



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL

**Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes
y alternativas de rehabilitación en el distrito de Santa Cruz de
Chuca, Santiago de Chuco, La Libertad, 2020.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
Ingeniero Civil

AUTOR:

Trujillo Garcia, Alex Junior (ORCID: 0000-0002-8870-3207)

ASESOR:

Mg. Ing. Benítes Zúñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2020

Dedicatoria

A mis padres por sus consejos y apoyo incondicional.

A mis hermanos Juana, Steisy y Andy que más que hermanos son mis mejores amigos.

A Dios por guiarme en cada paso importante que doy en la vida.

Agradecimiento

El autor expresa su profundo agradecimiento a las personas que contribuyeron con sus valiosas sugerencias, críticas constructivas, apoyo moral e intelectual para cristalizar la presente tesis. A mis padres Pedro Trujillo y Fanny Garcia por demostrarme su brillante ejemplo de trabajo y superación, por su ayuda moral y económica, he logrado cumplir satisfactoriamente uno de mis objetivos. A mi asesor de desarrollo de tesis Ing. José Luis Benítez Zúñiga, por su experiencia científica para la formulación de la Tesis.

Índice de Contenidos

Caratula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos	iv
Índice de Tablas	v
Índice de Gráficos y Figuras	vi
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	10
II. MARCO TEÓRICO	17
III. METODOLOGIA	38
3.1. Diseño y Tipo de Investigación	38
3.2. Variables y Operacionalización	41
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	42
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	44
3.5. Procedimientos	47
3.6. Método de análisis de datos	48
3.7. Aspectos éticos	48
IV. RESULTADOS	49
V. DISCUSIÓN	90
VI. CONCLUSIONES	95
VII. RECOMENDACIONES	97
REFERENCIAS	98
ANEXOS	103

Índice de Tablas

Tabla 1: Esfuerzo de adherencia y coeficiente de fricción.	26
Tabla 2: Factor de Suelo.	29
Tabla 3: Factor de uso de acuerdo con el tipo de edificación.	30
Tabla 4: Coeficiente Sísmico.	30
Tabla 5: Esfuerzos admisibles según la norma E.080.	31
Tabla 6: Modulo de elasticidad y esfuerzo admisible del adobe.	33
Tabla 7: Valores de coeficiente de momentos y dimensión crítica.	35
Tabla 8: Instrumentos de recolección de datos.	45
Tabla 9: Criterios de validación.	46
Tabla 10: Viviendas seleccionadas.	52
Tabla 11: Características de las viviendas.	53
Tabla 12: Configuración estructural observada.	54
Tabla 13: Problemas estructurales de las viviendas.	55
Tabla 14: Problemas constructivos de las viviendas.	55
Tabla 15: Resultados de ensayos a compresión.	57
Tabla 16: Resultados de los ensayos de suelos.	59
Tabla 17: Tipología de las viviendas seleccionadas.	62
Tabla 18: Análisis por densidad de muros.	63
Tabla 19: Densidad de muros por porcentaje mínimo.	64
Tabla 20: Densidad de muros por área de corte de muros.	65
Tabla 21: Metrado de cargas.	66
Tabla 22: Peso soportado en 1° nivel por cada vivienda.	67
Tabla 23: Verificación de resistencia a cargas verticales.	71
Tabla 24: Verificación de resistencia a esfuerzos cortantes.	76
Tabla 25: Verificación de momentos actuantes por tipo de arriostre.	79
Tabla 26: Verificación de momentos actuantes – Vivienda “V-101”.	81
Tabla 27: Verificación de espesor de muro – Vivienda “V-101”.	83
Tabla 28: Resumen de resultados.	84
Tabla 29: Verificación de momentos actuantes (Reforzado con geomalla).	86
Tabla 30: Verificación de momentos actuantes (Reforzado con contrafuertes).	88

Índice de Figuras

Figura 1: Mapa de ubicación del distrito de Santa Cruz de Chuca.	12
Figura 2: Viviendas existentes en el lugar.	13
Figura 3: Viviendas existentes en el lugar.	13
Figura 4: Muro con falla a corte.	25
Figura 5: Muro con falla a flexión.	25
Figura 6: Método malla-mortero.	36
Figura 7: Método malla-mortero.	36
Figura 8: Método con bandas de malla y mortero.	36
Figura 9: Método con bandas de malla y mortero.	36
Figura 10: Método de refuerzo con mochetas y soleras.	37
Figura 11: Método de refuerzo con mochetas y soleras.	37
Figura 12: Método de refuerzo con vigas de amarre.	37
Figura 13: Método de refuerzo con vigas de amarre.	37
Figura 14: Simbología de diseño correlacional.	40
Figura 15: Mapa político de la provincia de Santiago de Chuco.	49
Figura 16: Vista panorámica de la zona.	50
Figura 17: Vista panorámica de la zona.	50
Figura 18: Ubicación de la zona a evaluar.	51
Figura 19: Recopilación de muestras.	54
Figura 20: Recopilación de muestras.	54
Figura 21: Ensayos a los adobes.	54
Figura 22: Ensayos a los adobes.	54
Figura 23: Recolección de muestras de suelo.	56
Figura 24: Recolección de muestras de suelo.	56
Figura 25: Mortero utilizado para asentar los adobes.	58
Figura 26: Muro de fachada de una vivienda existente.	58
Figura 27: Toma de medidas de la parte exterior de las viviendas.	58
Figura 28: Elaboración del bosquejo de las viviendas.	58
Figura 29: Planos arquitectónicos generados.	59

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Verificación de resistencia a cargas verticales.	70
Gráfico 2: Verificación de resistencia a esfuerzos cortantes.	75
Gráfico 3: Momentos actuantes en muro "A" y muro "2".	78
Gráfico 4: Momentos actuantes – Vivienda "V-101".	79
Gráfico 5: Momentos actuantes – Reforzamiento con geomalla.	84
Gráfico 6: Momentos actuantes – Reforzamiento con contrafuertes.	87

Resumen

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo general evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes en el distrito de Santa Cruz de Chuca. La investigación es aplicada y se usó el diseño no experimental de corte transversal, recolectando información de campo y realizando ensayos de laboratorio previamente a la evaluación estructural. Los resultados obtenidos nos demostraron que, en cuanto a la resistencia de los muros a cargas verticales, estos se comportan siempre por debajo de los 2.45 kg/cm² admisible por norma. En el comportamiento a esfuerzos cortantes se observó que no es el adecuado ya que supera el esfuerzo calculado, esto se debe a la baja densidad de muros existentes en las viviendas. De igual forma sucedió en los esfuerzos a flexión ya que teniendo los muros existentes solo tres bordes arriostrados se tienen momentos actuantes mayores a los 289.89 kg.m/m que es lo máximo que soportan las viviendas pues cuentan con muros sin arrostramiento vertical. Se tuvo a bien plantear alternativas de rehabilitación que solucionen estos problemas. Se propuso reforzamiento de los muros con tarrajeo, geomalla y contrafuertes verticales de adobe y se demostró con cálculos que eran apropiados para solucionar los inconvenientes estructurales encontrados.

Palabras clave: Vulnerabilidad, rehabilitación, esfuerzos, corte, densidad, compresión, flexión, admisible, arriostres.

Abstract

The present research project had the general objective of evaluating the seismic vulnerability of existing adobe houses in the district of Santa Cruz de Chuca. The research is applied and the non-experimental cross-sectional design was used, collecting field information and carrying out laboratory tests prior to the structural evaluation. The results obtained showed us that, in terms of the resistance of the walls to vertical loads, they always behave below the 2.45 kg / cm² admissible by standard. In the shear stress behavior it was observed that it is not adequate since it exceeds the calculated stress, this is due to the low density of existing walls in the houses. In the same way, it happened in the flexural stresses since, having the existing walls only three braced edges, there are acting moments greater than 289.89 kg.m / m, which is the maximum that the houses support since they have walls without vertical bracing. It was seen fit to propose rehabilitation alternatives that solve these problems. The reinforcement of the walls with tilework, geogrid and vertical adobe buttresses was proposed and it was demonstrated with calculations that they were appropriate to solve the structural problems found.

Keywords: Vulnerability, rehabilitation, stress, shear, density, compression, bending, admissible, bracing.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, conforme han ido apareciendo los productos industriales en el área constructiva, se ha tratado de dejar de lado un material muy usado históricamente tanto en países de África, América y Europa: el adobe. Si bien este material no contiene las propiedades estructurales ni mecánicas apropiadas para un diseño antisísmico como los ladrillos industriales de arcilla o los bloques de concreto, sí poseen otras propiedades importantes que más están relacionadas con la protección del medioambiente. Adicionalmente, es como material constructivo un producto sencillo, trabajable y de precio menor a comparación con otros materiales. Estas características, evidentemente, son las principales causas de su gran utilidad.

Una publicación de la Sociedad Geológica Mexicana nos habla del uso de este material a lo largo del tiempo y su utilidad actual:

“El adobe como material de construcción para uso habitacional ha sido usado desde tiempos muy remotos por los pueblos indígenas de América Latina, además de suroeste de los Estados Unidos y en Mesoamérica. En la actualidad el 50 por ciento de las casas del mundo están construidas con este material.”¹

Un inconveniente para desarrollar una construcción con adobe podría consistir en que gran cantidad de las técnicas constructivas tradicionales que utilizan materiales obtenidos a partir del suelo son producto del propio conocimiento de la zona, que no necesariamente es muy técnica. El uso del adobe representa una alternativa viable para resolver el problema de la falta de vivienda.

Como se puede observar, el material se continúa usando, pero en menor medida en países de América Latina. El adobe es básicamente un bloque de barro, en ocasiones mezclado con paja y posteriormente secado al sol. Es un producto manual o industrial precario, fácilmente de fabricar por personas sin grandes conocimientos técnicos, debe ser por esto quizá la denominación de “material de

¹ (Castro, y otros, 2012)

los pobres”, sin embargo, en la actualidad ya existen especializaciones sobre dicho proceso constructivo y diversos estudios sobre las propiedades del este material.

Diversas entidades han puesto una especial atención en como buscarle soluciones estructurales al material. Algunas investigaciones desarrolladas por la Universidad Católica del Perú fueron las que lideraron los estudios posteriores, tanto es así, que actualmente existe una reglamentación para el proceso de ejecución de viviendas nuevas con adobe antisísmico. Históricamente el Perú se ha diferenciado porque la mayoría de sus habitantes suelen desarrollar sus viviendas con insuficiente asesoría técnica, este un grave error que se comete no solo en la Sierra sino también en la ciudad capital. Lo evidenciaron las múltiples pérdidas en el último terremoto de Pisco en 2007.

“La mayoría de las viviendas afectadas, destruidas e inhabitables por el terremoto del 2007 de Pisco estuvieron ubicadas en el mismo departamento de Ica. El material más usado en esas viviendas era el adobe y su construcción no tenía en general ningún arriostre o refuerzo sísmico establecido por norma, lo que agravó su mal comportamiento ante el terremoto. Además, estas construcciones no contaban con una viga collar en la parte superior de los muros.”²

La existencia de construcciones hechas con este material en diferentes lugares, sabiendo de sus pobres propiedades antisísmicas comparado con los materiales actualmente desarrollados, lo hace un material poco confiable, más aún, cuando existen muchas personas viviendo en este tipo de edificaciones.

Al estar el Perú, asentado en una zona sísmica, es más preocupante aún. Si bien la reglamentación contempla las construcciones nuevas en adobe, se debe pensar también que hacer con las viviendas que ya existen con el objetivo de prepararse ante un evento sísmico que pueda ocurrir. También porque cada zona del Perú donde existen viviendas con este material debe ser evaluada de manera distinta pues el tipo de suelo donde se apoyan es distinto también. Es improbable confiar

² (Rubiños, 2009 pág. 8)

en que los habitantes de cada lugar hayan considerado este hecho. En la parte sierra La Libertad, al norte del país, en el distrito de Santa Cruz de Chuca, la situación es similar, el pueblo ciertamente es pequeño, con aproximadamente 3200 habitantes y ubicada en una altitud cercana a los 2900 m.s.n.m.



Figura 1. Mapa de ubicación del distrito de Santa Cruz de Chuca.

A pesar de que el consejo municipal fue recientemente reconstruido con material noble, las demás viviendas, que ya tienen años de construidas, son de adobe, de dos pisos de altura en su mayoría. Por simple inspección visual se percibe la gran posibilidad de colapso en cualquier momento debido al desgaste del propio material.

Adicionalmente, es importante mencionar que, si bien existen viviendas con gran antigüedad y deficiencias técnicas en su construcción, también existen viviendas en donde no se visualiza casi ningún tipo de agrietamiento pero que tienen la desventaja de ser irregulares geométricamente.



Figura 2. Viviendas existentes en el lugar.



Figura 3. Viviendas existentes en el lugar.

Diversos investigadores en el tema, ante este escenario consideran como solución la reubicación de las personas, pero no toman en cuenta las costumbres de los pobladores y lo difícil que es la separación de un lugar donde han vivido toda su vida. Es de vital importancia buscar la manera más apropiada de reforzar estas viviendas para lograr hacerlas más resistentes, tal y como se debería hacer en todas las zonas del país que se encuentren en situaciones similares.

Formulación del Problema

Teniendo en consideración el procedimiento de construcción de la vivienda y de los tipos de falla que pudiesen presentar actualmente, que afectarían su resistencia de diferentes formas, nos queda aplicar alguna **alternativa de rehabilitación** para las mismas dependiendo del nivel o tipo de **vulnerabilidad sísmica** que encontremos en la evaluación estructural.

Problema General

¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes y que alternativas de rehabilitación se puede plantear en el distrito de Santa Cruz de Chuca, Santiago de Chuco, La Libertad, 2020?

Problemas Específicos

¿De qué manera influye la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes en la resistencia a cargas verticales de sus muros en el distrito de Santa Cruz de Chuca, Santiago de Chuco, La Libertad, 2020?

¿De qué manera influye la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes en la resistencia a esfuerzos cortantes de sus muros en el distrito de Santa Cruz de Chuca, Santiago de Chuco, La Libertad, 2020?

¿De qué manera influye la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes en la resistencia a flexión de sus muros en el distrito de Santa Cruz de Chuca, Santiago de Chuco, La Libertad, 2020?

Justificación del estudio.

La siguiente investigación se desarrolla con el propósito de contribuir al conocimiento de una nueva zona del país en cuanto al estado de sus viviendas y al posible peligro de colapso de estas producido por un evento sísmico. Las viviendas de adobe son de uso común en la parte sierra del país, siendo una característica importante la falta de supervisión técnica al utilizarlo. Por eso es necesario desarrollar una evaluación sísmica de algunas viviendas seleccionadas. Es importante indicar que tenemos diversos sistemas de refuerzo tanto para viviendas nuevas como para viviendas existentes que es la que se estudiará. Los resultados ayudaran a la futura aplicación de estos métodos de análisis y resolución de fallas para otras zonas del país con condiciones similares.

En busca de cumplir el objetivo de esta investigación, se realizarán diferentes pruebas de laboratorio para determinar su nivel de vulnerabilidad sísmica. Existen diversas formas para evaluar la vulnerabilidad sísmica de una vivienda común, pero en este caso usaremos las más adecuadas para una estructura de adobe. Adicionalmente, las consultas que se puedan realizar a los pobladores del lugar y a los maestros de obra que suelen construir estas viviendas serán apropiadas para tener una mejor visión del problema.

El distrito de Santa Cruz de Chuca, al contar con edificaciones de relativa antigüedad, tiene un alto riesgo de colapso, por eso esta investigación busca describir las posibles fallas que pudiera tener. A partir de este estudio se pueden realizar mejoras en las edificaciones de este tipo en ciudades con características similares, pues posiblemente las condiciones estructurales también sean de baja calidad.

Objetivo General

“Los objetivos son los motivos del estudio, expresan el fin que pretende demostrarse cuantificadamente; así que, todo el desarrollo del trabajo de investigación se orientará a lograr estos objetivos”³

El objetivo de la presente investigación será evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes y plantear alternativas de rehabilitación en el distrito de Santa Cruz de Chuca., Santiago de Chuco, La Libertad, 2020.

Objetivos Específicos

Evaluar la influencia de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes en la resistencia a cargas verticales de sus muros en el distrito de Santa Cruz de Chuca, Santiago de Chuco, La Libertad, 2020.

Evaluar la influencia de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes en su resistencia a esfuerzos cortantes en el distrito de Santa Cruz de Chuca, Santiago de Chuco, La Libertad, 2020.

Evaluar la influencia de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes en la resistencia a flexión de sus muros en el distrito de Santa Cruz de Chuca, Santiago de Chuco, La Libertad, 2020.

³ (Bernal, 2010 pág. 97)

Hipótesis General

“La hipótesis es una suposición que expresa la posible relación entre dos o más variables, la cual se formula para dar una respuesta previa a un problema o pregunta de investigación”⁴

La vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes es alta y se requerirá plantear alternativas de rehabilitación en el distrito de Santa Cruz de Chuca, Santiago de Chuco, La Libertad, 2020.

Hipótesis Específicas

La vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes influye de manera negativa en la resistencia a cargas verticales de sus muros en el distrito de Santa Cruz de Chuca, Santiago de Chuco, La Libertad, 2020.

La vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes influye de manera negativa en la resistencia a esfuerzos cortantes de sus muros en el distrito de Santa Cruz de Chuca, Santiago de Chuco, La Libertad, 2020.

La vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes influye de manera negativa en la resistencia a flexión de sus muros en el distrito de Santa Cruz de Chuca, Santiago de Chuco, La Libertad, 2020.

⁴ (Arias, 2012 pág. 47)

II. MARCO TEÓRICO

Álvarez (2015). “***Vulnerabilidad Sísmica de Viviendas de Adobe del C.P. La Huaracilla, Jesús, Cajamarca 2015***”. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Civil en la Universidad Privada del Norte. La tesis desarrollada es de tipo descriptiva y explicativa, se ejecutó el trabajo de campo por medio de cuestionarios y entrevistas, la utilización de la observación directa y pruebas de laboratorio. El autor presentó un trabajo donde se analiza las características estructurales de trece viviendas de adobe existentes en la zona con el objetivo de determinar su vulnerabilidad sísmica, para esto se evaluó sus características arquitectónicas, calidad de material utilizado y su proceso constructivo. Al final, se particularizó las anomalías halladas en las edificaciones. Entre las conclusiones a las que se llegó en la investigación se comprobó que los materiales utilizados son de regular a deficiente calidad, no existe un adecuado control de calidad al momento de construir, siendo la insuficiente densidad de muros y la ausencia de juntas sísmicas como sus problemas más evidentes. Sin embargo, existen viviendas con adecuada asesoría técnica, siendo este un porcentaje menor. La vulnerabilidad de las viviendas de la zona en general fue de nivel medio.

Merino y Quispe (2016). “***Estudio sobre Diseño Sísmico en construcción de Adobe y su incidencia en la Reducción de Desastres en la provincia de Huancavelica - distrito de Ascensión - Sector Ccachuana Millpo***”. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Huancavelica. La tesis desarrollada es aplicada de tipo descriptiva y correlacional. El autor presenta el diseño sísmico de una vivienda de adobe que permita, según manifiesta reducir el nivel de desastres sísmicos que se pudieran presentar en la ciudad de Huancavelica. Primero se analiza el impacto de los desastres y situaciones de emergencia en el Perú, los ámbitos de vulnerabilidad y riesgos del entorno. Se realizaron encuestas a ingenieros civiles, arquitectos y estudiantes para conocer la importancia de este tipo de estudio. Este diseño sísmico fue de una vivienda de adobe reforzada con caña y fue analizada con software ETABS y manualmente se calcularon los diversos esfuerzos que puede soportar en cuanto a capacidad portante, esfuerzos cortantes y esfuerzos de flexión. Como conclusiones el autor indica que es muy necesario en cada ciudad la ejecución de un análisis completo

de riesgos con participación de los pobladores. Existe predisposición de los ciudadanos a ser asesorados técnicamente y la aplicación de este estudio ayudara a disminuir el nivel de vulnerabilidad del sector Ccachuana Millpo.

Rubio (2017). **“Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de Adobe del Sector de San Isidro - Jaén - 2016”**. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Cajamarca. La tesis desarrollada es no experimental de tipo descriptivo comparativo y se empleó la metodología basada en el procedimiento deductivo. Este proyecto de investigación tuvo por finalidad evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe en esta ciudad y plantear medidas preventivas para disminuir el nivel de pérdidas materiales y humanas en caso de ocurrir un sismo. Se aplicó para el estudio la ficha de verificación planteada por INDECI a 50 viviendas existentes, en ellas se evaluaron diferentes características tales como: antigüedad, tipo de suelo, topografía del terreno, grietas o fisuras existentes, configuración geométrica en planta y elevación, estados de los elementos estructurales, entre otras. El autor llego a las siguientes conclusiones en su investigación: de las viviendas analizadas el 26% presento un nivel de vulnerabilidad sísmica alto y el 74% muy alto. Los cálculos estructurales demostraron que la longitud de los muros laterales de las viviendas es muy grande y el espesor es muy reducido para viviendas de adobe. Los reforzamientos con malla y viga collar solo servirán para las viviendas que mantengan un nivel de conservación de sus muros adecuado, mas no para las que presenten un nivel de vulnerabilidad muy alto según la ficha de verificación.

Santos (2019). **“Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el distrito de Chilca en el 2019”**. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Civil en la Universidad Continental de Huancayo. La tesis desarrollada es de tipo descriptiva y explicativa, se empleó también la observación directa, también es aplicada, pues busca relación de los conceptos con la situación existente y busca a partir de eso conocimientos aplicando la solución directamente en la sociedad descrita. El autor realizó una investigación sobre los niveles de vulnerabilidad sísmica en un barrio llamado Chilca Cercado, en Huancayo, analizando tanto la vulnerabilidad estructural y no estructural, centrándose en las

viviendas de albañilería. Para este proyecto se realizó el análisis de la vulnerabilidad sísmica usando tres diferentes metodologías: Método cualitativo – ATC 21, Método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica y Método de INDECI. Las conclusiones a las que se llegó en la investigación fueron: Las viviendas de la zona presentan alta vulnerabilidad sísmica pues se evidenció que no hubo una adecuada asesoría técnica, el suelo se caracterizó por presentar material arcilloso con una capacidad portante menor a 1 kg/cm², a comparación de otros distritos es muy baja. Menos del 50% de las viviendas autoconstruidas analizadas en la investigación, presentan daños y síntomas de antigüedad en su estructura, debido a características de la vivienda, tales como los muros y techos se encuentran en condiciones precarias. Finalmente, en las viviendas analizadas se verifica que las viviendas de albañilería presentan excesiva acumulación de masas en los niveles más altos.

Torres (2015). ***“Estudio sobre diseño sísmico en construcciones de adobe y su importancia en la reducción de desastres”***. Trabajo de Graduación para obtener el Título de Ingeniero Civil en la Universidad Central del Ecuador. La investigación desarrollada en este informe es de tipo descriptiva. Se desarrolló un estudio sobre las leyes que rigen este tipo de construcciones en Ecuador y en otros países. Se evalúa los mecanismos de prevención para reducir los desastres y como la actividad sísmica afecta a las viviendas de adobe. Finalmente, el autor presenta una alternativa antisísmica de diseño. El autor llegó a las siguientes conclusiones en cuanto a las estructuras de adobe existentes en su país: El 100% de los propietarios desconoce algún tipo de procedimiento técnico al momento de levantar sus viviendas usando bloques de adobe, la gran mayoría no cumple con el dimensionamiento mínimo en sus elementos estructurales. Se visualiza también la existencia de materiales suficientes para la rehabilitación las edificaciones. Finalmente se resalta la importancia que hay de realizar estudios de patologías en cada zona.

Cevallos (2015). ***“Análisis estructural de un albergue comunitario a base de adobe tecnificado, en la comunidad La Moya perteneciente a la parroquia Calpi, Cantón Riobamba, provincia de Chimborazo y su incidencia en el***

comportamiento estructural sismo resistente". Proyecto de investigación previo a la obtención el Título de Ingeniero Civil en la Universidad Técnica de Ambato. Se elaboró el diseño estructural de una edificación tipo albergue a base de adobe tecnificado, mejorado agregándole cascara de arroz y estiércol de vaca, logrando una resistencia a la compresión de 20 kg/cm². Este proyecto de investigación se desarrolló con una estructura de muros portantes y conto con arriostres de madera reforzada con carrizo de la zona, cabe señalar que se aplicó en ese caso un diseño estructural según indican los parámetros de nuestra norma peruana E.080, que es una buena referencia en otros países. Sus conclusiones más importantes fueron: Por ser Ecuador una zona sísmica, los muros de adobe obligatoriamente deben tener reforzamiento horizontal, vertical y un confinamiento periférico para evitar grietas y fisuras en los muros. La estructura responderá positivamente ante un sismo si se respeta lo estipulado en la norma, los trabados se guiarán en la normativa para que no se desempaten. Al trabajar con la norma peruana NTE E.080 se concluye que se puede usar conjuntamente con ésta, toda normativa que trabaje con resistencia ultima.

Sotomayor (2018). **"Diseño y proceso constructivo de una vivienda de adobe en Cauquenes"**. Trabajo de Graduación para obtener el Título de Ingeniero Constructor en la Universidad Andrés Bello de Santiago de Chile. La presente investigación fue realizada con el objetivo de resaltar los aspectos positivos de construir con adobe, analizando a profundidad sus métodos constructivos y la calidad de los materiales con los que se edifica. Se estudió los tipos de adobe como el estabilizado, no estabilizado, el semi estabilizado y el compactado. También alternativas para mejorar el suelo y aditivos que se podría utilizar, la confección del adobe, la cimentación y el refuerzo. Finalmente realiza un diseño completo de una vivienda y el proceso constructivo a seguir. El autor llegó a las siguientes conclusiones en cuanto a construir viviendas de adobe en su país: En la ciudad de Cauquenes, los materiales que se utilizan para la fabricación de una vivienda de adobe son de fácil acceso y bajo costo, se pueden encontrar en cualquier ferretería de la zona. Existe una gran variedad de climas en Cauquenes a lo largo del año, descritos en la norma Nch 1079, se comprobó que la tierra con la que contaba el terreno y los métodos de elaboración le dan forma a un diseño que hace que la

vivienda este construida para soportar dichas características. Adicionalmente, de los ensayos de suelo realizados tanto de granulometría, plasticidad y resistencia, se comprueba que el terreno cuenta con las características adecuadas para la elaboración de los adobes.

“*El adobe* es un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos. La fabricación de las unidades de albañilería se procede de acuerdo con el lugar y a los materiales que se dispongan”.⁵

El adobe se comporta muy bien en combinación con cualquier material y al construir alguna edificación sus vigas pueden ser de madera o acero; están limitadas a dos pisos como máximo en algunas zonas del Perú según norma y exige necesariamente una forma regular en el diseño arquitectónico debido a su alta vulnerabilidad sísmica.

“Para la fabricación de los adobes se colocan en moldes de madera cantidades de barro humedecido hasta conseguir las dimensiones preferidas. A diferencia de la fabricación de adobes en otros lugares del país, éste no se “deja pasar la noche humedecido” simplemente se hace la mezcla en el mismo instante de la elaboración. Luego, se retiran los moldes y los adobes se dejan secar al aire libre desde 15 días hasta un mes. Cabe resaltar que el secado de los adobes no es necesariamente a la sombra como generalmente se recomienda, en realidad el secado es indistintamente haya sol o no”⁶

Si bien es cierto existen medidas estándar de los bloques de adobe, se debe buscar fabricar bloques de mayor resistencia. Existen diversos estudios realizados en los últimos años por la Universidad Católica del Perú, sobre viviendas antisísmicas de adobe, el manual desarrollado debe ser una guía prioritaria de consulta para quienes decidan construir viviendas de este material ligero.

⁵ (Ministerio de Vivienda, 2012)

⁶ (Velarde, 2014 pág. 21)

El adobe no debe tener deficiencias tales como rajaduras, grietas en la superficie de sus caras o alguna otra materia extraña que pueda disminuir considerablemente su durabilidad y resistencia.

Al momento de construir con adobe, si se tratara de una edificación nueva, el terreno a usar debe tener las siguientes características aproximadas: un porcentaje del 10-20% de arcilla, 15-25% de limos y un porcentaje del 55-70% de arena. Los suelos orgánicos no se deben emplear en este caso. Los porcentajes presentados pueden cambiar relativamente si se usa adobes estabilizados.

Las formas en las que se fabrica normalmente el adobe son de forma rectangular o cuadrada, solo en casos especiales en los que se tenga que rellenar las esquinas podrán tener formas distintas.

En general, las dimensiones de los bloques de adobe deben acercarse a las siguientes consideraciones: el largo debe ser aproximadamente dos veces el ancho en el caso de adobes rectangulares, la proporción entre el largo y la altura debe estar en la relación de 4 veces a 1, y la altura del bloque debe ser mayor a 8cm.

En las viviendas construidas de adobe se debe verificar que tengan las siguientes características: la planta debe ser lo más simétrica posible, suficiente densidad de muros, de preferencia portantes en cada dirección, la geometría de la vivienda debe ser de preferencia cuadrada, los vanos deben ser de reducidas dimensiones y céntricos.

Como toda edificación, una vivienda construida de adobe tiene diferentes elementos que la componen y sus características particulares, sus dimensiones o resistencia pueden ser indicadores que nos permitan calcular una falla al momento de producirse. Sin embargo, si bien tiene todas las partes de una edificación normal, existen características especiales que la diferencian de una estructura de concreto.

Un elemento estructural de arriostre en estas edificaciones se considera sólo si está reforzado. A menos de que el muro haya sido reforzado, deberá tener elementos

verticales estructurales, techo rígido y vigas de madera o de hierro en toda la longitud del muro.⁷

Los elementos de arriostre son una forma de reforzamiento empleado en la actualidad, sin embargo, llama la atención que, si bien la teoría la incluye como un diseño original, la mayoría de las personas no los considera al construir por primera vez. De la misma manera, se usa vigas collar que soportan gran parte del peso de la cobertura liviana, la cual es la que predomina en las zonas andinas de nuestro país por motivo de las lluvias de gran magnitud.

Como techos en las viviendas de adobe se usan materiales livianos, estos deben cumplir la función de transmitir fuerzas horizontales, se construye de modo que tenga una adecuada rigidez y a la vez logrando que los muros se comporten adecuadamente con esta carga. Cuando el techo no contribuya a la distribución de las fuerzas horizontales, las vigas collar son las que cumplen esta función.

En general, tanto en el caso de edificaciones de material noble como para las viviendas de adobe, “la cimentación para sus muros puede ser de concreto, albañilería o suelo estabilizado. La cimentación debe transmitir el peso propio de la edificación al terreno, en correspondencia a su esfuerzo permisible.”⁸

La vulnerabilidad sísmica en una vivienda existente depende varios factores tales como el proceso constructivo utilizado, la calidad del material o los conocimientos técnicos de quien ejecuta la obra. Sin embargo, no todas estas características se pueden medir objetivamente, así que adicionalmente se busca analizar el comportamiento sísmico de las viviendas tal y como las encontramos físicamente construidas. El nivel de vulnerabilidad sísmica “de la estructura de una edificación está en relación a la capacidad y calidad de sus elementos estructurales de resistir un sismo severo y no colapsar”⁹.

⁷ (Yamashiro, y otros, 1981 pág. 461)

⁸ (Yamashiro, y otros, 1981 pág. 461)

⁹ (Gomez, y otros, 2014 pág. 37)

El comportamiento sísmico de una estructura, al representar la característica de la forma cómo actúa una estructura ante un sismo, según diversos autores e investigaciones, es definido por la vulnerabilidad, este indicador demuestra si la vivienda trabaja estructuralmente de forma adecuada.

La evaluación de las estructuras de la zona que se realiza en la actual investigación, así como otras que se considere pertinente evaluar en el futuro, tiene que estar centrada en como mitigar los desastres y tratar de reducir el riesgo sísmico en una vivienda. Una estructura construida con alguno de los materiales existentes en la actualidad tiene que trabajar adecuadamente ante un fenómeno natural, he aquí la importancia de evaluar la vulnerabilidad sísmica de cada vivienda.

Los daños que puede provocar un sismo en una estructura son evaluados en diferentes grados, puede llegar desde solo grietas en los muros hasta un colapso total de la vivienda, por esto es necesario precisar como el sismo la afecta, evaluar qué zona sería la que sufriría más daño, pues depende de esto el tipo de refuerzo que se requiera utilizar.

Una vivienda se diseña buscando colocar la mayor cantidad de muros portantes, los vanos no continuos afectan la estabilidad de la edificación y la hace irregular. Dos características fundamentales en una vivienda de adobe son que primeramente debe ser regular y la segunda que no debe ser mayor a dos pisos, este tipo de estructuras no está apto para soportar más carga.

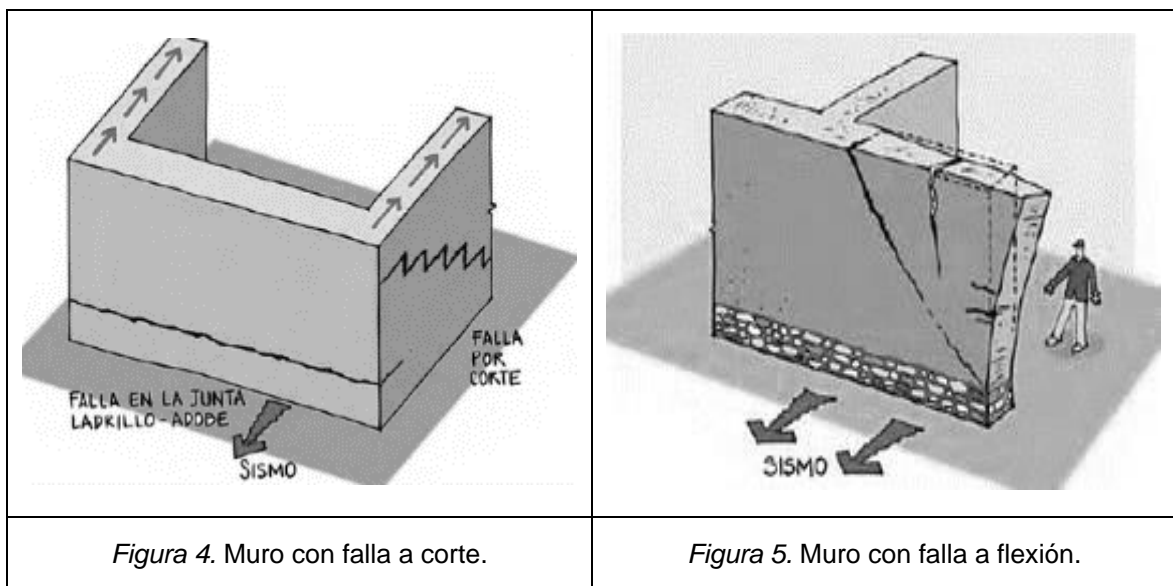
Como motivos de falla en las construcciones de adobe tenemos las siguientes: La falla por tracción es producida básicamente por los esfuerzos de tracción directa que se produce en alguno de los muros, al intentar unirlos con otros muros de encuentro, al ser mucho más elevados los esfuerzos de flexión producidos, esta situación se puede complicar más de lo debido.

La falla por flexión se visualiza en muros que no tiene el refuerzo apropiado para resistir esfuerzos horizontales en la parte superior. Los más propensos a sufrir esta falla son los muros de gran longitud o bien si son muy altos o cortos. En esta clase

de viviendas si el techo es muy pesado, en algún momento provocara el agrietamiento de la parte central del muro o de los elementos verticales de confinamiento.

El tipo de falla por corte se debe a que la capacidad de respuesta del muro a la fuerza cortante no es tan alta como su resistencia a la flexión. En el caso de los muros de adobe, estos tipos de fallas se presentan de manera horizontal, vertical u oblicua. Una característica de la falla por corte es que provoca grietas diagonales a lo largo del muro, los elementos de arriostre verticales podrían fallar por pandeo ante la de estribos que sirven de confinamiento. Las grietas se dan a partir del alfeizar de una ventana, a la mitad del muro, en las esquinas y borde superiores.

La profundidad de la grieta determinara el que tan alto es el daño sufrido por una estructura. Sin embargo, al no haber desprendimiento de grandes masas de adobe de la vivienda, el daño no es considerado tan grave.



La calidad del material empleado en la construcción de las viviendas está relacionado principalmente a la capacidad resistente de las unidades de albañilería utilizadas, a la resistencia del mortero utilizado para la unión de los mismos y de las correctas dimensiones de los elementos de arriostre a utilizar en la construcción.

“La resistencia a la compresión de la unidad se determina ensayando ladrillos cúbicos cuya arista será igual a la menor dimensión de un ladrillo de adobe. La norma indica que la resistencia a la compresión de la unidad es una referencia de la calidad de esta y no del muro de albañilería. El resultado de resistencia en compresión se conseguirá en base a la presión que se ejerza sobre el área de la sección transversal de la unidad, se ensayan un mínimo de 6 bloques, la resistencia última (f_o) está indicada como el valor que sobrepase en el 80% de las piezas ensayadas. Se utilizarán para los ensayos piezas completamente secas, siendo el valor de “ f_o ” mínimo requerido: 12 kg/cm².”¹⁰

Para el mortero se debe usar, según norma, una dosificación de cemento-arena de 1:4, se prepara con barro, de manera similar a la preparación de los adobes, se estima el espesor de las juntas de 2cm para el asentado. En cuanto a su resistencia, esta se debe medir a tracción indirecta, con una probeta compuesta de dos adobes unidos con mortero de barro con el uso o no de aditivos naturales, según la necesidad siendo la resistencia última requerida de 0.12 kg/cm². De forma similar a los ensayos de los adobes se debe cumplir de seis muestras, el promedio de las mejores cuatro.

Tabla 1. *Esfuerzo de adherencia y coeficiente de fricción.*

Adobe y mortero	Esfuerzo de adherencia " μ " (kg/cm ²)	Coefficiente de fricción " f "
Adobe simple y mortero simple	0.12	0.67
Adobe y mortero estabilizado (suelo-asfalto)	1.47	0.83

Fuente: Merino y Quispe, 2017.

¹⁰ (Ministerio de Vivienda, 2012)

La configuración estructural de una vivienda está en relación con el tipo, la forma, la geometría y la resistencia que pueda tener una estructura o un conjunto de elementos estructurales que funcionan como un todo. Los problemas más importantes que podemos encontrar en la configuración estructural, tienen que ver con las asimetrías o grandes cambios de masas, dimensiones, la rigidez y flexibilidades.

Una edificación es resistente a sismos cuando está edificada con elementos estructurales de dimensiones sujetas a norma y sus materiales cuentan con una calidad demostrada y certificada, ya que tendrán la resistencia requerida al momento de actuar ante un sismo. Sin embargo, existen ocasiones que una edificación se ha realizado cumpliendo toda la normativa correspondiente y aun así han sufrido daños debido a terremotos más fuertes no contemplados en el diseño estructural, pero teniendo en cuenta que la estructura no debe colapsar. No existe una edificación totalmente sismorresistente.

Según la norma E-080 correspondiente al diseño con adobe del R.N.E., las fallas que ocasionan los sismos en las viviendas de adobe existentes y no reforzadas son frágiles. Generalmente, la falla de conexión en las esquinas de los muros de una estructura es causada por la poca resistencia a la tracción de la albañilería. La falla comienza en la parte superior del muro; esto a su vez lo aísla de los demás y conduce a una pérdida de estabilidad de forma lateral, lo que viene después es el desplome del muro fuera de su plano.¹¹

De esta manera, “el análisis estructural de una edificación tiene como finalidad encontrar los momentos internos y fuerzas cortantes originadas por la carga vertical y horizontal (sismo), en cada uno de los muros y componentes del sistema estructural, para finalmente proceder con el diseño, en el caso de una edificación nueva”.¹²

¹¹ (Ministerio de Vivienda, 2012)

¹² (Abanto, 2017 pág. 231)

El motivo del inadecuado comportamiento sísmico de estas edificaciones es debido a la gran masa que soporta la estructura, su baja resistencia y a su comportamiento flexible. Cuando se producen terremotos severos, las viviendas de adobe desarrollan grandes fuerzas de inercia cuyos valores son más altos de lo que pueden soportar y por ello fallan de manera agresiva y violenta.

“Las fuerzas de sismo que actúan en el centro de gravedad de cada piso generan torsión y se incrementa durante la respuesta dinámica de la estructura, llegando a cargar de manera excesiva determinados elementos estructurales, escenario que causa muchas fallas estructurales”¹³

En las edificaciones hechas de adobe debemos tener en cuenta que el efecto del sismo que se indica será mayor, pues su resistencia a compresión es más baja. Además, se conoce que la gran mayoría de construcciones se desarrolla sin ningún tipo de asesoría técnica, esto aumenta la gravedad del problema.

“La verificación por densidad mínima de muros tiene como objetivo evitar fallas frágiles por deficiencia en la resistencia a cargas laterales. Se debe verificar que en cada dirección principal (x, y) exista una cantidad de muros mínima.”¹⁴

“El accionar estructural del adobe está estrechamente relacionado a las características del suelo sobre en el que está apoyado. Un suelo excesivamente arcilloso necesitará que se le adicione una cantidad más elevada de otros componentes para equilibrar su mayor resistencia a la contracción-expansión que puede producir fisuras y deformaciones.”¹⁵

Se debe tener en cuenta que las zonas donde se suele construir con adobe tienen en su mayoría suelos con baja resistencia, además de la existencia de humedad que la hace más inestable, de esta manera, la prueba de laboratorio para hallar la

¹³ (Nuñez, 2012 pág. 27)

¹⁴ (Abanto, 2017 pág. 248)

¹⁵ (Goyoneche, 2011)

capacidad portante del terreno toma gran importancia para el cálculo del esfuerzo permisible.

De acuerdo con la norma E-080 del Reglamento Nacional de Edificaciones, el valor de la fuerza sísmica horizontal calculado en la base de una construcción de adobe se determina mediante la siguiente expresión:

$$H = S \cdot U \cdot C \cdot P.$$

Donde:

H: Fuerzas Sísmicas Horizontales

S: Factor de suelo, correspondiente a su capacidad portante admisible.

U: Factor de uso, según el tipo de edificación que se construya.

C: Coeficiente sísmico, correspondiente a la zona de estudio.

P: Peso total de la edificación (está conformada por el 100% de carga muerta y el 50% de la carga viva).

Tabla 2. *Factor de Suelo.*

Tipo	Descripción	Factor de Suelo (S)
I	Rocas o Suelos muy resistentes con capacidad portante admisible > 3.06 kg/cm ²	1.00
II	Suelos Intermedios o blandos con capacidad portante admisible > 1.02 kg/cm ²	1.40

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

Tabla 3. Factor de uso de acuerdo con el tipo de edificación.

Tipo de Edificaciones	Factor de Uso (U)	Densidad
NT A.030 Hospedaje NT A.040 Educación NT A.050 Salud NT A.090 Servicios comunales NT A.100 Recreación y deportes NT A.110 Transporte y Comunicaciones	1.40	15%
NT A.060 Industria NT A.070 Comercio NT A.080 Oficinas	1.20	12%
Vivienda: Unifamiliar y Multifamiliar Tipo Quinta	1.00	8%

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

El valor del coeficiente sísmico es la fracción del peso de la edificación “P” y debe calcularse para la determinación de la fuerza cortante en la base, se considera mediante el espectro de respuesta de aceleraciones totalizado y expresado mediante fórmula en función del período fundamental de la estructura del período predominante del suelo.

Tabla 4. Coeficiente Sísmico.

Zona Sísmica	Coeficiente Sísmico
4	0.25
3	0.20
2	0.15
1	0.10

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

Habiendo obtenido toda la información existente de las viviendas, el proceso para verificar el comportamiento estructural, está relacionado en como las estructuras soportes los diversos tipos de esfuerzos a los que son sometidos, tanto por acciones del sismo como por la carga que le genera su propio peso. La norma E.080 nos brinda valores de esfuerzos admisibles mínimos que deben cumplir las viviendas para comprobar que tan bien construidas están y cuanto resisten, esto tanto a esfuerzos por cargas verticales, esfuerzos a corte y esfuerzos a flexión.

Tabla 5. Esfuerzos admisibles según la norma E.080.

Ensayos	Esfuerzos admisibles según la norma E.080	Esfuerzos para construcciones con adobe común y mortero de barro
Resistencia ultima a la compresión de la unidad	$f_o = 12 \text{ kg/cm}^2$	(según ensayos)
Resistencia admisible a la compresión de la albañilería	$f_m = 0.40 * f' m$	$f_m = 2 \text{ kg/cm}^2$
Resistencia admisible al corte de la albañilería	$V_m = 0.25 \text{ kg/cm}^2$	$V_m = 0.45 (\mu + f * \sigma)$

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

Las cargas verticales que soportan los muros provienen de las cargas muertas y sobrecargas aplicadas sobre ellos. Las cargas actuantes acumuladas en los muros se evalúan según su área tributaria correspondiente. Esto lo obtenemos del metrado de cargas y muros que vamos a realizar para cada vivienda.¹⁶ Los elementos que soportan las cargas verticales en los techos de las viviendas de adobe deben estar adecuadamente fijados a la viga collar. Cabe destacar que la resistencia de los muros normalmente no presenta problemas por cargas verticales en uno o dos pisos. Sin embargo, los muros de adobe suelen tener muy poca resistencia a la tracción y la capacidad de adherencia entre el adobe y el mortero es baja también. Para poder medir si cumple por resistencia a cargas verticales,

¹⁶ (Abanto, 2017 pág. 231)

evaluamos la relación del peso de la estructura y la cantidad de m² de muros existentes en la edificación, estos valores deben ser mayores al esfuerzo admisible de la albañilería de adobe según norma, valor último considerado como 2.45 kg/cm².

$$\sigma = \text{Peso total} / \text{Área}$$

Donde:

σ = Esfuerzo actuante a cargas verticales.

Teniendo en cuenta el valor de esfuerzo admisible en general que nos indica la norma que se debe cumplir, se puede plantear este cálculo de manera particular para cada una de las viviendas. Si bien pueden salir valores cercanos al indicado, nos da un mejor panorama del comportamiento real de los muros en cada estructura. De estudios elaborados por la Universidad Nacional de Ingeniería, se puede plantear la siguiente ecuación para el cálculo del esfuerzo actuante:

$$f_m = \phi_r \times \phi_c \times \phi_e \times \phi_l \times f'_m$$

Donde:

ϕ_r = Coeficiente de reducción por variabilidad de resistencia

ϕ_c = Coeficiente de reducción por variabilidad de cargas

ϕ_e = Coeficiente de reducción por excentricidad

ϕ_l = Factor de esbeltez

f'_m = Esfuerzo de rotura a la compresión del prisma estándar

Con ayuda de esos estudios, se obtuvieron los valores de los coeficientes para el adobe en general, obteniendo para el coeficiente de reducción de resistencia un valor de 0.81, para reducción de cargas un valor de 0.69 y 0.77 como coeficiente de reducción por excentricidad.

Tabla 6. Módulo de elasticidad y esfuerzo admisible del adobe.

Características	Módulo de elasticidad E = (kg/cm ²)	Esfuerzo a la rotura a compresión f'm = (kg/cm ²)
Prisma estándar con adobe común	1200	6.12
Con adobe estabilizado (cemento-arena 1:8)	4760	19.00
Con adobe estabilizado (suelo-asfalto)	3000	15.00

Fuente: Centurión y Barba, 1986.

La resistencia a esfuerzos cortantes de los muros se calculará de manera particular por ser un diafragma flexible. Las cargas horizontales que afectan directamente al plano del muro, generalmente producidas por sismos, ocasionan dos tipos de esfuerzos principales, la aparición de esfuerzos cortantes paralelos a las hiladas de la albañilería y los momentos de volteo del muro, particularmente cuando este trabaja como elemento de arriostre de otro similar.

Siempre es recomendable analizar la sección en la base del muro donde la fuerza cortante es más alta, ese escenario sería el que presenta más problemas. La fuerza cortante actuante es alícuota a las cargas de gravedad que actúan sobre la edificación, esta carga de gravedad horizontal se calcula mediante la fórmula:

$$H = C_m * P$$

Donde:

H = Carga horizontal sobre el muro.

C_m = Coeficiente sísmico de diseño.

P = Peso total sobre el muro.

Una vez obtenida la fuerza horizontal aplicada sobre el muro, se calcula el esfuerzo cortante actuante:

$$V_{act} = H / b*d$$

Donde:

V_{act} = Esfuerzo cortante actuante

$b*d$ = Área del muro

El esfuerzo cortante actuante sobre el muro se compara con el esfuerzo cortante admisible que también es calculado de acuerdo a la fórmula que se indica en la Tabla 5:

$$V_{adm} = 0.45*(\mu+f*\sigma)$$

Donde:

V_{adm} = Esfuerzo cortante admisible

μ = Esfuerzo de adherencia del mortero simple

f = Coeficiente de fricción del adobe simple

σ = Carga unitaria

El valor del esfuerzo cortante admisible está en relación a diversos factores propios de la albañilería con adobe común como son su esfuerzo de adherencia y coeficiente de fricción, estos valores para los diversos materiales estudiados están indicados en la Tabla 1. A su vez también trabajan de acuerdo a las características de los muros existentes.

Por otro lado, *los muros sufren esfuerzos de flexión* cuando se aplican en ellos cargas horizontales perpendiculares a su plano, estas cargas generan en el muro esfuerzos de compresión y tracción de la misma manera que al actuar en una losa simplemente apoyada en sus elementos de arriostre.¹⁷ Los esfuerzos que más

¹⁷ (Abanto, 2017 pág. 263)

suelen ocasionar fallas en los muros son los de tracción, tanto en sentido vertical, perpendicular al asentado de ladrillo, como también en sentido horizontal paralelo al asentado del ladrillo. Teniendo en cuenta como trabajan los muros de las viviendas de adobe, ya que muchos carecen de arriostres existentes, la evaluación de las flexiones en los mismos está relacionados en gran porcentaje en sus condiciones de borde. Bajo estos parámetros indicados en la norma E-070 se calculan tanto el momento actuante como el momento resistente en los muros bajo una carga sísmica.

Tabla 7. Valores de coeficiente de momentos y dimensión crítica.

VALORES DEL COEFICIENTE DE MOMENTOS "m" Y DIMENSIÓN CRÍTICA "a"									
CASO 1. MURO CON CUATRO BORDES ARRIOSTRADOS.									
a =	Menor dimensión								
b/a =	1.00	1.20	1.60	1.80	2.00	3.00	α		
m =	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 =	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.50	2.00	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 =	0.500								

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

Existen diversos métodos para reforzar una vivienda de adobe existente, estando esto establecido según el o los elementos que se encuentren con fallas de resistencia.

El método de Malla-Mortero se debe aplicar para la totalidad de los muros de la vivienda en ambos lados. Los muros deben estar en buen estado y si están dañados previamente deben ser contruidos de nuevo. El método es extremadamente sencillo y no requiere el uso de herramienta especializada.

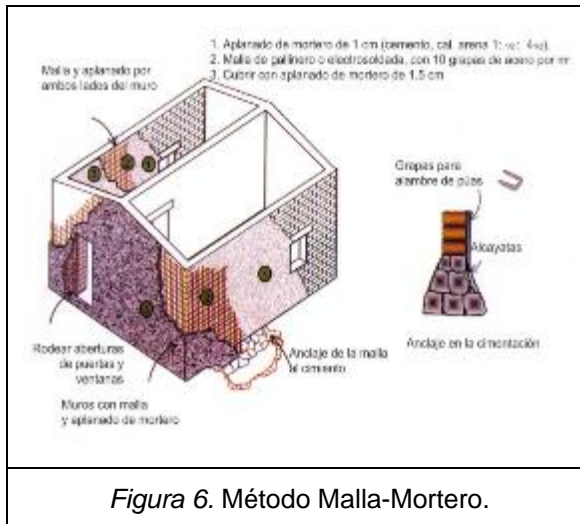


Figura 6. Método Malla-Mortero.

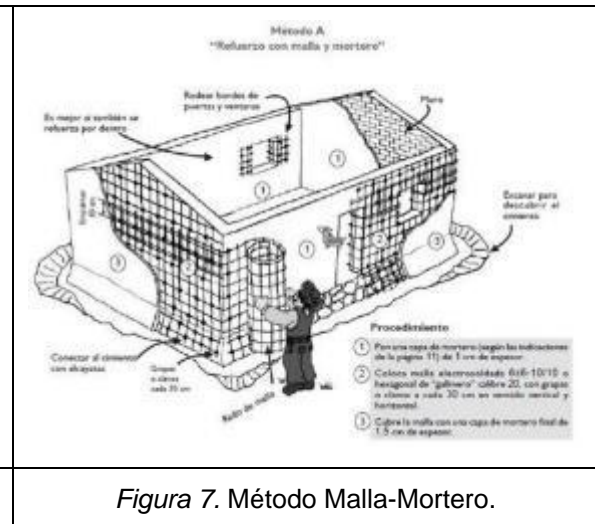


Figura 7. Método Malla-Mortero.

El refuerzo con bandas de malla y mortero indica como procedimiento que se debe colocar de manera adosada, bandas de malla y mortero en las esquinas y en la parte superior de los muros. Con esto se consigue la unión entre muros y se evitan las grietas en las esquinas que pueden ocasionar el colapso de la estructura.

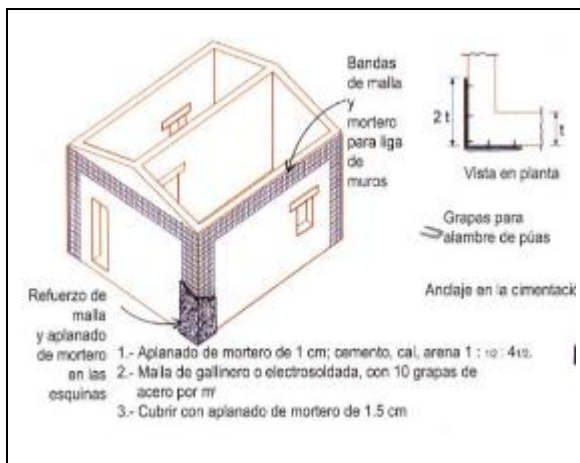


Figura 8. Método con bandas de malla y mortero.

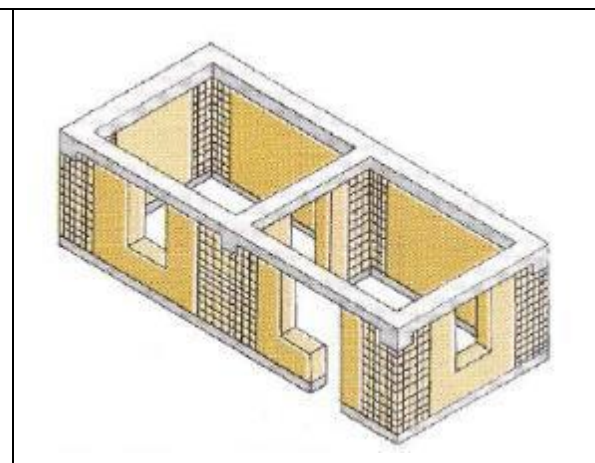
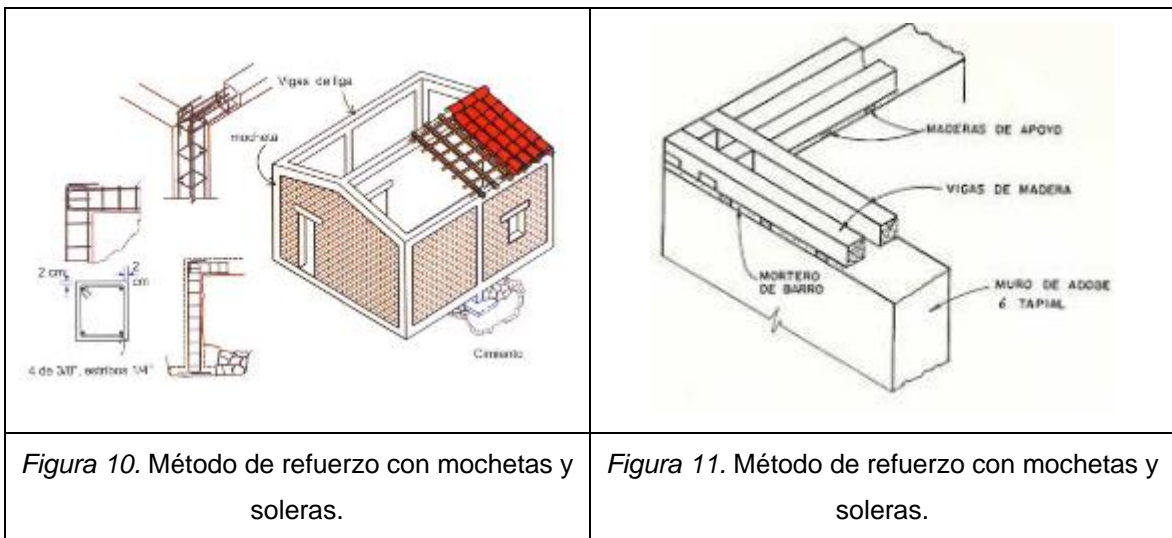
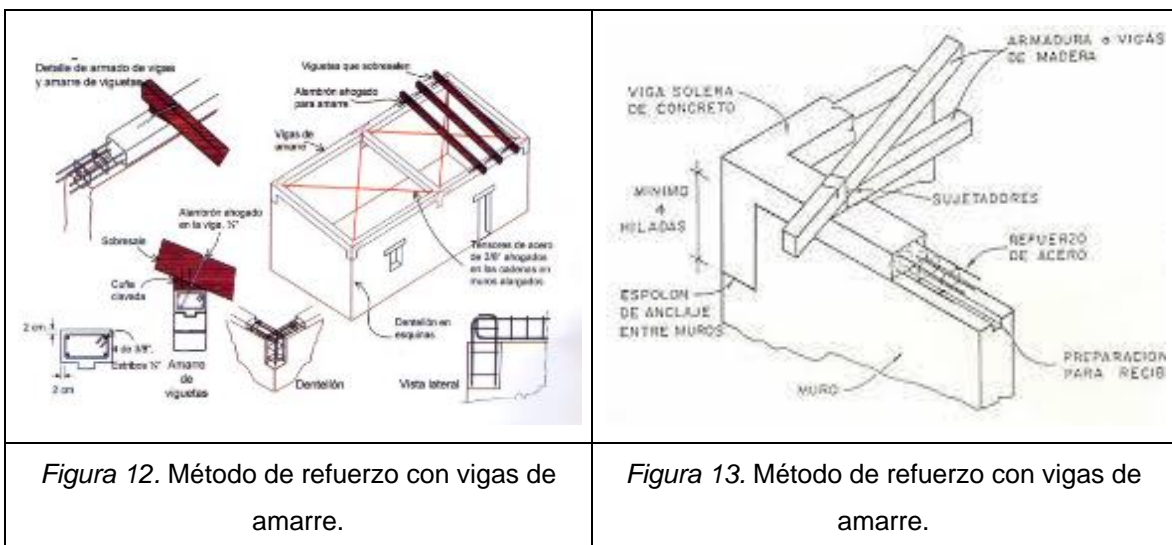


Figura 9. Método con bandas de malla y mortero.

