



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

“ESTUDIO DEL RIESGO SÍSMICO EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA  
CONFINADA DEL  
ASENTAMIENTO HUMANO VILLA LOS MÁRTIRES”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

MANUEL MOISÉS AGUIRRE VÁSQUEZ

ASESOR

ING. CARLOS EDUARDO FARRO LAMAS

LIMA – PERÚ

MAYO, 2018

## **DEDICATORIA**

A la Universidad Alas Peruanas, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, al excelente Personal docente por su esmero, dedicación y por haberme formado profesionalmente.

A mis padres, Nolberto y Zulema, hermanos, por su constante apoyo en todo momento, por contagiarme las fuerzas para seguir adelante y no desmayar en las adversidades; por su exigencia para mi superación personal.

A mi novia por su amor, apoyo y ánimo en todo momento para alcanzar mis objetivos.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco con mucha devoción a Dios, por darme una familia hermosa y que me apoya siempre; por brindarme la gran bendición de llegar a esta prestigiosa Universidad Alas Peruanas y tener buenos docentes para mi formación en valores y conocimientos.

Al asesor de este Trabajo de Investigación, por haberme brindado la oportunidad de recurrir a sus conocimientos y recomendaciones oportunas y acertadas.

A mi familia por incentivar me siempre, reconozco que sin su apoyo y dedicación no hubiera sido posible este logro.

A mis amigos y compañeros a lo largo de mi años de estudios.

## **RESUMEN**

La autoconstrucción es un problema actual que sumada a una ubicación clave del territorio Peruano, en específico la Costa Peruana que originan una preocupante circunstancia social, que lleva a pensar si las viviendas están preparadas ante movimientos sísmicos, por lo que es necesario el planteamiento de investigaciones para predecir el comportamiento de tales edificaciones.

El presente estudio permitió conocer el estado de la infraestructura urbana en el Asentamiento Humano "Villa Los Mártires", constituida en su gran mayoría por construcciones de albañilería confinada, y determinar niveles de Vulnerabilidad, Peligro y Riesgo Sísmico, mediante el uso de criterios estructurales según las Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones; agenciando investigaciones anteriores con metodologías y herramientas científicas, que permiten detectar errores arquitectónicos, constructivos y estructurales de las viviendas que generalmente son construidas por los mismos pobladores del sector, quienes no cuentan con los conocimientos, ni medios económicos que garanticen una construcción segura.

Para recaudar la información para este trabajo de Tesis se encuestaron 20 viviendas. Los datos de campo se recolectaron en fichas de encuesta, en las que se recopiló información de ubicación, proceso constructivo, estructuración y calidad de la construcción. En el trabajo de gabinete se procesó la información para elaborar un análisis sísmico simplificado, determinando la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico de las viviendas encuestadas. Luego, con la información obtenida se detallaron los principales defectos constructivos encontrados.

Los resultados obtenidos del estudio confirman los niveles altos del riesgo sísmico de las viviendas de albañilería confinada del Asentamiento Humano "Villa Los Mártires".

## **ABSTRACT**

The self-construction is a current problem that added to a key location of the Peruvian territory, specifically the Peruvian Coast that cause a worrying social circumstance, which leads to think if the houses are prepared for seismic movements, so it is necessary to approach research to predict the behavior of such buildings.

The present study allowed to know the state of the urban infrastructure in the Human Settlement "Villa Los Mártires", constituted in its great majority by constructions of confined masonry, and to determine levels of Vulnerability, Danger and Seismic Risk, by means of the use of structural criteria according to the Rules of the National Building Regulations, arranging previous research with methodologies and scientific tools, which allow to detect architectural, constructive and structural errors of the houses that are generally built by the same inhabitants of the sector, who do not have the knowledge or economic means that guarantee a safe construction.

To collect the information for this Thesis work, 20 homes were surveyed. The field data were collected in survey files, in which information on location, construction process, structuring and quality of construction was collected. In the cabinet work, the information was processed to elaborate a simplified seismic analysis, determining the vulnerability, danger and seismic risk of the surveyed dwellings. Then, with the information obtained, the main constructive defects found were detailed.

The results obtained from the study confirm the high levels of seismic risk of the confined masonry dwellings of the "Villa Los Mártires" Human Settlement.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
RESUMEN.....	IV
ABSTRAC.....	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	X
CAPÍTULO I: .....	12
INTRODUCCIÓN .....	12
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	17
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	17
1.4. IMPORTANCIA.....	18
1.5. OBJETIVOS .....	19
1.6. RESULTADOS ESPERADOS .....	20
CAPÍTULO II: .....	21
MARCO TEÓRICO .....	21
2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	21
2.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	22
2.3. MARCO CONCEPTUAL.....	23
2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	35
CAPÍTULO III: .....	36
MATERIAL DE ESTUDIO Y MÉTODOS.....	36
3.1. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	36
3.2. OPERACIÓN DE VARIABLES.....	36
3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	37
3.4. TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	37
3.5. UNIDAD DE ESTUDIO .....	37

3.6. POBLACIÓN.....	37
3.7. MUESTRA .....	39
3.8. MÉTODOS .....	39
3.9. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS DE DATOS ...	39
3.10. FICHA DE ENCUESTA.....	39
3.11. PROCEDIMIENTO.....	45
CAPÍTULO IV:.....	51
ANÁLISIS SÍSMICO.....	51
4.1. ANÁLISIS DE LA DENSIDAD DE MUROS .....	51
4.2. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LOS MUROS .....	54
4.3. ESTABILIDAD DE MUROS AL VOLTEO .....	56
CAPÍTULO V:.....	69
RESULTADOS.....	69
5.1. PROBLEMAS DE UBICACIÓN DE LA VIVIENDA.....	69
5.2. ESTRUCTURACIÓN DE VIVIENDAS.....	71
5.3. PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS.....	74
5.4. MANO DE OBRA.....	77
5.5. ESTADO DE LA VIVIENDA .....	79
5.6. EVALUACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO EN LAS VIVIENDAS .....	81
CAPÍTULO VI:.....	89
DISCUSIÓN.....	89
CAPÍTULO VII:.....	91
PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL.....	91
7.1. REFORZAMIENTO UTILIZANDO MALLA ELECTROSOLDADA .....	91
CONCLUSIONES.....	95
RECOMENDACIONES .....	97
REFERENCIAS.....	98
ANEXO N°1.....	100
ANEXO N°2.....	104

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1. FACTORES DE ZONA.....	28
TABLA N° 2. CATEGORÍAS DE LA EDIFICACIÓN Y FACTOR "U" .....	29
TABLA N° 3. FACTORES DE SUELO Y PERÍODOS .....	30
TABLA N° 4. SISTEMAS ESTRUCTURALES.....	31
TABLA N° 5. VARIABLES .....	36
TABLA N° 6. PARÁMETROS PARA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA.....	60
TABLA N° 7. RANGO NUMÉRICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA.....	60
TABLA N° 8. COMBINACIONES DE LOS PARÁMETROS PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA .....	61
TABLA N° 9. EJEMPLO PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA .....	62
TABLA N° 10. VALORES DE LOS PARÁMETROS DEL PELIGRO SÍSMICO .....	62
TABLA N° 11. RANGOS DE VALORES PARA EL CÁLCULO DE PELIGRO SÍSMICO .....	63
TABLA N° 12. COMBINACIONES DE LOS PARÁMETROS PARA LA EVALUACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO .....	64
TABLA N° 13. EJEMPLO PARA EVALUAR EL PELIGRO SÍSMICO.....	65
TABLA N° 14. VALORES DE LA VULNERABILIDAD Y PELIGRO PARA EL CÁLCULO DE RIESGO SÍSMICO .....	65
TABLA N° 15. CALIFICACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO .....	66
TABLA N° 16. PORCENTAJE DE INADECUADA DENSIDAD DE MUROS .....	68
TABLA N° 17. VULNERABILIDAD, PELIGRO Y RIESGO DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA. ....	68
TABLA N° 18. PROBLEMAS ESTRUCTURALES.....	73
TABLA N° 19. PROBLEMAS EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO.....	76

---

TABLA N° 20. MANO DE OBRA .....	78
TABLA N° 21. ESTADO DE LA VIVIENDA. ....	80
TABLA N° 22. VIVIENDAS SIN ASESORAMIENTO TÉCNICO EN DISEÑO Y EJECUCIÓN.....	81
TABLA N° 23. CALIDAD DE LA MANO DE OBRA EN A.H. VILLA LOS MÁRTIRES.....	82
TABLA N° 24. DENSIDAD DE MUROS EN A.H. VILLA LOS MÁRTIRES .....	83
TABLA N° 25. VULNERABILIDAD SÍSMICA EN A.H. VILLA LOS MÁRTIRES ....	84
TABLA N° 26. VULNERABILIDAD SÍSMICA GLOBAL EN A.H. VILLA LOS MÁRTIRES.....	85
TABLA N° 27. PELIGRO SÍSMICO EN A.H. VILLA LOS MÁRTIRES.....	86
TABLA N° 28. PELIGRO SÍSMICO GLOBAL EN A.H. VILLA LOS MÁRTIRES....	86
TABLA N° 29. RIESGO SÍSMICO EN A.H. VILLA LOS MÁRTIRES.....	87
TABLA N° 30. RIESGO SÍSMICO GLOBAL EN A.H. VILLA LOS MÁRTIRES .....	88

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1. MAPA GLOBAL DEL RIESGO SÍSMICO .....	12
FIGURA N° 2. UBICACIÓN DE CHEPÉN - LA LIBERTAD .....	15
FIGURA N° 3. FENÓMENO DE SUBDUCCIÓN .....	23
FIGURA N° 4. CINTURÓN DE FUEGO DEL PACÍFICO .....	25
FIGURA N° 5. ZONAS SÍSMICAS DEPARTAMENTALES .....	25
FIGURA N° 6. PLANO BÁSICO DE CHEPÉN- A.H. VILLA LOS MÁRTIRES.....	38
FIGURA N° 7. ÁREA DE ESTUDIO, A.H. VILLA LOS MÁRTIRES.....	38
FIGURA N° 8. DATOS GENERALES DE ENCUESTA .....	42
FIGURA N° 9. DATOS TÉCNICOS DE LA ENCUESTA .....	43
FIGURA N° 10. DEFICIENCIAS EN LA CONSTRUCCIÓN .....	43
FIGURA N° 11. CUADRO PARA ESQUEMA DE VIVIENDA .....	44
FIGURA N° 12. DESARROLLO DE FICHA DE ENCUESTA .....	47
FIGURA N° 13. DESARROLLO DE ESQUEMA DE VIVIENDA.....	48
FIGURA N° 14. FOTOGRAFÍAS DE FICHA DE ENCUESTA .....	49
FIGURA N° 15. FICHA DE REPORTE DE ENCUESTA .....	50
FIGURA N° 16. FUERZA CORTANTE Y MOMENTO EN MURO DE VIVIENDA DE UN PISO.....	54
FIGURA N° 17. FUERZA CORTANTE Y MOMENTO EN MURO DE VIVIENDA DE DOS PISOS.....	55
FIGURA N° 18. VIVIENDAS DE NIVEL INFERIOR A NIVEL DE PAVIMENTO....	70
FIGURA N° 19. FISURA POR ASENTAMIENTO EN LA VIVIENDA.....	70
FIGURA N° 20. VIVIENDA SIN JUNTA SÍSMICA.....	71
FIGURA N° 21. MUROS SIN ARRIOSTRAMIENTO.....	72
FIGURA N° 22. PARAPETOS SIN ARRIOSTRAMIENTO .....	72
FIGURA N° 23. REFUERZO DE ACERO EXPUESTO A LA INTEMPERIE .....	74
FIGURA N° 24. JUNTA ENTRE LADRILLOS MAYOR A 1.5 cm. ....	75
FIGURA N° 25. UNIÓN MURO-TECHO NO MONOLÍTICO.....	75
FIGURA N° 26. MALA CALIDAD DE MANO DE OBRA.....	77
FIGURA N° 27. EFLORESCENCIA EN LOS MUROS .....	79
FIGURA N° 28. REPARACIÓN DE GRIETAS GRUESAS .....	92
FIGURA N° 29. PICADO DEL NUDO VIGA COLUMNA .....	92

FIGURA N° 30. PAÑETEO DEL MURO.....	93
FIGURA N° 31. PERFORACIÓN DEL MURO.....	93
FIGURA N° 32. FIJADO DE LA MALLA ELECTROSOLDADA .....	94
FIGURA N° 33. RELLENAR CON LECHADA Y TARRAJEAR .....	94
FIGURA N° 34. LONGITUD DE MURO. ....	101
FIGURA N° 35. ALTURA DE MURO.....	101
FIGURA N° 36. ANCHO DE COLUMNAS.....	102
FIGURA N° 37. ALTURA DE VIGAS.....	102
FIGURA N° 38. MEDICIÓN DE JUNTA DE LADRILLOS.....	103

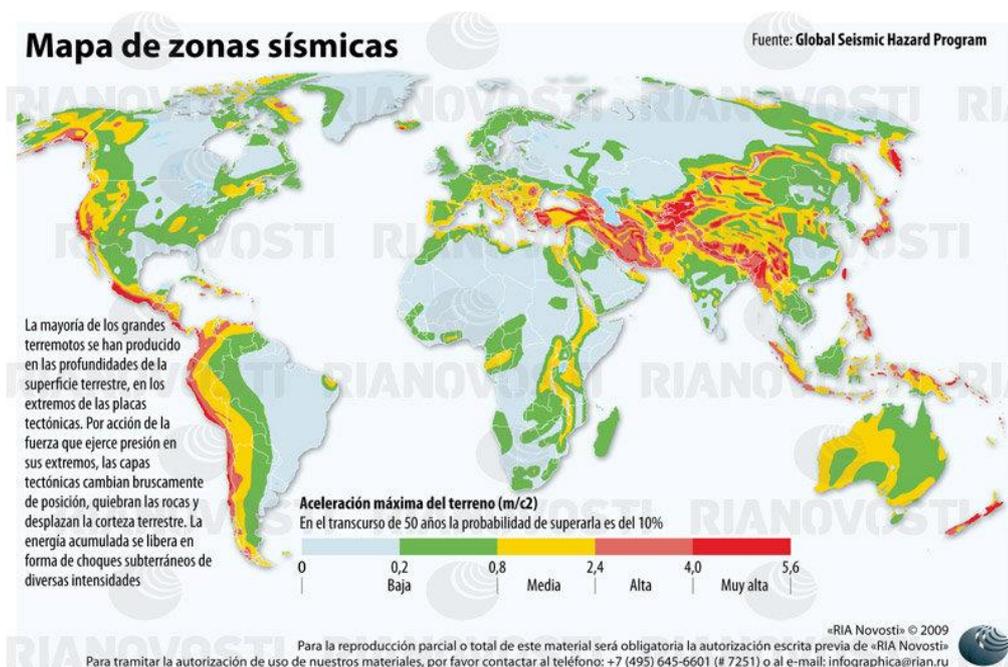
## CAPÍTULO I:

# INTRODUCCIÓN

## 1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

El Perú es un país que está ubicado geográficamente en una de las zonas con mayor actividad sísmica, esto por estar sobre la subducción entre la Placa de Nazca y la Placa Sudamericana. A través de la historia del país se registra la ocurrencia de sismos muy destructores que han dejado muchas pérdidas humanas y devastadas ciudades completas.

FIGURA N° 1. MAPA GLOBAL DEL RIESGO SÍSMICO



FUENTE: GSHAP, 2009.

La autoconstrucción informal representa el 60% de las viviendas que hay en el Perú (Hernando Carpio Montoya, Gerente General SENCICO). Citó como ejemplo el puerto de Pisco, cuyas viviendas, en un 80%, se derrumbaron por el terremoto de agosto del 2007.

“Dichas construcciones de ladrillo y concreto, se cayeron por temas netamente técnicos (además de materiales de baja calidad) que se pudieron evitar”, indicó en el Diario Oficial El Peruano.

Solo el 6% de la dirección de la obra se pone en manos de un profesional calificado, y es el punto que la gente menos conoce, valora y cumple. Se prefiere contratar a un maestro de obra o albañil que llega por recomendación. (Ricardo Arbulú, Presidente del Comité de Edificaciones de Cámara Peruana de la Construcción - CAPECO).

El crecimiento poblacional en el Perú es del 1.6% en cada año ([www.inei.gov.pe](http://www.inei.gov.pe)), generando un alto índice de déficit habitacional para acondicionar a los nuevos hogares que se van estableciendo con una de las necesidades primarias más básicas, como lo es lograr constituir un espacio para la familia donde pueda desarrollar sus actividades cotidianas.

La complicada situación económica que vive nuestro país a lo que respecta inversiones inmobiliarias, obliga a muchos pobladores a tomar el control de sus edificaciones, ausentando en dicha labores la asistencia y asesoramiento de profesionales responsables como Ingenieros Civiles y Arquitectos que orienten con sus conocimientos, los adecuados procesos constructivos, selección de materiales, diseño, ubicación de elementos estructurales, etc., originando así la informalidad en la construcción, con defectos estructurales graves y sísmicamente vulnerables.

Los resultados de los movimientos sísmicos siempre serán motivo de estudio, debido a su valor en pérdidas humanas y económicas en la sociedad. El inicio de este estudio es determinar los daños que los sismos podrían causar en la población.

Según Mosqueira, Miguel (2012), ha establecido "una metodología para determinar la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico de las edificaciones de albañilería confinada".

Mosqueira, Miguel y Tarque, Sabino (2005), señalan "resultados obtenidos en viviendas informales construidas en la costa peruana los cuales son alarmantes; de las viviendas analizadas, el 84% tienen riesgo sísmico alto y el 16% tienen riesgo sísmico medio". Por tal motivo es necesario el planteamiento de investigaciones futuras que ayuden a mitigar el riesgo sísmico en las edificaciones informales del país.

