

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**EVALUACIÓN DE FACTORES ESTRUCTURALES DE
VIVIENDAS CONSTRUIDAS EMPIRICAMENTE FRENTE A
LA VULNERABILIDAD SISMICA, ASENTAMIENTO
HUMANO LA ENSENADA PUENTE PIEDRA-LIMA**

PRESENTADO POR:

Bach. JORGE ARMANDO LAURENTE ZORRILLA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO - PERU

2020

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

Dr. CASIO AURELIO TORRES LÓPEZ
PRESIDENTE

Ing. RANDO PORRAS OLARTE
JURADO

Ing. CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES
JURADO

Ing. JULIO FREDY PORRAS MAYTA
JURADO

Mg. MIGUEL ANGEL CARLOS CANALES
SECRETARIO DOCENTE

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres, Esteban quien me enseñó la responsabilidad y valorar lo que poco se tiene. A mi madre Lucila por su apoyo incondicional. A mi hija Daniella que es mi motivo de superación, Karen que fue un apoyo incondicional en los años académicos; y a toda mi familia.

Bach: Jorge Armando Laurente Zorrilla

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por siempre protegerme y encaminarme en el camino del bien, a mis padres por sus consejos y empujarme a salir adelante y a toda mi familia.

Agradezco a la universidad por todos estos años académicos y así poder superarme profesionalmente.

Bach: Jorge Armando Laurente Zorrilla

INDICE

RESUMEN.....	12
INTRODUCCION.....	14
1 CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	135
1.1 Formulación del problema	17
1.1.1 Problema general.....	17
1.1.2 Problemas específicos	17
1.2 Objetivo.....	17
1.2.1 Objetivo general.....	17
1.2.2 Objetivos específicos	18
1.3 Justificación	18
1.3.1 Justificación practica.....	18
1.3.2 Justificación metodológica	18
1.4 Delimitaciones.....	18
1.4.1 Delimitación espacial	18
1.4.2 Ubicación geográfica.....	19
1.4.3 Delimitación temporal.....	21
1.4.4 Delimitación economica	22
2 CAPITULO II: MARCO TEORICO.....	202
2.1 Antecedentes.....	202
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	202
2.1.2 Antecedentes Nacionales	224
2.2 Marco conceptual.....	25
2.2.1 Geología y geotecnia del área de estudio.....	205
2.2.2 Ubicación y zona de estudio	206
2.2.3 La construcción de viviendas informales en el Perú	206

2.2.4 Defectos de la construcción de viviendas informales	27
2.2.5 El refuerzo estructural en lima.....	29
2.2.6 Metodo para la evaluacion de indice de vulnerabilidad	31
2.2.7 Metodo del indice de vulnerabilidad	31
2.2.8 Organización del sistema resistente	33
2.2.9 Calidad del sistema resistente	35
2.2.10 Resistencia convencional.....	36
2.2.11 Posicion del edificio y cimentacion	37
2.2.12 Diagrama horizontales	38
2.2.13 Configuracion en planta	39
2.2.14 Configuracion en elevacion	40
2.2.15 Elementos no estructurales.....	41
2.2.16 Estado de conservacion	42
2.2.17 Norma E.020 Cargas.....	43
2.2.18 Norma E.030 Diseño Sismorresistente.	43
2.2.19 Norma E.060 Concreto Armado	55
2.2.20 Norma E.070 Albañilería	55
2.3 Definición de términos básicos.....	58
3 CAPITULO III: METODOLOGIA.....	62
3.1 Tipo de estudio.....	62
3.2 Nivel de estudio.....	62

3.3	Diseño de estudio	62
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	62
3.4.1	Técnicas de recolección de datos.....	62
3.4.2	Instrumentos de recolección de datos.....	63
3.4.3	Instrumentos de análisis de datos.....	63
3.4.4	Para analizar información	63
3.4.4	Unidad de analisis.....	63
3.5	Población y muestra	64
3.5.1	Poblacion.....	64
3.5.2	Muestra.....	64
4	CAPITULO IV: DESARROLLO DEL INFORME.....	66
4.1	RESULTADOS	66
4.1.1	Parametros estructurales analizados.....	66
4.1.2	Análisis de vulnerabilidad sísmica.....	71
4.1.3	Indice de vulnerabilidad Iv.....	78
4.2	Relación de la vulnerabilidad sísmica con los factores estructurales evaluados.....	80
4.2.1	Tamaño de la edificación	80
4.2.2	Diseño estructural	82
4.2.3	Calidad estructural	82
	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	84
	CONCLUSIONES	85
	RECOMENDACIONES	87
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	8887
	ANEXO.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Población objetivo	29
Tabla 2 Escala numérica del índice de vulnerabilidad de edificios de mampostería no reforzada	30
Tabla 3 Escala numérica del índice de vulnerabilidad de edificios de hormigón armado	31
Tabla 4. Peso específico de materiales	41
Tabla 5. Peso específico de losas aligeradas	41
Tabla 6. Factor de suelo	43
Tabla 7. Periodos	43
Tabla 8. Categoría de las edificaciones	45
Tabla 9. Categoría de las edificaciones	46
Tabla 10. Irregularidades estructurales	47
Tabla 11. Irregularidades estructurales	48
Tabla 12. Sistemas estructurales	49
Tabla 13. Límites para desplazamiento lateral de entrepiso	49
Tabla 14. Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería	53
Tabla 15. Tipos de mortero	54
Tabla 16. Resistencias características	56
Tabla 17. Valor de nivel de confianza	63
Tabla 18. Tabla de resultados de las fichas de encuesta y observación	69
Tabla 19. Escala global de vulnerabilidad adaptada	70
Tabla 20. Resumen índice de vulnerabilidad	78

