M6Y	0.15	3.40	9.31	2570.40	2791.89	930.63	6292.92	930.63	2238.43	0.44	5.48	5.75	Si cumple
M7Y	0.15	3.40	2.83	2570.40	848.01	282.67	3701.08	282.67	1872.42	0.37	5.48	5.75	Si cumple
M8Y	0.15	2.48	4.03	1871.86	1209.00	403.00	3483.86	403.00	1511.74	0.41	5.48	5.75	Si cumple
M9Y	0.15	2.48	4.11	1871.86	1231.98	410.66	3514.50	410.66	1423.29	0.38	5.48	5.75	Si cumple
M10Y	0.15	3.50	10.38	2646.00	3113.28	1037.76	6797.04	1037.76	1999.88	0.38	5.48	5.75	Si cumple
M11Y	0.15	2.50	7.42	1890.00	2224.95	741.65	4856.60	741.65	1402.85	0.37	5.48	5.75	Si cumple
M12Y	0.15	3.50	6.09	2646.00	1826.52	608.84	5081.36	608.84	2017.31	0.38	5.48	5.75	Si cumple

- Verificación de fisuración y agrietamiento de muros reforzado del primer piso en la dirección X

Muro	V'm (kg/cm ²)	t (m)	L (m)	Ve (kg)	α	α . asu m	Pg	Vm	0.55*Vm	Vm1 /Ve1 (calculado)	Vm1 /Ve1 (asumido)	Vu (kg)	Verificación	Verificación
M1X	11.52	0.15	1.84	14589.0	1.1	1	8549.8	17,820.9	9,801.5	1.2	2	29,177.9	Si Fis	Si Agrietam
M2X	11.52	0.15	2.96	27149.3	1.7	1	11921.6	28,316.4	15,574.0	1.0	2	54,298.6	Si Fis	Si Agrietam
M3X	11.52	0.15	2.46	14601.2	1.2	1	11475.5	23,850.6	13,117.8	1.6	2	29,202.4	Si Fis	Si Agrietam
M4X	11.52	0.15	1.73	13143.1	1.0	1	17378.6	18,901.1	10,395.6	1.4	2	26,286.2	Si Fis	Si Agrietam
M5X	11.52	0.15	2.53	19000.4	1.3	1	12080.0	24,637.6	13,550.7	1.3	2	38,000.9	Si Fis	Si Agrietam
M6X	11.52	0.15	2.08	17569.4	1.2	1	12974.3	20,972.6	11,534.9	1.2	2	35,138.8	Si Fis	Si Agrietam
M7X	11.52	0.15	2.12	19202.0	1.2	1	16111.4	22,013.8	12,107.6	1.1	2	38,403.9	Si Fis	Si Agrietam

- Verificación de fisuración y agrietamiento de muros reforzado del primer piso en la dirección Y

Muro	V'm (kg/cm ²)	t (m)	L (m)	Ve (kg)	α	α . asu m	Pg	Vm	0.55*Vm	Vm1 /Ve1 (calculado)	Vm1 /Ve1 (asumido)	Vu (kg)	Verificación	Verificación
M1Y	11.52	0.15	2.71	11429.4	1.7	1	16496.0	27165.3	14940.9	2.4	2.4	27165.3	No Fis	No Agrietam
M2Y	11.52	0.15	4.06	12178.3	1.6	1	31726.3	42332.2	23282.7	3.5	3.0	36535.0	No Fis	No Agrietam
M3Y	11.52	0.15	2.71	11696.7	1.7	1	7311.8	25052.9	13779.1	2.1	2.1	25052.9	No Fis	No Agrietam
M4Y	11.52	0.15	2.85	12866.4	1.9	1	14563.8	27991.0	15395.0	2.2	2.2	27991.0	No Fis	No Agrietam
M5Y	11.52	0.15	2.85	13058.2	1.9	1	7144.6	26284.5	14456.5	2.0	2.0	26284.5	No Fis	No Agrietam

M6Y	11.52	0.15	3.40	15613.7	2.3	1	16621.3	33198.9	18259.4	2.1	2.1	33198.9	No Fis	No Agrietam
M7Y	11.52	0.15	3.40	15735.1	2.3	1	10742.7	31846.8	17515.8	2.0	2.0	31846.8	No Fis	No Agrietam
M8Y	11.52	0.15	2.48	11099.3	1.6	1	11712.9	24086.6	13247.6	2.2	2.2	24086.6	No Fis	No Agrietam
M9Y	11.52	0.15	2.48	11254.1	1.6	1	9294.6	23530.4	12941.7	2.1	2.1	23530.4	No Fis	No Agrietam
M10X	11.52	0.15	3.50	14934.8	2.2	1	15263.3	33750.6	18562.8	2.3	2.3	33750.6	No Fis	No Agrietam
M11Y	11.52	0.15	2.50	7276.6	1.3	1	19605.5	26109.3	14360.1	3.6	3.0	21829.7	No Fis	No Agrietam
M12Y	11.52	0.15	3.50	15137.4	2.2	1	13603.1	33368.7	18352.8	2.2	2.2	33368.7	No Fis	No Agrietam

- Verificación de fisuración y agrietamiento de muros reforzado del segundo piso en la dirección X

Muro	V'm (kg/cm ²)	t (m)	L (m)	Ve (kg)	α	α . asu m	Pg	Vm	0.55*Vm	Vm1 /Ve1 (calculado)	Vm1 /Ve1 (asumido)	Vu (kg)	Verificación	Verificación
M1X	11.52	0.15	1.84	7520.0	1.4	1	4785.7	16955.1	10173.1	2.3	2.3	16955.1	No Fis	No Agrietam
M2X	11.52	0.15	2.96	18025.1	2.0	1	5625.2	26868.2	14777.5	1.5	2.0	36050.1	Si Fis	Si Agrietam
M3X	11.52	0.15	2.46	2916.0	2.2	1	5170.0	22400.3	12320.2	7.7	3.0	8747.9	No Fis	No Agrietam
M4X	11.52	0.15	1.73	7077.1	1.3	1	7521.7	16634.0	9148.7	2.4	2.4	16634.0	No Fis	No Agrietam
M5X	11.52	0.15	2.53	7962.6	1.9	1	6197.1	23284.5	12806.5	2.9	2.9	23284.5	No Fis	No Agrietam
M6X	11.52	0.15	2.08	10503.8	1.5	1	5435.7	19238.7	10581.3	1.8	2.0	21007.6	No Fis	Si Agrietam
M7X	11.52	0.15	2.12	12654.9	1.5	1	8513.2	20266.2	11146.4	1.6	2.0	25309.7	Si Fis	Si Agrietam

- Verificación de fisuración y agrietamiento de muros reforzado del segundo piso en la dirección Y

Muro	V'm (kg/cm ²)	t (m)	L (m)	Ve (kg)	α	α . asu m	Pg	Vm	0.55*Vm	Vm1 /Ve1 (calculado)	Vm1 /Ve1 (asumido)	Vu (kg)	Verificación	Verificación
M1Y	11.52	0.15	2.71	6239.8	1.9	1	7,308.6	25,052.2	13,778.7	4.0	3.00	18,719.3	No Fis	No Agrietam
M2Y	11.52	0.15	4.06	1850.3	3.2	1	13,558.8	38,153.7	20,984.5	20.6	3.00	5,550.9	No Fis	No Agrietam
M3Y	11.52	0.15	2.71	6371.7	1.9	1	3,538.5	24,185.0	13,301.8	3.8	3.00	19,115.2	No Fis	No Agrietam
M4Y	11.52	0.15	2.85	8300.4	2.0	1	6,419.3	26,117.7	14,364.7	3.1	3.00	24,901.2	No Fis	No Agrietam
M5Y	11.52	0.15	2.85	8275.8	2.0	1	3,619.2	25,473.7	14,010.5	3.1	3.00	24,827.5	No Fis	No Agrietam
M6Y	11.52	0.15	3.40	10603.5	2.4	1	7,610.3	31,126.4	17,119.5	2.9	2.94	31,126.4	No Fis	No Agrietam
M7Y	11.52	0.15	3.40	10257.8	2.4	1	5,541.5	30,650.5	16,857.8	3.0	2.99	30,650.5	No Fis	No Agrietam
M8Y	11.52	0.15	2.48	7144.1	1.8	1	5,009.8	22,544.9	12,399.7	3.2	3.00	21,432.4	No Fis	No Agrietam
M9Y	11.52	0.15	2.48	7004.9	1.8	1	4,328.2	22,388.1	12,313.5	3.2	3.00	21,014.8	No Fis	No Agrietam
M10X	11.52	0.15	3.50	8498.5	2.4	1	7,707.3	32,012.7	17,607.0	3.8	3.00	25,495.6	No Fis	No Agrietam
M11Y	11.52	0.15	2.50	1686.3	2.2	1	8,138.5	23,471.9	12,909.5	13.9	3.00	5,058.9	No Fis	No Agrietam
M12Y	11.52	0.15	3.50	8271.1	2.4	1	6,700.0	31,781.0	17,479.5	3.8	3.00	24,813.3	No Fis	No Agrietam

- Verificación de resistencia al corte de la vivienda reforzada

Primer Piso

SISMO

$\Sigma Vm =$

511,230.00

VE=

169,711.56

OK

Segundo Piso**SISMO** $\Sigma Vm =$

478,604.84

VE=

80,337.64

OK

Discusiones

La presente investigación tiene como finalidad determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en el A.H. “Las dunas” en la provincia de Lambayeque.