El refuerzo con mochetas y soleras consiste en construir mochetas en las esquinas y las partes centrales de muros de mucha longitud, de la misma manera en soleras en la zona superior e inferior de los muros. Las mochetas deben poseer cemento propio y sus uniones deben ser continuas, es decir el acero de refuerzo debe ser cuidadosamente anclado.



En el refuerzo con vigas de amarre y mejoras del sistema de techo consiste en colocar vigas de amarre con dentellones en la zona superior de los muros, añadiendo tensores de acero para lograr una estabilidad del sistema de techo y de los muros. Es importante lograr un sistema de amarre adecuado entre las vigas y los dentellones, así como entre los tensores y las vigas.



III. METODOLOGIA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de investigación de acuerdo al fin:

La presente investigación es aplicada, pues “trata de cambiar para mejor la convivencia actual de cada uno de los individuos analizados, y para ello tiene que intervenir. Trata de conseguir resultados inmediatos y muestra particular interés en el perfeccionamiento de los grupos humanos estudiados en el proceso de la investigación. La investigación aplicada estimulada por el espíritu de la investigación fundamental ha centrado toda su atención no solo en la formulación de teorías sino también en la solución de problemas [...]”¹⁸

El adobe, es un material que ya ha sido investigado en la aplicación a otros casos y lugares; sin embargo, ya que cada centro poblado tiene características y realidades diferentes, los resultados ayudaran a descubrir nuevas deficiencias que no se hayan detectado hasta el momento en esa zona en particular.

Los objetivos en cada investigación son parecidos, pero con resultados distintos, cada resultado puede ser aprovechado en cada población de manera única pues estos reflejan su realidad y el estado estructural en la que se encuentran las viviendas existentes.

Además, constituye una investigación correlacional ya que “en estos proyectos de investigación, el procedimiento consiste en que, antes de las pruebas de hipótesis y la ejecución de cuadros estadísticos que se pudiera requerir, se tiene que medir las variables establecidas para poder luego estimar la correlación entre ellas. En cuanto a su finalidad es determinar el grado de asociación (no causal) existente entre las variables indicadas. Como se señala, la investigación correlacional no establece de forma directa relaciones de causa, sin embargo, puede ayudarnos a encontrar indicios sobre las posibles causas de un fenómeno.”¹⁹

¹⁸ (Valderrama, 2013 pág. 165)

¹⁹ (Arias, 2012 pág. 25)

Ya que los datos recogidos para el estudio fueron en una sola medición, la investigación es transversal.

Se recogerán los datos actuales de cada vivienda de forma continua pues se comparará el estado de cada una para la aplicación del método correspondiente y solucionar su problemática que en cada caso puede ser distinto.

Tipo de investigación de acuerdo al nivel:

Este proyecto es una investigación de tipo descriptiva, a través de este nivel de investigación se usa el sentido analítico, logra identificar un problema principal a estudiar o una situación particular distinta a las demás, se encuentra sus características y se define sus propiedades. Nos brinda la experiencia suficiente para poder clasificar y ordenar los objetos que intervienen en la investigación.

“La investigación descriptiva radica en la descripción de fenómenos o individuos, con el objetivo de conocer su estructura y características. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en relación a que tan profunda pueda ser la investigación.”²⁰

El nivel descriptivo usado en la investigación ayudará a describir una realidad e identificar la relación entre las dos variables vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes y sus alternativas de rehabilitación, de modo que tomando los datos en campo tal y como se encuentran, se procederá a la recolección de información que nos entregarán datos para analizar, luego se pasará a conocer la respuesta a nuestro problema, esta investigación muy probablemente pueda ser usada en estudios futuros.

Tipo de investigación de acuerdo al diseño metodológico:

La presente investigación constituye un estudio no experimental. En este tipo de diseño no se manipula la variable independiente para variar la variable dependiente, al respecto se señala:

²⁰ (Arias, 2012 pág. 24)

Este estudio “se realiza sin manipular intencionalmente las variables. Lo que se realiza en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto actual, para posteriormente realizar la respectiva evaluación. Es decir, se trata de una investigación donde no modificamos de forma deliberada las variables independientes para ver su efecto sobre la variable dependiente” ²¹

Este estudio recolecta datos en una sola medición y es correlacional, pues se ha medido el grado y si existe relación de las variables, tal y como aluden Hernández, Fernández, y Baptista “la intención principal de los estudios de nivel correlacional es conocer cómo se puede comportar una determinada variable conociendo el comportamiento de las otras con las que guardará relación. Es otras palabras, intentar calcular el valor aproximado que tendrá una variable en un grupo de elementos, a partir del número calculado al analizar todas las variables”.²²

Simbología:

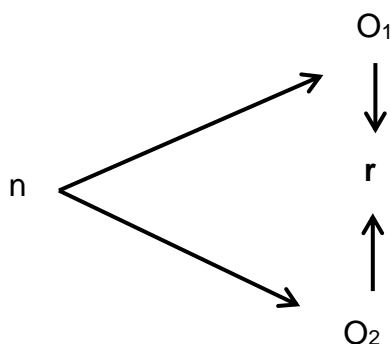


Figura 14. Simbología del diseño correlacional.

Dónde:

n = Muestra

O₁ = Vulnerabilidad Sísmica

O₂ = Alternativas de Rehabilitación

r = Relación.

²¹ (Hernandez, y otros, 2010 pág. 149)

²² (Hernandez, y otros, 2010 pág. 82)

Tipo de investigación de acuerdo al enfoque:

Como enfoques de investigación, se puede nombrar al cuantitativo y al cualitativo, ambos tienen diferencias marcadas correspondientes al objetivo que se quiere alcanzar en cada estudio.

En esta investigación se aplica el enfoque cuantitativo pues se plantea el problema incluyendo las variables a estudiar, estas a su vez serán medidas con la recolección de datos y pruebas de laboratorio con el objetivo de verificar la hipótesis planteada. Finalmente se llegará a conclusiones en base a la medición numérica.

El enfoque cuantitativo de investigación “nos brinda un panorama general objetivo, hipotético-deductivo, además positivista y orientada a los resultados para conocer el comportamiento de ciertos individuos. Se centra directamente en la tarea de analizar y comprobar teorías usando las características de estudios muestrales representativos.”²³

El enfoque cuantitativo lo usamos para diferentes niveles de investigación:

- ✓ Se puede realizar con el objetivo de constatar una teoría al describir variables (investigación descriptiva).
- ✓ También se puede examinar relaciones entre las variables (investigación correlacional).
- ✓ Finalmente, en la investigación cuasi experimental y experimental para identificar las interacciones causa-efecto entre variables.

3.2. Variables y Operacionalización

La variable “[...] es aquella característica que se va a estudiar, medir y controlar en un estudio de investigación, puede ser de tipo cuantitativo o cualitativo es además un elemento clasificatorio pues representa valores diferentes. Además, también pueden ser definidas conceptual y operacionalmente”²⁴

²³ (Lopez, 2013)

²⁴ (Valderrama, 2013 pág. 42)

Variable Independiente	V1: Vulnerabilidad Sísmica.
Variable Dependiente	V2: Alternativas de Rehabilitación.

La operacionalización de variables es todo lo relacionado el cual se pretende manipular, medir y poner a un estudio en una investigación, se da de forma que toma una definición ordenada.

La escala de medición se refiere al “proceso que vincula conceptos abstractos con indicadores empíricos”²⁵, donde las variables se diferencian en grupos y se establece uno o dos para cada tipo de variable.

La escala usada en la actual investigación es la escala de razón, pues los datos obtenidos de la investigación son datos numéricos y se hizo comparaciones con los datos sugeridos por la norma.

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.

Población.

“La población objetivo en una investigación, está circunscrito por el problema de investigación y si se quiere también por los objetivos. Además, es un conjunto finito o infinito de elementos que poseen propiedades parecidas para los que están dirigidas las conclusiones de la investigación.”²⁶

La investigación científica reúne a todos los elementos sobre los que se aplicará el estudio. Cada elemento es llamado unidad estadística, son medidas mediante la observación y eventualmente se le somete a experimentación. En este caso, el universo poblacional estará conformado las 188 viviendas existentes en el centro poblado urbano del distrito de Santa Cruz de Chuca.

“**La muestra** es la sección de población sobre la cual se ejecutará el estudio, serán medidos, analizados en cada una de las variables definidas previamente. De este

²⁵ (Valderrama, 2013 pág. 55)

²⁶ (Arias, 2012 pág. 81)

grupo de elementos se obtendrá la información para el desarrollo de la investigación.”²⁷

En vista de que no será posible examinar el 100% de las viviendas que conforman la población por motivos de disponibilidad de los propietarios, se pasará a elegir una muestra representativa que estará compuesta por 10 viviendas que en lo posible serán de características diferentes. Se tomará como prioritarias las viviendas que estén visualmente en peor estado, pues ellas están más propensas a sufrir daños ante un evento sísmico.

El muestreo es un instrumento que ayuda a seleccionar los elementos que más estén identificados con la población general, para que al obtener los datos estemos lo más cerca posible a representarla y sus características, es un instrumento de gran validez en todas las investigaciones.

Existen dos grandes grupos de muestreo, el probabilístico y el no probabilístico, estos a su vez se subdividen en tipos más pequeños. En este estudio se usará el muestreo de tipo no probabilístico pues se elegirá a los elementos representativos bajo criterio simple, a su vez será intencional porque se buscará que las viviendas analizadas sean lo más representativas que se pueda dentro de la población.

El muestreo no probabilístico “es un proceso de selección en el que se no se puede establecer la probabilidad que tienen los elementos de la población de ser parte de la muestra.”²⁸

Para lograr que la representatividad de la muestra, se realizará una inspección visual de todos los elementos de la población, además de un levantamiento de información de las viviendas que conforman la muestra. Se evaluará en campo los grupos de viviendas que reúnan entre ellas características en común, para finalmente elegir una de cada tipo.

²⁷ (Bernal, 2010 pág. 161)

²⁸ (Arias, 2012 pág. 85)

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la presente investigación se usarán tanto el método de la observación y recopilación de datos como también ensayos de laboratorio para la identificación, recopilación y selección de la información que se necesita para llegar a la solución del problema.

Para probar las hipótesis emplearan instrumentos teóricos, la mayoría extraídos del Reglamento Nacional de Edificaciones, así como también herramientas computacionales.

Las herramientas y materiales que serán llevados a campo nos permitirán realizar la recolección de la mayor información posible con la finalidad de lograr la mayor exactitud en nuestra evaluación y resolución del problema.

Instrumentos de Recolección de Datos.

- Se elaboró una ficha de recolección en base a las dimensiones e indicadores señalados en la matriz de consistencia, la finalidad fue obtener datos arquitectónicos y estructurales por cada vivienda analizada. Este formato lo usamos en el trabajo de investigación para recolectar las características físicas de cada vivienda, así como la zona en la que están construidas. Para el levantamiento de información se usaron herramientas básicas como wincha, lápiz, tablero, hojas, cámara fotográfica
- Ensayo de resistencia a la compresión de las unidades de albañilería de adobe extraídas en campo y recolectadas de las viviendas seleccionadas. Estos ensayos se realizaron según la norma técnica NTP 399.613:2005 con la finalidad de evaluar la calidad del material con el que fueron construidas las viviendas y sus características.
- Ensayos de clasificación de suelos (Análisis granulométrico, límites de atterberg y corte directo) para verificar la capacidad portante admisible del suelo de la zona. Este dato lo usamos para evaluar el comportamiento estructural de las viviendas sometidas a esfuerzos cortantes y momentos.

Posteriormente para el desarrollo de la investigación, se emplearán investigaciones cuyos objetivos tengan alguna relación en común con la presentada en esta oportunidad. Estas investigaciones también conformaron los antecedentes que ayudaron a entender el problema de estudio planteado por medio de conceptos y conclusiones que se tuvieron en cuenta al momento de realizar la discusión de los resultados.

Tabla 8. *Instrumentos de Recolección de Datos.*

Variable	Dimensiones	Instrumentos	Procedimiento
Vulnerabilidad Sísmica	Calidad del material	Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería	Se usarán bloques de adobe muestra para el ensayo en laboratorio.
	Resistencia del terreno	Ensayo de clasificación de suelos (Análisis granulométrico, límites de atterberg y corte directo)	La muestra del suelo para su análisis se extraerá en una de las visitas de campo a la zona
	Configuración estructural de la vivienda	Relevamiento arquitectónico y estructural de la vivienda	Se realizará el relevamiento arquitectónico de la vivienda para identificar los muros y elementos estructurales a analizar.

Fuente: Elaboración Propia.

“La **validez**, de manera global, se refiere al nivel de exactitud en que un instrumento realmente mide la variable que pretende cuantificar.”²⁹

Después de haberse diseñado los instrumentos que se usará para la recolección de datos, dependiendo del tipo de estudio que se esté realizando, se debe someter a prueba, con el propósito de establecer su validez, siempre que tenga relación con el problema que se está tratando de investigar. Los instrumentos que se utilizan para operar nuestras variables no solo tienen que estar validados sino también se debe comprobar que tan confiables son.

La investigación presentada tendrá como instrumentos una ficha de recolección de datos, así como ensayos de laboratorio para la recopilación de información y finalmente, comprobar nuestra hipótesis: Los ensayos de la resistencia del terreno y de la unidad de adobe para hallar sus características, para luego, evaluar la vulnerabilidad de la edificación. Ambos ensayos están validados por los certificados de laboratorio, asimismo para la ficha de recolección de datos se usó:

Tabla 9. *Criterios de validación.*

RANGO	MAGNITUD
1.00	Validez perfecta
0.72 a 0.99	Excelente validez
0.66 a 0.71	Muy valida
0.60 a 0.65	Valida
0.54 a 0.59	Validez baja
0.53 o menos	Nula

Fuente: Herrera, 1988.

²⁹ (Hernandez, y otros, 2010 pág. 201)

“**La confiabilidad** de un instrumento de medición se refiere al nivel en que su aplicación continua al mismo individuo u objeto produce resultados similares.”³⁰

La confiabilidad de un instrumento muestra que los resultados arrojados por los instrumentos son veraces y congruentes con lo que se busca demostrar. Para las pruebas de laboratorio la confiabilidad lo darán los documentos que certifiquen la calibración vigente de los equipos. También son documentos válidos para la confiabilidad, los certificados de calidad del ISO 9001 de los laboratorios donde se realicen los ensayos.

3.5. Procedimientos

Según la forma en la que se recolectará la información, el procedimiento a seguir fue el siguiente: En la primera visita, al llegar al distrito elegido para el estudio, se realizó una inspección visual de la zona, mediante el método de la observación, así se seleccionó los elementos de la muestra.

Después de la elección de las viviendas a analizar, para el relevamiento de la información, con ayuda de la ficha de recolección de datos, se tomaron medidas de la distribución estructural y arquitectónica de cada vivienda, se usó papel, wincha pequeña y grande, lápiz y tablero.

Luego, se trató de conversar también con los maestros de obra responsables de la construcción de las viviendas, así como con los propietarios, ya que, ellos tienen la información precisa del procedimiento constructivo y el material utilizado.

En la segunda visita, se extrajeron muestras cúbicas del adobe de las viviendas según norma para ser sometidas a los ensayos de laboratorio. Seguidamente se tomaron muestras del suelo de la zona mediante calicatas, para mediante los ensayos de suelo, obtener su resistencia y propiedades. Después de recolectar las muestras, se transportaron al laboratorio ubicado en la ciudad de Trujillo para la realización de los ensayos.

³⁰ (Hernandez, y otros, 2010 pág. 200)

Una vez obtenidos los datos estructurales de las viviendas y los resultados de los ensayos de laboratorio, se procedió a la evaluación estructural de las viviendas para obtener sus datos de resistencia a esfuerzos cortantes y de flexión para verificar si cumplen con lo establecido en la norma E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

3.6. Métodos de análisis de datos

Para los planos de distribución de las viviendas se usará el software AUTOCAD. Luego, una vez que tengamos los planos se ejecutara el análisis sísmico de cada vivienda considerando los criterios recomendados por el Reglamento Nacional de Edificaciones en su norma E.080, los análisis se desarrollaran principalmente en plantillas Excel y otros programas computacionales de ser necesario

Con las muestras de adobe y muestras de suelo extraídas se ejecutarán los siguientes laboratorios: ensayo de resistencia a la compresión de las unidades de adobe y ensayos de clasificación de suelos (análisis Granulométrico, límites de Atterberg y corte directo).

3.7. Aspectos éticos

El estudio presentado para ser de utilidad contará con la participación de los propietarios de las viviendas existentes en el distrito. Ellos serán informados de los objetivos de la investigación, el procedimiento a realizar y eventualmente serán comunicados de los resultados adquiridos en el estudio. A partir de lo indicado, ellos evaluarán su aplicación o no. Los nombres de las personas serán mantenidas en estricta confidencialidad. Por cuestiones éticas, el investigador declara el uso adecuado de las fuentes bibliográficas, la validación de los instrumentos a utilizar en la investigación por profesionales competentes y el correcto procedimiento a realizar en el estudio, siempre con supervisión. Finalmente, se compromete a la difusión y uso adecuado de los resultados obtenidos a lo largo del proceso.

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción de la Zona de Estudio.

Ubicación Política.

El distrito de Santa Cruz de Chuca se encuentra dentro de la provincia de Santiago de Chuco, ubicada en el departamento de La Libertad, en la zona norte del Perú.

Sus límites son:

Por el Norte con el distrito de Cachicadán.

Por el Sur con el distrito de Pallasca.

Por el Este con los distritos de Cachicadán y Angasmarca.

Por el Oeste con el distrito de Santiago de Chuco, río Huaychaca.



Figura 15. Mapa político de la provincia de Santiago de Chuco.

Características Geológicas y Relieve.

El distrito de Santa Cruz de Chuca presenta pendiente en su terreno, sobre todo en la parte alta, igualmente en el lado sur de las viviendas, también presenta los valles de Carpabamba, Chorobal, Azucena, y por el nor-oeste por el camino al barrio de Corongo se encuentra la gruta el Chorro con un bello paraje y un parque natural ecológico, además cuenta con su criadero de truchas, por el este el caserío de Cochapampa.



Figura 16. Vista panorámica de la zona.



Figura 17. Vista panorámica de la zona.

Clima.

El clima es variado, la temporada más fría se da entre los meses octubre y abril. En general, es semiseco y templado en las partes bajas y mucho más frío en las elevadas. En temporada de lluvias suele venir acompañada de granizada leve. La temperatura fluctúa entre los 16° y 22° grados Celsius. Entre los meses de mayo a setiembre los días son calurosos al sol y templados a la sombra, pero las noches son frescas con menos de 10° C.

En esta parte de la sierra, las estaciones no son iguales que se dan en la región de la costa, que son las que se consideran a nivel nacional, pues mientras en la costa es verano, en la sierra es invierno y cuando en la costa es otoño, en la sierra es primavera y así con la primavera mientras en la sierra es otoño.

Ubicación Geográfica del distrito y de la zona a evaluar.

Geográficamente el distrito de Santa Cruz de Chuca, se encuentra dentro de la provincia de Santiago de Chuco, está en las coordenadas $8^{\circ}07'13''\text{S}$ y $78^{\circ}08'33''\text{O}$, tiene un área de aproximadamente de 165.12 Km², posee una altitud de 2910 m.s.n.m y según datos del INEI hasta el 2017 contaba con una población de 3187 hab.

La mayor parte de la superficie del distrito está conformada por campos de cultivo, siendo la superficie de viviendas menos del 50% de la superficie total, prácticamente la parte central del distrito, esta zona fue analizada en este proyecto y se muestra resaltada en la siguiente imagen:



Figura 18. Ubicación de la zona a evaluar

Nos trasladamos a pie por las calles del distrito y seleccionamos las viviendas más representativas para la investigación, la mayoría de ellas tiene dos pisos construidos. Cabe indicar que la accesibilidad a las viviendas dependía mucho de los propietarios, así que esta es fue una variante importante al momento de elegir las estructuras a analizar.

Las viviendas de adobe encontradas en el lugar en general tienen características en común, entre las principales que podemos indicar son la inexistencia de muros internos divisorios, la separación de ambientes es con materiales prefabricados (triplay o madera) en su gran mayoría, así como también los techos que están estaban compuestos por viguetas de madera.

En el siguiente cuadro se presenta los datos generales de las viviendas consideradas en nuestro análisis estructural, se establece un código para llevar un control en los siguientes gráficos de cada una de ellas:

Tabla 10. *Viviendas seleccionadas.*

Vivienda	Código de Vivienda	Cantidad de pisos existentes	Área en planta (m ²)
Vivienda 1	V-101	2 pisos	42.52
Vivienda 2	V-102	2 pisos	56.97
Vivienda 3	V-103	2 pisos	52.30
Vivienda 4	V-104	2 pisos	66.50
Vivienda 5	V-105	2 pisos	50.16
Vivienda 6	V-106	1 piso	34.46
Vivienda 7	V-107	2 pisos	56.29
Vivienda 8	V-108	1 piso	42.02
Vivienda 9	V-109	2 pisos	36.41
Vivienda 10	V-110	2 pisos	57.44

Fuente: Elaboración propia.

Tomando en cuenta que, según estudios realizados, las edificaciones de adobe se pueden construir máximo de dos pisos, se ha tomado como prioridad la evaluación de viviendas de esta altura. Al ser viviendas existentes, las estructuras de más de un piso son las más propensas a fallar. Sin embargo, la construcción de edificaciones de adobe de dos pisos según norma solo está permitida en las zonas sísmicas 1 y 2 que corresponden en gran parte a la selva peruana por su bajo porcentaje de antecedentes sísmicos.

El departamento de La Libertad, particularmente el distrito de Santa Cruz de Chuca donde se desarrolló la investigación se encuentra comprendida en la zona sísmica 3 en donde la norma, en el capítulo II, indica que solo están permitidas construcciones de un piso como máximo si se piensa usar este material. Lo mismo sucede para gran parte de la costa peruana que se encuentra en la zona sísmica 4. No obstante, es ampliamente conocido que la gran mayoría de las zonas que tienen viviendas construidas con material de tierra, no cumplen con esta directiva pues no tienen el conocimiento.

Tabla 11. Características de las viviendas.

Características de las Viviendas								
Viviendas	Muros				Columnas		Vigas dintel	
	Con tarrajeo	Sin tarrajeo	Agrietado	No agrietado	Visibles	No visibles	Existente	No existente
V-101		X		X	X		X	
V-102	X			X		X	X	
V-103	X			X		X	X	
V-104		X	X		X		X	
V-105	X			X		X	X	
V-106		X	X			X	X	
V-107		X		X		X	X	
V-108		X		X		X	X	
V-109		X	X		X		X	
V-110	X			X		X	X	

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 11 y mediante la ficha de recolección de datos (Anexo 2) pasamos a visualizar las características visibles de las viviendas, inicialmente de sus elementos principales que las componen como estado de los muros, arriostres verticales y vigas. La mayoría de viviendas evaluadas no presentaron grietas visibles, algunas tenían poco tiempo de construidas, las columnas no eran visibles en general y las vigas dintel siempre estaban presentes.

4.2. Recopilación de información estructural de las viviendas.

Para el relevamiento y recolección de datos se elaboraron formatos en excel. Se usaron para recolectar la información estructural, arquitectónica y constructiva de cada vivienda seleccionada. Las resumimos en las tablas 12, 13 y 14:

Tabla 12. Configuración estructural observada.

Configuración estructural existente de las viviendas						
Viviendas	Configuración en planta		Configuración en elevación		Densidad de muros	
	Regular	Irregular	Regular	Irregular	Adecuada	Inadecuada
V-101	X			X	X	
V-102	X		X			X
V-103		X	X		X	
V-104	X			X		X
V-105		X		X		X
V-106	X		X		X	
V-107	X		X			X
V-108	X		X		X	
V-109	X		X		X	
V-110		X	X			X

Fuente: Elaboración propia.

De igual manera, en la Tabla 12 podemos observar las irregularidades existentes de las viviendas, son regulares en general y con poca densidad de muros.

Existen pocos casos donde podamos preciar una diferencia grande entre las alturas de un piso a otro o el cambio brusco en planta. Los irregulares presentados son básicamente porque no son simétricos en su geometría.

Tabla 13. *Problemas estructurales en las viviendas.*

Deficiencias de la estructura - Problemas estructurales				
Viviendas	Muros sin confinar	Muros sin viga solera	Cimientos inadecuados	Vigas dintel reducidas
V-101	X	X	X	
V-102	X	X		
V-103	X	X	X	
V-104	X	X	X	X
V-105	X	X		
V-106	X	X	X	X
V-107	X	X	X	
V-108	X	X	X	X
V-109	X	X		X
V-110	X	X		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. *Problemas constructivos en las viviendas.*

Deficiencias de la estructura - Problemas constructivos				
Viviendas	Muros expuestos	Tabiquería inestable	Mano de obra de baja calidad	Apoyo técnico en el diseño
V-101	X		X	No hubo apoyo
V-102			X (regular)	No hubo apoyo
V-103	X		X (regular)	No hubo apoyo
V-104	X		X	No hubo apoyo
V-105			X (regular)	No hubo apoyo
V-106	X	X	X	No hubo apoyo
V-107	X		X	No hubo apoyo
V-108	X		X	No hubo apoyo
V-109	X	X	X	No hubo apoyo
V-110		X	X	No hubo apoyo

Fuente: Elaboración propia.

Evaluación de la calidad del material.

Para evaluar la calidad del material usado en la construcción de las viviendas se recolectó muestras de las unidades de albañilería utilizadas en los muros para evaluar su resistencia ya que son los que soportan la mayor parte de la carga sísmica. Esto se realizó mientras se recorría la zona a evaluar y con apoyo de los propietarios quienes donaron su material para fines de la investigación. La medida promedio de los bloques de adobe recolectados de la zona es de 32x24x13cm, esto corresponde a los espesores de muro de las viviendas seleccionadas.



La recolección de las unidades de albañilería de adobe se realizó en la segunda visita a la zona y se transportó para su evaluación en el laboratorio GEOCONS S.R.L. ubicado en la ciudad de Trujillo. Se eligió ese laboratorio por su proximidad a la zona de estudio, teniendo en cuenta los gastos de transportación considerados en el proyecto.

Los ensayos del material se realizaron bajo la norma técnica NTP 399.613:2005. El ensayo de resistencia a compresión de la unidad de adobe tal y como indica la norma es una referencia de la calidad del material, mas no de la albañilería, pues en la evaluación que se han realizado en algunas otras investigaciones que proponen nuevos reforzamientos para este tipo de construcción, se utilizan ensayos de laboratorio aplicados a muretes nuevos.



Se ensayaron un total de 10 muestras, que se logró conseguir de la zona. En el siguiente cuadro se presenta el resumen de las resistencias de cada una de las muestras, los certificados a mayor detalle de las muestras usadas para las pruebas las podemos observar en el Anexo 7.

Tabla 15. *Resultados de ensayo de compresión.*

Muestras	Dimensiones de la muestra (cm)	Resistencia a la compresión de la muestra (kg/cm ²)
A1	31 x 24 x 13 cm	17.03 kg/cm ²
A2	32 x 24 x 12 cm	16.26 kg/cm ²
A3	32 x 23 x 13 cm	19.02 kg/cm ²
A4	32 x 24 x 13 cm	15.11 kg/cm ²
A5	32 x 24 x 13 cm	17.48 kg/cm ²
A6	32 x 24 x 13 cm	16.46 kg/cm ²
A7	32 x 25 x 13 cm	18.05 kg/cm ²
A8	31 x 24 x 13 cm	16.38 kg/cm ²
A9	35 x 25 x 13 cm	15.56 kg/cm ²
A10	32 x 25 x 12	18.89 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

Luego, al obtener los resultados del laboratorio que se muestran en la Tabla 15, podemos concluir como promedio de las cuatro mejores muestras: **18.36 kg/cm²**

que es un valor mayor al mínimo exigido en la norma. Por lo tanto, cumple para calidad del material.

Evaluación de la resistencia del terreno existente.

Como información técnica, se evaluó las características del lugar en la que se encuentran ubicadas las viviendas, por eso se buscó conocer el tipo de suelo existente: rígido, intermedio o flexible. Para evaluar las características del terreno en donde están asentadas las viviendas existentes, se realizó calicatas representativas de 1.50m de profundidad para someterlo a ensayos de laboratorio. Estas muestras se extrajeron del terreno ubicado en la parte posterior de las viviendas evaluadas.



Se realizaron los ensayos de clasificación de suelos, según ASSHTO y según SUCS, así como el análisis granulométrico, límites de atterberg y el ensayo de corte directo del suelo, todo esto con la finalidad de calcular la capacidad portante del terreno. Sus características nos ayudaron en la evaluación del comportamiento estructural de las viviendas que se realizaron. El valor de la capacidad portante del suelo nos da en valor de 1.76 kg/cm² (el cálculo lo podemos observar en el anexo 5) y se encuentra en la categoría de suelos intermedios o blandos según la norma E-080. En consecuencia, se usa como factor de suelo $S=1.40$ para el análisis sísmico y estructural. En el Anexo 7 se coloca los resultados de los ensayos de suelo correspondientes.

Tabla 16. Resultados de los ensayos de suelos.

Calicata	Profundidad (m)	Clasificación ASSHTO	Clasificación SUCS	Observaciones
C-1	1.50 m	A - 1 - b	SM	Fragmentos de roca, grava y arena
C-2	1.50 m	A - 2 - 6	SM	Grava y arena arcillosa o limosa
C-3	1.50 m	A - 2 - 4	SC - SM	Grava y arena arcillosa o limosa

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al tipo de terreno, los resultados obtenidos de los ensayos nos dan un suelo clasificado según SUCS entre A-2-4 y A-2-6 correspondientes a arena arcillosa, un material apropiado para la fabricación de lo adobes de la zona, pero no para la cimentación de edificaciones.

Según la norma “las edificaciones con tierra reforzada deben levantarse desde su cimentación sobre suelos firmes y medianamente firmes de acuerdo con la Norma E.050 Suelos y Cimentaciones. No es recomendable cimentar sobre suelos granulares sueltos, arcillas expansivas, ni suelos cohesivos blandos. Está prohibida la cimentación en suelos que posean arenas sueltas que eventualmente pueden saturarse de agua (riesgo de licuefacción de suelos)”.³¹

Configuración estructural de las viviendas.

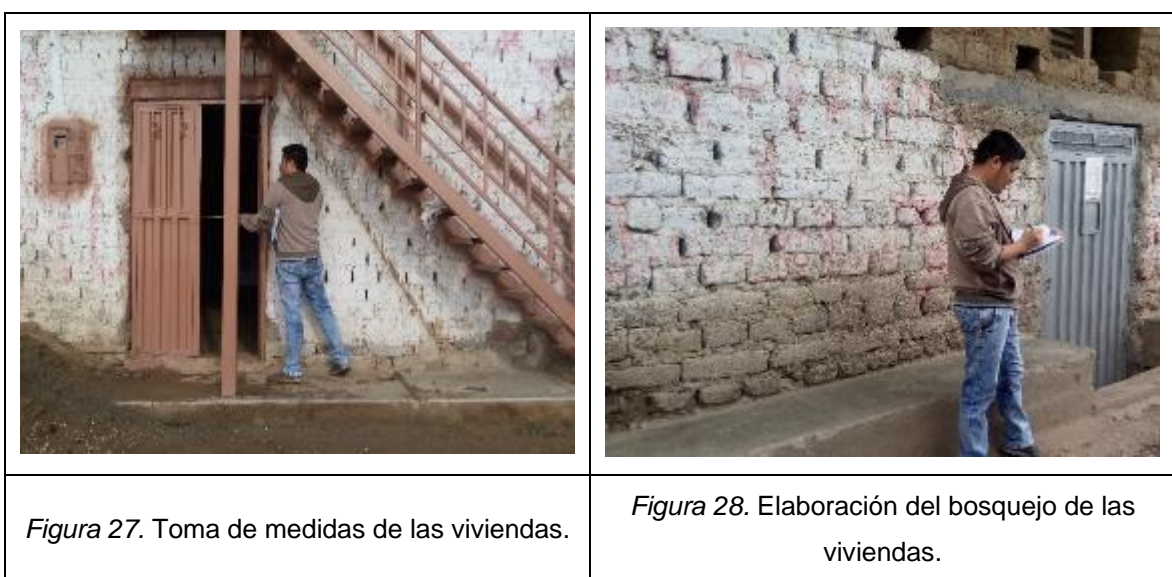
Luego, se procedió a evaluar la configuración estructural de las viviendas, tales como el espesor de los muros, las dimensiones de los ladrillos de adobe que se usó para la construcción, y la medida aproximada de las juntas de mortero entre los bloques. En cuanto a los elementos de arriostre, se verificaron las dimensiones de cada uno de los elementos y se verificó la inexistencia de algún material de refuerzo que haya sido desarrollado previamente. Finalmente se tomó la información del tipo de material usado en los entrepisos.

³¹ (Ministerio de Vivienda, 2012)



Se elaboraron los planos de cada una de las viviendas seleccionadas, aquí tenemos la información más organizada de las dimensiones de los elementos que la conforman. Para el análisis por densidad de muros que se realiza en los siguientes cuadros se vio conveniente que, si bien es un reducido porcentaje de muros en cada dirección, de igual forma se consideran ejes estructurales.

El levantamiento arquitectónico y estructural de las viviendas nos sirvió para realizar el análisis sísmico de las mismas. Después de haber recolectado información de los materiales utilizados, se realizó la toma de dimensiones y verificación de muros portantes para el posterior análisis por densidad de muros.



En las viviendas analizadas se encontró en su mayoría pocos muros, que podríamos considerar portantes para nuestra evaluación, que tenían como característica un espesor de aproximadamente 0.35m, esta medida variaba en ciertas viviendas algunos centímetros probablemente por la mano de obra utilizada que en ciertas ocasiones no es exacta. Generalmente en la zona los muros están colocados con aparejos de cabeza. En consecuencia, este espesor de muro es el que utilizamos nuestra evaluación.

Según se pudo visualizar, los muros existentes en las viviendas están arriostrados en tres de sus bordes, por los muros perpendiculares a estos y por la cimentación, esto en cuanto al primer nivel se refiere, siendo esta una característica que no se repite en el segundo nivel. Estos muros son los más propensos a fallar. Es una recomendación de la norma que los muros estén arriostrados por una viga collar siempre en la parte superior para su mejor comportamiento a flexión, en ninguno de los pisos de las viviendas se observó este reforzamiento.

Las alturas de los primeros pisos de las viviendas varían entre los 2.00 y 2.95m de alto y en los segundos niveles desde 1.40m a 2.40m de alto, esta zona generalmente usada para almacén y tiene techo bajo. También es característico el bajo porcentaje de muros de adobe que existen en las viviendas, la tabiquería existente está compuesta generalmente en material prefabricado.

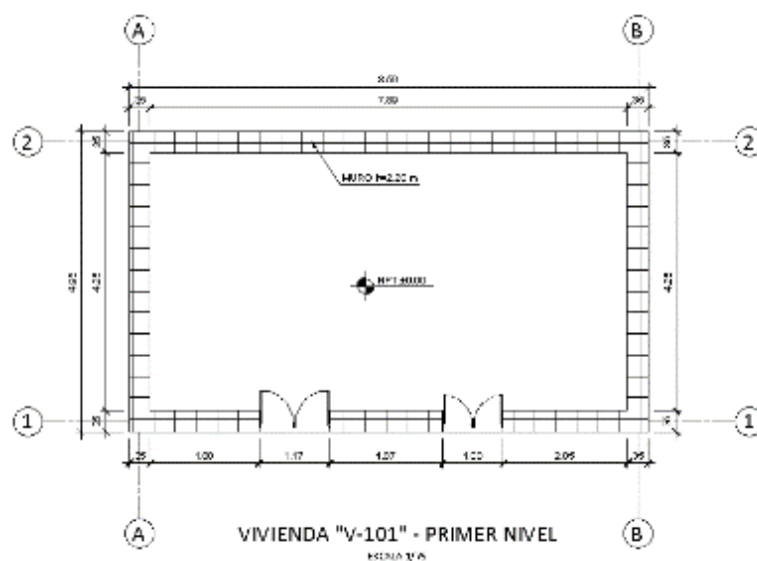


Figura 29. Planos arquitectónicos generados.

Los vanos existentes en las viviendas son de reducido tamaño, lo cual es beneficioso para su comportamiento ante un sismo, así como la simetría que si encontramos en su configuración estructural. Entre las características que se evaluaron, una importante que recomienda la norma E-080 para la construcción de viviendas, es que las edificaciones en lo posible deben ser regulares en planta, pues esto la ayuda a su mejor comportamiento. Sin embargo, este escenario no se encontró necesariamente en el 100% de las viviendas, se observaron diversas formas en sus esquinas que las hacían irregulares. Luego, teniendo en cuenta la tipología de las viviendas seleccionadas, se clasificaron de la siguiente manera según su forma geométrica:

Tabla 17. *Tipología de las viviendas seleccionadas.*

Código de vivienda	Espesor de muro (m)	Altura del primer piso (m)	Altura del segundo piso (m)	Longitud frontal (m)	Longitud lateral (m)	Longitud mínima de vanos (m)	Longitud máxima de vanos (m)
V-101	0.35	2.20	1.40	8.59	4.95	0.72	1.17
V-102	0.35	2.60	2.00	5.79	9.84	0.90	1.15
V-103	0.35	2.20	2.15	8.94	7.75	0.83	0.95
V-104	0.35	2.60	1.86	6.14	10.83	0.80	1.20
V-105	0.40	2.08	1.68	6.46	11.63	0.99	1.12
V-106	0.35	2.95	-	6.92	4.98	1.10	1.20
V-107	0.35	2.40	2.10	8.37	6.80	0.85	1.10
V-108	0.35	3.25	-	9.91	4.24	0.90	1.02
V-109	0.57	2.30	2.00	8.37	4.35	1.09	1.10
V-110	0.35	2.40	2.30	11.30	7.05	0.70	1.20

Fuente: Elaboración propia.

Además, con los datos obtenidos de los ensayos de suelos y del levantamiento de información de las viviendas, se procedió a realizar el análisis por densidad de muros. Se realizó el análisis de densidad de muros bajo dos aspectos, considerando el área de corte de muros requerida según la carga sísmica aplicada y también según el porcentaje mínimo exigido por norma que es del 8%.

Tabla 18. Análisis por densidad de muros.

ANÁLISIS POR DENSIDAD DE MUROS - VIVIENDA "V-101"								
Distrito:	Santa Cruz de Chuca							
Provincia:	Santiago de Chuco							
Departamento:	La Libertad							
Zona:	3						Zonificación sísmica	
N° Pisos =	2	pisos					Pisos existentes en la vivienda analizada	
S =	1.40						Factor de suelo (suelo intermedio)	
C =	0.20						Coeficiente sísmico	
U =	1.00						Factor de uso	
Vadm =	2500	kg/m2					Esfuerzo cortante promedio (Norma E-080)	
P =	70234	kg					Peso total de la edificación	
Ap =	42.52	m2					Área en planta	
Am =	$\frac{\text{SUCP}}{\text{Vadm}}$	=	7.866	m2	Área de corte de muros requerida			
$\Sigma\text{Acx} =$	5.25	m2	No cumple	Área de muros existente en "x"				
$\Sigma\text{Acy} =$	3.40	m2	No cumple	Área de muros existente en "y"				
Según Norma E-080:	(Mínimo 8% en cada dirección)							
$\Sigma\text{Acx} =$	12.36%	Cumple	Porcentaje de densidad de muros (Acx/Ap)					
$\Sigma\text{Acy} =$	8.00%	No cumple	Porcentaje de densidad de muros (Acy/Ap)					
Dirección X-X				Dirección Y-Y				
Muro	L (m)	t (m)	Ac (m2)	Muro	L (m)	t (m)	Ac (m2)	
1x	2.15	0.35	0.75	1y	4.25	0.40	1.70	
2x	1.87	0.35	0.65	2y	4.25	0.40	1.70	
3x	2.40	0.35	0.84					
4x	8.59	0.35	3.01					
Total	15.01	$\Sigma\text{Acx} =$	5.25	Total	8.50	$\Sigma\text{Acy} =$	3.40	

Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente cuadro resumen se indica si las viviendas cumplen o no con la evaluación de análisis sísmico, representada por la densidad de muros, considerando el porcentaje mínimo, según lo indicado en la Tabla 3 de la presente investigación, siendo este un indicador de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas:

Tabla 19. Densidad de muros por porcentaje mínimo.

DENSIDAD DE MUROS DE LAS VIVIENDAS (Por porcentaje mínimo)				
Vivienda	Dirección	Densidad requerida	Densidad existente	Verif.
V-101	X - X	8.00%	12.36%	¡Cumple!
	Y - Y	8.00%	8.00%	¡Cumple!
V-102	X - X	8.00%	6.41%	¡No cumple!
	Y - Y	8.00%	10.66%	¡Cumple!
V-103	X - X	8.00%	10.44%	¡Cumple!
	Y - Y	8.00%	10.34%	¡Cumple!
V-104	X - X	8.00%	5.83%	¡No cumple!
	Y - Y	8.00%	10.77%	¡Cumple!
V-105	X - X	8.00%	6.82%	¡No cumple!
	Y - Y	8.00%	11.52%	¡Cumple!
V-106	X - X	8.00%	11.72%	¡Cumple!
	Y - Y	8.00%	8.69%	¡Cumple!
V-107	X - X	8.00%	11.06%	¡Cumple!
	Y - Y	8.00%	7.50%	¡No cumple!
V-108	X - X	8.00%	14.91%	¡Cumple!
	Y - Y	8.00%	8.14%	¡Cumple!
V-109	X - X	8.00%	22.78%	¡Cumple!
	Y - Y	8.00%	10.05%	¡Cumple!
V-110	X - X	8.00%	5.09%	¡No cumple!
	Y - Y	8.00%	10.97%	¡Cumple!

Fuente: Elaboración propia.

Al evaluar la densidad de muros por porcentaje se pudo observar que debido a que las viviendas tienen poca área construida, solo el 50% de las viviendas evaluadas cumplía con el requerimiento en ambas direcciones, las demás viviendas según su ubicación o configuración estructural, solo cumple en una dirección con la densidad

mínima requerida lo que significa que necesita mayor área de muros para tener un mejor comportamiento estructural.

Tabla 20. Densidad de muros por área de corte de muros.

DENSIDAD DE MUROS DE LAS VIVIENDAS (Por área de corte de muros)				
Vivienda	Dirección	Densidad requerida	Densidad existente	Verif.
V-101	X - X	7.87 m ²	5.25 m ²	¡No cumple!
	Y - Y	7.87 m ²	3.40 m ²	¡No cumple!
V-102	X - X	11.08 m ²	3.65 m ²	¡No cumple!
	Y - Y	11.08 m ²	6.07 m ²	¡No cumple!
V-103	X - X	11.29 m ²	5.46 m ²	¡No cumple!
	Y - Y	11.29 m ²	5.41 m ²	¡No cumple!
V-104	X - X	12.40 m ²	3.88 m ²	¡No cumple!
	Y - Y	12.40 m ²	7.16 m ²	¡No cumple!
V-105	X - X	8.90 m ²	3.42 m ²	¡No cumple!
	Y - Y	8.90 m ²	5.78 m ²	¡No cumple!
V-106	X - X	4.32 m ²	4.04 m ²	¡No cumple!
	Y - Y	4.32 m ²	3.00 m ²	¡No cumple!
V-107	X - X	11.45 m ²	6.23 m ²	¡No cumple!
	Y - Y	11.45 m ²	4.22 m ²	¡No cumple!
V-108	X - X	6.37 m ²	6.27 m ²	¡No cumple!
	Y - Y	6.37 m ²	3.42 m ²	¡No cumple!
V-109	X - X	11.17 m ²	8.29 m ²	¡No cumple!
	Y - Y	11.17 m ²	3.66 m ²	¡No cumple!
V-110	X - X	10.853 m ²	2.92 m ²	¡No cumple!
	Y - Y	10.853 m ²	6.30 m ²	¡No cumple!

Fuente: Elaboración propia.

La fórmula para el cálculo de la densidad de muros fue deducida por San Bartolomé (1994), este es el otro método usado para la verificación del área de muros requerida para el correcto comportamiento sísmico. La aplicación de este cálculo para una vivienda la podemos observar en la Tabla 18 y el resumen de los resultados en la Tabla 20. Verificamos que la cantidad de muros por área de corte requerida para soportar la fuerza sísmica es inferior a la necesaria, este escenario fue repetitivo al verificar todas las viviendas. En consecuencia, se debe evaluar como reforzamiento aumentar la cantidad de muros portantes o en todo caso reforzar los existentes para aumentar su resistencia a esfuerzo cortante.

4.3. Comportamiento estructural de las viviendas existentes.

Para realizar el análisis estructural de cada una de las viviendas primero se realizó una descripción de sus características estructurales y ahora se presenta el metrado de cargas, para la evaluación de estas características se usó la norma E-020 de cargas, la norma E-030 de diseño sismorresistente, la E-070 de albañilería y la norma E-080 de diseño con tierra reforzada.

Se consideró valores característicos del tipo de techo que se encontró en las estructuras para evaluar sus pesos, así como características propias del material adobe como su peso específico y el espesor de muro encontrado.

Tabla 21. *Metrado de cargas.*

METRADO DE CARGAS - VIVIENDA "V-101"			
γ alb =	1600.00	kg/m ³	Peso específico de la albañilería de adobe
PP vig =	20.00	kg/m ²	Peso propio de las vigas de madera
PP ent =	25.00	kg/m ²	Peso propio del entablado del techo
PP teja =	80.00	kg/m ²	Peso propio de cobertura de teja con mortero
PP tech =	125.00	kg/m ²	Peso propio total de la cobertura de techo
S/C 1 =	200.00	kg/m ²	Sobrecarga de primer piso
S/C 2 =	30.00	kg/m ²	Sobrecarga de segundo piso
e muro =	0.35	m	Espesor del muro
h muro =	3.60	m	Altura total del muro
Atm =	8.65	m ²	Área total de muros existentes
Ap =	42.52	m ²	Área en planta por piso
PT1 =	13.82	ton	Peso del techo primer nivel
PT2 =	6.59	ton	Peso del techo segundo nivel
PP muro =	49.82	ton	Peso propio total de los muros
Peso total de vivienda =	70.234	ton	

Descripción	Área (m2)	Peso Parcial (kg)
Muros X-X 1er piso	5.25	18480.00
Muros Y-Y 1er piso	3.40	11968.00
Muros X-X 2do piso	5.25	11760.00
Muros Y-Y 2do piso	3.40	7616.00
	Peso total de muros =	49824.00

Fuente: Elaboración propia.

Podemos observar que gran parte del peso de las viviendas corresponden solo a los muros, en el orden de aproximadamente de 70% del peso total de la edificación, siendo esta una característica general por lo grande y pesado que es el material utilizado y lo livianas que son las coberturas de los techos.

En el cuadro desarrollado a continuación, podemos observar las características de área en planta de cada vivienda, área de muros portantes considerando solo el primer nivel que son los que soportan el peso, y este mismo también es detallado de forma correspondiente a cada una de las edificaciones.

Tabla 22. *Peso soportado en 1° nivel por cada vivienda.*

Vivienda	Área en planta (m2)	Área de muros en 1° nivel (m2)	Peso soportado en el 1° nivel (ton)
V-101	42.52	8.65	70.234
V-102	56.97	9.72	98.885
V-103	52.30	10.87	100.759
V-104	66.50	11.04	110.701
V-105	50.16	9.20	79.424
V-106	34.46	7.04	38.570
V-107	56.29	10.45	102.259
V-108	42.02	9.68	56.901
V-109	36.41	11.95	99.693
V-110	57.44	9.22	96.906

Fuente: Elaboración propia.

Objetivo específico 1: Resistencia de las viviendas sometidas a cargas verticales.

Para este primer análisis se consideró los muros que trabajan como portantes, esto quiere decir que además de su peso propio, ellos soportan cargas verticales de gravedad transmitidas por los techos, transmitiéndolas a la cimentación. La resistencia de los muros bajo cargas verticales depende básicamente de la resistencia de los adobes, el tipo de mortero que se ha utilizado y el nivel de esbeltez del muro.

Según los ensayos realizados a los ladrillos de adobe que se usan en la zona, tenemos que todos pasan la resistencia a la compresión mínima considerada en la norma, así que podemos decir que es un material de buena capacidad resistente.

De acuerdo a lo indicado, se optó por considerar como valor de resistencia admisible de la albañilería lo que considera la norma E.080 para la verificación de los muros a cargas verticales.

Los valores de resistencia a la compresión de la albañilería " f_m " a utilizar que indica la norma del año 2008 en el artículo 8.2 son:

$$f_m = 0.25 f'_m \quad \text{o} \quad f_m = 2 \text{ kg/cm}$$

Donde:

f'_m : resistencia última del murete a compresión

f_m : resistencia a compresión admisible de la albañilería

Luego, según la norma E-080 actualizada de Diseño y Construcción con tierra reforzada en el artículo 8.4 indica:

$$f'_m = 6.12 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_m = 0.40 f'_m = 0.40 * 6.12 = 2.45 \text{ kg/cm}^2$$

El esfuerzo admisible se calculó, tomando como referencia estudios realizados en la UNI, afectando el esfuerzo de rotura a compresión con factores de reducción por variabilidad de resistencia real, variabilidad de cargas, excentricidad y esbeltez, factores que influyen en su resistencia.

- Análisis del Muro 1-1 (Vivienda V-101):

Datos:

- $\phi_r = 0.81$ (Coeficiente de reducción por variabilidad de resistencia)
- $\phi_c = 0.69$ (Coeficiente de reducción por variabilidad de cargas)
- $\phi_e = 0.77$ (Coeficiente de reducción por excentricidad)
- $E = 1200 \text{ kg/cm}^2$ (Módulo de elasticidad del muro de adobe)

- $f'm = 6.12 \text{ kg/cm}^2$ (Esfuerzo de rotura a la compresión del prisma estándar)
- $\alpha = E / f'm = 196.08$

- $k = 1.00$ (Coef. columna biarticulada equivalente)
- $h = 2.20 \text{ m}$ (Altura del muro existente)
- $t = 0.35 \text{ m}$ (Espesor del muro existente)
- $kh / t = 6.29$
- $\phi_l = 0.93$ (Factor de esbeltez (según gráfico))

Luego es esfuerzo admisible del muro "fm" es:

$$f_m = \phi_r \times \phi_c \times \phi_e \times \phi_l \times f'm = 2.423 \text{ kg/cm}^2$$

Peso total del techo:

- $PP = 125.00 \text{ kg/m}^2$ (Peso propio del techo 1° piso)
- $W_v = 200.00 \text{ kg/m}^2$ (Carga viva en techo 1° piso)
- $W_{t1} = 325.00 \text{ kg/m}^2$ (Carga total 1° piso)
- $PP = 125.00 \text{ kg/m}^2$ (Peso propio del techo 2° piso)

- S/C = 30.00 kg/m² (Carga viva en techo 2° piso)
- Wt1 = 155.00 kg/m² (Carga total 2° piso)
- Área = 7.18 m² (Área tributaria)

$$\mathbf{Pt = 3446.40 \text{ kg} \quad (\text{Peso total del techo})}$$

Peso total del muro:

- $\gamma_{alb} = 1600 \text{ kg/m}^3$ (Peso volumétrico de la albañilería de adobe)
- $l = 2.40 \text{ m}$ (Longitud del muro existente)
- $h = 3.60 \text{ m}$ (Altura del muro existente)
- $t = 0.35 \text{ m}$ (Espesor del muro existente)

$$\mathbf{Pm = 4838.40 \text{ kg} \quad (\text{Peso total del muro})}$$

Al evaluar el muro correspondiente a la vivienda "V-101", tenemos que el peso total aplicado sobre su sección transversal después de haberle realizado el metrado de cargas correspondiente es de 8284.80 kg, teniendo 8400 cm² como área de muro. El peso total al que es sometido el muro es la suma de su peso propio y el peso que proporciona la cobertura del techo de cada piso, esto multiplicado por su área tributaria en donde trabaja el muro.

$$\delta = \text{Peso total} / \text{Área de muro} = 8284.80 \text{ kg} / 8400 \text{ cm}^2 = 0.98 \text{ kg} / \text{cm}^2 \text{ (Esfuerzo actuante en la albañilería)}$$

Verificamos que $0.98 \text{ kg} / \text{cm}^2 < 2.45 \text{ kg/cm}^2$ de esfuerzo admisible que indica la norma, por lo tanto, la vivienda **CUMPLE** para cargas verticales o de gravedad.

A continuación, se coloca un cuadro resumen de la verificación por cargas verticales de cada una de las viviendas evaluadas:

Tabla 23. Verificación de resistencia a cargas verticales.

VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA A CARGAS VERTICALES						
Vivienda	Altura total del muro (m)	Peso total que soporta el muro (kg)	Área de muro (cm ²)	Esfuerzo actuante "fm" en la albañilería (kg/cm ²)	Esfuerzo admisible calculado (kg/cm ²)	Esfuerzo admisible de según norma (kg/cm ²)
V-101	3.60	8248.80	8400.00	0.98	2.423	2.45
V-102	4.60	12911.04	8190.00	1.58	2.344	2.45
V-103	4.35	6441.12	4620.00	1.39	2.423	2.45
V-104	4.46	14146.67	8645.00	1.64	2.344	2.45
V-105	3.76	13488.19	12120.00	1.11	2.476	2.45
V-106	2.95	3492.60	5600.00	0.62	2.291	2.45
V-107	4.50	12284.40	9695.00	1.27	2.397	2.45
V-108	3.25	5882.80	9310.00	0.63	2.212	2.45
V-109	4.30	13981.82	15390.00	0.91	2.502	2.45
V-110	4.70	12780.80	11200.00	1.14	2.397	2.45

Fuente: Elaboración propia.

En general, las viviendas trabajan correctamente sometidas a cargas verticales o de gravedad, tenemos que el máximo esfuerzo actuante en la albañilería corresponde a aproximadamente el 50% de su capacidad máxima, gran parte se debe al poco peso que proporcionan los techos sobre los muros ya que son de material ligero en estos casos.

Se considero en la evaluación el esfuerzo actuante en la albañilería y se comparó en relación a los 2.45 kg/cm² que recomienda la norma como resistencia a compresión admisible de la albañilería. Se considera como espesores de muros los encontrados en su mayoría de 0.35m, y algunos de 0.57m.

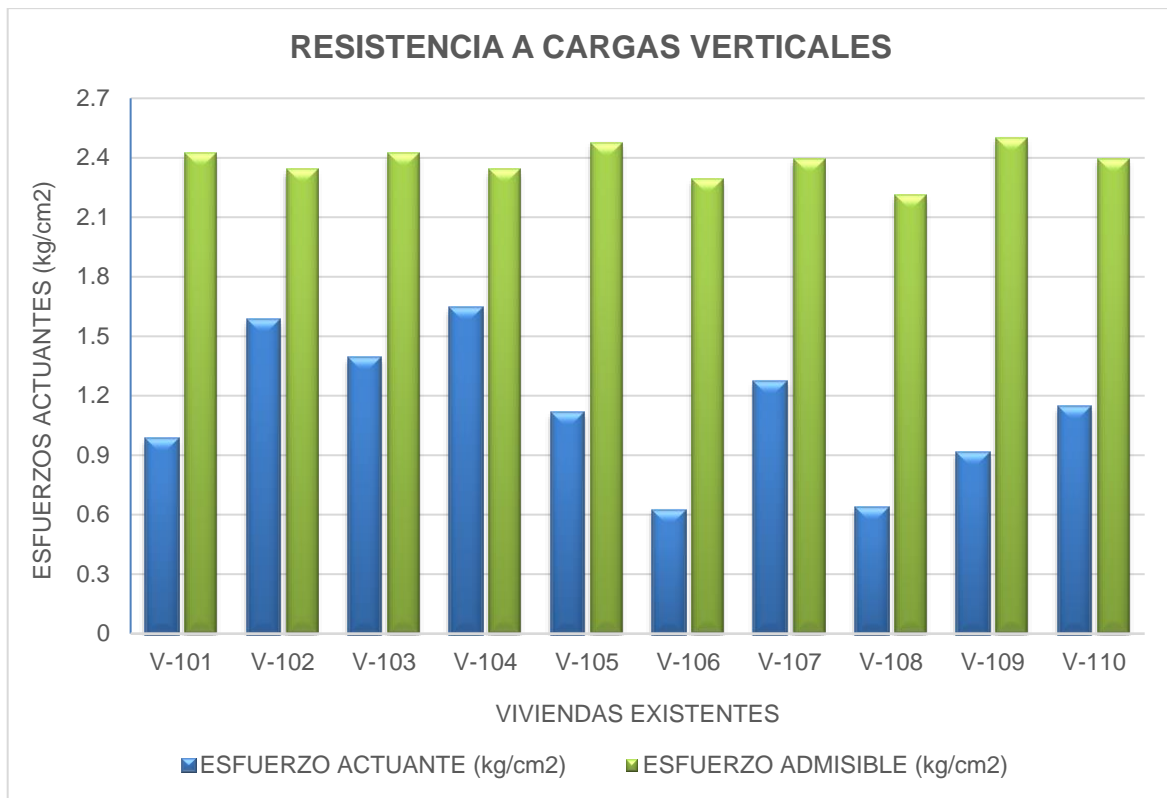


Gráfico 1. Verificación de resistencia a cargas verticales.

Interpretación: Podemos observar en el Gráfico 1 la comparación entre el esfuerzo actuante a cargas verticales de las viviendas en relación a los esfuerzos admisibles, siendo los actuantes menores en todos los casos. Las viviendas “V-106” y “V-108” que son de un solo nivel construido, presentan los esfuerzos más bajos en relación a lo que pueden soportar los muros con 0.62 y 0.63 kg/cm², en comparación al esfuerzo admisible están trabajando en un 27.1% y 28.5% respectivamente. Con respecto a las viviendas de dos pisos construidos podemos observar los casos de las viviendas “V-105” y “V-109” que tienen los muros trabajando en un 44.8% y 33.4% respectivamente, siendo este último el porcentaje más bajo en comparación con las demás viviendas de dos niveles ya que cuenta con el espesor de muro más grande encontrado en la zona (0.57m), teniendo las demás viviendas de 35cm de espesor de muro mayores esfuerzos. Dependiendo de las características estructurales y arquitectónicas, cada una de las viviendas responde de manera distinta y particular.

Objetivo específico 2: Resistencia de las viviendas sometidas a esfuerzos cortantes.

Para la verificación a esfuerzos cortantes consideramos los muros que trabajan paralelos al sismo, pues están trabajando principalmente como arriostres verticales. Esta capacidad depende del espesor y estado de conservación del muro, la calidad del mortero utilizado y el peso del techo. El esfuerzo cortante actuante de los muros esta dado por la siguiente expresión:

$$V_{act} = \frac{H}{L * t}$$

Donde:

Vact = Esfuerzo cortante actuante en el muro

H = Carga horizontal

L = Longitud del muro

t = Espesor del muro

Asimismo, se consideran los datos de zonificación sísmica y factor de suelo para el cálculo de la carga horizontal, se realiza también el respectivo metrado de cargas y teniendo en cuenta que tanto el adobe como el mortero son materiales simples, no estabilizados fabricados de arcilla y paja principalmente, en el cálculo se aplica sus factores de fricción y de adherencia correspondientes.