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Nacional	17
Figura 2. Ubicación Provincial	17
Figura 3. Zonificación del Distrito de Puente Piedra	18
Figura 4. Ubicación del área de influencia	18
Figura 5. Ejemplo de organización del sistema resistente	32
Figura 6. Ejemplo de organización del sistema resistente	32
Figura 7. Ejemplo de calidad del sistema resistente	33
Figura 8. Ejemplo de posición del edificio y cimentación	35
Figura 9. Ejemplo de diafragmas horizontales	36
Figura 10. Ejemplos de configuración en planta	37
Figura 11. Ejemplo de separación máxima entre los muros	38
Figura 12. Ejemplo de elementos no estructurales	39
Figura 13. Ejemplo de estado de conservación de la estructura	40
Figura 14. Zonificación sísmica del Perú	42
Figura 15. Área construida	66
Figura 16. Cantidad de pisos	66
Figura 17. Antigüedad de la vivienda	67
Figura 18. Asesoramiento técnico	67
Figura 19. Cambio en los planos	68
Figura 20. Organización del sistema resistente	71
Figura 21. Cambio de calidad de albañilería	71
Figura 22. Plano del primer piso	74
Figura 23. Fachada de vivienda	75
Figura 24. Sección del plano del primer piso	75
Figura 25. Eflorescencia en muros de primer nivel	76
Figura 26. Plano de la zona analizada	78
Figura 27. Niveles de vulnerabilidad	79
Figura 28. Área del terreno vs Índice de vulnerabilidad	80
Figura 29. Cantidad de pisos vs Índice de vulnerabilidad	80
Figura 30. Diseño estructural vs Índice de vulnerabilidad	81
Figura 31. Tiempo de vida vs Índice de vulnerabilidad	82
Figura 32. Parámetro calidad estructural	82

RESUMEN

El trabajo de suficiencia profesional se planteó ¿Qué parámetros estructurales tienen mayor incidencia en la vulnerabilidad sísmica de viviendas construidas empíricamente ubicadas en el asentamiento humano La Ensenada Puente Piedra-Lima?, y cuyo objetivo general fue: Determinar qué parámetros estructurales tienen mayor incidencia en la vulnerabilidad sísmica de viviendas construidas empíricamente.

El tipo de estudio fue el aplicado, de nivel descriptivo – explicativo y diseño de estudio cuasi experimental; la población estuvo conformada por un total de 300 viviendas y la muestra probabilística es de 40 viviendas a evaluar.

Producto del estudio se concluye que: De acuerdo a los parámetros estructurales definidos como, área del terreno, cantidad de pisos, antigüedad, y asesoría profesional, han tenido influencia directa en la vulnerabilidad sísmica de viviendas construidas empíricamente, se ha encontrado viviendas con áreas construidas entre 10 m^2 y 50 m^2 con un índice de vulnerabilidad promedio de 190, mientras que el promedio para áreas superiores fue de 120.

Palabras claves: Vulnerabilidad sísmica, parámetros estructurales, construcción empírica.

ABSTRACT

The work of professional sufficiency was raised: What structural parameters have a greater incidence in the seismic vulnerability of empirically built houses located in the human settlement La Ensenada Puente Piedra – Lima. And whose general objective was: To determine which structural parameters have the greatest impact on the seismic vulnerability of empirically built homes.

The type of study was applied, descriptive-explanatory level and quasi-experimental study design; the population consisted of a total of 300 dwellings and the probabilistic sample is 40 dwellings to be evaluated.

As a result of the study, it is concluded that: According to the structural parameters defined such as land area, number of floors, age, and professional advice, they have had a direct influence on the seismic vulnerability of empirically built houses, houses with built areas have been found. between 10 m² and 50 m² with an average vulnerability index of 190, while the average for higher areas was 120.

Keywords: Seismic vulnerability, structural parameters, empirical construction.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio titulado evaluación de factores estructurales de viviendas construidas empíricamente frente a la vulnerabilidad sísmica, asentamiento humano la Ensenada Puente Piedra-Lima, pretende determinar las evaluaciones de los factores estructurales en viviendas construidas empíricamente; para lo cual se recurre a la implementación de los simples conocimientos de la ingeniería y a su vez está regida por las normas técnicas peruanas tales como: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Norma técnica E - 050 que trata de suelos y cimentaciones, Norma técnica E-070 Albañilería, Norma técnica E-030 Sismoresistente y Norma técnica E-60 Concreto Armado.

Para su mejor comprensión el trabajo se desarrolló en cuatro capítulos:

El Capítulo I: Se dio a conocer el planteamiento del problema, el problema general y específico, así como los objetivos tanto general como específico, de igual manera se da a conocer la justificación práctica y metodológica, y para finalizar se resalta la delimitación espacial temporal y económica.

El Capítulo II: En este capítulo se referencia los antecedentes nacionales e internacionales, el marco conceptual y la definición de términos.

El Capítulo III: Esta referida para la metodología, donde abordamos el tipo de estudio, nivel y diseño, así como las técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.

El Capítulo IV: Se da a conocer el desarrollo del informe de manera clara todos los procedimientos para determinar índices de vulnerabilidad de las construcciones empíricas.

Culminando este estudio se da a conocer las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

Bach. Jorge Armando Laurente Zorrilla.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La República de Perú es uno de los países que integran el Cinturón de Fuego del Pacífico, por tal motivo posee un amplio territorio que está en movimiento constantemente envolviendo al Pacífico además es una de las naciones donde se presentan alrededor del ochenta y cinco por ciento de los sismos mundiales (Tavera, 2010).

De igual manera el doctrinario y director de sismología del Instituto Geofísico del Perú Tavera (2010) señala que el límite del sector oeste de Sudamérica es conocido como una fuente inagotable de sismos, por lo que se registran constantemente aunado a la elevada rapidez con la cual chocan las placas de Nazca Sudamericana y es debido a su constante fricción que se presentan con tanta velocidad los sismos más violentos en el Perú y el resto de Sudamérica.

Además de estar ubicado en una zona de elevado nivel de peligro sísmico, el desmedido crecimiento poblacional de numerosas sociedades peruanas, ha provocado que muchas poblaciones tengan emplazamientos a lo largo de zonas con un elevado nivel de peligro. Este hecho sumado al elevado nivel de vulnerabilidad de numerosas obras civiles lleva a la ocurrencia de cuantiosas pérdidas, tanto materiales como de vida. Además, debido a la impredecibilidad de muchos fenómenos naturales resulta, de acuerdo con el estado de arte de la

ciencia y a ingeniería, imposible la predicción de tales eventos, por lo que la única vía de salida es la prevención.