Una forma de determinar los posibles daños que las edificaciones sufrirían durante un sismo es determinar la vulnerabilidad, el peligro y el riesgo sísmico, según investigaciones como las siguientes:

Kuroiwa, Julio (2002), señala que: "La vulnerabilidad sísmica es el nivel de daño que sufren las edificaciones durante un sismo, dependiendo de las características del diseño de la edificación, de la calidad de materiales y de la técnica de construcción".

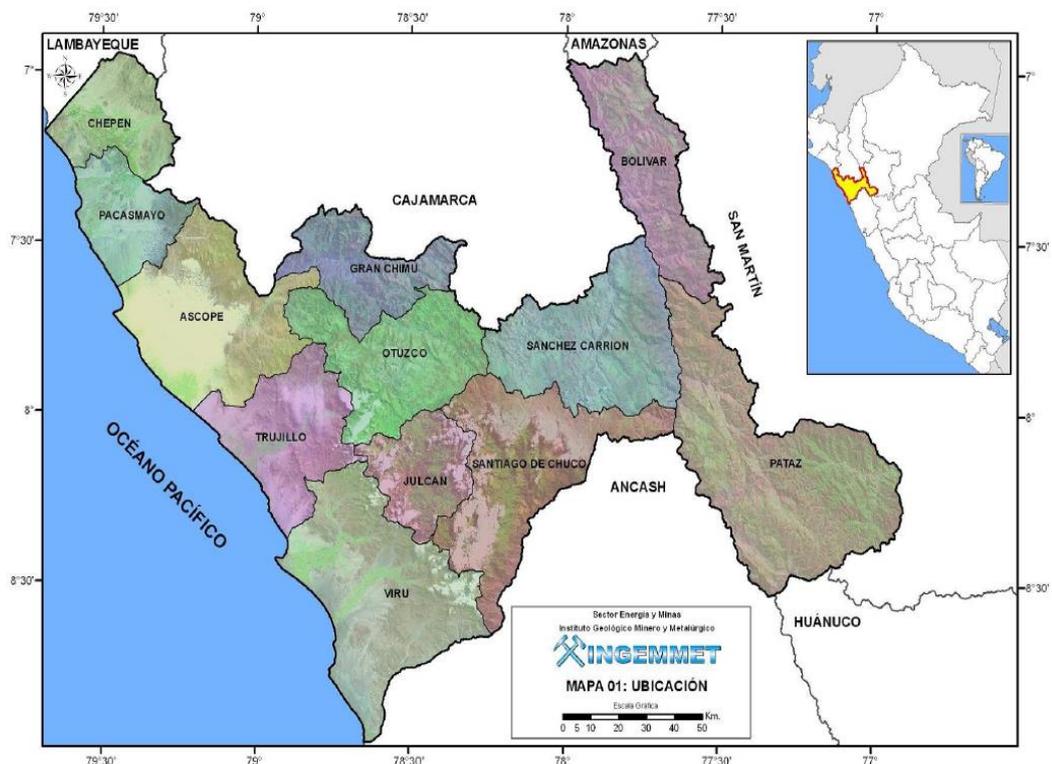
Bommer, Julián, Salazar, Walter y Samayoa, Ricardo (1998), consideran: "El peligro sísmico es la probabilidad de ocurrencia de movimientos sísmicos de cierta intensidad en una zona determinada durante un tiempo definido".

Bonett, Ricardo (2003), define: "El riesgo sísmico es el grado de pérdidas esperadas que sufren las estructuras durante el lapso de tiempo que permanecen expuestas a la acción sísmica".

### 1.1.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

La ciudad de Chepén, Región La Libertad, está ubicada en la Costa del Territorio Peruano, el cual según el Reglamento Nacional de Edificaciones en la NTP E-030, en su Anexo N°01 Zonificación Sísmica, determina una Zona 4, la cual tiene un factor mayor al de otra zona en el País, por las características generales de los movimientos sísmicos, lo que le da este sector una gran probabilidad de ocurrencia de sismos.

**FIGURA N° 2. UBICACIÓN DE CHEPÉN - LA LIBERTAD**



FUENTE: INGEMMET, 2017.

La provincia de Chepén cuenta con tres distritos: Chepén, Pacanga y Pueblo Nuevo; la ciudad capital lleva su mismo nombre y está ubicada a 176 km al norte de la ciudad de Trujillo.

El Distrito Chepén está ubicado en la costa Norte del Perú entre los  $79^{\circ} 16' 13''$  y  $79^{\circ} 29' 7''$  de longitud Oeste y  $7^{\circ} 8' 25''$  y  $7^{\circ} 19' 34''$  de longitud Sur.

El Distrito de Chepén limita:

- \_ Por el Norte: con el Distrito de Pacanga (Río Seco de San Gregorio o Chamán).
- \_ Por el Este con el Distrito de San Gregorio. (Dpto. de Cajamarca)
- \_ Por el Sur este con el Distrito de Yonán. (Dpto. de Cajamarca)
- \_ Por el Sur y el Oeste con el distrito de Guadalupe.

Además cuenta con una superficie de 1142.41 km<sup>2</sup>, siendo el distrito con mayor extensión el de Pacanga con 583.93 km<sup>2</sup>, seguido de Chepén con 287.34 km<sup>2</sup> y Pueblo Nuevo con 271.16 km<sup>2</sup>.

El área de estudio corresponderá al distrito de Chepén, comprende su área urbana, capital de la provincia.

### **1.1.2. ASPECTOS ECONÓMICOS.**

La actividad económica más sobresaliente es la Agricultura, siendo los cultivos principales el arroz, caña de azúcar, cebolla, tomate, frejol y maíz. Otra actividad importante en la ciudad es la ganadería y en menor escala es la Industria.

### **1.1.3. ASPECTOS SOCIALES.**

El 32.60% de la población del distrito de Chepén está conformada por población que ha emigrado de otros departamentos destacando Cajamarca, Lambayeque, Piura, y otros. Cabe mencionar que los resultados migratorios del distrito de Chepén han sido el origen de nuevos asentamientos humanos.

Es necesario anotar que el fenómeno migratorio presentado en el distrito de Chepén ha sido por mejores condiciones de empleo y de estudios. (PD MPCH, 2011).

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el Riesgo Sísmico en las Viviendas de Albañilería Confinada del Asentamiento Humano "Villa Los Mártires"?

## 1.3. JUSTIFICACIÓN

Se Justifica esta investigación en la necesidad de evaluar el estado de las viviendas frente a eventos sísmicos, tales viviendas de los sectores apartados del centro de la ciudad, como se sabe son parte del crecimiento descontrolado e informal, las cuales han sido diseñadas y construidas sin asesoramiento técnico y profesional, razón que denota la inseguridad a la que están expuestos los residentes.

Se Justifica teóricamente a fin de verificar el cumplimiento de principios, normas y parámetros para definir los niveles de riesgo de las edificaciones, teorías fundamentales para describir el comportamiento sísmico en las edificaciones de albañilería.

Se Justifica prácticamente, ya que los datos obtenidos contribuirán a la toma de decisiones para mitigar daños, pérdidas de vidas humanas y materiales explicando el estado actual de las viviendas, y las fallas que se producirían ante un evento sísmico.

Para tal fin es necesario conocer el nivel de vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico de las edificaciones.

#### **1.4. IMPORTANCIA**

La informalidad en la ejecución de obras de construcción de viviendas unifamiliares o multifamiliares; las cuales son elaboradas sin tener conocimientos técnicos, ni criterios de los procesos constructivos sismoresistentes, ni noción sobre los alcances científicos modernos acordes con las normas nacionales, que garantizan la calidad y seguridad de las edificaciones del país.

Se puede observar que el Crecimiento que ha tenido la Ciudad de Chepén, La Libertad, en los últimos años, generando una expansión del territorio urbano, convirtiendo terrenos agrícolas en urbanizaciones con una alta velocidad en ocupación de manzanas y lotes por las nuevas familias que se forman, sumado a eso la inmigración de familias de otros lugares que ven a Chepén como una alternativa económica, de mejores condiciones de vida con alcances a Servicios que no están presentes en zonas alejadas, lo que trae consigo un aumento desordenado de la población y sus edificaciones.

Por tal motivo es de gran importancia conocer el estado de las viviendas que en su mayoría no han tenido la dirección técnica profesional para su correcta construcción, entender las fallas que se producirían y predecir su comportamiento ante un sismo.

## **1.5. OBJETIVOS**

### **1.5.1. Objetivo General**

Estudiar el Riesgo Sísmica de las Edificaciones de Albañilería Confinada en el Asentamiento Humano Villa Los Mártires – Chepén.

### **1.5.2. Objetivo Específicos**

Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica, peligro sísmico y riesgo sísmico.

Determinar el estado de las construcciones en torno a sus elementos estructurales, características constructivas de diseño, cualidades de los materiales, calidad de la mano de obra.

Establecer recomendaciones para fomentar la construcción responsable para seguridad de los pobladores de tales sectores.

## **1.6. RESULTADOS ESPERADOS**

La situación actual de muchas viviendas en la ciudad de Chepén y sus distritos, es un ámbito desconocido y su estado un tema poco explorado, mediante esta tesis se busca conocer, con ayuda de herramientas, los grados de Vulnerabilidad, Peligro y Riesgo Sísmico, de esta manera predecir su comportamiento frente a eventuales movimientos sísmicos, con el fin de generar conciencia, medidas de prevención y mayor atención de los sectores de alejados del centro de la ciudad, para evitar la pérdida de vidas humanas, la continuidad de los servicios básicos y minimizar daños sociales.

## **CAPÍTULO II:**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Nena, Ulises (2002), en su tesis doctoral, realizó una evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas, obteniendo resultados alarmantes, llegando a las conclusiones siguientes: "La vulnerabilidad de edificios de la ciudad de Barcelona se encuentra entre moderada y alta, cuyo daño sísmico es preocupante, dándose un índice de daños superior al 15% para el 20% de edificios de la ciudad".

Bonett, Ricardo (2003), en su tesis doctoral, realizó un estudio de "Vulnerabilidad y riesgo sísmico. Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada". En la investigación llegó a las conclusiones que "no existe un método apropiado que proporcione resultados óptimos, por lo que es necesario analizar los métodos a la luz de la información sísmica y estructural disponible, así como a la luz de los objetivos del estudio de riesgo".

Lantada, Nieves (2007), en su tesis doctoral, realizó una "Evaluación del riesgo sísmico mediante métodos avanzados y técnicas GIS aplicándolo a la ciudad de Barcelona"; en dichos estudios llegó a la conclusión siguiente: "Los edificios de mampostería altos, son los que sufren mayor daño que los edificios de concreto armado de la misma clase, afirmando que la vulnerabilidad de los edificios de Barcelona es entre moderada y alta".

## 2.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Flores De los Santos, Roberto (2002), de la Pontificia Universidad Católica del Perú, en su tesis profesional "Diagnóstico Preliminar de la Vulnerabilidad Sísmica de las Autoconstrucciones en Lima", concluyó de tal investigación que: "En países en desarrollo así como el nuestro, las viviendas son construidas sin asesoramiento técnico, ni profesional. Estas viviendas muchas veces presentan graves problemas respecto a su ubicación, configuración estructural y proceso constructivo, que resultan muy vulnerables ante los sismos, lo cual el riesgo sísmico es alto".

Mosqueira, Miguel y Tarque, Sabino (2005), en su tesis de magíster en Ingeniería Civil, desarrolló una metodología de estudio para determinar el riesgo sísmico de edificaciones informales de albañilería confinada, "metodología aplicada a 270 viviendas de 5 ciudades de la costa peruana (Chiclayo, Trujillo, Lima, Ica y Mollendo), concluyendo que el 72% de viviendas analizadas tienen vulnerabilidad sísmica alta, el 18% vulnerabilidad sísmica media y el 10% vulnerabilidad sísmica baja".

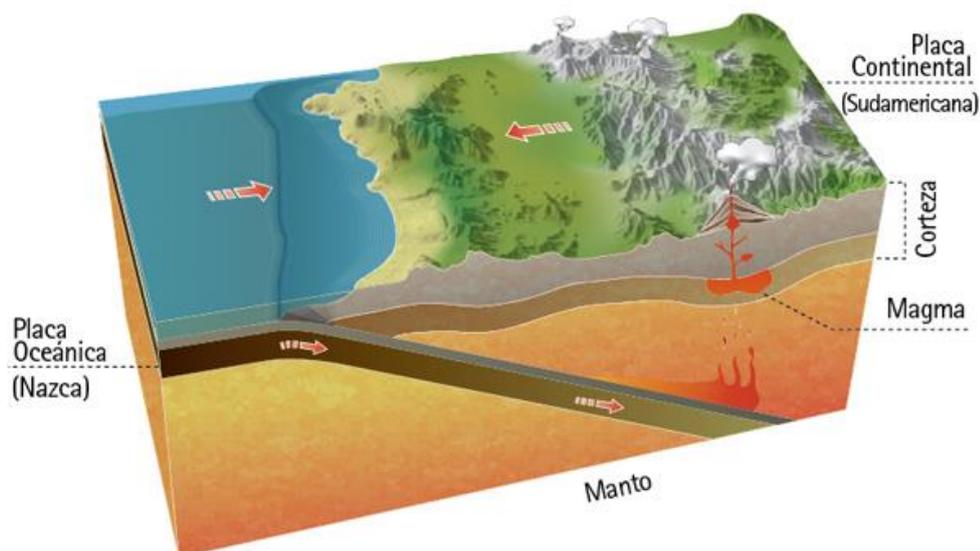
Mosqueira, Miguel (2012) en su tesis doctoral de Ciencias e Ingeniería, realizó una evaluación del riesgo sísmico en las edificaciones de la Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Cajamarca, llegando a la siguiente conclusión: "La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca tiene riesgo sísmico alto, debido a la vulnerabilidad sísmica y peligro sísmico alto".

## 2.3. MARCO CONCEPTUAL

### 2.3.1. LOS SISMOS

Mosqueira, Miguel y Tarque, Sabino (2005), conceptualizan que "Los sismos son perturbaciones súbitas en el interior de la tierra que dan origen a vibraciones o movimientos del suelo". Los sismos se generan en nuestro territorio debido principalmente a la interacción de la placa Nazca (placa oceánica) con la placa Sudamericana (placa continental). Frente a territorio nacional, en la costa del Perú se produce el fenómeno de subducción en el que la placa Nazca se introduce debajo de la placa sudamericana. La acción del movimiento de estas dos placas son las generan ondas sísmicas que se desplazan dando como resultado el movimiento de la superficie.

FIGURA N° 3. FENÓMENO DE SUBDUCCIÓN



FUENTE: ENERGIANDINA, 2017

Las ondas sísmicas están clasificadas en ondas internas (o de cuerpo) y en ondas de superficie. Las ondas internas como su nombre lo dice, son aquellas que se transmiten desde el interior de la corteza terrestre hacia la superficie. En cambio, las ondas superficiales solo se transmiten sobre la superficie y son las que producen más daños sobre las construcciones.

Hay dos ubicaciones muy importantes cuando se habla de sismos, dos puntos que son, el Foco o el Hipocentro que se halla dentro de la tierra, que es el centro de la propagación de ondas sísmicas, y el otro punto que es el Epicentro, que es su proyección sobre la superficie de la tierra.

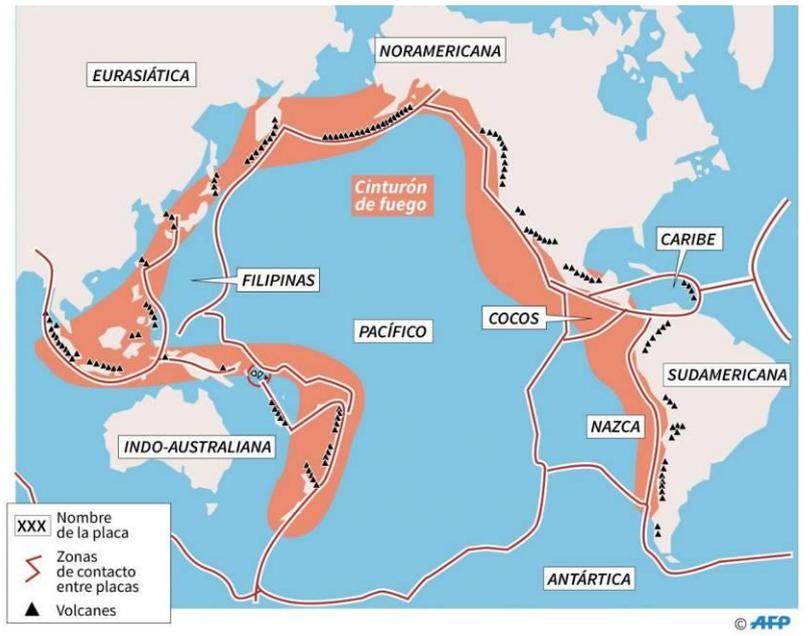
Kuroiwa, Julio (2002), explica que los sismos pueden manifestarse con cierta magnitud e intensidad y valorarlos, "La magnitud está relacionada como cantidad total de energía que se libera por medio de las ondas sísmicas y la intensidad es la medida de la vibración del suelo que se mide teniendo en cuenta los daños causados en las edificaciones".

### **2.3.2. SISMICIDAD**

"Sismicidad" es la actividad sísmica en un área particular durante un periodo de tiempo, entendiéndose también como la cantidad de energía liberada en forma de ondas sísmicas. La representación de la sismicidad tiene en cuenta su dimensión, frecuencia, distribución espacial, su modo de ocurrencia y las características del terreno donde se producen o se propagan, además de los eventos registrados.

Kuroiwa, Julio (2002), da a conocer: "El territorio peruano está situado sobre el Cinturón de Fuego Circumpacífico, que es una zona donde ocurren más del 80% de los sismos que afectan al planeta. Casi todos los movimientos sísmicos en nuestro país están relacionados a la subducción de la placa Oceánica de Nazca, que se introduce bajo la placa Continental Sudamericana, a razón de 9cm/año".