Para el adobe simple no estabilizado el coeficiente de fricción es de $f=0.67$, y para el mortero simple su esfuerzo de adherencia es $\mu=0.12 \text{ kg/cm}^2$. Adicionalmente se está considerando un factor de ductilidad del adobe de 1.50 correspondiente al tipo de material utilizado.

- Análisis del Muro 1-1 (Vivienda V-101):

Datos:

- $Z = 3.00$ (Factor de zona)

- $U = 1.00$ (Factor de uso)
- $C = 0.20$ (Coeficiente sísmico)
- $S = 1.40$ (Factor de suelo (Tipo II))
- $\mu = 0.12 \text{ kg/cm}^2$ (Esfuerzo de adherencia del mortero simple)
- $f = 0.67$ (Coeficiente de fricción del adobe simple)
- $R_d = 1.50$ (Factor de ductilidad (tipo E6))

Peso total del techo:

- $PP = 125.00 \text{ kg/m}^2$ (Peso propio del techo 1° piso)
- $W_v = 200.00 \text{ kg/m}^2$ (Carga viva en techo 1° piso)
- $W_{t1} = 325.00 \text{ kg/m}^2$ (Carga total 1° piso)
- $PP = 125.00 \text{ kg/m}^2$ (Peso propio del techo 2° piso)
- $S/C = 7.50 \text{ kg/m}^2$ (Carga viva en techo 2° piso (para sismo es el 25%))
- $W_{t1} = 132.50 \text{ kg/m}^2$ (Carga total 2° piso)
- $\text{Área} = 7.18 \text{ m}^2$ (Área tributaria)

$P_t = 3284.85 \text{ kg}$ (Peso total del techo)

Peso total del muro:

- $\gamma_{alb} = 1600 \text{ kg/m}^3$ (Peso volumétrico de la albañilería de adobe)
- $l_x = 2.40 \text{ m}$ (Longitud del muro existente en x)
- $l_y = 2.13 \text{ m}$ (Longitud del muro existente en y)
- $h = 3.60 \text{ m}$ (Altura del muro existente (los 2 pisos))
- $t = 0.35 \text{ m}$ (Espesor del muro existente)
- $b \cdot d = 8400.00 \text{ cm}^2$ (Área de muro)
- $P_{mx} = 4838.40 \text{ kg}$ (Peso total del muro en x)
- $P_{my} = 4294.08 \text{ kg}$ (Peso total del muro en y)

$P_{tm} = 9132.48 \text{ kg}$ (Peso total del muro)

Luego el peso total es:

$$\text{Peso total} = 12417.33 \quad \text{kg}$$

Verificación por cortante (Cálculo para adobe y mortero común):

$C_m = 0.24$	(Coeficiente sísmico de diseño $((Z*U*S*C)/R_d)$)
$H = 2980.16 \quad \text{kg}$	(Carga horizontal (C_m*P))
$\sigma = 0.98 \quad \text{kg/cm}^2$	(Carga unitaria $(P/(b*d))$)
$V_{act} = 0.355 \text{ kg/cm}^2$	(Esfuerzo cortante actuante $(H/(b*d))$)
$V_{adm} = 0.35 \text{ kg/cm}^2$	(Esfuerzo cortante admisible $(0.45*(\mu+f*\sigma))$)

$$0.355 \text{ kg/cm}^2 < 0.35 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{¡No cumple!}$$

En el análisis anterior se verifico un muro de la fachada correspondiente a la vivienda "V-101", como ejemplo de lo que se realizó en todas las viviendas seleccionadas. Teniendo como valor de la carga horizontal $H=2980.16 \text{ kg}$ dividida entre el área de muro nos da un valor de esfuerzo actuante de 0.355 kg/cm^2 . El cálculo del esfuerzo cortante admisible se da bajo la siguiente expresión:

$$V_{adm} = 0.45*(\mu+f*\sigma)$$

Siendo:

V_{adm} = Esfuerzo cortante admisible

μ = Esfuerzo de adherencia del mortero simple

f = Coeficiente de fricción del adobe simple

σ = Carga unitaria

La carga unitaria fue calculada en la verificación a cargas verticales y nos dio un valor de 0.98 kg/cm^2 . Luego, con este dato calculamos el esfuerzo cortante admisible y obtenemos 0.350 kg/cm^2 que es menor al actuante, por lo tanto, NO CUMPLE el muro a esfuerzo cortante. Estos mismos cálculos se realizaron para cada una de las viviendas y los resultados se muestran en la Tabla 20.

Tabla 24. Verificación de resistencia a esfuerzos cortantes.

Vivienda	Área de muros (cm ²)	Peso total (kg)	Carga horizontal (kg)	Esfuerzo cortante actuante (kg/cm ²)	Esfuerzo cortante admisible (kg/cm ²)	Verif.
V-101	8400	12417.33	2980.16	0.355	0.35	Error
V-102	8190	15584.09	3740.18	0.457	0.53	Ok
V-103	4620	14889.00	3573.36	0.773	0.47	Error
V-104	8645	15860.24	3806.46	0.440	0.55	Ok
V-105	12120	22125.46	5310.11	0.438	0.39	Error
V-106	5600	6904.58	1657.10	0.296	0.24	Error
V-107	9695	13569.45	3256.67	0.336	0.44	Ok
V-108	9310	8953.00	2148.72	0.231	0.24	Ok
V-109	15390	20136.62	4832.79	0.314	0.33	Ok
V-110	11200	17182.50	4123.80	0.368	0.40	Ok

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 24 se muestra el cálculo de los esfuerzos cortantes actuantes y resistentes de cada una de las viviendas evaluadas tomando como referencia el muro principal a diseñar. Los esfuerzos cortantes están evaluados bajo tres características principales como son: su área efectiva de muro que soporta, el peso total que va a resistir y la carga horizontal aplicada sobre él. Tal y como se mostró en el análisis del muro de la vivienda “V-101”, se consideró en esta evaluación la calidad del adobe usado en las edificaciones, la configuración estructural de las viviendas y el tipo de suelo de la zona que nos ayudó a hallar la carga horizontal aplicada sobre el muro.

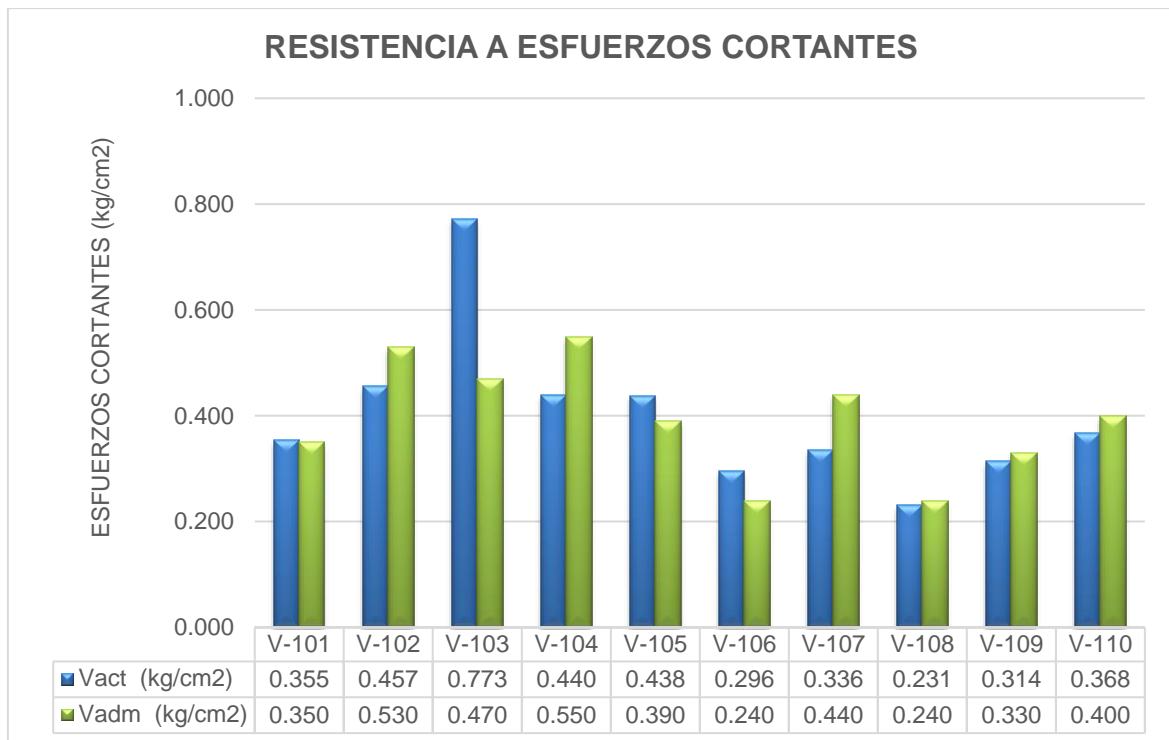


Gráfico 2. Verificación de resistencia a esfuerzos cortantes.

Interpretación: El Gráfico 2 nos muestra la comparativa entre el esfuerzo cortante actuante y el esfuerzo cortante resistente en kg/cm², podemos observar en general, basándonos en las características de las viviendas, una cierta paridad entre ambos esfuerzos ya que la resistencia admisible no es tan alta al encontrarnos con adobe simple y mortero simple como material en las viviendas, su bajo espesor de muro (0.35m) y al encontrarnos con un suelo blando. De las viviendas que cumplen, están trabajando entre un 80% y 90% de máxima capacidad resistente. Se requiere una mejora en la resistencia de los muros. Cabe indicar que la norma E-080 en su artículo 9 considera por seguridad un coeficiente de 2.50, valor que no se cumple en las viviendas de la zona.

Objetivo específico 3: Resistencia de las viviendas a esfuerzos de flexión.

En el momento en que un muro debe soportar cargas o fuerzas perpendiculares a su plano, ahí se generan flexiones que producen en ellos esfuerzos de compresión y de tracción de manera similar que la generada en una losa. Estos esfuerzos de tracción en la albañilería de adobe son los que generalmente producen las fallas tanto en sentido perpendicular y vertical a las hiladas, así como también en sentido horizontal paralelo al asentado del ladrillo.

Con la información obtenida en el relevamiento, se tiene la configuración estructural de cada vivienda y podemos observar que los muros en general están arriostrados en tres de sus bordes (la cimentación y los lados con muros de arriostramiento). En consecuencia, se realizó la evaluación por resistencia a la flexión de cada muro por metro lineal en cada vivienda para ver cómo trabaja.

- Análisis del Muro 1-1 (Vivienda V-101):

Datos:

- Z. Sísmica: 3
- Categoría: C
- $h = 2.20$ m (Altura de muro)
- $e = 0.35$ m (Espesor existente del muro)
- $\gamma_{alb} = 1.60$ ton/m³ (Peso volumétrico de la albañilería de adobe)
- $f_t = 14200$ kg/m² (Esfuerzo de tracción por flexión (Norma E-080))
- $Z = 0.35$ (Factor de zona (Norma E-030))
- $U = 1.00$ (Factor de uso (Norma E-030))
- $C_1 = 2.00$ (Coeficiente Sísmico (Norma E-070))

Cálculo de la resistencia a la flexión:

- $w = 0.3136$ ton/m² (Carga Sísmica ($0.8 \cdot Z \cdot U \cdot C_1 \cdot \gamma_{alb} \cdot e$))
- $C_s = 0.6048$ (Coeficiente Sísmico "s")
- $\beta = m = 0.0400$ (Coeficiente de momento (adimensional))

- $a = 4.95 \text{ m}$ (Dimensión crítica del paño de albañilería)
- $b/a = 0.44$
- $b = 2.20 \text{ m}$ (La otra dimensión del muro)
- $M_s = 307.36 \text{ kg.m/m}$ (Momento actuante ($m \cdot w \cdot a \cdot a$))
- **$M_s = 3.07 \text{ kN.m/m}$**
- $M_r = 289.92 \text{ kg.m/m}$ (Momento resistente ($(e \cdot e/6) \cdot ft$))
- **$M_r = 2.90 \text{ kN.m/m}$**

Verificación: **3.07 < 2.90 kN.m/m** **¡No cumple!**

El análisis nos muestra que el muro evaluado no resiste los esfuerzos a flexión por cargas perpendiculares a su plano, en base a las condiciones de borde existentes encontradas en la vivienda "V-101". Para el análisis se utilizó la Tabla 7 que es el método de Kalmanok propuesto por la norma E-070 de albañilería. Esta tabla clasifica a los muros según sus condiciones de apoyo.

En la siguiente tabla se evaluó los muros de la vivienda "V-101" con respecto a los cuatro tipos de apoyo que pueden existir en los muros para ver cómo trabajan con respecto a los momentos resistentes calculados:

Tabla 25. Verificación de momentos actuantes por tipo de arriostre.

VERIFICACIÓN DE MOMENTOS ACTUANTES						
Descripción del muro	Nivel	Momentos actuantes M_s (kg.m/m)				M_r (kg.m/m)
		Caso 01	Caso 02	Caso 03	Caso 04	
Muro A, entre 1-2	2	165.44	307.36	189.73	758.91	289.92
Muro B, entre 1-2	2	165.44	307.36	189.73	758.91	289.92
Muro 1, entre A-B	2	73.93	160.91	189.73	758.91	289.92
	2	67.99	131.60	189.73	758.91	289.92
	2	83.48	189.67	189.73	758.91	289.92
Muro 2, entre A-B	2	189.73	578.50	189.73	758.91	289.92

Fuente: Elaboración propia.

El caso 01 evaluado corresponde a un muro con los cuatro bordes arriostrados, tomando en cuenta la cimentación, una viga collar que es el refuerzo usual en viviendas existentes que no la tienen y los laterales con muros de arriostre o contrafuertes. El caso 02 que es nuestro caso está basado en muros de arriostre y cimentación como condiciones de borde, es decir tres bordes arriostrados. El caso 03 corresponde a solo dos bordes arriostrados en los muros, sin embargo, este es un buen caso de arriostramiento si los dos lados confinados son los horizontales pues resisten el volteo. Finalmente, el caso 04 que representa cuando el muro está completamente separado de los laterales y está trabajando como voladizo, este es el caso más crítico.

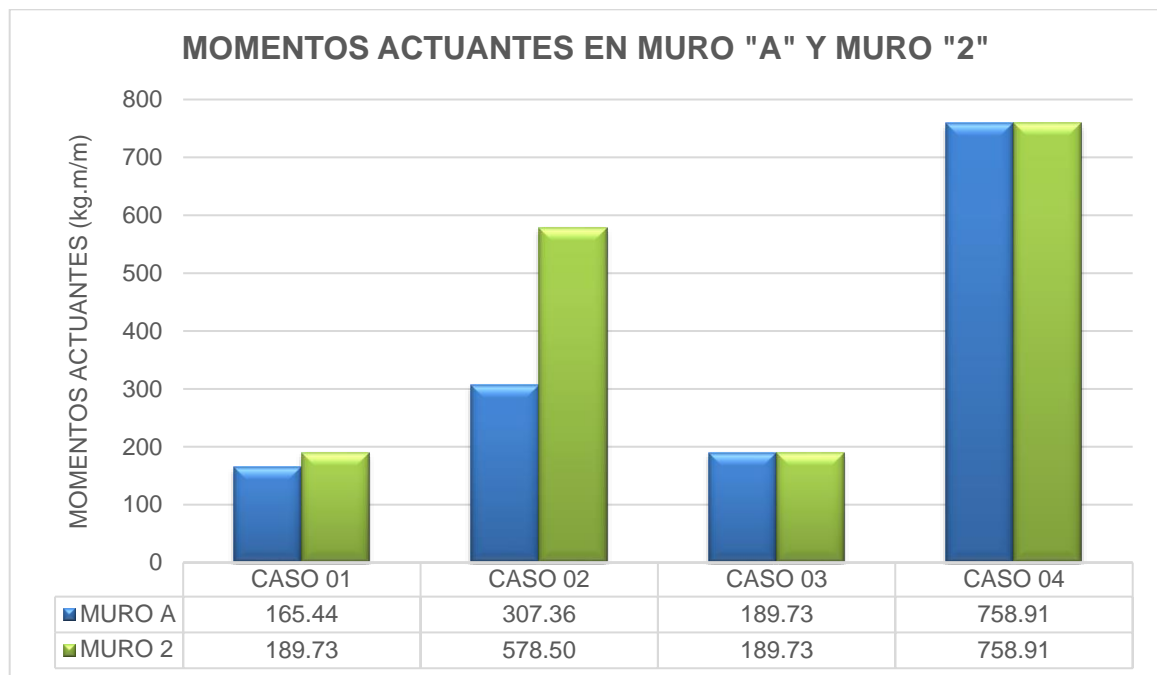


Gráfico 3. Momentos actuantes en muro "A" y muro "2".

Interpretación: En el Gráfico 3 podemos observar cómo varían los momentos actuantes en cada caso de arriostramiento del muro "A" y el muro "2" de la vivienda analizada y en comparación al momento resistente que tiene un valor de 289.92 kg.m/m. El caso de arriostre característico de los muros de la zona es el caso 02 con tres bordes arriostrados cuyos valores 307.36 kg.m/m y 578.50 kg.m/m no cumplen con el momento resistente. El caso 01 y 02 son los que mejor trabajan.

En la Tabla 26 se analizaron los muros de la vivienda “V-101”, bajo la condición existente de tres bordes arriostrados, que es el caso crítico en las viviendas del distrito de Santa Cruz de Chuca, considerando la altura, el espesor de los muros, la zonificación y uso de la vivienda correspondiente.

Tabla 26. Verificación de momentos actuantes – Vivienda “V-101”.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - V-101							
Descripción del muro	Nivel	Longitud (m)	Altura (m)	B.A.	Ms (kg.m)	Mr (kg.m)	Verificación
Muro A, entre 1-2	2	4.95	2.20	3	307.36	289.92	Error
Muro B, entre 1-2	2	4.95	2.20	3	307.36	289.92	Error
Muro 1, entre A-B	2	2.15	2.20	3	160.91	289.92	Ok
	2	1.87	2.20	3	131.60	289.92	Ok
	2	2.40	2.20	3	189.67	289.92	Ok
Muro 2, entre A-B	2	8.59	2.20	3	578.50	289.92	Error

Fuente: Elaboración propia.

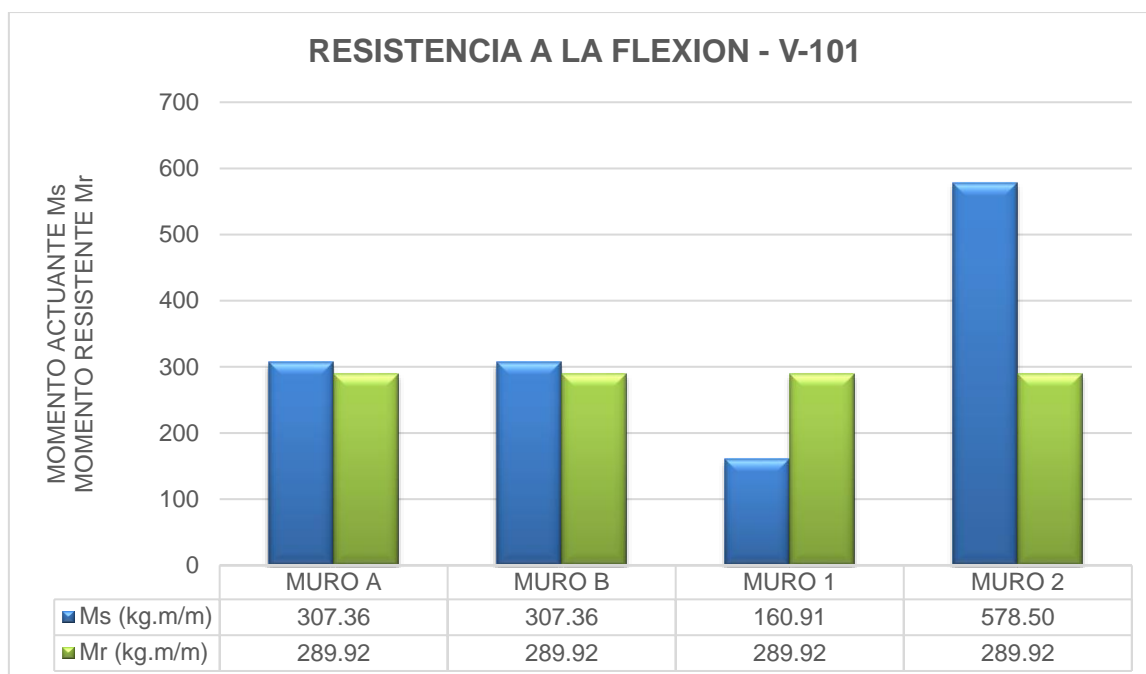


Gráfico 4. Momentos actuantes – Vivienda “V-101”.

Interpretación: En el Grafico 4 se puede verificar los momentos actuantes por metro lineal de cada uno de los muros principales de la vivienda bajo las condiciones de arriostre existentes. Tenemos en los muros “A”, “B” y “2” valores superiores al momento resistente así que fallarán por volteo. Cada uno con 307.36 kg.m/m y 578.50 kg.m/m respectivamente, siendo el ultimo muro el más crítico para reforzar pues su momento casi dobla la resistencia del muro. Cabe señalar que los muros tienen separaciones muy grandes entre arriostres y no cumplen con lo señalado en la norma.

Verificación del espesor del muro (muro con cuatro bordes arriostrados):

- Z. Sísmica: 3
- Categoría: C
- e = 0.35 m (Espesor existente del muro)
- γ_{alb} = 1600 kg/m³ (Peso volumétrico de la albañilería)
- C_m = 0.24 (Coeficiente sísmico de diseño)
- a = 2.20 m (Menor dimensión)
- f_a = 0.30 kg/cm² (Esfuerzo admisible en flexión)
- b = 4.95 m (La otra dimensión del muro)
- b/a = 2.25 (Relación entre lados del muro)
- β = 0.1090 (Coeficiente de momento (adimensional))

$$t = (6 * \beta * C_m * \gamma_{alb} * a * a) / f_a$$

- t = 0.405 m (Espesor requerido para el muro)

Verificación: 0.405 < 0.35 m **¡No cumple!**

Tabla 27. Verificación de espesor de muro – Vivienda “V-101”.

VERIFICACIÓN DE ESPESOR DE MURO - V-101							
Descripción del muro	Nivel	Longitud (m)	Altura (m)	B.A.	espesor requerido (m)	espesor existente (m)	Verificación
Muro A, entre 1-2	1	4.95	2.20	4	0.405	0.35	Error
Muro B, entre 1-2	1	4.95	2.20	4	0.405	0.35	Error
Muro 1, entre A-B	1	2.15	2.20	3	0.405	0.35	Error
	1	1.87	2.20	2	0.465	0.35	Error
	1	2.40	2.20	3	0.435	0.35	Error
Muro 2, entre A-B	1	8.59	2.20	4	0.465	0.35	Error

Fuente: Elaboración propia.

Utilizando el mismo método, en la Tabla 27 observamos el cálculo del espesor mínimo requerido de muro para soportar momentos y verificamos que tampoco cumple el requerido. Los objetivos de este proyecto de investigación implican realizar una evaluación estructural de las viviendas existentes en este distrito, pero también realizar el planteamiento de alternativas de rehabilitación para estas viviendas ya que hemos podido analizar las características en común que tienen y buscaremos reducir en lo máximo posible sus fallas encontradas. Si bien estas opciones no solucionan el problema en un 100%, si disminuyen la vulnerabilidad en gran porcentaje. Primero se presenta un resumen general de los análisis realizados y seguidamente, en base a estudios realizados por diversos autores que luego terminaron formando parte de la norma E-080 podemos enunciar algunas alternativas de reforzamiento.

Objetivo general: Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes y alternativas de rehabilitación propuestas.

Después de todos los cálculos realizados se vio conveniente presentar un cuadro resumen con la comparación de los resultados y realizar un análisis de las posibles causas de los valores más altos que los admisibles.

Tabla 28. Resumen de resultados.

Dimensiones	Análisis	Valores	Comentarios
Verificación por cargas verticales	Esfuerzo Actuante	0.98 kg/cm ²	En esta verificación podemos observar que el esfuerzo normal sobre el área de corte del muro si está cumpliendo adecuadamente según el cálculo y según la norma. La carga unitaria resulta menor en todos los casos.
	Esfuerzo Admisible	2.45 kg/cm ²	
Verificación por esfuerzos cortantes	Densidad de muros existente	12.36% (X) 7.98% (Y)	Podemos observar que, en la evaluación de densidad de muros, que el porcentaje es bajo en una de las direcciones. Por otro lado, el esfuerzo cortante admisible aumenta gracias a la carga unitaria normal calculada, sin embargo, no en todas las viviendas analizadas el esfuerzo cortante actuante es menor.
	Densidad de muros requerida	8.00%	
	Esfuerzo cortante actuante	0.355 kg/cm ²	
	Esfuerzo cortante admisible	0.35 kg/cm ²	
Verificación por esfuerzos de flexión	Momento actuante	307.36 kg.m/m	Por las condiciones de arriostre existentes en las viviendas, el momento actuante sobrepasa el resistente pues algunos muros tienen una longitud muy grande sin arriostres. Lo mismo sucede en el cálculo del espesor mínimo de muro necesario para soportar estos esfuerzos a flexión, la dimensión existente es muy corta y no cumple de acuerdo al cálculo y tampoco de acuerdo a la norma E.080.
	Momento resistente	289.92 kg.m/m	
	Espesor de muro existente	0.35 m	
	Espesor de muro requerido	0.405 m	

Fuente: Elaboración propia.

Reforzamiento con geomalla y tarrajeo.

Esta alternativa de rehabilitación fue estudiada por el Ing. Torrealva en su proyecto de investigación denominado “*Caracterización de daños, reparación, y refuerzo en construcciones de adobe*”. En ese proyecto los ensayos demostraron que la geomalla aumenta la ductilidad y resistencia a tracción de la estructura ya que la geomalla toma las tracciones de los muros y el adobe las compresiones generadas. Se hizo el análisis de nuestros muros existente aplicando el reforzamiento de geomalla más tarrajeo propuesto:

- $V_u = 0.20 \text{ kg/cm}^2$ (Esfuerzo a corte sin geomalla (Según Torrealva))
- $V_u = 0.25 \text{ kg/cm}^2$ (Esfuerzo a corte (Según Norma E-080))
- $V_u = 0.40 \text{ kg/cm}^2$ (Esfuerzo a corte con geomalla (Según Torrealva))

Resistencia requerida del refuerzo (f_g):

- $S = 1.30$ (Factor que asegura el comportamiento inelástico)
- $b = 0.39 \text{ m}$ (Espesor bruto del muro incluyendo el tarrajeo)
- $N = 2$ (Número de capas de malla en el muro en ambas caras)

$$f_g = S * V_u * b * (1/N)$$

- $f_g = 10.14 \text{ kN/m}$ (Resistencia de la malla por unidad de longitud 5%)

Resistencia a flexión por unidad de longitud (M_r):

- $d = 0.39 \text{ m}$ (Distancia de la fibra extrema en compresión del muro)
- $\emptyset = 0.90$ (Factor de reducción de resistencia a la flexión)
- $M_n = 3.95 \text{ kN.m/m}$ (Resistencia nominal ($\emptyset * f_g * d$))
- $M_r = 3.56 \text{ kN.m/m}$ (Resistencia a la flexión por metro lineal)

Verificación: **3.07 < 3.56 kN.m/m** **¡Cumple!**

En el análisis se calculó la resistencia requerida del refuerzo “fg” y el momento resistente “Mr”. Se considero 2cm de tarrajeo de los muros en cada cara de los mismos quedando un muro de 39cm finalmente, luego se le coloca dos capas de geomalla sobre el tarrajeo. En base a las resistencias calculadas, tenemos los siguientes resultados:

Tabla 29. Verificación de momentos actuantes (Reforzado con Geomalla).

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - V-101 (Reforzado con Geomalla)							
Descripción del muro	Nivel	Longitud (m)	Altura (m)	B.A.	Ms (kg.m)	Mr (kg.m)	Verificación
Muro A, entre 1-2	2	4.95	2.20	3	307.36	355.91	Ok
Muro B, entre 1-2	2	4.95	2.20	3	307.36	355.91	Ok
Muro 1, entre A-B	2	2.15	2.20	3	160.91	355.91	Ok
	2	1.87	2.20	3	131.60	355.91	Ok
	2	2.40	2.20	3	189.67	355.91	Ok
Muro 2, entre A-B	2	8.59	2.20	3	578.50	355.91	Error

Fuente: Elaboración propia.

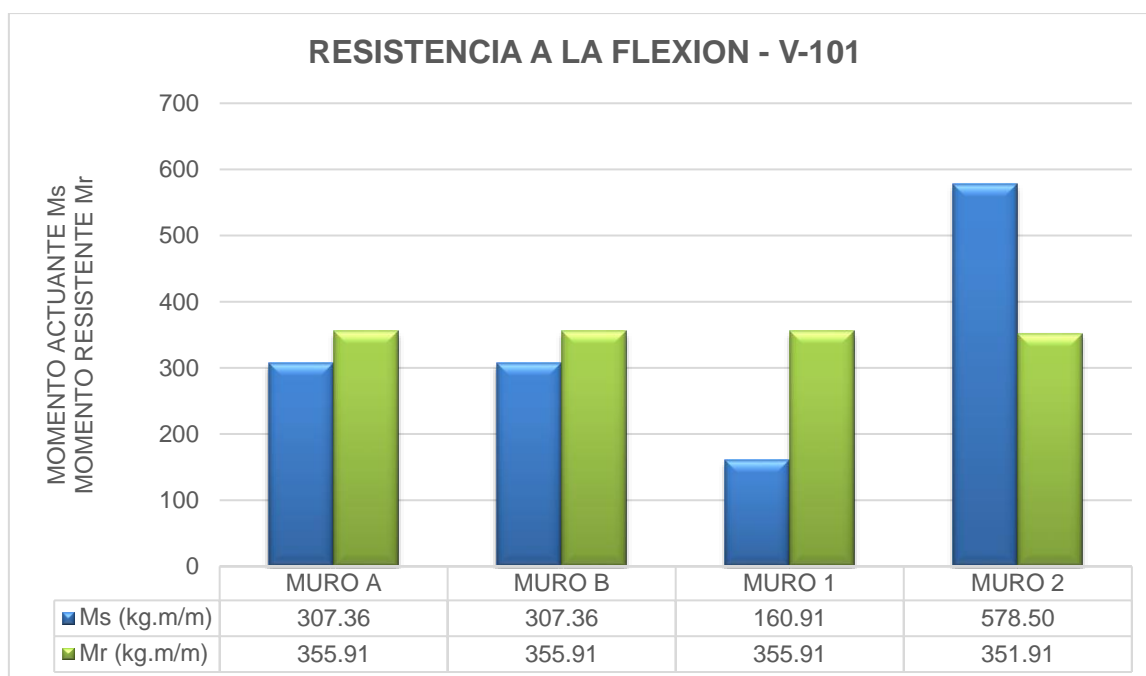


Gráfico 5. Momentos actuantes – Reforzamiento con Geomalla y tarrajeo.

Interpretación: En el Grafico 5 vemos el efecto que tiene el refuerzo de los muros existentes con geomalla y tarrajeo, aumentamos la resistencia de los muros de 289.92 kg.m/m a 355.91 kg.m/m, se incrementa en un 22% aproximadamente y logramos que ahora los momentos actuantes de los muros queden por debajo de este valor. Este tipo de reforzamiento es adecuado para luces no muy grandes entre arriostres. Sin embargo, aun no cumple el muro que tiene la mayor separación entre arriostres. Así que se buscará solución para este tipo de casos también.

Reforzamiento con Contrafuertes:

Para muros con luces muy grandes entre sus arriostres no es suficiente el uso del tarrajeo con la geomalla pues sus momentos actuantes serán mayores a la resistencia logrado con ese reforzamiento. La configuración estructural de las viviendas evaluadas demuestra que la mayoría presenta este tipo de casos con muros de arriostre muy separados, podemos optar bien por cambiar la configuración estructural de las viviendas o usar para reforzar los muros un material más resistente aumentando el número de capas, esta última opción sin embargo no es muy recomendada en el aspecto económico y constructivo, ya que el espesor del tarrajeo aplicado lo dificultaría. La opción más viable será cambiar la configuración estructural de los muros colocándoles arriostres verticales. En este caso se usó los contrafuertes centrales de adobe que comprobadamente funcionan para esta finalidad.

- Análisis del contrafuerte:

- $S = 1.40$ Factor de suelo
- $U = 1.00$ Factor de uso
- $C = 0.20$ Coeficiente sísmico (Norma E-080)
- $\gamma = 1.83 \text{ ton/m}^3$ Peso específico del contrafuerte
- $E = 65000 \text{ ton/m}^2$ Modulo de elasticidad del contrafuerte
- $\text{der. adobe} = 0.001$ Deriva del adobe admisible
- $h \text{ muro} = 2.20 \text{ m}$ Altura del muro existente
- **$\delta \text{ adm} = 0.22 \text{ cm}$** Desplazamiento permisible del adobe

- $e = 0.35$ m Espesor del muro existente
- $L_{con} = 1.20$ m Longitud del contrafuerte propuesto
- $V = 1.69$ m³ Volumen
- $P = 3.10$ ton Peso del muro

- $P_c = 1.69$ ton Peso del contrafuerte

- $P_t = 4.79$ ton Peso total muro + contrafuerte
- $H = 1.34$ ton SUCP (Fuerza horizontal)
- $w = 0.61$ ton/m (H / h_{con})
- $I = 0.0504$ m⁴ Inercia del contrafuerte
- $h_{con} = 2.20$ m Altura del contrafuerte
- $\delta_{max} = 0.055$ cm Desplazamiento máximo ($wL^4 / 8EI$)

0.05 < 0.22 cm Cumple

Podemos observar que es apropiado su uso. Al colocarlo en los muros de mayor longitud reducimos las fuerzas actuantes sísmicas y las deflexiones.

Tabla 30. Verificación de momentos actuantes (Reforzado con Contrafuertes).

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - V-101 (Reforzado con Contrafuertes)							
Descripción del muro	Nivel	Longitud (m)	Altura (m)	B.A.	Ms (kg.m)	Mr (kg.m)	Verificación
Muro A, entre 1-2	2	4.95	2.20	3	307.36	355.91	Ok
Muro B, entre 1-2	2	4.95	2.20	3	307.36	355.91	Ok
Muro 1, entre A-B	2	2.15	2.20	3	160.91	355.91	Ok
	2	1.87	2.20	3	131.60	355.91	Ok
	2	2.40	2.20	3	189.67	355.91	Ok
Muro 2, entre A-B	2	4.30	2.20	3	347.91	355.91	Ok

Fuente: Elaboración propia.

Podemos observar en la Tabla 30 que al reducir las luces en los muros muy largos logramos disminuir los momentos actuantes por metro lineal y conseguimos que el momento resistente siempre sea mayor. El arriostramiento vertical con contrafuertes ayuda a ganar rigidez como para no superar el desplazamiento ultimo admisible del adobe, de tal manera que aseguramos el comportamiento elástico. Logramos así, reforzar la vivienda con la combinación de tarrajeo junto con la geomalla y los contrafuertes verticales de adobe

En los anexos podemos observar los resultados de este análisis para todas las viviendas seleccionadas ya que según su configuración estructural tendrán resultados distintos, pero nos brindaran conclusiones parecidas.

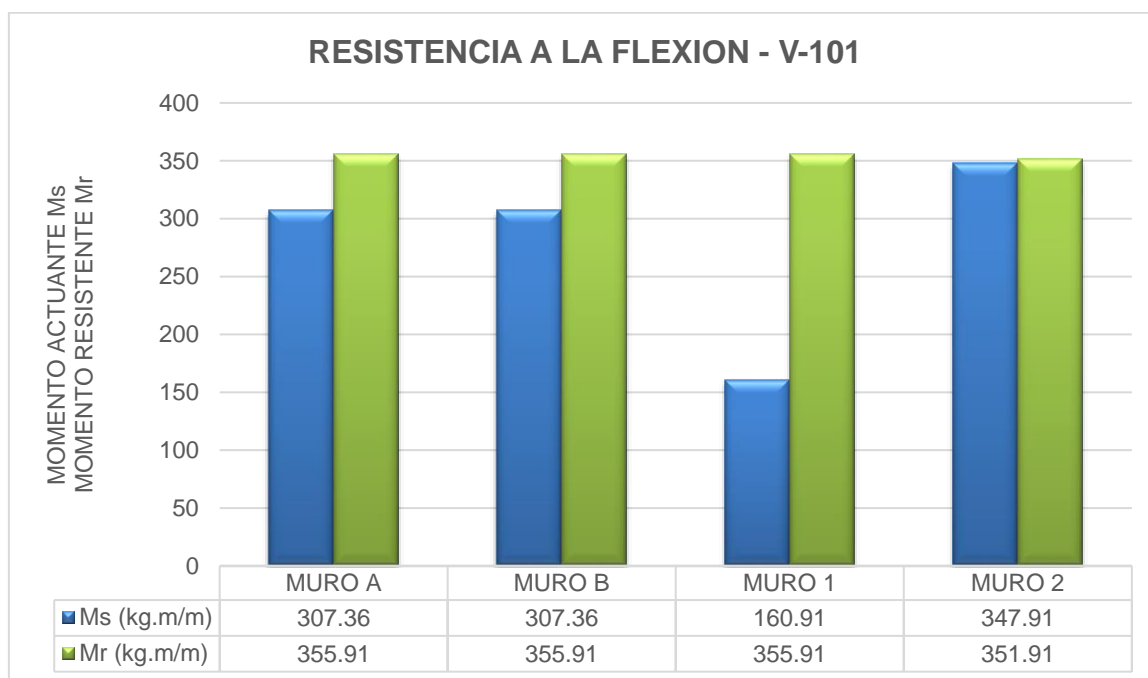


Gráfico 6. Momentos actuantes – Reforzamiento con Contrafuertes.

Interpretación: En el Grafico 6 verificamos que disminuir la longitud de los muros colocando los contrafuertes el momento actuante ya está siendo el adecuado, disminuimos el momento actuante del muro “2” de 578.50 kg.m/m a 347.91 kg.m/m. Con esto ya están cumpliendo todos los muros. Este método usaremos para los muros de gran longitud.

V. DISCUSIÓN

En el distrito de Santa Cruz de Chuca encontramos viviendas donde el material predominante es el adobe, siendo este el de tipo común existente en la mayoría de sectores andinos del país, también en los últimos tiempos, pero de manera muy lenta se ha empezado a construir viviendas de material noble pero la gran mayoría de los pobladores no tienen esa capacidad económica, así que encontramos viviendas de adobe muy antiguas y con un nivel de vulnerabilidad alto.

La discusión se da en verificar si en esta zona las viviendas cumplen con los requisitos mínimos que exige la norma E-080 de Diseño y Construcción con tierra reforzada en lo que se refiere a características arquitectónicas como son el espesor de muro, la cantidad y tipo de arriostres colocados, si cumplen con la densidad mínima de muros, altura libre de piso a techo y simetría de la edificación, entre otras características. De igual manera en la evaluación del comportamiento estructural de las viviendas sometidas a esfuerzos que debería soportar cualquier estructura bien construida, verificando la calidad del material con la que fue construido y el lugar donde fue pensado. Para esto se realizaron ensayos para evaluar la resistencia del material y estudiar el suelo existente en la zona.

En la verificación de la **resistencia a cargas verticales**, que se realizó considerando las características arquitectónicas y estructurales de las viviendas pudimos observar que en general las viviendas se comportaban adecuadamente en relación a la resistencia de los muros calculados y según lo que indica la norma, incluso teniendo en cuenta el bajo espesor (0.35m) de los muros existentes. Los valores calculados se asemejaban mucho a los 2.45 kg/cm² que indica la norma como resistencia admisible, los esfuerzos actuantes varían entre los 0.62 y 1.64 kg/cm² como máximo, siendo este último un 70% de la capacidad máxima admisible por ese muro y los menores entre el 27% y 28% de su capacidad, en consecuencia podemos observar que la estructura se comporta de manera adecuada bajo el requerimiento de cargas de gravedad debido a lo ligera que es su estructura, incluso teniendo dos niveles construidos.

Rubio (2017) realizó esta misma verificación a cargas de gravedad tomando como prototipo de viviendas una de un piso y otra de dos pisos en la ciudad de Jaén en Cajamarca, los espesores de los muros de estas viviendas según la inspección técnica del autor tienen 0.23m en lo que respecta a la estructura de un nivel y 0.38m en la de dos niveles, ambos espesores tampoco cumplen con lo exigido en la norma que indica un mínimo espesor de 0.40m para viviendas de adobe. Se evaluó en ambos casos los muros principales para tener una referencia y los resultados en el caso de la vivienda de un piso se tiene un esfuerzo actuante de 0.69 kg/cm² en relación a los 2.89 kg/cm² que se tiene como su esfuerzo admisible, y en el caso de la estructura de dos niveles se tuvo un valor actuante de 1.72 kg/cm² y 2.98 kg/cm² como capacidad admisible, estando en razón de un 58% de esfuerzo. En este caso nos damos cuenta que la capacidad admisible de esos muros supera a lo calculado en nuestra investigación que es más bajo, sin embargo, en las viviendas de ambas ciudades se está cumpliendo la resistencia adecuada.

La investigación realizada por Merino y Quispe (2018) que realiza un diseño sísmico en construcción de adobe en la ciudad de Lircay en Huancavelica, también realiza esta verificación siguiendo los parámetros adecuados para un diseño nuevo a construir. Este diseño tiene el porcentaje de densidad de muros adecuado para distribuir de manera diferente y más proporcionada las cargas y que uno solo no reciba gran peso por la mayor área tributaria que tendría que soportar. Se tiene distribución de arriostres correctos, espesor de muro y máximo 2.00m de altura del mismo para cumplir con la esbeltez también. Al evaluar uno de los muros de su vivienda prototipo planteada tiene una resistencia a cargas verticales de 3.37 kg/cm², siendo su esfuerzo actuante de apenas 0.69 kg/cm², solo un 20% de lo que puede soportar el muro, verificando así su cumplimiento.

En general, podemos decir que, tanto en viviendas existentes como en diseño para una vivienda nueva, aun con bajo espesor de muro y otras características particulares, las estructuras suelen trabajar adecuadamente bajo cargas verticales o de gravedad.

Para la **verificación de los esfuerzos cortantes**, en relación a nuestras viviendas evaluadas, se realizó previamente ensayos para obtener la resistencia real del material con la que se construyen las viviendas y poder usar la resistencia a la compresión estándar de 6.12 kg/cm² que indica la norma como admisible. En los cálculos se usaron el valor del esfuerzo del mortero simple y el coeficiente de fricción del adobe simple, correspondientes al tipo de ladrillo encontrado en la zona. Los resultados nos arrojaron que solo el 60% de las viviendas evaluadas soporta los esfuerzos cortantes. Los valores varían entre 0.296 y 0.773 kg/cm². Esas viviendas están cerca al 90% del esfuerzo cortante admisible, es decir están cerca al límite de fallar. Podemos indicar entonces que las edificaciones del distrito en general no se comportan adecuadamente sometidas a esfuerzos cortantes, ya que sus características estructurales no son adecuadas.

Santos (2019) también analiza en su tesis las viviendas autoconstruidas y obtiene valores más grandes como esfuerzos cortantes actuantes, este proyecto fue realizado en el distrito de Chilca, en la provincia de Huancayo. Las viviendas en esta zona tienen muchas más divisiones de muros. Como valores para hallar la fuerza sísmica horizontal son similares a las características de nuestro proyecto, también encontramos suelo blando en esta zona $S=1.40$ y coeficiente sísmico $C=0.20$ correspondiente a la zona sísmica 3. Los resultados obtenidos aquí también sobrepasan el esfuerzo cortante admisible con 0.78 kg/cm² como esfuerzo cortante promedio actuante.

En el proyecto de Rubio (2017) para la vivienda de un nivel construido tenemos que no cumple con la resistencia a esfuerzos cortantes obteniendo como valor actuante 0.78 kg/cm² en relación al admisible que es de 0.44 kg/cm². En este caso recordemos que tenemos un espesor de muro menor que en nuestro proyecto y se usó valores de esfuerzo de adherencia e 0.40 kg/cm y coeficiente de fricción de 0.83, siendo ambos valores mayores al usado en la presente investigación. En el caso de la vivienda de dos pisos, con un espesor de muro que se acerca más a lo indicado en la norma, a diferencia de nuestro análisis, obtenemos resultados adecuados en cuanto a los esfuerzos cortantes, 0.68 kg/cm² contra el admisible de

1.00 kg/cm². En este caso podemos decir que la vivienda prototipo existente tiene un mejor diseño. Podemos concluir finalmente, que las viviendas pueden resistir esfuerzos cortantes, pero no en su totalidad, depende mucho de las características del material con que se construye y la adecuada configuración estructural de las mismas.

En relación a la **verificación de esfuerzos a flexión**, se consideraron las características particulares que tienen cada una de las viviendas evaluadas. La evaluación de los momentos actuantes y momentos resistentes se realizó en base a la norma E-070 de albañilería considerando la cantidad de arriostres que tiene cada muro en cada vivienda. Al evaluar el muro principal de la vivienda "V-101" considerando diferentes tipos de arriostramiento podemos decir que los mejores escenarios para un muro de adobe son cuando tiene los cuatro bordes arriostrados y cuando tiene dos bordes arriostrados, siempre y cuando estos sean los horizontales, los resultados del muro evaluado nos da 165.44 kg.m/m y 189.73 kg.m/m respectivamente, obteniendo como momento resistente para ese muro 289.92 kg.m/m. Sin embargo, las viviendas evaluadas tienen muros en muchos casos carentes de viga collar y solo con tres bordes arriostrados que nos arrojan esfuerzos a flexión de 307.36 kg.m/m, superando el resistente por lo que necesita ser reforzado.

Merino y Quispe (2018) realizó la evaluación de resistencia a la flexión para determinar el espesor mínimo de muro exigido para soportar estos esfuerzos considerando tres casos de arriostramiento, solo dejando de lado el caso en que se tiene solo un borde arriostrado pues este caso es el más crítico y el muro actúa como voladizo. Este caso es para cuando muros existentes están muy agrietados en sus bordes laterales. No es el caso de ese proyecto pues se propone un diseño sísmico nuevo. La configuración estructural y el material usado en ese diseño soporta los momentos incluso con espesores menores al exigido por norma.

Sin embargo, en la investigación de Rubio (2017), que evalúan viviendas existentes, también realizan la verificación del espesor de muro mínimo resistente a momentos y esfuerzos de volteo, se observa situaciones diferentes. En la vivienda

de un nivel al evaluar muros con poca longitud con dos y tres bordes arriostrados tenemos como resultados unos espesores suficientes de 19cm siendo el existente de 23cm, en consecuencia, si cumple. Pero se observó también la existencia de un muro de 8m de longitud sin arriostres intermedios y el cálculo arroja un espesor requerido de 48cm, mayor al existente, por lo tanto, necesitaría algún tipo de reforzamiento.

En general, con los resultados obtenidos de los diversos autores de las investigaciones realizadas en diversas zonas del país y apoyado también en nuestros resultados podemos decir que las características estructurales de las viviendas establecerán el nivel de vulnerabilidad de las viviendas y a su vez ayudan a realizar un análisis estructural que cuantifica su resistencia a cargas verticales, a esfuerzos cortantes y a flexión. Luego de esta evaluación se establece si es necesario una o varias alternativas de rehabilitación para las mismas.

VI. CONCLUSIONES

- ✓ Luego de la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas existentes, podemos concluir que su comportamiento estructural es inadecuado pues si bien soporta cargas verticales, no sucede así en la verificación de esfuerzos cortantes y de flexión. De esta manera se necesitó aplicar alternativas de rehabilitación para mejorar su respuesta estructural. En este caso se analizó el reforzamiento de los muros aplicándoles tarrajeo y colocándoles geomalla para aumentar su resistencia, así como en determinados casos la colocación adicional de contrafuertes de adobe para la reducción de la distancia entre arriostres verticales.
- ✓ Los ensayos de laboratorio aplicados a los bloques de adobe existentes nos arrojaron una resistencia a la compresión en promedio de 18 kg/cm², siendo este valor superior al mínimo exigido por norma que es de 12 kg/cm². De igual manera con los ensayos de suelo realizados se verificó estar en presencia de un suelo blando, suelo característico en la zona andina pero inapropiada para la construcción de viviendas mayores a un piso.
- ✓ En base a los resultados de los laboratorios y la configuración estructural de las viviendas que nos demuestra en la mayoría espesores de muro de 0.35m, se verificó la resistencia de los muros a cargas verticales y de gravedad, obteniendo resultados positivos menores a la resistencia de 2.45 kg/cm² de esfuerzo admisible que indica la norma E.080. Sus esfuerzos actuantes varían entre 0.62 kg/cm² y 1.64 kg/cm². En este caso de manera inesperada nuestra hipótesis no se cumple aun teniendo en cuenta las deficiencias arquitectónicas de las viviendas.
- ✓ Se realizó también la verificación de las viviendas por densidad de muros ya que se debe cumplir con el mínimo 8% de muros en cada una de las direcciones. En los resultados obtenidos pudimos observar que la gran mayoría de las viviendas cumple la densidad mínima pero solo en una de las dos direcciones afectando a si su resistencia a esfuerzos cortantes. Luego al

evaluar la resistencia a esfuerzos cortantes de cada una de las viviendas considerando las características evaluadas en la vulnerabilidad sísmica verificamos que en efecto existen viviendas que sobrepasan la resistencia admisible. Y algunos muros que cumplen lo hacen en un 90% de su capacidad, sin embargo, la norma de diseño con adobe establece para viviendas existentes un coeficiente de seguridad cercano al 2.50, valor que ninguna de las viviendas cumple.

- ✓ En cuanto a la verificación de resistencia de los muros de las viviendas a flexión, se hizo el cálculo de momentos resistentes y momentos actuantes por metro lineal de cada uno de los muros. En esta evaluación se observó que dependiendo de las condiciones de arriostamiento ellos pueden soportar esfuerzos, en este caso se consideró tres bordes arriostados después de realizar la inspección técnica de las viviendas en las visitas de campo lo que resulto esfuerzos actuantes a flexión mayores al resistente, en la vivienda evaluada 307.36 kg.m/m contra 289.92 kg.m/m para los muros de longitud moderada y 578.50 kg.m/m en los muros de luz entre arriostres verticales considerablemente alta.
- ✓ Los resultados del cálculo de resistencias con aplicación del reforzamiento nos demostraron que al aplicarles capas de tarrajeo y geomalla en los muros se puede reducir los momentos actuantes que están cercanos en valor al momento resistente. Este reforzamiento aumenta la resistencia de los muros a flexión a un valor de 355.91 kg.m/m, sin embargo, para los muros con longitudes más grandes sin arriostamiento se consideró la aplicación de contrafuertes de adobe, que ya fueron comprobados experimentalmente en cuanto a su utilidad, y con esto se logró reducir las luces libres y en consecuencia terminar de reducir los esfuerzos a flexión actuantes de esos muros.

VII. RECOMENDACIONES

- ✓ En general, para posteriores investigaciones, sería importante para los pobladores de cada una de las zonas en la que se estudia la vulnerabilidad sísmica de las viviendas, que adicionalmente al relevamiento que se realiza para verificar la configuración estructural de cada una de ellas se realicen charlas técnicas con los pobladores en coordinación con las autoridades correspondientes sobre las fallas estructurales que podrían tener sus viviendas para intentar en lo posible mitigarlas y, si en caso se continúe construyendo con adobe se cuente con algunos conocimientos técnicos para poder minimizar los errores constructivos.
- ✓ Habiendo realizado los ensayos de suelo correspondientes, ya podemos sugerir que, en la zona, de construirse viviendas nuevas, solo sean de un nivel debido a la poca resistencia que alcanza el suelo existente, además en lo posible buscar asesoría técnica para la construcción de las mismas.
- ✓ Se recomienda también, después de la investigación realizada en esta zona en particular, que las autoridades del distrito informen a los pobladores de los problemas estructurales encontrados en las viviendas y sugerirles que reflexionen en la posibilidad de reforzar sus viviendas. Es importante señalar que debido a los bajos recursos económicos de los propietarios, el estado debería buscar la manera de ayudarlos en el financiamiento de estos trabajos.
- ✓ En cuanto a la manera de desarrollar el presente estudio técnico, es recomendable buscar la manera de evaluar la mayor cantidad de viviendas posibles con el fin de darle una información más particular a cada propietario y buscar la manera de generar confianza con ellos para que permitan el acceso a sus viviendas justificando técnicamente la necesidad. También se sugiere para los ensayos de laboratorio ser lo más preciso posible evaluando muretes de adobe existentes para obtener una mejor información. En este caso no se logró realizar de esta manera por motivos económicos y de acceso con los propietarios, pero en donde sea posible es recomendable hacerlo.

REFERENCIAS

- ✓ ABANTO, Tomas. Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería. Editorial San Marcos, 2017. 373 pp.
ISBN: 978-612-315-410-3

- ✓ ÁLVAREZ, Daniel. Vulnerabilidad Sísmica de Viviendas de Adobe del C.P. La Huaraclla, Jesús, Cajamarca 2015. Tesis (Licenciado en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Privada del Norte, 2015.
Disponible en:
<http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/7975/%C3%81lvarez%20Guevara%2c%20Daniel%20Alejandro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- ✓ ARIAS, Fidias. El Proyecto de Investigación [en línea]. 6.a ed. Venezuela: Editorial Episteme, C.A., 2012 [fecha de consulta: 5 de diciembre de 2017].
Disponible en: <http://evidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/EL-PROYECTO-DE-INVESTIGACION-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf>
ISBN: 980-07-8529-9

- ✓ BERNAL, Cesar. Metodología de la Investigación [en línea]. 3.a ed. Colombia: Cámara Colombiana del Libro, 2010 [fecha de consulta: 5 de diciembre de 2017].
Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/244389257/Metodologia-de-la-investigacion-Cesar-Bernal-pdf>
ISBN: 978-958-699-128-5

- ✓ CEVALLOS, Carolina. Análisis estructural de un albergue comunitario en base a adobe tecnificado, en la comunidad La Moya perteneciente a la parroquia Calpi, Cantón Riobamba, provincia de Chimborazo y su incidencia en el comportamiento estructural sismorresistente. Tesis (Licenciado en Ingeniería Civil). Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2015.
Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/15911>

- ✓ CHINCHILLA, Guillermo. Alternativa de Refuerzo contra efectos de sismo, para viviendas de adobe existentes. Tesis (Licenciado en Ingeniería Civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006.
Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2609_C.pdf

- ✓ El adobe. [Mensaje en un blog]. Lima: Goyoneche, A., (6 de octubre de 2011). [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2017]. Recuperado de <http://arqalexg.blogspot.pe/2011/10/el-adobe.html>

- ✓ GAMA-CASTRO, Jorge *et. al.* Arquitectura de tierra: el adobe como material de construcción en la época prehispánica. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* [en línea]. 2012, agosto, 64 (2). [fecha de consulta: 5 de diciembre de 2017]. ISSN 1405-3322.
Disponible en:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-33222012000200003

- ✓ GÓMEZ, Walter y LOAYZA, Antonio. Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Centros de Salud del distrito de Ayacucho. Tesis (Licenciado en Ingeniería Civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2014.
Disponible en:
<http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/241/TP%20-%20UNH%20CIVIL%200025.pdf?sequence=1>

- ✓ HERNÁNDEZ, Roberto *et.al.* Metodología de la Investigación [en línea]. 5.a ed. México: Interamericana Editores S.A., 2010 [fecha de consulta: 5 de diciembre de 2017].
Disponible en:
https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf
ISBN: 978-607-15-0291-9

- ✓ IGARASHI, Lucia. Reforzamiento Estructural de Muros de Adobe. Tesis (Licenciado en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2009.
Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/463>.

- ✓ LAUCATA, Johan. Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas Informales en la Ciudad de Trujillo. Tesis (Licenciado en Ingeniería Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013.
Disponible en:
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/4967/LAUCATA_JOHAN_ANALISIS_VULNERABILIDAD_SISMICA_VIVIENDAS_INFORMALES_CIUDDAD_TRUJILLO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- ✓ LÓPEZ, Lenni. *Enfoque Cuantitativo de la Investigación* [en línea] [fecha de consulta: 5 de diciembre de 2017].
Disponible en:
<http://enfoquecuantitativopositivismo.blogspot.pe/2013/05/enfoque-cuantitativo-de-la-investigacion.html>

- ✓ MALDONADO, Alejandro. Manual de Refuerzo de Viviendas de Adobe [en línea]. Guatemala: Coordinadora Nacional para la reducción de desastres, 2002 [fecha de consulta: 9 de octubre de 2017].
Disponible en:
<http://desastres.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0064/doc0064.pdf>

- ✓ MERINO, Luis y QUISPE, Rudy. Estudio sobre Diseño Sísmico en construcción de adobe y su incidencia en la reducción de desastres en la provincia de Huancavelica – distrito de Ascensión – Sector Ccachuana Millpo. Tesis (Licenciado en Ingeniería Civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2016.
Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1931>

- ✓ Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima: MVCS, 2012. 697 pp.

- ✓ MORALES, Roberto, et al. Manual para la construcción de viviendas de adobe. Lima, Perú, 1993.
Disponible en: <http://al-axara.com/documentos/98.pdf>

- ✓ NÚÑEZ, Carlos. Requisitos Mínimos de Cálculo para Diseño Sismo-Resistente de Viviendas de Concreto Reforzado en Losas con Vigas Banda. Tesis (Licenciado en Ingeniería Civil). Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo de Ecuador, 2012.
Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/509/1/UNACH-EC-IC-2012-0008.pdf>

- ✓ RUBIÑOS, Álvaro. Propuesta de Reconstrucción Post-Terremoto de Viviendas de Adobe Reforzado. Tesis (Licenciado en Ingeniería Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2009.
Disponible en:
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/180/RUBI%C3%91OS_ALVARO_PROPUESTA_RECONSTRUCCION_POST-TERREMOTO_VIVIENDAS_ADOBE_REFORZADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- ✓ RUBIO, Abner. Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de adobe del Sector de San Isidro – Jaén. Tesis (Licenciado en Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2016.
Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1088>

- ✓ SANTOS, Danny. Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el distrito de Chilca. Tesis (Licenciado en Ingeniería Civil). Huancayo: Universidad Continental, 2019.
Disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/6924>

- ✓ SOTOMAYOR, Luis. Diseño y Proceso Constructivo de una vivienda de adobe en Cauquenes. Tesis (Licenciado en Ingeniería Civil). Santiago de Chile: Universidad Andras Bello, 2018.
Disponible en: <http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/7447>

- ✓ TORRES, Raúl. Estudio sobre Diseño Sísmico en Construcciones de Adobe y su incidencia en la Reducción de Desastres. Tesis (Licenciado en Ingeniería Civil). Quito: Universidad Central del Ecuador, 2015.
Disponible en: www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5429/1/T-UCE-0011-203.pdf.