El doctrinario Tavera (2010), señala la importancia de que los núcleos familiares sean conscientes de los riesgos que tiene un hogar con bases agrietadas por lo que es idóneo emplear métodos para lograr prevenir cualquier desastre, tomando en cuenta que más del cincuenta por ciento son casas construidas por los propios ciudadanos por lo que no están preparadas para soportar un temblor de magnitudes gigantes.

La falta de formalidad es un mal hábito que ha perjudicado el desarrollo al país, contribuyendo a la incapacidad de éste para poder atender las quejas presentadas en una realidad que constantemente está en evolución. Gran parte de los ciudadanos peruanos no poseen la capacidad económica para contratar a personas experimentadas o profesionales en el rubro por lo que pasan a contratar a personal no formal para que realicen la edificación de sus casas con albañilería confinada.

Ahora bien, el hecho de no tener a alguien profesional realizando una periódica supervisión no hay garantía de una edificación de buena calidad debido a que estas personas encargadas no poseen conocimientos sobre las reglas técnicas tipificadas en el Reglamento Nacional de Edificaciones, es por ello que gran parte de las casas tienen problemas en su estructura y son vulnerables frente a un terremoto. Dicha centralización se ha producido por el traslado de la sierra y selva a Lima, lo que ocasiona que la misma pueda expandirse, es por tal razón que existe una conexión entre la necesidad de una casa con la expansión del territorio.

Una prueba del crecimiento del territorio es el gran número de casas informales que existen en las bajadas de los cerros, es por ello que este estudio se basa en analizar los elementos de estructuras de las casas edificadas informalmente y vincularlas con el nivel de vulnerabilidad.

Por tanto, resulta de gran importancia conocer qué obras civiles son vulnerables ante a acción de ciertos fenómenos naturales, especialmente en el caso de sismos. Una forma simple para establecer la vulnerabilidad sísmica de alguna edificación es el análisis de vulnerabilidad sísmica desarrollado en Italia por Benedetti y Petrini en 1984.

Dichos métodos son identificados por Benedetti y Petrini (1984), como un medio para conocer los factores que manejan los errores o daños en las grandes edificaciones mampostería no reforzada y hormigón armado puesto que son bastante frecuentes en Italia, así como en diversas partes del mundo. Este trabajo de investigación propone el uso del método del índice de vulnerabilidad como una alternativa simple y practica para la determinación de la vulnerabilidad sísmica de una vivienda y relacionar este índice con parámetros estructurales simples que les permitan a los propietarios saber y, posteriormente, pensar en medidas de reforzamiento.

1.1. Formulación del problema

1.1.1. Problema general

¿Qué parámetros estructurales tienen mayor incidencia en la vulnerabilidad sísmica de viviendas construidas empíricamente ubicadas en el asentamiento humano La Ensenada Puente Piedra-Lima?

1.1.2. Problemas específicos

- a) ¿Qué efecto tiene el área en planta de las viviendas construidas empíricamente en su nivel de vulnerabilidad sísmica?
- b) ¿En qué influye la cantidad de pisos de viviendas construidas empíricamente frente a su vulnerabilidad sísmica?
- c) ¿Qué efecto tiene la antigüedad de las viviendas construidas empíricamente en su nivel de vulnerabilidad sísmica?
- d) ¿En qué medida es importante el asesoramiento técnico en viviendas construidas empíricamente frente a la vulnerabilidad sísmica?

1.2. Objetivo

1.2.1. Objetivo general

Evaluar los parámetros estructurales que tienen mayor incidencia en la vulnerabilidad sísmica de viviendas construidas empíricamente en el asentamiento humano La Ensenada Puente Piedra-Lima

1.2.2. Objetivos específicos

- a) Evaluar el efecto que tiene el área en planta de las viviendas construidas empíricamente en su nivel de vulnerabilidad sísmica.
- b) Establecer la influencia de la cantidad de pisos de viviendas construidas empíricamente frente a su vulnerabilidad sísmica
- c) Determinar el efecto que tiene la antigüedad de las viviendas construidas empíricamente en su nivel de vulnerabilidad sísmica
- d) Establecer en qué medida es importante el asesoramiento técnico en viviendas construidas empíricamente frente a la vulnerabilidad sísmica

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación práctica

La investigación está justificada en la parte práctica ya que su finalidad es resolver el problema del desempeño de los factores estructurales tales como, el área del terreno, cantidad de pisos, antigüedad, y asesoría profesional de viviendas construidas empíricamente frente a la vulnerabilidad sísmica.

1.3.2. Justificación metodológica

Para el desarrollo del proyecto de la evaluación de los factores estructurales tales como, el área del terreno, cantidad de pisos, antigüedad, y asesoría profesional de viviendas construidas empíricamente frente a la vulnerabilidad sísmica, el bachiller optará por emplear metodologías propias para la toma de los datos de campo, realizar el respectivo procesamiento de la información, estas metodologías podrán ser utilizadas como base para otras investigaciones de características similares.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Delimitación espacial

La delimitación espacial comprende:

Región : Lima

Provincia : Lima

Distrito : Puente Piedra
Muestra : Asentamiento Humano La Ensenada.

1.4.2. Ubicación geográfica



FIGURA 01: ubicación nacional



FIGURA 02: ubicación Provincial



FIGURA 03: ubicación Distrital



FIGURA 04: Ubicación del área de influencia.

1.4.3. Delimitación temporal

El periodo de ejecución de la evaluación de factores estructurales de viviendas construidas empíricamente frente a la vulnerabilidad sísmica está previsto para los meses de marzo a junio del año 2019, con una duración de 4 meses.

1.4.4. Delimitación económica

Los gastos que involucre el desarrollo del presente trabajo serán cubiertos por el investigador.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

- a) Farfán y Díaz sustentaron en 2009 su tesis: estudio de vulnerabilidad sísmica estructural en un sector de la zona 12, de la ciudad de Guatemala a la universidad de san Carlos de Guatemala, facultad de ingeniería” El mismo tuvo como objetivo general: “Establecer nivel de vulnerabilidad sísmica por medio de un estudio visual rápido de las diferentes edificaciones ubicadas en un sector de la zona 12, colonia La Reformita. Realizar el cálculo de daños potenciales de las posibles pérdidas materiales y humanas ante el riesgo de sufrir un evento sísmico de considerable magnitud. Establecer un plan de mitigación para que permita la reducción de la vulnerabilidad del sector en estudio. Se obtuvo como resultado que se pudo ubicar al menos seis establecimientos dentro y fuera del área objeto de

investigación, las cuales poseen ciento veintiséis elementos fundamentales para prestar servicio de albergue.