**FIGURA N° 4. CINTURÓN DE FUEGO DEL PACÍFICO**



FUENTE: AGENCE FRANCE-PRESSE, 2012.

La Norma E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, brinda un Mapa de Zonificación Sísmica para el territorio Peruano donde considera a la ciudad de Chepén, La Libertad, con una ubicación dentro de la zona 4, la que configura a tal sector en un grado de sismicidad alta, teniendo un factor mayor al de las demás zonas.

**FIGURA N° 5. ZONAS SÍSMICAS DEPARTAMENTALES**



FUENTE: ICG - NTP E-030, 2016.

### 2.3.3. RIESGO SÍSMICO

Bonett, Ricardo (2003), define: "El riesgo sísmico es el grado de pérdidas esperadas que sufren las estructuras durante el lapso de tiempo que permanecen expuestas a la acción sísmica".

Kuroiwa, Julio (2002), señala que, "el Riesgo Sísmico es definido como una función de la vulnerabilidad sísmica y del peligro sísmico, que de forma general se puede expresar como: Riesgo = Peligro + Vulnerabilidad".

Esta evaluación de riesgo será en forma individual para cada estructura.

Según Bommer (1998), cuando se desea calcular el riesgo sísmico de una determinada zona, entonces la ecuación del riesgo sísmico se ve afectada por la densidad poblacional: Riesgo es igual a peligro por exposición por vulnerabilidad y por costo. En este caso el riesgo sísmico es medido en términos de pérdidas de vidas o económicas. La exposición es el número de personas o viviendas de la zona, o el valor productivo del comercio del lugar. El costo está relacionado el número de personas en cada vivienda o valor monetario de reparación de cada vivienda.

En este estudio se propone una metodología simple para evaluar de forma rápida el riesgo sísmico en viviendas de albañilería confinada. Ecuación propuesta por Fourier d'Albe (1988) y sustentado por Kuroiwa, Julio (2002), el riesgo sísmico es la "suma de la evaluación de vulnerabilidad y del peligro sísmico, según la siguiente expresión:

Riesgo = (0,5 x vulnerabilidad) + (0,5 x peligro)". El riesgo sísmico ha sido dividido en tres niveles: alto, medio, bajo.

#### **2.3.4. PELIGRO SÍSMICO**

Bommer et al. (1998), definen: "El peligro sísmico es la probabilidad de ocurrencia de movimiento sísmico de cierta intensidad en una zona determinada durante un tiempo definido; el peligro también puede incluir otros efectos que el mismo sismo genera, como derrumbes de laderas y licuefacción de suelos".

Por tal motivo, el primer paso en la evaluación del peligro sísmico es caracterizar las zonas sismo-tectónicas, para posteriormente entender mejor las características de los terremotos. Generalmente, en su evaluación se utilizan métodos o modelos probabilísticos simplificados de cálculo basados en el establecimiento de las leyes estadísticas para definir el comportamiento sísmico de una zona, las fuentes sísmicas y la atenuación del movimiento del suelo, expresando los resultados en forma de probabilidad.

Sin embargo, estos modelos involucran una gran cantidad de incertidumbres, lo que lleva inevitablemente a ser calculados a partir de la extrapolación de datos, a la adaptación de estudios de otras regiones, para que estos modelos sean completamente funcionales y en muchos casos a la simplificación de los mismos.

#### **2.3.5. VULNERABILIDAD**

Se refiere al grado de daño que resulta en las edificaciones durante un sismo. La vulnerabilidad refleja la falta de resistencia de una edificación frente a los sismos

Kuroiwa, Julio (2002), señala que: "La vulnerabilidad sísmica es el nivel de daño que pueden sufrir las edificaciones realizadas por el hombre, durante un evento sísmico; la vulnerabilidad refleja la falta de resistencia de una edificación frente a un sismo"; Bommer, (1998), y "depende de las características del diseño de la edificación, de la calidad de materiales y de la técnica de construcción".

Mosqueira, Miguel y Tarque, Sabino (2005), Blondet et al. (2003), definen: "Países en desarrollo como el nuestro, las edificaciones informales son construidos sin asesoramiento técnico, ni profesional, viviendas que mayormente presentan serios problemas respecto a su ubicación, configuración estructural y proceso constructivo, muy vulnerables ante los sismos".

Aspectos que influyen en la vulnerabilidad, son los siguientes:

### 2.3.5.1. DENSIDAD DE MUROS.

Se define como la relación que hay entre el área construida de cada piso y el área de los muros portantes en ambas direcciones del plano x, y. No se consideran los muros portantes a los muros con longitudes menores a 1.20m. La densidad mínima de los muros reforzados se obtiene con la siguiente expresión del Artículo 19.2 de la NTP E.070 del RNE.

$$\frac{\text{Área de Corte de los Muros Reforzados}}{\text{Área de la Planta Típica}} = \frac{\sum L.t}{A_p} \geq \frac{Z.U.S.N}{56}$$

Dónde:

L: Longitud total del muro incluyendo columnas (m) (mayor a 1.20 m)

T: Espesor efectivo del muro (m)

A<sub>p</sub>: Área de la planta típica (m<sup>2</sup>)

N: Número de pisos del edificio.

"Z" es un factor según se indica en la Tabla. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido, con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

**TABLA N° 1. FACTORES DE ZONA**

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

FUENTE: NTP E.030, 2016.

El factor de uso o importancia (U), definido en la Tabla, se usará según la categoría de la edificación.

**TABLA N° 2. CATEGORÍAS DE LA EDIFICACIÓN Y FACTOR "U"**

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud .	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1.</li> <li>- Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.</li> <li>- Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.</li> </ul> Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.  También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de *U* será como mínimo 1,5.

Nota 2: En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

FUENTE: NTP E.030, 2016.

“S” son los parámetros de suelo, se clasifican tomando en cuenta las propiedades mecánicas del suelo, el espesor del estrato, el período fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Los tipos de perfiles de suelos definidos en la NTP E .030-2016

Los tipos de perfiles de suelos son cinco:

- a. Perfil Tipo S0: Roca Dura
- b. Perfil Tipo S1: Roca o Suelos Muy Rígidos
- c. Perfil Tipo S2: Suelos Intermedios
- d. Perfil Tipo S3: Suelos Blandos
- e. Perfil Tipo S4: Condiciones Excepcionales

**TABLA N° 3. FACTORES DE SUELO Y PERÍODOS**

FACTOR DE SUELO “S”				
SUELO	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

PERIODOS “T <sub>p</sub> ” Y “T <sub>L</sub> ”				
	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>p</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

FUENTE: NTP E.030, 2016.

Información en el Plan Director de la Municipalidad provincial de Chepén, La Libertad, año 2006 - 2011, que según estudios elaborados por ROAYA S.A. han determinado los siguientes datos:

- Villa Los Mártires: Tipo de suelo SP (arena gruesa uniforme).

Dato muy importante que llevado al Reglamento Nacional de Edificaciones, según Norma E 030, Artículo 2.3.1. Perfiles de Suelo, determina como Perfil Tipo S2: Suelos Intermedios: Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa.

Factor De Amplificación Sísmica, de acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$$T < T_p \quad C = 2,5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$

Donde:

- T es el Período Fundamental de Vibración
- Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la respuesta estructural respecto de la aceleración en el suelo.
- Periodos Tp y TL, son referentes al perfil del Suelo de acuerdo a la Zona.

El Periodo Fundamental de Vibración para cada dirección se calcula con la siguiente expresión:

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

Donde:

- hn = Altura total de la Edificación.
- CT = Para edificios de albañilería.

El coeficiente de reducción de la fuerza sísmica (R) se selecciona según el sistema estructural y los materiales usados en la edificación.

**TABLA N° 4. SISTEMAS ESTRUCTURALES**

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coficiente Básico de Reducción $R_0$ (*)
<b>Acero:</b>	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
<b>Concreto Armado:</b>	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
<b>Albañilería Armada o Confinada.</b>	3
<b>Madera (Por esfuerzos admisibles)</b>	7

FUENTE: NTP E.030, 2016.

## 2.3.5.2. MATERIALES Y SUS CUALIDADES

### A. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

Gallegos, Héctor y Casabonne, Carlos (2005), definen: "La unidad de albañilería (ladrillo) es el componente básico para la construcción de la albañilería".

Los ladrillos son fabricados de manera artesanal o industrial y se caracterizan por su forma ortoédrica. Esto es el resultado del moldeo, secado y cocción a altas temperaturas de una mezcla arcillosa. La principal propiedad mecánica del ladrillo es su resistencia a la compresión. Las unidades de albañilería pueden ser hechas de arcilla, concreto o cal. En este estudio solo se evalúan las viviendas de ladrillo de arcilla.

Los ladrillos se caracterizan por tener dimensiones y pesos que permiten se pueda manejar con una sola mano en el proceso de asentado. El ladrillo tradicional de arcilla tiene un ancho entre 12 a 14 cm, un largo entre 23 a 24 cm, y un alto entre 9 a 10cm.

Los ladrillos deben ser de buena calidad ya que ellos aportan firmeza a la construcción, un muro portante soporta el peso de la construcción y la fuerza de los sismos.

El ladrillo sólido o macizo puede tener alvéolos perpendiculares a la cara de asiento. La suma de las áreas de los alvéolos no debe ser mayor al 25% del área de la sección bruta del ladrillo. Los ladrillos perforados necesariamente tienen alvéolos cuyas áreas suman más del 25% de área de la sección bruta del ladrillo. Los ladrillos pandereta o tubulares tienen perforaciones paralelas a la cara del asiento.

## **B. MORTERO**

Gallegos, Héctor y Casabonne, Carlos (2005), señalan que: "El mortero es un adhesivo que une y cubre las irregularidades de los ladrillos de arcilla con relativa estabilidad en el proceso constructivo".

El mortero es el resultado de una mezcla de cemento, arena y agua. En ocasiones al mortero se le adiciona cal para darle una mayor capacidad de retención del agua de mezclado.

La cantidad de agua que se le agrega a la mezcla de cemento y arena debe ser la adecuada para que sea trabajable. El ladrillo al absorber parte del agua de mezcla permite una mejor adhesión con el mortero.

## **C. ALBAÑILERÍA CONFINADA**

Gallegos, Héctor y Casabonne, Carlos (2005), establecen que: "La albañilería confinada es un material estructural compuesta por unidades asentadas con mortero y reforzada con elementos de confinamiento de concreto armado verticales (columnas) y horizontales (vigas soleras)".

Los muros confinados son los elementos de las viviendas que resisten las fuerzas horizontales que producen los sismos. A mayor cantidad de muros construidos en sentido paralelo y perpendicular a la fachada, será mejor el comportamiento de las viviendas durante los sismos.

Las cargas verticales también son soportadas por los muros confinados, los cuales transmiten las cargas provenientes de las losas hasta la cimentación.

San Bartolomé et al. (2004), explica que: "La fuerza paralela al plano de los muros puede ocasionar dos tipos de fallas en los muros: la falla por flexión y falla por corte".

La falla por flexión produce grandes esfuerzos de tracción y compresión en la base de las columnas y produce grietas horizontales en la base de los muros. La falla por corte produce la separación de la albañilería y del confinamiento. Los muros confinados empiezan a comportarse como pórticos contra ventados con diagonales en compresión.

Este tipo de falla produce también grietas diagonales en el muro confinado.

La fuerza sísmica perpendicular al plano de los muros puede ocasionar el volteo de los muros. Sin embargo, "si el muro está confinado, tiene las columnas a una distancia menor al doble de la altura del entrepiso ( $h$ ) y tiene un espesor efectivo mayor que  $h/20$ , se puede afirmar que el muro no podrá fallar ante cargas perpendiculares". [San Bartolomé et al. (2014)].

#### **D. TABIQUERÍA**

Los tabiques son los muros cuyo propósito es la división de ambientes. Los tabiques no se diseñan como parte de los elementos de la vivienda que resisten las fuerzas sísmicas. Los tabiques solo soportan cargas que origina su propio peso y deben ser construidos con ladrillos panderetas o tubulares.

## 2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

**Sismo:** Vibraciones o sacudimientos de la corteza terrestre causados por ondas sísmicas que se generan por súbita liberación de energía elástica acumulada en la corteza y parte superior del manto terrestre. (Bertero, 2000).

**Peligro sísmico:** El peligro sísmico representa la probabilidad de ocurrencia dentro de un período específico de tiempo y dentro de un área dada, un movimiento sísmico con una intensidad determinada. (Bazán, 2000).

**Vulnerabilidad:** Es el grado de daño que sufre una estructura debida a un evento sísmico de determinadas características. (Bazán, 2000)

**Riesgo sísmico:** El riesgo sísmico es el grado de pérdidas esperadas que sufren las estructuras durante el lapso de tiempo que permanecen expuestas a la acción sísmica, (Bonett, 2003).

**Sismicidad:** La sismicidad se define como la frecuencia de ocurrencia de fenómenos sísmicos por unidad de área incluyendo, al mismo tiempo, cierta información de la energía sísmica liberada (Bazán, 2000).

**Confinamiento:** Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante. (NTP E.070, 2006).

**Densidad de muros:** La relación del área los muros al área de la planta del piso en estudio. (NTP E.070, 2006).

## CAPÍTULO III:

### MATERIAL DE ESTUDIO Y MÉTODOS

#### 3.1. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

El riesgo sísmico en las Viviendas de Albañilería Confinada del Asentamiento Humano Villa Los Mártires, es alto debido a su vulnerabilidad y peligro sísmico.

#### 3.2. OPERACIÓN DE VARIABLES

- **Variable independiente:** Vulnerabilidad y peligro sísmico.
- **Variable dependiente:** Riesgo sísmico.

**TABLA N° 5. VARIABLES**

Tipo de Variable	Variable	Concepto	Indicador
Independiente	Vulnerabilidad Sísmica	Se manifiesta como el nivel de debilidad de las edificaciones para someterse ante un evento sísmico de gran intensidad.	<b>ALTA</b> <b>MEDIA</b> <b>BAJA</b>
	Peligro Sísmico	Es la probabilidad de movimientos sísmicos de acuerdo características de la ubicación con un potencial destructivo.	<b>ALTO</b> <b>MEDIO</b> <b>BAJO</b>
Dependiente	Riesgo Sísmico	Es un factor en función del peligro sísmico y la vulnerabilidad sísmica, que estima los niveles de daños causados ante estas acciones.	<b>ALTO</b> <b>MEDIO</b> <b>BAJO</b>

FUENTE: PROPIA, 2017.

### **3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

En esta investigación se aplican estudios basados en la ecuación propuesta por Kuroiwa, Julio (2002), ecuación fundamentada y aplicada para edificaciones de albañilería confinada por Mosqueira, Miguel y Tarque, Sabino (2005) que permite calcular de manera numérica la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico, para luego clasificarla en buena, regular o mala.

### **3.4. TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.**

Este estudio es una investigación no experimental descriptiva, porque se analiza la realidad y mediante la observación de las situaciones para precisar datos que se desean conocer y obtener valores que se manifiestan en las variables.

### **3.5. UNIDAD DE ESTUDIO**

En este estudio se analizan las Viviendas del Asentamiento Humano Villa Los Mártires de la Ciudad de Chepén.

### **3.6. POBLACIÓN**

La población de estudio lo constituyen las viviendas de Albañilería Confinada del Asentamiento Humano Villa Los Mártires, Provincia de Chepén, Región la Libertad. Las edificaciones tienen características similares, en su mayoría son viviendas de 1 a 2 niveles con una topografía plana, suelos intermedios con presencia de nivel freático alto, viviendas diseñadas y construidas sin asesoramiento técnico y con mano de obra de baja calidad.

**FIGURA N° 6. PLANO BÁSICO DE CHEPÉN- A.H. VILLA LOS MÁRTIRES.**



FUENTE: MPCH, 2015.

**FIGURA N° 7. ÁREA DE ESTUDIO, A.H. VILLA LOS MÁRTIRES.**



FUENTE: GOOGLE EARTH, 2013.

### **3.7. MUESTRA**

Para realizar esta investigación se tendrá una muestra no probabilística, se trabajará con 20 viviendas que serán evaluadas en el Asentamiento Humano Villa Los Mártires.

### **3.8. MÉTODOS**

Para el estudio se ha realizado una investigación de campo y de gabinete. La investigación de campo, para obtener información de la zona en evaluación, se realizó mediante encuestas que se dieron a los propietarios de las edificaciones conformadas según la muestra a estudiar. La investigación de gabinete consiste en el desarrollo de las fichas de encuesta y de datos, para calcular y determinar el análisis del riesgo sísmico de las viviendas.

### **3.9. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS DE DATOS**

Con la finalidad de recaudar datos se usaron cuestionarios, formularios, plantillas y formatos impresos en los que se registraron las descripciones y valores que se obtienen.

Las encuestas y observaciones se convierten en forma física en documentación que contienen aspectos generales de la vivienda como las características constructivas, estructurales; comentarios y un registro de fotografías y otros datos.

### **3.10. FICHA DE ENCUESTA**

La ficha de encuesta tiene como propósito el recolectar información necesaria para la evaluación cuantitativa y cualitativa de las viviendas seleccionadas de albañilería, ya sea de uno o más pisos. En esta incluye el plano de la vivienda en planta de cada piso y una vista frontal. Se pone en conocimiento que la ficha de encuesta es válida según estudios anteriores. (Mosqueira y Tarque, 2005).

### **3.10.1. DATOS GENERALES**

#### **a. Número de vivienda**

Es el número correlativo asignado a la vivienda encuestada.

#### **b. Fecha de encuesta**

El día, mes y año en que se realizó la encuesta a la vivienda.

#### **c. Familia**

Apellidos de la familia que reside en la vivienda encuestada.

#### **d. Número de habitantes**

Cantidad de personas que residen en la vivienda encuestada.