- ✓ VALDERRAMA, Santiago. Pasos para Elaborar Proyectos de Investigación Científica Cuantitativa, Cualitativa y Mixta. 5.a ed. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2013.

- ✓ VELARDE, Guillermo. Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica de Viviendas de dos pisos de Adobe existente en Lima. Tesis (Licenciado en Ingeniería Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014.
Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/5541>

- ✓ YAMASHIRO, Ricardo *et. al.* Diseño sísmico de construcciones de adobe y bloque estabilizado. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. 1981.
Disponible en: <http://www.cismid.uni.edu.pe/disenio-sismico-de-construcciones-de-adobe/>

- ✓ ZELAYA, Víctor. Estudio sobre Diseño Sísmico en Construcciones de Adobe y su Incidencia en la Reducción de Desastres. Tesis (Maestro en Gerencia de la Construcción Moderna). Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal, 2007.
Disponible en: www.proviasnac.gob.pe/frmContenido.aspx?IdArchivo=427.

ANEXOS

Anexo 1
Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Vulnerabilidad sísmica	"La vulnerabilidad sísmica de una estructura o grupo de estructuras es la calidad estructural o capacidad de sus elementos estructurales de resistir un terremoto" (Gómez y Loayza, 2014, p. 37).	Para la medición se utilizará pruebas del laboratorio para evaluar la calidad del adobe utilizado. Asimismo, también se estudiará el tipo de terreno existente en la zona pues sus características nos ayudaran en el análisis sísmico de las viviendas.	Calidad del Material	kg/cm ²	Razón
			Resistencia del terreno	kg/cm ²	Razón
			Configuración estructural de la vivienda	m	Razón
Alternativas de rehabilitación	"Las alternativas de rehabilitación conforman una serie de recomendaciones que tienen por objetivo, disminuir el riesgo sísmico al que están sometidas las edificaciones. Se pretende, evitar la ocurrencia del colapso de la edificación durante el evento sísmico, para permitir la salida de los ocupantes y evitar con esto la pérdida de vidas humanas" (FOREC, 2004)	Con las características obtenidas de los ensayos y del levantamiento de información en campo se procede a ejecutar el cálculo de la resistencia para los muros de cada vivienda y analizar que alternativa de reforzamiento es la mas apropiada para aplicar.	Resistencia de los muros a cargas verticales	kg/cm ²	Razón
			Resistencia de los muros a esfuerzos cortantes	kg/cm ²	Razón
			Resistencia de los muros a flexión	kg.m/m	Razón

Matriz de consistencia


Título: "Vulnerabilidad Sísmica de las viviendas de adobe existentes y sus alternativas de rehabilitación en el distrito de Santa Cruz de Chuca, Santiago de Chuco, La Libertad, 2020"

Línea de Investigación: Diseño sísmico y estructural.

Autor: Trujillo Garcia, Alex Junior

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
<u>GENERAL</u>	<u>GENERAL</u>	<u>GENERAL</u>	VARIABLE 1: VULNERABILIDAD SÍSMICA			Método: Científico Tipo: Aplicada Nivel: Correlacional Diseño: No experimental Corte: Transversal Población: Las viviendas existentes en el distrito de Santa Cruz de Chuca Muestra: 10 viviendas seleccionadas Instrumento: Ficha de recolección de datos y ensayos de laboratorio
¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes y qué alternativas de rehabilitación se puede plantear en el distrito de Santa Cruz de Chuca?	Evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes y plantear alternativas de rehabilitación en el distrito de Santa Cruz de Chuca.	El nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes requerirá plantear alternativas de rehabilitación en el distrito de Santa Cruz de Chuca.	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
			Calidad del Material	Resistencia a la compresión y tracción de la albañilería de adobe	Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería	
<u>ESPECÍFICOS</u>	<u>ESPECÍFICOS</u>	<u>ESPECÍFICOS</u>	Resistencia del terreno	Tipo de suelo en donde están asentadas las viviendas	Ensayo de clasificación (Análisis Granulométrico y Límites de Atterberg) y corte directo de suelo	
			Configuración estructural de la vivienda	Análisis por densidad de muros	Relevamiento estructural de la vivienda	
1. ¿De qué manera influye la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes en la resistencia a cargas verticales de sus muros en el distrito de Santa Cruz de Chuca? 2. ¿De qué manera influye la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes en la resistencia a esfuerzos cortantes de sus muros en el distrito de Santa Cruz de Chuca? 3. ¿De qué manera influye la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes en la resistencia a flexión de sus muros en el distrito de Santa Cruz de Chuca?	1. Evaluar la influencia de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes en la resistencia a cargas verticales de sus muros en el distrito de Santa Cruz de Chuca. 2. Evaluar la influencia de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes en la resistencia a esfuerzos cortantes de sus muros en el distrito de Santa Cruz de Chuca. 3. Evaluar la influencia de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes en la resistencia a flexión de sus muros en el distrito de Santa Cruz de Chuca.	1. La vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes influye de manera negativa en la resistencia a cargas verticales de sus muros en el distrito de Santa Cruz de Chuca. 2. La vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes influye de manera negativa en la resistencia a esfuerzos cortantes de sus muros en el distrito de Santa Cruz de Chuca. 3. La vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe existentes influye de manera negativa en la resistencia a flexión de sus muros en el distrito de Santa Cruz de Chuca.	VARIABLE 2: ALTERNATIVAS DE REHABILITACIÓN			
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
			Resistencia de los muros a cargas verticales	Análisis de la resistencia y esbeltez de los muros	Plantillas Excel	
			Resistencia de los muros a esfuerzos cortantes	Análisis de los muros sometidos a cargas horizontales paralelas	Plantillas excel	
			Resistencia de los muros a flexión	Análisis de los muros sometidos a cargas horizontales perpendiculares	Plantillas excel	

Anexo 2: Validez y Confiabilidad de Instrumentos de Recolección de Datos.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
NOMBRE DE LA TESIS:		VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE EXISTENTES Y ALTERNATIVAS DE REHABILITACIÓN EN EL DISTRITO DE SANTA CRUZ DE CHUCA, SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD, 2020.	
I. INFORMACIÓN DE LA VIVIENDA.			
Codificación de la Vivienda:			
Departamento:	LA LIBERTAD	Provincia:	SANTIAGO DE CHUCO
Distrito:	SANTA CRUZ DE CHUCA		
Apoyo técnico en el diseño:			
Apoyo técnico en la construcción:			
Pisos construidos:		Área del terreno:	
II. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA			
ELEMENTOS DE LA VIVIENDA		CARACTERÍSTICAS	
Muros:			
Techos:			
Columnas:			
Vigas:			
Tipo de suelo:			
III. CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL			
CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA			
Vivienda regular y simétrica		Vivienda irregular (En "C" o en "L")	
CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN			
Regular en elevación		Irregular en elevación	
DENSIDAD DE MUROS EXISTENTE			
Densidad de muros adecuada		Densidad de muros inadecuada	
IV. DEFICIENCIAS DE LA ESTRUCTURA			
PROBLEMAS ESTRUCTURALES			
Muros sin confinar		Muros sin viga solera	
Dinteles con reducida longitud de apoyo		Cimientos y sobrecimientos inadecuados	
Vivienda sin junta sísmica		Otros	
PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS			
Muros expuestos a lluvia		Juntas de construcción mal ubicadas	
Combinación de adobe con ladrillo en muros		Tabiquería inestable	
Unidades de adobe de baja calidad		Mano de obra de baja calidad	

RANGO	MAGNITUD
1.00	Validez perfecta
0.72 a 0.99	Excelente validez
0.66 a 0.71	Muy válida
0.60 a 0.65	Valida
0.54 a 0.59	Validez baja
0.53 o menos	Nula


JIMMY WALTER CARIBAY BENDEZÚ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP IV° 110615

FIRMA Y SELLO

RANGO DE VALIDEZ 0.75



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

NOMBRE DE LA TESIS:

VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE EXISTENTES
Y ALTERNATIVAS DE REHABILITACIÓN EN EL DISTRITO DE SANTA
CRUZ DE CHUCA, SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD, 2020.

I. INFORMACIÓN DE LA VIVIENDA.

Codificación de la Vivienda:

Departamento:

LA LIBERTAD

Provincia:

SANTIAGO DE CHUCO

Distrito:

SANTA CRUZ DE CHUCA

Apoyo técnico en el diseño:

Apoyo técnico en la construcción:

Pisos construidos:

Área del terreno:

II. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

ELEMENTOS DE LA VIVIENDA	CARACTERÍSTICAS
Muros:	
Techos:	
Columnas:	
Vigas:	
Tipo de suelo:	

III. CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA

Vivienda regular y simétrica

Vivienda Irregular (En "C" o en "L")

CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN

Regular en elevación

Irregular en elevación

DENSIDAD DE MUROS EXISTENTE

Densidad de muros adecuada

Densidad de muros inadecuada

IV. DEFICIENCIAS DE LA ESTRUCTURA

PROBLEMAS ESTRUCTURALES

Muros sin confinar

Muros sin viga solera

Dinteles con reducida longitud de apoyo

Cimientos y sobrecimientos inadecuados

Vivienda sin junta sísmica

Otros

PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS

Muros expuestos a lluvia

Juntas de construcción mal ubicadas

Combinación de adobe con ladrillo en muros

Tabiquería inestable

Unidades de adobe de baja calidad

Mano de obra de baja calidad

RANGO	MAGNITUD
1.00	Validez perfecta
0.72 a 0.99	Excelente validez
0.66 a 0.71	Muy valida
0.60 a 0.65	Valida
0.54 a 0.59	Validez baja
0.53 o menos	Nula


 JORGE OSCAR
 HUASASQUICHE CANTO
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 82423

RANGO DE VALIDEZ

0.78



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

NOMBRE DE LA TESIS:

VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE EXISTENTES Y ALTERNATIVAS DE REHABILITACIÓN EN EL DISTRITO DE SANTA CRUZ DE CHUCA, SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD, 2020.

I. INFORMACIÓN DE LA VIVIENDA.

Codificación de la Vivienda:

Departamento:	LA LIBERTAD	Provincia:	SANTIAGO DE CHUCO
Distrito:	SANTA CRUZ DE CHUCA		
Apoyo técnico en el diseño:			
Apoyo técnico en la construcción:			
Pisos construidos:		Área del terreno:	

II. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

ELEMENTOS DE LA VIVIENDA	CARACTERÍSTICAS
Muros:	
Techos:	
Columnas:	
Vigas:	
Tipo de suelo:	

III. CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA

Vivienda regular y simétrica	Vivienda irregular (En "C" o en "L")
CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	
Regular en elevación	Irregular en elevación
DENSIDAD DE MUROS EXISTENTE	
Densidad de muros adecuada	Densidad de muros inadecuada

IV. DEFICIENCIAS DE LA ESTRUCTURA

PROBLEMAS ESTRUCTURALES

Muros sin confinar	Muros sin viga solera
Dinteles con reducida longitud de apoyo	Cimientos y sobrecimientos inadecuados
Vivienda sin junta sísmica	Otros

PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS

Muros expuestos a lluvia	Juntas de construcción mal ubicadas
Combinación de adobe con ladrillo en muros	Tabiquería inestable
Unidades de adobe de baja calidad	Mano de obra de baja calidad

RANGO	MAGNITUD
1.00	Validez perfecta
0.72 a 0.99	Excelente validez
0.66 a 0.71	Muy valida
0.60 a 0.65	Valida
0.54 a 0.59	Validez baja
0.53 o menos	Nula

FERNANDO ALBERTO
COLLADO TACCHINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 152572

FIRMA Y SELLO

RANGO DE VALIDEZ

0.75



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

NOMBRE DE LA TESIS:

VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE EXISTENTES Y ALTERNATIVAS DE REHABILITACIÓN EN EL DISTRITO DE SANTA CRUZ DE CHUCA, SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD, 2020.

I. INFORMACIÓN DE LA VIVIENDA.

Codificación de la Vivienda:	V-101		
Departamento:	LA LIBERTAD	Provincia:	SANTIAGO DE CHUCO
Distrito:	SANTA CRUZ DE CHUCA		
Apoyo técnico en el diseño:	No hubo		
Apoyo técnico en la construcción:	Solo constructor de la zona		
Pisos construidos:	2 pisos	Área del terreno:	42.50 m ²

II. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

ELEMENTOS DE LA VIVIENDA	CARACTERÍSTICAS
Muros:	Muro sin torrajeo. Espesor 35 cm. Sin juntas.
Techos:	Establado de madera. Cobertura de calamina.
Columnas:	Pocas columnas visibles.
Vigas:	✓
Tipo de suelo:	Suelo onduloso

III. CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA

<input checked="" type="checkbox"/>	Vivienda regular y simétrica	<input type="checkbox"/>	Vivienda irregular (En "C" o en "L")
CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN			
<input type="checkbox"/>	Regular en elevación	<input checked="" type="checkbox"/>	Irregular en elevación
DENSIDAD DE MUROS EXISTENTE			
<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad de muros adecuada	<input type="checkbox"/>	Densidad de muros inadecuada

IV. DEFICIENCIAS DE LA ESTRUCTURA

PROBLEMAS ESTRUCTURALES

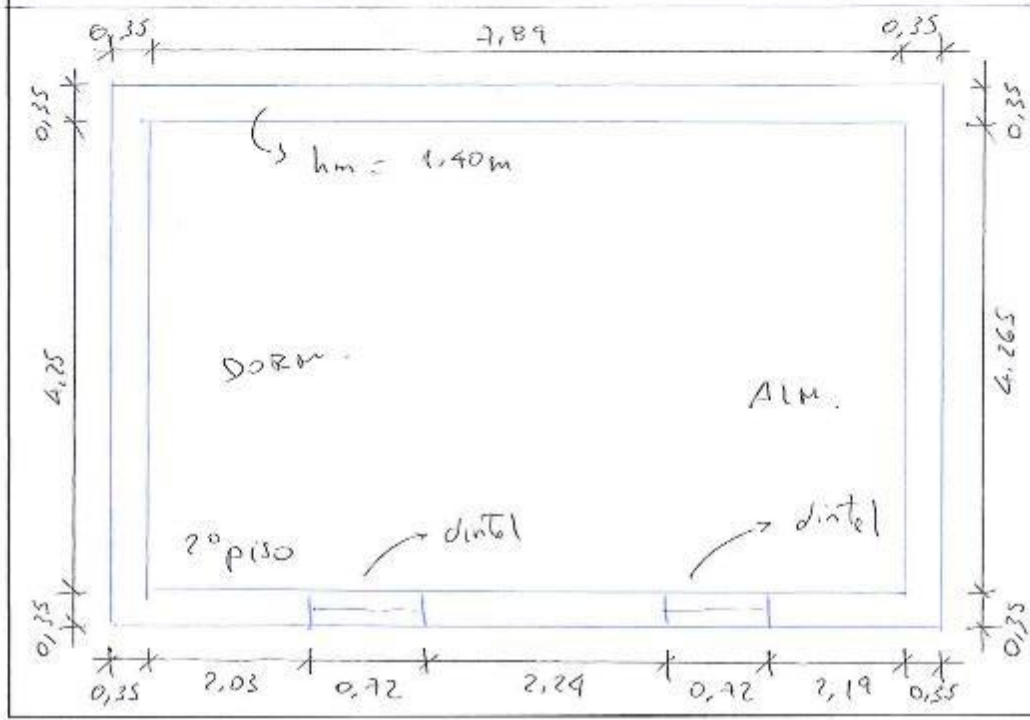
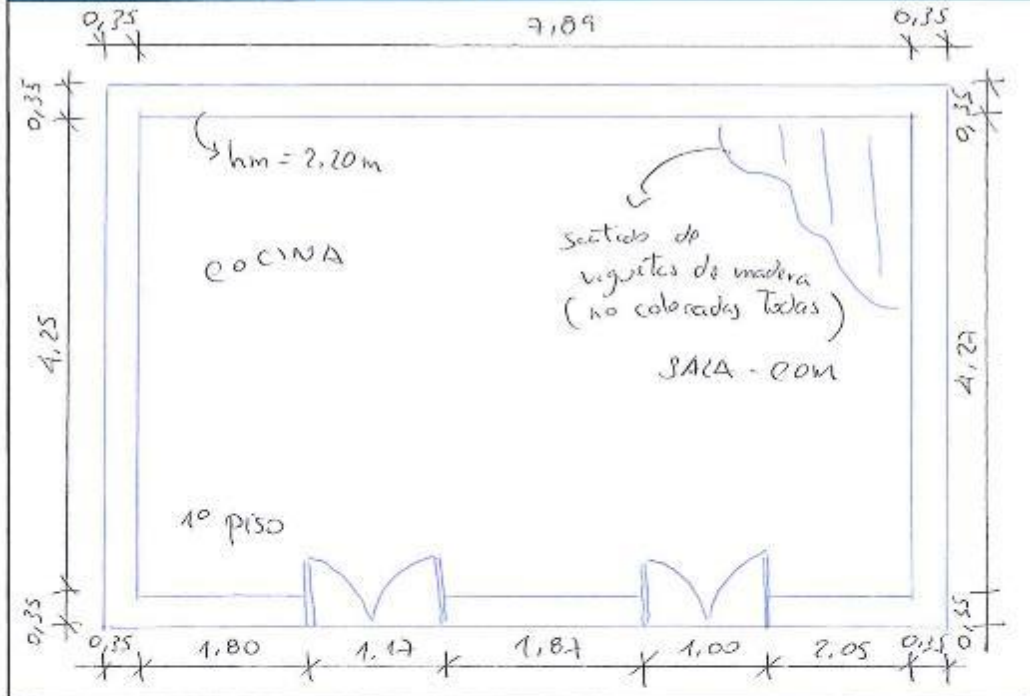
<input checked="" type="checkbox"/>	Muros sin confinar	<input checked="" type="checkbox"/>	Muros sin viga solera
<input type="checkbox"/>	Dinteles con reducida longitud de apoyo	<input checked="" type="checkbox"/>	Cimientos y sobrecimientos inadecuados
<input type="checkbox"/>	Vivienda sin junta sísmica	<input type="checkbox"/>	Otros

PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS

<input checked="" type="checkbox"/>	Muros expuestos a lluvia	<input type="checkbox"/>	Juntas de construcción mal ubicadas
<input type="checkbox"/>	Combinación de adobe con ladrillo en muros	<input type="checkbox"/>	Tabiquería inestable
<input type="checkbox"/>	Unidades de adobe de baja calidad	<input checked="" type="checkbox"/>	Mano de obra de baja calidad



LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO Y ESTRUCTURAL





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

NOMBRE DE LA TESIS:

VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE EXISTENTES
Y ALTERNATIVAS DE REHABILITACIÓN EN EL DISTRITO DE SANTA
CRUZ DE CHUCA, SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD, 2020.

I. INFORMACIÓN DE LA VIVIENDA.

Codificación de la Vivienda:	V- 102		
Departamento:	LA LIBERTAD	Provincia:	SANTIAGO DE CHUCO
Distrito:	SANTA CRUZ DE CHUCA		
Apoyo técnico en el diseño:	No hubo		
Apoyo técnico en la construcción:	Constructor de la zona		
Pisos construidos:	2 pisos	Área del terreno:	56.97 m ²

II. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

ELEMENTOS DE LA VIVIENDA	CARACTERÍSTICAS
Muros:	Muros bien conservados. $e=0,35m$. Sin grietas.
Techos:	En tablado de madera. Cobertura de aluminia.
Columnas:	No visibles
Vigas:	
Tipo de suelo:	Suelo arcilloso

III. CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA

<input checked="" type="checkbox"/>	Vivienda regular y simétrica	<input type="checkbox"/>	Vivienda irregular (En "C" o en "L")
-------------------------------------	------------------------------	--------------------------	--------------------------------------

CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN

<input checked="" type="checkbox"/>	Regular en elevación	<input type="checkbox"/>	Irregular en elevación
-------------------------------------	----------------------	--------------------------	------------------------

DENSIDAD DE MUROS EXISTENTE

<input type="checkbox"/>	Densidad de muros adecuada	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad de muros inadecuada
--------------------------	----------------------------	-------------------------------------	------------------------------

IV. DEFICIENCIAS DE LA ESTRUCTURA

PROBLEMAS ESTRUCTURALES

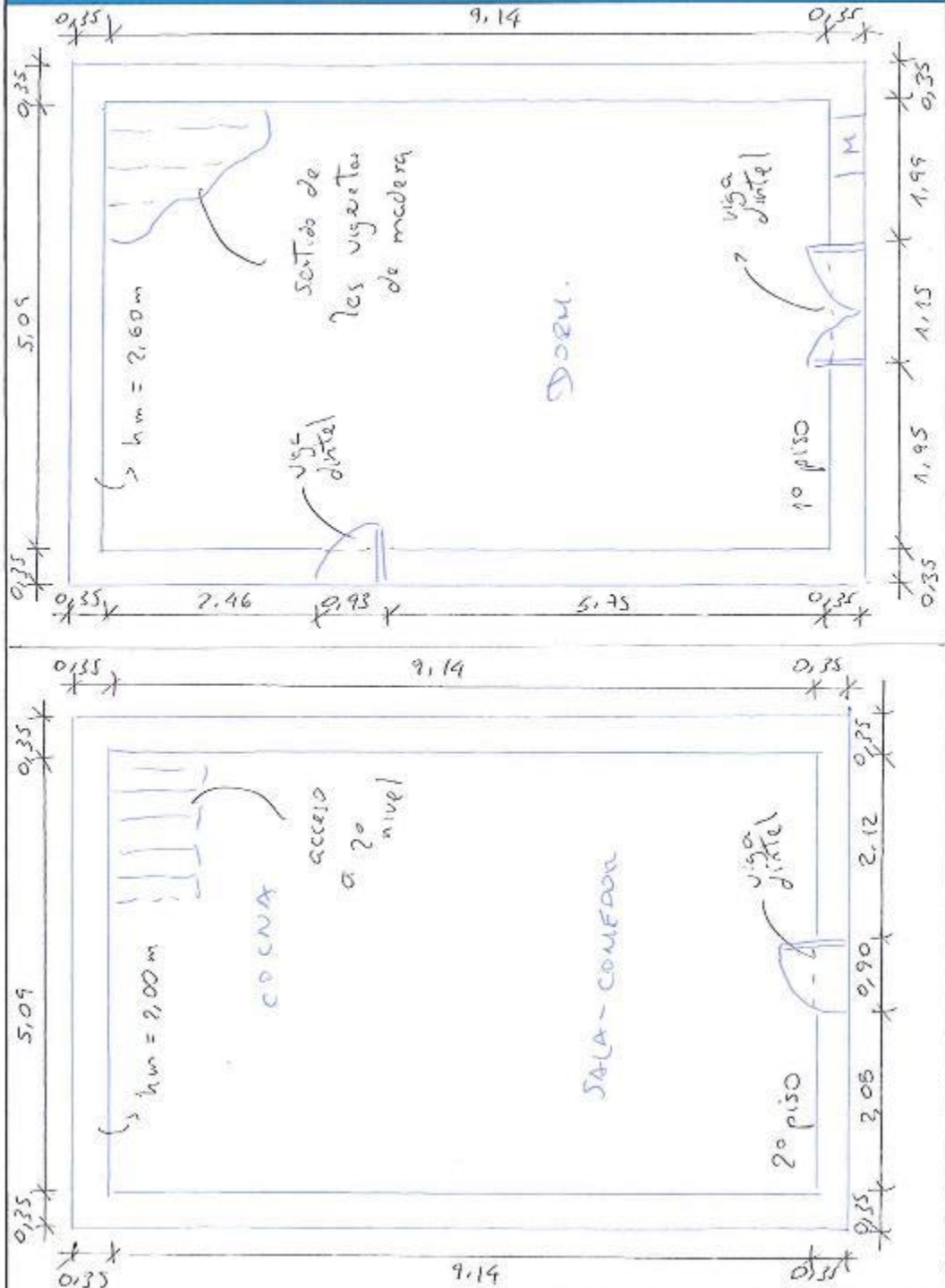
<input checked="" type="checkbox"/>	Muros sin confinar	<input checked="" type="checkbox"/>	Muros sin viga solera
<input type="checkbox"/>	Dinteles con reducida longitud de apoyo	<input type="checkbox"/>	Cimientos y sobrecimientos inadecuados
<input type="checkbox"/>	Vivienda sin junta sísmica	<input type="checkbox"/>	Otros

PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS

<input type="checkbox"/>	Muros expuestos a lluvia	<input type="checkbox"/>	Juntas de construcción mal ubicadas
<input type="checkbox"/>	Combinación de adobe con ladrillo en muros	<input type="checkbox"/>	Tabiquería inestable
<input type="checkbox"/>	Unidades de adobe de baja calidad	<input checked="" type="checkbox"/>	Mano de obra de baja calidad (regular)



LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO Y ESTRUCTURAL





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

NOMBRE DE LA TESIS:

VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE EXISTENTES
Y ALTERNATIVAS DE REHABILITACIÓN EN EL DISTRITO DE SANTA
CRUZ DE CHUCA, SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD, 2020.

I. INFORMACIÓN DE LA VIVIENDA.

Codificación de la Vivienda:	V-103		
Departamento:	LA LIBERTAD	Provincia:	SANTIAGO DE CHUCO
Distrito:	SANTA CRUZ DE CHUCA		
Apoyo técnico en el diseño:	No hubo		
Apoyo técnico en la construcción:	Constructor de la zona		
Pisos construidos:	2 pisos	Área del terreno:	52.30 m ²

II. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

ELEMENTOS DE LA VIVIENDA	CARACTERÍSTICAS
Muros:	Esp. = 35cm. Muro bien conservado. Sin grietas
Techos:	Cobertura ligera. Entablado de madera.
Columnas:	No visibles
Vigas:	✓
Tipo de suelo:	Suelo arenoso

III. CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA

<input type="checkbox"/>	Vivienda regular y simétrica	<input checked="" type="checkbox"/>	Vivienda irregular (En "C" o en "L")
--------------------------	------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------

CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN

<input checked="" type="checkbox"/>	Regular en elevación	<input type="checkbox"/>	Irregular en elevación
-------------------------------------	----------------------	--------------------------	------------------------

DENSIDAD DE MUROS EXISTENTE

<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad de muros adecuada	<input type="checkbox"/>	Densidad de muros inadecuada
-------------------------------------	----------------------------	--------------------------	------------------------------

IV. DEFICIENCIAS DE LA ESTRUCTURA

PROBLEMAS ESTRUCTURALES

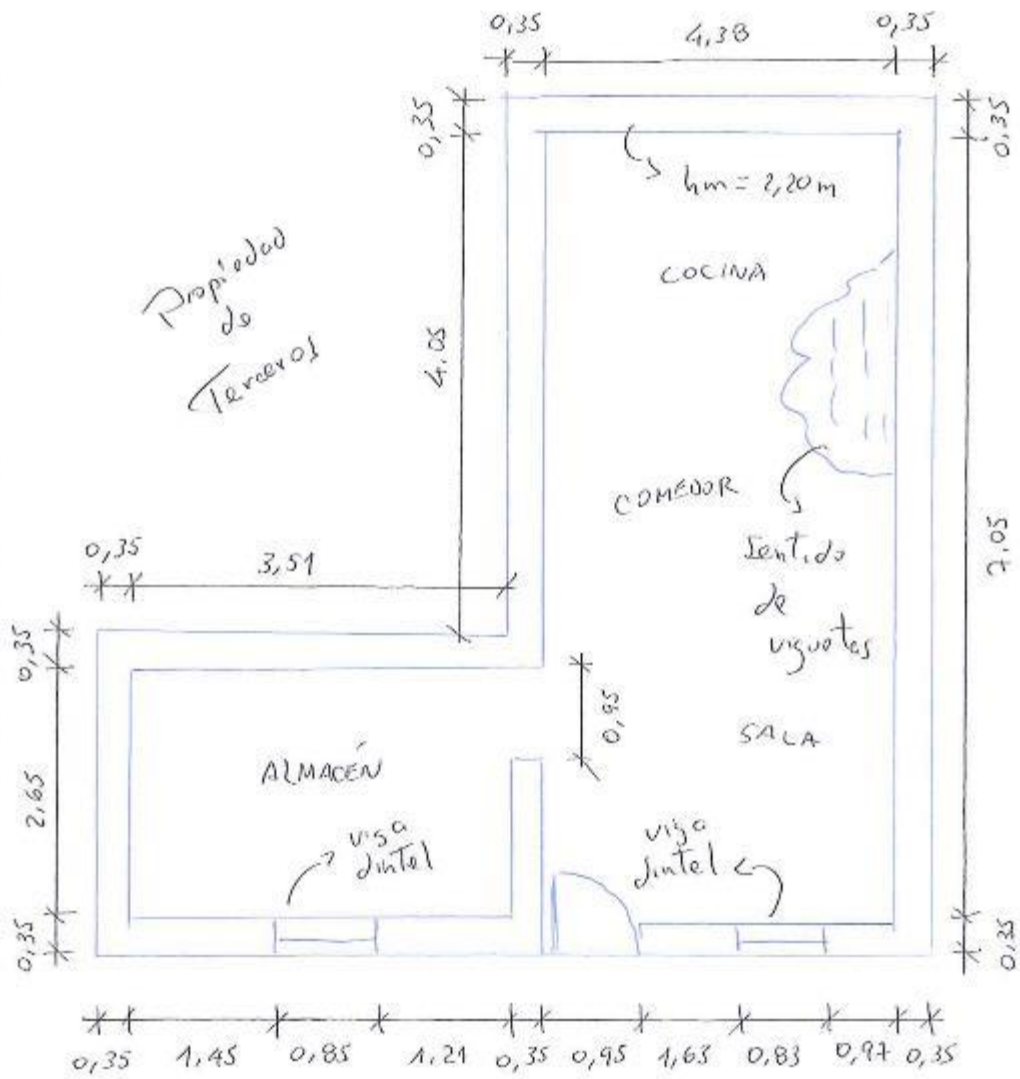
<input checked="" type="checkbox"/>	Muros sin confinar	<input checked="" type="checkbox"/>	Muros sin viga solera
<input type="checkbox"/>	Dinteles con reducida longitud de apoyo	<input checked="" type="checkbox"/>	Cimientos y sobrecimientos inadecuados
<input type="checkbox"/>	Vivienda sin junta sísmica	<input type="checkbox"/>	Otros

PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS

<input checked="" type="checkbox"/>	Muros expuestos a lluvia	<input type="checkbox"/>	Juntas de construcción mal ubicadas
<input type="checkbox"/>	Combinación de adobe con ladrillo en muros	<input type="checkbox"/>	Tabiquería inestable
<input type="checkbox"/>	Unidades de adobe de baja calidad	<input checked="" type="checkbox"/>	Mano de obra de baja calidad regular



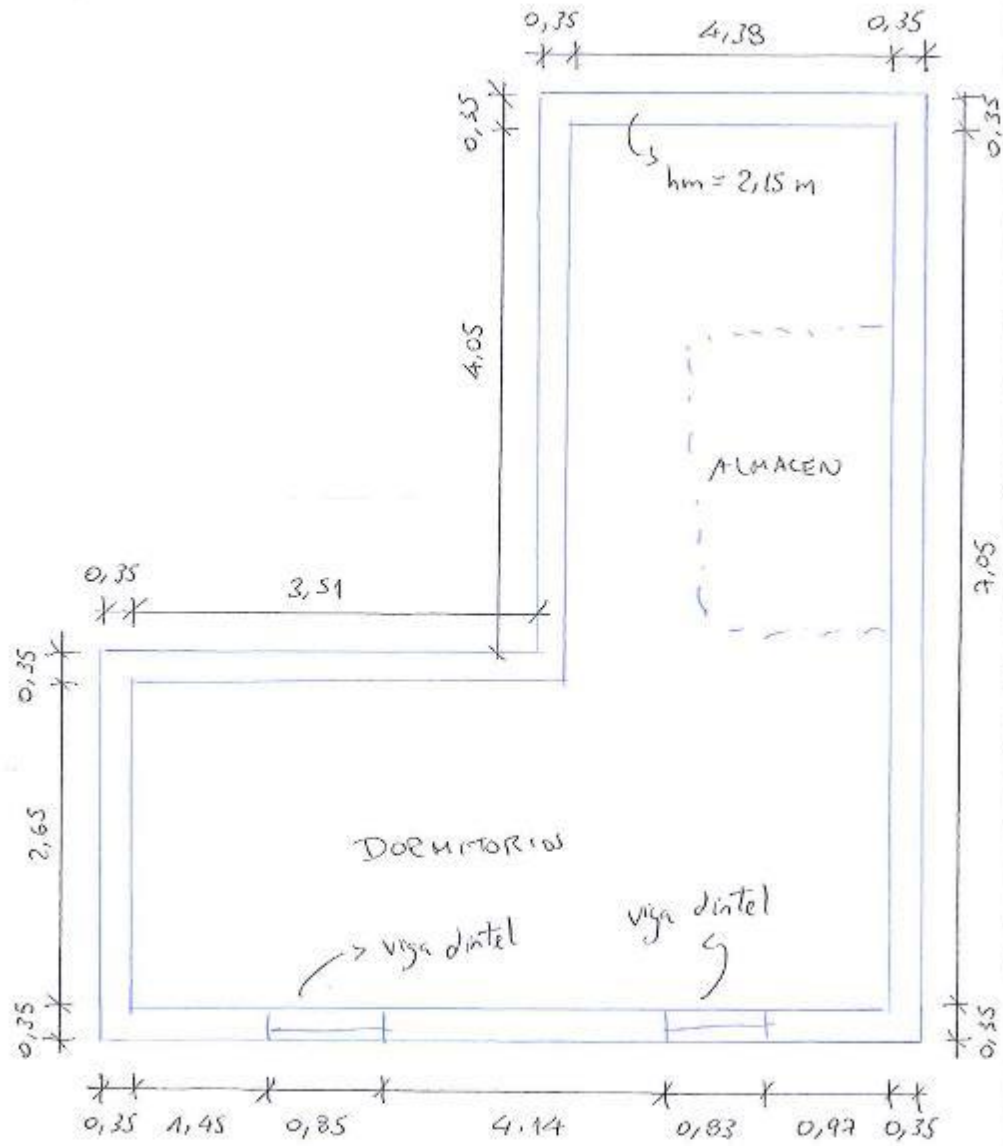
LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO Y ESTRUCTURAL



1º piso



LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO Y ESTRUCTURAL



2° piso



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

NOMBRE DE LA TESIS:

VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE EXISTENTES
Y ALTERNATIVAS DE REHABILITACIÓN EN EL DISTRITO DE SANTA
CRUZ DE CHUCA, SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD, 2020.

I. INFORMACIÓN DE LA VIVIENDA.

Codificación de la Vivienda:	V-104		
Departamento:	LA LIBERTAD	Provincia:	SANTIAGO DE CHUCO
Distrito:	SANTA CRUZ DE CHUCA		
Apoyo técnico en el diseño:	No hubo		
Apoyo técnico en la construcción:	Constructor de la zona		
Pisos construidos:	2 pisos	Área del terreno:	66.50 m ²

II. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

ELEMENTOS DE LA VIVIENDA	CARACTERÍSTICAS
Muros:	Sin Tarrajear. Poco agrietado. Esp. = 35 cm
Techos:	Cobertura calamita. Establado de madera.
Columnas:	Pocas columnas visibles
Vigas:	/
Tipo de suelo:	Suelo arenoso

III. CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA

<input checked="" type="checkbox"/>	Vivienda regular y simétrica	<input type="checkbox"/>	Vivienda irregular (En "C" o en "L")
CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN			
<input type="checkbox"/>	Regular en elevación	<input checked="" type="checkbox"/>	Irregular en elevación
DENSIDAD DE MUROS EXISTENTE			
<input type="checkbox"/>	Densidad de muros adecuada	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad de muros inadecuada

IV. DEFICIENCIAS DE LA ESTRUCTURA

PROBLEMAS ESTRUCTURALES

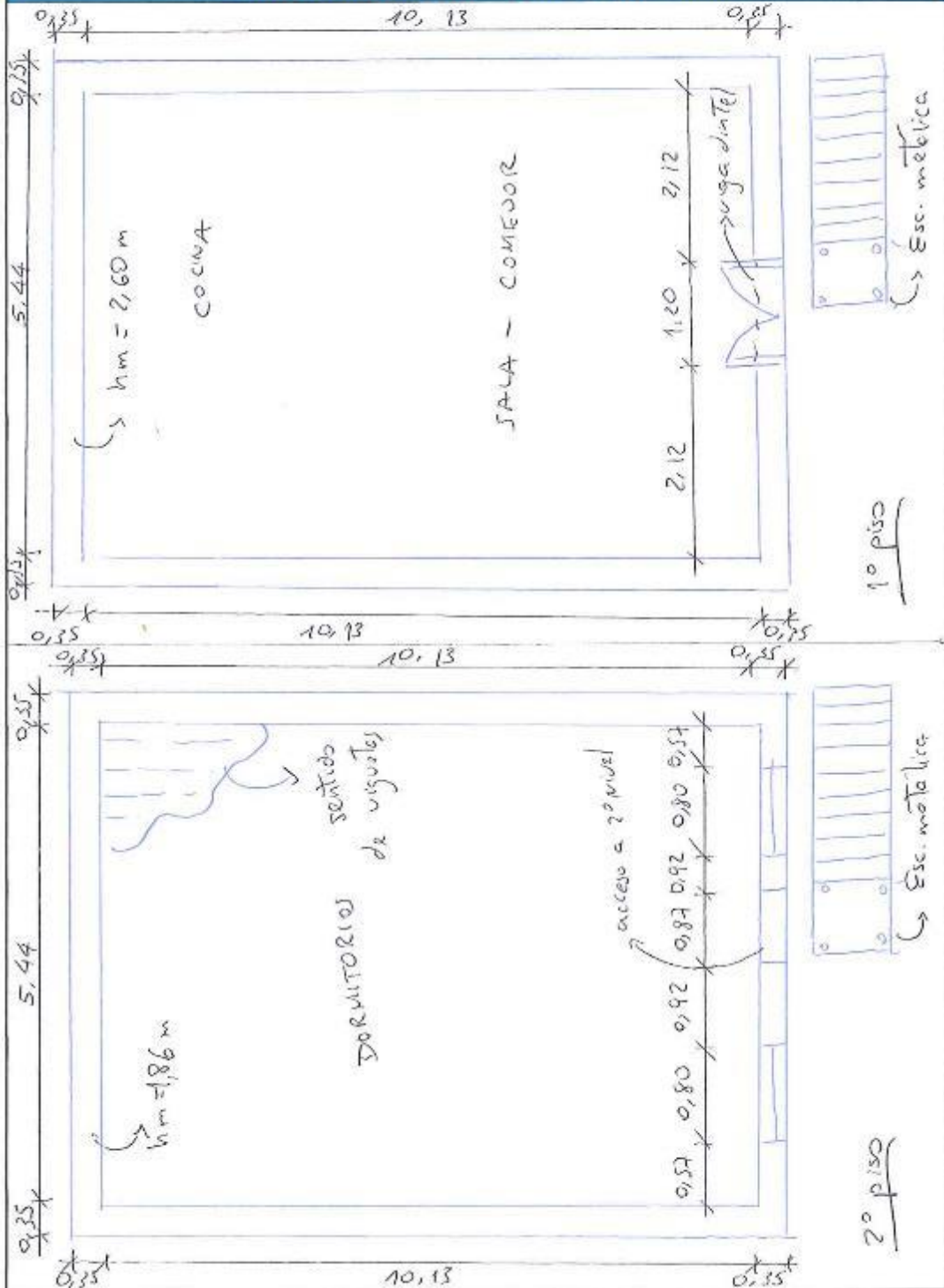
<input checked="" type="checkbox"/>	Muros sin confinar	<input checked="" type="checkbox"/>	Muros sin viga solera
<input type="checkbox"/>	Dinteles con reducida longitud de apoyo	<input checked="" type="checkbox"/>	Cimientos y sobrecimientos inadecuados
<input type="checkbox"/>	Vivienda sin junta sísmica	<input type="checkbox"/>	Otros

PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS

<input checked="" type="checkbox"/>	Muros expuestos a lluvia	<input type="checkbox"/>	Juntas de construcción mal ubicadas
<input type="checkbox"/>	Combinación de adobe con ladrillo en muros	<input type="checkbox"/>	Tabiquería inestable
<input type="checkbox"/>	Unidades de adobe de baja calidad	<input checked="" type="checkbox"/>	Mano de obra de baja calidad



LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO Y ESTRUCTURAL





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

NOMBRE DE LA TESIS:

VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE EXISTENTES Y ALTERNATIVAS DE REHABILITACIÓN EN EL DISTRITO DE SANTA CRUZ DE CHUCA, SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD, 2020.

I. INFORMACIÓN DE LA VIVIENDA.

Codificación de la Vivienda:	V-105		
Departamento:	LA LIBERTAD	Provincia:	SANTIAGO DE CHUCO
Distrito:	SANTA CRUZ DE CHUCA		
Apoyo técnico en el diseño:	No hubo		
Apoyo técnico en la construcción:	Constructor de la zona		
Pisos construidos:	2 pisos	Área del terreno:	50,20m ²

II. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

ELEMENTOS DE LA VIVIENDA	CARACTERÍSTICAS
Muros:	Tarrojados. Sin grietas. Bien conservado. 40cm
Techos:	Cobertura ligera. Entablado de madera. esp.
Columnas:	No visibles.
Vigas:	✓
Tipo de suelo:	Suelo arenoso

III. CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA

<input type="checkbox"/>	Vivienda regular y simétrica	<input checked="" type="checkbox"/>	Vivienda irregular (En "C" o en "L")
CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN			
<input type="checkbox"/>	Regular en elevación	<input checked="" type="checkbox"/>	Irregular en elevación
DENSIDAD DE MUROS EXISTENTE			
<input type="checkbox"/>	Densidad de muros adecuada	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad de muros inadecuada

IV. DEFICIENCIAS DE LA ESTRUCTURA

PROBLEMAS ESTRUCTURALES

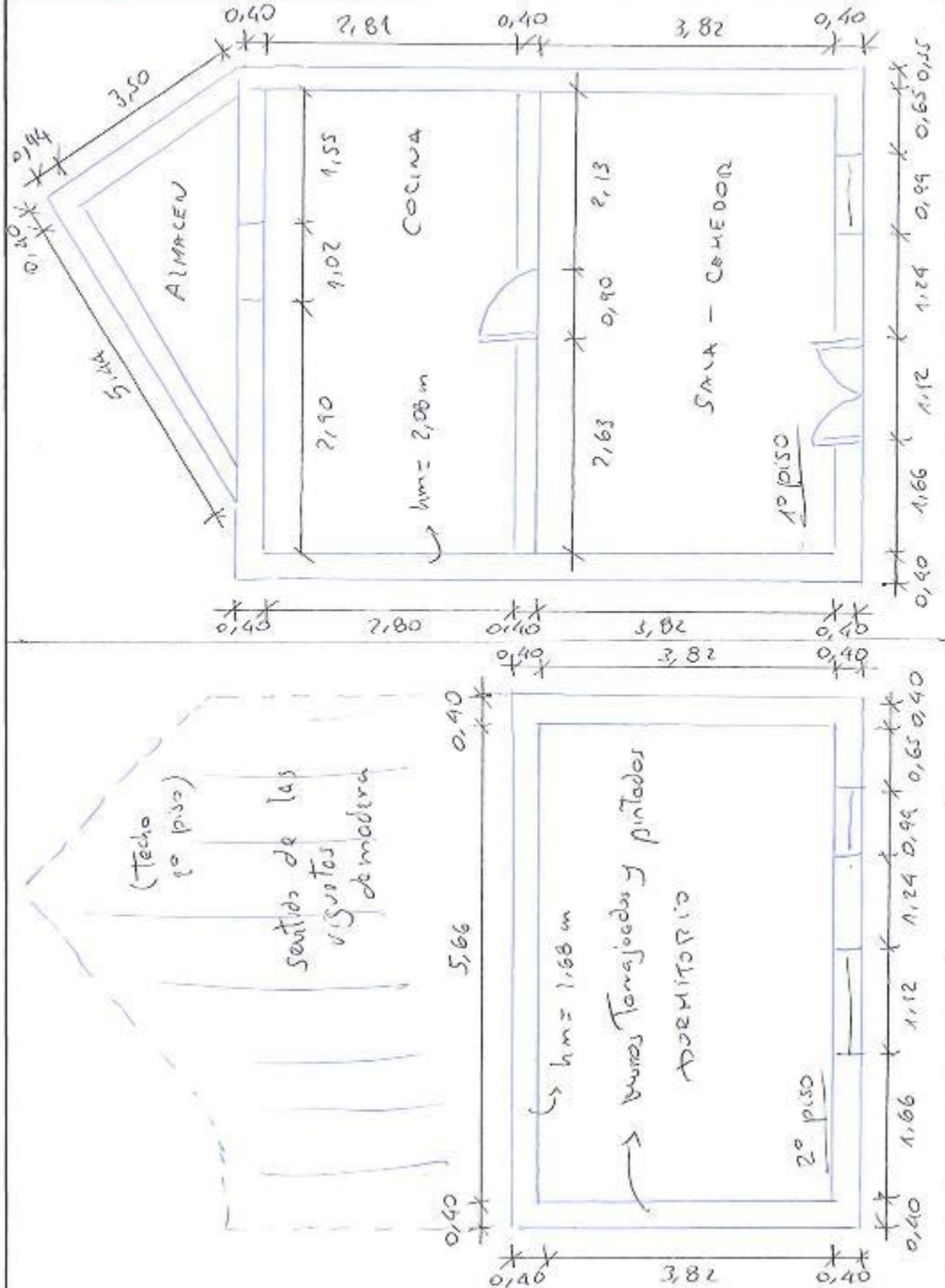
<input checked="" type="checkbox"/>	Muros sin confinar	<input checked="" type="checkbox"/>	Muros sin viga solera
<input type="checkbox"/>	Dinteles con reducida longitud de apoyo	<input type="checkbox"/>	Cimientos y sobrecimientos inadecuados
<input type="checkbox"/>	Vivienda sin junta sísmica	<input type="checkbox"/>	Otros

PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS

<input type="checkbox"/>	Muros expuestos a lluvia	<input type="checkbox"/>	Juntas de construcción mal ubicadas
<input type="checkbox"/>	Combinación de adobe con ladrillo en muros	<input type="checkbox"/>	Tabiquería inestable
<input type="checkbox"/>	Unidades de adobe de baja calidad	<input checked="" type="checkbox"/>	Mano de obra de baja calidad regular



LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO Y ESTRUCTURAL





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

NOMBRE DE LA TESIS:

VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE EXISTENTES
Y ALTERNATIVAS DE REHABILITACIÓN EN EL DISTRITO DE SANTA
CRUZ DE CHUCA, SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD, 2020.

I. INFORMACIÓN DE LA VIVIENDA.

Codificación de la Vivienda:	V-106		
Departamento:	LA LIBERTAD	Provincia:	SANTIAGO DE CHUCO
Distrito:	SANTA CRUZ DE CHUCA		
Apoyo técnico en el diseño:	No hubo		
Apoyo técnico en la construcción:	Constructor de la zona		
Pisos construidos:	1 piso	Área del terreno:	34.50 m ²

II. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

ELEMENTOS DE LA VIVIENDA	CARACTERÍSTICAS
Muros:	Mal estado. Sin Tarrajar. Esp. 35 cm.
Techos:	Entablado de madera. Cobertura en mal estado.
Columnas:	No visibles.
Vigas:	✓
Tipo de suelo:	Suelo arcilloso

III. CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA

<input checked="" type="checkbox"/>	Vivienda regular y simétrica	<input type="checkbox"/>	Vivienda irregular (En "C" o en "L")
CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN			
<input checked="" type="checkbox"/>	Regular en elevación	<input type="checkbox"/>	Irregular en elevación
DENSIDAD DE MUROS EXISTENTE			
<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad de muros adecuada	<input type="checkbox"/>	Densidad de muros inadecuada

IV. DEFICIENCIAS DE LA ESTRUCTURA

PROBLEMAS ESTRUCTURALES

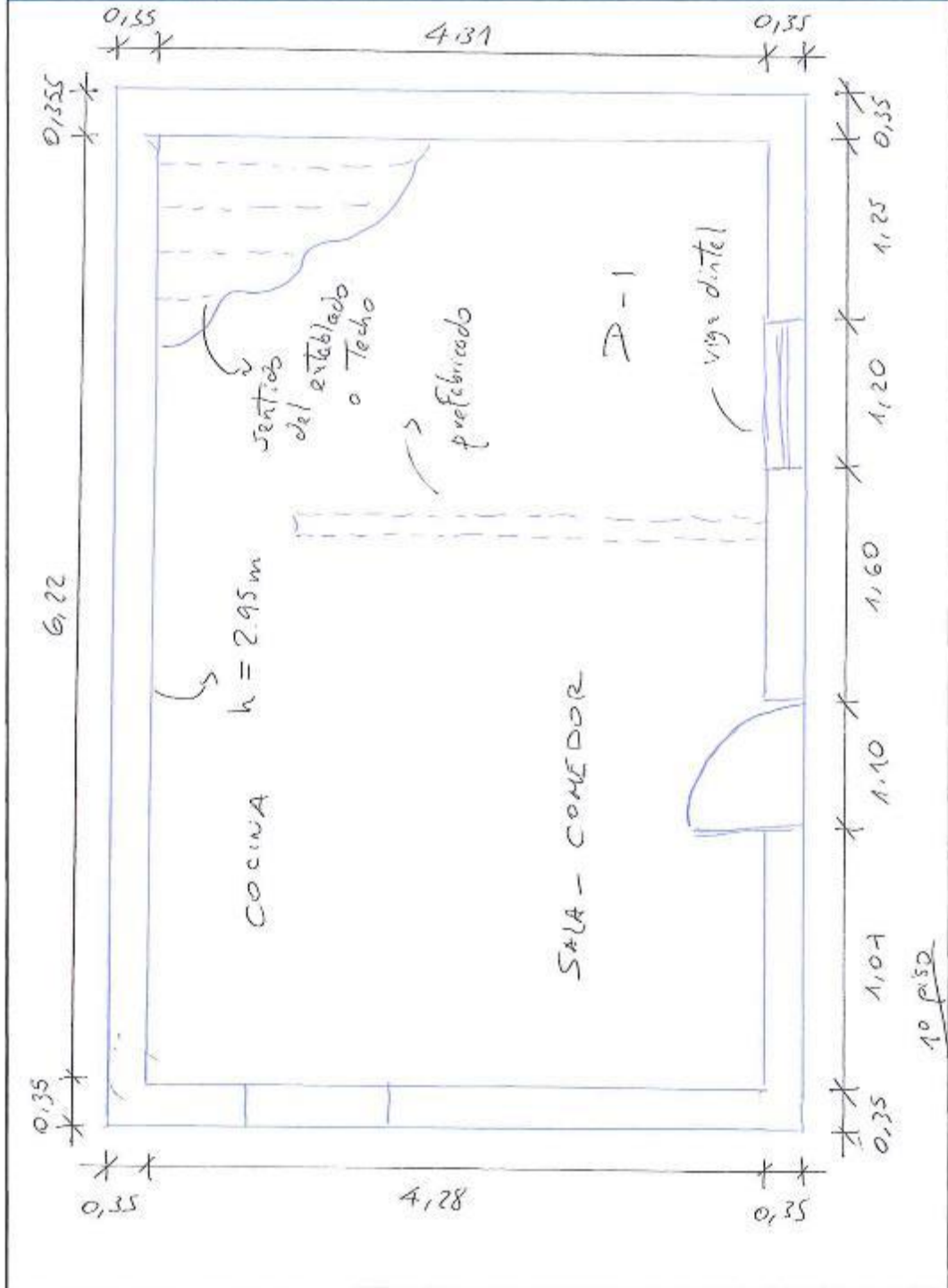
<input checked="" type="checkbox"/>	Muros sin confinar	<input checked="" type="checkbox"/>	Muros sin viga solera
<input type="checkbox"/>	Dinteles con reducida longitud de apoyo	<input checked="" type="checkbox"/>	Cimientos y sobrecimientos inadecuados
<input type="checkbox"/>	Vivienda sin junta sísmica	<input type="checkbox"/>	Otros

PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS

<input checked="" type="checkbox"/>	Muros expuestos a lluvia	<input type="checkbox"/>	Juntas de construcción mal ubicadas
<input type="checkbox"/>	Combinación de adobe con ladrillo en muros	<input checked="" type="checkbox"/>	Tabiquería inestable
<input type="checkbox"/>	Unidades de adobe de baja calidad	<input checked="" type="checkbox"/>	Mano de obra de baja calidad



LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO Y ESTRUCTURAL





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

NOMBRE DE LA TESIS:

VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE EXISTENTES Y ALTERNATIVAS DE REHABILITACIÓN EN EL DISTRITO DE SANTA CRUZ DE CHUCA, SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD, 2020.

I. INFORMACIÓN DE LA VIVIENDA.

Codificación de la Vivienda:	V-107		
Departamento:	LA LIBERTAD	Provincia:	SANTIAGO DE CHUCO
Distrito:	SANTA CRUZ DE CHUCA		
Apoyo técnico en el diseño:	No hubo		
Apoyo técnico en la construcción:	Constructor de la zona		
Pisos construidos:	2 pisos	Área del terreno:	56.29 m ²

II. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

ELEMENTOS DE LA VIVIENDA	CARACTERÍSTICAS
Muros:	Sin tarrajear. Conservado. Sin grietas. e=35.
Techos:	Coberturas ligeras. Entablado de madera.
Columnas:	No visibles.
Vigas:	/
Tipo de suelo:	Suelo arcilloso

III. CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA

<input checked="" type="checkbox"/>	Vivienda regular y simétrica	<input type="checkbox"/>	Vivienda irregular (En "C" o en "L")
-------------------------------------	------------------------------	--------------------------	--------------------------------------

CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN

<input checked="" type="checkbox"/>	Regular en elevación	<input type="checkbox"/>	Irregular en elevación
-------------------------------------	----------------------	--------------------------	------------------------

DENSIDAD DE MUROS EXISTENTE

<input type="checkbox"/>	Densidad de muros adecuada	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad de muros inadecuada
--------------------------	----------------------------	-------------------------------------	------------------------------

IV. DEFICIENCIAS DE LA ESTRUCTURA

PROBLEMAS ESTRUCTURALES

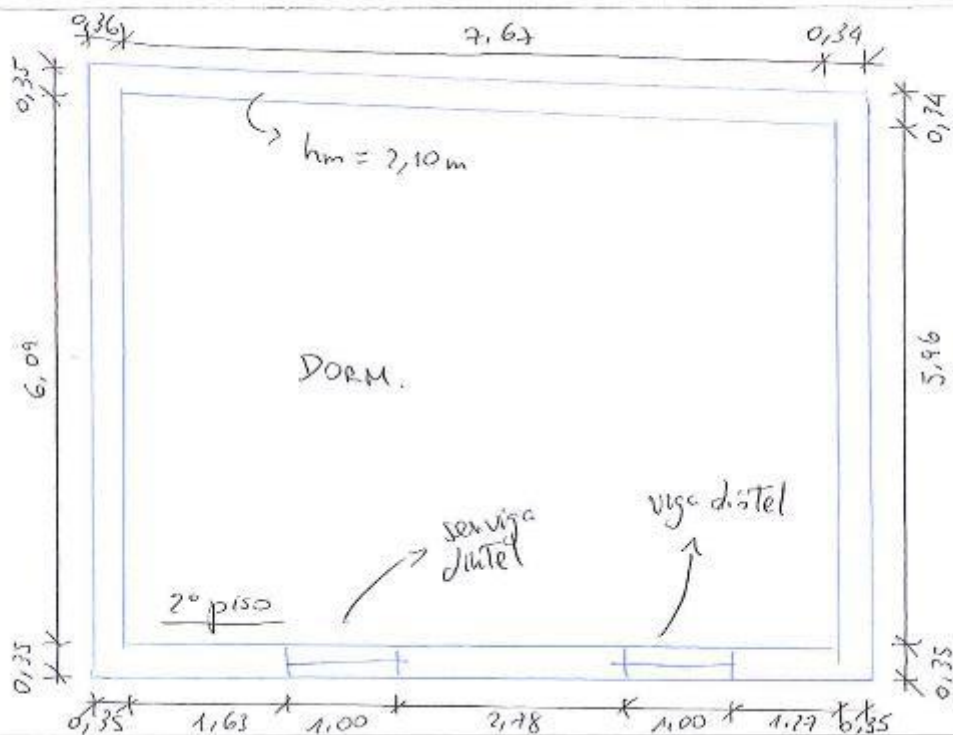
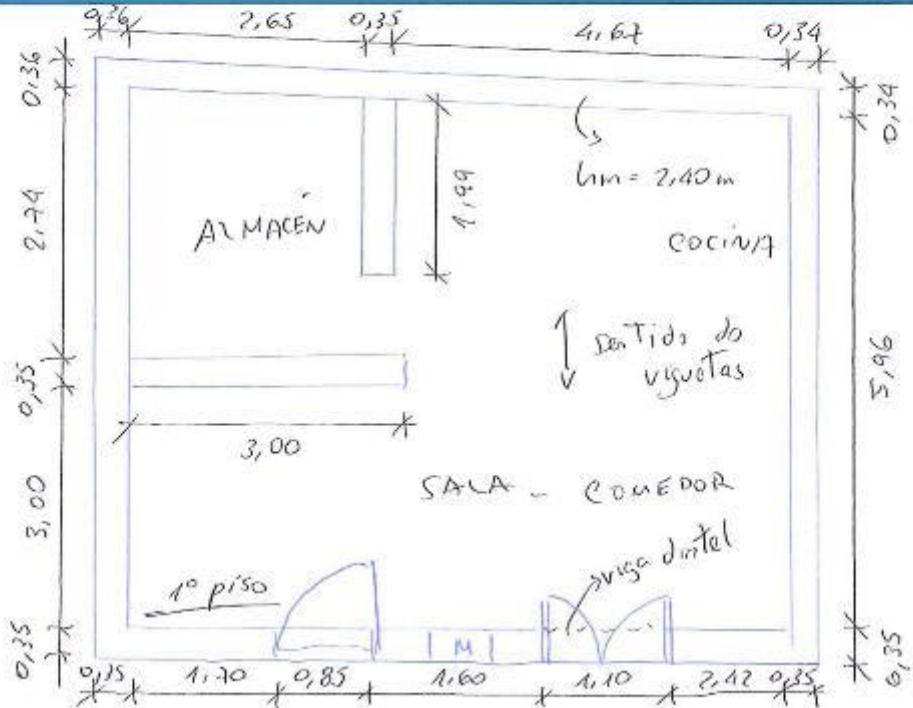
<input checked="" type="checkbox"/>	Muros sin confinar	<input checked="" type="checkbox"/>	Muros sin viga solera
<input type="checkbox"/>	Dinteles con reducida longitud de apoyo	<input checked="" type="checkbox"/>	Cimientos y sobrecimientos inadecuados
<input type="checkbox"/>	Vivienda sin junta sísmica	<input type="checkbox"/>	Otros

PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS

<input checked="" type="checkbox"/>	Muros expuestos a lluvia	<input type="checkbox"/>	Juntas de construcción mal ubicadas
<input type="checkbox"/>	Combinación de adobe con ladrillo en muros	<input type="checkbox"/>	Tabiquería inestable
<input type="checkbox"/>	Unidades de adobe de baja calidad	<input checked="" type="checkbox"/>	Mano de obra de baja calidad



LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO Y ESTRUCTURAL





FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

NOMBRE DE LA TESIS:

VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE EXISTENTES
Y ALTERNATIVAS DE REHABILITACIÓN EN EL DISTRITO DE SANTA
CRUZ DE CHUCA, SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD, 2020.