Se concluyó que:

- “Se sabe que existe un total de 1,131.813.74 metros cuadrados de terreno construida en el sector objeto de estudio, lo que es equiparable al cuarenta y tres por ciento del total del área construida, los cuales serán susceptibles a daños graves por un terremoto con una velocidad del suelo de 0.3g en la componente horizontal, cuya probabilidad de que se produzca, por lo menos una vez cada cincuenta años.
 - “Se ha establecido que pueden existir de diez decesos y seis heridos por cada cien sujetos presentes dentro del terreno objeto de estudio, produciendo derrumbes de la estructura, peligros no estructurales y en colindancias, lo cual puede generar alrededor de tres mil muertos y cinco mil doscientos cuarenta y ocho heridos.
 - De 3849 estructuras dentro del área estudiada, novecientos ochenta y tres son aún de mampostería no reforzada de adobe, lo que es equiparable al veintiséis por ciento del total de estructuras evaluadas.
 - La vulnerabilidad de las estructuras de las casas ubicadas en el sector objeto de estudio presentan el tres por ciento de todas las viviendas evaluadas corresponde a ciento treinta y cinco cuya vulnerabilidad resulta muy alta. Por otra parte, el ocho por ciento quiere decir que trescientas veintitrés casas tienen una alta vulnerabilidad.
- b) Bedoya, presentó en el 2005 su tesis “estudio de resistencia y vulnerabilidad sísmicas de viviendas de bajo costo estructuradas con ferrocemento a la universidad politécnica de Catalunya, facultad de ingeniería. Su objetivo general fue: “Evaluar la resistencia y el comportamiento sísmico de las viviendas de bajo costo en ferrocemento y realizar un acercamiento a la valoración de la vulnerabilidad sísmica de las mismas.”

Se concluyó que:

- “El ferrocemento es una clase de hormigón armado de muro pequeño, el cual difiere del mismo por su sistema de resistencia, capacidad de deformación y su aplicabilidad. Este refuerzo es un compendio de mallas, que se instalan una arriba de otra y ubican de una manera que generan propiedades isotrópicas al compuesto. Luego, son embebidas en una matriz aglutinante de cemento u otros elementos inorgánicos.
- El nacimiento de este compuesto es considerado como el surgimiento del hormigón armado. Sin embargo, la tecnología del siglo XVIII, no estuvo a la altura, por ende, no pudo contribuir a la producción de mallas de alambre, por el contrario, estuvo apto para producir barras de acero que fueron empleadas para construir el hormigón armado, cuya tecnología, evolucionó al del ferrocemento.”
- “El ferrocemento pasó a un segundo plano por alrededor de cien años y fue el arquitecto e ingeniero Pier L. Nervi quien retomó ideas anteriores y construyó grandes cubiertas, propagándose por todo el mundo.
- La carencia y necesidad para hallar materiales que contribuyan a la tecnología en la creación de nuevas casas, ha generado que se tome al ferrocemento como un material estructural, reconociendo sus múltiples beneficios, dentro del área de ingeniería estructural y de sismos. Por esas razones este compuesto se ha empleado para solucionar casas de bajo costo en muchos lugares del mundo.

2.1.2. Antecedentes nacionales

- a) Mesta, sustentó el año 2014 su tesis: “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel a la universidad san Martín de Porres, facultad de ingeniería”. Tuvo como objetivo general: “Estudio abordar los temas de peligro y riesgo sísmico, también se muestra el cálculo de escenarios de daño, lo cual brindará una idea general y

aproximada de las consecuencias que conllevaría la acción de tres sismos de diferente intensidad (frecuente, ocasional y raro) en la zona de estudio.”

- b) Laurente sustentó en el año 2017 su Tesis: “Evaluación de vulnerabilidad en edificaciones causadas por sismos e inestabilidad de talud en el aa.hh. Jesús nazareno el arenal, mi Perú, callao - 2017 a la universidad cesar vallejo, facultad de ingeniería. Tuvo como objetivo general: determinar la vulnerabilidad que es lo que se requiere, primero se identificará aquellas zonas donde por la topografía nos muestre un escenario de riesgo, en áreas dónde encontremos a la vez edificaciones en situación precaria, muy vulnerable a peligros como movimientos generados por sismos la cual nos lleve a un deslizamiento de talud generando situaciones de riesgos que se detallará en un mapeo llamado mapa de alto riesgo en vulnerabilidad.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Geología y geotecnia del área de estudio

La geología del Norte de Lima, se encuentra estructurada únicamente en el sector de costero de la provincia de Lima, como tal dicho sector se conforma por piedras sedimentarias y depósitos de suelos pocos solidificados. El territorio objeto de estudio se encuentra afianzado en las crestas de la Cordillera de los Andes.

Por su parte, el terreno se encuentra compuesto por arena simple y arcilla El suelo, está conformado por arenas, arcillas y limos. Con el tiempo se han realizado estudios sobre la superficie de La Ensenada, lo cual ha constatado que se ubica en la Zona I cuya clase de piso es S1, lo que demuestra que su capacidad para soportar cualquier paso que pase por éste (Aguilar Bardales & Alva Hurtado, 2010)

2.2.2. Ubicación y zona de estudio

Es importante recordar que las colinas están acompañadas por el proceso de unificación y centralización de la provincia de Lima, que

ha alentado a muchas personas a construir varias casas en la ladera para satisfacer sus principales necesidades para obtener sus propias casas; nuevamente, no se considera la posibilidad del área Las consecuencias. Del mismo modo, comenzaron a tener tipos básicos de suelo y comenzaron a sufrir diversos tipos de daños, ejemplo de ello son las posibles traslaciones de tierra o derribes.

“En este contexto se tomó como premisa para seleccionar la zona de estudio los siguientes aspectos:”

Superioridad en la auto-construcción con albañilería confinada.