Y al contrastar con los resultados de otras investigaciones, así como normativas peruanas se puede llegar a concluir que:

- Los resultados de esta investigación, la cual se obtuvo un 60.98% de vulnerabilidad alta, un 32.13 % de vulnerabilidad media y por último un 6.89% de vulnerabilidad baja; se obtiene que prevalece el rango de vulnerabilidad alta. En comparación con un estudio previo [11] realizado a las viviendas del distrito de Mórrope presenta como resultado un rango de vulnerabilidad sísmica media con un porcentaje del 90.55%, mientras que un 2.43 % presentan una vulnerabilidad alta y un 2.02% se encuentran en el rango de vulnerabilidad baja. Con ello se puede inferir que las viviendas de albañilería construidas en la costa son vulnerables ante la presencia de un sismo.
- En la presente tesis se utilizó una ficha de recolección de datos basado en otra investigación [4], la cual está adecuada a un formato de una investigación previa [1] que plantea una ficha de encuesta para recaudar datos de las viviendas de albañilería confinada. Debido a que presenta un mayor control y valorización de fallas que presentan las viviendas para un mejor resultado de vulnerabilidad.
- El estudio realizado por el Instituto Nacional de Defensa Civil acerca de la elaboración de Mapa de Peligros de la ciudad de Lambayeque, en el hallazgo de la capacidad portante del suelo y su clasificación, el A.H Las Dunas se encuentra en un rango de 0.5 a 1.0 kg/cm² y una arena pobremente graduada (SP) respectivamente. Comparando con los resultados de la presente tesis mediante la realización de dos calicatas y el ensayo de Clasificación unificada de suelos (SUCS) presenta un suelo de clasificación de arena pobremente graduada (SP) con una capacidad portante promedio de 0.96 kg/cm². Obteniendo así datos similares con el estudio antes mencionado además de que el suelo no es adecuado para construir viviendas de albañilería confinada sin antes realizar un tratamiento del suelo ya que las arenas pobremente graduadas presentan limitaciones para la construcción.
- Con respecto al ensayo de Compresión Axial de Pilas, se elaboraron muestras con refuerzo, utilizando una malla electrosoldada, como sin refuerzo. La cuales fueron

realizadas siguiendo los lineamientos de la NTP 399.605 dando como resultados: 38.319 kg/cm² para muestras con refuerzo y 31.781 kg/cm² para sin refuerzo. En contraste con los datos de la norma [8], la cual indica que la resistencia es de 35 kg/cm² para pilas de ladrillo artesanal. Señalando así, que el ladrillo utilizado en la investigación no cumple con la resistencia especificada en el reglamento para ladrillo artesanal cuyo valor mínimo es de 55 kg/cm² y se puede asumir que esa variación es a causa de que no ha tenido una cocción uniforme en su elaboración ya que su ensayo a compresión llega a un promedio de 20.63 kg/cm², estando por debajo de lo estipulado normativamente, además de que ha tenido un proceso de fabricación donde no existe control de calidad.

- La normativa peruana [8] señala que, para el Ensayo de Compresión Diagonal en Muretes utilizando ladrillo artesanal la resistencia es de 5.1 kg/cm². Y los resultados de la presente investigación al ensayar las muestras arroja un valor promedio de 3.65 kg/cm²; lo que evidencia que las unidades de ladrillos artesanales empleados no cumplen con los estándares de calidad señalados en la norma. Asimismo, se realizaron muestras con refuerzo de malla electrosoldada con un valor de resistencia a la compresión diagonal de 11.52 kg/cm², indicando una mayor capacidad de resistencia al corte respecto al valor antes mencionado.
- En la presente tesis respecto al análisis sobre densidad de muros se tiene que el 39.67 % presentan una adecuada densidad mientras que el 60.33% hace referencia a una inadecuada densidad, y de este último porcentaje el 100% de los muros de las viviendas en el eje X no cumplen con la densidad. Comparando con una investigación previa [2] cuyos resultados son un 56.67% con una densidad adecuada y el 43.33% con una densidad inadecuada y solo satisface la densidad en la dirección perpendicular a la calle. Con estos resultados se puede inferir que debido a las malas prácticas constructivas solo colocan muros portantes al perímetro de la vivienda mientras que al interior colocan tabiques en lugar de muros portantes.
- De las 305 viviendas analizadas el 69.51% poseen tabiques inestables, el 24.26% presenta algunos tabiques estables y el 6.23% cuentan con estabilidad. Donde la causa de mayor inestabilidad se origina porque los tabiques o parapetos no se encuentran arriostrados en sus 4 lados.
- En la investigación se analizó las características constructivas que presentan las viviendas y se halló que el 74.43% califica como regular, el 19.67% como buena y el

5.90% califica como mala. Estos resultados se deben a que las edificaciones presentan un número significativo de fallas debido a que han sido construidas sin la supervisión de algún personal especializado, además de la utilización de materiales de baja calidad.

- Los resultados obtenidos sobre peligro sísmico en la presente investigación fueron del 100% con un nivel medio, debido a que presenta una alta sismicidad debido a que el lugar de estudio se encuentra en una zona altamente sísmica y el tipo de suelo que por ser una arena pobremente graduada pertenece a suelo intermedio, y por último la topografía con una pendiente de plana a media.
- Los resultados obtenidos sobre riesgo sísmico son de 60.98% para un riesgo alto y 39.02% para un riesgo medio. Asimismo, ninguna vivienda presenta un riesgo bajo a causa de que el mayor porcentaje de viviendas posee una vulnerabilidad y peligro sísmico de medio a alto ya que el riesgo sísmico depende de estos dos últimos.
- El análisis de la vivienda elegida presenta fisuración por sismo moderado y agrietamiento por sismo severo en todos los muros del primer y segundo piso a excepción de los muros 2Y y 11Y, debido a que la cortante producida por el sismo es mayor al 0.55 de la resistencia a corte que soporta la estructura especificada en la norma [8]. Pero reforzando los muros se obtuvo que se fisuraban y agrietaban los del primer piso en la dirección X y los muros 2X y 7X del segundo. Comparando con otra investigación [15] ningún muro portante con incorporación de malla electrosoldada se fisuró y agrietó en la dirección X mientras que sin refuerzo todos se fisuraron y agrietaron.

Conclusiones

En la presente investigación realizada a las viviendas de albañilería confinada en el A.H. “Las Dunas” se llega a la conclusión general que las edificaciones presentan un mayor porcentaje de índice de vulnerabilidad alta, lo que confirma la hipótesis planteada en el estudio.

- Se aplicaron fichas de recaudación de datos a 305 viviendas cuyo sistema estructural es de albañilería confinada descartando aquellas que sean de adobe o de sistema aporticado, además de edificaciones mayores a 2 pisos.
- En base al Estudio de Mecánica de Suelos realizado en la zona de investigación, el tipo de suelo que presenta es de una arena pobremente graduada (SP) con un promedio de capacidad portante de 0.96 kg/cm².
- Respecto a los ensayos de Compresión Axial de Pilas y Compresión Diagonal en Muretes, realizados en el laboratorio con resultados de 31.781 kg/cm² y 3.65 kg/cm² respectivamente. Las unidades de ladrillo utilizados en las muestras no cumplieron con la resistencia de 31 kg/cm² para pilas y 5.1 kg/cm² para muretes expuesta en la norma E.070 de Albañilería indicando la baja calidad de los ladrillos debido a que son de origen artesanal donde escasea un control de calidad en su fabricación sacando así a la venta material deficiente y perjudicando a la funcionalidad de la vivienda, además que la resistencia de la unidad de ladrillo no cumple con los 55 kg/cm² estipulado en la norma ya que solo alcanzó 20.65 kg/cm². Asimismo, para mejorar su resistencia a la compresión y al corte se adicionaron refuerzos de mallas electrosoldadas con resultados de 38.319 kg/cm² y 11.52 kg/cm² de forma respectiva.
- Del análisis de densidad de muros el mayor porcentaje, el cual es del 60.33%, presenta una inadecuada densidad y en la totalidad de este valor, los muros paralelos a la calle poseen una inadecuada densidad. Lo que afectaría al buen comportamiento de la vivienda ante un sismo significativo.
- De las viviendas analizadas con relación a estabilidad de muros al volteo, 212 son inestables, 74 presentan alguna estabilidad y solo 19 son estables. Lo que significaría que en la mayoría de las estructuras los tabiques terminen colapsando ante un movimiento sísmico y produzca daños materiales y hasta incluso pérdidas humanas.
- Del total de viviendas analizadas, de las cuales 227 son de regular calidad, 60 de buena calidad y por último 18 son de mala calidad, donde la mano de obra y el uso de materiales son deficientes en cuanto al empleo de ladrillo artesanal como acero de refuerzo expuesto, además de la presencia del factor degradante de eflorescencia en

muros, cuyo número de edificaciones que presentan estas características son de 218, 210 y 197 respectivamente, siendo los mayores con relación a los otros problemas.