I. INFORMACIÓN DE LA VIVIENDA.

Codificación de la Vivienda:	V-108		
Departamento:	LA LIBERTAD	Provincia:	SANTIAGO DE CHUCO
Distrito:	SANTA CRUZ DE CHUCA		
Apoyo técnico en el diseño:	No hubo		
Apoyo técnico en la construcción:	Constructor de la zona		
Pisos construidos:	1 piso	Área del terreno:	42.00 m ²

II. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

ELEMENTOS DE LA VIVIENDA	CARACTERÍSTICAS
Muros:	Muy alto. Sin tamajeo, e = 35 cm. Sin grietas.
Techos:	Entablado de madera. Cobertura ligera.
Columnas:	No visibles.
Vigas:	✓
Tipo de suelo:	Suelo arcilloso

III. CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA

<input checked="" type="checkbox"/>	Vivienda regular y simétrica	<input type="checkbox"/>	Vivienda irregular (En "C" o en "L")
CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN			
<input checked="" type="checkbox"/>	Regular en elevación	<input type="checkbox"/>	Irregular en elevación
DENSIDAD DE MUROS EXISTENTE			
<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad de muros adecuada	<input type="checkbox"/>	Densidad de muros inadecuada

IV. DEFICIENCIAS DE LA ESTRUCTURA

PROBLEMAS ESTRUCTURALES

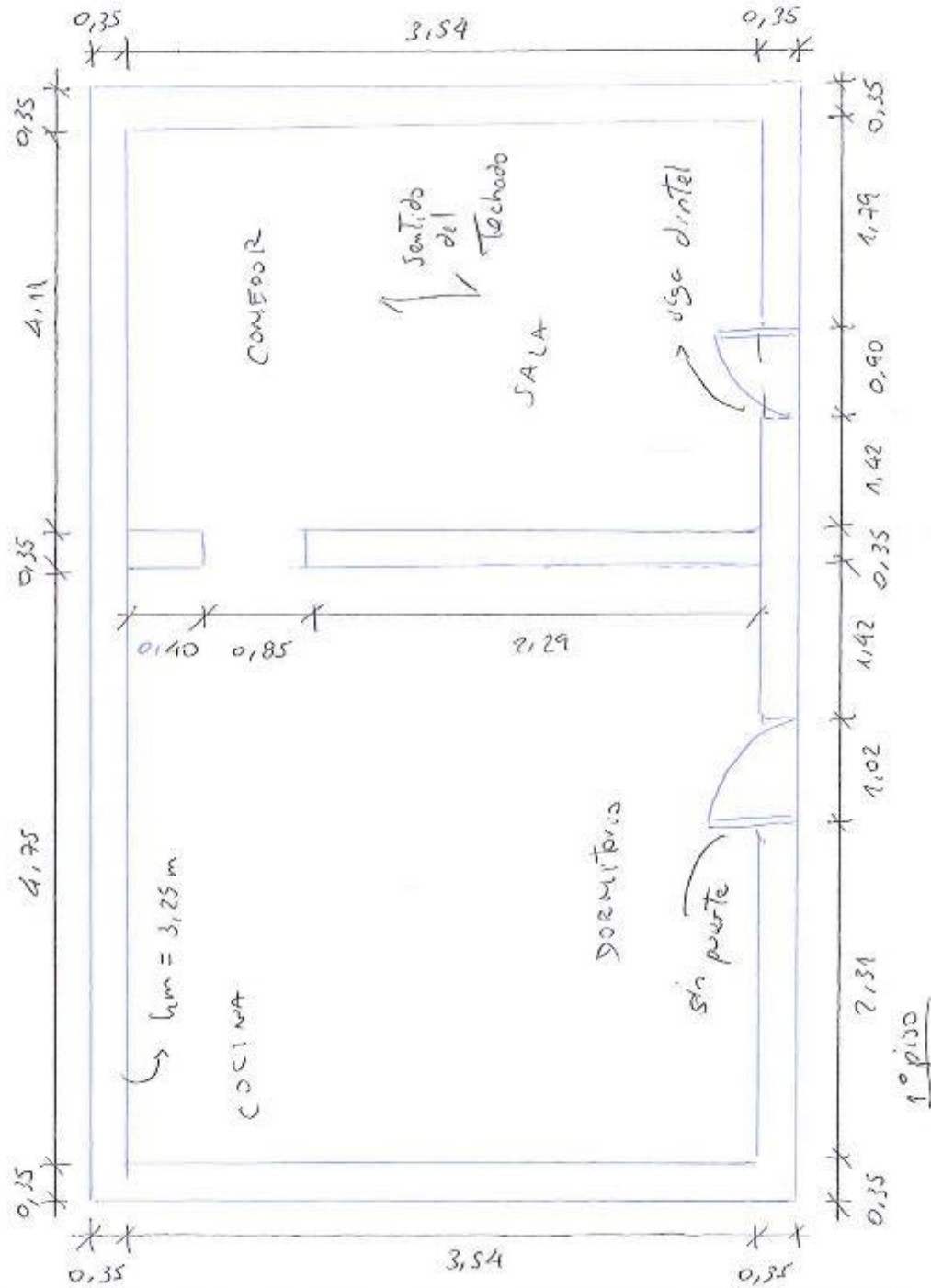
<input checked="" type="checkbox"/>	Muros sin confinar	<input checked="" type="checkbox"/>	Muros sin viga solera
<input type="checkbox"/>	Dinteles con reducida longitud de apoyo	<input checked="" type="checkbox"/>	Cimientos y sobrecimientos inadecuados
<input type="checkbox"/>	Vivienda sin junta sísmica	<input type="checkbox"/>	Otros

PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS

<input checked="" type="checkbox"/>	Muros expuestos a lluvia	<input type="checkbox"/>	Juntas de construcción mal ubicadas
<input type="checkbox"/>	Combinación de adobe con ladrillo en muros	<input type="checkbox"/>	Tabiquería inestable
<input type="checkbox"/>	Unidades de adobe de baja calidad	<input checked="" type="checkbox"/>	Mano de obra de baja calidad



LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO Y ESTRUCTURAL





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

NOMBRE DE LA TESIS:

VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE EXISTENTES
Y ALTERNATIVAS DE REHABILITACIÓN EN EL DISTRITO DE SANTA
CRUZ DE CHUCA, SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD, 2020.

I. INFORMACIÓN DE LA VIVIENDA.

Codificación de la Vivienda:	V-109		
Departamento:	LA LIBERTAD	Provincia:	SANTIAGO DE CHUCO
Distrito:	SANTA CRUZ DE CHUCA		
Apoyo técnico en el diseño:	No hubo		
Apoyo técnico en la construcción:	Constructor de la zona		
Pisos construidos:	2 pisos	Área del terreno:	36.40 m ²

II. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

ELEMENTOS DE LA VIVIENDA	CARACTERÍSTICAS
Muros:	Mal estado. Sin tarrajear. e=57cm. Poco ^{ligereza}
Techos:	Entablado de madera. Cobertura ligera.
Columnas:	Pocas columnas visibles.
Vigas:	/
Tipo de suelo:	Suelo arcilloso

III. CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA

<input checked="" type="checkbox"/>	Vivienda regular y simétrica	<input type="checkbox"/>	Vivienda irregular (En "C" o en "L")
-------------------------------------	------------------------------	--------------------------	--------------------------------------

CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN

<input checked="" type="checkbox"/>	Regular en elevación	<input type="checkbox"/>	Irregular en elevación
-------------------------------------	----------------------	--------------------------	------------------------

DENSIDAD DE MUROS EXISTENTE

<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad de muros adecuada	<input type="checkbox"/>	Densidad de muros inadecuada
-------------------------------------	----------------------------	--------------------------	------------------------------

IV. DEFICIENCIAS DE LA ESTRUCTURA

PROBLEMAS ESTRUCTURALES

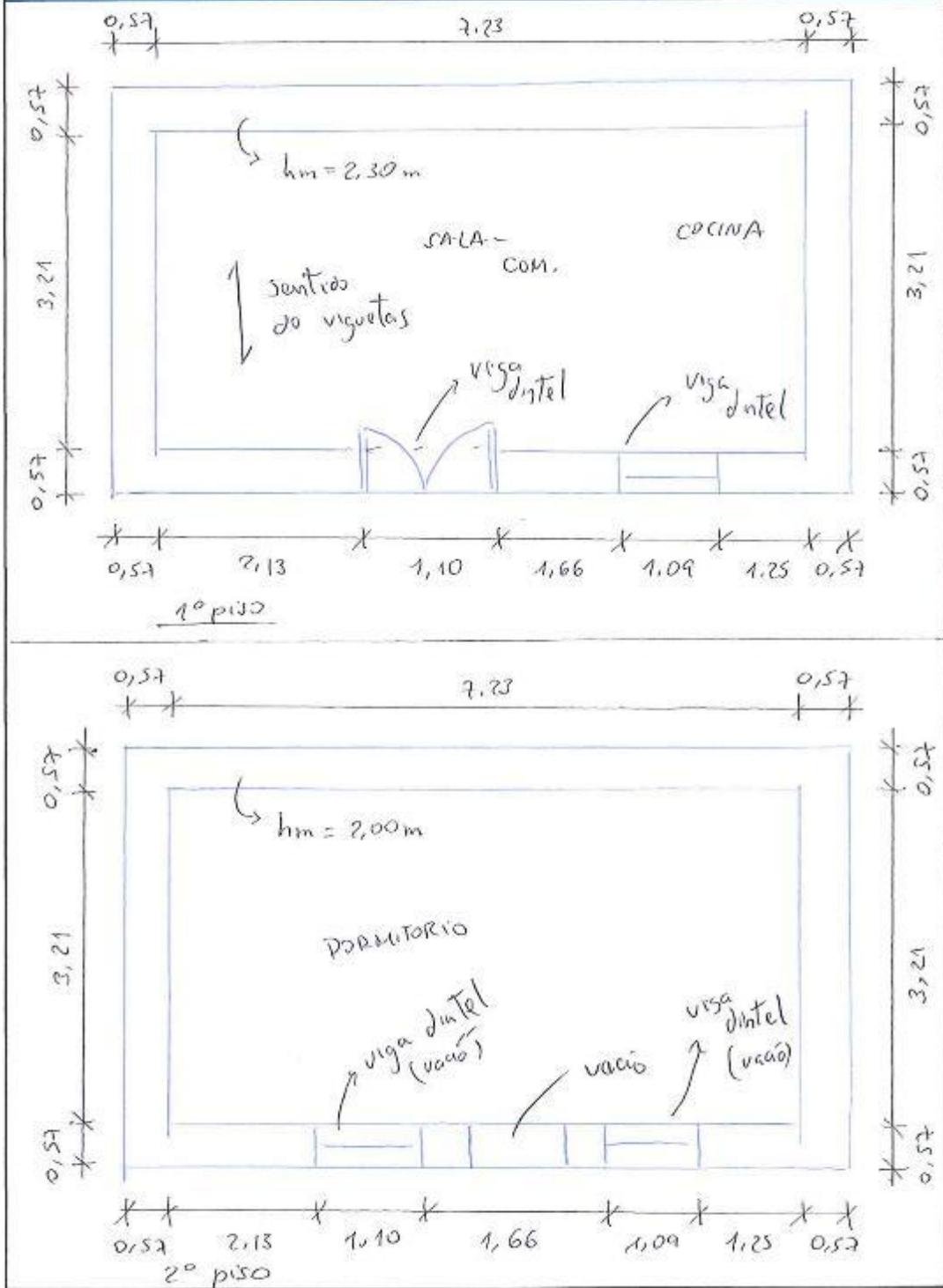
<input checked="" type="checkbox"/>	Muros sin confinar	<input checked="" type="checkbox"/>	Muros sin viga solera
	Dinteles con reducida longitud de apoyo		Cimientos y sobrecimientos inadecuados
	Vivienda sin junta sísmica		Otros

PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS

<input checked="" type="checkbox"/>	Muros expuestos a lluvia		Juntas de construcción mal ubicadas
	Combinación de adobe con ladrillo en muros	<input checked="" type="checkbox"/>	Tabiquería inestable
	Unidades de adobe de baja calidad	<input checked="" type="checkbox"/>	Mano de obra de baja calidad



LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO Y ESTRUCTURAL





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

NOMBRE DE LA TESIS:

VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE EXISTENTES
Y ALTERNATIVAS DE REHABILITACIÓN EN EL DISTRITO DE SANTA
CRUZ DE CHUCA, SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD, 2020.

I. INFORMACIÓN DE LA VIVIENDA.

Codificación de la Vivienda:	V-110		
Departamento:	LA LIBERTAD	Provincia:	SANTIAGO DE CHUCO
Distrito:	SANTA CRUZ DE CHUCA		
Apoyo técnico en el diseño:	No hubo		
Apoyo técnico en la construcción:	Constructor de la zona		
Pisos construidos:	2 pisos	Área del terreno:	57.40 m ²

II. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

ELEMENTOS DE LA VIVIENDA	CARACTERÍSTICAS
Muros:	Tarrujeados. Esp. = 35 cm. Bien conservado.
Techos:	Cobertura de Teja. Establos de madera.
Columnas:	No visibles.
Vigas:	✓
Tipo de suelo:	Suelo arcilloso

III. CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA

<input type="checkbox"/>	Vivienda regular y simétrica	<input checked="" type="checkbox"/>	Vivienda irregular (En "C" o en "L")
--------------------------	------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------

CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN

<input checked="" type="checkbox"/>	Regular en elevación	<input type="checkbox"/>	Irregular en elevación
-------------------------------------	----------------------	--------------------------	------------------------

DENSIDAD DE MUROS EXISTENTE

<input type="checkbox"/>	Densidad de muros adecuada	<input checked="" type="checkbox"/>	Densidad de muros inadecuada
--------------------------	----------------------------	-------------------------------------	------------------------------

IV. DEFICIENCIAS DE LA ESTRUCTURA

PROBLEMAS ESTRUCTURALES

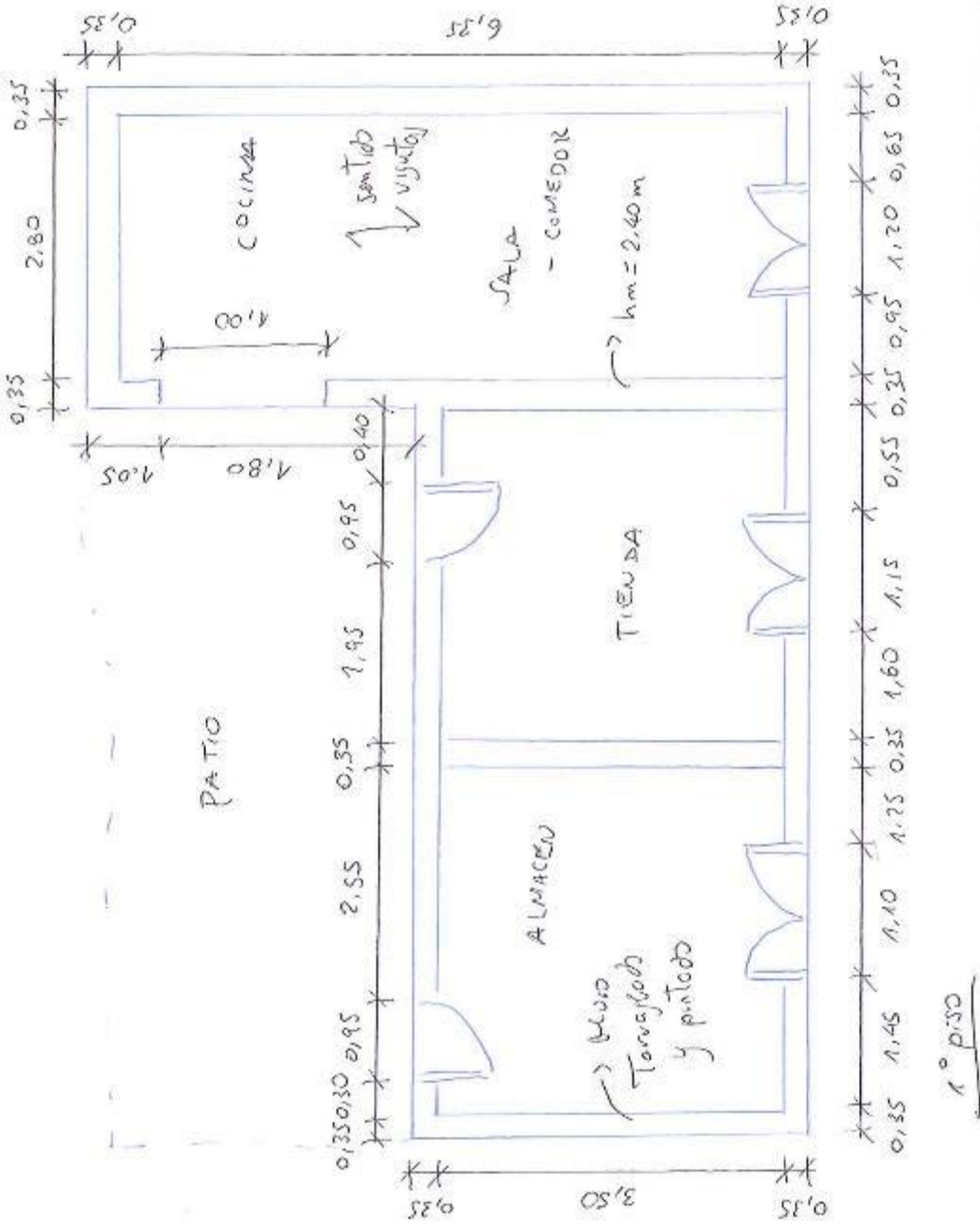
<input checked="" type="checkbox"/>	Muros sin confinar	<input checked="" type="checkbox"/>	Muros sin viga solera
<input type="checkbox"/>	Dinteles con reducida longitud de apoyo	<input type="checkbox"/>	Cimientos y sobrecimientos inadecuados
<input type="checkbox"/>	Vivienda sin junta sísmica	<input type="checkbox"/>	Otros

PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS

<input type="checkbox"/>	Muros expuestos a lluvia	<input type="checkbox"/>	Juntas de construcción mal ubicadas
<input type="checkbox"/>	Combinación de adobe con ladrillo en muros	<input checked="" type="checkbox"/>	Tabiquería inestable
<input type="checkbox"/>	Unidades de adobe de baja calidad	<input checked="" type="checkbox"/>	Mano de obra de baja calidad



LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO Y ESTRUCTURAL



Anexo 5:

a) Metrado de cargas realizado para las viviendas seleccionadas.

METRADO DE CARGAS - VIVIENDA "V-101"			
γ alb =	1600.00	kg/m ³	Peso específico de la albañilería de adobe
PP vig =	20.00	kg/m ²	Peso propio de las vigas de madera
PP ent =	25.00	kg/m ²	Peso propio del entablado del techo
PP teja =	80.00	kg/m ²	Peso propio de cobertura de teja con mortero
PP tech =	125.00	kg/m ²	Peso propio total de la cobertura de techo
S/C 1 =	200.00	kg/m ²	Sobrecarga de primer piso
S/C 2 =	30.00	kg/m ²	Sobrecarga de segundo piso
e muro =	0.35	m	Espesor del muro
h muro =	3.60	m	Altura total del muro
Atm =	8.65	m ²	Área total de muros existentes
Ap =	42.52	m ²	Área en planta por piso
PT1 =	13.82	ton	Peso del techo primer nivel
PT2 =	6.59	ton	Peso del techo segundo nivel
PP muro =	49.82	ton	Peso propio total de los muros
Peso total de vivienda =		70.234	ton
Descripción	Área (m ²)	Peso Parcial (kg)	
Muros X-X 1er piso	5.25	18480.00	
Muros Y-Y 1er piso	3.40	11968.00	
Muros X-X 2do piso	5.25	11760.00	
Muros Y-Y 2do piso	3.40	7616.00	
	Peso total de muros =	49824.00	

METRADO DE CARGAS - VIVIENDA "V-102"

γ alb =	1600.00	kg/m3	Peso específico de la albañilería de adobe
PP vig =	20.00	kg/m2	Peso propio de las vigas de madera
PP ent =	25.00	kg/m2	Peso propio del entablado del techo
PP teja =	80.00	kg/m2	Peso propio de cobertura de teja con mortero
PP tech =	125.00	kg/m2	Peso propio total de la cobertura de techo
S/C 1 =	200.00	kg/m2	Sobrecarga de primer piso
S/C 2 =	30.00	kg/m2	Sobrecarga de segundo piso
e muro =	0.35	m	Espesor del muro
h muro =	4.60	m	Altura total del muro
Atm =	9.72	m2	Área total de muros existentes
Ap =	56.97	m2	Área en planta por piso
PT1 =	18.52	ton	Peso del techo primer nivel
PT2 =	8.83	ton	Peso del techo segundo nivel
PP muro =	71.54	ton	Peso propio total de los muros
Peso total de vivienda =	98.885	ton	

Descripción	Área (m2)	Peso Parcial (kg)
Muros X-X 1er piso	3.65	15184.00
Muros Y-Y 1er piso	6.07	25251.20
Muros X-X 2do piso	3.65	11680.00
Muros Y-Y 2do piso	6.07	19424.00
	Peso total de muros =	71539.20

METRADO DE CARGAS - VIVIENDA "V-103"

γ alb =	1600.00	kg/m ³	Peso específico de la albañilería de adobe
PP vig =	20.00	kg/m ²	Peso propio de las vigas de madera
PP ent =	25.00	kg/m ²	Peso propio del entablado del techo
PP teja =	80.00	kg/m ²	Peso propio de cobertura de teja con mortero
PP tech =	125.00	kg/m ²	Peso propio total de la cobertura de techo
S/C 1 =	200.00	kg/m ²	Sobrecarga de primer piso
S/C 2 =	30.00	kg/m ²	Sobrecarga de segundo piso
e muro =	0.35	m	Espesor del muro
h muro =	4.35	m	Altura total del muro
Atm =	10.87	m ²	Área total de muros existentes
Ap =	52.30	m ²	Área en planta por piso
PT1 =	17.00	ton	Peso del techo primer nivel
PT2 =	8.11	ton	Peso del techo segundo nivel
PP muro =	75.66	ton	Peso propio total de los muros
Peso total de vivienda =		100.759	ton

Descripción	Área (m ²)	Peso Parcial (kg)
Muros X-X 1er piso	5.46	19219.20
Muros Y-Y 1er piso	5.41	19043.20
Muros X-X 2do piso	5.46	18782.40
Muros Y-Y 2do piso	5.41	18610.40
	Peso total de muros =	75655.20

METRADO DE CARGAS - VIVIENDA "V-104"

γ alb =	1600.00	kg/m3	Peso específico de la albañilería de adobe
PP vig =	20.00	kg/m2	Peso propio de las vigas de madera
PP ent =	25.00	kg/m2	Peso propio del entablado del techo
PP teja =	80.00	kg/m2	Peso propio de cobertura de teja con mortero
PP tech =	125.00	kg/m2	Peso propio total de la cobertura de techo
S/C 1 =	200.00	kg/m2	Sobrecarga de primer piso
S/C 2 =	30.00	kg/m2	Sobrecarga de segundo piso
e muro =	0.35	m	Espesor del muro
h muro =	4.46	m	Altura total del muro
Atm =	11.04	m2	Área total de muros existentes
Ap =	66.50	m2	Área en planta por piso
PT1 =	21.61	ton	Peso del techo primer nivel
PT2 =	10.31	ton	Peso del techo segundo nivel
PP muro =	78.78	ton	Peso propio total de los muros
Peso total de vivienda =		110.701	ton

Descripción	Área (m2)	Peso Parcial (kg)
Muros X-X 1er piso	3.88	16140.80
Muros Y-Y 1er piso	7.16	29785.60
Muros X-X 2do piso	3.88	11546.88
Muros Y-Y 2do piso	7.16	21308.16
	Peso total de muros =	78781.44

METRADO DE CARGAS - VIVIENDA "V-105"

γ alb =	1600.00	kg/m3	Peso específico de la albañilería de adobe
PP vig =	20.00	kg/m2	Peso propio de las vigas de madera
PP ent =	25.00	kg/m2	Peso propio del entablado del techo
PP teja =	80.00	kg/m2	Peso propio de cobertura de teja con mortero
PP tech =	125.00	kg/m2	Peso propio total de la cobertura de techo
S/C 1 =	200.00	kg/m2	Sobrecarga de primer piso
S/C 2 =	30.00	kg/m2	Sobrecarga de segundo piso
e muro =	0.40	m	Espesor del muro
h muro =	3.76	m	Altura total del muro
Atm =	9.20	m2	Área total de muros existentes
Ap =	50.16	m2	Área en planta por piso
PT1 =	16.30	ton	Peso del techo primer nivel
PT2 =	7.77	ton	Peso del techo segundo nivel
PP muro =	55.35	ton	Peso propio total de los muros
Peso total de vivienda =		79.424	ton

Descripción	Área (m2)	Peso Parcial (kg)
Muros X-X 1er piso	3.42	11381.76
Muros Y-Y 1er piso	5.78	19235.84
Muros X-X 2do piso	3.42	9192.96
Muros Y-Y 2do piso	5.78	15536.64
	Peso total de muros =	55347.20

METRADO DE CARGAS - VIVIENDA "V-106"

γ alb =	1600.00	kg/m3	Peso específico de la albañilería de adobe
PP vig =	20.00	kg/m2	Peso propio de las vigas de madera
PP ent =	25.00	kg/m2	Peso propio del entablado del techo
PP teja =	80.00	kg/m2	Peso propio de cobertura de teja con mortero
PP tech =	125.00	kg/m2	Peso propio total de la cobertura de techo
S/C 1 =	30.00	kg/m2	Sobrecarga de primer piso
e muro =	0.35	m	Espesor del muro
h muro =	2.95	m	Altura total del muro
Atm =	7.04	m2	Área total de muros existentes
Ap =	34.46	m2	Área en planta por piso
PT1 =	5.34	ton	Peso del techo primer nivel
PP muro =	33.23	ton	Peso propio total de los muros
Peso total de vivienda =		38.570	ton

Descripción	Área (m2)	Peso Parcial (kg)
Muros X-X 1er piso	4.04	19068.80
Muros Y-Y 1er piso	3.00	14160.00
	Peso total de muros =	33228.80

METRADO DE CARGAS - VIVIENDA "V-107"

γ alb =	1600.00	kg/m3	Peso específico de la albañilería de adobe
PP vig =	20.00	kg/m2	Peso propio de las vigas de madera
PP ent =	25.00	kg/m2	Peso propio del entablado del techo
PP teja =	80.00	kg/m2	Peso propio de cobertura de teja con mortero
PP tech =	125.00	kg/m2	Peso propio total de la cobertura de techo
S/C 1 =	200.00	kg/m2	Sobrecarga de primer piso
S/C 2 =	30.00	kg/m2	Sobrecarga de segundo piso
e muro =	0.35	m	Espesor del muro
h muro =	4.50	m	Altura total del muro
Atm =	10.45	m2	Área total de muros existentes
Ap =	56.29	m2	Área en planta por piso
PT1 =	18.29	ton	Peso del techo primer nivel
PT2 =	8.72	ton	Peso del techo segundo nivel
PP muro =	75.24	ton	Peso propio total de los muros
Peso total de vivienda =		102.259	ton

Descripción	Área (m2)	Peso Parcial (kg)
Muros X-X 1er piso	6.23	23923.20
Muros Y-Y 1er piso	4.22	16204.80
Muros X-X 2do piso	6.23	20932.80
Muros Y-Y 2do piso	4.22	14179.20
	Peso total de muros =	75240.00

METRADO DE CARGAS - VIVIENDA "V-108"

γ alb =	1600.00	kg/m3	Peso específico de la albañilería de adobe
PP vig =	20.00	kg/m2	Peso propio de las vigas de madera
PP ent =	25.00	kg/m2	Peso propio del entablado del techo
PP teja =	80.00	kg/m2	Peso propio de cobertura de teja con mortero
PP tech =	125.00	kg/m2	Peso propio total de la cobertura de techo
S/C 1 =	30.00	kg/m2	Sobrecarga de primer piso
e muro =	0.35	m	Espesor del muro
h muro =	3.25	m	Altura total del muro
Atm =	9.69	m2	Área total de muros existentes
Ap =	42.02	m2	Área en planta por piso
PT1 =	6.51	ton	Peso del techo primer nivel
PP muro =	50.39	ton	Peso propio total de los muros
Peso total de vivienda =		56.901	ton

Descripción	Área (m2)	Peso Parcial (kg)
Muros X-X 1er piso	6.27	32604.00
Muros Y-Y 1er piso	3.42	17784.00
	Peso total de muros =	50388.00

METRADO DE CARGAS - VIVIENDA "V-109"

γ alb =	1600.00	kg/m3	Peso específico de la albañilería de adobe
PP vig =	20.00	kg/m2	Peso propio de las vigas de madera
PP ent =	25.00	kg/m2	Peso propio del entablado del techo
PP teja =	80.00	kg/m2	Peso propio de cobertura de teja con mortero
PP tech =	125.00	kg/m2	Peso propio total de la cobertura de techo
S/C 1 =	200.00	kg/m2	Sobrecarga de primer piso
S/C 2 =	30.00	kg/m2	Sobrecarga de segundo piso
e muro =	0.57	m	Espesor del muro
h muro =	4.30	m	Altura total del muro
Atm =	11.95	m2	Área total de muros existentes
Ap =	36.41	m2	Área en planta por piso
PT1 =	11.83	ton	Peso del techo primer nivel
PT2 =	5.64	ton	Peso del techo segundo nivel
PP muro =	82.22	ton	Peso propio total de los muros
Peso total de vivienda =		99.693	ton

Descripción	Área (m2)	Peso Parcial (kg)
Muros X-X 1er piso	8.29	30507.20
Muros Y-Y 1er piso	3.66	13468.80
Muros X-X 2do piso	8.29	26528.00
Muros Y-Y 2do piso	3.66	11712.00
	Peso total de muros =	82216.00

METRADO DE CARGAS - VIVIENDA "V-110"

γ alb =	1600.00	kg/m3	Peso específico de la albañilería de adobe
PP vig =	20.00	kg/m2	Peso propio de las vigas de madera
PP ent =	25.00	kg/m2	Peso propio del entablado del techo
PP teja =	80.00	kg/m2	Peso propio de cobertura de teja con mortero
PP tech =	125.00	kg/m2	Peso propio total de la cobertura de techo
S/C 1 =	200.00	kg/m2	Sobrecarga de primer piso
S/C 2 =	30.00	kg/m2	Sobrecarga de segundo piso
e muro =	0.35	m	Espesor del muro
h muro =	4.70	m	Altura total del muro
Atm =	9.22	m2	Área total de muros existentes
Ap =	57.44	m2	Área en planta por piso
PT1 =	18.67	ton	Peso del techo primer nivel
PT2 =	8.90	ton	Peso del techo segundo nivel
PP muro =	69.33	ton	Peso propio total de los muros
Peso total de vivienda =		96.906	ton

Descripción	Área (m2)	Peso Parcial (kg)
Muros X-X 1er piso	2.92	10745.60
Muros Y-Y 1er piso	6.30	23184.00
Muros X-X 2do piso	2.92	9344.00
Muros Y-Y 2do piso	6.30	20160.00
	Peso total de muros =	63433.60

b) Análisis por densidad de muros realizada para las viviendas.

ANÁLISIS POR DENSIDAD DE MUROS - VIVIENDA "V-101"							
Distrito:	Santa Cruz de Chuca						
Provincia:	Santiago de Chuco						
Departamento:	La Libertad						
Zona:	3						Zonificación sísmica
N° Pisos =	2	pisos		Pisos existentes en la vivienda analizada			
S =	1.40						Factor de suelo (suelo intermedio)
C =	0.20						Coefficiente sísmico
U =	1.00						Factor de uso
Vadm =	2500	kg/m ²		Esfuerzo cortante promedio (Norma E-080)			
P =	70234	kg		Peso total de la edificación			
Ap =	42.52	m ²		Área en planta			
Am =	$\frac{\text{SUCP}}{\text{Vadm}}$	=	7.866	m ²	Área de corte de muros requerida		
ΣAcx =	5.25	m ²	No cumple	Área de muros existente en "x"			
ΣAcy =	3.40	m ²	No cumple	Área de muros existente en "y"			
Según Norma E-080:	(Mínimo 8% en cada dirección)						
ΣAcx =	12.36%	Cumple	Porcentaje de densidad de muros (Acx/Ap)				
ΣAcy =	8.00%	No cumple	Porcentaje de densidad de muros (Acy/Ap)				
Dirección X-X				Dirección Y-Y			
Muro	L (m)	t (m)	Ac (m ²)	Muro	L (m)	t (m)	Ac (m ²)
1x	2.15	0.35	0.75	1y	4.25	0.40	1.70
2x	1.87	0.35	0.65	2y	4.25	0.40	1.70
3x	2.40	0.35	0.84				
4x	8.59	0.35	3.01				
Total	15.01	ΣAcx =	5.25	Total	8.50	ΣAcy =	3.40

ANÁLISIS POR DENSIDAD DE MUROS - VIVIENDA "V-102"

Distrito:	Santa Cruz de Chuca		
Provincia:	Santiago de Chuco		
Departamento:	La Libertad		
Zona:	3		Zonificación sísmica
N° Pisos =	2	pisos	Pisos existentes en la vivienda analizada
S =	1.40		Factor de suelo (suelo intermedio)
C =	0.20		Coefficiente sísmico
U =	1.00		Factor de uso
Vadm =	2500	kg/m ²	Esfuerzo cortante promedio (Norma E-080)
P =	98885	kg	Peso total de la edificación
Ap =	56.97	m ²	Área en planta

Am =	$\frac{\text{SUCP}}{\text{Vadm}}$	=	11.075	m ²	Área de corte de muros requerida
ΣAcx =	3.65	m ²	No cumple		Área de muros existente en "x"
ΣAcy =	6.07	m ²	No cumple		Área de muros existente en "y"

Según Norma E-080: (Mínimo 8% en cada dirección)

ΣAcx =	6.41%	No cumple	Porcentaje de densidad de muros (Acx/Ap)
ΣAcy =	10.66%	Cumple	Porcentaje de densidad de muros (Acy/Ap)

Dirección X-X				Dirección Y-Y			
Muro	L (m)	t (m)	Ac (m ²)	Muro	L (m)	t (m)	Ac (m ²)
1x	2.30	0.35	0.81	1y	5.75	0.35	2.01
2x	2.34	0.35	0.82	2y	2.46	0.35	0.86
3x	5.79	0.35	2.03	3y	9.14	0.35	3.20
Total				Total			
	10.43	ΣAcx =	3.65		17.35	ΣAcy =	6.07

ANÁLISIS POR DENSIDAD DE MUROS - VIVIENDA "V-103"

Distrito:	Santa Cruz de Chuca		
Provincia:	Santiago de Chuco		
Departamento:	La Libertad		
Zona:	3		Zonificación sísmica
N° Pisos =	2	pisos	Pisos existentes en la vivienda analizada
S =	1.40		Factor de suelo (suelo intermedio)
C =	0.20		Coefficiente sísmico
U =	1.00		Factor de uso
Vadm =	2500	kg/m ²	Esfuerzo cortante promedio (Norma E-080)
P =	100759	kg	Peso total de la edificación
Ap =	52.30	m ²	Área en planta

Am =	$\frac{\text{SUCP}}{\text{Vadm}}$	=	11.285	m ²	Área de corte de muros requerida
ΣAcx =	5.46	m ²	No cumple		Área de muros existente en "x"
ΣAcy =	5.41	m ²	No cumple		Área de muros existente en "y"

Según Norma E-080: (Mínimo 8% en cada dirección)

ΣAcx =	10.44%	Cumple	Porcentaje de densidad de muros (Acx/Ap)
ΣAcy =	10.34%	Cumple	Porcentaje de densidad de muros (Acy/Ap)

Dirección X-X				Dirección Y-Y			
Muro	L (m)	t (m)	Ac (m ²)	Muro	L (m)	t (m)	Ac (m ²)
1x	1.80	0.35	0.63	1y	2.65	0.35	0.93
2x	1.56	0.35	0.55	2y	1.70	0.35	0.60
3x	1.63	0.35	0.57	3y	4.05	0.35	1.42
4x	1.32	0.35	0.46	4y	7.05	0.35	2.47
5x	4.21	0.35	1.47				
6x	5.08	0.35	1.78				
Total	15.60	ΣAcx =	5.46	Total	15.45	ΣAcy =	5.41

ANÁLISIS POR DENSIDAD DE MUROS - VIVIENDA "V-104"

Distrito:	Santa Cruz de Chuca		
Provincia:	Santiago de Chuco		
Departamento:	La Libertad		
Zona:	3		Zonificación sísmica
N° Pisos =	2	pisos	Pisos existentes en la vivienda analizada
S =	1.40		Factor de suelo (suelo intermedio)
C =	0.20		Coefficiente sísmico
U =	1.00		Factor de uso
Vadm =	2500	kg/m ²	Esfuerzo cortante promedio (Norma E-080)
P =	110701	kg	Peso total de la edificación
Ap =	66.50	m ²	Área en planta

Am =	$\frac{\text{SUCP}}{\text{Vadm}}$	=	12.399	m ²	Área de corte de muros requerida
ΣAcx =	3.88	m ²	No cumple		Área de muros existente en "x"
ΣAcy =	7.16	m ²	No cumple		Área de muros existente en "y"

Según Norma E-080: (Mínimo 8% en cada dirección)

ΣAcx =	5.83%	No cumple	Porcentaje de densidad de muros (Acx/Ap)
ΣAcy =	10.77%	Cumple	Porcentaje de densidad de muros (Acy/Ap)

Dirección X-X				Dirección Y-Y			
Muro	L (m)	t (m)	Ac (m ²)	Muro	L (m)	t (m)	Ac (m ²)
1x	2.47	0.35	0.86	1y	10.23	0.35	3.58
2x	2.47	0.35	0.86	2y	10.23	0.35	3.58
3x	6.14	0.35	2.15				
Total	11.08	ΣAcx =	3.88	Total	20.46	ΣAcy =	7.16

ANÁLISIS POR DENSIDAD DE MUROS - VIVIENDA "V-105"

Distrito:	Santa Cruz de Chuca		
Provincia:	Santiago de Chuco		
Departamento:	La Libertad		
Zona:	3		Zonificación sísmica
N° Pisos =	2	pisos	Pisos existentes en la vivienda analizada
S =	1.40		Factor de suelo (suelo intermedio)
C =	0.20		Coefficiente sísmico
U =	1.00		Factor de uso
Vadm =	2500	kg/m ²	Esfuerzo cortante promedio (Norma E-080)
P =	79424	kg	Peso total de la edificación
Ap =	50.16	m ²	Área en planta

Am =	$\frac{\text{SUCP}}{\text{Vadm}}$	=	8.895	m ²	Área de corte de muros requerida
ΣAcx =	3.42	m ²	No cumple		Área de muros existente en "x"
ΣAcy =	5.78	m ²	No cumple		Área de muros existente en "y"
Según Norma E-080: (Mínimo 8% en cada dirección)					
ΣAcx =	6.82%	No cumple			Porcentaje de densidad de muros (Acx/Ap)
ΣAcy =	11.52%	Cumple			Porcentaje de densidad de muros (Acy/Ap)

Dirección X-X				Dirección Y-Y			
Muro	L (m)	t (m)	Ac (m ²)	Muro	L (m)	t (m)	Ac (m ²)
1x	2.06	0.40	0.82	1y	7.02	0.40	2.81
2x	1.24	0.40	0.50	2y	4.62	0.40	1.85
3x	3.30	0.40	1.32	3y	2.81	0.40	1.12
4x	1.95	0.40	0.78				
Total	8.55	ΣAcx =	3.42	Total	14.45	ΣAcy =	5.78

ANÁLISIS POR DENSIDAD DE MUROS - VIVIENDA "V-106"

Distrito: Santa Cruz de Chuca
 Provincia: Santiago de Chuco
 Departamento: La Libertad
 Zona: 3 Zonificación sísmica
 N° Pisos = 1 piso Pisos existentes en la vivienda analizada
 S = 1.40 Factor de suelo (suelo intermedio)
 C = 0.20 Coeficiente sísmico
 U = 1.00 Factor de uso
 Vadm = 2500 kg/m² Esfuerzo cortante promedio (Norma E-080)
 P = 38570 kg Peso total de la edificación
 Ap = 34.46 m² Área en planta

Am = $\frac{\text{SUCP}}{\text{Vadm}}$ = **4.320** m² Área de corte de muros requerida

ΣAcx = **4.04** m² **No cumple** Área de muros existente en "x"

ΣAcy = **3.00** m² **No cumple** Área de muros existente en "y"

Según Norma E-080: (Mínimo 8% en cada dirección)

ΣAcx = **11.72%** **Cumple** Porcentaje de densidad de muros (Acx/Ap)

ΣAcy = **8.69%** **Cumple** Porcentaje de densidad de muros (Acy/Ap)

Dirección X-X				Dirección Y-Y			
Muro	L (m)	t (m)	Ac (m ²)	Muro	L (m)	t (m)	Ac (m ²)
1x	1.42	0.35	0.50	1y	4.28	0.35	1.50
2x	1.60	0.35	0.56	2y	4.28	0.35	1.50
3x	1.60	0.35	0.56				
4x	6.92	0.35	2.42				
Total	11.54	ΣAcx =	4.04	Total	8.56	ΣAcy =	3.00

ANÁLISIS POR DENSIDAD DE MUROS - VIVIENDA "V-107"

Distrito:	Santa Cruz de Chuca		
Provincia:	Santiago de Chuco		
Departamento:	La Libertad		
Zona:	3		Zonificación sísmica
N° Pisos =	2	pisos	Pisos existentes en la vivienda analizada
S =	1.40		Factor de suelo (suelo intermedio)
C =	0.20		Coefficiente sísmico
U =	1.00		Factor de uso
Vadm =	2500	kg/m ²	Esfuerzo cortante promedio (Norma E-080)
P =	102259	kg	Peso total de la edificación
Ap =	56.29	m ²	Área en planta

Am =	<u>SUCP</u>	=	11.453	m ²	Área de corte de muros requerida
ΣAcx =	6.23	m ²	No cumple		Área de muros existente en "x"
ΣAcy =	4.22	m ²	No cumple		Área de muros existente en "y"

Según Norma E-080: (Mínimo 8% en cada dirección)

ΣAcx =	11.06%	Cumple	Porcentaje de densidad de muros (Acx/Ap)
ΣAcy =	7.50%	No cumple	Porcentaje de densidad de muros (Acy/Ap)

Dirección X-X				Dirección Y-Y			
Muro	L (m)	t (m)	Ac (m ²)	Muro	L (m)	t (m)	Ac (m ²)
1x	2.05	0.35	0.72	1y	6.10	0.35	2.14
2x	1.60	0.35	0.56	2y	5.96	0.35	2.09
3x	2.77	0.35	0.97				
4x	3.00	0.35	1.05				
5x	8.37	0.35	2.93				
Total	17.79	ΣAcx =	6.23	Total	12.06	ΣAcy =	4.22

ANÁLISIS POR DENSIDAD DE MUROS - VIVIENDA "V-108"

Distrito: Santa Cruz de Chuca
 Provincia: Santiago de Chuco
 Departamento: La Libertad
 Zona: 3 Zonificación sísmica
 N° Pisos = 1 piso Pisos existentes en la vivienda analizada
 S = 1.40 Factor de suelo (suelo intermedio)
 C = 0.20 Coeficiente sísmico
 U = 1.00 Factor de uso
 Vadm = 2500 kg/m² Esfuerzo cortante promedio (Norma E-080)
 P = 56901 kg Peso total de la edificación
 Ap = 42.02 m² Área en planta

Am = $\frac{\text{SUCP}}{\text{Vadm}}$ = **6.373** m² Área de corte de muros requerida
 ΣAcx = **6.27** m² **No cumple** Área de muros existente en "x"
 ΣAcy = **3.42** m² **No cumple** Área de muros existente en "y"

Según Norma E-080: (Mínimo 8% en cada dirección)

ΣAcx = **14.91%** **Cumple** Porcentaje de densidad de muros (Acx/Ap)
 ΣAcy = **8.14%** **Cumple** Porcentaje de densidad de muros (Acy/Ap)

Dirección X-X				Dirección Y-Y			
Muro	L (m)	t (m)	Ac (m ²)	Muro	L (m)	t (m)	Ac (m ²)
1x	2.66	0.35	0.93	1y	3.54	0.35	1.24
2x	3.19	0.35	1.12	2y	2.69	0.35	0.94
3x	2.14	0.35	0.75	3y	3.54	0.35	1.24
4x	9.91	0.35	3.47				
Total	17.90	ΣAcx =	6.27	Total	9.77	ΣAcy =	3.42

ANÁLISIS POR DENSIDAD DE MUROS - VIVIENDA "V-109"

Distrito:	Santa Cruz de Chuca		
Provincia:	Santiago de Chuco		
Departamento:	La Libertad		
Zona:	3		Zonificación sísmica
N° Pisos =	2	pisos	Pisos existentes en la vivienda analizada
S =	1.40		Factor de suelo (suelo intermedio)
C =	0.20		Coefficiente sísmico
U =	1.00		Factor de uso
Vadm =	2500	kg/m ²	Esfuerzo cortante promedio (Norma E-080)
P =	99693	kg	Peso total de la edificación
Ap =	36.41	m ²	Área en planta

Am =	<u>SUCP</u>	=	11.166	m ²	Área de corte de muros requerida
ΣAcx =	8.29	m ²	No cumple		Área de muros existente en "x"
ΣAcy =	3.66	m ²	No cumple		Área de muros existente en "y"

Según Norma E-080: (Mínimo 8% en cada dirección)

ΣAcx =	22.78%	Cumple	Porcentaje de densidad de muros (Acx/Ap)
ΣAcy =	10.05%	Cumple	Porcentaje de densidad de muros (Acy/Ap)

Dirección X-X				Dirección Y-Y			
Muro	L (m)	t (m)	Ac (m ²)	Muro	L (m)	t (m)	Ac (m ²)
1x	2.70	0.57	1.54	1y	3.21	0.57	1.83
2x	1.66	0.57	0.95	2y	3.21	0.57	1.83
3x	1.82	0.57	1.04				
4x	8.37	0.57	4.77				
Total	14.55	ΣAcx =	8.29	Total	6.42	ΣAcy =	3.66

ANÁLISIS POR DENSIDAD DE MUROS - VIVIENDA "V-110"

Distrito:	Santa Cruz de Chuca		
Provincia:	Santiago de Chuco		
Departamento:	La Libertad		
Zona:	3		Zonificación sísmica
N° Pisos =	2	pisos	Pisos existentes en la vivienda analizada
S =	1.40		Factor de suelo (suelo intermedio)
C =	0.20		Coefficiente sísmico
U =	1.00		Factor de uso
Vadm =	2500	kg/m ²	Esfuerzo cortante promedio (Norma E-080)
P =	96906	kg	Peso total de la edificación
Ap =	57.44	m ²	Área en planta

Am =	$\frac{\text{SUCP}}{\text{Vadm}}$	=	10.853	m ²	Área de corte de muros requerida
ΣAcx =	2.92	m ²	No cumple		Área de muros existente en "x"
ΣAcy =	6.30	m ²	No cumple		Área de muros existente en "y"

Según Norma E-080: (Mínimo 8% en cada dirección)

ΣAcx =	5.09%	No cumple	Porcentaje de densidad de muros (Acx/Ap)
ΣAcy =	10.97%	Cumple	Porcentaje de densidad de muros (Acy/Ap)

Dirección X-X				Dirección Y-Y			
Muro	L (m)	t (m)	Ac (m ²)	Muro	L (m)	t (m)	Ac (m ²)
1x	4.85	0.35	1.70	1y	3.50	0.35	1.23
2x	3.50	0.35	1.23	2y	3.50	0.35	1.23
				3y	4.65	0.35	1.63
				4y	6.35	0.35	2.22
Total	8.35	ΣAcx =	2.92	Total	18.00	ΣAcy =	6.30

c) Resistencia de las viviendas sometidas a cargas verticales.

Código de vivienda	l muro (m)	h muro (m)	t muro (m)	At (m ²)	Pt (kg)	Pm (kg)	δ (kg/cm ²)	\varnothing_r	\varnothing_c	\varnothing_e	E (kg/cm ²)	f'm (kg/cm ²)	\varnothing_l	f _m calculado (kg/cm ²)
V-101	2.40	3.60	0.35	7.18	3446.40	4838.40	0.99	0.81	0.69	0.77	1200	6.12	0.92	2.423
V-102	2.34	4.60	0.35	14.34	6883.20	6027.84	1.58	0.81	0.69	0.77	1200	6.12	0.89	2.344
V-103	1.32	4.35	0.35	6.72	3225.60	3215.52	1.39	0.81	0.69	0.77	1200	6.12	0.92	2.423
V-104	2.47	4.46	0.35	16.62	7977.60	6169.07	1.69	0.81	0.69	0.77	1200	6.12	0.89	2.344
V-105	3.03	3.76	0.40	12.91	6196.80	7291.39	1.11	0.81	0.69	0.77	1200	6.12	0.94	2.476
V-106	1.60	2.95	0.35	5.48	849.40	2643.40	0.62	0.81	0.69	0.77	1200	6.12	0.87	2.291
V-107	2.77	4.50	0.35	11.05	5304.00	6980.40	1.27	0.81	0.69	0.77	1200	6.12	0.91	2.397
V-108	2.66	3.25	0.35	6.72	1041.60	4841.20	0.63	0.81	0.69	0.77	1200	6.12	0.84	2.212
V-109	2.70	4.30	0.57	7.07	3393.60	10588.32	0.91	0.81	0.69	0.77	1200	6.12	0.95	2.502
V-110	3.20	4.70	0.35	9.08	4358.40	8422.40	1.14	0.81	0.69	0.77	1200	6.12	0.91	2.397

\varnothing_r = Coeficiente de reducción por variabilidad de resistencia

\varnothing_c = Coeficiente de reducción por variabilidad de cargas

\varnothing_e = Coeficiente de reducción por excentricidad

\varnothing_l = Factor de esbeltez

f'm = Esfuerzo de rotura a la compresión del prisma estándar

E = Modulo de elasticidad

σ = Esfuerzo actuante a cargas verticales.

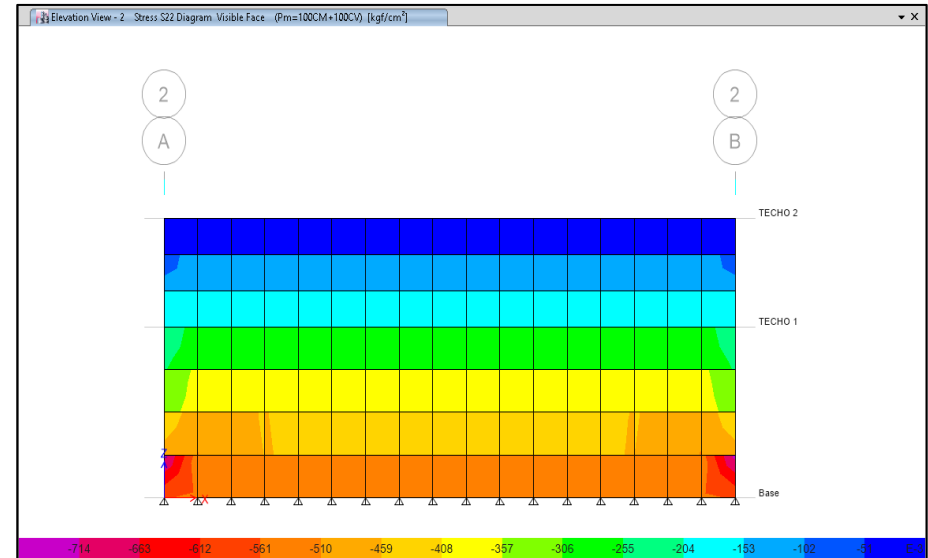
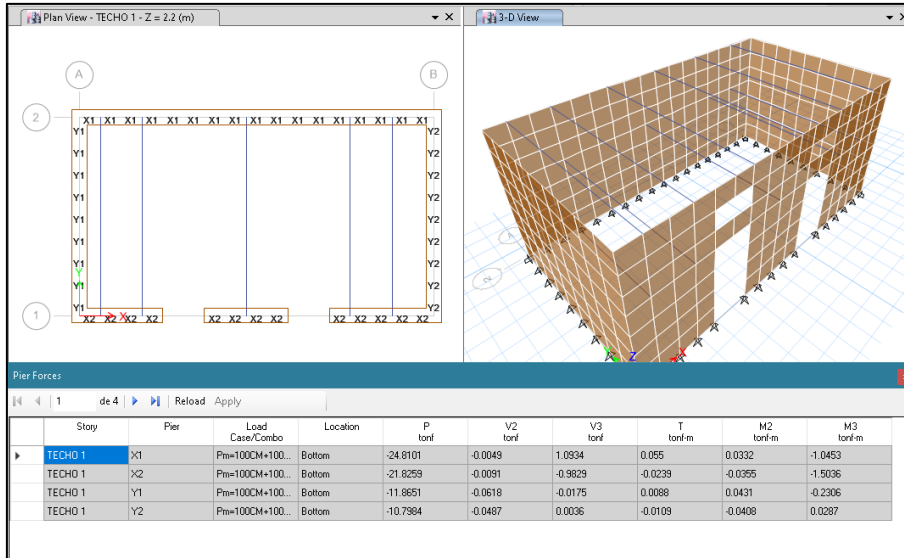
f_m = Esfuerzo admisible calculado

Pt = Peso del techo

Pm = Peso del muro

At = Área tributaria

Evaluación por cargas verticales de la Vivienda V-101 con software:



Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	P	Área de muro cm2	Esfuerzo actuante kg/cm2	Esfuerzo admisible kg/cm2	Eac < Ead
				tonf	kg				
TECHO 1	X1	Pm=100CM+100CV	Bottom	-24.8101	24810.1	30065	0.825	2.45	OK
TECHO 1	X2	Pm=100CM+100CV	Bottom	-21.8259	21825.9	22470	0.971	2.45	OK
TECHO 1	Y1	Pm=100CM+100CV	Bottom	-11.8651	11865.1	14875	0.798	2.45	OK
TECHO 1	Y2	Pm=100CM+100CV	Bottom	-10.7984	10798.4	14875	0.726	2.45	OK

d) Resistencia de las viviendas a esfuerzos cortantes.

1. Metrado de cargas (V-101)			
PP =	125.00	kg/m2	Peso propio del techo 1° piso
Wv =	200.00	kg/m2	Carga viva en techo 1° piso
Wt1 =	325.00	kg/m2	Carga total 1° piso
PP =	125.00	kg/m2	Peso propio del techo 2° piso
S/C =	7.50	kg/m2	Carga viva en techo 2° piso (para sismo es el 25%)
Wt1 =	132.50	kg/m2	Carga total 2° piso
Área =	7.18	m2	Área tributaria
Pt =	3284.85	kg	Peso total del techo
2. Peso total del muro:			
γalb =	1600	kg/m3	Peso volumétrico de la albañilería de adobe
lx =	2.40	m	Longitud del muro existente en x
ly =	2.13	m	Longitud del muro existente en y
h =	3.60	m	Altura del muro existente (los 2 pisos)
t =	0.35	m	Espesor del muro existente
b*d =	8400.00	cm2	Área de muro
Pmx =	4838.40	kg	Peso total del muro en x
Pmy =	4294.08	kg	Peso total del muro en y
Ptm =	9132.48	kg	Peso total del muro
Peso total =	12417.33	kg	
3. Verificación por cortante			
Cm =	0.24		Coefficiente sísmico de diseño ((Z*U*S*C)/Rd)
H =	2980.16	kg	Carga horizontal (Cm*P)
σ =	0.98	kg/cm2	Carga unitaria (P/(b*d))
Vact =	0.35	kg/cm2	Esfuerzo cortante actuante (H/(b*d))
Vadm =	0.35	kg/cm2	Esfuerzo cortante admisible (0.45*(μ+f*σ))
F.S. =	0.99	Insuficiente	Factor de seguridad (valor mínimo = 2.50)
Verificación	0.355	<	0.35 kg/cm2 ¡No cumple!

1. Metrado de cargas (V-102)			
PP =	125.00	kg/m2	Peso propio del techo 1° piso
Wv =	200.00	kg/m2	Carga viva en techo 1° piso
Wt1 =	325.00	kg/m2	Carga total 1° piso
PP =	125.00	kg/m2	Peso propio del techo 2° piso
S/C =	7.50	kg/m2	Carga viva en techo 2° piso (para sismo es el 25%)
Wt1 =	132.50	kg/m2	Carga total 2° piso
Área =	4.70	m2	Área tributaria
Pt =	2150.25	kg	Peso total del techo
2. Peso total del muro:			
γalb =	1600	kg/m3	Peso volumétrico de la albañilería de adobe
lx =	2.34	m	Longitud del muro existente en x
ly =	2.88	m	Longitud del muro existente en y
h =	4.60	m	Altura del muro existente (los 2 pisos)
t =	0.35	m	Espesor del muro existente
b*d =	8190.00	cm2	Área de muro
Pmx =	6027.84	kg	Peso total del muro en x
Pmy =	7418.88	kg	Peso total del muro en y
Ptm =	13446.72	kg	Peso total del muro
Peso total =	15596.97	kg	
3. Verificación por cortante			
Cm =	0.24		Coefficiente sísmico de diseño ((Z*U*S*C)/Rd)
H =	3743.27	kg	Carga horizontal (Cm*P)
σ =	1.58	kg/cm2	Carga unitaria (P/(b*d))
Vact =	0.46	kg/cm2	Esfuerzo cortante actuante (H/(b*d))
Vadm =	0.53	kg/cm2	Esfuerzo cortante admisible (0.45*(μ+f*σ))
F.S. =	1.16	Insuficiente	Factor de seguridad (valor mínimo = 2.50)
Verificación	0.457	<	0.53 kg/cm2 ¡Cumple!