#### **e. Ubicación de la vivienda**

La dirección de la vivienda, el tipo y nombre de vía: avenida, calle, pasaje, jirón, carretera.

#### **f. Dirección técnica en el diseño**

Se consulta si recibió alguna asesoría profesional para el diseño de la vivienda.

#### **g. Dirección técnica en la construcción**

Se consulta si recibió alguna asesoría profesional para el proceso constructivo de la vivienda.

#### **h. Pisos construidos, proyectados en la vivienda y antigüedad**

Se tienen en cuenta los niveles construidos y a cuántos se ampliará, además de la antigüedad de la vivienda.

#### **i. Topografía y parámetro de Suelo**

Se registra si tiene pendiente y el tipo de suelo en la que está construida la vivienda.

#### **j. Secuencia de la construcción.**

Proceso de cómo se vienen construyendo las áreas de la edificación.

### **3.10.2. ELEMENTOS DE LA VIVIENDA Y SUS CARACTERÍSTICAS**

#### **a. Cimentación**

Las dimensiones y profundidad aproximadas de la cimentación que el propietario o encargado de la vivienda conoce.

#### **b. Muros**

Las dimensiones de la albañilería utilizada, ya sea ladrillos macizos, huecos o pandereta. Se considera la medida aproximada de las juntas entre las unidades de albañilería y el espesor de los muros, como las longitudes de los muros de albañilería.

#### **c. Columnas y Vigas**

La dimensión predominante de la sección de los elementos estructurales.

#### **d. Techo**

Dimensiones de la losa aligerada o losa maciza. Se especifica la altura de nivel de la losa.

### 3.10.3. DEFICIENCIAS

Se hace mención de los problemas observados durante la visita a la vivienda. Los aspectos se relacionan con problemas de ubicación como vivienda sobre relleno natural, vivienda sobre suelo no consolidado, vivienda sobre nivel freático superficial. Problemas del proceso constructivo entre ellos mal encofrado y acero de refuerzo expuesto, juntas de construcción mal ubicadas, unión muro y techo no monolítica, además de problemas de los elementos estructurales, mano de obra y estado de la vivienda en el cual se tendrán en cuenta defectos actuales como eflorescencia, muros agrietados y asentamiento en la edificación.

### 3.10.4. ESQUEMA DE LA VIVIENDA

Se refiere a un croquis de la vivienda en el que se muestra su forma estructural para el estudio, teniendo en cuenta vista planta y elevación frontal.

### 3.10.5. FOTOGRAFÍAS

Imágenes resaltantes de la vivienda con diferentes vistas, dando alcances sobre aspectos encontrados en la visita y encuesta.

FIGURA N° 8. DATOS GENERALES DE ENCUESTA

ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN A.H. VILLA LOS MÁRTIRES			
FICHA DE ENCUESTA			
<b>Datos Generales:</b>			
Vivienda N°: _____	Fecha de encuesta: _____		
Familia: _____	Cantidad de personas de la vivienda: _____		
Dirección: _____			
Recibió asesoría técnica para diseñar su vivienda. ¿Por qué? _____			
Recibió asesoría técnica para construir su vivienda. ¿Por qué? _____			
¿Cuándo empezó a construirla? _____	¿Cuándo terminó? _____		
Tiempo de residencia en la vivienda: _____			
N.º de pisos actual: _____	N.º de pisos proyectados: _____		
Secuencia de construcción de los ambientes:			
Paredes límite ( )	Sala comedor ( )	Dormitorio ( )	Cocina ( )
Baño ( )	Otros ( )	Todo a la vez ( )	Primero un cuarto ( )
Topografía:			
Plana ( )	Media ( )	Pronunciada ( )	
Parámetros de Suelo:			
Rígidos ( )	Intermedios ( )	Flexibles ( )	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017

**FIGURA N° 9. DATOS TÉCNICOS DE LA ENCUESTA**

<b>Datos técnicos:</b>					
<b>Elemento</b>	<b>Características</b>				<b>Observaciones</b>
Cimiento (m)	<b>Cimiento corrido</b>		<b>Zapata</b>		
	Profundidad		Profundidad		
	Ancho		Sección		
Muros (cm)	<b>Ladrillo macizo</b>		<b>Ladrillo pandereta</b>		
	Dimensiones		Dimensiones		
	Juntas		Juntas		
Techo (m)	<b>Diafragma Rígido</b>		<b>Otro</b>		
	Tipo	Aligerado	Tipo		
	Peralte		Peralte		
Columnas (m)	<b>Concreto (m)</b>		<b>Otro</b>		
	Dimensiones		Dimensiones		
Vigas (m)	<b>Concreto (m)</b>		<b>Otro</b>		
	Dimensiones		Dimensiones		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

**FIGURA N° 10. DEFICIENCIAS EN LA CONSTRUCCIÓN**

<b>Deficiencias :</b>			
<b>Problemas de Ubicación :</b>		<b>Problemas del proceso constructivo :</b>	
Vivienda sobre relleno natural	( )	Mal encofrado y acero de Refuerzo expuesto	( )
Vivienda sobre suelo no consolidado	( )	Juntas de ladrillos mayor a 1.5 cm	( )
Vivienda con nivel freático superficial	( )	Unión muro-techo no monolítica	( )
<b>Problemas estructurales :</b>		<b>Mano de obra</b>	<b>Estado :</b>
Muros sin vigas soleras y/o arriostradas	( )	Buena	( )
Tabiquería no arriostrada	( )	Regular	( )
Viviendas sin junta sísmica	( )	Mala	( )
Muros portantes de ladrillo pandereta	( )		Asentamientos de la vivienda ( )

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.



### **3.11. PROCEDIMIENTO**

#### **3.11.1. INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Se realizó una búsqueda de información relacionada con aspectos sobre comportamientos sísmicos de las edificaciones, consultando libros, tesis, documentos, páginas web, entre otros. Tales referencias de documentos e información utilizada, se encuentran detalladas al final de esta investigación.

Con la información recolectada se dio inicio para desarrollar la recaudación de datos de las viviendas.

#### **3.11.2. SELECCIÓN DE LA ZONA A ESTUDIAR**

Se tiene en consideración esta zona porque es una extensión urbana, es parte del crecimiento poblacional alejado del centro de la ciudad con viviendas que en su mayoría son de material de albañilería confinada, y en los que se ha podido observar falta de dirección profesional tanto en el diseño, como en la construcción.

#### **3.11.3. SELECCIÓN DE LAS VIVIENDAS A ESTUDIAR**

El Asentamiento Humano Villas Los Mártires cuenta con 10 manzanas de viviendas, en las cuales se consideró evaluar dos viviendas por manzana. Las viviendas tienen como característica principal ser de albañilería confinada, de uso unifamiliar o multifamiliar, de 1 a 2 niveles de construcción.

#### **3.11.4. FICHAS DE REPORTE DE INFORMACIÓN**

Para registrar toda la información que es adquirida en las visitas a las viviendas se tuvieron como herramientas, formatos y plantillas desarrolladas en MS Excel donde se anotan los datos para posteriormente ser analizados y calculados.

### **3.11.5. RECOLECCIÓN DE DATOS**

Se realizó una visita a las viviendas del Asentamiento Humano Villa Los Mártires con la finalidad de recaudar la mayor información posible tanto de la encuesta a los propietarios, así como de la información obtenida de la observación del estado y medición de los elementos estructurales de la vivienda. La información es anotada a mano en las fichas.

### **3.11.6. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS**

Una vez obtenida la información, se hicieron diversos cálculos para obtener los grados de vulnerabilidad, peligro sísmico y riesgo sísmico, con ayuda de hojas de cálculo para realizar una base de datos y de esta forma desarrollar una estadística de los valores resultantes.

Además se estiman aspectos cualitativos de la zona de estudio para establecer el estado de las construcciones y los factores que afecten los elementos estructurales de las viviendas.

Posteriormente desarrollar gráficas didácticas que muestran los diferentes niveles e indicadores de parámetros de la evaluación.

**FIGURA N° 12. DESARROLLO DE FICHA DE ENCUESTA**

ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN A.H. VILLA LOS MÁRTIRES					
FICHA DE ENCUESTA					
					
<b>Datos Generales:</b>					
Vivienda N.º: <u>03.....</u>		Fecha de encuesta: <u>12/09/17</u>			
Familia: <u>Abramonte de la Cruz</u>		Cantidad de personas de la vivienda: <u>....4</u>			
Dirección: <u>Pasaje Los Ángeles # 129</u>					
Recibió asesoría técnica para diseñar su vivienda. ¿Por qué? <u>No. Se diseñó con la asesoría del Maestro de Obra.</u>					
Recibió asesoría técnica para construir su vivienda. ¿Por qué? <u>No. Se construyó con la asesoría del Maestro de Obra.</u>					
¿Cuándo empezó a construirla? <u>2011.....</u>		¿Cuándo terminó? <u>Sin concluir.</u>			
Tiempo de residencia en la vivienda: <u>6 años</u>					
N.º de pisos actual: <u>1.....</u>		N.º de pisos proyectados: <u>...2</u>			
Secuencia de construcción de los ambientes:					
Paredes límite ( )	Sala comedor ( )	Dormitorio ( )	Cocina ( )		
Baño ( )	Otros ( )	Todo a la vez ( x )	Primero un cuarto ( )		
Topografía:					
Plana ( x )	Media ( )	Pronunciada ( )			
Parámetros de Suelo:					
Rígidos ( )	Intermedios ( x )	Flexibles ( )			
<b>Datos técnicos:</b>					
Elemento	Características				Observaciones
Cimiento (m)	Cimiento corrido		Zapata		.....
	Profundidad	0.70 m	Profundidad	.....	
	Ancho	0.40 m	Sección	.....	
Muros (cm)	Ladrillo macizo		Ladrillo pandereta		Ladrillo Artesanal
	Dimensiones	9 x 13 x 23 cm	Dimensiones	.....	
	Juntas	1.5-2.0 cm	Juntas	.....	
Techo (m)	Diafragma rígido		Otro		.....
	Tipo	Losa Aligerada	Tipo	.....	
	Peralte	0.20 cm	Peralte	.....	
Columnas (m)	Concreto (m)		Otro		.....
	Dimensiones	0.25 x 0.25 m	Dimensiones	.....	
Vigas (m)	Concreto (m)		Otro		.....
	Dimensiones	0.25 x 0.45 m	Dimensiones	0.25 x 0.20 m	
<b>Deficiencias :</b>					
<b>Problemas de Ubicación :</b>			<b>Problemas del proceso constructivo :</b>		
Vivienda sobre relleno natural (x)			Mal encofrado y acero de Refuerzo expuesto ( )		
Vivienda sobre suelo no consolidado ( )			Juntas de ladrillos mayor a 1.5 cm (X)		
Vivienda con nivel freático superficial ( )			Unión muro-techo no monolítica (X)		
<b>Problemas estructurales :</b>			<b>Mano de obra Estado :</b>		
Muros sin vigas soleras y/o arriostradas ( )			Buena ( ) Eflorescencia y salitre en muros (X)		
Tabiquería no arriostrada (X)			Regular (x) Muros agrietados ( )		
Viviendas sin junta sísmica (X)			Mala ( ) Asentamiento en la Vivienda ( )		
Muros portantes de ladrillo pandereta ( )					

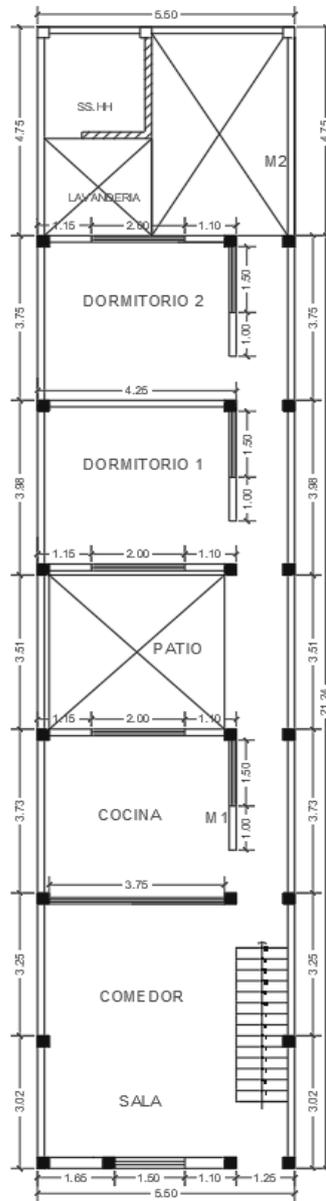
**FUENTE:** ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

**FIGURA N° 13. DESARROLLO DE ESQUEMA DE VIVIENDA**

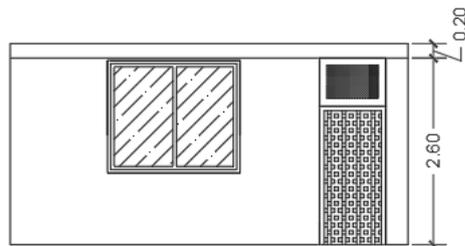
**Esquema de la vivienda:**

Planta

Primera planta



Elevación Frontal



Juntas sísmicas

Izquierda	Derecha
0.00 cm	0.00 cm

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

**FIGURA N° 14. FOTOGRAFÍAS DE FICHA DE ENCUESTA**

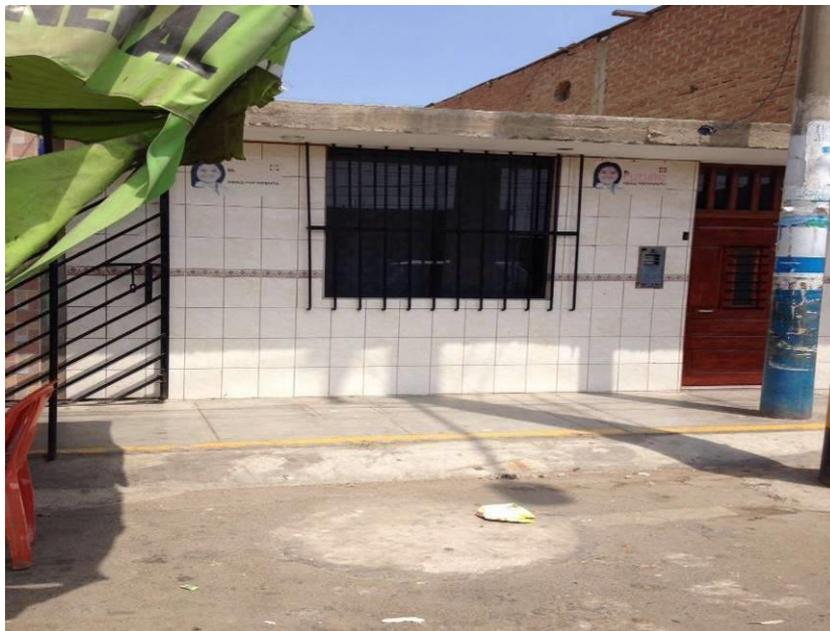


FOTO 1 : FACHADA DE VIVIENDA



FOTO 2 : MUROS SIN ARRIOSTRAMIENTO



FOTO 3 : SALITRE EN MUROS

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

**FIGURA N° 15. FICHA DE REPORTE DE ENCUESTA**

ESTUDIO DEL RIESGO SÍSMICO EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DEL ASENTAMIENTO HUMANO VILLA LOS MÁRTIRES										
FICHA DE REPORTE										
										
<b>Antecedentes:</b>										
Familia:	Abramonte de la Cruz			Vivienda N°:	03					
Ubicación:	Pasaje Los Angeles # 157									
Dirección técnica de Diseño:	No, Se diseñó con la asesoría del Maestro de Obra.									
Dirección técnica en la Construcción:	No, Se construyó con la asesoría del Maestro de Obra.									
Pisos Construidos:	1	Pisos Proyectados:	2	Antigüedad de la Vivienda:	6 años					
Topografía y Parámetros del Suelo:	Plana			Intermedio						
<b>Aspectos Técnicos:</b>										
Elemento	Características									
Cimientos	Cimiento corrido de concreto ciclópeo de 0.40 m de ancho, 0.70 m de profundidad.									
Muros	Ladrillo macizo artesanal de 9x13x23, juntas de 1.5 a 2.0 cm, muros de soga, altura de 2.60 m.									
Techo	Losa aligerada de 0.20 m.									
Columnas	21 de 0.25x0.25 m									
Vigas	0.25x0.45 m, 0.25x0.20 m.									
Área Terreno	Fronte (m):	5.50	Largo (m):	21.24	Área (m <sup>2</sup> ):	116.82				
Piso Techado	101.16	m <sup>2</sup>								
<b>Deficiencias:</b>										
Problemas de Ubicación :	Vivienda sobre relleno natural									
Problemas del proceso constructivo :	Juntas de ladrillos mayor a 1.5 cm, Unión muro-techo no monolítica									
Problemas estructurales :	Tabiquería no arriostrada, Viviendas sin junta sísmica									
Mano de obra:	Regular									
Estado :	Eflorescencia y salitre en muros									
Análisis por sismo (Z=0.45, U=1, C=2.5, R=3)										
Factor de Suelo S=				1.05	Resistencia característica a corte (kPa): V'm=		510	kN/m <sup>2</sup>		
					VR= Resistencia al corte (kN)= Ae(0.5v'm.α+0.23Pg)					
Área Piso 1	Cortante Basal		Área de muros		Ae/Am	Densidad	Resistencia	VR/V	Resultado	
	Peso acum.	V=ZUSCP/R	Existente: Ae	Requerida: Am						Ae/Área piso 1
m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	Adimensional	%	kN	Adimensional		
Análisis en el sentido x										
101.16	8.00	318.65	0.93	1.27	0.73	0.92			Inadecuado	
Análisis en el sentido y										
101.16	8.00	318.65	5.52	1.27	4.33	5.46			Adecuado	
<b>Observaciones y comentarios:</b>										
Solo se calcula VR si $0.80 \leq Ae/Am < 1.1$										
<b>Estabilidad de muros al volteo</b>										
Muro	Factores					Mom. Act.	Mom. Rest.	Resultado	Ma : Mr	
	C1	m	P	a	e	$0.36C1mPa^2$	$25e^2$			
	adim	adim	Kn/m <sup>2</sup>	m	m	Kn-m/m	Kn-m/m			
M1	2.0	0.125	2.70	2.60	0.15	1.643	0.563		Inestable	
M2	2.0	0.092	2.70	3.50	0.15	2.199	0.563		Inestable	
<b>FACTORES INFLUYENTES EN EL RESULTADO (Riesgo = Función (Vulnerabilidad; Peligro)</b>										
VULNERABILIDAD					PELIGRO					
ESTRUCTURAL			NO ESTRUCTURAL		SISMICIDAD	SUELO	TOPOGRAFÍA Y PENDIENTE			
DENSIDAD DE MUROS	MANO DE OBRA Y MATERIALES		TABIQUERÍA Y PARAPETOS				Alta	Intermedio	Plana	
	Inadecuada	Regular Calidad		Todos Inestables						
CALIFICACIÓN			RESULTADO							
VULNERABILIDAD	ALTA		RIESGO SÍSMICO			ALTO				
PELIGRO	MEDIO									

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

## CAPÍTULO IV:

### ANÁLISIS SÍSMICO

#### 4.1. ANÁLISIS DE LA DENSIDAD DE MUROS

El análisis sísmico tiene como base la comparación de la densidad de muros existentes con la densidad mínima requerida en los muros para que las viviendas soporten adecuadamente los sismos severos (0.4g).