- Peligro sísmico es un factor importante para determinar riesgo sísmico, en el cual la totalidad de las viviendas analizadas presentan un índice de peligro medio debido a la alta sismicidad por ser una zona costera y por poseer un suelo intermedio, ya que estos dos parámetros cuentan con mayor porcentaje para determinar peligro sísmico.
- Respecto al riesgo sísmico 186 viviendas poseen un alto índice en comparación a las 119 que presentan un índice medio, lo cual implica que ante un sismo las 186 edificaciones podrían colapsar causando pérdidas humanas, daños materiales, económicos y ambientales.
- Se realizó un análisis de la vivienda elegida con el índice de vulnerabilidad y riesgo sísmico alto en base a los lineamientos de la norma E.070 de Albañilería, donde se concluyó que no cumple con densidad de muros y la resistencia al corte de la estructura en la dirección X, se fisuran y se agrietan todos los muros a excepción de dos en el segundo piso y solo cumplen con el esfuerzo axial en ambos niveles. Pero con el reforzamiento de malla electrosoldada cumple con todo a excepción de los muros del primer piso y dos del segundo en la dirección X que se fisuran y se agrietan. Y para que todo cumpla se tiene que escoger otra malla con diámetro mayor para que así aumente la resistencia al corte de los muros provocado por un sismo.

Recomendaciones

- Los resultados obtenidos en la presente tesis pueden ser de mucha ayuda a las autoridades locales para que tomen medidas acerca del índice de vulnerabilidad alto y riesgo sísmico alto que presentan la mayor parte de las viviendas del A.H “Las Dunas”.
- Las autoridades correspondientes deben de realizar una mejor planificación urbana considerando la disminución de riesgo sísmicos en zonas vulnerables especialmente a aquellas áreas que se encuentran en la periferia de la ciudad como Asentamientos Humanos y pueblos jóvenes.
- Capacitación por parte de los maestros de obra en base al proceso constructivo de sistema de albañilería confinada teniendo en cuenta la normativa peruana como la E.070 de Albañilería y la E.030 de Diseño Sismorresistente.
- Supervisión de las autoridades en el proceso de construcción, verificando si cuenta con planos, licencia de construcción además de la participación de un profesional especializado responsable de la obra, disminuyendo así edificaciones autoconstruidas, poco seguras y vulnerables a un sismo.
- Los propietarios en la etapa de construcción de sus viviendas deben de contar con un personal especializado asegurando así la buena ejecución de la obra resultando estructuras seguras, funcionales y de larga vida útil.
- Charlas o capacitaciones orientada a los propietarios de las viviendas de la zona de estudio acerca del alto índice de vulnerabilidad de sus propiedades, los cuales representan un latente riesgo ante un evento sísmico y el daño que podría causarles si es que no tienen conocimiento de ello, planteando así medidas pertinentes a cada dueño.

Referencias

- [1] M. Mosqueira Moreno y S. Tarque Ruíz. “Recomendaciones técnicas para mejorar la seguridad sísmica de viviendas de albañilería confinada de la costa peruana”. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú, 2005.
- [2] W. Vera Alcántara. “Riesgo sísmico de las viviendas de albañilería confinada del barrio el estanco, Cajamarca”. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú, 2014.
- [3] Instituto Nacional de Defensa Civil. “Mapa de peligros de la ciudad de Lambayeque”. Lambayeque, Perú, 2003.
- [4] R. Ramírez Viera. “Vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas de albañilería confinada de la ciudad de Recuay-ancash-2017”. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Ancash, Perú, 2018.
- [5] A. San Bartolome. “Construcciones de albañilería-Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural”. Lima, Perú, 1994.
- [6] Reglamento Nacional de Edificaciones, “Diseño Sismorresistente” de Norma E.030.
- [7] C. Sempertegui Delgado. “Vulnerabilidad sísmica de las autoconstrucciones de albañilería con ladrillo artesanal de la urbanización guayacán de la ciudad de Jaén – Cajamarca”. Jaén, Perú, 2021.
- [8] Reglamento Nacional de Edificaciones, “Albañilería” de Norma E.070.
- [9] A. Quiroga Medina. “Evaluación de la vulnerabilidad estructural de edificios del centro de Bogotá utilizando el método del índice de vulnerabilidad”, Bogotá, Colombia, 2013.
- [10] J. Laucata Luna. “Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo”. Lima, Perú, 2013.
- [11] C. Guevara Velez y J. Sanchez Custodio. “Vulnerabilidad Sísmica e Índices de Benedetti-Petrini en el Distrito de Mórrope, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque”. Lambayeque, Perú, 2023.
- [12] R. Asanza Santa Criz y A. Bustamante Campos. “Estudio de Riesgo Sísmico, en la Ciudad de Chiclayo, Zona Oeste (Av. Salaverry, Panamericana Norte, Av. Augusto B. Leguía, Av. Luís Gonzales y Av. Elías Aguirre.)”. Lambayeque, Perú, 2021.

- [13] F. Miranda Villegas. “Análisis de vulnerabilidad sísmica con la medición de vibraciones y reforzamiento dinámico del edificio de la facultad de contabilidad y auditoría bloque 2 de la universidad técnica de Ambato”. Ambato, Ecuador, 2021.
- [14] J. Arango Ortiz. *Análisis, Diseño y Construcción en Albañilería*. Primera edición. Lima, Perú: Capítulo Peruano ACI, 2002.
- [15] P.T. Cueto Sayhua y R. Vilca Pacco. “Reforzamiento de la albañilería confinada más utilizada en Arequipa con malla electrosoldada”. Arequipa, Perú, 2018.

Anexos

- Ensayo de Compresión axial de Pilas sin refuerzo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



TESISTA : Tapia Carlos Paola Shakira
 TESIS : Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas informales de albañilería confinada en el A.H "Las Dunas", Lambayeque.
 Ubicación : Dist. Lambayeque, Prov. Lambayeque, Dept. Lambayeque
 Fecha de emisión : 19 de mayo del 2025

ENSAYO : Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería.
 NORMAS DE REFERENCIA : N.T.P. 399.605

PILA 1	JUNTA (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ALTURA (cm)
	1.5	12.18	20.35	28.07
		12.01	20.57	28.50
		12.08	20.50	28.44
PROMEDIO		12.09	20.47	28.3

PILA 2	JUNTA (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ALTURA (cm)
	1.5	12.20	20.73	27.95
		12.24	20.61	27.96
		12.3	20.86	27.86
PROMEDIO		12.24	20.73	27.9

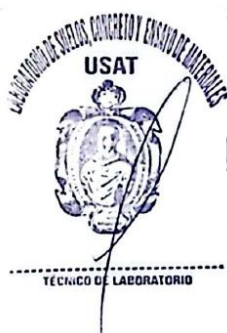
PILA 3	JUNTA (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ALTURA (cm)
	1.5	12.32	20.62	28.20
		12.28	20.58	28.03
		12.25	20.70	26.89
PROMEDIO		12.28	20.63	27.70

CÁLCULO DE RESISTENCIA

PILA	Ancho (cm)	Largo (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	ESBELTEZ	CARGA MÁXIMA (kg/cm ²)	RESISTENCIA fm (kg/cm ²)	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA f _m t (kg/cm ²)
1	12.09	20.47	28.3	247.38	2.34	8661.6	35.01	1.03	35.966
2	12.24	20.73	27.9	253.85	2.28	7799.2	30.72	1.03	31.658
3	12.28	20.63	27.70	253.39	2.26	9803.86	38.69	1.02	39.495
PROMEDIO									35.706
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (σ)									3.925
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A LA COMPRESIÓN (f _m)									31.781

RESULTADOS

f_m = 31.781 kg/cm²
 Ladrillo King kong ARTESANAL



- Ensayo de Compresión axial de Pilas con refuerzo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANOTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



TESISTA : Tapia Carlos Paola Shakira
TESIS : Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas informales de albañilería confinada en el A.H "Las Dunas", Lambayeque.
Ubicación : Dist. Lambayeque, Prov. Lambayeque, Dept. Lambayeque
Fecha de emisión : 19 de mayo del 2025

ENSAYO : Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería.
NORMAS DE REFERENCIA : N.T.P. 399.605

PILA 1	JUNTA (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ALTURA (cm)
	1.5	14.00	21.00	29.00
		13.98	20.96	28.95
		14.03	21.10	29.10
PROMEDIO		14.00	21.02	29.0

PILA 2	JUNTA (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ALTURA (cm)
	1.5	14.50	22	29.3
		14.46	21.93	29.40
		14.53	22.1	29
PROMEDIO		14.50	22.01	29.2