1. Metrado de cargas (V-103)			
PP =	125.00	kg/m2	Peso propio del techo 1° piso
Wv =	200.00	kg/m2	Carga viva en techo 1° piso
Wt1 =	325.00	kg/m2	Carga total 1° piso
PP =	125.00	kg/m2	Peso propio del techo 2° piso
S/C =	7.50	kg/m2	Carga viva en techo 2° piso (para sismo es el 25%)
Wt1 =	132.50	kg/m2	Carga total 2° piso
Área =	6.72	m2	Área tributaria
Pt =	3074.40	kg	Peso total del techo
2. Peso total del muro:			
γalb =	1600	kg/m3	Peso volumétrico de la albañilería de adobe
lx =	1.32	m	Longitud del muro existente en x
ly =	3.53	m	Longitud del muro existente en y
h =	4.35	m	Altura del muro existente (los 2 pisos)
t =	0.35	m	Espesor del muro existente
b*d =	4620.00	cm2	Área de muro
Pmx =	3215.52	kg	Peso total del muro en x
Pmy =	8599.08	kg	Peso total del muro en y
Ptm =	11814.60	kg	Peso total del muro
Peso total =	14889.00	kg	
3. Verificación por cortante			
Cm =	0.24		Coefficiente sísmico de diseño ((Z*U*S*C)/Rd)
H =	3573.36	kg	Carga horizontal (Cm*P)
σ =	1.39	kg/cm2	Carga unitaria (P/(b*d))
Vact =	0.77	kg/cm2	Esfuerzo cortante actuante (H/(b*d))
Vadm =	0.47	kg/cm2	Esfuerzo cortante admisible (0.45*(μ+f*σ))
F.S. =	0.61	Insuficiente	Factor de seguridad (valor mínimo = 2.50)
Verificación	0.773	<	0.47 kg/cm2 ¡No cumple!

1. Metrado de cargas (V-104)			
PP =	125.00	kg/m2	Peso propio del techo 1° piso
Wv =	200.00	kg/m2	Carga viva en techo 1° piso
Wt1 =	325.00	kg/m2	Carga total 1° piso
PP =	125.00	kg/m2	Peso propio del techo 2° piso
S/C =	7.50	kg/m2	Carga viva en techo 2° piso (para sismo es el 25%)
Wt1 =	132.50	kg/m2	Carga total 2° piso
Área =	8.31	m2	Área tributaria
Pt =	3801.83	kg	Peso total del techo
2. Peso total del muro:			
γalb =	1600	kg/m3	Peso volumétrico de la albañilería de adobe
lx =	2.47	m	Longitud del muro existente en x
ly =	2.36	m	Longitud del muro existente en y
h =	4.46	m	Altura del muro existente (los 2 pisos)
t =	0.35	m	Espesor del muro existente
b*d =	8645.00	cm2	Área de muro
Pmx =	6169.07	kg	Peso total del muro en x
Pmy =	5894.34	kg	Peso total del muro en y
Ptm =	12063.41	kg	Peso total del muro
Peso total =	15865.23	kg	
3. Verificación por cortante			
Cm =	0.24		Coefficiente sísmico de diseño ((Z*U*S*C)/Rd)
H =	3807.66	kg	Carga horizontal (Cm*P)
σ =	1.64	kg/cm2	Carga unitaria (P/(b*d))
Vact =	0.44	kg/cm2	Esfuerzo cortante actuante (H/(b*d))
Vadm =	0.55	kg/cm2	Esfuerzo cortante admisible (0.45*(μ+f*σ))
F.S. =	1.25	Insuficiente	Factor de seguridad (valor mínimo = 2.50)
Verificación	0.440	<	0.55 kg/cm2 ¡Cumple!

1. Metrado de cargas (V-105)			
PP =	125.00	kg/m2	Peso propio del techo 1° piso
Wv =	200.00	kg/m2	Carga viva en techo 1° piso
Wt1 =	325.00	kg/m2	Carga total 1° piso
PP =	125.00	kg/m2	Peso propio del techo 2° piso
S/C =	7.50	kg/m2	Carga viva en techo 2° piso (para sismo es el 25%)
Wt1 =	132.50	kg/m2	Carga total 2° piso
Área =	12.91	m2	Área tributaria
Pt =	5906.33	kg	Peso total del techo
2. Peso total del muro:			
Yalb =	1600	kg/m3	Peso volumétrico de la albañilería de adobe
lx =	3.03	m	Longitud del muro existente en x
ly =	3.71	m	Longitud del muro existente en y
h =	3.76	m	Altura del muro existente (los 2 pisos)
t =	0.40	m	Espesor del muro existente
b*d =	12120.00	cm2	Área de muro
Pmx =	7291.39	kg	Peso total del muro en x
Pmy =	8927.74	kg	Peso total del muro en y
Ptm =	16219.14	kg	Peso total del muro
Peso total =	22125.46	kg	
3. Verificación por cortante			
Cm =	0.24		Coeficiente sísmico de diseño ((Z*U*S*C)/Rd)
H =	5310.11	kg	Carga horizontal (Cm*P)
σ =	1.11	kg/cm2	Carga unitaria (P/(b*d))
Vact =	0.44	kg/cm2	Esfuerzo cortante actuante (H/(b*d))
Vadm =	0.39	kg/cm2	Esfuerzo cortante admisible (0.45*(μ+f*σ))
F.S. =	0.89	Insuficiente	Factor de seguridad (valor mínimo = 2.50)
Verificación	0.438	<	0.39 kg/cm2 ¡No cumple!

1. Metrado de cargas (V-106)			
PP =	0.00	kg/m2	
Wv =	0.00	kg/m2	
Wt1 =	0.00	kg/m2	
PP =	125.00	kg/m2	Peso propio del techo 1° piso
S/C =	7.50	kg/m2	Carga viva en techo 1° piso (para sismo es el 25%)
Wt1 =	132.50	kg/m2	Carga total 2° piso
Área =	5.48	m2	Área tributaria
Pt =	726.10	kg	Peso total del techo
2. Peso total del muro:			
Yalb =	1600	kg/m3	Peso volumétrico de la albañilería de adobe
lx =	1.60	m	Longitud del muro existente en x
ly =	2.14	m	Longitud del muro existente en y
h =	2.95	m	Altura del muro existente
t =	0.35	m	Espesor del muro existente
b*d =	5600.00	cm2	Área de muro
Pmx =	2643.20	kg	Peso total del muro en x
Pmy =	3535.28	kg	Peso total del muro en y
Ptm =	6178.48	kg	Peso total del muro
Peso total =	6904.58	kg	
3. Verificación por cortante			
Cm =	0.24		Coeficiente sísmico de diseño ((Z*U*S*C)/Rd)
H =	1657.10	kg	Carga horizontal (Cm*P)
σ =	0.62	kg/cm2	Carga unitaria (P/(b*d))
Vact =	0.30	kg/cm2	Esfuerzo cortante actuante (H/(b*d))
Vadm =	0.24	kg/cm2	Esfuerzo cortante admisible (0.45*(μ+f*σ))
F.S. =	0.81	Insuficiente	Factor de seguridad (valor mínimo = 2.50)
Verificación	0.296	<	0.24 kg/cm2 ¡No cumple!

1. Metrado de cargas (V-107)			
PP =	125.00	kg/m2	Peso propio del techo 1° piso
Wv =	200.00	kg/m2	Carga viva en techo 1° piso
Wt1 =	325.00	kg/m2	Carga total 1° piso
PP =	125.00	kg/m2	Peso propio del techo 2° piso
S/C =	7.50	kg/m2	Carga viva en techo 2° piso (para sismo es el 25%)
Wt1 =	132.50	kg/m2	Carga total 2° piso
Área =	6.14	m2	Área tributaria
Pt =	2809.05	kg	Peso total del techo
2. Peso total del muro:			
γalb =	1600	kg/m3	Peso volumétrico de la albañilería de adobe
lx =	2.77	m	Longitud del muro existente en x
ly =	1.50	m	Longitud del muro existente en y
h =	4.50	m	Altura del muro existente (los 2 pisos)
t =	0.35	m	Espesor del muro existente
b*d =	9695.00	cm2	Área de muro
Pmx =	6980.40	kg	Peso total del muro en x
Pmy =	3780.00	kg	Peso total del muro en y
Ptm =	10760.40	kg	Peso total del muro
Peso total =	13569.45	kg	
3. Verificación por cortante			
Cm =	0.24		Coefficiente sísmico de diseño ((Z*U*S*C)/Rd)
H =	3256.67	kg	Carga horizontal (Cm*P)
σ =	1.27	kg/cm2	Carga unitaria (P/(b*d))
Vact =	0.34	kg/cm2	Esfuerzo cortante actuante (H/(b*d))
Vadm =	0.44	kg/cm2	Esfuerzo cortante admisible (0.45*(μ+f*σ))
F.S. =	1.30	Insuficiente	Factor de seguridad (valor mínimo = 2.50)
Verificación	0.336	<	0.44 kg/cm2 ¡Cumple!

1. Metrado de cargas (V-108)			
PP =	0.00	kg/m2	
Wv =	0.00	kg/m2	
Wt1 =	0.00	kg/m2	
PP =	125.00	kg/m2	Peso propio del techo 1° piso
S/C =	7.50	kg/m2	Carga viva en techo 1° piso (para sismo es el 25%)
Wt1 =	132.50	kg/m2	Carga total 2° piso
Área =	6.72	m2	Área tributaria
Pt =	890.40	kg	Peso total del techo
2. Peso total del muro:			
γalb =	1600	kg/m3	Peso volumétrico de la albañilería de adobe
lx =	2.66	m	Longitud del muro existente en x
ly =	1.77	m	Longitud del muro existente en y
h =	3.25	m	Altura del muro existente
t =	0.35	m	Espesor del muro existente
b*d =	9310.00	cm2	Área de muro
Pmx =	4841.20	kg	Peso total del muro en x
Pmy =	3221.40	kg	Peso total del muro en y
Ptm =	8062.60	kg	Peso total del muro
Peso total =	8953.00	kg	
3. Verificación por cortante			
Cm =	0.24		Coefficiente sísmico de diseño ((Z*U*S*C)/Rd)
H =	2148.72	kg	Carga horizontal (Cm*P)
σ =	0.63	kg/cm2	Carga unitaria (P/(b*d))
Vact =	0.23	kg/cm2	Esfuerzo cortante actuante (H/(b*d))
Vadm =	0.24	kg/cm2	Esfuerzo cortante admisible (0.45*(μ+f*σ))
F.S. =	1.06	Insuficiente	Factor de seguridad (valor mínimo = 2.50)
Verificación	0.231	<	0.24 kg/cm2 ¡Cumple!

1. Metrado de cargas (V-109)			
PP =	125.00	kg/m2	Peso propio del techo 1° piso
Wv =	200.00	kg/m2	Carga viva en techo 1° piso
Wt1 =	325.00	kg/m2	Carga total 1° piso
PP =	125.00	kg/m2	Peso propio del techo 2° piso
S/C =	7.50	kg/m2	Carga viva en techo 2° piso (para sismo es el 25%)
Wt1 =	132.50	kg/m2	Carga total 2° piso
Área =	7.07	m2	Área tributaria
Pt =	3234.53	kg	Peso total del techo
2. Peso total del muro:			
γalb =	1600	kg/m3	Peso volumétrico de la albañilería de adobe
lx =	2.70	m	Longitud del muro existente en x
ly =	1.61	m	Longitud del muro existente en y
h =	4.30	m	Altura del muro existente (los 2 pisos)
t =	0.57	m	Espesor del muro existente
b*d =	15390.00	cm2	Área de muro
Pmx =	10588.32	kg	Peso total del muro en x
Pmy =	6313.78	kg	Peso total del muro en y
Ptm =	16902.10	kg	Peso total del muro
Peso total =	20136.62	kg	
3. Verificación por cortante			
Cm =	0.24		Coeficiente sísmico de diseño ((Z*U*S*C)/Rd)
H =	4832.79	kg	Carga horizontal (Cm*P)
σ =	0.91	kg/cm2	Carga unitaria (P/(b*d))
Vact =	0.31	kg/cm2	Esfuerzo cortante actuante (H/(b*d))
Vadm =	0.33	kg/cm2	Esfuerzo cortante admisible (0.45*(μ+f*σ))
F.S. =	1.05	Insuficiente	Factor de seguridad (valor mínimo = 2.50)
Verificación	0.314	<	0.33 kg/cm2 ¡Cumple!

1. Metrado de cargas (V-110)			
PP =	125.00	kg/m2	Peso propio del techo 1° piso
Wv =	200.00	kg/m2	Carga viva en techo 1° piso
Wt1 =	325.00	kg/m2	Carga total 1° piso
PP =	125.00	kg/m2	Peso propio del techo 2° piso
S/C =	7.50	kg/m2	Carga viva en techo 2° piso (para sismo es el 25%)
Wt1 =	132.50	kg/m2	Carga total 2° piso
Área =	9.08	m2	Área tributaria
Pt =	4154.10	kg	Peso total del techo
2. Peso total del muro:			
γalb =	1600	kg/m3	Peso volumétrico de la albañilería de adobe
lx =	3.20	m	Longitud del muro existente en x
ly =	1.75	m	Longitud del muro existente en y
h =	4.70	m	Altura del muro existente (los 2 pisos)
t =	0.35	m	Espesor del muro existente
b*d =	11200.00	cm2	Área de muro
Pmx =	8422.40	kg	Peso total del muro en x
Pmy =	4606.00	kg	Peso total del muro en y
Ptm =	13028.40	kg	Peso total del muro
Peso total =	17182.50	kg	
3. Verificación por cortante			
Cm =	0.24		Coeficiente sísmico de diseño ((Z*U*S*C)/Rd)
H =	4123.80	kg	Carga horizontal (Cm*P)
σ =	1.14	kg/cm2	Carga unitaria (P/(b*d))
Vact =	0.37	kg/cm2	Esfuerzo cortante actuante (H/(b*d))
Vadm =	0.40	kg/cm2	Esfuerzo cortante admisible (0.45*(μ+f*σ))
F.S. =	1.08	Insuficiente	Factor de seguridad (valor mínimo = 2.50)
Verificación	0.368	<	0.40 kg/cm2 ¡Cumple!

e) Resistencia de las viviendas a esfuerzos de flexión.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - V-102							
Descripción del muro	Nivel	Longitud (m)	Altura (m)	B.A.	Ms (kg.m)	Mr (kg.m)	Verificación
Muro A, entre 1-2	1	6.10	2.60	4	226.83	289.92	Ok
	1	2.81	2.60	3	222.59	289.92	Ok
Muro B, entre 1-2	1	4.57	2.60	4	199.27	289.92	Ok
Muro 1, entre A-B	1	2.30	2.60	3	222.59	289.92	Ok
	1	2.34	2.60	3	222.59	289.92	Ok
Muro 2, entre A-B	1	5.79	2.60	4	228.95	289.92	Ok

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - V-102							
Descripción del muro	Nivel	Longitud (m)	Altura (m)	B.A.	Ms (kg.m)	Mr (kg.m)	Verificación
Muro A, entre 1-2	2	6.10	2.00	3	583.45	289.92	Error
	2	2.81	2.00	1	1238.11	289.92	Error
Muro B, entre 1-2	2	4.57	2.00	3	340.57	289.92	Error
Muro 1, entre A-B	2	2.30	2.00	1	829.47	289.92	Error
	2	2.34	2.00	1	858.57	289.92	Error
Muro 2, entre A-B	2	5.79	2.00	3	525.66	289.92	Error

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - V-103							
Descripción del muro	Nivel	Longitud (m)	Altura (m)	B.A.	Ms (kg.m)	Mr (kg.m)	Verificación
Muro A, entre 1-2	1	3.35	2.20	4	192.76	289.92	Ok
Muro B, entre 1-3	1	2.05	2.20	3	159.37	289.92	Ok
	1	4.80	2.20	4	159.37	289.92	Ok
Muro C, entre 1-3	1	7.75	2.20	4	186.69	289.92	Ok
Muro 1, entre A-C	1	1.80	2.20	3	151.78	289.92	Ok
	1	1.56	2.20	3	144.19	289.92	Ok
	1	1.63	2.20	2	189.73	289.92	Ok
	1	1.32	2.20	3	109.28	289.92	Ok
Muro 2, entre A-B	1	4.21	2.20	4	147.23	289.92	Ok
Muro 3, entre B-C	1	5.13	2.20	4	163.92	289.92	Ok

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - V-103							
Descripción del muro	Nivel	Longitud (m)	Altura (m)	B.A.	Ms (kg.m)	Mr (kg.m)	Verificación
Muro A, entre 1-2	2	3.35	2.15	3	270.99	289.92	Ok
Muro B, entre 1-3	2	2.05	2.15	1	658.95	289.92	Error
	2	4.80	2.15	3	361.27	289.92	Error
Muro C, entre 1-3	2	7.75	2.15	3	941.78	289.92	Error
Muro 1, entre A-C	2	1.80	2.15	1	508.03	289.92	Error
	2	1.56	2.15	1	381.59	289.92	Error
	2	1.63	2.15	1	416.60	289.92	Error
	2	1.32	2.15	1	273.21	289.92	Ok
Muro 2, entre A-B	2	4.21	2.15	3	466.90	289.92	Error
Muro 3, entre B-C	2	5.13	2.15	3	412.65	289.92	Error

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - V-104							
Descripción del muro	Nivel	Longitud (m)	Altura (m)	B.A.	Ms (kg.m)	Mr (kg.m)	Verificación
Muro A, entre 1-2	1	5.42	2.60	4	224.71	289.92	Ok
Muro B, entre 1-2	1	5.42	2.60	4	224.71	289.92	Ok
Muro 1, entre A-B	1	r	2.60	3	222.59	289.92	Ok
	1	2.47	2.60	3	222.59	289.92	Ok
Muro 2, entre A-B	1	6.14	2.60	4	233.19	289.92	Ok

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - V-104							
Descripción del muro	Nivel	Longitud (m)	Altura (m)	B.A.	Ms (kg.m)	Mr (kg.m)	Verificación
Muro A, entre 1-2	2	5.42	1.86	3	460.62	289.92	Error
Muro B, entre 1-2	2	5.42	1.86	3	460.62	289.92	Error
Muro 1, entre A-B	2	2.47	1.86	1	956.62	289.92	Error
	2	2.47	1.86	1	956.62	289.92	Error
Muro 2, entre A-B	2	6.14	1.86	3	591.13	289.92	Error

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - V-105

<i>Descripción del muro</i>	Nivel	<i>Longitud (m)</i>	<i>Altura (m)</i>	<i>B.A.</i>	<i>Ms (kg.m)</i>	<i>Mr (kg.m)</i>	<i>Verificación</i>
Muro A, entre 1-3	1	4.62	2.08	4	162.81	378.67	Ok
	1	3.21	2.08	4	131.80	378.67	Ok
Muro B, entre 1-3	1	4.62	2.08	4	162.81	378.67	Ok
	1	3.21	2.08	4	131.80	378.67	Ok
Muro 1, entre A-B	1	2.06	2.08	3	173.67	378.67	Ok
	1	1.24	2.08	3	108.54	378.67	Ok
Muro 2, entre A-B	1	2.63	2.08	3	186.07	378.67	Ok
	1	2.13	2.08	3	175.22	378.67	Ok
Muro 3, entre A-B	1	2.90	2.08	3	190.72	378.67	Ok
	1	1.55	2.08	3	134.90	378.67	Ok

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - V-105							
<i>Descripción del muro</i>	Nivel	<i>Longitud (m)</i>	<i>Altura (m)</i>	<i>B.A.</i>	<i>Ms (kg.m)</i>	<i>Mr (kg.m)</i>	<i>Verificación</i>
Muro A, entre 1-2	2	4.62	1.68	3	382.49	378.67	Error
Muro B, entre 1-2	2	4.62	1.68	3	382.49	378.67	Error
Muro 1, entre A-B	2	2.06	1.68	1	760.45	378.67	Error
	2	1.24	1.68	1	275.54	378.67	Ok
Muro 2, entre A-B	2	5.66	1.68	3	574.08	378.67	Error

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - V-106							
<i>Descripción del muro</i>	Nivel	<i>Longitud (m)</i>	<i>Altura (m)</i>	<i>B.A.</i>	<i>Ms (kg.m)</i>	<i>Mr (kg.m)</i>	<i>Verificación</i>
Muro A, entre 1-2	1	4.98	2.95	4	242.89	289.92	Ok
Muro B, entre 1-2	1	4.98	2.95	4	242.89	289.92	Ok
Muro 1, entre A-B	1	1.42	2.95	3	136.46	289.92	Ok
	1	1.60	2.95	2	341.14	289.92	Error
	1	1.60	2.95	3	136.46	289.92	Ok
Muro 2, entre A-B	1	6.92	2.95	4	300.20	289.92	Error

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - V-107							
Descripción del muro	Nivel	Longitud (m)	Altura (m)	B.A.	Ms (kg.m)	Mr (kg.m)	Verificación
Muro A, entre 1-2	1	3.00	2.40	4	121.02	289.92	Ok
	1	2.74	2.40	4	102.96	289.92	Ok
Muro B, entre 1-2	1	5.96	2.40	4	202.31	289.92	Ok
Muro 1, entre A-B	1	2.05	2.40	3	180.63	289.92	Ok
	1	1.60	2.40	2	225.79	289.92	Ok
	1	2.77	2.40	3	207.73	289.92	Ok
	1	3.00	2.40	3	216.76	289.92	Ok
Muro 2, entre A-B	1	2.65	2.40	4	99.35	289.92	Ok
	1	4.67	2.40	4	184.25	289.92	Ok

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - V-107							
Descripción del muro	Nivel	Longitud (m)	Altura (m)	B.A.	Ms (kg.m)	Mr (kg.m)	Verificación
Muro A, entre 1-2	2	6.10	2.10	3	583.45	289.92	Error
Muro B, entre 1-2	2	5.96	2.10	3	556.98	289.92	Error
Muro 1, entre A-B	2	2.05	2.10	1	658.95	289.92	Error
	2	1.60	2.10	1	401.41	289.92	Error
	2	2.77	2.10	1	1203.11	289.92	Error
Muro 2, entre A-B	2	8.37	2.10	3	1098.49	289.92	Error

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - V-108							
Descripción del muro	Nivel	Longitud (m)	Altura (m)	B.A.	Ms (kg.m)	Mr (kg.m)	Verificación
Muro A, entre 1-2	1	4.24	3.25	4	221.93	289.92	Ok
Muro B, entre 1-2	1	2.69	3.25	3	314.68	289.92	Error
Muro C, entre 1-2	1	4.24	3.25	4	221.93	289.92	Ok
Muro 1, entre A-C	1	2.66	3.25	3	314.68	289.92	Error
	1	3.19	3.25	2	414.05	289.92	Error
	1	2.14	3.25	3	271.62	289.92	Ok
Muro 2, entre A-C	1	9.91	3.25	4	437.24	289.92	Error

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - V-109							
Descripción del muro	Nivel	Longitud (m)	Altura (m)	B.A.	Ms (kg.m)	Mr (kg.m)	Verificación
Muro A, entre 1-2	1	4.35	2.30	4	259.36	768.93	Ok
Muro B, entre 1-2	1	4.35	2.30	4	259.36	768.93	Ok
Muro 1, entre A-B	1	2.70	2.30	3	316.10	768.93	Ok
	1	1.66	2.30	2	337.71	768.93	Ok
	1	1.82	2.30	3	251.26	768.93	Ok
Muro 2, entre A-B	1	8.37	2.30	4	356.63	768.93	Ok

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - V-109							
Descripción del muro	Nivel	Longitud (m)	Altura (m)	B.A.	Ms (kg.m)	Mr (kg.m)	Verificación
Muro A, entre 1-2	2	4.35	2.00	3	483.20	768.93	Ok
Muro B, entre 1-2	2	4.35	2.00	3	483.20	768.93	Ok
Muro 1, entre A-B	2	2.70	2.00	1	1861.57	768.93	Error
	2	1.66	2.00	1	703.67	768.93	Ok
	2	1.82	2.00	1	845.85	768.93	Error
Muro 2, entre A-B	2	8.37	2.00	3	1788.97	768.93	Error

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - V-110							
Descripción del muro	Nivel	Longitud (m)	Altura (m)	B.A.	Ms (kg.m)	Mr (kg.m)	Verificación
Muro A, entre 1-2	1	4.20	2.40	4	164.38	289.92	Ok
	1	4.20	2.40	4	164.38	289.92	Ok
Muro B, entre 1-2	1	4.65	2.40	3	236.63	289.92	Ok
Muro C, entre 1-3	1	7.05	2.40	4	209.53	289.92	Ok
Muro 1, entre A-B	1	4.85	2.40	2	225.79	289.92	Ok
Muro 3, entre B-C	1	3.50	2.40	4	148.12	289.92	Ok

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN - V-110							
<i>Descripción del muro</i>	Nivel	<i>Longitud (m)</i>	<i>Altura (m)</i>	B.A.	<i>Ms (kg.m)</i>	<i>Mr (kg.m)</i>	<i>Verificación</i>
Muro A, entre 1-2	2	4.20	2.30	3	331.91	289.92	Error
	2	4.20	2.30	3	331.91	289.92	Error
Muro B, entre 1-2	2	4.65	2.30	3	406.85	289.92	Error
Muro C, entre 1-3	2	7.05	2.30	3	779.34	289.92	Error
Muro 3, entre B-C	2	3.50	2.30	3	318.85	289.92	Error

f) Verificación de espesor de los muros.

*Muro con 4 bordes arriostrados				
Ubicación:	Santa Cruz de Chuca, Santiago de Chuco, La Libertad			
Z. Sísmica:	3			
Categoría:	C			
e =	0.35	m		Espesor existente del muro
γ_{alb} =	1600	kg/m ³		Peso volumétrico de la albañilería de adobe
C _m =	0.24			Coefficiente sísmico de diseño
a =	2.20	m		Menor dimension
f _a =	0.30	kg/cm ²		Esfuerzo admisible en flexion
b =	4.95	m		La otra dimension del muro
b/a =	2.25			Relacion entre lados del muro
β =	0.1090			Coefficiente de momento (adimensional)
t =	0.405	m	Error	Espesor requerido para el muro
*Muro con 2 bordes arriostrados horizontales				
Ubicación:	Santa Cruz de Chuca, Santiago de Chuco, La Libertad			
Z. Sísmica:	3			
Categoría:	C			
e =	0.35	m		Espesor existente del muro
γ_{alb} =	1600	kg/m ³		Peso volumétrico de la albañilería de adobe
C _m =	0.24			Coefficiente sísmico de diseño
a =	2.20	m		Altura del muro
f _a =	0.30	kg/cm ²		Esfuerzo admisible en flexion
β =	0.125			Coefficiente de momento (adimensional)
t =	0.465	m	Error	Espesor requerido para el muro
*Muro con 3 bordes arriostrados				
Ubicación:	Santa Cruz de Chuca, Santiago de Chuco, La Libertad			
Z. Sísmica:	3			
Categoría:	C			
e =	0.35	m		Espesor existente del muro
γ_{alb} =	1600	kg/m ³		Peso volumétrico de la albañilería de adobe
C _m =	0.24			Coefficiente sísmico de diseño
a =	2.20	m		Dimension critica del muro (borde libre)
f _a =	0.30	kg/cm ²		Esfuerzo admisible en flexion
b =	2.15	m		La otra dimension del muro
b/a =	0.98			Relacion entre lados del muro
β =	0.1090			Coefficiente de momento (adimensional)
t =	0.405	m	Error	Espesor requerido para el muro

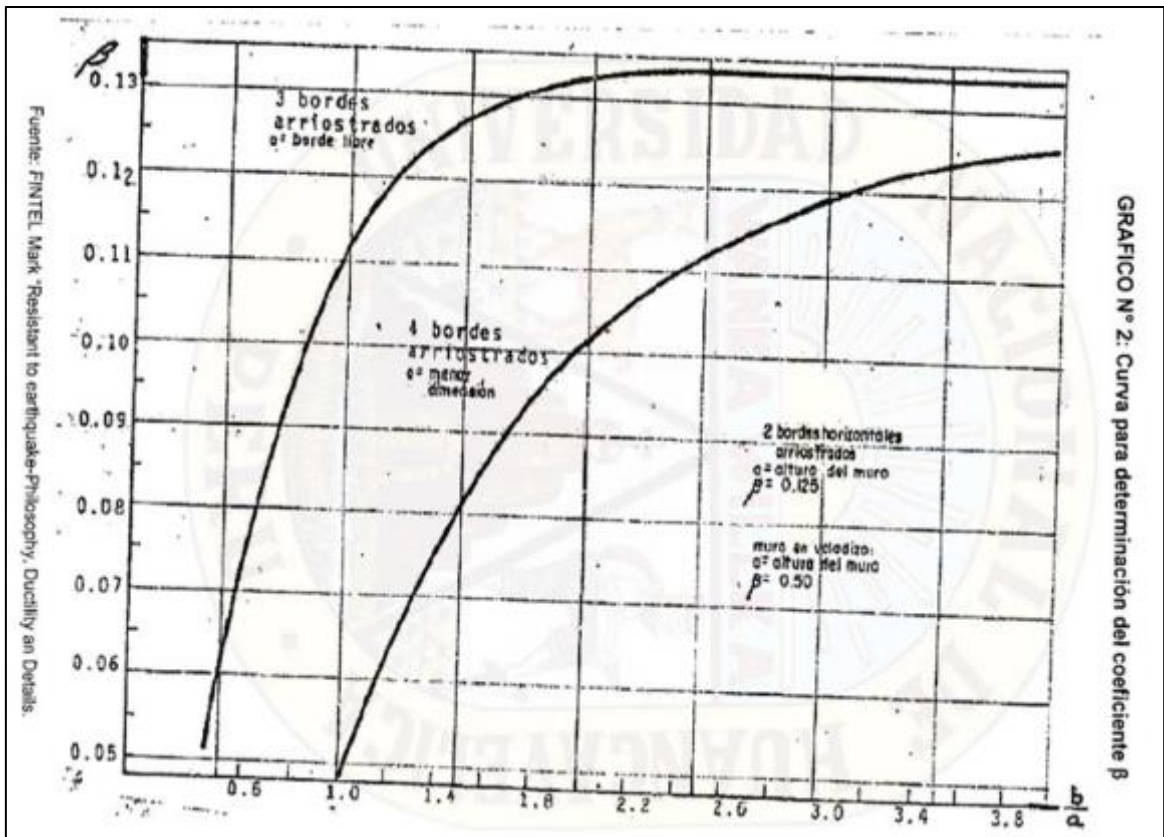


Gráfico para determinación de coeficiente de momento " β "

Resultados de la verificación de espesor de muro:

VERIFICACIÓN DE ESPESOR DE MURO - V-102							
Descripción del muro	Nivel	Longitud (m)	Altura (m)	B.A.	espesor requerido (m)	espesor existente (m)	Verificación
Muro A, entre 1-2	1	5.75	2.60	4	0.556	0.35	Error
	1	2.46	2.60	3	0.545	0.35	Error
Muro B, entre 1-2	1	4.57	2.60	4	0.488	0.35	Error
Muro 1, entre A-B	1	2.30	2.60	3	0.545	0.35	Error
	1	2.34	2.60	3	0.545	0.35	Error
Muro 2, entre A-B	1	5.79	2.60	4	0.561	0.35	Error

VERIFICACIÓN DE ESPESOR DE MURO - V-103							
Descripción del muro	Nivel	Longitud (m)	Altura (m)	B.A.	espesor requerido (m)	espesor existente (m)	Verificación
Muro A, entre 1-2	1	3.35	2.20	4	0.472	0.35	Error
Muro B, entre 1-3	1	2.05	2.20	3	0.390	0.35	Error
	1	4.80	2.20	4	0.390	0.35	Error
Muro C, entre 1-3	1	7.75	2.20	4	0.457	0.35	Error
Muro 1, entre A-C	1	1.80	2.20	3	0.372	0.35	Error
	1	1.56	2.20	3	0.353	0.35	Error
	1	1.63	2.20	2	0.465	0.35	Error
	1	1.32	2.20	3	0.268	0.35	Ok
Muro 2, entre A-B	1	4.21	2.20	4	0.361	0.35	Error
Muro 3, entre B-C	1	5.13	2.20	4	0.401	0.35	Error

VERIFICACIÓN DE ESPESOR DE MURO - V-104							
Descripción del muro	Nivel	Longitud (m)	Altura (m)	B.A.	espesor requerido (m)	espesor existente (m)	Verificación
Muro A, entre 1-2	1	5.42	2.60	4	0.550	0.35	Error
Muro B, entre 1-2	1	5.42	2.60	4	0.550	0.35	Error
Muro 1, entre A-B	1	2.47	2.60	3	0.545	0.35	Error
	1	2.47	2.60	3	0.545	0.35	Error
Muro 2, entre A-B	1	6.14	2.60	4	0.571	0.35	Error

VERIFICACIÓN DE ESPESOR DE MURO - V-105							
Descripción del muro	Nivel	Longitud (m)	Altura (m)	B.A.	espesor requerido (m)	espesor existente (m)	Verificación
Muro A, entre 1-3	1	4.62	2.08	4	0.349	0.40	Ok
	1	3.21	2.08	4	0.282	0.40	Ok
Muro B, entre 1-3	1	4.62	2.08	4	0.349	0.40	Ok
	1	3.21	2.08	4	0.282	0.40	Ok
Muro 1, entre A-B	1	2.06	2.08	3	0.372	0.40	Ok
	1	1.24	2.08	3	0.233	0.40	Ok
Muro 2, entre A-B	1	2.63	2.08	3	0.399	0.40	Ok
	1	2.13	2.08	3	0.375	0.40	Ok
Muro 3, entre A-B	1	2.90	2.08	3	0.409	0.40	Error

VERIFICACIÓN DE ESPESOR DE MURO - V-106							
Descripción del muro	Nivel	Longitud (m)	Altura (m)	B.A.	espesor requerido (m)	espesor existente (m)	Verificación
Muro A, entre 1-2	1	4.98	2.95	4	0.595	0.35	Error
Muro B, entre 1-2	1	4.98	2.95	4	0.595	0.35	Error
Muro 1, entre A-B	1	1.42	2.95	3	0.334	0.35	Ok
	1	1.60	2.95	2	0.835	0.35	Error
	1	1.60	2.95	3	0.334	0.35	Ok
Muro 2, entre A-B	1	6.92	2.95	4	0.735	0.35	Error

VERIFICACIÓN DE ESPESOR DE MURO - V-107							
Descripción del muro	Nivel	Longitud (m)	Altura (m)	B.A.	espesor requerido (m)	espesor existente (m)	Verificación
Muro A, entre 1-2	1	3.00	2.40	4	0.296	0.35	Ok
	1	2.74	2.40	4	0.252	0.35	Ok
Muro B, entre 1-2	1	5.96	2.40	4	0.495	0.35	Error
Muro 1, entre A-B	1	2.05	2.40	3	0.442	0.35	Error
	1	1.60	2.40	2	0.553	0.35	Error
	1	2.77	2.40	3	0.509	0.35	Error
	1	3.00	2.40	3	0.531	0.35	Error
Muro 2, entre A-B	1	2.65	2.40	4	0.243	0.35	Ok
	1	4.67	2.40	4	0.451	0.35	Error

VERIFICACIÓN DE ESPESOR DE MURO - V-108							
Descripción del muro	Nivel	Longitud (m)	Altura (m)	B.A.	espesor requerido (m)	espesor existente (m)	Verificación
Muro A, entre 1-2	1	4.24	3.25	4	0.544	0.35	Error
Muro B, entre 1-2	1	2.69	3.25	3	0.771	0.35	Error
Muro C, entre 1-2	1	4.24	3.25	4	0.544	0.35	Error
Muro 1, entre A-C	1	2.66	3.25	3	0.771	0.35	Error
	1	3.19	3.25	2	1.014	0.35	Error
	1	2.14	3.25	3	0.665	0.35	Error
Muro 2, entre A-C	1	9.91	3.25	4	1.071	0.35	Error

VERIFICACIÓN DE ESPESOR DE MURO - V-109							
<i>Descripción del muro</i>	<i>Nivel</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Altura (m)</i>	<i>B.A.</i>	<i>espesor requerido (m)</i>	<i>espesor existente (m)</i>	<i>Verificación</i>
Muro A, entre 1-2	1	4.35	2.30	4	0.390	0.57	Ok
Muro B, entre 1-2	1	4.35	2.30	4	0.390	0.57	Ok
Muro 1, entre A-B	1	2.70	2.30	3	0.475	0.57	Ok
	1	1.66	2.30	2	0.508	0.57	Ok
	1	1.82	2.30	3	0.378	0.57	Ok
Muro 2, entre A-B	1	8.37	2.30	4	0.536	0.57	Ok

VERIFICACIÓN DE ESPESOR DE MURO - V-110							
<i>Descripción del muro</i>	<i>Nivel</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Altura (m)</i>	<i>B.A.</i>	<i>espesor requerido (m)</i>	<i>espesor existente (m)</i>	<i>Verificación</i>
Muro A, entre 1-2	1	4.20	2.40	4	0.403	0.35	Error
	1	4.20	2.40	4	0.403	0.35	Error
Muro B, entre 1-2	1	4.65	2.40	3	0.580	0.35	Error
Muro C, entre 1-3	1	7.05	2.40	4	0.513	0.35	Error
Muro 1, entre A-B	1	4.85	2.40	2	0.553	0.35	Error
Muro 3, entre B-C	1	3.50	2.40	4	0.363	0.35	Error

g) Verificación de cargas verticales y fisuración por normas E.070 y E.030.

Datos Generales:

Ap =	42.52	m ²	Área del edificio
N =	2	pisos	Número de pisos
Pe muro =	1800	kg/m ³	Peso de la albañilería de adobe
f'm alb =	6.12	kg/cm ²	Resistencia a compresión de la albañilería
f'm alb =	61.2	ton/m ²	
v'm =	0.25	kg/cm ²	Resistencia característica a corte puro
v'm =	2.5	ton/m ²	
Em =	1200	kg/cm ²	Módulo de elasticidad de la albañilería
Em =	12000	ton/m ²	
Gm =	0.4*Em		Módulo de corte de la albañilería
Gm =	480	kg/cm ²	
μ =	0.25		Módulo de poisson de la albañilería

1. Verificación de densidad de muros

Z =	0.35	g	Zona 3
U =	1.00		Categoría C
S =	1.15		Suelo Intermedio
N =	4		Número de pisos

$$\frac{\sum L t}{A_p} \geq \frac{Z U S N}{56}$$

Muros en Dirección "X"

#	L (m)	t (m)	X (m)	Y (m)	L * t
X1	2.15	0.35	1.08	0.08	0.75
X2	1.87	0.35	4.26	0.08	0.65
X3	2.40	0.35	7.39	0.08	0.84
X4	8.59	0.35	4.78	4.30	3.01
			Σ L * t		5.25

m²

Muros en Dirección "Y"

#	L (m)	t (m)	X (m)	Y (m)	L * t
Y1	4.25	0.35	0.08	2.48	1.49
Y2	4.25	0.35	8.42	2.48	1.49
				$\Sigma L * t$	2.98

m2

Comprobación en Dirección "X"

$$\frac{\Sigma L t}{A_p} \geq \frac{Z U S N}{56}$$

$$0.1236 \geq 0.0144 \quad \text{Ok}$$

Áreas tributarias para muros en dirección "X"

#	Área tributaria (m2)
X1	3.89
X2	3.38
X3	4.34
X4	15.54

Comprobación en Dirección "Y"

$$\frac{\Sigma L t}{A_p} \geq \frac{Z U S N}{56}$$

$$0.0700 \geq 0.0144 \quad \text{Ok}$$

Áreas tributarias para muros en dirección "Y"

#	Área tributaria (m2)
Y1	7.69
Y2	7.69

Metrado de muros portantes en dirección "X"

#	L (m)	t (m)	h (m)	Vol (m3)
X1	2.15	0.35	2.2	1.6555
X2	1.87	0.35	2.2	1.4399
X3	2.4	0.35	2.2	1.848
X4	8.59	0.35	2.2	6.6143
			xpe	11.5577

m3

Metrado de muros portantes en dirección "Y"

#	L (m)	t (m)	h (m)	Vol (m3)
Y1	4.25	0.35	2.2	3.2725
Y2	4.25	0.35	2.2	3.2725
			ype	6.545

m3

Calculo total de Carga Muerta y Carga Viva

Piso	Carga Muerta	Carga Viva
	Peso (ton)	Peso (ton)
2°	24.691	1.276
1°	35.763	8.504
Total	60.454	9.780

2. Aplicación de la Norma E.030.

V:	Cortante Basal
Z:	Factor debido a la zona
U:	Factor debido al uso de la edificación
C:	Coeficiente Sísmico
S:	Factor debido al tipo de suelo
P:	Peso de la Edificación
R:	Factor de reducción

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

Datos:

Z =	0.35	g	Zona 3 (La Libertad)
U =	1.00		Categoría C
S =	1.40		Suelo Intermedio (Norma E.080)
R =	3.00		Sismo severo
C =	2.50		Factor de amplificación sísmica
R =	6.00		Sismo moderado
Tp =	0.60	s	(Tabla N° 04)
Tl =	2.00	s	(Tabla N° 04)
Ct =	60		Para edificios de albañilería
hn =	3.60	m	Altura total del edificio
T =	0.06	s	Periodo

$$T < T_p \rightarrow C = 2.50$$

Hallamos la cortante basal para sismo severo:

$$P = \Sigma CM + 0.25 \cdot \Sigma CV$$

$\Sigma CM =$	60.45	ton
$\Sigma CV =$	9.78	ton

V =	0.408	P
V =	25.684	ton

Cortante Basal para Sismo Severo

Distribución por niveles para sismo severo:

Nivel	Pi	hi	Pi * hi	αi	Fi
2°	25.01	3.6	90.036	0.5193	13.337
1°	37.889	2.2	83.356	0.4807	12.347
Σ	62.899		173.392	1.000	25.684

Hallamos la cortante basal para sismo moderado:

$$P = \Sigma CM + 0.25 \cdot \Sigma CV$$

$\Sigma CM =$	60.45	ton
$\Sigma CV =$	9.78	ton

V =	0.204	P
V =	12.842	ton

Cortante Basal para Sismo Moderado

Distribución por niveles para sismo moderado:

Nivel	Pi	hi	Pi * hi	ai	Fi
2°	25.01	3.6	90.036	0.5193	6.668
1°	37.889	2.2	83.356	0.4807	6.174
Σ	62.899		173.392	1.000	12.842

Nivel	Pi	hi	Pi * hi	ai	Fi	Fi * hi
2°	25.01	3.6	90.036	0.5193	6668.317	24005.940
1°	37.889	2.2	83.356	0.4807	6173.562	13581.837
Σ	62.899		173.392	1.000	12841.879	37587.778

3. Cálculo de la rigidez en muros

Rigidez en "X"

#	H (m)	L (m)	3 (H/L)	4 (H/L) ³	3 (H/L) + 4 (H/L) ³	t (cm)	Em (kg/cm ²)	K muro
X1	2.2	2.15	3.07	4.29	7.36	35	1200	5710.11
X2	2.2	1.87	3.53	6.51	10.04	35	1200	4182.12
X3	2.2	2.4	2.75	3.08	5.83	35	1200	7202.86
X4	2.2	8.59	0.77	0.07	0.84	35	1200	50267.37
Y1	2.2	0.35	18.86	993.40	1012.26	425	1200	503.82
Y2	2.2	0.35	18.86	993.40	1012.26	425	1200	503.82
							Σ	68.37

ton/cm

Rigidez en "Y"

#	H (m)	L (m)	3 (H/L)	4 (H/L)^3	3 (H/L) + 4 (H/L)^3	t (cm)	Em (kg/cm2)	K muro
X1	2.2	0.35	18.86	993.40	1012.26	215	1200	254.88
X2	2.2	0.35	18.86	993.40	1012.26	187	1200	221.68
X3	2.2	0.35	18.86	993.40	1012.26	240	1200	284.51
X4	2.2	0.35	18.86	993.40	1012.26	859	1200	1018.32
Y1	2.2	4.25	1.55	0.55	2.11	35	1200	19926.25
Y2	2.2	4.25	1.55	0.55	2.11	35	1200	19926.25
							Σ	41.63

ton/cm

4. Cálculo del centro de rigidez en "X" e "Y".

#	Kx	Ky	Y * Kx	X * Ky
X1	5710.11	503.82	428.26	541.61
X2	4182.12	503.82	313.66	2143.77
X3	7202.86	0.00	540.21	0.00
X4	50267.37	0.00	215898.36	0.00
Σ	67362.46	1007.65	217180.49	2685.39

#	Kx	Ky	Y * Kx	X * Ky
Y1	254.88	19926.25	630.82	1494.47
Y2	221.68	19926.25	548.67	167679.36
Y3	284.51	0.00	0.00	0.00
Y4	1018.32	0.00	0.00	0.00
Σ	1779.39	39852.49	1179.48	169173.83

$$X_{CR} = \frac{\sum k_{yi} * x_i}{\sum k_{yi}} \qquad Y_{CR} = \frac{\sum k_{xi} * y_i}{\sum k_{xi}}$$

Xcr =	4.206	m
Ycr =	3.158	m

5. Cálculo del centro de masa en "X" e "Y".

Cálculo del centro de masa en "X"

#	Long (m)	Espesor (m)	Altura (m)	P.E. (ton/m ³)	Peso (ton)	Peso (X)	Peso (Y)	
X1	2.15	0.35	2.20	1.60	2.65	2.85	0.20	
X2	1.87	0.35	2.20	1.60	2.30	9.80	0.17	
X3	2.40	0.35	2.20	1.60	2.96	21.85	0.22	
X4	8.59	0.35	2.20	1.60	10.58	50.53	45.45	
					Σ	18.49	85.03	46.05

Cálculo del centro de masa en "Y"

#	Long (m)	Espesor (m)	Altura (m)	P.E. (ton/m ³)	Peso (ton)	Peso (X)	Peso (Y)	
Y1	4.25	0.35	2.20	1.60	5.24	0.39	12.96	
Y2	4.25	0.35	2.20	1.60	5.24	44.06	12.96	
					Σ	10.47	44.45	25.92

X_{cm} =	4.4706	m
Y_{cm} =	2.4846	m

6. Momento polar de inercia.

Momento Polar de Inercia en "X"

Muros	K _x	Y	$\bar{Y} = Y - Y_{cr}$	$(K_x * \bar{Y}^2)$	
X1	5710.11	0.08	-3.08	54279.04	
X2	4182.12	0.08	-3.08	39754.36	
X3	7202.86	0.08	-3.08	68468.79	
X4	50267.37	4.30	1.14	64967.56	
Y1	503.82	2.48	-0.68	235.13	
Y2	503.82	2.48	-0.68	235.13	
				Σ	227940.00

Momento Polar de Inercia en "Y"

Muros	Ky	X	$\bar{x} = X - X_{cr}$	$(K_y * \bar{x}^2)$
X1	254.88	1.08	-3.13	2498.65
X2	221.68	4.26	0.05	0.53
X3	284.51	7.39	3.18	2884.29
X4	1018.32	4.78	0.57	329.65
Y1	19926.25	0.08	-4.13	340050.47
Y2	19926.25	8.42	4.21	353001.03
			Σ	698764.61

Momento Polar de Inercia Total = $J = 926704.62$

7. Cálculo de excentricidad y momento torsor.

X_{cm} =	4.471	m
X_{cr} =	4.206	m

Y_{cm} =	2.485	m
Y_{cr} =	3.158	m

e_x =	0.265	m
------------------------	-------	---

e_y =	-0.674	m
------------------------	--------	---

Excentricidad Accidental

$$E_c = 0.05 * L$$

L en "X" =	8.59	m
L en "Y" =	4.95	m

E_{cc} (x) =	0.4295	m
E_{cc} (y) =	0.2475	m

Excentricidad de Calculo

e'_x =	0.694	m
e'_y =	-0.426	m
e''_x =	-0.165	m
e''_y =	-0.921	m

Corrección por Torsión en "Y"

#	Ky	(Ky*V)/ΣKy	x	X=x-xcr	Ky*X	Ky*x/J	(Ky*x/J)*M't1y	(Ky*x/J)*M''t2y	((Ky*V)/ΣKy)+ (ma:ΔV1,ΔV2)	(ΣFi*hi/ΣFi)*Ve
							ΔV1	ΔV2	Ve	Me
X1	254.88	78.62	1.08	-3.13	-798.03	0.00	-7.68	1.82	80.44	235.46
X2	221.68	68.38	4.26	0.05	10.85	0.00	0.10	-0.02	68.49	200.45
X3	284.51	87.76	7.39	3.18	905.88	0.00	8.71	-2.07	96.47	282.38
X4	1018.32	314.11	4.78	0.57	579.39	0.00	5.57	-1.32	319.69	935.71
Y1	19926.25	6146.50	0.08	-4.13	-82316.03	-0.09	-791.72	188.14	6334.64	18541.30
Y2	19926.25	6146.50	8.42	4.21	83868.86	0.09	806.66	-191.69	6953.16	20351.68
Σ	41631.88									

8. Cargas en los muros "X".

#	L (m)	t (m)	Área Tributaria (m2)	Peso Muro (kg)	Peso de la cobertura (kg)	Peso de segundo piso	S/C (kg/m2) 2 piso	CM (kg)	S/C (kg/m2) 1 piso	CV (kg)	CM+0.25*CV	CM+CV
											Pg (kg)	Pm (kg)
X1	2.15	0.35	3.89	2648.80	486.25	1685.60	30.00	5306.90	200.00	894.70	5530.58	6201.60
X2	1.87	0.35	3.38	2303.84	422.50	1466.08	30.00	4614.92	200.00	777.40	4809.27	5392.32
X3	2.40	0.35	4.34	2956.80	542.50	1881.60	30.00	5923.40	200.00	998.20	6172.95	6921.60
X4	8.59	0.35	15.54	10582.88	1942.50	6734.56	30.00	21202.44	200.00	3574.20	22095.99	24776.64

9. Cargas en los muros "Y".

#	L (m)	t (m)	Área Tributaria (m ²)	Peso Muro (kg)	Peso de la cobertura (kg)	Peso de segundo piso	S/C (kg/m ²) 2 piso	CM (kg)	S/C (kg/m ²) 1 piso	CV (kg)	CM+0.25*CV	CM+CV
											Pg (kg)	Pm (kg)
Y1	4.25	0.35	7.69	5236.00	961.25	3332.00	30.00	10490.5	200.00	1768.7	10932.675	12259.20
Y2	4.25	0.35	7.69	5236.00	961.25	3332.00	30.00	10490.5	200.00	1768.7	10932.675	12259.20

10. Verificación de los Muros "X".

$V'm = 2.50 \text{ ton/m}^2$ $\alpha = 0.333$ $0.15*f'm = 0.918 \text{ kg/cm}^2$

N°	Pg (ton)	Ve (ton)	Me (ton.m)	L (m)	Ve*L/Me	alpha (α)	Vm (ton)	0.55*Vm	Factor	Vu	Mu	(Verific. control de fisuración)		Esf. Axial (kg/cm ²)	Esf. Axial Max. (kg/cm ²)	Esf. Axial/Esf. Axial Max.	Verificacion 19.1b
												Ve/0.55*Vm	Ve ≤ 0.55*Vm				
X1	5.531	1.297	3.797	2.150	0.735	0.735	1.963	1.080	2.000	2.594	7.594	1.202	Corregir	0.824	0.918	0.898	OK
X2	4.809	0.950	2.781	1.870	0.639	0.639	1.629	0.896	2.000	1.900	5.562	1.061	Corregir	0.824	0.918	0.897	OK
X3	6.173	1.636	4.790	2.400	0.820	0.820	2.281	1.254	2.000	3.273	9.579	1.304	Corregir	0.824	0.918	0.898	OK
X4	22.096	9.442	27.635	8.590	2.935	2.935	16.111	8.861	2.000	18.883	55.271	1.066	Corregir	0.824	0.918	0.898	OK

Esfuerzo axial < Esfuerzo axial máximo **CUMPLE**

$Ve < 0.55 * Vm$ **NO CUMPLE**

11. Verificación de los Muros “Y”.

V'm = 2.5 ton/m2 α = 0.333 0.15*f'm = 0.918 kg/cm2

N°	Pg (ton)	Ve (ton)	Me (ton.m)	L (m)	Ve*L/Me	alpha (α)	Vm (ton)	0.55*Vm	Factor	Vu	Mu	(Verific. control de fisuración)		Esf. Axial (kg/cm2)	Esf. Axial Max. (kg/cm2)	Esf. Axial/Esf. Axial Max.	Verificacion 19.1b
												Ve/0.55*Vm	Ve ≤ 0.55*Vm				
Y1	10.933	6.335	18.541	4.250	1.452	1.452	5.214	2.868	2.000	12.669	37.083	2.209	Corregir	0.824	0.918	0.898	OK
Y2	10.933	6.953	20.352	4.250	1.452	1.452	5.214	2.868	2.000	13.906	40.703	2.424	Corregir	0.824	0.918	0.898	OK

Esfuerzo axial < Esfuerzo axial máximo **CUMPLE**

Ve < 0.55 * Vm **NO CUMPLE**

$$1/3 \leq \alpha = \frac{V_e \cdot L}{M_e} \leq 1$$

$$V_e \leq 0,55 V_m$$

$$\sigma_n = 0,20 \delta'_n \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] ; \sigma_n \leq 0,15 \delta'_n$$

$$V_m = 0,5 V'_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0,23 P_g$$

$$2 \leq \left(\frac{V_{mi}}{V_{ei}} \right) \leq 3$$

$$\sigma'_m = \frac{P_m}{L \cdot t}$$

h) Cálculo de la capacidad portante del terreno.

Basándonos en el diseño de una cimentación corrida para este tipo de viviendas y con los datos obtenidos del ensayo de corte directo realizado en la zona de estudio, calculamos la capacidad portante del suelo:

CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO - CIMENTACIÓN CORRIDA

1. Datos del suelo

C =	0.44	kg/cm ²	Cohesión
∅ =	12.90	°	Angulo de fricción
γ =	1.70	g/cm ²	Peso unitario del suelo
B =	1.00	m	Ancho de cimentación
L =	1.00	m	Largo de cimentación
D _f =	1.50	m	Profundidad de cimentación
F.S. =	3.00		Factor de seguridad

2. Factores de capacidad de carga

k _p =	1.575		πi =	3.141592654
N _q =	3.2338		tan∅ =	0.229
N _c =	9.7534			
N _γ =	1.9394			
N _q /N _c =	0.332			

3. Factores de forma

S _q =	1.0000		$S_c = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_c}{N_q}$
S _c =	1.0000		$S_q = 1 + \frac{B}{L} \text{tg} \phi$
S _γ =	1.0000		$S_\gamma = 1 + 0.4 \frac{B}{L}$

$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$			
$N_q = \text{tg}^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi \text{tg} \phi}$			
$N_\gamma = 2(N_c + 1) \text{tg} \phi$			

q_{ult} =	5.2810	kg/cm²	Capacidad ultima de carga
q_{adm} =	1.7603	kg/cm²	Capacidad admisible de carga

$$q_{ult} = CN_c S_c + \gamma D_f N_q S_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Concluimos que el suelo de la zona estudiada es de tipo intermedio o blando según la norma E.080. Usamos como factor de suelo 1.40 en los cálculos.

Anexo 7: Certificados de Laboratorio

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



INFORME N° 124-2020-GEOCONS

Del : Ing. Demetrio Carranza Peña
A : ALEX TRUJILLO GARCIA
Obra : Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas de adobe existentes y alternativas de rehabilitación, La Libertad, 2020
Ubicación : Trujillo la Libertad
Asunto : Ensayos de Resistencia a la compresión en Unidades de adobe
Fecha de emisión : 23/09/2020

1. DE LA MUESTRA : adobe rustico de barro y paja, secado al aire, usado para la construcción de viviendas en zonas de sierra
2. DEL EQUIPO : Prensa de concreto PYS EQUIPOS, modelo PYS5002
Certificado de calibración N° 1284/19
3. METODO DE ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.613:2005
4. RESULTADOS : Fecha del ensayo 23 de setiembre del 2020

MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			AREA BRUTA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
A1	31.00	24.40	13.10	756.40	12880	17.03
A2	31.50	24.30	12.30	765.45	12450	16.26
A3	32.10	22.50	13.20	722.25	13740	19.02
A4	32.10	24.10	13.10	773.61	11690	15.11
A5	31.80	23.50	12.80	747.30	13060	17.48
A6	32.00	24.20	30.00	774.40	12750	16.46
A7	31.60	24.60	13.20	777.36	14035	18.05
A8	31.00	23.80	13.30	737.80	12083	16.38
A9	35.20	24.90	12.80	876.48	13642	15.56
A10	31.60	25.00	12.30	790.00	14920	18.89

OBSERVACIONES:

La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención y identificación han sido proporcionadas por el solicitante.




DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL, CIP N° 12453
Especialista en Suelos

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

SOLICITANTE : ALEX TRUJILLO GARCIA

PROYECTO : Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas de adobe existentes y alternativas de rehabilitación, La Libertad, 2020

MUESTRA : TERRENO NATURAL

CANTERA : —

CALICATA : C-1

PROF. : 1.50

UBICACIÓN : Santa Cruz de Chuca - La Libertad

COORD. UTM : ESTE NORTE



MUESTREADO POR : Solicitante

ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A. M.

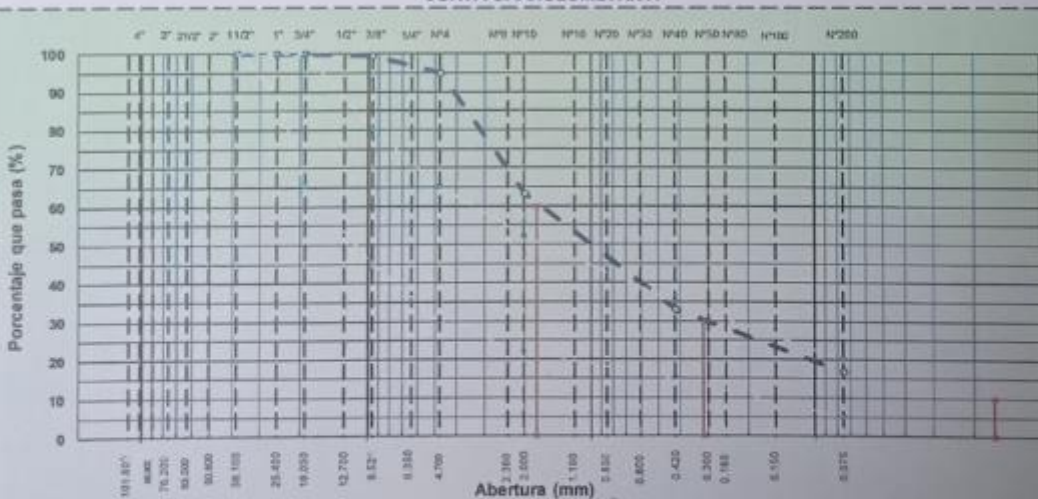
REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P.