El área mínima de muros que debe tener cada vivienda en el primer piso debe ser la apropiada para soportar la mayor carga sísmica, se ha supuesto que la fuerza cortante actuante, producto de un sismo, dividida entre el área de muros requerida debe ser menor que la sumatoria de las fuerzas cortantes resistentes de los muros dividida entre el área existente de muros.

$$V / A_m \leq \sum V_R / A_e \quad (1)$$

Donde:

V = Fuerza cortante basal (kN) actuante

V<sub>R</sub> = Fuerza de corte resistente (kN) de los muros

A<sub>m</sub> = Área (m<sup>2</sup>) requerida o necesaria de muros

A<sub>e</sub> = Área (m<sup>2</sup>) existente de muros confinados

De acuerdo al RNE Norma Técnica E-030 de Diseño Sismoresistente, la fuerza cortante basal "V" producida por los sismos se expresa como:

$$V = Z.U.S.C.P / R \quad (2)$$

Donde:

V = Fuerza Cortante Basal

Z = Factor de zona

U = Factor de uso que para viviendas es igual a 1

S = Factor de suelo, relacionado con la Zona 4.

- Roca Dura = 0.80
- Roca o suelos muy rígidos = 1.00
- Suelos intermedios = 1.05
- Suelos blandos = 1.10

C = Factor de amplificación sísmica = 2.5

R = Factor de reducción por ductilidad = 3

P = Peso de la estructura (kN)

Para estimar el peso P de la vivienda de albañilería confinada se ha asumido que el peso está en función al área techada, que es aproximadamente 8 kN/m<sup>2</sup>. (Arango 2002).

$$P = Att. \gamma \quad (3)$$

Donde:

Att = Suma de las áreas techada (m<sup>2</sup>) de todos los pisos de la vivienda.

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

La resistencia al corte  $V_m$  de la albañilería confinada de cada entrepiso, se calcula con la siguiente expresión: (NTE E.070, 2006).

$$VR = 0.5 \times V'm. \alpha . t . l . + 0.23 \times Pg \quad (4)$$

Donde:

$V'm$  = Resistencia a compresión diagonal de los muretes de albañilería.

Para ladrillo de fabricación artesanal  $V'm = 510 \text{ kPa}$  (NTE E.030, 2006).

$\alpha$  = Factor de reducción por esbeltez varía entre  $1/3 \leq \alpha \leq 1$

t = Espesor efectivo (m) del muro en análisis

l = Longitud (m) del muro en análisis

$P_g$  = Carga gravitacional (kN) de servicio más sobrecarga reducida

La condición más favorable para que las viviendas colapsen se da cuando la fuerza sísmica (fuerza actuante) sea igual a la fuerza resistente de todos los muros de la estructura. Entonces ambos términos de la ecuación (1) serán iguales.

$$V / A_m = \sum V_R / A_e \quad (5)$$

Para calcular  $V_R$  se ha realizado una simplificación en la ecuación (4). Se ha supuesto que la esbeltez  $\alpha = 1$  y que  $0.23 P_g = 0$  por ser mínima en viviendas de 2 pisos. (Mosqueira y Tarque, 2005).

La ecuación (4) queda reducida a:

$$V_R = 0.5 \times V'm. t . l \quad (6)$$

Reemplazando las ecuaciones (2), (3) y (6), en la ecuación (5), se tiene:

$$(Z.U.S.C / R. A_m). (Att \times 8) = 0.5 \times V'm. \sum (t. l) / A_e$$

Ordenando la ecuación se obtiene:

$$A_m \approx Z. S. Att \times 8 / 300 \quad (7)$$

Donde:

$A_m$  expresada en  $m^2$

La ecuación (7) determina el área mínima de muros en cada dirección que debe tener el primer piso de las viviendas para asegurar un óptimo comportamiento sísmico.

En las fichas de reporte se calcula  $A_m$  con la ecuación (7) y  $A_e$  en base a los datos de las fichas de encuesta. Luego, se califica la relación  $A_e/A_m$  en base a los siguientes rangos de valores:

- Si  $A_e / A_m \leq 0.80$  se concluye que la vivienda no tiene adecuada densidad de muros.

- Si  $A_e / A_m \geq 1.1$  se concluye que la vivienda tiene adecuada densidad de muros.
- Si  $0.8 < A_e / A_m < 1.1$  se necesita calcular con mayor detalle la suma de fuerzas cortantes resistente de los muros de la vivienda ( $\sum VR$ ) y el cortante ( $V$ ).

#### 4.2. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LOS MUROS

Para el cálculo detallado de la  $\sum VR$  y de  $V$  se elaboró una hoja de cálculo anexa a la ficha de reporte donde se verifica de forma rápida el porcentaje de fuerza cortante y fuerza resistente de corte de cada muro.

En esta hoja anexa se calcula el valor de la reducción por esbeltez  $\alpha$  para cada muro, teniendo como base lo especificado en la tesis "Diagnóstico Preliminar de la Vulnerabilidad Sísmica de las Autoconstrucciones en Lima" (Flores 2002):

Para viviendas de un piso

$$\alpha \approx V.L / Me = F1.L / F1. H = L / h \quad (8)$$

Donde:

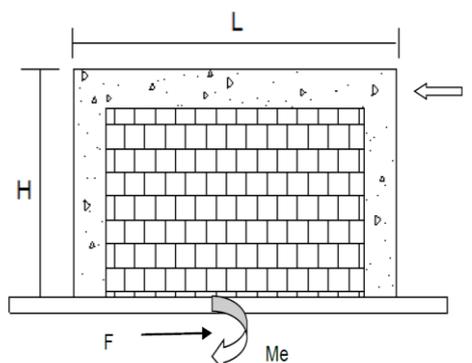
$Me$  = Momento (kN-m) producido en la base del muro

$F1$  = Fuerza (kN) de inercia

$h$  = Altura (m) de entrepiso

$L$  = Longitud (m) del muro

FIGURA N° 16. FUERZA CORTANTE Y MOMENTO EN MURO DE VIVIENDA DE UN PISO



FUENTE: FLORES, 2002.

Para viviendas de dos pisos

$$\alpha \approx V.L/Me = (F1 + F2)L/F1.h + F2(2h) \quad (9)$$

Donde:

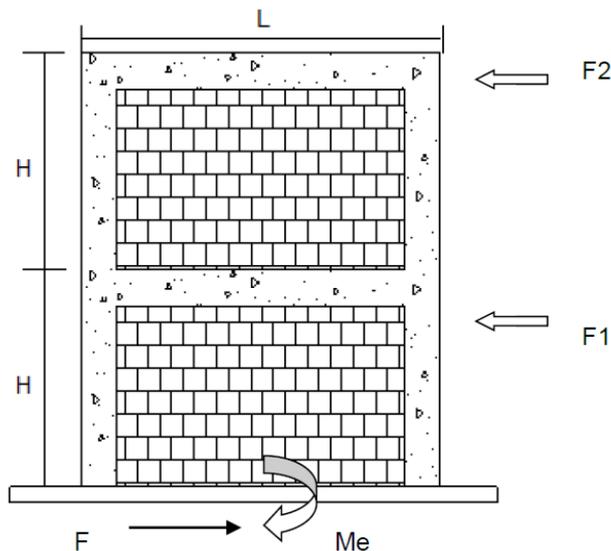
Me = Momento (kN-m) producido en la base del muro

Fi = Fuerza (kN) de inercia en el nivel i

h = Altura (m) de entrepiso

L = Longitud (m) del muro

**FIGURA N° 17. FUERZA CORTANTE Y MOMENTO EN MURO DE VIVIENDA DE DOS PISOS.**



FUENTE: FLORES, 2002.

Generalmente las alturas de entrepisos en viviendas de albañilería son iguales y también  $F2 = 2F1$ , por lo tanto la ecuación (9) se reduce a la siguiente expresión:

$$\alpha = 3L/5h \quad (10)$$

Para ambos casos, viviendas de uno o dos pisos, el valor de  $\alpha$  debe estar comprendido entre  $1/3 \leq \alpha \leq 1$ . (NTE E070, 2006).

### 4.3. ESTABILIDAD DE MUROS AL VOLTEO

Los muros no portantes se caracterizan porque son diseñados y construidos para soportar cargas provenientes de su propio peso, como por ejemplo los tabiques, cercos y parapetos de las viviendas.

El análisis de la estabilidad al volteo de un determinado muro se realiza mediante una comparación entre el momento actuante debido al sismo ( $M_a$ ) y el momento resistente ( $M_r$ ) que actúa en el muro.

Se consideran en el análisis los muros como cercos y parapetos, que generalmente carecen de arriostramiento en alguno de sus extremos.

- ❖ Para el cálculo del Momento Actuante en los Muros ( $M_a$ ), se establece primero la carga sísmica  $W$  que actúa durante un sismo perpendicular al plano del muro (NTE E070, 2006).

$$W = 0.8.Z.U.C1.P \quad (11)$$

Donde:

$Z$  = Factor de Zona (Zona 4= 0.45)

$U$  = Factor de uso (vivienda = 1)

$C1$  = Coeficiente sísmico

$P$  = Peso del muro por unidad de área del plano del muro ( $\text{kN/m}^2$ )

El peso  $P$  está dado por la siguiente expresión:

$$P = \gamma_m.e \quad (12)$$

Donde:

$\gamma_m$  = Peso específico del muro (NTE E020, 2006)

- Para muro de ladrillo macizo  $\gamma_m = 18 \text{ kN/m}^3$
- Para muro de ladrillo pandereta  $\gamma_m = 13.5 \text{ kN/m}^3$

$e$  = Espesor bruto del muro (incluyendo tarrajes). (m)

Los valores de C1 están dados por la norma de diseño sismoresistente E030. Según:

- Elementos que al fallar puedan caer fuera de la edificación y sea de peligro para personas u otras edificaciones, como parapetos en la azotea, C1 igual a 3.0.
- Muros y tabiques dentro de la edificación, C1 igual a 2.0.

El momento actuante perpendicular al plano del muro (San Bartolomé 1998), producido por la Carga Sísmica  $w$ , está dado por la siguiente expresión (NTE E070, 2006):

$$M_a = m \cdot w \cdot a^2 \quad (13)$$

Donde.

$m$  = Coeficientes de momentos.

$a$  = Dimensión crítica del paño de albañilería (m)

$w$  = Carga sísmica perpendicular

Los valores de los coeficientes de momentos  $m$  para cada valor de  $b/a$  son (Norma E- 070 de albañilería):

- Muro con tres bordes arriostrados

$a$  = Longitud del borde libre

$b / a$	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,0
$m$	0,060	0,074	0,087	0,097	0,106	0,112	0,128	0,132

- Muro arriostrado en sus bordes horizontales

- $a$  = Altura del muro

- $m = 0.125$

- Muro en voladizo

- $a$  = Altura del muro

- $m = 0.5$

Al reemplazar la ecuación (11) en la ecuación (13) se tiene:

$$M_a = 0.36.C1. e.m.y.m.a^2 \quad (14)$$

*M<sub>a</sub> expresado en kN-m/m.*

- ❖ Para determinar el Momento Resistente a tracción por flexión ( $M_r$ ) del muro se sabe por resistencia de materiales que el esfuerzo máximo de un elemento sometido a flexión es:

$$\sigma \max = M_r. c / I \quad (15)$$

Donde:

$\sigma \max$  = Esfuerzo por flexión (kN-m).

$M_r$  = Momento resistente a tracción por flexión (kN-m).

$c$  = Distancia del eje neutro a la fibra extrema (m).

$I$  = Momento de inercia de superficie (m<sup>4</sup>) de la sección, paralela al eje del momento.

El momento resistente a tracción por flexión es expresado como:

$$M_r = f_t. I / c \quad (16)$$

Donde:

$f_t$  = Esfuerzo de tracción por flexión de la albañilería simple (150 kN/m<sup>2</sup>) (NTE E070, 2006).

$I$  = Momento de inercia (m<sup>4</sup>) de la sección del muro.

$c$  = Distancia (m) del eje neutro a la fibra extrema de la sección.

Al reemplazar el valor de  $f_t$  y desarrollar el momento de inercia de superficie para una longitud de un metro de muro, se tiene la expresión del momento resistente por metro de longitud de muro.

$$M_r = 150.(e^3/12).(1/(e/2)) \quad , \text{ "e" expresado en m.}$$

$$M_r = 150/6 e^2$$

$$M_r = 25 e^2 \quad (17)$$

*M<sub>r</sub> expresado en kN-m/m.*

Finalmente se compara el valor de las ecuaciones (14) y (17), y se concluye en las siguientes relaciones:

- Si  $M_a \leq M_r$  el muro es estable pues el momento actuante es menor que el momento resistente.
- Si  $M_a > M_r$  el muro es inestable pues el momento actuante es mayor que el momento resistente y fallará por volteo ante un sismo raro de 0.4 g.

#### 4.4. FACTORES INCIDENTES EN EL RIESGO SÍSMICO

El riesgo sísmico depende de dos factores: la vulnerabilidad sísmica y el peligro sísmico (Kuroiwa, Julio. 2002).

$$\text{Riesgo sísmico} = \text{Vulnerabilidad sísmica} \times \text{Peligro sísmico} \quad (18)$$

##### 4.4.1. VULNERABILIDAD SÍSMICA

Para determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas se ha analizado la vulnerabilidad estructural y la vulnerabilidad no estructural (Kuroiwa, Julio.2002).

Para vulnerabilidad estructural se estima en función de los siguientes parámetros: la densidad de muros, la calidad de mano de obra y la calidad de materiales.

La vulnerabilidad no estructural se relaciona con un solo parámetro: la estabilidad de muros al volteo. Cada uno de los parámetros tendrá un valor numérico (TABLA N°06). Por ejemplo para una vivienda que tiene densidad de muros adecuada, se le asigna el valor de 1.

**TABLA N° 6. PARÁMETROS PARA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA**

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

**FUENTE:** MOSQUEIRA Y TARQUE, 2005.

Los valores de cada parámetro serán reemplazados en la ecuación (19) para calificar numéricamente la vulnerabilidad sísmica de las viviendas. Se considera un 60% en función de la densidad de muros porque la densidad es calculada en las fichas de reporte para cada vivienda. Un 30% en función a la calidad de la mano de obra y materiales porque su análisis es visual y depende del criterio personal. Un 10% de participación de la vulnerabilidad no estructural dentro de la evaluación de la vulnerabilidad.

$$\text{Vulnerabilidad} = 0.6 \times \text{Dens. Muros} + 0.3 \times \text{Mano de obra} + 0.1 \times \text{Estab. Muros} \quad (19)$$

En la Tabla N°07 se pueden ver los rangos numéricos para vulnerabilidad sísmica baja, media y alta.

**TABLA N° 7. RANGO NUMÉRICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA**

Vulnerabilidad sísmica	Rango
Baja	1 a 1,4
Media	1,5 a 2,1
Alta	2,2 a 3

**FUENTE:** MOSQUEIRA Y TARQUE, 2005.

Los rangos mostrados en la Tabla N°07 encierran todas las posibles combinaciones de los parámetros (Tabla N°08) que califican la Vulnerabilidad sísmica.

**TABLA N° 8. COMBINACIONES DE LOS PARÁMETROS PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA**

Vulnerabilidad Sísmica	Estructural						No estructural			Valor numérico
	Adecuada	Aceptable	Inadecuada	Buena	Regular	Mala	Estables	Algunos estables	Inestables	
<b>Baja</b>	X			X			X			1.0
	X			X				X		1.1
	X			X					X	1.2
	X				X		X			1.3
	X				X			X		1.4
<b>Media</b>	X				X				X	1.5
	X					X	X			1.6
	X					X		X		1.7
	X					X			X	1.8
		X		X			X			1.6
		X		X				X		1.7
		X		X					X	1.8
		X			X		X			1.9
		X			X			X		2.0
		X			X				X	2.1
<b>Alta</b>		X				X	X			2.2
		X				X		X		2.3
		X				X			X	2.4
			X	X			X			2.2
			X	X				X		2.3
			X	X					X	2.4
			X		X		X			2.5
			X		X			X		2.6
			X		X				X	2.7
			X			X	X			2.8
			X			X		X		2.9
			X			X			X	3.0

FUENTE: MOSQUEIRA Y TARQUE, 2005.