PILA 3	JUNTA (cm)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ALTURA (cm)
	1.5	13.96	21.50	29.50
		14.20	21.53	29.45
		14.00	21.50	28.90
PROMEDIO		14.05	21.51	29.28

CÁLCULO DE RESISTENCIA

PILA	Identificación	Ancho (cm)	Largo (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	ESBELTEZ	CARGA MÁXIMA (kg/cm ²)	RESISTENCIA fm (kg/cm ²)	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA A f _{mt} (kg/cm ²)
1	Pila - Con refuerzo	14.00	21.02	29.0	294.35	2.07	11807.1	40.11	1.01	40.337
2	Pila - Con refuerzo	14.50	22.01	29.2	319.07	2.02	11123.7	34.86	1.00	34.918
3	Pila - Con refuerzo	14.05	21.51	29.28	302.29	2.08	11925.3	39.45	1.01	39.703
PROMEDIO									38.319	

RESULTADOS

$f_m = 38.319 \text{ kg/cm}^2$



Henry Rivas Obispo
Henry Rivas Obispo
Tec. Laboratorio USAT

- Densidad de campo: Calicata I y Calicata II



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO E SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Tapia Carlos Paola Shakira
Escuela : Ingeniería Civil
Tesista : Determinación del índice de vulnerabilidad en viviendas informales de albañilería confinada en el A.H "Las Dunas", Lambayeque.
Lugar : Dist. Lambayeque, Prov. Lambayeque, Dept. Lambayeque
Fecha de emisión : 19 de mayo del 2025

ENSAYO : Densidad de Campo
Referencia : Norma N.T.P. 339.143

CALICATA: C-01 Muestra: M-1 Profundidad: 0.00m - 1.60m

* Dimensiones del tubo de muestra

Di = 8.3 cm
H = 20 cm

* Peso del tubo + muestra

T+M = 2780 gr

* Peso del tubo

T = 1190 gr

* Peso de la muestra

M = 1590 gr

DENSIDAD

$\rho = 1.469336 \text{ gr/cm}^3$





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO E SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Tapia Carlos Paola Shakira
Escuela : Ingeniería Civil
Tesista : Determinación del índice de vulnerabilidad en viviendas informales de albañilería confinada en el A.H "Las Dunas", Lambayeque.
Lugar : Dist. Lambayeque, Prov. Lambayeque, Dept. Lambayeque
Fecha de emisión : 19 de mayo del 2025

ENSAYO : Densidad de Campo
Referencia : Norma N.T.P. 339.143

CALICATA: C-02

Muestra: M-2

Profundidad: 0.00m - 1.60m

*** Dimensiones del tubo de muestra**

Di = 8.3 cm
 H = 20 cm

*** Peso del tubo + muestra**

T+M = 2800 gr

*** Peso del tubo**

T = 1180 gr

*** Peso de la muestra**

M = 1620 gr

DENSIDAD

$\rho = 1.497059 \text{ gr/cm}^3$



Henry
 Kuvadenygra
 Obhtus
 Tec. Laboratorio
 USAT


• Clasificación del suelo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



TESISTA : Tapia Carlos Paola Shakira
TESIS : Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas informales de albañilería confinada en el A.H "Las Dunas", Lambayeque.
Ubicación : Dist. Lambayeque, Prov. Lambayeque, Dept. Lambayeque
Fecha de emisión : 19 de mayo del 2025
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

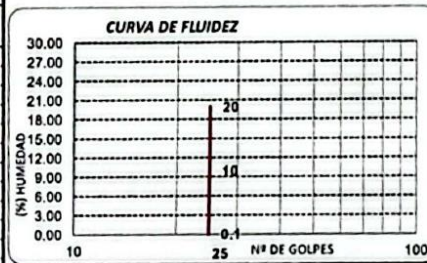
Calicata: C-01

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m. - 1.60m.

Análisis Granulométrico por tamizado

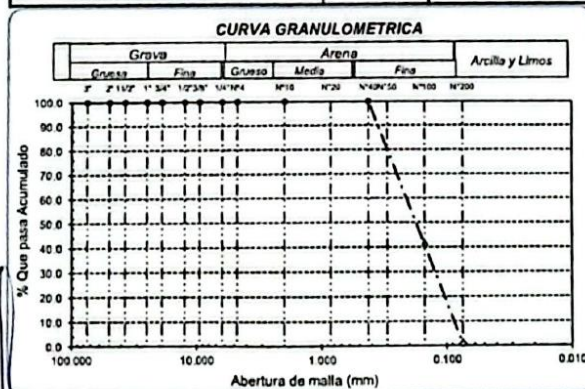
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	0.0	100.0
N° 20	0.850	0.0	100.0
N° 40	0.425	0.0	100.0
N° 50	0.300	0.0	100.0
N° 100	0.150	59.2	40.8
N° 200	0.075	40.1	0.7



Ensayo de Límite de Atterberg

Límite Líquido (LL)	0.00	(%)
Límite Plástico (LP)	0.00	(%)
Índice Plástico (IP)	0.00	(%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SP	
Descripción del suelo	Arena pobremente graduada	
Clasificación (AASHTO)	A-3 (0)	
Descripción	BUENO	

Distribución granulométrica	
% Grava	G.G. % 0.0
	G.F. % 0.0
	A.G. % 0.0
% Arena	A.M. % 0.0
	A.F. % 99.3
% Arcilla y Limo	0.7
Total	100.0
Contenido de Humedad	3.6



Henry Obduras
 Obduras
 Laboratorio de Suelos
 USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



TESISTA : Tapia Carlos Paola Shakira
TESIS : Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas informales de albañilería confinada en el A.H "Las Dunas", Lambayeque.
Ubicación : Dist. Lambayeque, Prov. Lambayeque, Dept. Lambayeque
Fecha de emisión : 19 de mayo del 2025

ENSAYO : SUELO Método de ensayo para el análisis granulométrico
 SUELO Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 SUELOS Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 1999
 N.T.P. 399.131
 N.T.P. 399.127 1998

Calicata: C-02

Muestra: M-2

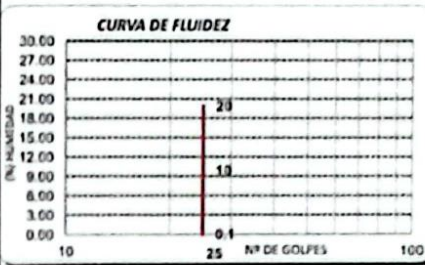
Profundidad: 0.00m. - 1.60m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados Retenido	% Acumulados Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.0	100.0
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	0.0	100.0
N° 20	0.850	0.0	100.0
N° 40	0.425	0.0	100.0
N° 50	0.300	0.1	99.9
N° 100	0.150	78.9	21.0
N° 200	0.075	20.5	79.5

Distribución granulométrica			
% Grava	G.O. %	0.0	0.0
	G.F. %	0.0	0.0
	A.O. %	0.0	0.0
% Arena	A.M. %	0.0	99.5
	A.F. %	99.5	99.5
% Arcilla y Limo		0.5	0.5
Total		100.0	100.0

Ensayo de Límite de Atterberg	
Límite Líquido (L.L.)	0.00 (%)
Límite Plástico (L.P.)	0.00 (%)
Índice Plástico (I.P.)	0.00 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SP
Descripción del suelo	Arena pobremente graduada
Clasificación (AASHTO)	A-3 (0)
Descripción	BUENO

Contenido de Humedad	
	4.2



Henry Rodenryro Oblitas
 TECNICO LABORATORIO
 USAT

• Ensayo de Corte Directo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENÍA
 ESCUELA DE INGENÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Tapia Carlos Paola Shakira
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
 Tesis : Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas informales de albañilería confinada en el A.H "Las Dunas", Lambayeque.
 Lugar : Dist. Lambayeque, Prov. Lambayeque, Dept. Lambayeque
 Fecha de Emis. : 19 de mayo del 2025

ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para el ensayo de corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas
 REFERENCIA: N.T.P. 339.171 - 2002 / ASTM D - 3080

Calicata : C - 1 Profundidad : 1.60 mts SUCS: SP
 Muestra : M - 1 Estado: Remoldeado

ESPECIMEN N°	DENSIDAD REMOLDEADA g/cm ³	DENSIDAD SECA g/cm ³	ESFUERZO NORMAL kg/cm ²	HUMEDAD NATURAL %	HUMEDAD ENSAYO %	ESFUERZO CORTE MÁX. kg/cm ²
N° 01	1.472	1.078	0.50	36.55	36.55	0.274
N° 02	1.476	1.186	1.00	24.50	24.50	0.488
N° 03	1.467	1.184	1.50	23.92	23.92	0.660