Características topográficas representativas del tipo de suelo en Lima.

2.2.3. La construcción de viviendas informales en el Perú

Las construcciones confinadas, se ha demostrado que se encuentran sometidos a los sismos, razón por la cual en bastante común que presenten daños por corte, lo cual se considera como la consecuencia de contratar a obrero para construir una casa y éstos lo hacen teniendo como base sus conocimientos previos e incluso por sola costumbre y normalmente las construcciones son confinadas por lo que si llega a ocurrir un terremoto puede ocurrir un daño por corte, poniendo en peligro a todas las personas que vivan dentro de ella.

En el mundo hay ciertos documentos que demuestran el procedimiento que se debe llevar a cabo para realizar una correcta construcción. Su objetivo es facilitarles y enseñarles a las personas que realizan obras la manera más idónea para realizarlo, las cuales por su incapacidad monetaria no pueden contratar a una persona que conozca de la materia.

Para el autor Tavera (2010), hay diversas normativas que exhortan a las personas a solicitar una licencia de construcción de las construcciones que adquieren, para que después puedan buscar a un profesional que se encargue de realizar una supervisión semanal de la obra para poder garantizar su confiabilidad, cabe

destacar que se ha descartado que el pago por realizar dicha garantía sea muy costoso.

Para el año dos mil trece se ha realizado un análisis sobre la falta de formalidad que hay en una edificación, el ingeniero Adolfo Gálvez cree que hay probabilidades de que más de doscientas mil viviendas se derrumbarían en caso de presentarse un sismo de gran escala produciendo el deceso de alrededor de cincuenta y un mil sujetos.

Ahora bien, en el caso de que las viviendas fueran edificadas cumpliendo las formalidades pertinentes, un terremoto podría causar el deceso de mil personas, lo que demuestra que una casa construida sin formalidades tiene un cincuenta y tres por ciento de derrumbarse frente un terremoto que aquella que fue edificada con licencia (El Comercio, 2014).

2.2.4. Defectos de la construcción de viviendas informales

➤ Problemas de ubicación de la vivienda

“Generalmente en la construcción de las viviendas informales no se tiene en cuenta las características del suelo (Minke, 2005)”

➤ Viviendas sobre rellenos de nivel

Esta clase de relleno es consideraran como un resguardo de tierras adulterada, la misma puede encontrarse en dos tipos, los contralados y los no controlados, cabe destacar que estos últimos son frecuentes, debido a que se pueden realizar sin importar el material e incluso sin la necesidad de una correcta mezcla (Minke, 2005).

➤ Viviendas sobre suelo no consolidado

Estos suelos se identifican por tener características granulares, poseen poca firmeza. Es bastante común que, a causa de la poca capacidad de soportar fuerzas del terreno, las casas pueden sufrir ciertos daños que ocasionan agrietamiento en los suelos o paredes, por lo común para solucionar dicha problemática se coloca un sobrecimiento armado debido a que

reduce en gran medida las consecuencias de los asentamientos diferenciales (Minke, 2005).

➤ **Viviendas en terrenos con pendiente**

Cuando una casa está ubicada en dicho terreno, es porque fue edificada en la parte superior de los cerros. Es importante mencionar que las paredes de las casas que se encuentran en las faldas de un cerro se encuentran sepultadas, tolerando la fuerza lateral del terreno (Minke, 2005).

➤ **Eflorescencia**

Esta se encuentra como imperfecciones blancas en los ladrillos o cimientos, se generan debido a que las sales del agua pasan a cristalizarse, lo cual ocurre porque no hay una correcta permeabilización de los materiales en los lugares donde hay excesiva humedad o filtración de ella (PUCP; SENCICO, 2005).

➤ **Problemas estructurales en las viviendas**

➤ **Muros portantes y no portantes de ladrillo pandereta**

En estos tipos de muros, de tal manera deben tener suficiente firmeza debido a que no pueden fallar de manera frágil, es decir, consisten en unidades de albañilería maciza, donde las paredes se edificaron con ladrillo pandereta, por lo que pueden presentar una falla repentina. (PUCP; SENCICO, 2005)

➤ **Inadecuada densidad de muros**

La firmeza de las casas construidas mediante albañilería confinada, se encuentra directamente conectada con la capacidad de las paredes de poder sobrellevar el golpe del terremoto, lo cual se traduce en que para que una construcción se mantenga sólida frente a un sismo debe poseer una alta consistencia de paredes en ambas direcciones (PUCP; SENCICO, 2005)

➤ **Muros sin viga solera**

Es muy común que las personas que construyen casas de manera informal, no poseen un cierto conocimiento sobre lo que es el confinamiento, razón por cual excluyen la edificación de vigas soleras encima de las paredes sólidas frente a los sismos. (PUCP; SENCICO, 2005).

2.2.5. El reforzamiento estructural en Lima

En la actualidad se han venido desarrollando estructuras en los municipios con el objetivo de facilitarles a los hogares que tienen una situación precaria diversos asentamientos humanos, casas que se encuentran construidas con estructuras reforzadas para aguantar sismos.

De igual manera, los trabajos para reforzar, se desarrolla con el Bono de Protección de Viviendas Vulnerables a los Riesgos Sísmicos, el cual se conoce como una ayuda de doce mil soles que se le es entregado a los hogares que se encuentran en condiciones precarias, para que puedan reforzar un terreno de dieciocho metros cuadrados dentro de la vivienda, la cual será llamada como zona

segura y es ahí donde pueden protegerse frente a un posible (Diario Gestion, 2015).

Para financiar este Bono se ha comisionado cien millones de soles, de individuos que pactaron asistir ocho mil trescientas treinta tres casas en algunas dependencias de la ciudad de Lima. El motivo de ellos es que muchos hogares se encuentran en situación de pobreza edificaron sus casas bajo condiciones inestables, no teniendo en cuenta los métodos para mantener solidas las paredes frente a los terremotos, razón por la cual fue designado dicho Bono (Diario Gestion, 2015)

➤ **Población**

Desde una perspectiva local, Perú cuenta con una cantidad de personas que rondan los treinta y un millón de personas, teniéndose en cuenta la mayoría de ellas se encuentran únicamente en Lima, la cual posee una población de casi diez millones (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016).