Por ejemplo, en la Tabla N°09 se muestra que la densidad de muros es adecuada (se le asigna el valor de 1), mano de obra de calidad regular (se le asigna el valor de 2) y tabiquería inestable (se le asigna el valor de 3). De acuerdo a la ecuación (19) se tiene que:  $0.6 \times 1 + 0.3 \times 2 + 0.1 \times 3 = 1.5$ , esto significa que la vivienda tiene vulnerabilidad sísmica media.

**TABLA N° 9. EJEMPLO PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA**

Vulnerabilidad					
Estructural				No estructural	
Densidad		Mano de obra y material		Tabiquería y parapetos	
Adecuada	x	Buena calidad		Todos estables	
Aceptables		Regular calidad	x	Algunos estables	
Inadecuadas		Mala calidad		Todos inestables	x

FUENTE: MOSQUEIRA Y TARQUE, 2005.

#### 4.4.2. PELIGRO SÍSMICO

El peligro sísmico se estima en función de los siguientes parámetros: sismicidad, tipo de suelo, topografía y pendiente de la zona donde está ubicada la vivienda. A cada uno de los parámetros se les asigna un valor numérico (Tabla N°10). La sismicidad de la costa peruana es alta, entonces a todas las viviendas de la costa se les asigna 3 como valor de sismicidad.

**TABLA N° 10. VALORES DE LOS PARÁMETROS DEL PELIGRO SÍSMICO**

Peligro					
Sismicidad (40%)		Suelo (40%)		Topografía y pendiente (20%)	
Baja	1	Rígido	1	Plana	1
Media	2	Intermedio	2	Media	2
Alta	3	Flexible	3	Pronunciada	3

FUENTE: MOSQUEIRA Y TARQUE, 2005.

Los valores asignados a cada parámetro se reemplazan en la ecuación (20) para calificar numéricamente el peligro sísmico de las viviendas. Se ha considerado 40% de participación tanto para la sismicidad como para el tipo de suelo, ya que estos parámetros se relacionan directamente con el cálculo de la fuerza sísmica "V" establecida en la Norma Peruana de Diseño Sismoresistente E-030 (MTC 2003).

$$\text{Peligro} = 0.4 \times \text{Sismicidad} + 0.4 \times \text{Suelo} + 0.2 \times \text{Topografía y pendiente} \quad (20)$$

En la Tabla N°11 se pueden ver los rangos numéricos de Peligro Sísmico bajo, medio y alto para cada valor de sismicidad.

**TABLA N° 11. RANGOS DE VALORES PARA EL CÁLCULO DE PELIGRO SÍSMICO**

Sismicidad	Peligro sísmico	Rangos
Alta	Bajo	1.8
	Medio	2 a 2.4
	Alto	2.6 a 3
Media	Bajo	1.4 a 1.6
	Medio	1.8 a 2.4
	Alto	2.6
Bajo	Bajo	1 a 1.6
	Medio	1.8 a 2
	Alto	2.2

**FUENTE:** MOSQUEIRA Y TARQUE, 2005.

Los Valores numéricos mostrados en la Tabla N°12 encierran todas las posibles combinaciones de los parámetros que califican el peligro sísmico. En estas combinaciones se toma como eje principal la sismicidad de la zona donde está construida la vivienda.

**TABLA N° 12. COMBINACIONES DE LOS PARÁMETROS PARA LA EVALUACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO**

Sismicidad (40%)	Suelo (40%)			Topografía (20%)			Peligro sísmico	Valor numérico
	Rígidos	Intermedios	Flexibles	Plana	Media	Pronunciada		
Alta	X			X			Bajo	1.8
	X				X		Medio	2.0
	X					X		2.2
		X		X				2.2
		X			X			2.4
		X				X	Alto	2.6
			X	X				2.6
			X		X			2.8
			X			X		3.0
Media	X			X			Bajo	1.4
	X				X		Bajo	1.6
	X					X		1.8
		X		X			Medio	1.8
		X			X			2.0
		X				X		2.2
			X	X				2.2
			X		X			2.4
			X			X	Alto	2.6
Baja	X			X			Bajo	1.0
	X				X			1.2
	X					X		1.4
		X		X				1.4
		X			X			1.6
		X				X	Medio	1.8
			X	X				1.8
			X		X			2.0
			X			X		Alto

FUENTE: MOSQUEIRA Y TARQUE, 2005.

Por ejemplo, en la Tabla N°12 se muestra a una vivienda construida en una zona de sismicidad alta (se le asigna el valor de 3), el suelo es intermedio (se le asigna el valor de 2) y la topografía es plana (se le asigna el valor de 1). De acuerdo a la ecuación (20) se tiene  $0.4 \times 3 + 0.4 \times 2 + 0.2 \times 1 = 2.2$ . Luego como la vivienda está en una zona de sismicidad alta y el resultado es 2.2 la zona donde se ubica la vivienda tiene peligro sísmico medio.

**TABLA N° 13. EJEMPLO PARA EVALUAR EL PELIGRO SÍSMICO**

Peligro					
Sismicidad		Suelo		Topografía y pendiente	
Baja		Rígido		Plana	x
Media		Intermedios	x	Media	
Alta	x	Flexibles		Pronunciada	

FUENTE: MOSQUEIRA Y TARQUE, 2005.

#### 4.4.3. RIESGO SÍSMICO

Luego de establecer las calificaciones de vulnerabilidad y peligro sísmico se evalúa el nivel de riesgo sísmico que tiene cada vivienda. A la vulnerabilidad y peligro sísmico obtenidos se les asigna un valor numérico de acuerdo a la Tabla N°14

**TABLA N° 14. VALORES DE LA VULNERABILIDAD Y PELIGRO PARA EL CÁLCULO DE RIESGO SÍSMICO**

Vulnerabilidad sísmica	Valor	Peligro sísmico	Valor
Alta	3	Alto	3
Media	2	Medio	2
Baja	1	Bajo	1

FUENTE: MOSQUEIRA Y TARQUE, 2005.

El riesgo sísmico depende de la vulnerabilidad sísmica y el peligro sísmico Kuroiwa, Julio (2002). Debido a que solo se están analizando viviendas ubicadas sobre una zona de sismicidad alta como es la costa peruana donde siempre se tendrá alguna calificación de peligro sísmico, la vulnerabilidad y el peligro se han relacionado para este trabajo según la ecuación (20).

$$\text{Riesgo sísmico} = 0.5 \times \text{Vulnerabilidad sísmica} + 0.5 \times \text{Peligro sísmico} \quad (21)$$

Para calificar numéricamente el riesgo sísmico los valores asignados a la vulnerabilidad y peligro se reemplazan en la ecuación (21). Luego el valor obtenido se compara con la calificación del riesgo mostrado en la tabla N°14.

Por ejemplo si la vivienda tiene vulnerabilidad sísmica alta (se le asigna el valor de 3) y la zona donde está construida la vivienda tiene peligro sísmico medio (se le asigna el valor de 2), entonces de acuerdo a la ecuación (21) se tiene  $0.5 \times 3 + 0.5 \times 2 = 2.5$ , esto significa que la vivienda tiene riesgo sísmico alto.

**TABLA N° 15. CALIFICACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO**

<b>RIESGO SÍSMICO</b>			
Vulnerabilidad \ Peligro	1	2	3
1	1	1.5	2
2	1.5	2	2.5
3	2	2.5	3

<b>RIESGO SÍSMICO</b>			
Vulnerabilidad \ Peligro	Baja	Media	Alta
Bajo	Bajo	Medio	Medio
Medio	Medio	Medio	Alto
Alto	Medio	Alto	Alto

FUENTE: MOSQUEIRA Y TARQUE, 2005.

## ANÁLISIS CUALITATIVO DE LA BASE DE DATOS

### PROBLEMAS DE LAS VIVIENDAS

Descripción:

#### 1. Problemas de ubicación

- Vivienda sobre relleno natural
- Vivienda sobre suelo no consolidado
- Vivienda con nivel freático superficial

#### 2. Problemas estructurales

- Muros sin vigas soleras y/o arriostradas
- Tabiquería no arriostrada
- Viviendas sin junta sísmica
- Muros portantes de ladrillo pandereta

#### 3. Problemas del proceso constructivo

- Mal encofrado y acero de refuerzo expuesto
- Juntas de ladrillos mayor a 1.5 cm
- Unión muro-techo no monolítica

#### 4. Calidad de mano de obra

- Buena
- Regular
- Mala

#### 5. Estado

- Eflorescencia y salitre en muros
- Muros agrietados
- Asentamiento en la Vivienda

## ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA BASE DATOS

En el análisis cuantitativo se resumen los resultados de las fichas de reporte respecto a la densidad de muros. Este criterio de la densidad de muros indica numéricamente si es que la vivienda tendrá un adecuado o inadecuado comportamiento durante un sismo.

La densidad de muros es analizada en las dos direcciones de las viviendas. Si es que la vivienda no cumple al menos en una dirección con una densidad mínima, se concluye que la vivienda no tiene adecuada densidad de muros.

**TABLA N° 16. PORCENTAJE DE INADECUADA DENSIDAD DE MUROS**

Lugar	Inadecuada densidad de muros
A.H. Villa Los Mártires	%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

En el análisis cuantitativo se evalúa la Vulnerabilidad, Peligro sísmico y Riesgo sísmico para conocer si ante un sismo severo, las viviendas autoconstruidas de la ciudad, sufrirán daños importantes en su estructura.

**TABLA N° 17. VULNERABILIDAD, PELIGRO Y RIESGO DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA.**

Especificación		Viviendas
	Alta	%
Vulnerabilidad	Media	%
	Baja	%
	Alto	%
Peligro	Medio	%
	Bajo	%
	Alto	%
Riesgo	Medio	%
	Bajo	%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

## **CAPÍTULO V:**

### **RESULTADOS**

#### **5.1. PROBLEMAS DE UBICACIÓN DE LA VIVIENDA.**

Se detectó que según la localización de las viviendas tienen problemas por ubicación de la urbanización. Se presenta a continuación algunos problemas relacionados con la ubicación que afectan a las viviendas.

##### **5.1.1. VIVIENDAS SOBRE RELLENO**

El 100% de las Viviendas encuestadas en el Asentamiento Humano Villa Los Mártires presentan la característica de ser edificaciones sobre relleno natural, en menor o mayor magnitud. Según testimonio de los moradores, las viviendas en su mayoría antes del Fenómeno del Niño de 1998, habrían sido de adobe, las cuales a causa de las precipitaciones pluviales de esa temporada de lluvia, colapsaron.

La zona por su topografía plana y cóncava en algunas calles les resultó muy adverso la poca circulación del agua, lo que mantuvo el sector inundado por algún tiempo. Posteriormente, al siguiente año se empezaron a dar importantes obras de pavimentación de sus calles, pero con cierto detalle, según orígenes de la urbanización los terrenos eran agrícolas y con una propiedad suelo tipo areno-arcilloso, lo que llevó a buscar un buen afirmado que resultó en capas de espesor significativo, razón por la que al terminarse la pavimentación de sus calles, las viviendas se encontraban bajas al nivel de la pista.

A continuación una fotografía en la que se muestra diferencia de nivel de la pista y unas viviendas que no rellenaron.

**FIGURA N° 18. VIVIENDAS DE NIVEL INFERIOR A NIVEL DE PAVIMENTO.**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

Ello obligó a la mayoría de pobladores a buscar medios para nivelar sus viviendas, las que además se empezaban a construir de material noble (muros de ladrillo de arcilla, columnas y vigas de concreto), lo que determinó el uso de relleno para conseguir el nivel a medida de la pista.

El 100% de las viviendas han sido construidas con cimiento corrido de concreto ciclópeo, lo que sumado a sus terrenos areno-arcillosos, generó efectos de asentamiento, fisuras y rajaduras.

A continuación una fotografía de fisura en pared de vivienda.

**FIGURA N° 19. FISURA POR ASENTAMIENTO EN LA VIVIENDA.**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

## 5.2. ESTRUCTURACIÓN DE VIVIENDAS

El 100% de las viviendas están construidas con ladrillo artesanal, el sistema constructivo de las estructuras en las viviendas es de muros portantes de albañilería.

### 5.2.1. DENSIDAD DE MUROS INADECUADA

La mayoría de las viviendas tienen como base constructiva el factor económico, lo que conlleva a considerar que el uso de muros con densidad mayor, es decir, muros de cabeza para mejor comportamiento estructural de la vivienda ante sismos, como caro, al tener que utilizar mayor número de ladrillos por m<sup>2</sup> de muro.

Los propietarios desconocen la importancia de los muros con densidad adecuada, para brindar comportamiento sísmico apropiado en las viviendas de albañilería confinada. La mala ubicación y la ausencia de confinamiento originan graves errores constructivos.

### 5.2.2. VIVIENDAS SIN JUNTA SÍSMICA

El 100% de las viviendas encuestadas no cuentan con junta sísmica laterales entre viviendas.

FIGURA N° 20. VIVIENDA SIN JUNTA SÍSMICA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

### 5.2.3. MUROS NO ARRIOSTRADOS

El 60% de las viviendas, tienen labores inconclusas como muros sin columnas, columnas sin vaciar concreto, parapetos sin arriostramiento, etc., esto conlleva a un gran riesgo de volteo y caída de muros. Se pueden observar en las siguientes figuras.

**FIGURA N° 21. MUROS SIN ARRIOSTRAMIENTO**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

Los parapetos no arriostrados generan un riesgo de tránsito de las salidas de escape en caso de sismo por ser propensas a volteos, como se puede observar en la siguiente figura.

**FIGURA N° 22. PARAPETOS SIN ARRIOSTRAMIENTO**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

**TABLA N° 18. PROBLEMAS ESTRUCTURALES**

	<b>PORCENTAJE</b>	<b>VIVIENDAS</b>
Muros sin vigas soleras y/o arriostradas	<b>60.00%</b>	<b>12</b>
Tabiquería no arriostrada	<b>25.00%</b>	<b>5</b>
Viviendas sin junta sísmica	<b>100.00%</b>	<b>20</b>
Muros portantes de ladrillo pandereta	<b>0.00%</b>	<b>0</b>



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

### 5.3. PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS

El 100% de las viviendas encuestadas no recibió asesoramiento en el planteamiento, de diseño de la vivienda y además en la posterior ejecución, no tuvieron supervisión profesional, y muchas labores fueron hechas por los mismos propietarios.

Esta ausencia de supervisión profesional se ve reflejada en los problemas constructivos que dejan una marca muy clara en la Vivienda.

#### 5.3.1. REFUERZOS EXPUESTOS A LA INTEMPERIE

El 30% de las viviendas encuestadas tienen el acero de refuerzo expuesto a intemperie. Muchas labores de construcción se ven suspendidas por medios económicos bajos, lo que conlleva en sus casos a mantener el acero de refuerzo expuesto a intemperie, de esta manera conlleva a oxidación y disminución de la dimensión, mala adherencia entre el acero y el concreto, entre otros. Se puede apreciar en la siguiente imagen los efectos causados, un acero que prácticamente es inservible.

FIGURA N° 23. REFUERZO DE ACERO EXPUESTO A LA INTEMPERIE



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

### 5.3.2. JUNTAS DE LADRILLOS

En el 70% de las viviendas encuestadas se observan juntas entre los ladrillos que superan los 1.5 cm. Esto tiene que ver con la mano de obra que al no ser de buena calidad origina estos defectos constructivos. En la siguiente figura se observa una junta entre ladrillos de 3.0cm.

**FIGURA N° 24. JUNTA ENTRE LADRILLOS MAYOR A 1.5 cm.**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

### 5.3.3. UNIÓN MURO-TECHO NO MONOLÍTICA

El 45% de las viviendas presentan una estructura no consolidada al tener los muros y el techo separados, muchos de los casos se deben a la mano de obra deficiente, que desconoce las propiedades estructurales de los muros portantes. Se puede apreciar en la siguiente imagen.

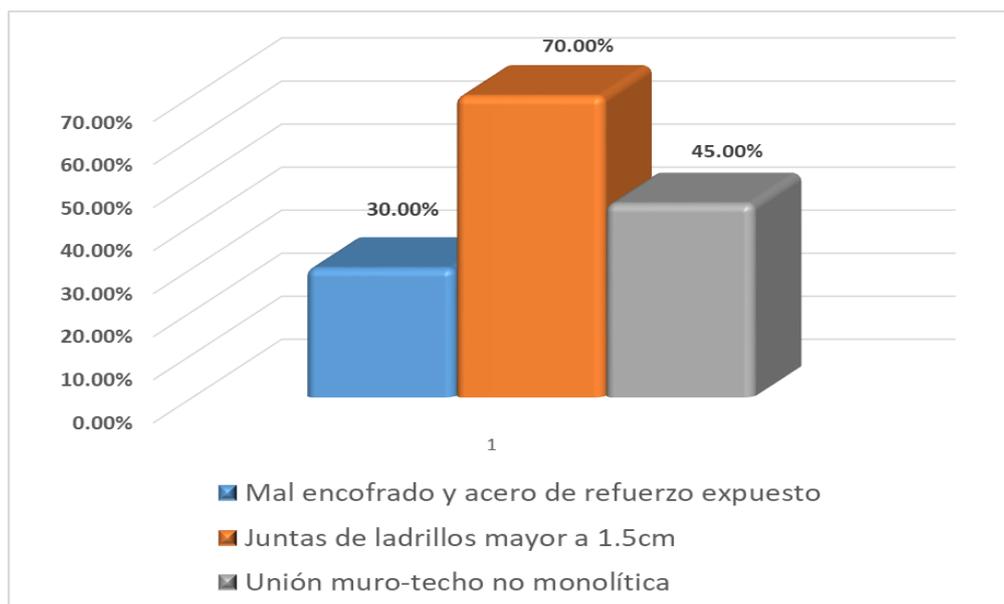
**FIGURA N° 25. UNIÓN MURO-TECHO NO MONOLÍTICO.**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

**TABLA N° 19. PROBLEMAS EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO**

	<b>PORCENTAJE</b>	<b>VIVIENDAS</b>
Mal encofrado y acero de refuerzo expuesto	<b>30.00%</b>	<b>6</b>
Juntas de ladrillos mayor a 1.5cm	<b>70.00%</b>	<b>14</b>
Unión muro-techo no monolítica	<b>45.00%</b>	<b>9</b>



**FUENTE:** ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

#### 5.4. MANO DE OBRA

La Mano de obra se calificó visualmente sobre el proceso constructivo de forma cualitativa. El 100% de las viviendas encuestadas presentan una calidad de mano de obra en construcción de regular a mala. En un margen de 75% de Regular calidad y en 25% de mala Calidad. En la siguiente figura se muestran algunos detalles de mala calidad de mano de obra.