ESPECIMEN N°01			ESPECIMEN N°02			ESPECIMEN N°03		
DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm ²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm ²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm ²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm ²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm ²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm ²)
0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.10	0.098	0.196	0.10	0.004	0.004	0.10	0.153	0.102
0.20	0.120	0.240	0.20	0.037	0.037	0.20	0.296	0.197
0.35	0.142	0.284	0.35	0.125	0.125	0.35	0.362	0.242
0.50	0.142	0.284	0.50	0.180	0.180	0.50	0.428	0.286
0.75	0.153	0.306	0.75	0.235	0.235	0.75	0.484	0.322
1.00	0.164	0.328	1.00	0.268	0.268	1.00	0.517	0.344
1.25	0.164	0.328	1.25	0.290	0.290	1.25	0.550	0.366
1.50	0.175	0.350	1.50	0.290	0.290	1.50	0.572	0.381
1.75	0.175	0.350	1.75	0.312	0.312	1.75	0.583	0.388
2.00	0.175	0.350	2.00	0.345	0.345	2.00	0.616	0.410
2.50	0.186	0.372	2.50	0.389	0.389	2.50	0.627	0.418
3.00	0.186	0.372	3.00	0.422	0.422	3.00	0.638	0.425
3.50	0.197	0.394	3.50	0.455	0.455	3.50	0.649	0.433
4.00	0.197	0.394	4.00	0.466	0.466	4.00	0.660	0.440
4.50	0.197	0.394	4.50	0.488	0.488	4.50	0.660	0.440
5.00	0.208	0.416	5.00	0.488	0.488	5.00	0.660	0.440
5.50	0.208	0.416	5.50	0.488	0.488	5.50	0.660	0.440
6.00	0.219	0.438	6.00	0.488	0.488	6.00	0.660	0.440
6.50	0.230	0.460	6.50	0.488	0.488	6.50	0.660	0.440
7.00	0.241	0.482	7.00	0.488	0.488	7.00	0.660	0.440
7.50	0.252	0.504	7.50	0.488	0.488	7.50	0.660	0.440
8.00	0.252	0.504	8.00	0.488	0.488	8.00	0.660	0.440
8.50	0.263	0.526	8.50	0.488	0.488	8.50	0.660	0.440
9.00	0.274	0.548	9.00	0.488	0.488	9.00	0.660	0.440
9.50	0.274	0.548	9.50	0.488	0.488	9.50	0.660	0.440
10.00	0.274	0.548	10.00	0.488	0.488	10.00	0.660	0.440
11.00	0.274	0.548	11.00	0.488	0.488	11.00	0.660	0.440
12.00	0.274	0.548	12.00	0.488	0.488	12.00	0.660	0.440



Henry Rivadeneira Obltus
 Henry Rivadeneira Obltus
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENÍA
 ESCUELA DE INGENÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



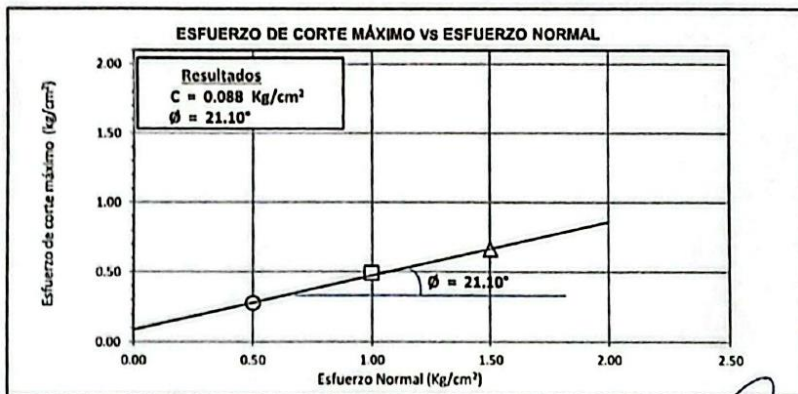
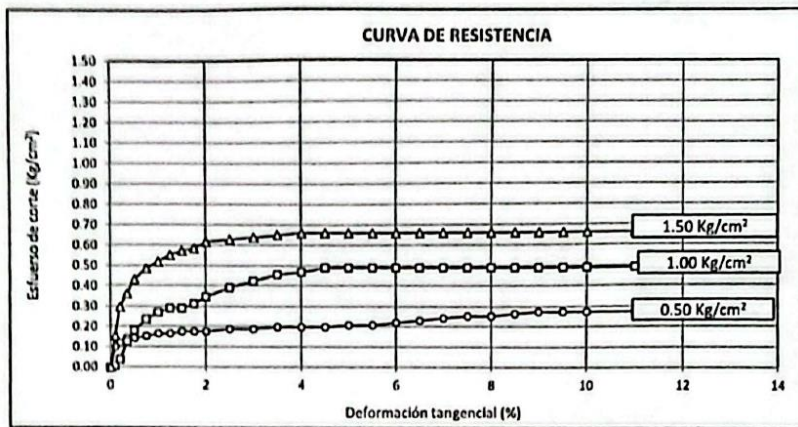
Testata : Tapia Carlos Paola Shukira
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
 Tema : Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas informales de albañilería confinada en el A.H "Las Dunas", Lambayeque.
 Lugar : Dist. Lambayeque, Prov. Lambayeque, Dept. Lambayeque
 Fecha de Emis. : 19 de mayo del 2025

ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para el ensayo de corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas
 REFERENCIA: N.T.P. 339.171 - 2002 / ASTM D - 3080

Calicata : C - 1
 Muestra : M - 1

Profundidad : 1.60 mts

SUCS: SP
 Estado: Remoldeado



Henry Rivadeneyra Obllius
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENÍA
 ESCUELA DE INGENÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



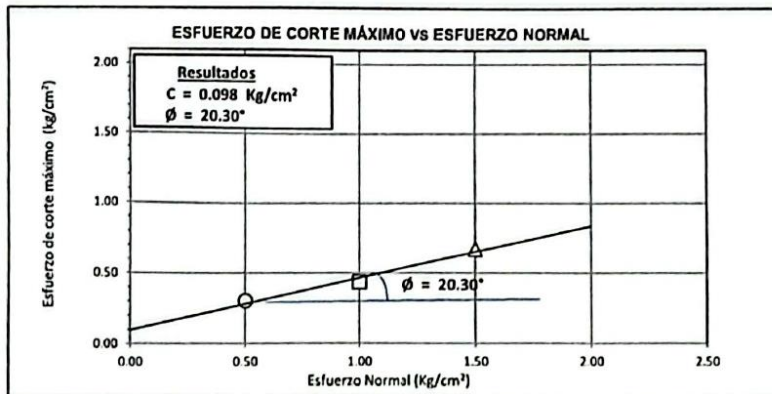
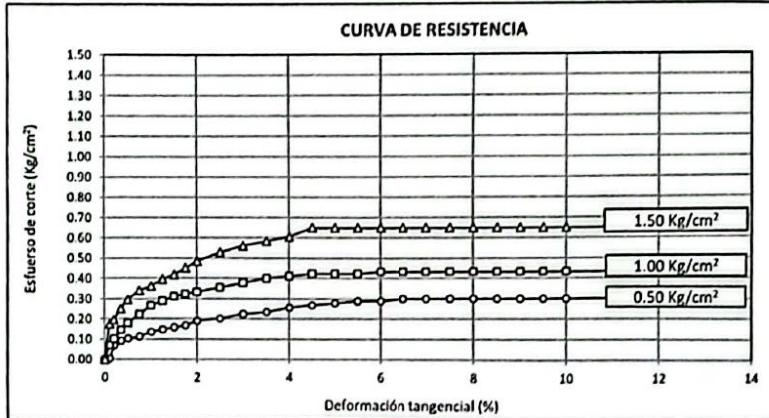
Tesista : Tapia Carlos Paola Shakira
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
 Tesis : Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas informales de albañilería confinada en el A.H "Las Dunas", Lambayeque.
 Lugar : Dist. Lambayeque, Prov. Lambayeque, Dept. Lambayeque
 Fecha de Emis. : 19 de mayo del 2025

ENSAYO: SUELOS. Método de ensayo para el ensayo de corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas
 REFERENCIA: N.T.P. 339.171 - 2002 / ASTM D - 3080

Calicata : C - 2
 Muestra : M - 2

Profundidad : 1.60 mts

SUCS: SP
 Estado: Remoldeado



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

- Capacidad portante del suelo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



CAPACIDAD DE CARGA DE SUELOS_CALCATA I

Información del EMS:

Tipo de suelo (SUCS):	SP
Tipo de Suelo:	Cohesivo
Tipo de falla:	Local
Peso volumétrico (γ _s):	1469.34 Kg/m ³
Prof. Desplante (Df):	1.20 m
Ángulo de fricción (Φ):	21.10 °
Cohesión:	0.088 Kg/cm ²
Factor de seguridad:	3.00
Tipo de zapata:	Corrida

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA NETA Y ADMISIBLE:

Ancho solicitado de la Zapata B : 0.60 m

Ancho solicitado de la Zapata L : 3.00 m

Los factores de Capacidad de Carga para falla general por Corte :

$$N_c = (N_q - 1) * \cot \Phi = 15.9176$$

$$N_q = (e^{n \tan \Phi}) * \tan^2 (45 + \Phi / 2) = 7.1421$$

$$N_y = 2.0 * (N_q - 1) * \tan \Phi = 4.7401$$

Los factores de forma de la cimentación propuesta son :

$$S_c = 1 + ((B/L) * (N_q / N_c)) = 1$$

$$S_q = 1 + ((B/L) * (\tan \Phi)) = 1$$

$$S_y = 1 - 0.4(B/L) = 1$$

Factor de profundidad o empotramiento :

$$Df/B = 2$$

$$Df/B \leq 1$$

$$d_c = dq - (1 - dq) / (N_c * \tan(\Phi))$$

$$d_q = 1 + 2 \tan(\Phi) (1 - \sin(\Phi))^2 * Df/B$$

$$d_y = 1$$



Henry Rivadeneira Oblitas
Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



$$Df/B \geq 1$$

$$d_c = 1 + 0.4 \cdot \tan^{-1}(Df/B)$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot \tan(\phi) \cdot (1 - \sin(\phi))^2 \cdot \tan^{-1}(Df/B)$$

$$d_y = 1$$

$$d_c = 1.014$$

$$d_q = 1.011$$

$$d_y = 1$$

Los factores de inclinación de carga, según Hanna y Meyerhof (1981)

$$i_c = i_q = 1.00$$

$$i_y = 1.00$$

Aplicamos la expresión general de Brinch Hansen

$$q_d = c N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_y s_y d_y i_y \quad q = Df \cdot \gamma$$

$$q_a = 2.9024 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Capacidad de carga:}$$

$$q_{adm} = 0.9675 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Capacidad admisible:}$$

Aplicamos la ecuación de Terzaghi

$$q_a = 3.2474 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Capacidad de carga:}$$

$$q_{adm} = q_a / F.S$$

$$q_{adm} = 1.0825 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Capacidad admisible:}$$

CAPACIDAD DE CARGA NETA Y ADMISIBLE

Cálculo de la Capacidad de Carga Neta y Admisible

Aplicamos la ecuación de Terzaghi

$$q_{adm} = (1/F.S) \cdot (1.3c \cdot N_c + \gamma \cdot Df \cdot N_q + (2/5) \cdot \gamma \cdot B \cdot N_y)$$

Para un valor de $\phi = 21.10^\circ$

$$N_c = 19.055$$

$$N_q = 8.353$$

$$N_y = 4.388$$

$$q_a = 3.8074 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = 1.2691 \text{ kg/cm}^2$$

Capacidad de carga:

Capacidad admisible:



La capacidad admisible será:

$$q_{adm} = 0.9675 \text{ kg/cm}^2$$



CAPACIDAD DE CARGA DE SUELOS_CALICATA II

Información del EMS:

Tipo de suelo (SUCS):	SP
Tipo de Suelo:	Cohesivo
Tipo de falla:	Local
Peso volumétrico (γs):	1497.06 Kg/m ³
Prof. Desplante (Df):	1.20 m
Ángulo de fricción (Φ):	20.30 °
Cohesión:	0.098 Kg/cm ²
Factor de seguridad:	3.00
Tipo de zapata:	Corrida

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA NETA Y ADMISIBLE:

Ancho solicitado de la Zapata B : 0.60 m

Ancho solicitado de la Zapata L : 3.00 m

Los factores de Capacidad de Carga para falla general por Corte :

$$\begin{aligned}
 N_c &= (N_q - 1) \cdot \cot \Phi = 15.1201 \\
 N_q &= (e^{n \tan \Phi}) \cdot \tan^2(45 + \Phi/2) = 6.5931 \\
 N_y &= 2.0 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \Phi = 4.1379
 \end{aligned}$$

Los factores de forma de la cimentación propuesta son :

$$\begin{aligned}
 S_c &= 1 + ((B/L) \cdot (N_q/N_c)) = 1 \\
 S_q &= 1 + ((B/L) \cdot (\tan \Phi)) = 1 \\
 S_y &= 1 - 0.4(B/L) = 1
 \end{aligned}$$

Factor de profundidad o empotramiento :

$$Df/B = 2$$

$$Df/B \leq 1$$

$$d_c = dq \cdot (1 - dq) / (Nc \cdot \tan(\Phi))$$

$$d_q = 1 + 2 \tan(\Phi) (1 - \sin(\Phi))^2 \cdot Df/B$$

$$d_y = 1$$



Henry Rivadeneira Oblius
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



$$Df/B \geq 1$$

$$d_c = 1 + 0.4 \cdot \tan^{-1}(Df/B)$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot \tan(\Phi) \cdot (1 - \sin(\Phi))^2 \cdot \tan^{-1}(Df/B)$$

$$d_y = 1$$

$$d_c = 1.014$$

$$d_q = 1.011$$

$$d_y = 1$$

Los factores de inclinación de carga, según Hanna y Meyerhof (1981)

$$i_c = i_q = 1.00$$

$$i_y = 1.00$$

Aplicamos la expresión general de Brinch Hansen

$$q_d = cN_c s_c d_c i_c + qN_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_y s_y d_y i_y \quad q = Df \cdot \gamma$$

$$q_a = 2.8858 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Capacidad de carga:}$$

$$q_{adm} = 0.9619 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Capacidad admisible:}$$

Aplicamos la ecuación de Terzaghi

$$q_a = 3.2594 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Capacidad de carga:}$$

$$q_{adm} = q_a / F.S$$

$$q_{adm} = 1.0865 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Capacidad admisible:}$$

CAPACIDAD DE CARGA NETA Y ADMISIBLE

Cálculo de la Capacidad de Carga Neta y Admisible

Aplicamos la ecuación de Terzaghi

$$q_{adm} = (1/F.S) \cdot (1.3c \cdot N_c + \gamma \cdot Df \cdot N_q + (2/5) \cdot \gamma \cdot B \cdot N_y)$$

Para un valor de $\Phi = 20.30^\circ$

$$N_c = 18.059$$

$$N_q = 7.686$$

$$N_y = 3.841$$

$$q_a = 3.8195 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = 1.2732 \text{ kg/cm}^2$$

Capacidad de carga:

Capacidad admisible:



Henry
Ribadeneyra
Obliuas
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica
Santa Teresita de Mogrovejo

La capacidad admisible será:

$$q_{adm} = 0.9619 \text{ kg/cm}^2$$

- Ensayo de Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



TESISTA : Tapia Carlos Paola Shakira
 TESIS : Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas informales de albañilería confinada en el A.H "Las Dunas", Lambayeque.
 Ubicación : Dist. Lambayeque, Prov. Lambayeque, Dept. Lambayeque
 Fecha de emisión : 25 de octubre del 2025

ENSAYO : Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
 NORMAS DE REFERENCIA : 399.613

Muestras	Largo	Ancho	Area	Carga Soportada	Resistencia
LA-01	20.74 cm	12.01 cm	248.95 cm ²	8360.80 Kg	33.58 Kg/cm ²
LA-02	20.71 cm	12.14 cm	251.37 cm ²	5217.80 Kg	20.76 Kg/cm ²
LA-03	20.63 cm	12.16 cm	250.91 cm ²	6725.10 Kg	26.80 Kg/cm ²

Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (kg/cm²)

fb= 27.05 Kg/cm²

Desviación estandar

σ = 6.42

Resistencia característica de las unidades de albañilería (kg/cm²)

f'b= 20.63 Kg/cm²



- Ensayo de alabeo de la unidad de ladrillo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



TESISTA : Tapia Carlos Paola Shakira
 TESIS : Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas informales de albañilería confinada en el A.H "Las Dunas", Lambayeque.
 Ubicación : Dist. Lambayeque, Prov. Lambayeque, Dept. Lambayeque
 Fecha de emisión : 25 de octubre del 2025
 ENSAYO : Métodos de mue Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
 NORMAS DE REFERENCIA : 399.613 399.613

Muestras	Medida Cara superior (mm)			Medida Cara inferior (mm)		
	Convexidad		Concavidad Centro	Convexidad		Concavidad Centro
	Lado Izquierdo	Lado Derecho		Lado Izquierdo	Lado Derecho	
LA-01	2.10	2.50		2.20	2.50	
LA-02	2.15	2.50				0.60
LA-03			2.30	2.00	1.60	
PROMEDIO (mm)	2.13	2.50	2.30	2.10	2.05	0.60



Henry
Rivadeneira
Cblitas
Tec. Laboratorio
USAT

- Ensayo de Absorción de la unidad de ladrillo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



TESISTA : Tapia Carlos Paola Shakira
 TESIS : Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas informales de albañilería confinada en el A.H "Las Dunas", Lambayeque.
 Ubicación : Dist. Lambayeque, Prov. Lambayeque, Dept. Lambayeque
 Fecha de emisión : 25 de octubre del 2025

ENSAYO : Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
 NORMAS DE REFERENCIA : 399.613

Muestra	Peso Seco /(gr)	Peso Saturado (gr)	Absorción (%)
LA-01	3010.00	3720.00	23.59
LA-02	2880.00	3423.00	18.85
LA-03	2710.00	3225.00	19.00