HECHO POR : Geocons srl

FECHA : 23/09/20

TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	USO A.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
4 1/2"	114.300							
4"	101.600							
3 1/2"	88.900				100.0		PESO TOTAL = 1.500.0 gr	
3"	76.200				100.0		PESO GRAVA = 75.0 gr	
2 1/2"	63.500				100.0		PESO ARENA = 1173.9 gr	
2"	50.800				100.0		PESO FINO = 251.1 gr	
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	100.0		LÍMITE LÍQUIDO = 28.9 %	
1"	25.400		0.0	0.0	100.0		LÍMITE PLÁSTICO = 23.2 %	
3/4"	19.050		0.0	0.0	100.0		ÍNDICE PLÁSTICO = 5.7 %	
1/2"	12.700		0.0	0.0	100.0		CLASIF. AASHTO = A-1-b (0)	
3/8"	9.525	5.9	0.5	0.5	99.5		CLASIF. SUCCS = SM	
1/4"	6.350		0.0	0.5	99.5		MAX. DENS. SECA = (gr/cm ³)	
# 4	4.750	68.1	4.5	5.0	95.0		OPT. CONT. HUM. = %	
# 8	2.300		0.0	5.0	95.0		CBR 0.1" (100%) = %	
# 10	2.000	475.4	31.8	36.8	63.2		CBR 0.2" (100%) = %	
# 20	0.850	327.8	21.9	58.6	41.4		% Grava = 5.0 %	
# 40	0.420	126.6	8.4	67.1	32.9		% Arena = 78.3 %	
# 50	0.300		0.0	67.1	32.9		% Fino = 16.7 %	
# 60	0.250	80.2	5.3	72.4	27.6		HUMEDAD NATURAL = 19.3 %	
# 100	0.150	117.4	7.8	80.2	19.8		Observaciones : A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena	
# 200	0.075	45.6	3.0	83.3	16.7		Excelente a bueno como subrasante	
< # 200	FONDO	251.1	16.7	100.0	0.0			
FRACCIÓN		1,425.0					Coef. Uniformidad = - Índice de Consistencia	
TOTAL		1,500.0					Coef. Curvatura = - 2.2	
Descripción suelo:	Arcilla de baja plasticidad							% de Expansión = Bajo Estable

CURVA GRANULOMÉTRICA



Tec. Responsable



Ing. Responsable

Demetrio Carranza Peña
DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL, CIVIL INGENIERO
SPECIALISTA EN GEOTECNIA

Supervisión

LIMITES DE CONSISTENCIA

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 17e1 - AASHTO T-89 Y T-90

SOLICITANTE : ALEX TRUJILLO GARCIA

PROYECTO : Vulnerabilidad Sismica de las Viviendas de adobe existentes y alternativas de rehabilitación, La Libertad, 2020

MUESTRA : TERRENO NATURAL

CANTERA : —

CALICATA : C-1

PROF. : 1.50

UBICACIÓN : Santa Cruz de Chuca - La Libertad

COORD. UTM : ESTE: NORTE:



MUESTREADO POR : Solicitante
ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A. M.
REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P.
HECHO POR : Geocons.srl
FECHA : 23/09/20

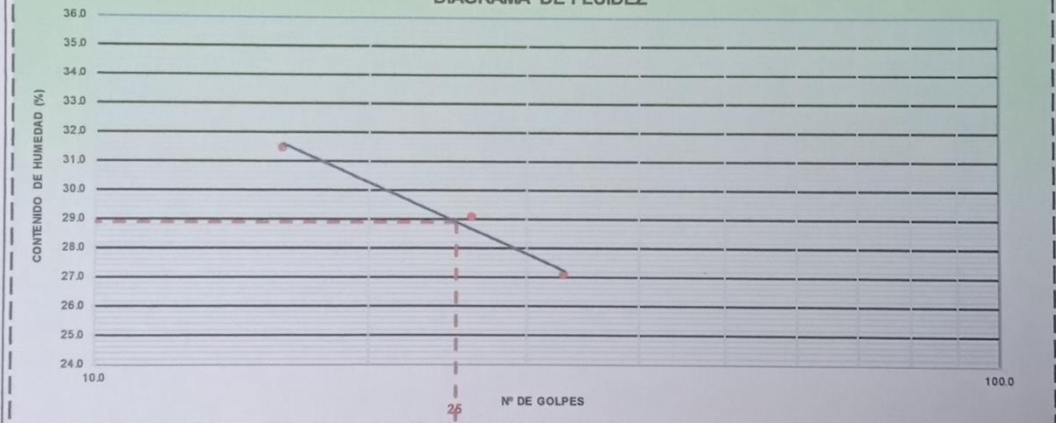
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	38.23	40.58	42.28
TARRO + SUELO SECO	31.98	35.22	37.02
AGUA	6.25	5.36	5.26
PESO DEL TARRO	12.12	15.80	17.80
PESO DEL SUELO SECO	19.86	18.42	19.42
% DE HUMEDAD	31.47	29.10	27.09
N° DE GOLPES	16	26	33

LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)

N° TARRO	1	2
TARRO + SUELO HÚMEDO	21.96	20.53
TARRO + SUELO SECO	20.61	19.02
AGUA	1.35	1.51
PESO DEL TARRO	14.81	12.50
PESO DEL SUELO SECO	5.80	6.52
% DE HUMEDAD	23.28	23.16

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	28.91
LÍMITE PLÁSTICO	23.22
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	5.69

OBSERVACIONES:

Tec. Responsable




Ing. Responsable

Demetrio Carranza Peña
DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL, CIP N° 191509
Especialista en Geotécnica

Supervisión

HUMEDAD NATURAL

MTC E 108, ASTM D2216-19

SOLICITANTE	: ALEX TRUJILLO GARCIA	 <p>GEOCONS SRL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS QUIMICOS</p> <p>MUESTREADO POR : Solicitante ENSAYADO POR : Tec: Carlos E. A. M. REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P. HECHO POR : Geocons.srl FECHA : 23/09/20</p>
PROYECTO	: Vulnerabilidad Sismica de las Viviendas de adobe existentes y alternativas de rehabilitación, La Libertad, 2020	
MUESTRA	: TERRENO NATURAL	
CANTERA	: —	
CALICATA	: C-1	
PROF.	: 1.50	
UBICACIÓN	: Santa Cruz de Chuca - La Libertad	
COORD. UTM	: ESTE: NORTE:	

DATOS

Nº de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	148.26		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	129.31		
Peso de Tara (gr.)	12.84		
Peso de Agua (gr.)	18.95		
Peso Mat. Seco (gr.)	116.47		
Humedad Natural (%)	16.27		
Promedio de Humedad (%)		16.3	

OBSERVACIONES:

Tec. Responsable		Ing. Responsable	 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING° CIVIL CIP N° 191909 Especialista en Geotecnia	Supervisor
-------------------------	---	-------------------------	--	-------------------

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

SOLICITANTE : ALEX TRUJILLO GARCIA

PROYECTO : Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas de adobe existentes y alternativas de rehabilitación, La Libertad, 2020

MUESTRA : TERRENO NATURAL

CANTERA : —

CALICATA : C-2

PROF. : 1.50

UBICACIÓN : Santa Cruz de Chuca - La Libertad

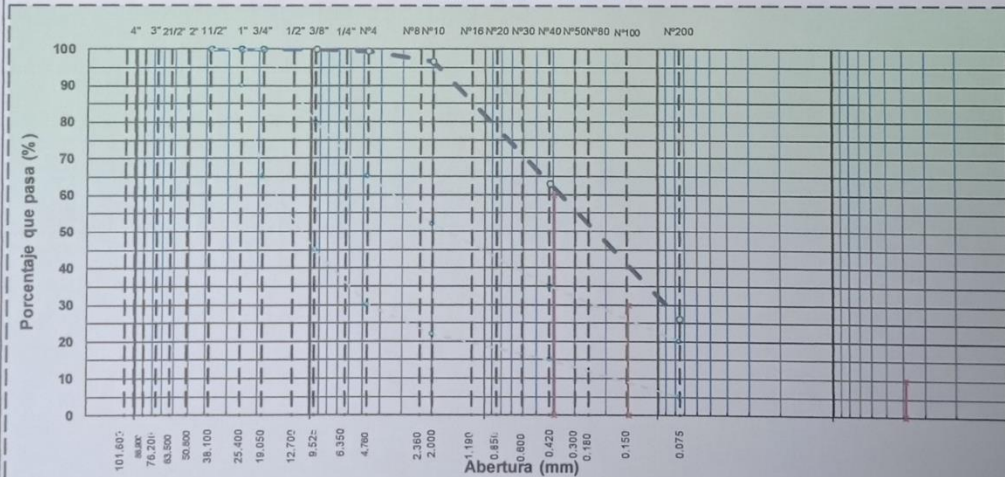
COORD. UTM : ESTE NORTE



MUESTREO POR : Solicitante
ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A. M.
REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P.
HECHO POR : Geocons srl
FECHA : 23/09/20

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	49	HUSO A	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
4 1/2"	114.300						PESO TOTAL = 1.500.0 gr	
4"	101.600						PESO GRAVA = 5.7 gr	
3 1/2"	88.900				100.0		PESO ARENA = 1100.1 gr	
3"	76.200				100.0		PESO FINO = 394.1 gr	
2 1/2"	63.500				100.0		LÍMITE LÍQUIDO = 36.7 %	
2"	50.800				100.0		LÍMITE PLÁSTICO = 25.2 %	
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	100.0		ÍNDICE PLÁSTICO = 11.5 %	
1"	25.400		0.0	0.0	100.0		CLASF. AASHTO = A-2-6 [0]	
3/4"	19.050		0.0	0.0	100.0		CLASF. SUCCS = SM	
1/2"	12.700		0.0	0.0	100.0		MAX DENS. SECA = (gr/cm3)	
3/8"	9.525		0.0	0.0	100.0		OPT. CONT. HUM. = %	
1/4"	6.350		0.0	0.0	100.0		CBR 0.1" (100%) = %	
# 4	4.760	5.7	0.4	0.4	99.6		CBR 0.2" (100%) = %	
# 8	2.360		0.0	0.4	99.6		% Grava = 0.4 %	
# 10	2.000	42.9	2.9	3.2	96.8		% Arena = 73.4 %	
# 20	0.850	130.0	8.7	11.9	88.1		% Fino = 26.3 %	
# 40	0.420	378.2	25.2	37.1	62.9		HUMEDAD NATURAL = 29.2 %	
# 50	0.300		0.0	37.1	62.9		Observaciones : A-2-6 Grava y arena arcillosa o limosa	
# 60	0.250	393.6	26.2	63.4	36.6			
# 100	0.150	98.5	6.6	69.9	30.1			
# 200	0.075	57.0	3.8	73.7	26.3			
< # 200	FONDO	394.1	26.3	100.0	0.0			
FRACCIÓN		1,494.3					Coef. Uniformidad - Índice de Consistencia	
TOTAL		1,500.0					Coef. Curvatura - 0.7	
Descripción suelo:	Arena limosa						Pot. de Expansión	Blando

CURVA GRANULOMÉTRICA



Tec. Responsable




Ing. Responsable

DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL, CIP N° 191809
Especialista en Geotécnica

Supervisión

LIMITES DE CONSISTENCIA
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 17e1 - AASHTO T-88 Y T-90

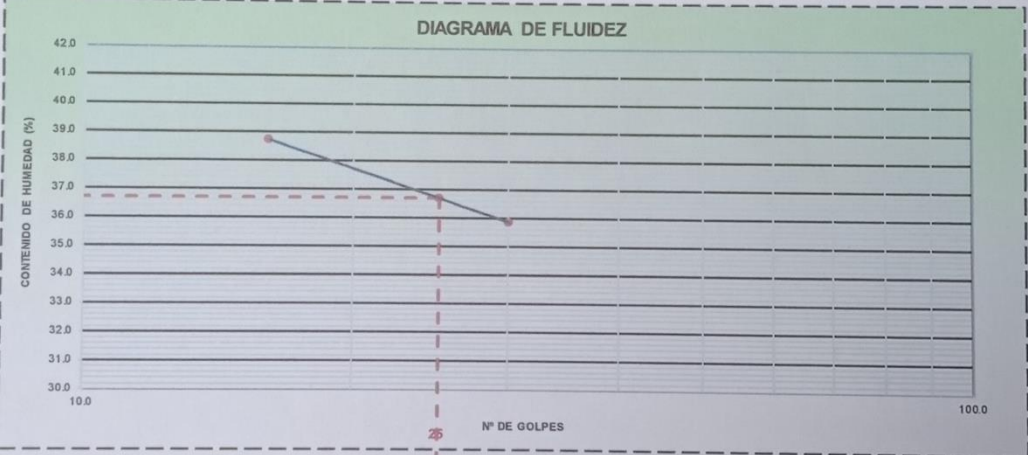
SOLICITANTE : ALEX TRUJILLO GARCIA
 PROYECTO : Vulnerabilidad Sismica de las Viviendas de adobe existentes y alternativas de rehabilitación, La Libertad, 2020
 MUESTRA : TERRENO NATURAL
 CANTERA : —
 CALICATA : C-2
 PROF. : 1.50
 UBICACIÓN : Santa Cruz de Chuca - La Libertad
 COORD. UTM : ESTE: NORTE:



MUESTREADO PO : Solicitante
 ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A. M.
 REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P.
 HECHO POR : Geocons srl
 FECHA : 23/09/20

LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)				
N° TARRO	1	2	3	
TARRO + SUELO HÚMEDO	35.87	37.28	34.42	
TARRO + SUELO SECO	29.44	31.12	28.83	
AGUA	6.43	6.16	5.59	
PESO DEL TARRO	12.84	14.34	13.24	
PESO DEL SUELO SECO	16.60	16.78	15.59	
% DE HUMEDAD	38.73	36.71	35.86	
N° DE GOLPES	16	25	30	

LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)				
N° TARRO	1	2		
TARRO + SUELO HÚMEDO	21.02	16.45		
TARRO + SUELO SECO	19.92	15.32		
AGUA	1.10	1.13		
PESO DEL TARRO	15.59	10.80		
PESO DEL SUELO SECO	4.33	4.52		
% DE HUMEDAD	25.40	25.00		




CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	36.70
LÍMITE PLÁSTICO	25.20
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	11.50

OBSERVACIONES:

<p>Tec. Responsable</p> 	<p>Ing. Responsable</p> <p align="center">  DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191609 Especialista en Geotecnia </p>	<p>Supervisión</p>
---	--	--------------------

HUMEDAD NATURAL

MTC E 108, ASTM D2216-19

SOLICITANTE : ALEX TRUJILLO GARCIA	 <p>MUESTREADO POR : Solicitante ENSAYADO POR : Tec: Carlos E. A. M. REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P. HECHO POR : Geocons srl FECHA : 23/09/20</p>
PROYECTO : Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas de adobe existentes y alternativas de rehabilitación, La Libertad, 2020	
MUESTRA : TERRENO NATURAL	
CANTERA : —	
CALICATA : C-2	
PROF. : 1.50	
UBICACIÓN : Santa Cruz de Chuca - La Libertad	
COORD. UTM : ESTE: NORTE:	

DATOS

Nº de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	157.10		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	124.23		
Peso de Tara (gr.)	11.64		
Peso de Agua (gr.)	32.87		
Peso Mat. Seco (gr.)	112.59		
Humedad Natural (%)	29.19		
Promedio de Humedad (%)		29.2	

OBSERVACIONES:

Tec. Responsable	Ing. Responsable	Supervisor
	 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

SOLICITANTE : ALEX TRUJILLO GARCIA

PROYECTO : Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas de adobe existentes y alternativas de rehabilitación, La Libertad, 2020

MUESTRA : TERRENO NATURAL

CANTERA : —

CALICATA : C-3

PROF. : 1.50

UBICACIÓN : Santa Cruz de Chuca - La Libertad

COORD. UTM : ESTE NORTE



MUESTREADO POR : Solicitante

ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A. M.

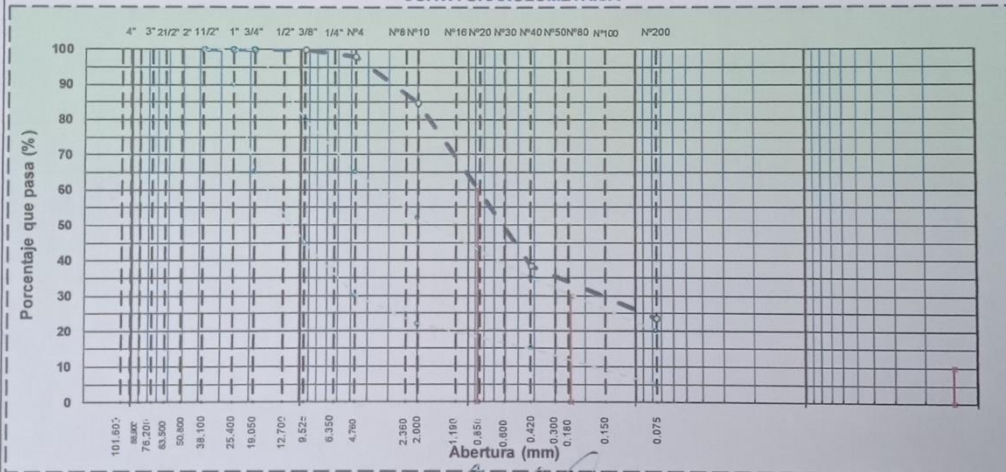
REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P.

HECHO POR : Geocons.srl

FECHA : 23/09/20

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	HUSO A	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
4 1/2"	114.300						PESO TOTAL = 1.500,0 gr	
4"	101.600						PESO GRAVA = 29,5 gr	
3 1/2"	88.900				100,0		PESO ARENA = 1115,4 gr	
3"	76.200				100,0		PESO FINO = 355,0 gr	
2 1/2"	63.500				100,0		LÍMITE LÍQUIDO = 28,2 %	
2"	50.800				100,0		LÍMITE PLÁSTICO = 21,5 %	
1 1/2"	38.100		0,0				ÍNDICE PLÁSTICO = 6,6 %	
1"	25.400		0,0	0,0	100,0		CLASF. AASHTO = A-2-4 (0)	
3/4"	19.050		0,0	0,0	100,0		CLASF. SUCCS = SC-SM	
1/2"	12.700		0,0	0,0	100,0		MAX DENS. SECA = (gr/cm ³)	
3/8"	9.525		0,0	0,0	100,0		OPT. CONT. HUM. = %	
1/4"	6.350		0,0	0,0	100,0		CBR 0.1" (100%) = %	
# 4	4.760	29,5	2,0	2,0	98,0		CBR 0.2" (100%) = %	
# 8	2.360		0,0	2,0	98,0		% Grava = 2,0 %	
# 10	2.000	199,6	13,3	15,3	84,7		% Arena = 74,4 %	
# 20	0.850	384,5	25,6	40,9	59,1		% Fino = 23,7 %	
# 40	0.420	312,3	20,8	61,7	38,3		HUMEDAD NATURAL = 26,8 %	
# 50	0.300		0,0	61,7	38,3		Observaciones :	
# 60	0.250	121,0	8,1	69,8	30,2		A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa	
# 100	0.150	62,6	4,2	74,0	26,0			
# 200	0.075	35,5	2,4	76,3	23,7			
< # 200	FONDO	355,0	23,7	100,0	0,0			
FRACCIÓN		1.470,5					Coef. Uniformidad = - Índice de Consistencia	
TOTAL		1.500,0					Coef. Curvatura = - 0,2	
Descripción suelo:	Arena arcillosa de baja plasticidad						Pot. de Expansión = Bajo	Muy Blando

CURVA GRANULOMÉTRICA



Tec. Responsable



Ing. Responsable

DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL CIP N° 191809
Especialista en Geotecnia

Supervisión

LIMITES DE CONSISTENCIA

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 17e1 - AASHTO T-89 Y T-90

SOLICITANTE : ALEX TRUJILLO GARCIA

PROYECTO : Vulnerabilidad Sismica de las Viviendas de adobe existentes y alternativas de rehabilitación, La Libertad, 2020

MUESTRA : TERRENO NATURAL

CANtera : —

CALICATA : C-3

PROF. : 1.50

UBICACIÓN : Santa Cruz de Chuca - La Libertad

COORD. UTM : ESTE NORTE



MUESTREADO PO : Solicitante
ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A. M.
REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P.
HECHO POR : Geocons srl
FECHA : 23/09/20

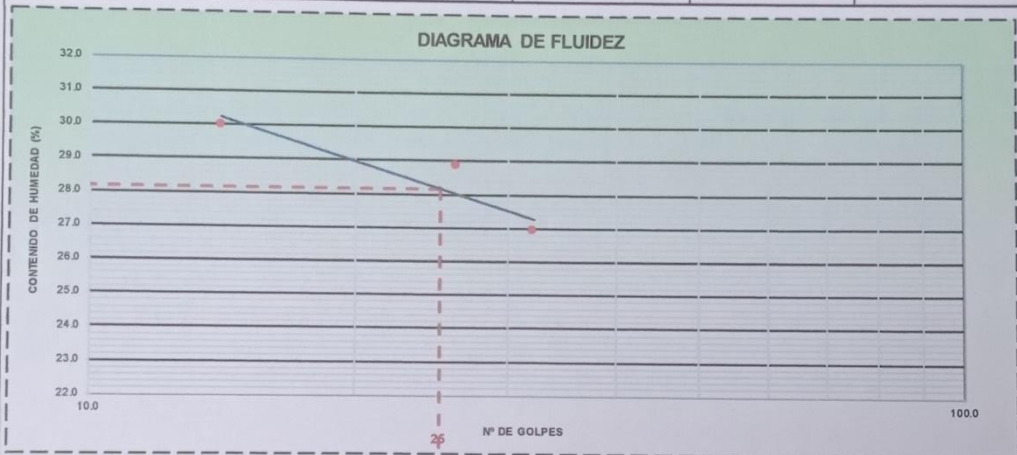
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA Nº 40)

Nº TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	38.23	36.52	40.23
TARRO + SUELO SECO	32.92	31.05	34.36
AGUA	5.31	5.47	5.87
PESO DEL TARRO	15.23	12.12	12.60
PESO DEL SUELO SECO	17.69	18.93	21.76
% DE HUMEDAD	30.02	28.90	26.98
Nº DE GOLPES	14	26	32

LÍMITE PLÁSTICO (MALLA Nº 40)

Nº TARRO	1	2
TARRO + SUELO HÚMEDO	19.42	18.21
TARRO + SUELO SECO	18.31	17.35
AGUA	1.11	0.86
PESO DEL TARRO	13.11	13.39
PESO DEL SUELO SECO	5.20	3.96
% DE HUMEDAD	21.35	21.72

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	28.17
LÍMITE PLÁSTICO	21.53
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	6.64

OBSERVACIONES:

Tec. Responsable




Ing. Responsable

DEMETRIO CARRANZA BENA
ING. CIVIL CIP Nº 181809
Especialista en Geotecnia

Supervisión

HUMEDAD NATURAL

MTC E 108, ASTM D2216-19

SOLICITANTE : ALEX TRUJILLO GARCIA	 <p>GEOCONS SRL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS QUIMICOS</p> <p>MUESTREADO POR : Solicitante ENSAYADO POR : Tec: Carlos E. A. M. REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P. HECHO POR : Geocons srl FECHA : 23/09/20</p>
PROYECTO : Vulnerabilidad Sismica de las Viviendas de adobe existentes y alternativas de rehabilitación, La Libertad, 2020	
MUESTRA : TERRENO NATURAL	
CANTERA : —	
CALICATA : C-3	
PROF. : 1.50	
UBICACIÓN : Santa Cruz de Chuca - La Libertad	
COORD. UTM : ESTE: NORTE:	

DATOS

Nº de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	122.83		
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	99.93		
Peso de Tara (gr.)	14.34		
Peso de Agua (gr.)	22.90		
Peso Mat. Seco (gr.)	85.59		
Humedad Natural (%)	26.76		
Promedio de Humedad (%)		26.8	

OBSERVACIONES:

Tec. Responsable	Ing. Responsable	Supervisor
	 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Especialista en Geotecnia	

SOLICITANTE	ALEX TRUJILLO GARCIA
PROYECTO	Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas de adobe existentes y alternativas de rehabilitación, La Libertad, 2020
UBICACIÓN	Santa Cruz de Chuca - La Libertad
FECHA	: 23/09/2020
MUESTRA	TERRENO NATURAL C-1
PROF.(m)	1.50

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura inicial:	23.9	mm	Altura inicial:	23.9	mm	Altura inicial:	23.9	mm
Lado de caja :	60.8	mm	Lado de caja :	60.8	mm	Lado de caja :	60.8	mm
Area inicial:	29.0	cm ²	Area inicial:	29.0	cm ²	Area inicial:	29.0	cm ²
Densidad Seca:	1.986	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.986	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.986	gr/cm ³
Humedad inic.:	16.3	%	Humedad inic.:	16.3	%	Humedad inic.:	28.9	%
Humedad Fin.:	16.3	%	Humedad Fin.:	33.7	%	Humedad Fin.:	35.2	%
Est. Normal :	0.51	kg/cm ²	Est. Normal :	1.02	kg/cm ²	Est. Normal :	2.04	kg/cm ²
Est. Corte:	0.55	kg/cm ²	Est. Corte:	0.70	kg/cm ²	Est. Corte:	0.91	kg/cm ²

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/e)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/e)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/e)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.16	0.03	0.07	0.16	0.09	0.11	0.16	0.14	0.08
0.33	0.08	0.20	0.33	0.18	0.23	0.33	0.22	0.13
0.49	0.10	0.24	0.49	0.24	0.30	0.49	0.26	0.16
0.66	0.15	0.36	0.66	0.30	0.37	0.66	0.31	0.19
0.82	0.18	0.44	0.82	0.34	0.42	0.82	0.35	0.22
0.99	0.22	0.54	0.99	0.38	0.46	0.99	0.39	0.24
1.15	0.26	0.64	1.15	0.41	0.50	1.15	0.41	0.25
1.32	0.29	0.72	1.32	0.45	0.55	1.32	0.45	0.28
1.48	0.30	0.74	1.48	0.49	0.59	1.48	0.51	0.31
1.64	0.32	0.79	1.64	0.52	0.63	1.64	0.57	0.35
1.81	0.35	0.85	1.81	0.55	0.67	1.81	0.63	0.38
1.97	0.37	0.90	1.97	0.57	0.70	1.97	0.68	0.41
2.14	0.39	0.95	2.14	0.60	0.73	2.14	0.73	0.44
2.30	0.41	1.01	2.30	0.63	0.77	2.30	0.76	0.47
2.47	0.43	1.04	2.47	0.66	0.80	2.47	0.77	0.47
2.63	0.44	1.07	2.63	0.66	0.80	2.63	0.81	0.49
2.80	0.47	1.13	2.80	0.67	0.81	2.80	0.82	0.50
2.96	0.49	1.19	2.96	0.68	0.81	2.96	0.84	0.51
3.13	0.51	1.24	3.13	0.70	0.84	3.13	0.87	0.52
3.29	0.53	1.27	3.29	0.69	0.83	3.29	0.89	0.54
3.45	0.55	1.31	3.45	0.69	0.83	3.45	0.91	0.55
3.62	0.55	1.33	3.62	0.70	0.84	3.62	0.91	0.55
3.78	0.56	1.33	3.78	0.69	0.83	3.78	0.90	0.54
3.95	0.56	1.35	3.95	0.70	0.83	3.95	0.91	0.55
4.11	0.57	1.36	4.11	0.70	0.83	4.11	0.91	0.54
4.28	0.57	1.35	4.28	0.69	0.83	4.28	0.90	0.54

OBSERVACIONES:

Muestra proporcionada por el solicitante y reducida en laboratorio a tamaño de ensayo
 Los tres especímenes de ensayo fueron obtenidos de muestra alterada
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de

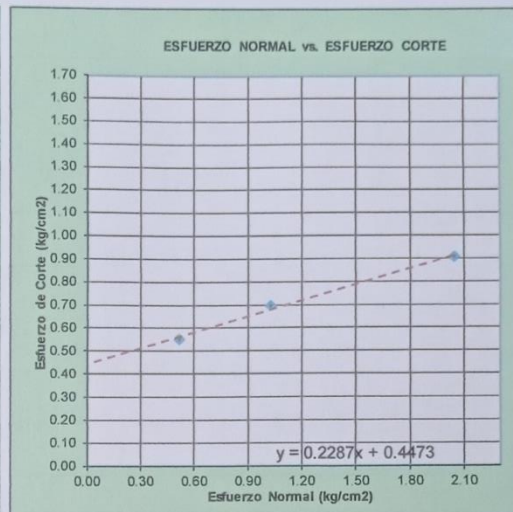
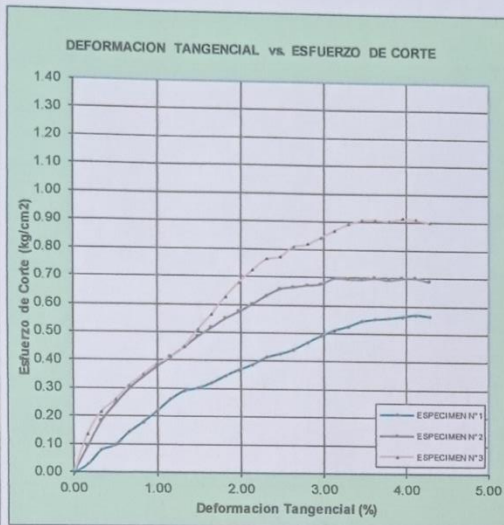


[Handwritten Signature]
DENISIO CARRANZA DE LA
 ING. CIVIL C-10-1988
 ESPECIALIDAD EN MATERIALES

SOLICITANTE ALEX TRUJILLO GARCIA
 PROYECTO Vulnerabilidad Sismica de las Viviendas de adobe existentes y alternativas de rehabilitación, La Libertad, 2020
 UBICACIÓN Santa Cruz de Chuca - La Libertad
 FECHA : 23/09/2020
 MUESTRA TERRENO NATURAL C-1
 PROF.(m) 1.5

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
 ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:

Cohesión © : 0.44 kg/cm²
 Angulo de fricción (φ) : 12.9°

OBSERVACIONES:

Muestra proporcionada por el solicitante y reducida en laboratorio a tamaño de ensayo
 Los tres especímenes de ensayo fueron obtenidos de muestra alterada
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de



Demetrio Carranza Peña
 DEMETRIO CARRANZA PEÑA
 ING. CIVIL CIP N° 191809
 Especialista en Geotecnia

SOLICITANTE: ALEX TRUJILLO GARCIA
 PROYECTO: Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas de adobe existentes y alternativas de rehabilitación, La Libertad, 2020
 UBICACIÓN: Santa Cruz de Chuca - La Libertad
 FECHA: 23/09/2020
 MUESTRA: TERRENO NATURAL / C-2
 PROF.(m): 1.50

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO
ASTM D3080**

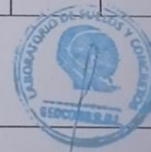
VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura inicial:	23.9	mm	Altura inicial:	23.9	mm	Altura inicial:	23.9	mm
Lado de caja:	60.8	mm	Lado de caja:	60.8	mm	Lado de caja:	60.8	mm
Area inicial:	29.0	cm ²	Area inicial:	29.0	cm ²	Area inicial:	29.0	cm ²
Densidad Seca:	1.875	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.875	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.444	gr/cm ³
Humedad Inic.:	29.2	%	Humedad Inic.:	29.2	%	Humedad Inic.:	3.8	%
Humedad Fin.:	29.2	%	Humedad Fin.:	29.2	%	Humedad Fin.:	29.2	%
Esf. Normal:	0.51	kg/cm ²	Esf. Normal:	1.02	kg/cm ²	Esf. Normal:	2.04	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.53	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.78	kg/cm ²	Esf. Corte:	1.01	kg/cm ²

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/σ)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/σ)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/σ)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.16	0.00	0.00	0.16	0.03	0.03	0.16	0.10	0.06
0.33	0.09	0.23	0.33	0.11	0.14	0.33	0.17	0.11
0.49	0.14	0.35	0.49	0.15	0.19	0.49	0.25	0.15
0.66	0.19	0.46	0.66	0.20	0.25	0.66	0.30	0.19
0.82	0.20	0.50	0.82	0.26	0.33	0.82	0.36	0.22
0.99	0.22	0.55	0.99	0.31	0.38	0.99	0.43	0.27
1.15	0.24	0.59	1.15	0.36	0.44	1.15	0.47	0.29
1.32	0.25	0.62	1.32	0.39	0.48	1.32	0.54	0.33
1.48	0.26	0.65	1.48	0.42	0.52	1.48	0.58	0.35
1.64	0.28	0.68	1.64	0.44	0.54	1.64	0.63	0.38
1.81	0.29	0.70	1.81	0.47	0.58	1.81	0.67	0.41
1.97	0.30	0.73	1.97	0.49	0.60	1.97	0.70	0.43
2.14	0.31	0.76	2.14	0.52	0.63	2.14	0.74	0.45
2.30	0.32	0.78	2.30	0.54	0.66	2.30	0.76	0.46
2.47	0.34	0.81	2.47	0.56	0.68	2.47	0.80	0.49
2.63	0.35	0.86	2.63	0.58	0.70	2.63	0.83	0.50
2.80	0.36	0.88	2.80	0.59	0.72	2.80	0.86	0.52
2.96	0.38	0.91	2.96	0.62	0.74	2.96	0.88	0.53
3.13	0.38	0.92	3.13	0.63	0.76	3.13	0.90	0.55
3.29	0.39	0.93	3.29	0.64	0.77	3.29	0.94	0.56
3.45	0.40	0.95	3.45	0.66	0.79	3.45	0.95	0.57
3.62	0.40	0.96	3.62	0.68	0.82	3.62	0.99	0.59
3.78	0.41	0.98	3.78	0.69	0.83	3.78	0.99	0.59
3.95	0.42	1.00	3.95	0.71	0.84	3.95	1.01	0.60
4.11	0.42	1.01	4.11	0.72	0.86	4.11	1.01	0.60
4.28	0.44	1.04	4.28	0.73	0.87	4.28	1.01	0.60
4.44	0.44	1.06	4.44	0.74	0.88	4.44	1.01	0.60
4.61	0.45	1.07	4.61	0.76	0.90	4.61	1.00	0.60
4.77	0.46	1.09	4.77	0.77	0.91	4.77	1.01	0.60
4.93	0.47	1.10	4.93	0.78	0.92	4.93	1.01	0.59
5.10	0.47	1.11	5.10	0.77	0.90	5.10	1.01	0.60
5.26	0.47	1.11	5.26	0.77	0.90	5.26	1.01	0.60
5.43	0.48	1.13	5.43	0.78	0.91	5.43	1.01	0.60
5.59	0.49	1.15	5.59	0.78	0.91	5.59	1.01	0.59
5.76	0.50	1.17	5.76	0.77	0.90	5.76	1.01	0.59
5.92	0.51	1.20	5.92	0.77	0.90	5.92	1.00	0.59
6.09	0.52	1.22	6.09	0.77	0.90	6.09	1.00	0.59
6.25	0.53	1.24	6.25	0.77	0.90			
6.41	0.53	1.24	6.41	0.77	0.90			
6.58	0.53	1.23	6.58	0.77	0.89			

OBSERVACIONES:

Muestra proporcionada por el geocons y reducida en laboratorio a tamaño de ensayo
 Los tres especímenes de ensayo fueron remoldeados con suelo pasante el tamiz N° 4 a densidad seca de 1.875 g/cm³
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de geocons



Demetrio Carranza Peña
 DEMETRIO CARRANZA PEÑA
 ING. CIVIL CIP N° 19460
 Especialista en Geotécnica

SOLICITANTE ALEX TRUJILLO GARCIA

PROYECTO Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas de adobe existentes y alternativas de rehabilitación, La Libertad, 2020

UBICACIÓN Santa Cruz de Chuca - La Libertad

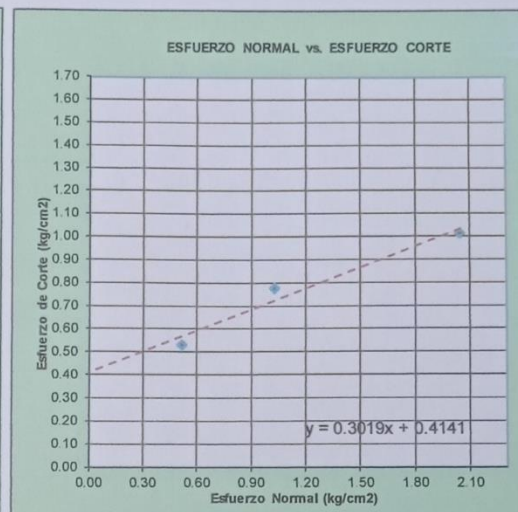
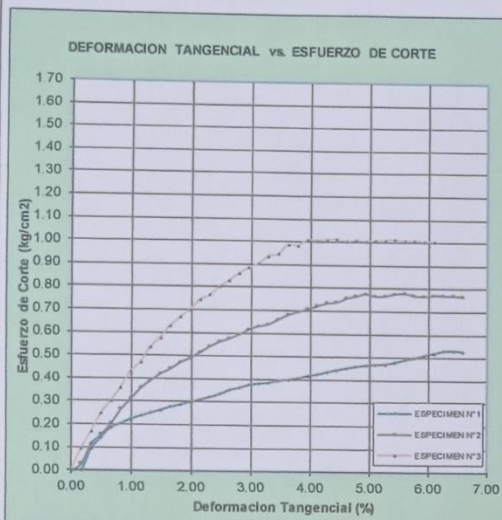
FECHA : 23/09/2020

MUESTRA TERRENO NATURAL / C-2

PROF.(m) 1.5

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:

Cohesión c : 0.41 kg/cm²

Angulo de fricción (ϕ) : 16.8°

OBSERVACIONES:

Muestra proporcionada por geocons y reducida en laboratorio a tamaño de ensayo

Los tres especímenes de ensayo fueron remoldeados con suelo pasante el tamiz N° 4 a densidad seca de 1.875 g/cm³

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de geocons



Demetrio Carranza Peña

DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL CIP N° 191809
Especialista en Geotecnia

SOLICITANTE	ALEX TRUJILLO GARCIA
PROYECTO	Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas de adobe existentes y alternativas de rehabilitación, La Libertad, 2020
UBICACIÓN	Santa Cruz de Chuca - La Libertad
FECHA	23/09/2020
MUESTRA PROF.(m)	TERRENO NATURAL / C-3 1.50

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura inicial:	23.9	mm	Altura inicial:	23.9	mm	Altura inicial:	23.9	mm
Lado de caja :	60.8	mm	Lado de caja :	60.8	mm	Lado de caja :	60.8	mm
Área inicial:	29.0	cm ²	Área inicial:	29.0	cm ²	Área inicial:	29.0	cm ²
Densidad Seca:	1.894	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.894	gr/cm ³	Densidad Seca:	2.008	gr/cm ³
Humedad Inic.:	26.8	%	Humedad Inic.:	26.8	%	Humedad Inic.:	7.4	%
Humedad Fin.:	26.8	%	Humedad Fin.:	26.8	%	Humedad Fin.:	26.8	%
Est. Normal :	0.51	kg/cm ²	Est. Normal :	1.02	kg/cm ²	Est. Normal :	2.04	kg/cm ²
Est. Corte:	0.57	kg/cm ²	Est. Corte:	0.84	kg/cm ²	Est. Corte:	1.05	kg/cm ²

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (v/e)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (v/e)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (v/e)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.16	0.12	0.29	0.16	0.13	0.16	0.16	0.17	0.11
0.33	0.16	0.39	0.33	0.20	0.25	0.33	0.28	0.18
0.49	0.23	0.57	0.49	0.27	0.33	0.49	0.38	0.24
0.66	0.27	0.67	0.66	0.33	0.41	0.66	0.44	0.27
0.82	0.33	0.81	0.82	0.38	0.47	0.82	0.56	0.35
0.99	0.38	0.93	0.99	0.43	0.53	0.99	0.65	0.40
1.15	0.43	1.05	1.15	0.51	0.63	1.15	0.72	0.45
1.32	0.47	1.16	1.32	0.57	0.70	1.32	0.79	0.49
1.48	0.49	1.21	1.48	0.62	0.76	1.48	0.85	0.52
1.64	0.52	1.26	1.64	0.67	0.81	1.64	0.89	0.55
1.81	0.53	1.30	1.81	0.71	0.86	1.81	0.94	0.57
1.97	0.54	1.32	1.97	0.74	0.90	1.97	0.94	0.58
2.14	0.55	1.34	2.14	0.76	0.92	2.14	0.96	0.59
2.30	0.56	1.35	2.30	0.78	0.95	2.30	0.97	0.59
2.47	0.56	1.36	2.47	0.80	0.97	2.47	0.97	0.59
2.63	0.57	1.37	2.63	0.81	0.99	2.63	0.99	0.60
2.80	0.57	1.38	2.80	0.82	1.00	2.80	1.00	0.61
2.96	0.57	1.37	2.96	0.83	1.00	2.96	1.03	0.62
3.13	0.57	1.37	3.13	0.84	1.01	3.13	1.04	0.63
3.29	0.57	1.37	3.29	0.84	1.01	3.29	1.04	0.63
3.45	0.57	1.36	3.45	0.84	1.00	3.45	1.05	0.63
3.62	0.57	1.36	3.62	0.84	1.00	3.62	1.04	0.62
3.78	0.57	1.36	3.78	0.84	1.00	3.78	1.05	0.63
3.95	0.57	1.35	3.95	0.83	1.00	3.95	1.05	0.63
4.11	0.56	1.34	4.11	0.83	0.99	4.11	1.05	0.63

OBSERVACIONES:

Muestra proporcionada por el solicitante y reducida en laboratorio a tamaño de ensayo

Los tres especímenes de ensayo fueron remoldeados con suelo pasante al tamiz N° 4 a densidad seca = 1.892g/cm³

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de

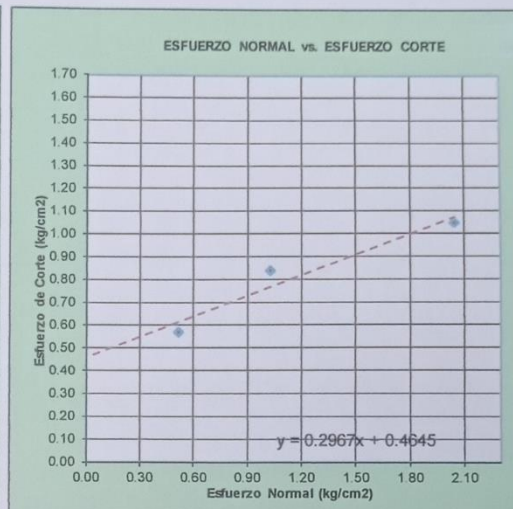
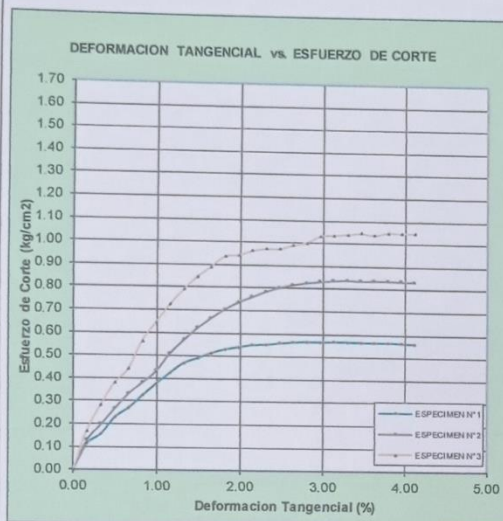


Denitro Carranza Benín
DENITRO CARRANZA BENÍN
ING. CIVIL, C.P. N° 181005

SOLICITANTE ALEX TRUJILLO GARCIA
 PROYECTO Vulnerabilidad Sismica de las Viviendas de adobe existentes y alternativas de rehabilitación, La Libertad, 2020
 UBICACIÓN Santa Cruz de Chuca - La Libertad
 FECHA : 23/09/2020
 MUESTRA TERRENO NATURAL / C-3
 PROF.(m) 1.5

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
 ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:

Cohesión c : 0.46 kg/cm²
 Angulo de fricción (ϕ) : 16.5°

OBSERVACIONES:

Muestra proporcionada por el solicitante y reducida en laboratorio a tamaño de ensayo
 Los tres especímenes de ensayo fueron remoldeados con suelo pasante el tamiz N° 4 a densidad seca de 1.892g/cm³
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de



Demetrio Carranza Peña
 DEMETRIO CARRANZA PEÑA
 ING° CIVIL CIP N° 191809
 Especialista en Geotecnia

ANEXO 8: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LT - 056 - 2019

Página 1 de 3

1. Expediente	1113-2019	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solidante	GEÓCONS GEOMÁTICA CONSTRUCCION Y	
3. Dirección	MZA. P LOTE. 13 A.H. VILLA JUDICIAL - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD.	
4. Equipo	HORNO	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Alcance Máximo	300 °C	
Marca	PERUTEST	
Modelo	PT-H76	
Número de Serie	Q122	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	NO INDICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	20 °C a 300 °C	20 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMOMETRO DIGITAL

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2019-09-09

Fecha de Emisión: 2019-09-09

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LT - 056 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de temperatura de PERUTEST S.A.C.

Jr. La Madrid Mz. E Lote 14 Urb Los Olivos - San Martín De Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21	21.2
Humedad Relativa	65 %	65 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
SAT - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-014	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LT-1145-2018
METROIL - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-001	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO; HTC-8	T-1695-2019

10. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.

- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LT - 056 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 21.1 °C
 Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
 El controlador se seteo en 110
 Tolerancia: ± 5 °C

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T.prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	109.0	107.1	111.0	112.4	109.0	109.7	109.0	112.4	112.4	109.7	110.2	5.3
02	110.0	108.6	107.1	109.7	112.4	108.6	109.7	108.6	113.0	113.0	109.7	110.0	5.9
04	110.0	108.6	106.9	111.3	112.6	108.6	109.6	108.6	112.6	112.6	109.6	110.1	5.7
06	110.0	108.6	107.0	110.5	112.6	108.6	109.7	108.6	112.4	112.6	109.7	110.0	5.6
08	110.0	109.0	107.1	111.0	112.4	109.0	109.7	109.0	113.0	112.4	109.7	110.2	5.9
10	110.0	108.6	107.0	109.7	112.4	108.6	109.6	108.6	112.6	113.0	109.6	110.0	6.0
12	110.0	108.6	107.1	111.0	112.6	108.6	109.7	108.6	112.6	112.6	109.7	110.1	5.5
14	110.0	109.0	106.9	109.7	112.6	109.0	109.7	109.0	113.0	112.6	109.7	110.1	6.1
16	110.0	108.6	107.0	111.3	112.4	108.6	109.6	108.6	112.6	112.4	109.6	110.1	5.6
18	110.0	109.0	107.1	110.5	112.6	109.0	109.7	109.0	113.0	113.0	109.7	110.3	5.9
20	110.0	108.6	107.1	111.3	112.6	108.6	109.7	108.6	112.6	112.6	109.7	110.1	5.5
22	110.0	108.6	107.1	110.5	112.6	108.6	109.6	108.6	112.6	112.6	109.6	110.0	5.5
24	110.0	108.6	106.9	111.0	112.4	108.6	109.7	108.6	113.0	112.6	109.7	110.1	6.1
26	110.0	108.6	107.0	109.7	112.4	108.6	109.7	108.6	112.4	112.4	109.7	109.9	5.4
28	110.0	108.6	106.9	111.3	112.4	108.6	109.6	108.6	113.0	113.0	109.6	110.2	6.1
30	110.0	109.0	107.0	110.5	112.4	109.0	109.7	109.0	112.4	112.4	109.7	110.1	5.4
32	110.0	108.6	107.1	111.0	112.6	108.6	109.7	108.6	113.0	113.0	109.7	110.2	5.9
34	110.0	109.0	107.0	109.7	112.6	109.0	109.6	109.0	112.6	112.6	109.6	110.1	5.6
36	110.0	108.6	107.1	111.3	112.6	108.6	109.7	108.6	112.6	112.6	109.7	110.1	5.5
38	110.0	108.6	107.1	110.5	112.6	108.6	109.7	108.6	113.0	113.0	109.7	110.1	5.9
40	110.0	109.0	106.9	111.0	112.6	109.0	109.6	109.0	112.6	112.6	109.6	110.2	5.7
42	110.0	108.6	107.0	109.7	112.4	108.6	109.7	108.6	112.6	112.4	109.7	109.9	5.6
44	110.0	108.6	109.0	111.0	112.6	108.6	109.7	108.6	112.6	113.0	109.7	110.1	6.0
46	110.0	108.6	107.1	109.7	112.6	108.6	109.6	108.6	112.6	112.6	109.6	110.0	5.5
48	110.0	109.0	107.1	111.3	112.6	109.0	109.7	109.0	112.4	112.6	109.7	110.2	5.5
50	110.0	108.6	106.9	110.5	112.4	108.6	109.7	108.6	113.0	112.4	109.7	110.0	6.1
52	110.0	108.6	107.0	111.3	112.6	108.6	109.6	108.6	112.4	113.0	109.6	110.1	6.0
54	110.0	108.6	107.1	111.0	112.6	108.6	109.6	108.6	113.0	112.6	109.6	110.1	5.9
56	110.0	108.6	107.1	109.7	112.6	108.6	109.7	108.6	112.6	112.6	109.7	110.0	5.5
58	110.0	109.0	106.9	111.3	112.6	109.0	109.7	109.0	112.6	113.0	109.7	110.3	6.1
60	110.0	108.6	107.0	110.5	112.6	108.6	109.6	108.6	113.0	112.6	109.6	110.1	6.0
T.PROM	110.0	108.7	107.0	110.5	112.5	108.7	109.7	108.7	112.7	112.7	109.7	110.1	
T.MAX	110.0	109.0	107.1	111.3	112.6	109.0	109.7	109.0	113.0	113.0	109.7		
T.MIN	110.0	108.6	106.9	109.7	112.4	108.6	109.6	108.6	112.4	112.4	109.6		
DTT	0.0	0.4	0.2	1.6	0.2	0.4	0.1	0.4	0.6	0.6	0.1		



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LT - 056 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	113.0	11.3
Mínima Temperatura Medida	106.9	0.0
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.5	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	5.7	7.1
Estabilidad Medida (±)	0.8	0.04
Uniformidad Medida	6.1	7.1

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima

Correo: Calle Sishu Pasa Nro. 1229 - La Victoria - Chelva - Lambayeque



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

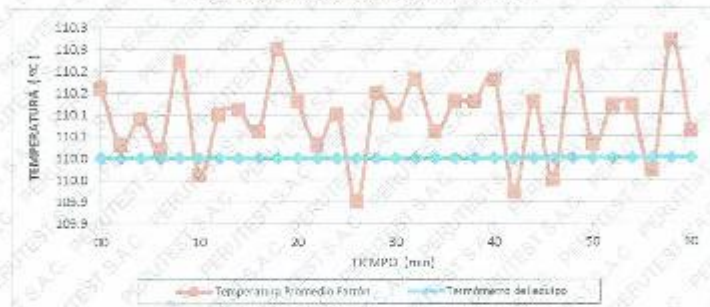
PT - LT - 056 - 2019

Área de Metrología

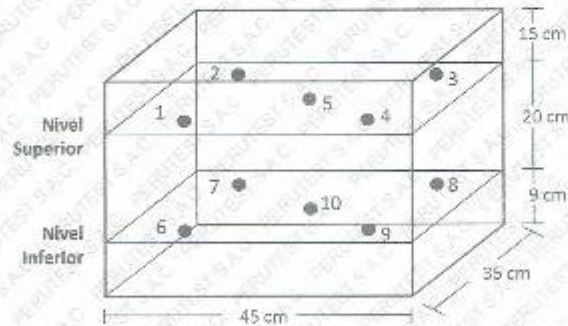
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$



DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 6 cm de las paredes laterales y a 6 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Hin del documento



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 086 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	1113-2019	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	GEOCONS GEOMATICA CONSTRUCCION Y CONSULTORIA S.R.L.	
3. Dirección	MZA. P LOTE. 13 A.H. VILLA JUDICIAL - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD.	
4. Equipo	PRESA DE CONCRETO	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad	120000 kgf	
Marca	PERUTEST	
Modelo	PC-120	
Número de Serie	1057	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Procedencia	PERU	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIWEIGHT	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Modelo	315-X5P	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	10 kgf	
Ubicación	NO INDICA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2019-09-19	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-09-20

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Ollvos - San Martín de Porres - Lima

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 086 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." Julio 2006.

7. Lugar de calibración

En el laboratorio de Fuerza de PERUTEST S.A.C.
Jr. La Madrid Mz. E Lote 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22.0 °C	22.0 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE-272-18

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autocadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.





PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 086 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 2

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_e (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	10000	10020	10020	10032	10024
20	20000	20061	20073	20061	20064
30	30000	30110	30117	30110	30112
40	40000	40325	40118	40118	40121
50	50000	50155	50148	50148	50151
60	60000	60384	60175	60175	60179
70	70000	70198	70190	70181	70192
80	80000	80223	80232	80223	80225
90	100000	100248	100238	100248	100246
100	120000	120310	120321	120289	120310
Retorno a Cero		0.0	-0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud τ (%)	Repetibilidad σ (%)	Reversibilidad ν (%)	Resol. Relativa α (%)	
10000	-0.24	0.11	-0.06	0.10	0.58
20000	-0.32	0.06	0.06	0.05	0.58
30000	-0.37	0.02	0.02	0.05	0.58
40000	-0.30	0.02	-0.02	0.03	0.57
50000	-0.30	0.02	-0.02	0.02	0.57
60000	0.30	0.01	-0.01	0.02	0.57
70000	0.27	0.02	-0.01	0.01	0.57
80000	0.28	0.01	0.01	0.01	0.57
100000	0.24	0.01	-0.01	0.01	0.57
120000	0.26	0.02	0.01	0.01	0.57

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (ϵ_0) 0.00 %

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Ollivos - San Martín de Porres - Lima



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

INFORME DE VERIFICACIÓN

PT - IV - 0341 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Longitud

Página 1 de 8

1. Expediente	1113-2019	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	GEOCONS GEOMATICA CONSTRUCCION	
3. Dirección	MZA. P LOTE. 13 A.H. VILLA JUDICIAL - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD.	
4. Instrumento de medición	EQUIPO LÍMITE LÍQUIDO (CAZUELA CASAGRANDE)	Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Marca	PERUTEST	
Modelo	PT-CC	
Procedencia	PERÚ	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Número de Serie	037	
Código de Identificación	NO INDICA	
Tipo de contador	ANALÓGICO	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Verificación	2019-09-09	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-09-09


MANDEL ALEJANDRO ALTAGA TORRES



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS · MATERIALES · CONCRETOS · ASFALTOS · ROCAS · FÍSICA · QUÍMICA

RUC N° 20602182721

INFORME DE VERIFICACIÓN

PT - IV - 0341 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional ASTM D4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

7. Lugar de Verificación

En el Laboratorio de Longitud de PERUTEST S.A.C.
Jr. La Madrid Mz. E Lt 14 Urb. Los Olivos - San Martín De Porres - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21 °C	21 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL de 200 mm MARCA: INSIZE	L-0470-2019
INACAL	BLOQUES PATRON DE LONGITUD MARCA: INSIZE	LLA-C-070-2018
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1695-2019

10. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICACIÓN.
(* Serie grabado en el instrumento)



INFORME DE VERIFICACIÓN

PT - IV - 0341 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

DIMENSIONES DE LA BASE DE GOMA DURA

Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)
52,18	149,90	125,49

HERRAMIENTA DE RANURADO

EXTREMO CURVADO		
Espesor (mm)	Borde Cortante (mm)	Ancho (mm)
10,00	1,99	13,01

DIMENSIONES DE LA COPA

Radio de la copa (mm)	Espesor de la copa (mm)	Altura desde la guía del elevador hasta la base (mm)
46,80	1,99	47,01

Fin del Documento



Trujillo, 23 de setiembre del 2020

COTIZACION N° 103-2020-GEOCONS

RUC : 20539863666

Señor: ALEX TRUJILLO

Asunto: **PRESUPUESTO ENSAYOS DE LABORATORIO A MUESTRAS DE SUELO - Y ENSAYO A COMPRESION DE ADOBE PROYECTO: VIVIENDAS DE EXISTENTES Y ALTERNATIVAS DE REHABILITACION 2020**

Item	Descripción	Und.	Cantidad	Precio \$.	Parcial \$.
01.00	ENSAYOS VARIOS				
01.01	Corte directo	calicata	3.00	350.00	1050.00
01.02	Granulometria (incluye limites, humedad y clasificacion)	calicata	3.00	60.00	180.00
01.03	ensayo de compresion - adobe	calicata	10.00	30.00	300.00

Costo no incluye IGV

1530.00

Son: Mil Quinientos Treinta con 00/100 soles

Descuento 130 soles; total a pagar 1400 soles



GEOCONS SRL

LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUÍMICOS

NOTAS:

1. El costo no incluye IGV
2. para iniciar con el servicio se requiere el 50% del monto total, por anticipado
3. tiempo de entrega 10 días calendario

Cuenta de Ahorros Banco Continental: **0011 0030 0200038550**
Para Transferencia Interbancaria C.C.I: **011 030 000200038550 45**
Cuenta de retención Banco Nación: **00-741-534797**

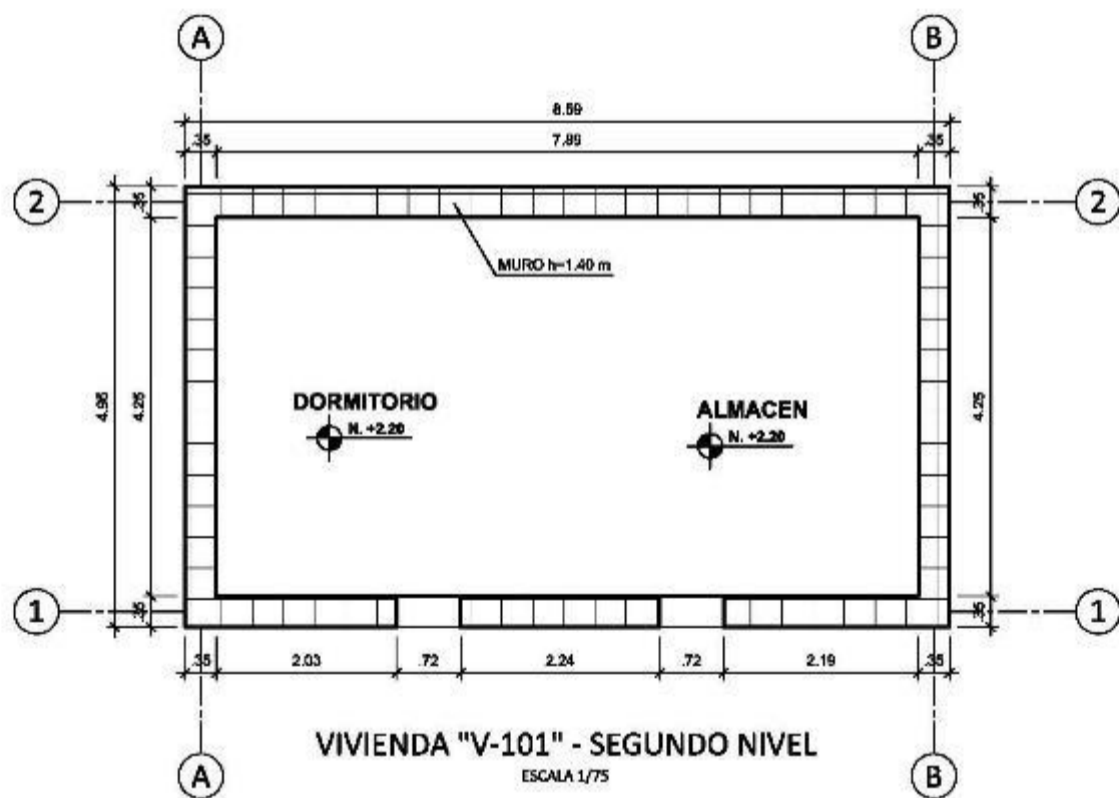
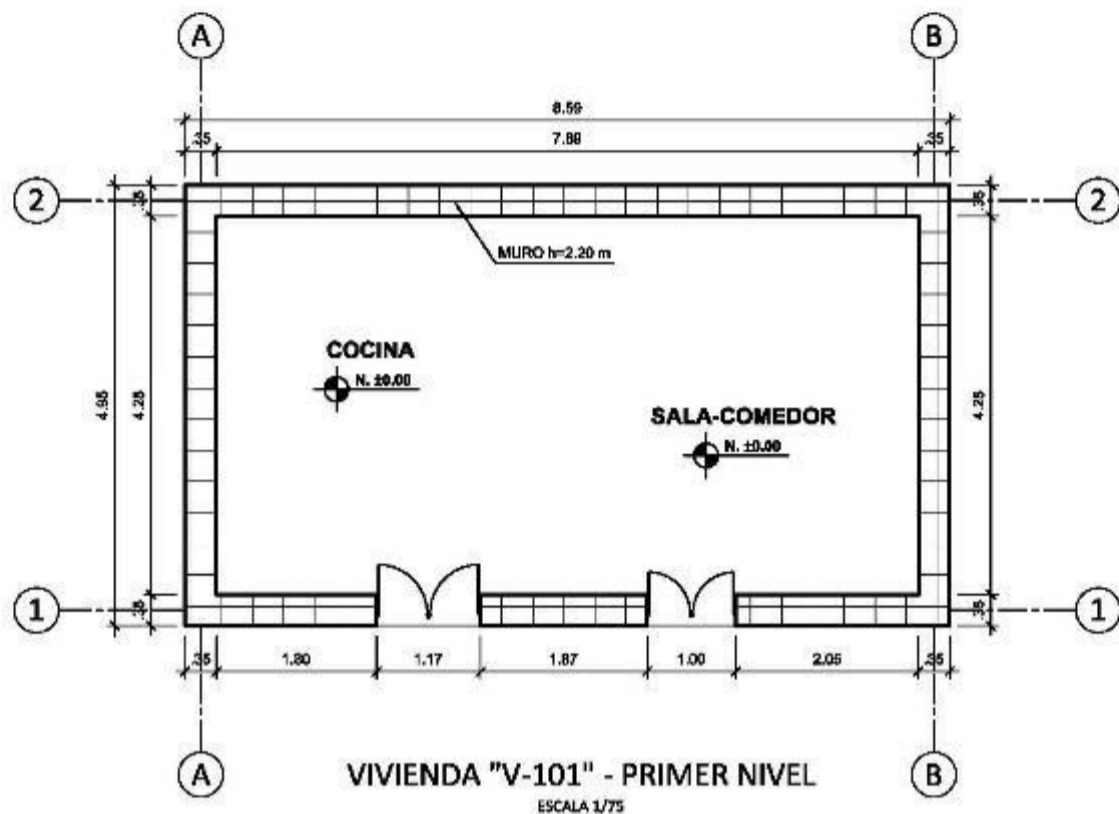



DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL CIP N° 151805
Especialista en Geotecnia

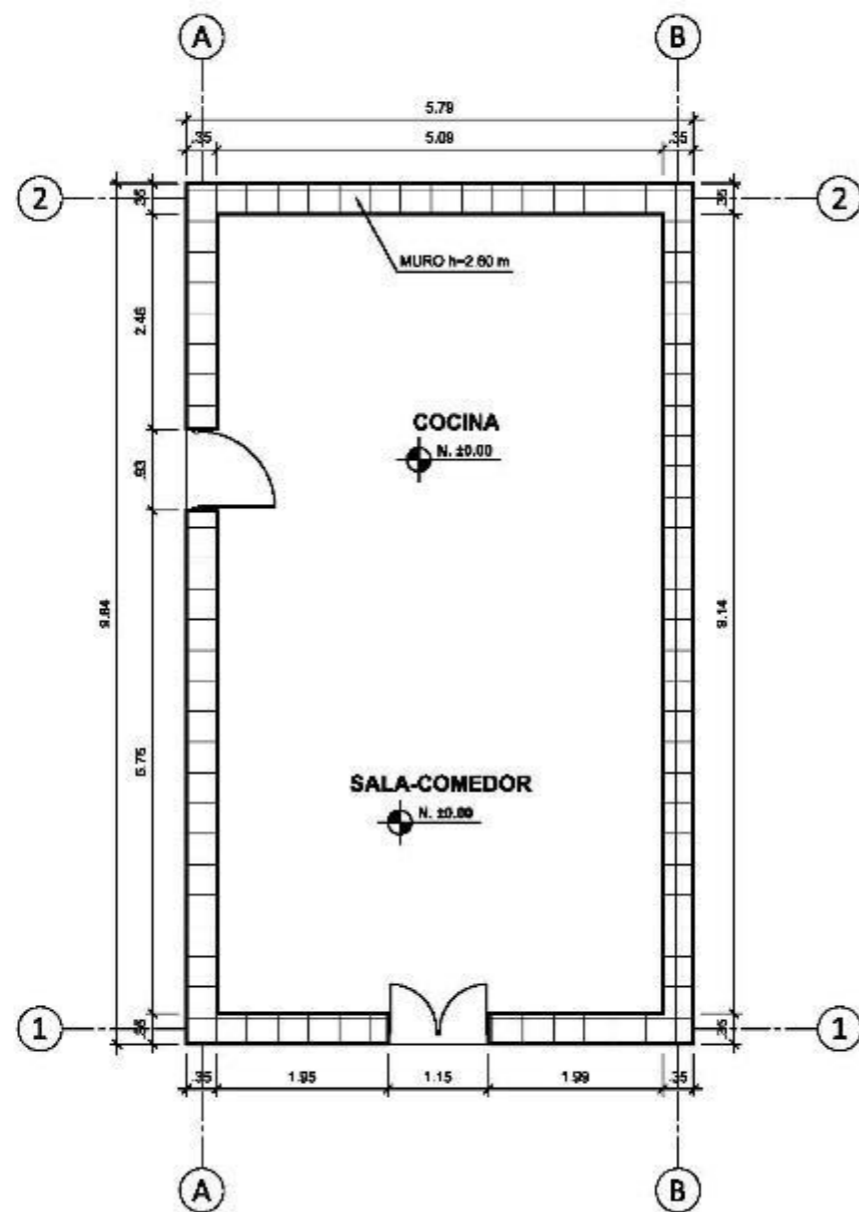
Email: Geocons.srl@gmail.com; <http://www.geoconsperu.com/> ;

Av. Sta. Teresa de Jesús Mz. E2 L 09 Urb. Monserrate - Trujillo, Cel: 949908409

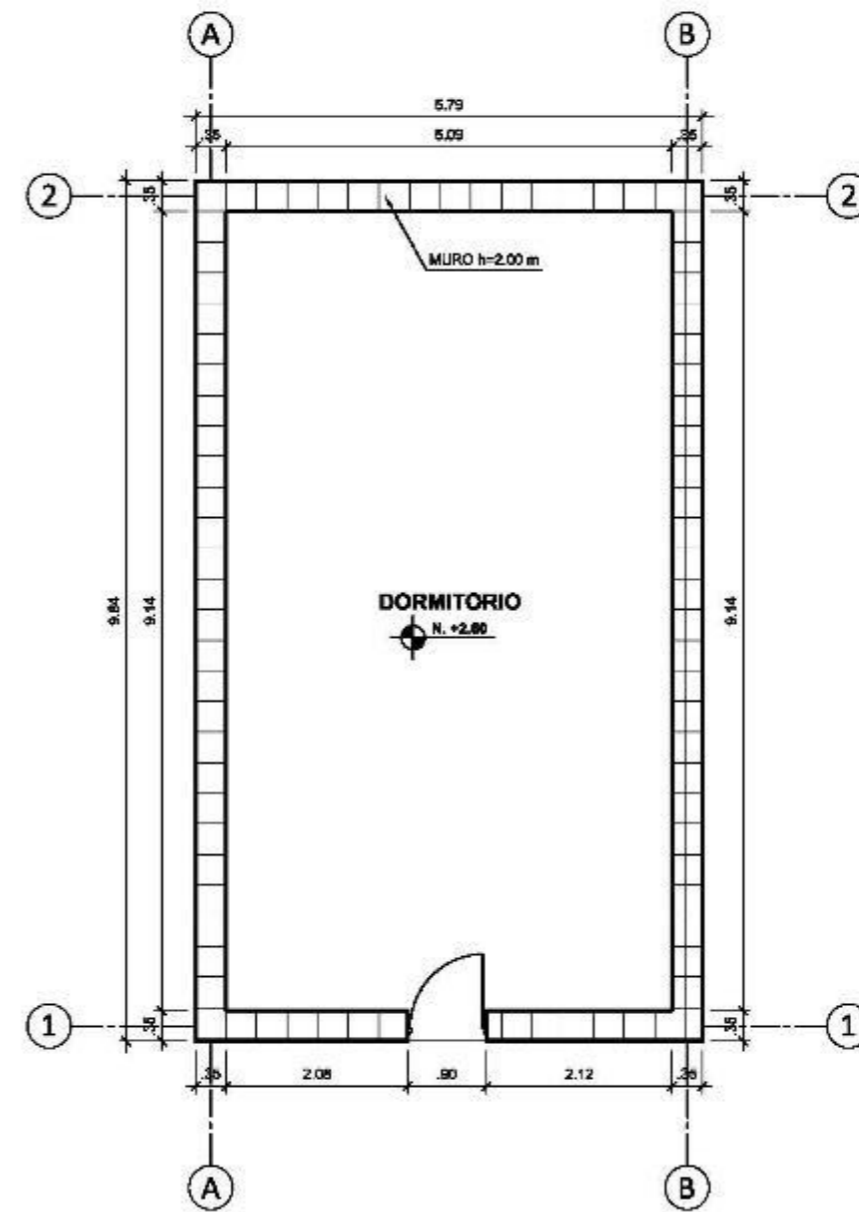
Anexo 10: Planos de las viviendas existentes



TITULO DEL PROYECTO: VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS ADOBE EXISTENTES Y ALTERNATIVAS DE REHABILITACION EN EL DISTRITO DE SANTA CRUZ DE CHUCA, 2020		CODIGO: V-101
ESTUDIANTE: ALEX TRUJILLO GARCIA	UBICACION: SGO. DE CHUCO-LA LIBERTAD	LAMINA: A-1
ASESOR: ING. JOSE L. BENITES	ETAPA: DES. PROY. DE INVEST.	FECHA: OCTUBRE 2020



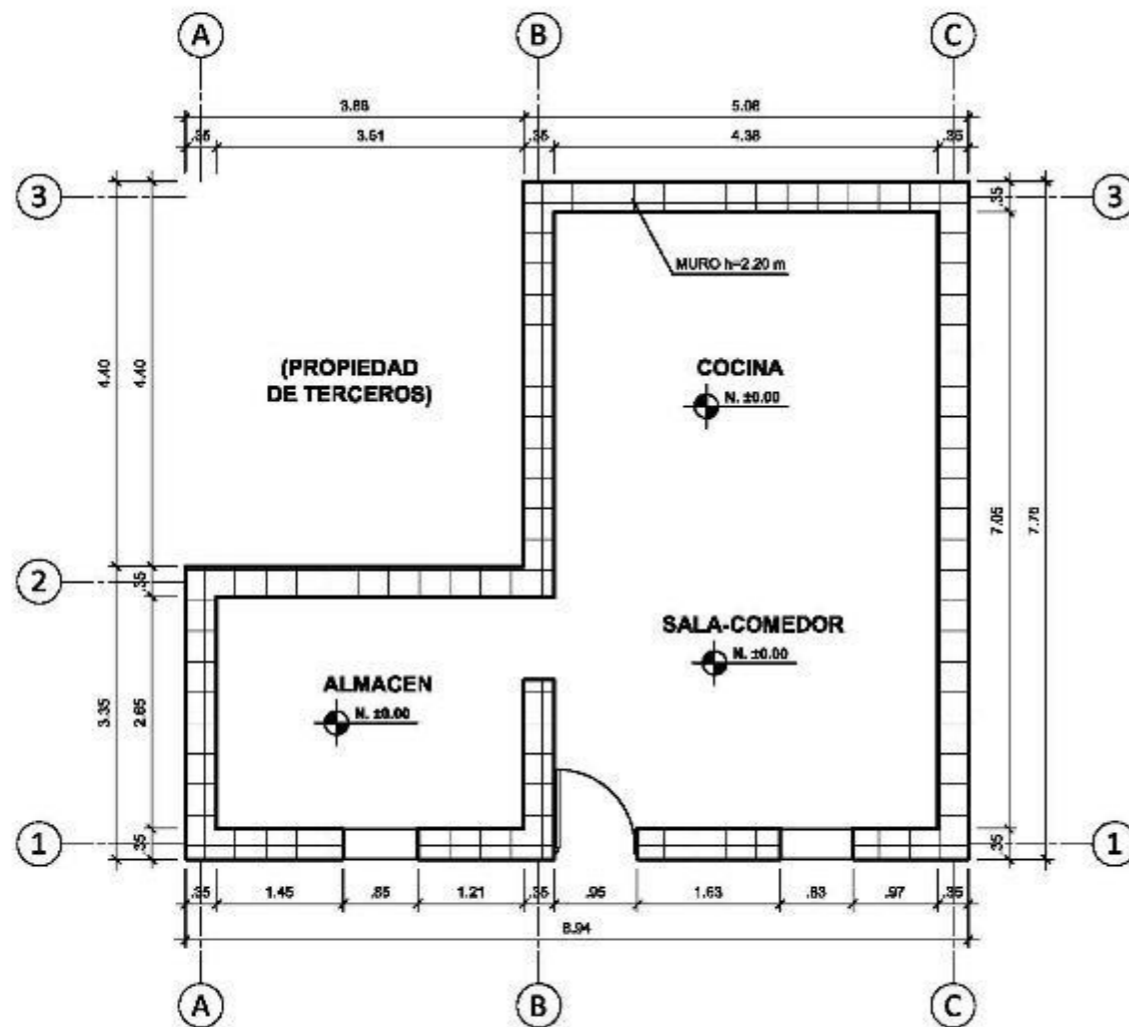
VIVIENDA "V-102" - PRIMER NIVEL
ESCALA 1/75



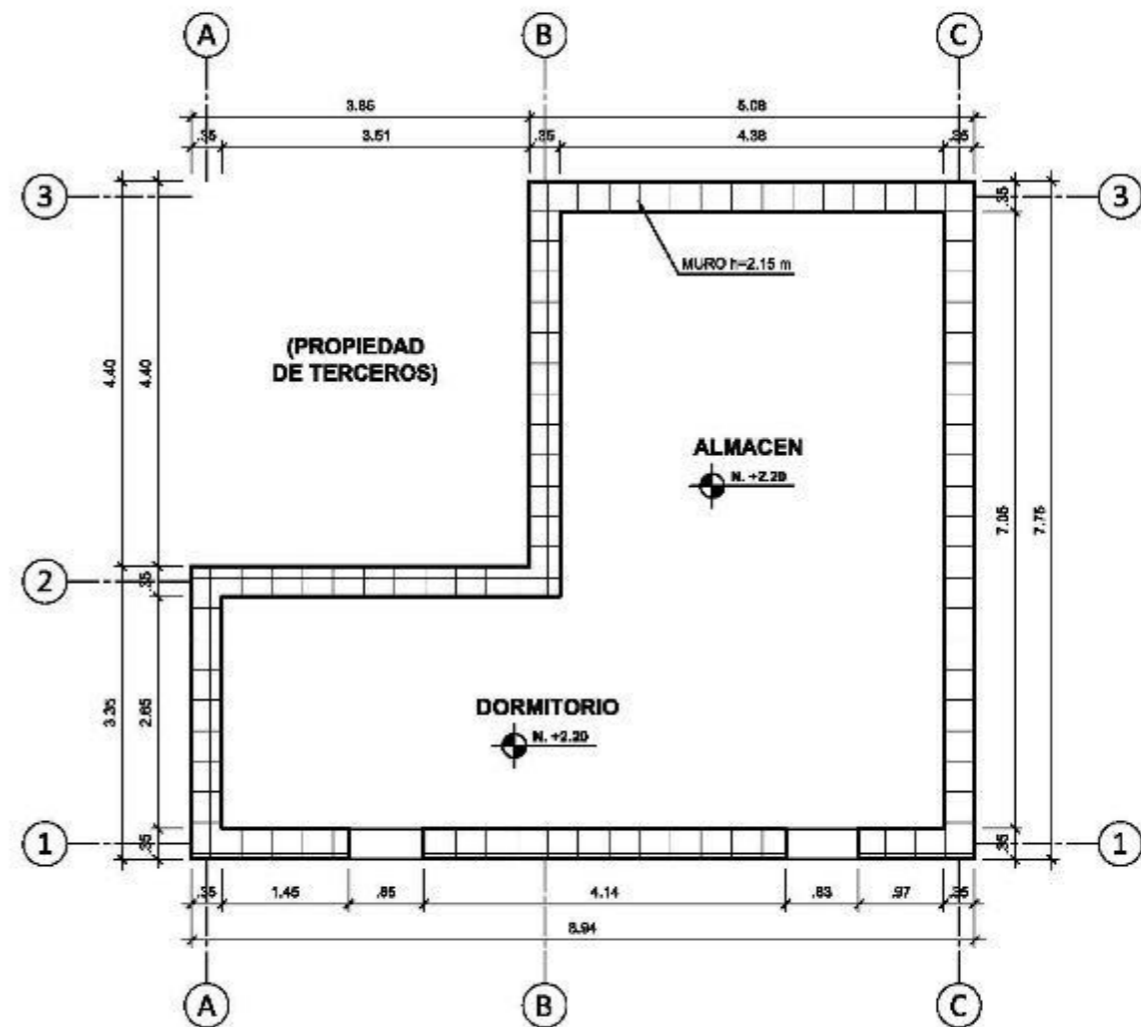
VIVIENDA "V-102" - SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1/75



TITULO DEL PROYECTO: VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS ADOBE EXISTENTES Y ALTERNATIVAS DE REHABILITACION EN EL DISTRITO DE SANTA CRUZ DE CHUCA, 2020		CODIGO: V-102
ESTUDIANTE: ALEX TRUJILLO GARCIA	UBICACION: SGO. DE CHUCO-LA LIBERTAD	LAMINA: A-2
ASESOR: ING. JOSE L. BENITES	ETAPA: DES. PROY. DE INVEST.	FECHA: OCTUBRE 2020



VIVIENDA "V-103" - PRIMER NIVEL
ESCALA 1/75



VIVIENDA "V-103" - SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1/75



TITULO DEL PROYECTO:

VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS ADOBE EXISTENTES
Y ALTERNATIVAS DE REHABILITACION EN EL DISTRITO DE SANTA CRUZ DE CHUCA, 2020

ESTUDIANTE:

ALEX TRUJILLO GARCIA

UBICACION:

SGO. DE CHUCO-LA LIBERTAD

ASESOR:

ING. JOSE L. BENITES

ETAPA:

DES. PROY. DE INVEST.

FECHA:

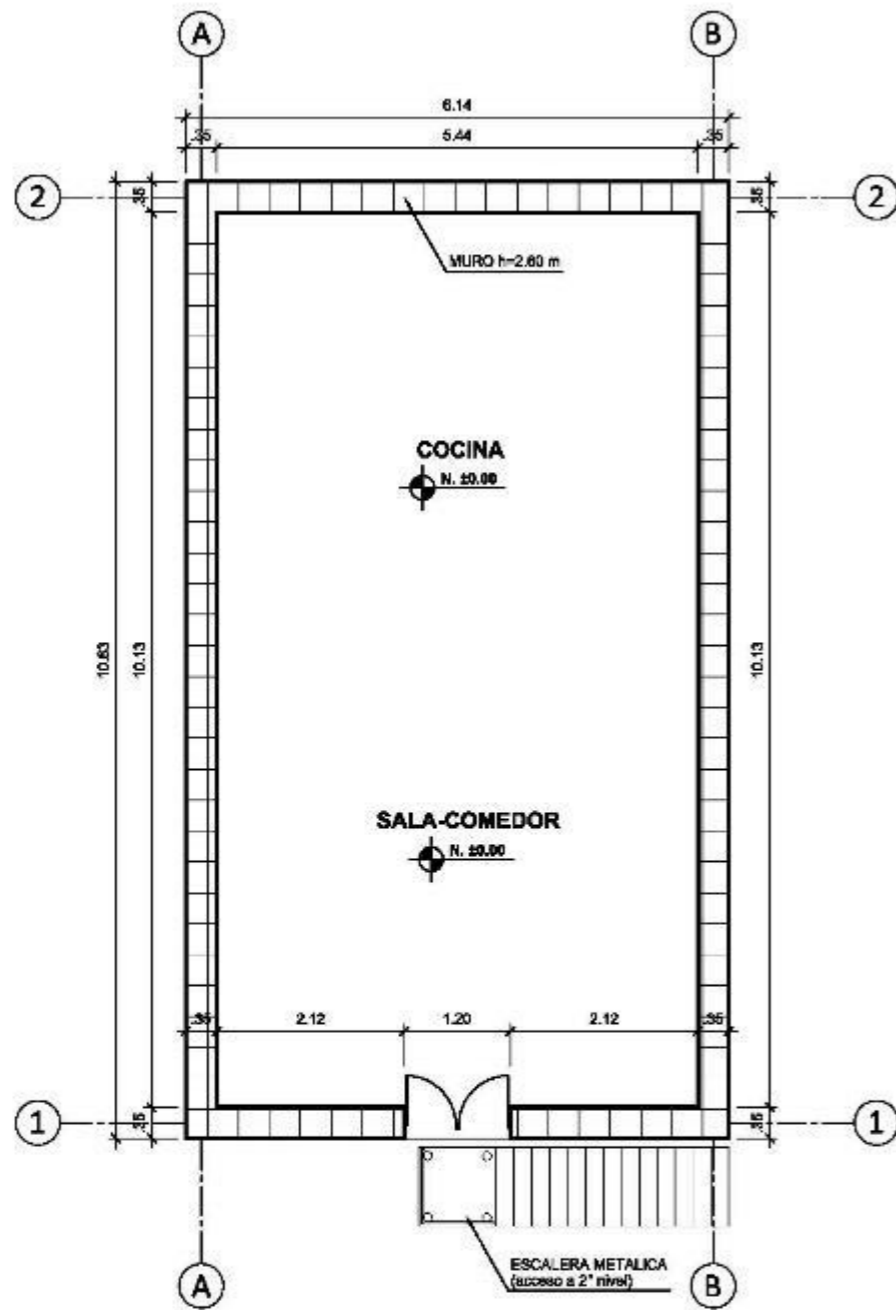
OCTUBRE 2020

CODIGO:

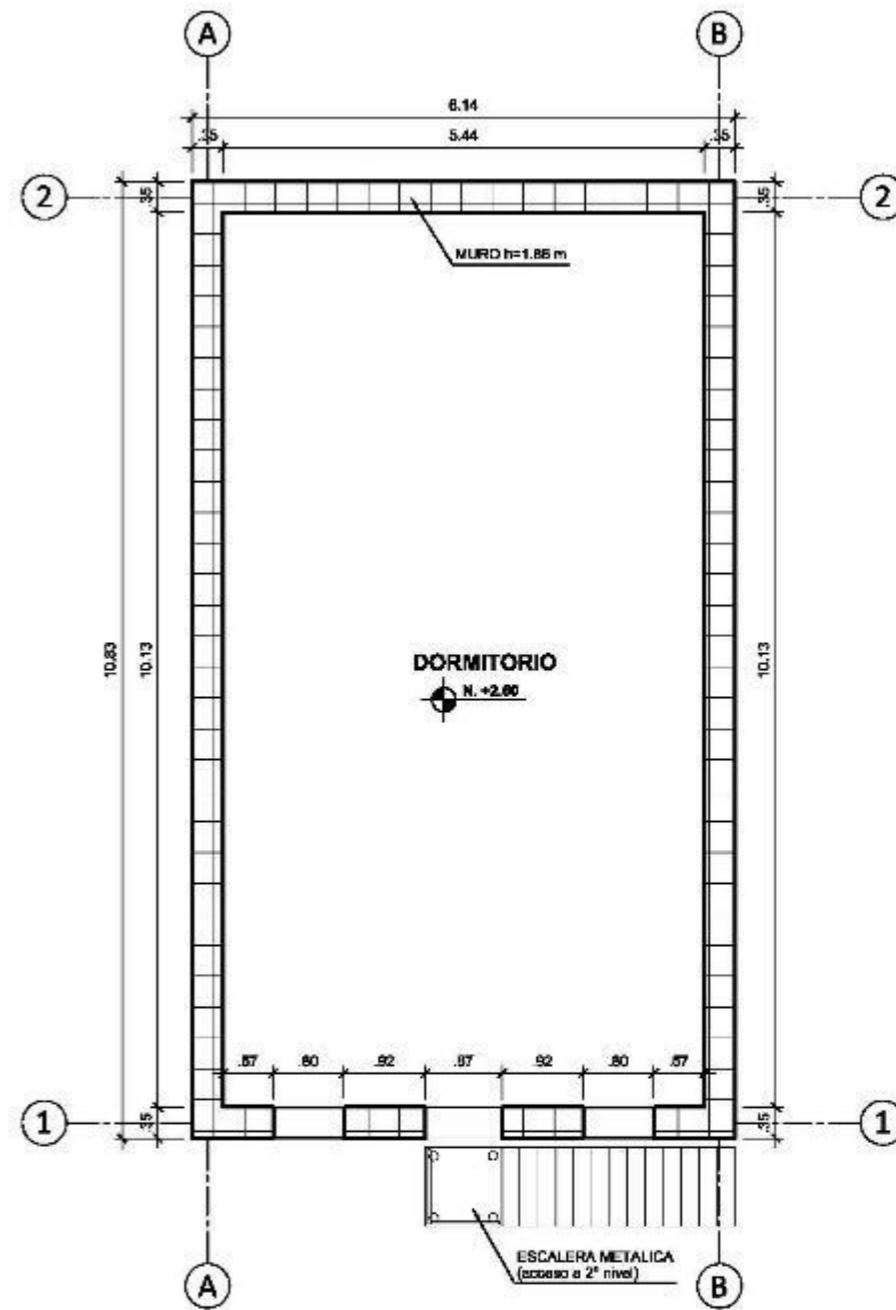
V-103

LAMINA:

A-3



VIVIENDA "V-104" - PRIMER NIVEL
ESCALA 1/75



VIVIENDA "V-104" - SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1/75



TITULO DEL PROYECTO:

VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS ADOBE EXISTENTES
Y ALTERNATIVAS DE REHABILITACION EN EL DISTRITO DE SANTA CRUZ DE CHUCA, 2020

ESTUDIANTE:

ALEX TRUJILLO GARCIA

UBICACION:

SGO. DE CHUCO-LA LIBERTAD

ASESOR:

ING. JOSE L. BENITES

ETAPA:

DES. PROJ. DE INVEST.

FECHA:

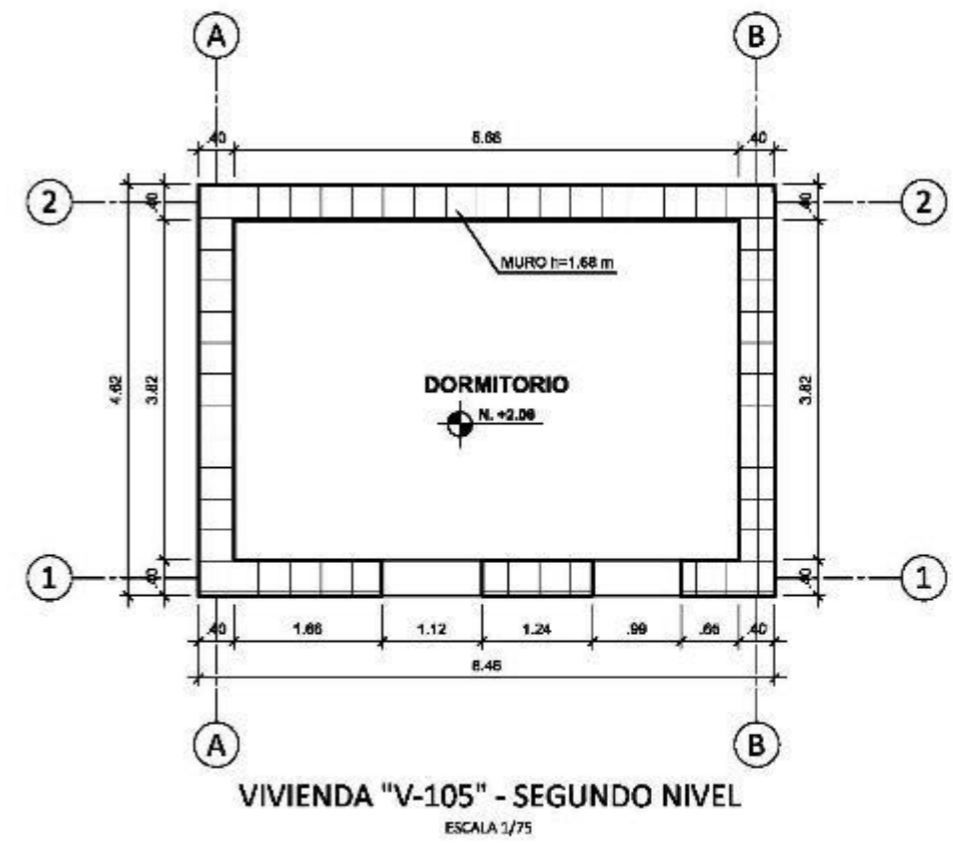
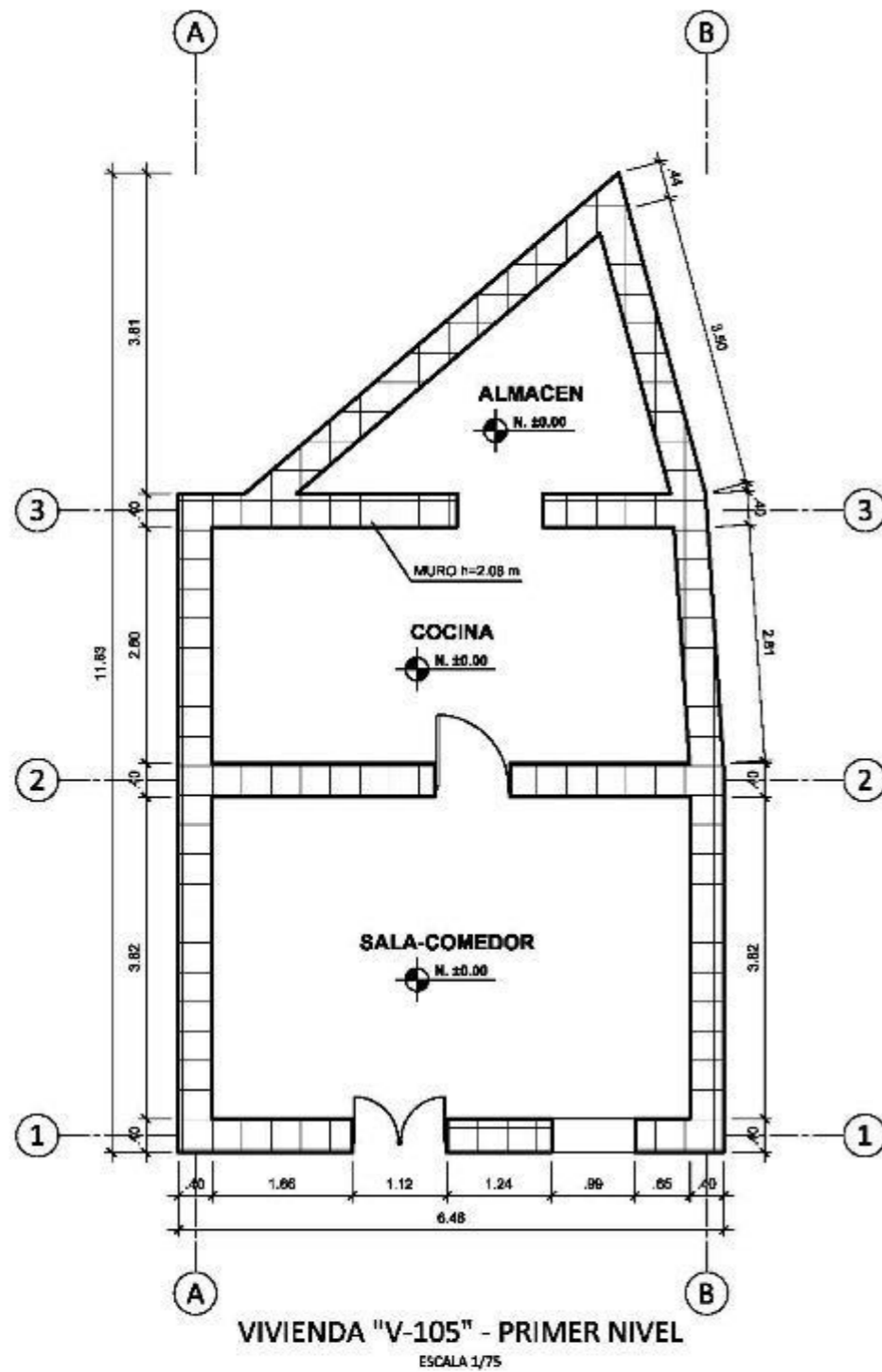
OCTUBRE 2020

CODIGO:

V-104

LAMINA:

A-4



TITULO DEL PROYECTO:
**VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS ADOBE EXISTENTES
 Y ALTERNATIVAS DE REHABILITACION EN EL DISTRITO DE SANTA CRUZ DE CHUCA, 2020**

CODIGO:
 V-105

ESTUDIANTE:
 ALEX TRUJILLO GARCIA

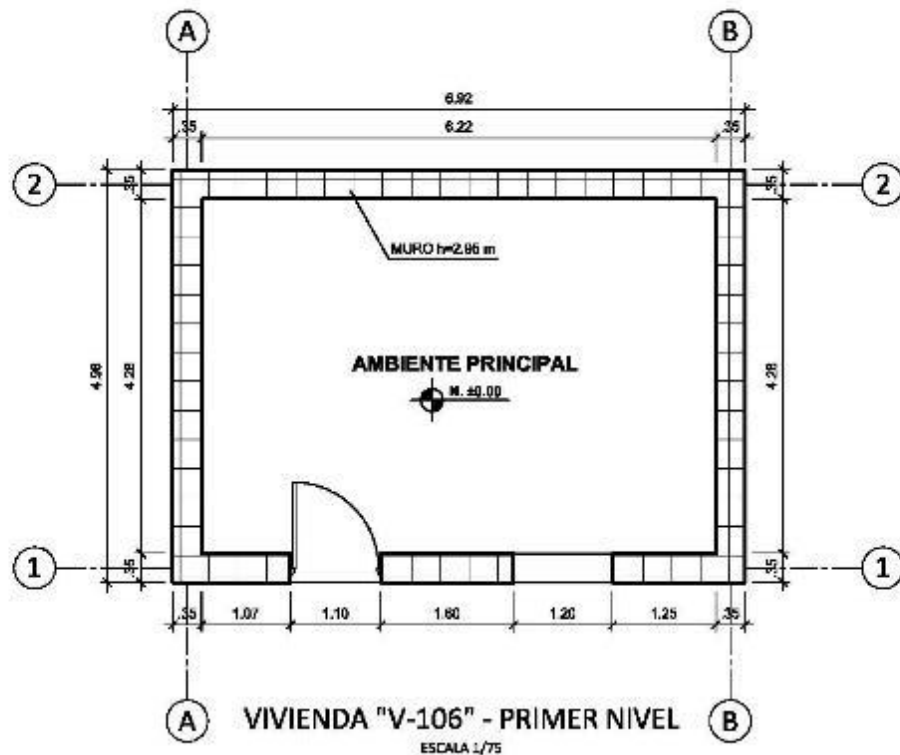
UBICACION:
 SGO. DE CHUCO-LA LIBERTAD

LAMINA:
A-5

ASESOR:
 ING. JOSE L. BENITES

ETAPA:
 DES. PROY. DE INVEST.

FECHA:
 OCTUBRE 2020



TÍTULO DEL PROYECTO:

**VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS ADOBE EXISTENTES
Y ALTERNATIVAS DE REHABILITACION EN EL DISTRITO DE SANTA CRUZ DE CHUCA, 2020**

ESTUDIANTE:

ALEX TRUJILLO GARCIA

UBICACION:

SGO. DE CHUCO-LA LIBERTAD

ASESOR:

ING. JOSE L. BENITES

ETAPA:

DES. PROY. DE INVEST.

FECHA:

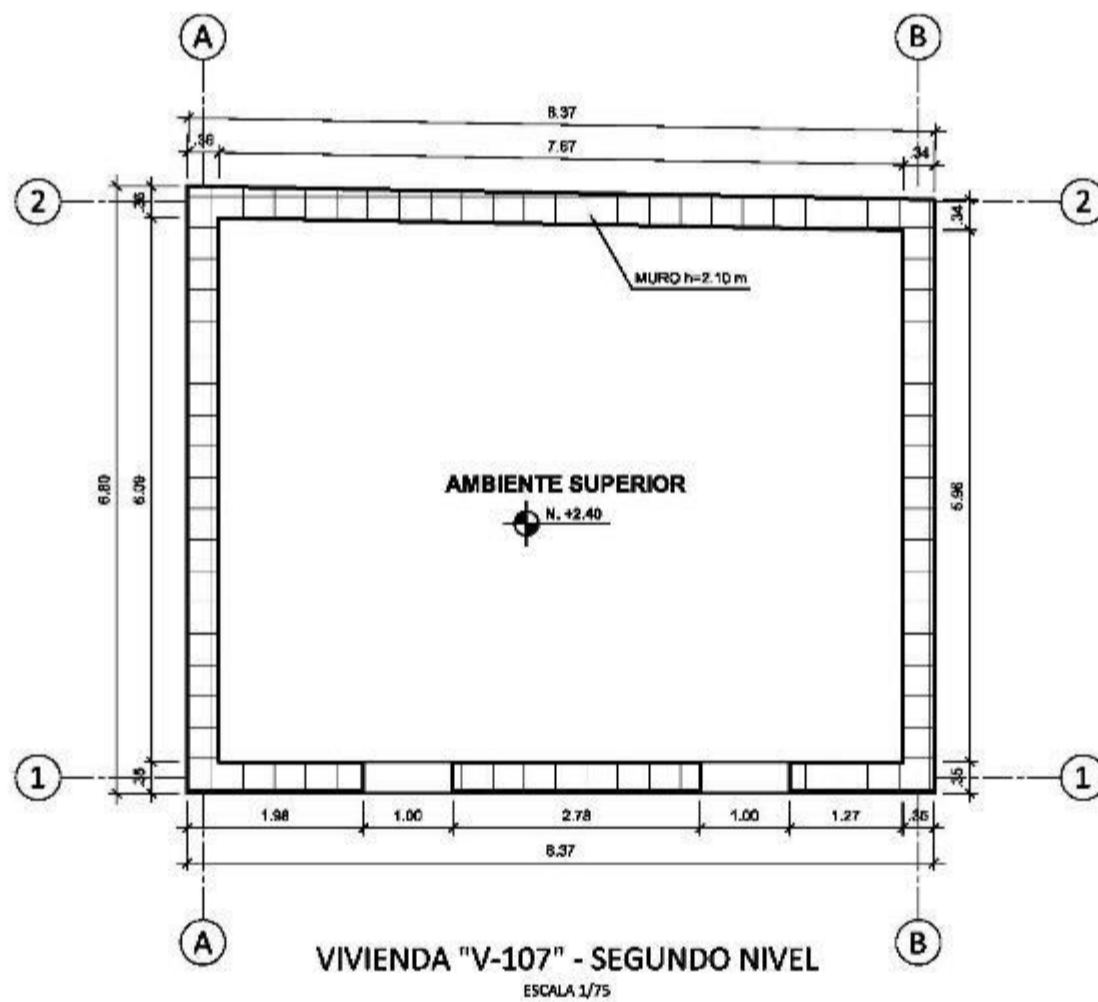
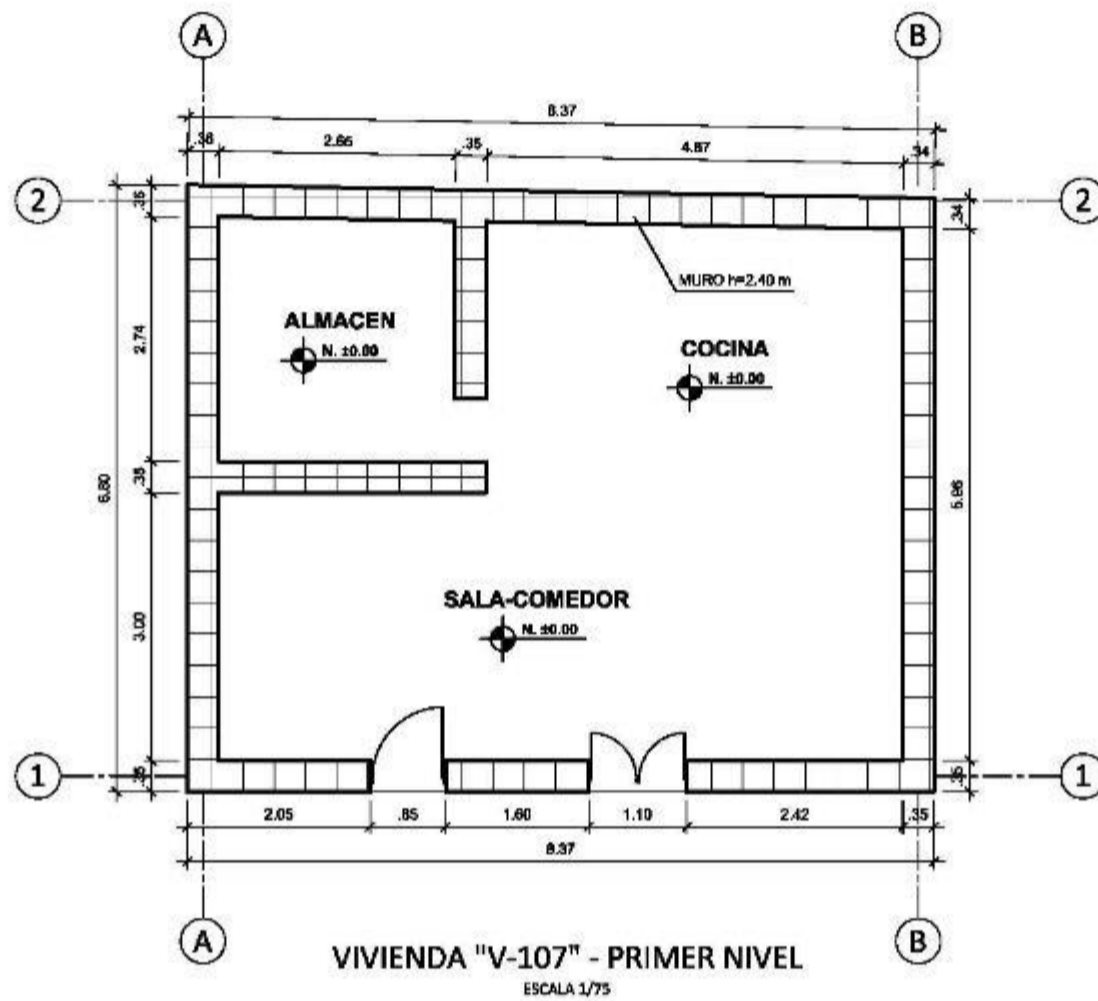
OCTUBRE 2020

CODIGO:

V-106

LAMINA:

A-6



TITULO DEL PROYECTO:

VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS ADOBE EXISTENTES
Y ALTERNATIVAS DE REHABILITACION EN EL DISTRITO DE SANTA CRUZ DE CHUCA, 2020

ESTUDIANTE:

ALEX TRUJILLO GARCIA

UBICACION:

SGO. DE CHUCO-LA LIBERTAD

ASESOR:

ING. JOSE L. BENITES

ETAPA:

DES. PROJ. DE INVEST.

FECHA:

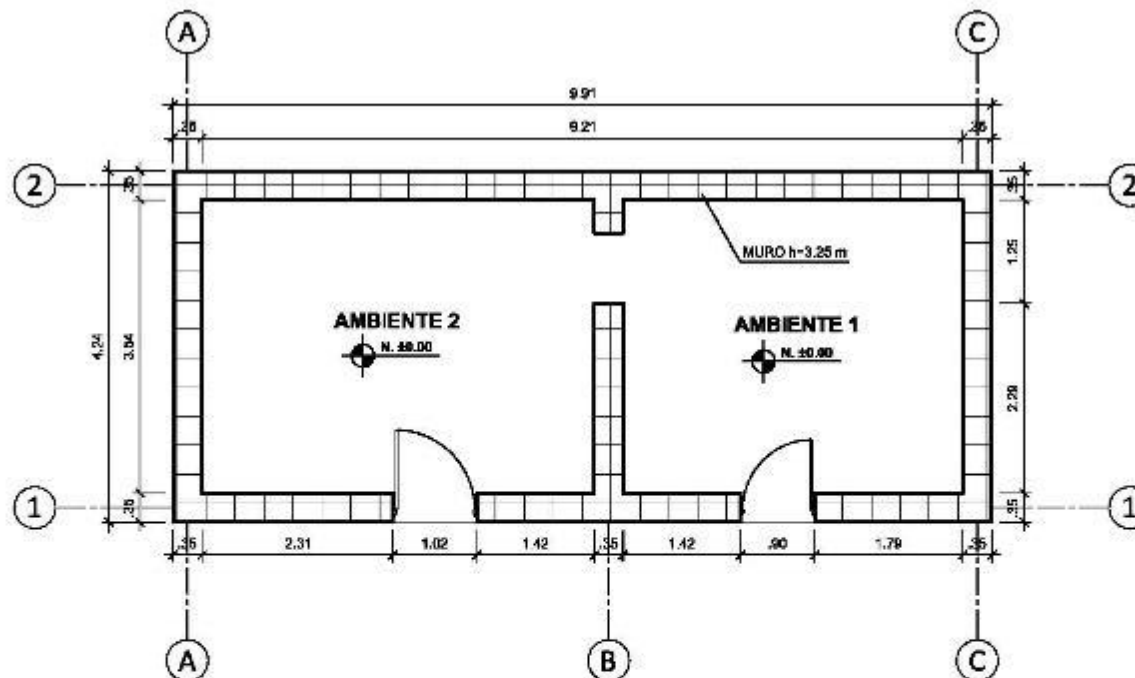
OCTUBRE 2020

CODIGO:

V-107

LAMINA:

A-7



VIVIENDA "V-108" - PRIMER NIVEL

ESCALA 1/75



TÍTULO DEL PROYECTO:

VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS ADOBE EXISTENTES
Y ALTERNATIVAS DE REHABILITACION EN EL DISTRITO DE SANTA CRUZ DE CHUCA, 2020

ESTUDIANTE:

ALEX TRUJILLO GARCIA

UBICACION:

SGO. DE CHUCO-LA LIBERTAD

ASESOR:

ING. JOSE L. BENITES

ETAPA:

DES. PROY. DE INVEST.

FECHA:

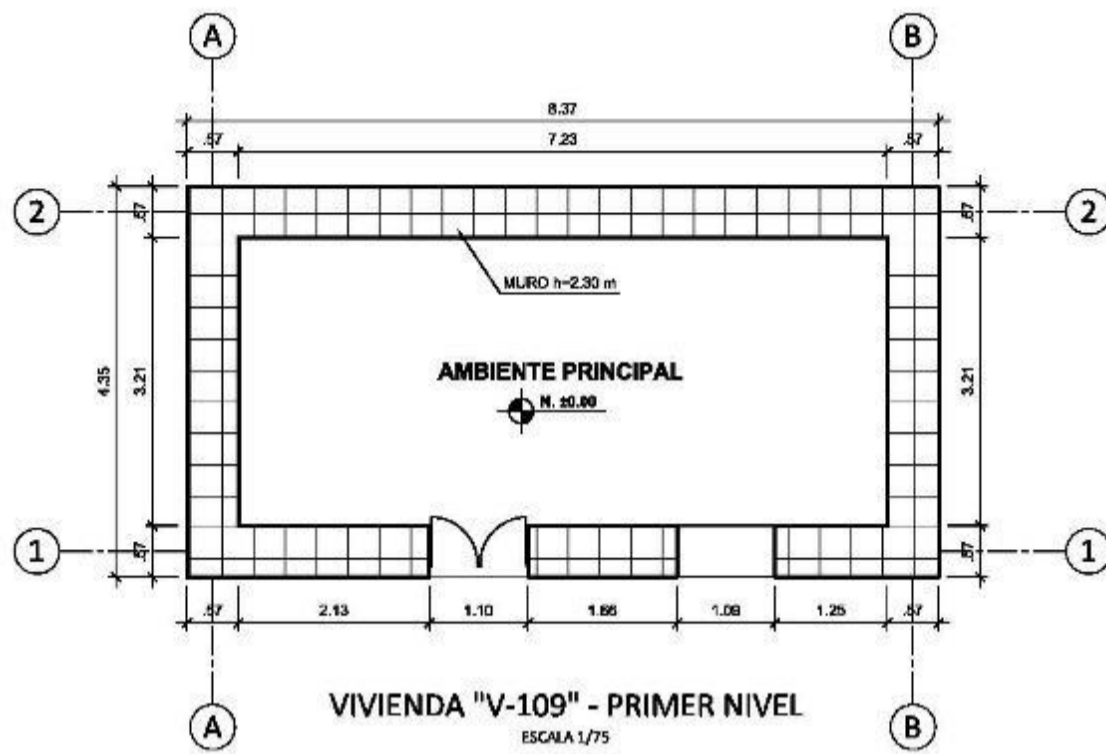
OCTUBRE 2020

CODIGO:

V-108

LAVINA:

A-8



TITULO DEL PROYECTO:
**VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS ADOBE EXISTENTES
 Y ALTERNATIVAS DE REHABILITACION EN EL DISTRITO DE SANTA CRUZ DE CHUCA, 2020**

ESTUDIANTE:
ALEX TRUJILLO GARCIA

UBICACION:
SGO. DE CHUCO-LA LIBERTAD

ASESOR:
ING. JOSE L. BENITES

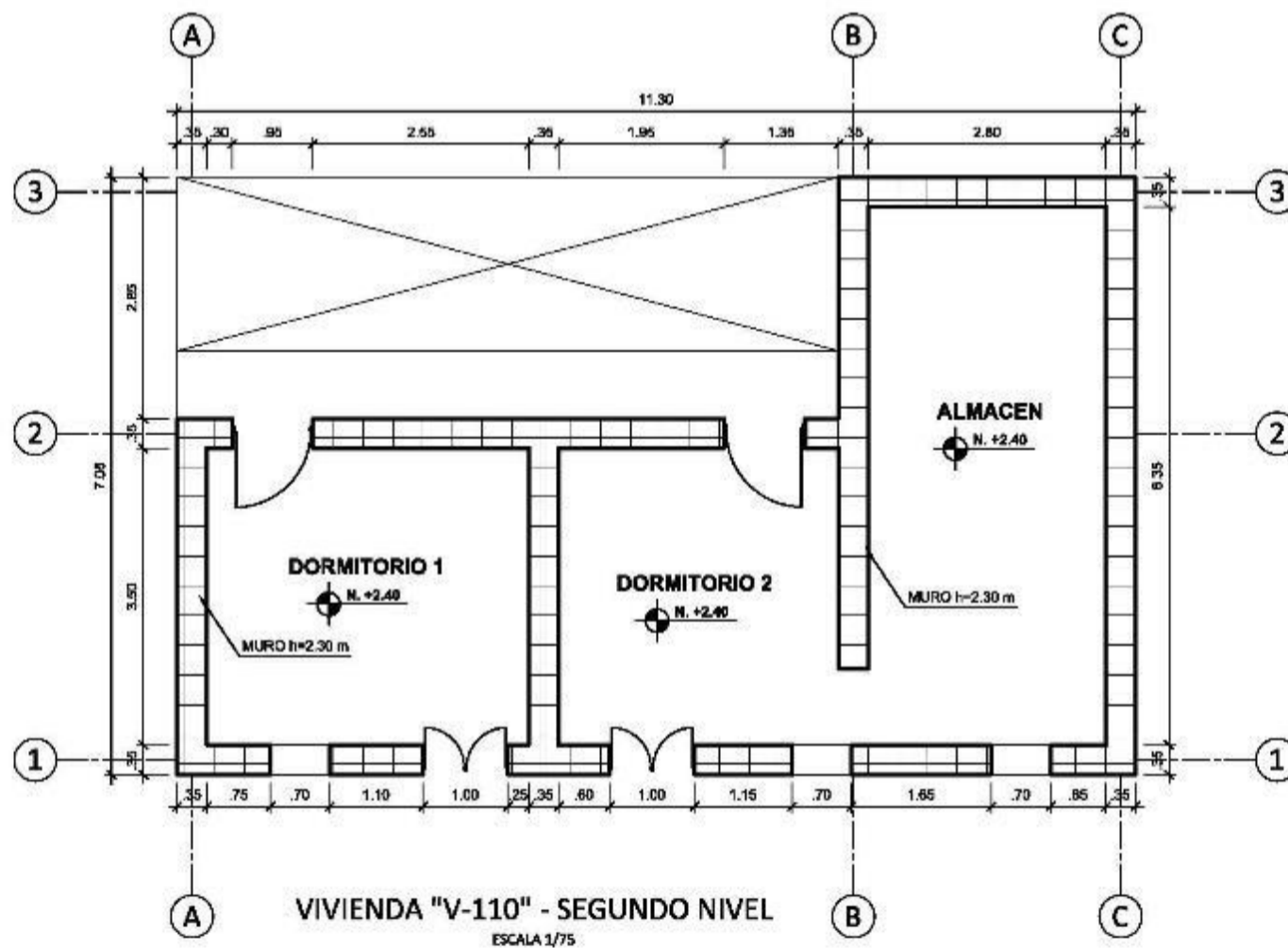
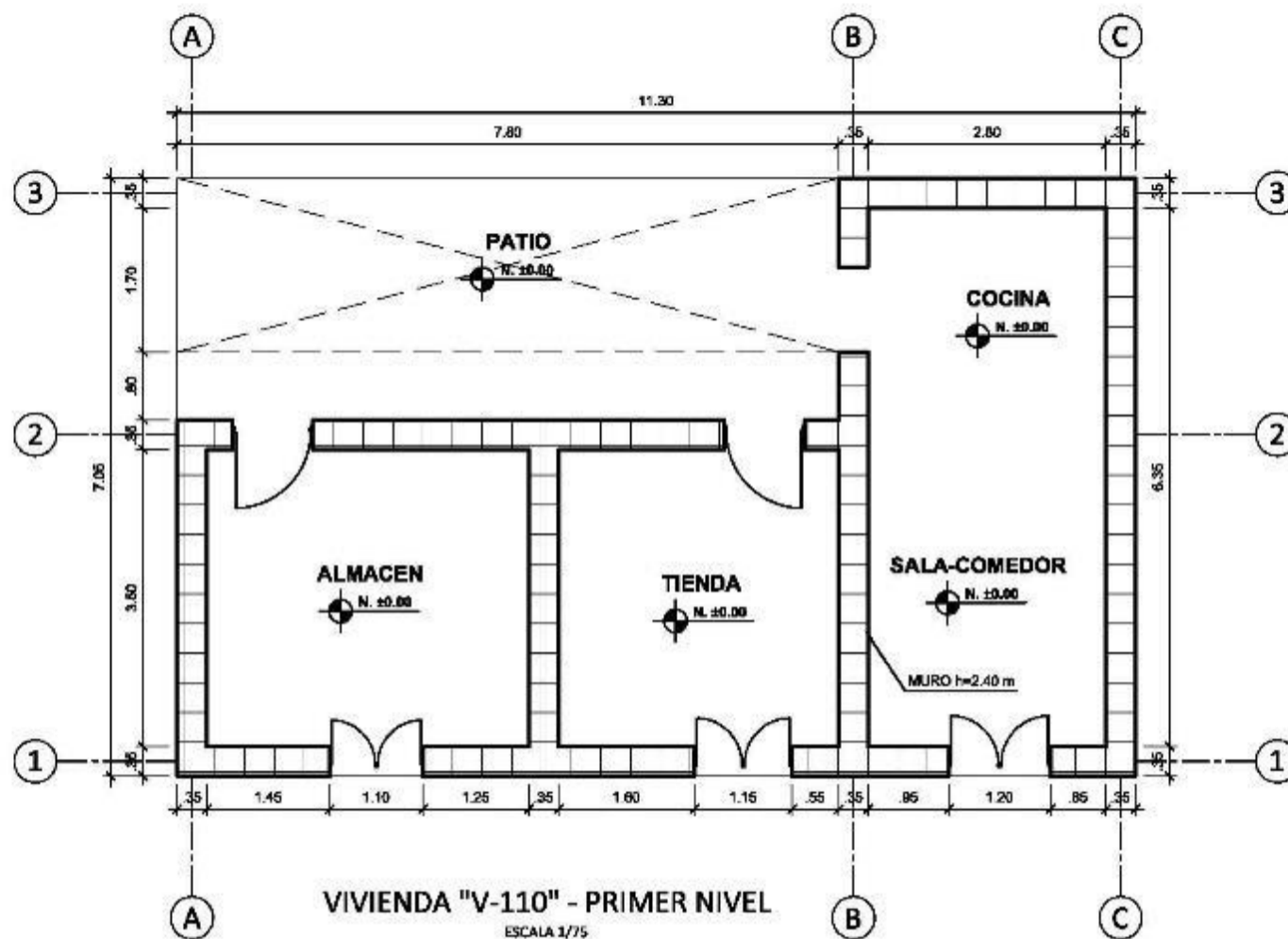
ETAPA:
DES. PROY. DE INVEST.

FECHA:
OCTUBRE 2020

CODIGO:
V-109

LAMINA:

A-9



TÍTULO DEL PROYECTO:

VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS ADOBE EXISTENTES
Y ALTERNATIVAS DE REHABILITACION EN EL DISTRITO DE SANTA CRUZ DE CHUCA, 2020

CODIGO:

V-110

LAMINA:

A-10

ESTUDIANTE:

ALEX TRUJILLO GARCIA

UBICACION:

SGO. DE CHUCO-LA LIBERTAD

ASESOR:

ING. JOSE L. BENITES

ETAPA:

DES. PROY. DE INVEST.

FECHA:

OCTUBRE 2020