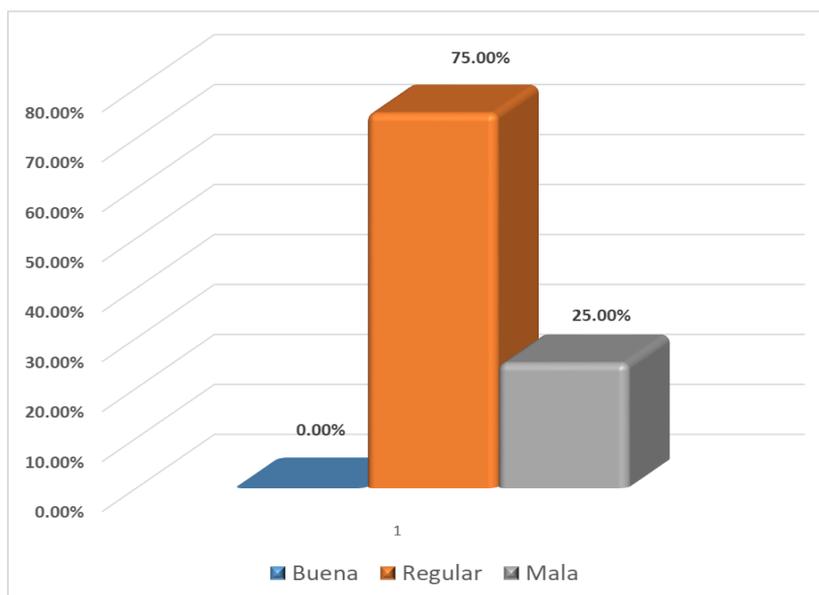
**FIGURA N° 26. MALA CALIDAD DE MANO DE OBRA**



**FUENTE:** ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

**TABLA N° 20. CALIDAD DE MANO DE OBRA EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO**

	<b>PORCENTAJE</b>	<b>VIVIENDAS</b>
Buena	<b>0.00%</b>	<b>0</b>
Regular	<b>75.00%</b>	<b>15</b>
Mala	<b>25.00%</b>	<b>5</b>



**FUENTE:** ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

## 5.5. ESTADO DE LA VIVIENDA

Se hace referencia al estado actual de la vivienda, donde se tienen en cuenta aspectos como el estado de los muros, techo, etc. En los muros del 90% de las viviendas se observó la presencia de eflorescencia en menor o mayor magnitud, en el 45% de las viviendas se notaron algunas grietas o rajaduras en los muros, en el 50% de las viviendas hubo efectos de asentamiento.

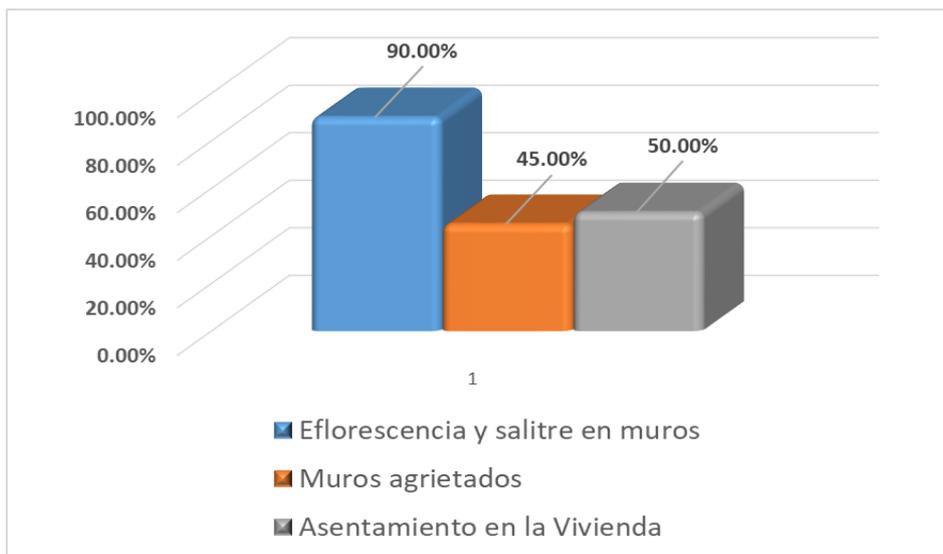
**FIGURA N° 27. EFLORESCENCIA EN LOS MUROS**



**FUENTE:** ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

**TABLA N° 21. ESTADO DE LA VIVIENDA.**

	<b>PORCENTAJE</b>	<b>VIVIENDAS</b>
Eflorescencia y Salitre en los Muros	<b>90.00%</b>	<b>18</b>
Muros agrietados	<b>45.00%</b>	<b>9</b>
Asentamiento en la Vivienda	<b>50.00%</b>	<b>10</b>



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

## 5.6. EVALUACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO EN LAS VIVIENDAS

### 5.6.1. DATOS DE LAS VIVIENDAS

Un dato importante para conocer el estado de las viviendas, es conocer si hubo orientación para el diseño de la vivienda, ya que un asesoramiento técnico y profesional garantiza funcionalidad arquitectónica y estructural. Esta pregunta tiene dos fases que son en el diseño y en la ejecución; debe cumplirse en ambos para garantizar la seguridad de una buena construcción.

El 100% de las viviendas encuestadas no contaron con asesoramiento en el diseño y en la ejecución de la construcción.

**TABLA N° 22. VIVIENDAS SIN ASESORAMIENTO TÉCNICO EN DISEÑO Y EJECUCIÓN**

<b>Sin Asesoramiento Técnico</b>	
<b>En el Diseño</b>	<b>En la Ejecución</b>
100.00%	100.00%



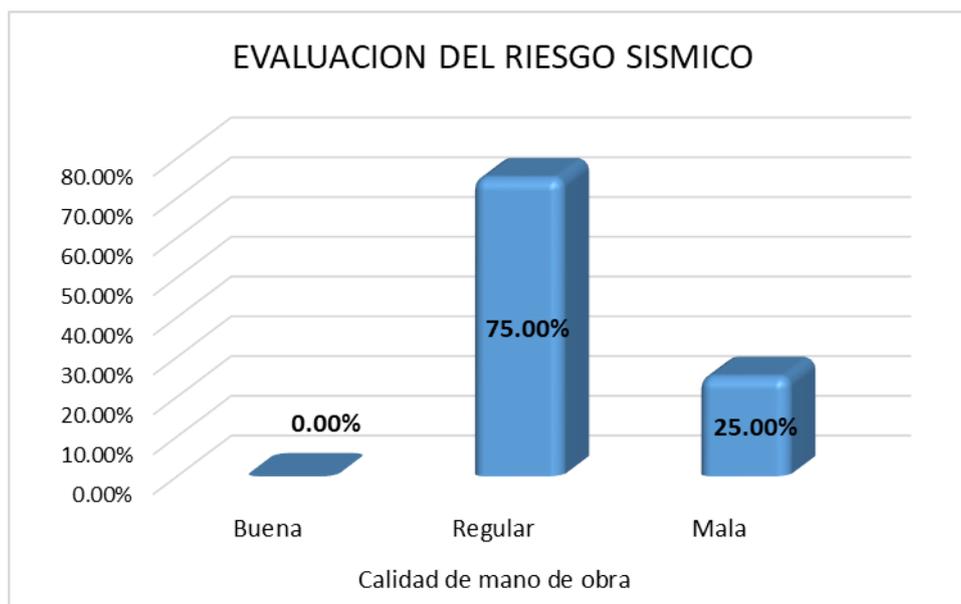
**FUENTE:** ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

En lo que corresponde la mano de obra, repercute el no tener asesoramiento al momento de la ejecución de la construcción, ya que al no existir asistencia profesional los trabajos se realizan sin una organización y planteamiento técnico especializado.

Esto se manifiesta según los resultados en un margen calidad de regular a malo, con un 75% de Regular Calidad y un 25% de Mala Calidad. Gran parte de ello tiene como consecuencia la Autoconstrucción que permite bajar costos pero causar daños serios en la edificación. Además se notó en el 100% de las viviendas el uso de ladrillo artesanal, que tiene gran incidencia en el aspecto económico para la construcción.

**TABLA N° 23. CALIDAD DE LA MANO DE OBRA EN A.H. VILLA LOS MÁRTIRES**

Calidad de mano de obra		
Buena	Regular	Mala
0.00%	75.00%	25.00%



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

Se pueden apreciar problemas estructurales que afectan gravemente la seguridad de las viviendas, ya que no cuentan con una estructura consistente, al carecer de arriostramiento estructural, sin junta sísmica lateral. Esto se manifestaría en un eventual sismo con desplazamiento en las losas y la fuerza acumulada presentaría volteos en la edificación.

### 5.6.2. DENSIDAD DE MUROS EXISTENTE Y REQUERIDA

Teniendo en cuenta el diseño constructivo de la vivienda se realizaron las mediciones totales de los muros para calcular longitudes, áreas y los efectos de las fuerzas en la edificación en ambos sentidos.

En el 30% de las viviendas se notó una densidad de muros apropiada y un 70% de densidad inapropiada, dentro de este análisis se detectó que en la mayoría de los casos la forma de los lotes es rectangular, y se caracterizan por no tener adecuada distribución de elementos estructurales, esto conlleva a tener una mejor resistencia en el sentido más largo de la vivienda al tener una mayor densidad de muros, pero desfavorable en el sentido más corto, notándose que es un tema ignorado en el diseño constructivo, que repercute en una vivienda con densidad inapropiada y vulnerable ante un sismo.

**TABLA N° 24. DENSIDAD DE MUROS EN A.H. VILLA LOS MÁRTIRES**

DENSIDAD EN MUROS	
Densidad adecuada de Muros	30.00%
Densidad inadecuada de Muros	70.00%



**FUENTE:** ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

### 5.6.3. RIESGO SÍSMICO

Se registró cada una de las características importantes tenidas en cuenta para la elaboración del cálculo global con la información recaudada de las encuestas de las 20 viviendas.

Según el resultado obtenido se detecta un 70% de Vulnerabilidad Sísmica que tiene gran incidencia en la densidad de los muros y a la mano de Obra deficiente presente en las viviendas encuestadas. Es un factor que conlleva la estabilidad y comportamiento de la vivienda ante un sismo; según las estadísticas el Asentamiento Humano Villa Los Mártires se encuentra en un Alto Índice de Vulnerabilidad en un 70%.

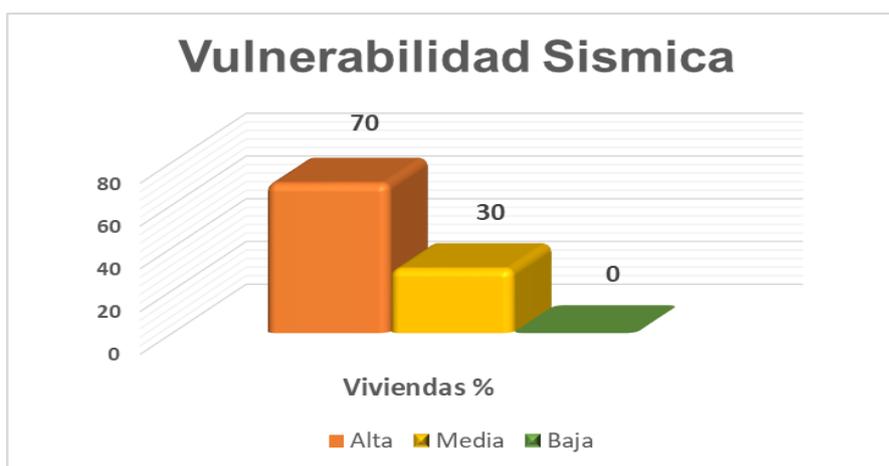
**TABLA N° 25. VULNERABILIDAD SÍSMICA EN A.H. VILLA LOS MÁRTIRES**

<b>Vivienda</b>	<b>Vulnerabilidad Sísmica</b>			
<b>N°</b>	<b>Densidad</b>	<b>Mano de Obra y Materiales</b>	<b>Tabiquería</b>	<b>Vulnerabilidad</b>
1	Inadecuada	Regular calidad	Todos inestables	<b>ALTA</b>
2	Inadecuada	Regular calidad	Todos inestables	<b>ALTA</b>
3	Inadecuada	Regular calidad	Todos inestables	<b>ALTA</b>
4	Inadecuada	Mala calidad	Todos inestables	<b>ALTA</b>
5	Adecuada	Regular calidad	Todos inestables	<b>MEDIA</b>
6	Adecuada	Regular calidad	Todos inestables	<b>MEDIA</b>
7	Inadecuada	Mala calidad	Todos inestables	<b>ALTA</b>
8	Inadecuada	Mala calidad	Todos inestables	<b>ALTA</b>
9	Inadecuada	Mala calidad	Todos inestables	<b>ALTA</b>
10	Inadecuada	Regular calidad	Todos inestables	<b>ALTA</b>
11	Adecuada	Regular calidad	Todos inestables	<b>MEDIA</b>
12	Inadecuada	Regular calidad	Todos inestables	<b>ALTA</b>
13	Inadecuada	Regular calidad	Todos inestables	<b>ALTA</b>
14	Inadecuada	Mala calidad	Todos inestables	<b>ALTA</b>
15	Inadecuada	Regular calidad	Todos inestables	<b>ALTA</b>
16	Adecuada	Regular calidad	Todos inestables	<b>MEDIA</b>
17	Adecuada	Regular calidad	Todos inestables	<b>MEDIA</b>
18	Inadecuada	Regular calidad	Todos inestables	<b>ALTA</b>
19	Adecuada	Regular calidad	Todos inestables	<b>MEDIA</b>
20	Inadecuada	Regular calidad	Todos inestables	<b>ALTA</b>

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

**TABLA N° 26. VULNERABILIDAD SÍSMICA GLOBAL EN A.H. VILLA LOS MÁRTIRES**

Especificación		Viviendas %
Vulnerabilidad	Alta	<b>70.00</b>
	Media	<b>30.00</b>
	Baja	<b>0.00</b>



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

Según el resultado obtenido se detecta un 100% de Peligro Sísmico, que tiene gran incidencia en la ubicación de las viviendas encuestadas, que de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones en su Norma E030, la Costa Peruana se encuentra en una zona de Sismicidad Alta; además de incidir el tipo de suelo que es un Suelo Intermedio. Según los datos obtenidos, el Asentamiento Humano Villa Los Mártires se encuentra en un Alto Índice de Peligro Sísmico Medio con un 100%.

**TABLA N° 27. PELIGRO SÍSMICO EN A.H. VILLA LOS MÁRTIRES**

Vivienda	Peligro Sísmico			
	Sismicidad	Suelo	Topografía y pendiente	Peligro
1	Alta	Intermedio	Plana	MEDIO
2	Alta	Intermedio	Plana	MEDIO
3	Alta	Intermedio	Plana	MEDIO
4	Alta	Intermedio	Plana	MEDIO
5	Alta	Intermedio	Plana	MEDIO
6	Alta	Intermedio	Plana	MEDIO
7	Alta	Intermedio	Plana	MEDIO
8	Alta	Intermedio	Plana	MEDIO
9	Alta	Intermedio	Plana	MEDIO
10	Alta	Intermedio	Plana	MEDIO
11	Alta	Intermedio	Plana	MEDIO
12	Alta	Intermedio	Plana	MEDIO
13	Alta	Intermedio	Plana	MEDIO
14	Alta	Intermedio	Plana	MEDIO
15	Alta	Intermedio	Plana	MEDIO
16	Alta	Intermedio	Plana	MEDIO
17	Alta	Intermedio	Plana	MEDIO
18	Alta	Intermedio	Plana	MEDIO
19	Alta	Intermedio	Plana	MEDIO
20	Alta	Intermedio	Plana	MEDIO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

**TABLA N° 28. PELIGRO SÍSMICO GLOBAL EN A.H. VILLA LOS MÁRTIRES**

Especificación		Viviendas %
Peligro	Alto	0.00
	Medio	100.00
	Bajo	0.00



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

La situación de Riesgo Sísmico es afectada en gran magnitud por la Vulnerabilidad, que en su mayoría es Alta, que junto al Peligro Sísmico originan los siguientes resultados globales de análisis.