Promedio= 20.48%



- Ensayo de succión de la unidad de ladrillo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



TESISTA : Tapia Carlos Paola Shakira
 TESIS : Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas informales de albañilería confinada en el A.H "Las Dunas", Lambayeque.
 Ubicación : Dist. Lambayeque, Prov. Lambayeque, Dept. Lambayeque
 Fecha de emisión : 25 de octubre del 2025
 ENSAYO : Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
 NORMAS DE REFERENCIA : 399.613

Muestra	Largo "L" (mm)	Ancho "B" (mm)	Altura (mm)	PESO (gr)		Succión W (gr)	Área Bruta (cm ²)	S (gr)
				Inicial - seco	final + agua			
LA-01	211.83 cm	121.38 cm	87.38 cm	3102.23 gr	3180.26 gr	78.03 gr	257.11 cm ²	60.70 gr
LA-02	213.05 cm	121.63 cm	88.10 cm	3154.30 gr	3215.63 gr	61.33 gr	259.12 cm ²	47.34 gr
LA-03	208.60 cm	121.03 cm	88.43 cm	3205.36 gr	3278.65 gr	73.29 gr	252.46 cm ²	58.06 gr
PROMEDIO								55.37 gr



Henry Rivadeneira Oblitas
 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

• Ensayo de variación dimensional



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



TESISTA : Tapia Carlos Paola Shakira
 TESIS : Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas informales de albañilería confinada en el A.H "Las Dunas", Lambayeque.
 Ubicación : Dist. Lambayeque, Prov. Lambayeque, Dept. Lambayeque
 Fecha de emisión : 25 de octubre del 2025
 ENSAYO : Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
 NORMAS DE REFERENCIA : 399.613

ESPECIMEN N°	LARGO (mm)					ANCHO (mm)					ALTO (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lprom	A1	A2	A3	A4	Aprom	H1	H2	H3	H4	Lprom
LA - 01	207.50	207.60	207.10	207.30	207.38	119.40	119.70	122.20	118.90	120.05	80.00	82.00	80.00	83.00	81.25
LA - 02	207.10	207.40	207.00	207.90	207.35	120.00	121.00	122.60	121.90	121.38	81.70	81.50	83.00	81.70	81.98
LA - 03	206.30	206.60	206.70	206.80	206.60	121.60	121.40	121.80	121.70	121.63	81.70	80.20	82.35	81.00	81.31

Medida Promedio(mm)

MP= 207.11

MP= 121.02

MP= 81.51

Medida Especificada del Fabricante (mm)

ME= 210.00

ME= 120.00

ME= 80.00

Variación Dimensional (%)

V%= 1%

V%= -1%

V%= -2%



- Ensayos para el mortero



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Tapia Carlos Paola Shakira
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas informales de albañilería confinada en el A.H "Las Dunas", Lambayeque.
Lugar : Dist. Lambayeque, Prov. Lambayeque, Dept. Lambayeque
Fecha de Emis. : 19 de mayo del 2025

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	949.1	945.7
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	643.59	639.7
3.- Peso del Agua	(g)	305.51	306
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	638.09	638.2
5.- Peso del Frasco	(g)	143.59	139.7
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	495	499
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.556
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.574
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.603
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.70



Henry Ribadeneira Oblitas
Henry Ribadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT
USAT Universidad Católica Santa Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Tapia Carlos Paola Shakira
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas Informales de albañilería confinada en el A.H "Las Dunas", Lambayeque.
Lugar : Dist. Lambayeque, Prov. Lambayeque, Dept. Lambayeque
Fecha de Emis, : 19 de mayo del 2025

Ensayo : Peso unitario del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7570	7580
2.- Peso del recipiente	(gr.)	5050.0	5050.0
3.- Peso del material		2520	2530
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00157	0.00157
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1604	1611
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1607	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7950	7960
2.- Peso del recipiente	(gr.)	5050.0	5050.0
3.- Peso del material		2900	2910
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00157	0.00157
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1846	1853
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1849	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	577.4	581.2
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	574.7	578.5
C.- Peso de recipiente	(gr.)	77.4	81.2
D.- Contenido de humedad	(%)	0.5	0.5
Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.54	



- Diseño de mezcla de mortero



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Tapia Carlos Paola Shakira
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas informales de albañilería confinada en el A.H "Las Dunas", Lambayeque.
Lugar : Dist. Lambayeque, Prov. Lambayeque, Dept. Lambayeque
Fecha de Emis. : 19 de mayo del 2025

DISEÑO DE MEZCLA

Material	Peso Volumétrico	Peso Específico	%Absorción	a/c
Cemento	2315.00	2.97	-	0.80
Arena	1607.46	2.56	0.70	

1. Volumen de lechada (1m³)

$$V.L. = 1m^3 - V_{ar}$$

$$V.L. = 1m^3 - \frac{W_{ar}}{GE_{ar}\gamma_w}$$

$$V.L. = 0.371 m^3$$

2. Volumen lechada (1 bolsa cemento)

a. Peso de agua

$$W_w = a/c * W_c$$

$$W_w = 34$$

b. Volumen de agua

$$V_w = 0.034 m^3$$

c. Volumen de cemento

$$V_c = \frac{W_c}{GE_c * \gamma_w}$$

$$V_c = 0.014 m^3$$

d. Volumen de lechada

$$V.L. = 0.048 m^3$$

3. Tanda mortero (1m³)

$$V_c = 0.110 m^3$$

$$V_w = 0.261 m^3$$

$$V.L. = 0.371 m^3$$



Henry Rivadencija Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Tapia Carlos Paola Shakira
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas informales de albañilería confinada en el A.H
Lugar : Dist. Lambayeque, Prov. Lambayeque, Dept. Lambayeque
Fecha de Emis. : 19 de mayo del 2025

4. Peso de los materiales (1m³)

$$W_{mat} = V_{mat} * G_{Emat} * \gamma_{mat}$$

$$V_{ar} = 0.629 \text{ m}^3$$

a. Peso de cemento

$$W_c = 326.48 \text{ Kg}$$

b. Peso de arena

$$W_{ar} = 1607.46 \text{ Kg}$$

c. Peso de agua

$$W_w = 261.19 \text{ Kg}$$

$$W_w = 261.19 \text{ L}$$

5. Corrección por absorción

$$W_{wabs} = W_{ar} * \left(\frac{\%abs}{100} \right)$$

$$W_{wabs} = 1133.15 \text{ Kg}$$

$$W_{wabs} = 1133.15 \text{ L}$$

$$W_w = 1394.34 \text{ L}$$

6. Proporción de materiales

Cemento	1
Arena	5

Volumen del cono
Vm = 0.000044532 m³

	1:5	
cemento	0.1323	kg
arena	0.6613	kg
agua	0.1058	Lt



- Fluides del mortero



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista: Tapia Carlos Paola Shakira
 Escuela: Ingeniería Civil
 Tesis: Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas informales de albañería confinada en el A.H "Las Dunas", Lambayeque

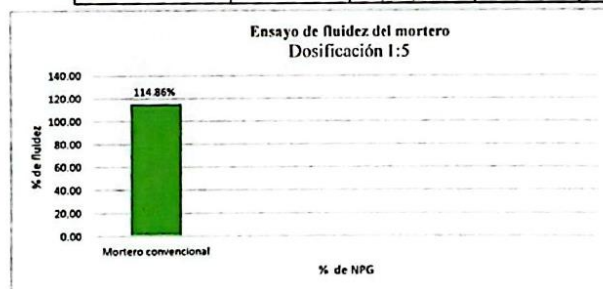
Ubicación: Dist. Lambayeque, Prov. Lambayeque, Dept. Lambayeque
 Fecha de emisión: 19 de mayo del 2025

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Pórtland

Referencia : NTP 334-057

Prueba	Diametro de Inicio en mm	Diámetros	Promedio de los diámetros	% De Fluides
Mortero convencional	90	19	193.375	114.86
		19.50		
		19.20		
		19.65		

% Fluides (mesa de Flujo)	Consistencia	Tipo de Estructura	Condiciones de Colocación	Sistema de colocación
80-100	Dura (seca)	Reparaciones, recubrimiento de tuneles, galerías, pantallas de cimentación, pisos	Seccion sujetas a vibración	Proyección neumática, con vibradores de formaleta
100-120	Media (plástica)	mampostería, baldosas y revestimientos	Sin vibración	Manual con paletas
120-150	Fluida (húmeda)	Rellenos de mampostería estructural, morteros autonivelantes para pisos	Sin vibración	Manual, bombo, inyección



Henry Rivadeneira Oblitas
 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

- Ensayo a la compresión



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista
Escuela
Tesis

: Tapia Carlos Paola Shakira
: Escuela de Ingeniería Civil
: Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas informales de albañilería confinada en el A.H "Las Dunas", Lambayeque.

Lugar
Fecha de Emis.

: Dist. Lambayeque, Prov. Lambayeque, Dept. Lambayeque
: 19 de mayo del 2025

ENSAYO: Determinación de la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.