Los sectores donde se han autoconstruido casas bajadas de cerros, tienen una relación con la clase de suelo y estructura, por ejemplo, Puente Piedra, Carabayllo, San Juan de Lurigancho. Lo que genera que los resultados de las encuestas de dichos distritos puedan generalizarse.

En la Tabla 1, está estructurada la población el objetivo utilizando la información ubicada en los Anexo 2 y 3. Dicha duplicación de la cantidad de personas del distrito, los respectivos sectores en las laderas con viviendas construidas, presenta un total de 540917 habitantes favorecidos con esta investigación, aproximadamente.

DISTRITOS	POBLACIÓN			OBJETIVO	
	ÁREA DEL DISTRITO (km ²)	POBLACIÓN (Proyectado 2016)	DENSIDAD (hab/km ²)	ÁREA LADERA DE CERROS (km ²)	POBLACIÓN
Puente Piedra	71.18	353489	4966.13	8.56	42510.06
Carabaylo	346.88	301978	870.55	18.20	15844.09
San Juan de Lurigancho	131.25	1091303	8314.69	19.00	157979.10
Comas	48.75	524894	10767.06	7.73	83229.35
Independencia	14.56	216822	14891.62	6.60	98284.70
El Agustino	12.54	191365	15260.37	4.33	66077.39
San Juan de Miraflores	23.98	404001	16847.41	4.57	76992.68
TOTAL		3083852			540917

Tabla 1. Población objetivo.

2.2.6. Metodología para la evaluación del índice de vulnerabilidad

La vulnerabilidad contribuye a que las edificaciones sean catalogadas conforme al tipo y calidad estructural, en el rango de terremotos muy vulnerables es el rango de vulnerabilidad. Así mismo; se podrá realizar un determinado estudio en el nivel urbano, en lo siguiente se utiliza una metodología que debe ser simple y así poder emplear a grandes áreas. Constan diferentes metodologías por el cual deberá ser aplicado y mejor adaptable para los distintos estudios y conocer los objetivos. “(Maldonado & Chio, 2009). Esta vulnerabilidad refleja la poca resistencia de una edificación frente a los sismos, ya que depende de las características del diseño de edificación, también la propiedad y característica de los materiales, así mismo, fluye en la técnica de construcción.”

“En lo siguiente; se puede conocer el daño que puede llegar a sufrir una estructura frente un sismo determinado a función de vulnerabilidad por el cual es una relación matemática producida a través de la recolección de la información de los daños observados en sismos o calculadas a la falta de datos, se calcula el daño de la estructura simulando las diversas características de las edificaciones. (Maldonado & Chio, 2009)”

2.2.7. Método del índice de vulnerabilidad

De acuerdo con los doctrinarios Benedetti y Petrini (1982), para realizar un estudio de la vulnerabilidad y el daño de las edificaciones es fundamental una cuantificación para que se determinen los factores al mismo tiempo que el movimiento sísmico.

“Dicho método presenta y evalúa diferentes parámetros como la calidad y tipo del sistema resistencia, la cimentación, lugar del edificio, los diversos elementos estructurales o el estado de la conservación, con la finalidad de examinar el valor numérico. En las tablas 2 y 3 se presentan los once parámetros evaluados para la siguiente calificación de estructuras donde se conoce los coeficientes de calificación A (óptimo) a D (desfavorable) y a los factores K_i y W_i que se consiguen de manera subjetiva según la práctica del investigador y de la información real logrado de los sismos. (Benedetti & Petrini, 1984).

Al usar la siguiente ecuación, se puede derivar el índice de vulnerabilidad global propuesto para cada edificio de mampostería no reforzado:

$$I_v = \sum_{i=1}^{11} K_i * W_i$$

i	Parámetro	Ki A	Ki B	Ki C	Ki D	Wi
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1.0
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1.0
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1.0
8	Separación máxima entre muros	0	5	25	45	0.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1.0
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1.0

Tabla 2. Escala numérica del índice de vulnerabilidad de edificios de mampostería no reforzada.

i	Parámetro	Ki A	Ki B	Ki C	Wi
1	Organización del sistema resistente	0	1	2	4.0
2	Calidad del sistema resistente	0	1	2	1.0
3	Resistencia convencional	-1	0	1	1.0
4	Posición del edificio y cimentación	0	1	2	1.0
5	Diafragmas horizontales	0	1	2	1.0
6	Configuración en planta	0	1	2	1.0
7	Configuración en elevación	0	1	3	2.0
8	Separación máxima entre muros	0	1	2	1.0
9	Tipo de cubierta	0	1	2	1.0
10	Elementos no estructurales	0	1	2	1.0
11	Estado de conservación	0	1	2	2.0

Tabla 3. Escala numérica del índice de vulnerabilidad de edificios de hormigón armado.

2.2.8. Organización del sistema resistente

Para este parámetro, se estudió la eficacia de las siguientes estructuras existentes evaluar la conexión entre las restricciones de la viga, la columna y el confinamiento de paredes. (Hurtado & León 2008)

- A. Construcción de albañilería confinada en cualquier sector.
- B. Construcción de albañilería únicamente con vigas de confinamiento sin columnas o columnas sin vigas o vigas con columnas de confinamiento, pero no en cualquier sector.
- C. Construcción en albañilería que sin vigas y columnas de confinamiento en todas las plantas y que está constituidos por muros ortogonales bien ligadas.
- D. Construcción en albañilería sin vigas y columnas de confinamiento en todas las plantas, con paredes ortogonales no ligadas o mal ligadas”.

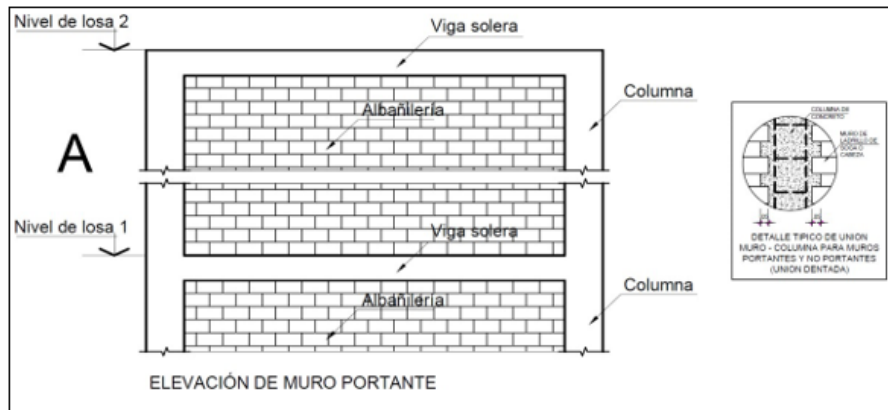


Figura 5. Ejemplo de organización del sistema resistente.