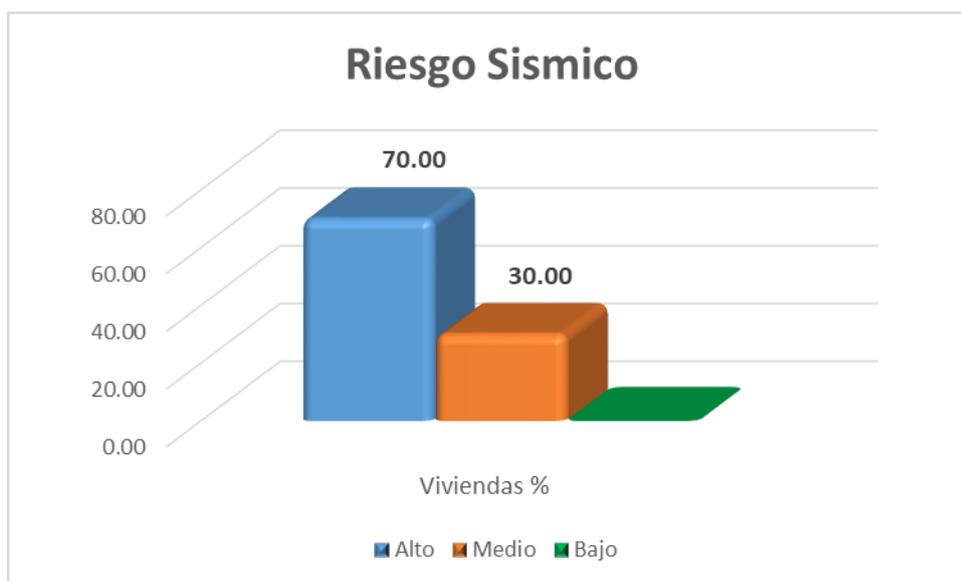
**TABLA N° 29. RIESGO SÍSMICO EN A.H. VILLA LOS MÁRTIRES**

<b>Vivienda</b>	<b>Vulnerabilidad Sísmica</b>	<b>Peligro Sísmico</b>	<b>Riesgo Sísmico</b>
<i>N°</i>	<i>Vulnerabilidad</i>	<i>Peligro</i>	
1	ALTA	MEDIO	ALTO
2	ALTA	MEDIO	ALTO
3	ALTA	MEDIO	ALTO
4	ALTA	MEDIO	ALTO
5	MEDIA	MEDIO	MEDIO
6	MEDIA	MEDIO	MEDIO
7	ALTA	MEDIO	ALTO
8	ALTA	MEDIO	ALTO
9	ALTA	MEDIO	ALTO
10	ALTA	MEDIO	ALTO
11	MEDIA	MEDIO	MEDIO
12	ALTA	MEDIO	ALTO
13	ALTA	MEDIO	ALTO
14	ALTA	MEDIO	ALTO
15	ALTA	MEDIO	ALTO
16	MEDIA	MEDIO	MEDIO
17	MEDIA	MEDIO	MEDIO
18	ALTA	MEDIO	ALTO
19	MEDIA	MEDIO	MEDIO
20	ALTA	MEDIO	ALTO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

**TABLA N° 30. RIESGO SÍSMICO GLOBAL EN A.H. VILLA LOS MÁRTIRES**

Especificación		Viviendas %
Riesgo	Alto	70.00
	Medio	30.00
	Bajo	0.00



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

## **CAPÍTULO VI:**

### **DISCUSIÓN**

Del presente estudio se obtienen resultados alarmantes en los que se pone en manifiesto que las viviendas del Asentamiento Humano "Villa Los Mártires" tienen un alto nivel de riesgo sísmico, determinándose tales resultados en la Tabla N° 30, confirmándose así la hipótesis sobre el estado actual de las viviendas.

Se podrán analizar los datos como:

#### **6.1. RIESGO SÍSMICO.**

La Evaluación del Riesgo Sísmico está en relación a la Vulnerabilidad y Peligro, de ello con los resultados obtenidos en función a estos dos parámetros se determina que las viviendas tienen un Riesgo Alto en un 70% y un Riesgo Medio en un 30%, con lo que se puede afirmar que estas viviendas sufrirían daños graves ante un eventual sismo, por lo cual es de vital importancia tomar medidas correctivas de la situación actual para proteger las vidas humanas y minimizar los daños materiales.

#### **6.2. PELIGRO SÍSMICO.**

El Peligro Sísmico indica que en Nivel Medio es de un 100%, esto de acuerdo a la Ubicación del Asentamiento Humano en la Costa Peruana, una zona propensa a eventos sísmicos, la clasificación de suelo es de un suelo intermedio, lo que no garantiza un suelo firme para edificaciones de cimiento corrido.

### 6.3. VULNERABILIDAD SÍSMICA.

De acuerdo a los resultados obtenidos, tabla N°24, se puede expresar que los porcentajes de Densidad de Muros, son del 30% de viviendas que tienen Densidad de Muros adecuadas y del 70% de Viviendas que tienen Densidad de Muros Inadecuada.

Esto significa que en la mayoría de viviendas los elementos estructurales, que son los muros de albañilería, no están siendo distribuidos apropiadamente en la Vivienda, dejando notar que en el sentido perpendicular a la calle es mucho más resistente al tener mejor densidad de muros, lo cual no se manifiesta en el sentido paralelo, por tener insuficiente densidad de muros, ya que generalmente se trata de muros de tipo cerco perimétrico de la Vivienda y muros de tabiquería para división de ambientes. Queda indicado por lo tanto que no tendrían buen comportamiento sísmico los muros de densidad inadecuada, al ser más débiles y propensa a sufrir daños severos. Una alternativa de prevención es la de fortalecer los muros, aumentando su resistencia con la ayuda de mallas electrosoldadas, lo cual es una solución económica y al alcance de los propietarios.

## **CAPÍTULO VII:**

### **PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL**

Mitigar los daños y la exposición a riesgos en la edificación, es una opción responsable y preventiva. El reforzamiento en viviendas es un medio por el cual se eleva el nivel de seguridad y se realiza para que la estructura mejore su capacidad resistente y de carga. El reforzamiento forma parte de los trabajos de prevención; es decir, permite disminuir la vulnerabilidad de las viviendas para garantizar mejor comportamiento ante un eventual sismo.

#### **7.1. REFORZAMIENTO UTILIZANDO MALLA ELECTROSOLDADA**

Desarrollar y aplicar medios por los cuales se incrementa la solidez en la edificación es una actividad que garantiza la seguridad, los muros pueden ser reforzados tengan o no daños. Ángel San Bartolomé y Arturo Castro Morán han experimentado una técnica de reforzamiento de muros afectados por sismos y logrando un incremento de hasta un 40% en la capacidad de los muros ante una carga lateral.

Para la técnica se utiliza malla electrosoldada que está compuesta por:

- Varillas de acero corrugado de 4,5 mm Ø, espaciadas a 15 cm.
- Esta malla puede adquirirse en planchas de 2,4 x 5,0 m.

Los pasos a seguir para reforzar los muros es el siguiente:

- Picar y limpiar las fisuras gruesas de los muros.
- Humedecer y rellenar las fisuras con mortero de proporción 1:3 (cemento: arena).

**FIGURA N° 28. REPARACIÓN DE GRIETAS GRUESAS**



**FUENTE:** CASTRO A, 2002

Reemplazar los ladrillos triturados por concreto simple.  
(1:5, Cemento: hormigón)

- Si la unión viga columna tuviera daños, entonces el concreto debe ser sustituido por otro de similar característica.

**FIGURA N° 29. PICADO DEL NUDO VIGA COLUMNA**



**FUENTE:** CASTRO A, 2002

- Pañetear al muro con un mortero cemento-arena gruesa 1:4.

**FIGURA N° 30. PAÑETEO DEL MURO**



FUENTE: CASTRO A, 2002

- Perforar el muro con un cincel de ¼" cada 45 cm. para interconectar las mallas electrosoldadas.

**FIGURA N° 31. PERFORACIÓN DEL MURO**



FUENTE: CASTRO A, 2002

- Limpiar con aire comprimido las perforaciones realizadas.
- Colocar las mallas a ambos lados del muro y conectándolas con alambres #8. Los alambres #8 se tienen que amarrar con alambre #16 contra los nudos de la malla.
- Rellenar las perforaciones con lechada de cemento y tarrajear el muro.

**FIGURA N° 32. FIJADO DE LA MALLA ELECTROSOLDADA**



FUENTE: CASTRO A, 2002

**FIGURA N° 33. RELLENAR CON LECHADA Y TARRAJEAR**



FUENTE: CASTRO A, 2002

## CONCLUSIONES

1. Según resultados de la evaluación, el riesgo sísmico resulta alto, debido a que la vulnerabilidad va de un nivel medio a alto y a un alto peligro sísmico, con esto se afirma la hipótesis.
2. Las viviendas presentan una vulnerabilidad sísmica de media a alta, a causa de que muchas de ellas presentan graves problemas estructurales, que podrían afectar desfavorablemente su desempeño ante un eventual sismo, trayendo consigo un alto índice de pérdidas humanas y materiales.
3. El peligro sísmico en las viviendas es alto, debido a sismicidad que tiene la Costa Peruana, así como por el suelo intermedio.
4. Los factores más perjudiciales detectados en las viviendas son la existencia de eflorescencia que destruye las unidades estructurales y la corrosión de los refuerzos de acero.
5. La mala distribución de muros y la poca densidad de ellos, tiene gran incidencia en la estabilidad de las viviendas ante eventos sísmicos, ello no garantiza un buen comportamiento sísmico.
6. Las labores inconclusas son un factor determinante para la seguridad de las viviendas y personas que viven en ellas, ya que al no existir arriostramiento en tabiques y divisiones se atenta contra la vida, siendo un inminente peligro, ya sea en momentos de escape o salida al exterior.
7. La falta de mano de obra especializada conlleva a labores de muy mala calidad, donde los elementos estructurales son colocados sin ningún criterio, ni propósito, tanto en fines arquitectónicos como estructurales.

8. La mala calidad de materiales, que según los resultados va de regular a mala calidad, y gran parte de ello a las unidades de albañilería que son artesanales y muy deficientes, con propiedades como no uniformidad en las dimensiones, gran absorción de agua, frágil que se aboca a dar esas desventajas estructurales a las viviendas que los utilizan.

9. La calidad de la mano de obra es de regular a mala, esto como resultado de una inversión muy limitada y que además tiene consigo la autoconstrucción, que resulta de la intervención en los procesos constructivos de personal sin ningún conocimiento, ni supervisión. En todos los casos se entendió que el maestro de obra es quien evalúa a su criterio toda la construcción, y cuando tiene alguna labor en otra construcción deja un encargado que también tiene muy pocos conocimientos sobre procesos constructivos apropiados.

10. Este Estudio muestra la realidad de una parte de la Ciudad, que sin duda da un alcance del estado actual de las construcciones en Asentamientos Humanos, creando la necesidad concientizar sobre los riesgos que conlleva la falta de capacitación y apoyo a estos lugares, los cuales realizan de manera informal edificaciones que ponen en Riesgo latente a todos los miembros de sus familias.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda investigar más factores que conllevan la construcción de viviendas de manera informal, tanto en aspectos sociales, culturales, económicos. Esta investigación es un aporte para conocer el estado actual de las Viviendas.
2. Se recomienda a las Instituciones Públicas y Privadas crear estrategias para captar a los propietarios de las viviendas para orientarlos y dándoles facilidades para un buen diseño y proceso constructivo de las viviendas con el fin de lograr beneficios en ambas partes y reducir la autoconstrucción.
3. Es importante realizar reforzamiento en las viviendas para reducir la vulnerabilidad sísmica. Una propuesta de reforzamiento de fácil operación es la colocación de mallas electrosoldadas, que tiene como objetivo brindar mayor seguridad de los elementos estructurales de la vivienda y es una solución económica y efectiva.
4. Hace falta orientación y capacitación a las personas que se dedican a las labores de construcción, así también de los clientes y proveedores de productos; esto sin duda garantizaría la reducción máxima de los malos procesos constructivos y así evitar la construcción de viviendas con defectos constructivos irreparables.
5. Se recomienda a las autoridades municipales distritales a incluir, dentro de su plan de desarrollo, la reducción de vulnerabilidad de las viviendas, teniendo en cuenta siempre la supervisión de la ciudad, para considerar que las obras se hagan con sus respectivas Licencias de Construcción con Planos Aprobados.

## REFERENCIAS

1. BOMMER, J., SALAZAR, W. y SAMAYOA, R. (1998). Riesgo sísmico en la región metropolitana de San Salvador.
2. BONETT DÍAZ, R. (2003). Vulnerabilidad y riesgo sísmico. Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada. Barcelona España: Universidad politécnica de Cataluña.
3. CASTRO A. 2002. "Reparación de un muro de albañilería". Lima: PUCP.
4. <http://www.arellanomarketing.com/inicio/solo-el-6-de-la-autoconstruccion-tiene-el-visto-bueno-de-un-profesional/>
5. <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/autoconstruccion-informal-representa-el-60-de-las-viviendas-en-el-peru>
6. INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ. IGP. (Diciembre 2015). [http://www.igp.gob.pe/sismologia/sismo/IGPSIS/sismos\\_reportados.htm](http://www.igp.gob.pe/sismologia/sismo/IGPSIS/sismos_reportados.htm). Diciembre 2011.
7. KUROIWA J. (2002). "Reducción de desastres – Viviendo en armonía con la naturaleza". Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Lima, Perú.
8. LAUCATA LUNA, J. (2013). Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo. Lima: PUCP
9. MOSQUEIRA MORENO, M. Y TARQUE RUÍZ, S. (2005). Recomendaciones técnicas para mejorar la seguridad sísmica de viviendas de albañilería confinada de la costa peruana. Lima: PUCP.

10. NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIONES E.060 (2006). Concreto Armado. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
11. NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIONES E.070 (2006). Albañilería. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
12. PLAN DIRECTOR DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHEPÉN. (2011).
13. SAN BARTOLOMÉ RAMOS, A. & QUIUN WONG D. & SILVA BERRÍOS W. (2001). Diseño y construcción de estructuras Sismoresistente de albañilería (pp. 193). Lima: PUCP.
14. SAN BARTOLOMÉ, A. (1998) Construcciones de albañilería – Comportamiento sísmico y diseño estructural. Lima: Fondo Editorial PUCP.

## **ANEXO N°1**

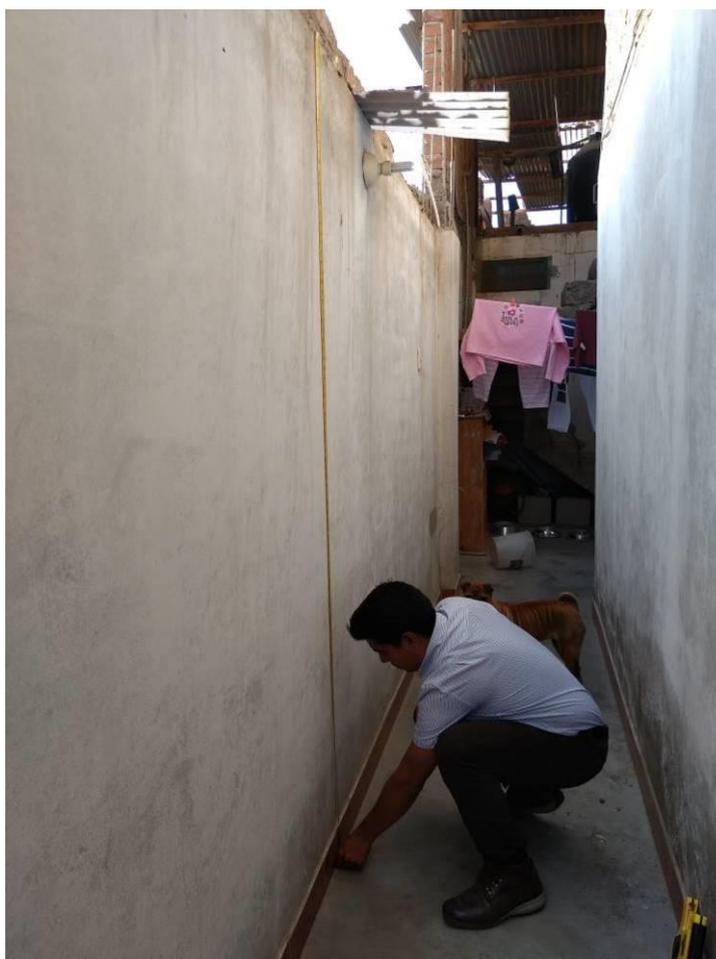
### **PANEL FOTOGRÁFICO**

**FIGURA N° 34. LONGITUD DE MURO.**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

**FIGURA N° 35. ALTURA DE MURO.**



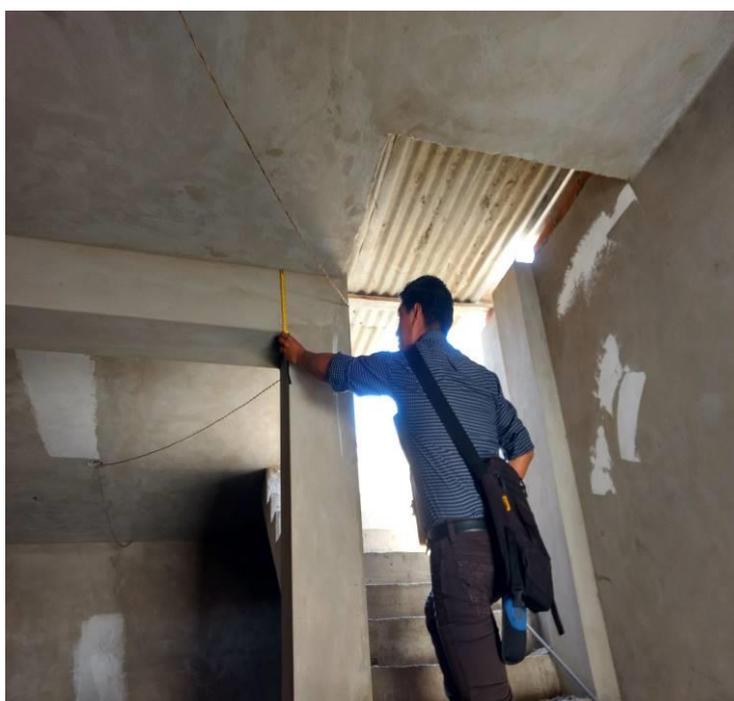
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

**FIGURA N° 36. ANCHO DE COLUMNAS.**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

**FIGURA N° 37. ALTURA DE VIGAS.**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

**FIGURA N° 38. MEDICIÓN DE JUNTA DE LADRILLOS**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2017.

## **ANEXO N°2**

### **FICHAS DE ENCUESTAS Y HOJAS DE REPORTE**