REFERENCIA: N.T.P. 334.051
NTP. 334.003

MUESTRA Nº	IDENTIFICACIÓN	FECHA VACIADO	FECHA DE ENSAYO	DÍAS DE CURADO	ÁREA (cm ²)	CARGA (P)(KG)	f'c (kg/cm ²)	PROMEDIO
1	MORTERO PATRÓN	26/09/2024	30/09/2024	3	25	2160	86.40	86.40
2	MORTERO PATRÓN	26/09/2024	30/09/2024		25	2020	80.80	
3	MORTERO PATRÓN	26/09/2024	30/09/2024		25	2300	92.00	
4	MORTERO PATRÓN	26/09/2024	04/10/2024	7	25	2820	112.80	113.20
5	MORTERO PATRÓN	26/09/2024	04/10/2024		25	2770	110.80	
6	MORTERO PATRÓN	26/09/2024	04/10/2024		25	2900	116.00	
7	MORTERO PATRÓN	26/09/2024	11/10/2024	28	25	3270	130.80	129.47
8	MORTERO PATRÓN	26/09/2024	11/10/2024		25	3090	123.60	
9	MORTERO PATRÓN	26/09/2024	11/10/2024		25	3350	134.00	



Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT

- Ensayo de Compresión Diagonal en Muretes (Patrón)



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chidayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitud de Ensayo : 2903A-25/ LEMS W&C
Solicitante : Paola Shakira Tapia Carlos

Proyecto / Obra : Determinación del Índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas informales de albañilería confinada en el A.H. Las Dunas, Lambayeque

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chidayo , Reg. Lambayeque.

Fecha de Apertura : Sábado, 29 de marzo del 2025
Inicio de ensayo : Sábado, 29 de marzo del 2025
Fin de ensayo : Sábado, 26 de abril del 2025
Muestra : LADRILLO ARTESANAL DE ARCILLA

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.

Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	Murete - LADRILLO ARTESANAL DE ARCILLA	29/03/2025	26/04/2025	28	660	660	120	79200	39495	0.35	3.60
02	Murete - LADRILLO ARTESANAL DE ARCILLA	29/03/2025	26/04/2025	28	667	665	120	79920	31402	0.28	2.83
03	Murete - LADRILLO ARTESANAL DE ARCILLA	29/03/2025	26/04/2025	28	655	670	120	79500	49972	0.44	4.53

OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga última.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.

Enrique Altamirano Ullontop
INGENIERO DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.

MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL

Henry Rivadeneira Oblitas
Téc. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE CONCRETO Y ACEROS DE PERALES
USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

- Ensayo de Compresión Diagonal en Muretes (Con Refuerzo)



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyceir.com

Solicitud de Ensayo : 2110B_24/ LEMS W&C
Solicitante : TAPIA CARLOS PAOLA SHAKIRA

Proyecto / Obra : Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas informales de albañilería confinada en el A.H. Las Dunas, Lambayeque

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.

Fecha de Apertura : Lunes, 21 de octubre del 2024
Inicio de ensayo : Lunes, 18 de noviembre del 2024
Fin de ensayo : Lunes, 18 de noviembre del 2024

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.

Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	Murete - Con refuerzo	21/10/2024	18/11/2024	28	685	698	154	105490	175030	1.17	11.96
02	Murete - Con refuerzo	21/10/2024	18/11/2024	28	680	703	149	101320	153026	1.07	10.89
03	Murete - Con refuerzo	21/10/2024	18/11/2024	28	690	700	150	103500	174970	1.15	11.72

OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga última.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.




• Viviendas encuestadas





- Validación de ficha de recaudación de datos



DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD EN VIVIENDAS INFORMALES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN EL A.H "LAS DUNAS", LAMBAYEQUE.

FICHA DE RECAUDACIÓN DE DATOS

Fecha de encuesta: _____ Código de vivienda encuestada: _____

DATOS GENERALES

Familia: Número de personas de la vivienda:

Dirección: _____

¿Recibió asesoría técnica en el diseño?

¿Recibió asesoría técnica en la construcción?

Antigüedad de la vivienda:

N° de pisos: N° de pisos proyectados:


DATOS TÉCNICOS

Parámetros del suelo			Observaciones
Rígido	Intermedio	Flexible	
Pendiente			Observaciones
Alta	Media	Baja	

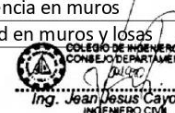
Características de los principales elementos de la vivienda			
Elemento	Características		Observaciones
	Ladrillo industrial	Ladrillo artesanal	
Muros (cm)	Dimensiones	Dimensiones	
	Juntas	Juntas	
Techos (m)	Diafragma Rígido		Otro
	Tipo	Tipo	
	Peralte	Peralte	
Columnas (m)	Concreto		Otro
	Dimensiones		
Vigas (m)	Concreto		Otro
	Dimensiones		

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS


Característica	Fallas	Presenta	Calificación
Mano de obra y Materiales	Ladrillo artesanal		
	Acero de refuerzo expuesto		
	Insuficiencia de juntas de construcción		
	Cangrejeras		
	Muros no aplomados		
Estructuración	Muros picados		
	Muros sin confinar		
	Insuficiencia de juntas sísmicas		
	Tabiquería no arriostrada		
Factores Degradantes	Deficiente conexión entre muro y techo		
	Eflorescencia en muros		
	Humedad en muros y losas		



RICARDO JESÚS NAVARRO URBISE
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 193878

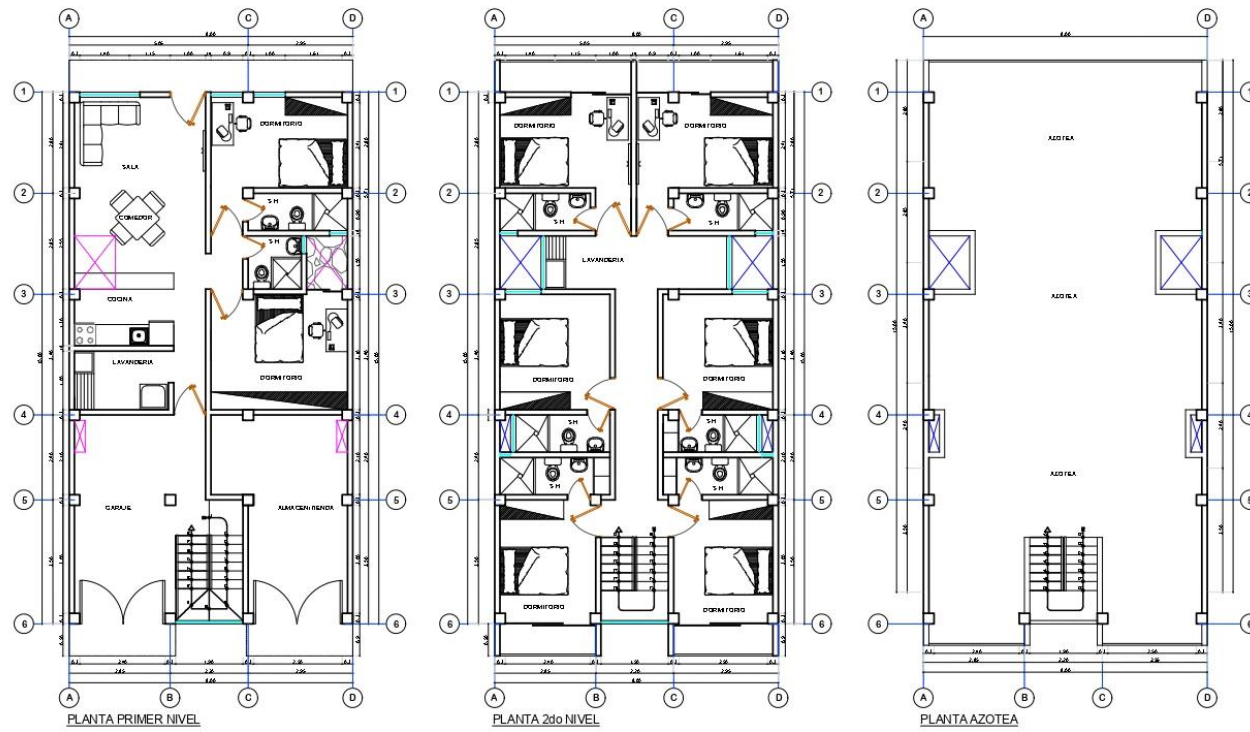


Ing. Juan Jesús Cayo Peres
INGENIERO CIVIL
CIP 263659



José Ilarick Balarezo Salgado
Ingeniero Civil
CIP N° 274829

- Vivienda evaluada



Proyecto:				
"VIVIENDA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN EL A.H. A.L. LAS QUINAS EN LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE"				
Plano:				
ARQUITECTURA				
Responsable:				
TAPIA CARLOS PAOLA SHAKIRA				
Ubicación:		Distrito:	Provincia:	Departamento:
Calle Ciro Alegria		LAMBAYEQUE	LAMBAYEQUE	LAMBAYEQUE
UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO		Escala:	INDICADA	Leyenda:
				PL-01