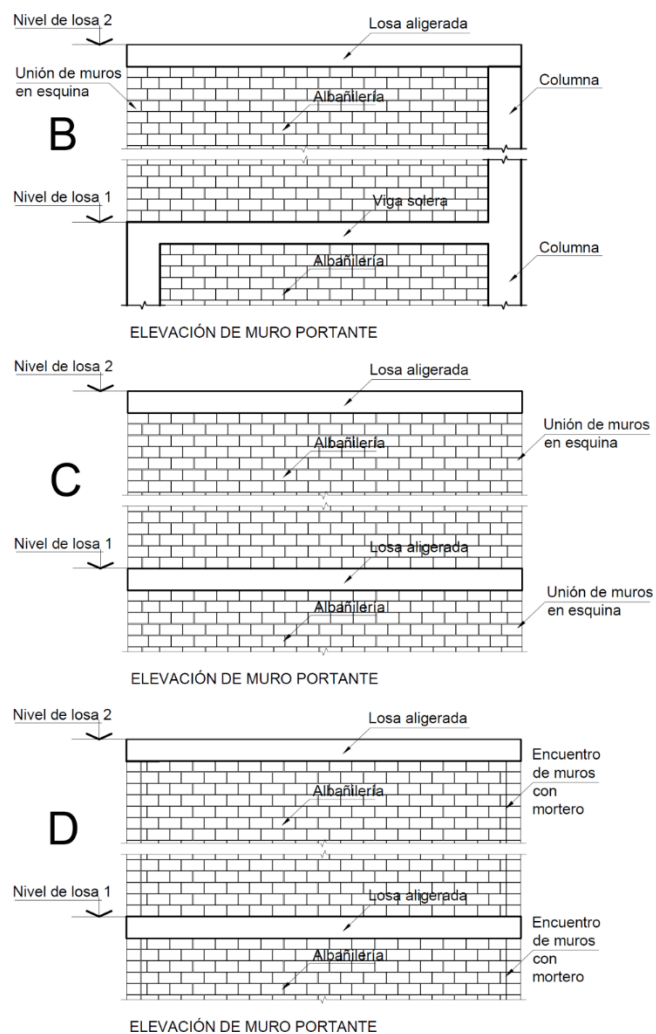


Figura 6. Ejemplo de organización del sistema resistente.

2.2.9. Calidad del sistema resistente

Este parámetro averigua determinar el tipo de albañilería según la característica de resistencia con el fin de llegar asegurar la eficiencia del comportamiento de la estructura. (Hurtado & León 2008)

A. Albañilería y mortero de buena calidad.

B. “Albañilería de buena calidad con mortero, pero con unidades de albañilería no muy homogéneas a lo largo de todo el elemento”.

C. “Albañilería de baja calidad con poco mortero, no homogéneas, pero bien trabadas”.

D. “Albañilería de baja calidad con baja o sin presencia de mortero, con unidades de albañilería no homogéneas y mal trabadas”.

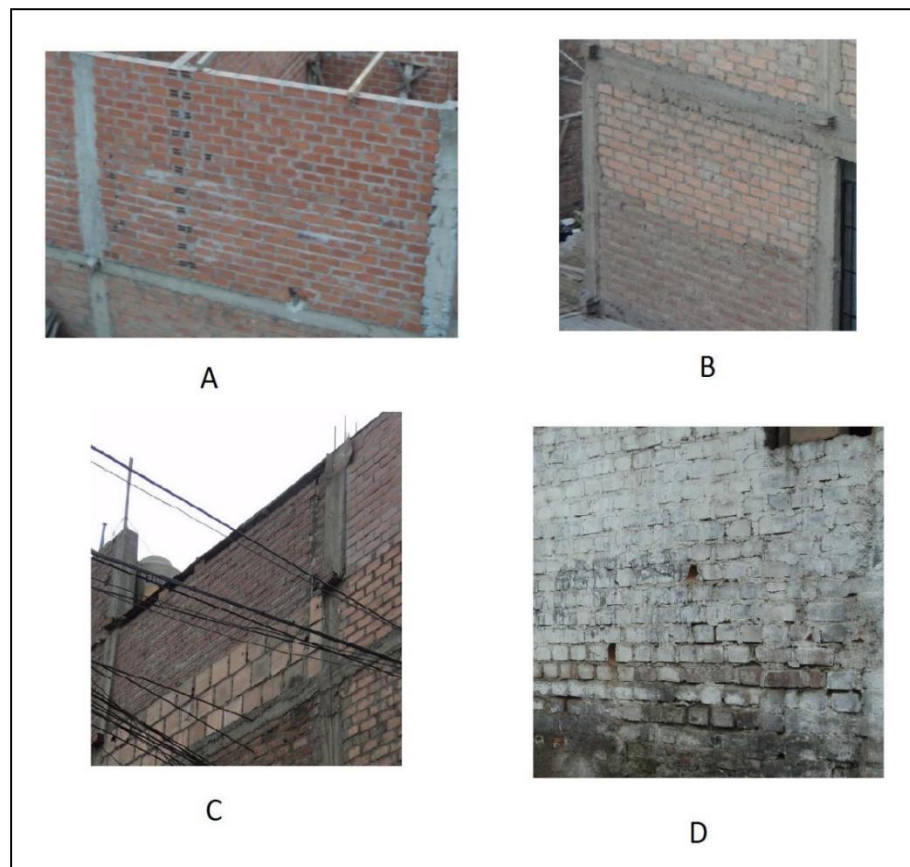


Figura 7. Ejemplo de calidad del sistema resistente.

2.2.10. Resistencia convencional

Este parámetro se encuentra vinculado con la resistencia al corte (V_R) de la pared y la fuerza de cimentación (V_A). (Hurtado & León 2008)

$$F_S = \frac{V_R}{V_A}$$

$$V_A = cW \qquad V_R = \sum A_m V_m$$

“C es el coeficiente sísmico, W representa el peso total de la edificación, A_m es el área transversal del muro resistente a sismo, V_m representa el esfuerzo cortante de la mampostería”. Los siguientes factores de corrección se pueden usar para refinar los cálculos anteriores:

$$R = (1.33L/H)^2 \leq 1$$

“Este factor se aplica a la contribución de muros en los que la relación entre la altura (H) y la longitud (L) es mayor de 1.33. El factor afecta el área de los muros involucrados, dando lugar a un área efectiva, cuya suma es la que se considera en la ecuación anterior para el cálculo de V_R . (Hurtado O. & León M., 2008, pág. 82)”

La evaluación de este parámetro será realizada por el factor F_s .

- ✓ $F_s \geq 1.0$
- ✓ $1.0 > F_s \geq 0.6$
- ✓ $0.6 > F_s \geq 0.4$
- ✓ $0.4 > F_s$

2.2.11. Posición del edificio y cimentación

“Este siguiente; parámetro analiza la relación entre los tipos de terreno y la cimentación con el comportamiento sísmico de la edificación, para el cual se obtiene en cuenta la capacidad y la pendiente de este terreno, así mismo, la ubicación de la cimentación a diferentes cotas y la presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén. (Hurtado O. & León M., 2008)”

“Construcción cimentada sobre suelo estable o roca con pendiente inferior al diez por ciento, el cimiento está a la misma cota. No hay empuje de tierra a causa de un terraplén”.

- ✓ “Construcción cimentada sobre suelo estable o roca con pendiente entre diez por ciento y treinta por ciento, la diversidad de las cotas del cimiento no es superior a un metro. No hay empuje de tierra.
- ✓ Construcción cimentada sobre terreno blando o suelto con pendiente entre diez y treinta por ciento sobre suelo estable o roca con pendiente entre treinta y cincuenta por ciento. La diversidad de las cotas del cimiento no es superior a un metro. Hay empuje de tierra por un terraplén.
- ✓ Construcción cimentada sobre suelo blando o suelto con pendiente mayor al treinta por ciento o suelo estable o roca con pendiente superior al cincuenta por ciento. La diversidad de cotas del cimiento es superior a un metro. Hay empuje de tierra



A



B



C



D

por el terraplén.

Figura 8. Ejemplo de posición del edificio y cimentación.

2.2.12. Diafragmas horizontales

Este parámetro evalúa dos factores, que la dureza del diafragma en el plano sea suficiente y que la relación entre éste y los elementos verticales, sean correctos (Hurtado & León. 2008)

A. “Al no cumplirse condiciones: hay desniveles, el porcentaje de abertura en el diafragma es superior al treinta por ciento y la relación entre éste y las paredes es inestable.

B. “Cuando no se lleva a cabo una de las condiciones de tipo A”.

C. “Cuando no se llevan a cabo dos de las condiciones de tipo A”

D. “Cuando no se llevan a cabo ni una de las condiciones de tipo A”.

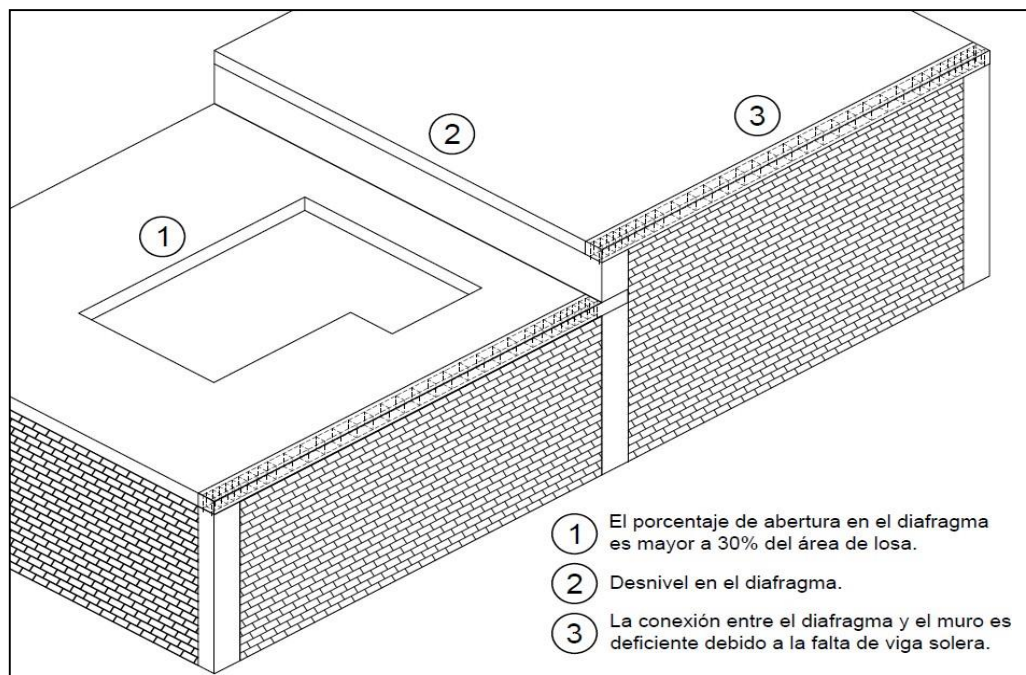


Figura 9. Ejemplo de diafragmas horizontales.

2.2.13. Configuración en planta

Se ha tomado en cuenta que el vínculo a/L entre el ancho y el largo en planta, de igual manera se constatan las protuberancias

en el cuerpo central de la estructura b/L , pudiendo generar consecuencias de torsión no deseados. (Hurtado & León 2008)

- ✓ $a/L \geq 0.8$ o $b/L \leq 0.1$
- ✓ $0.6 \leq a/L < 0.8$ o $0.1 < b/L \leq 0.2$
- ✓ $0.4 \leq a/L < 0.6$ o $0.2 < b/L \leq 0.3$
- ✓ $a/L < 0.4$ o $b/L > 0.3$

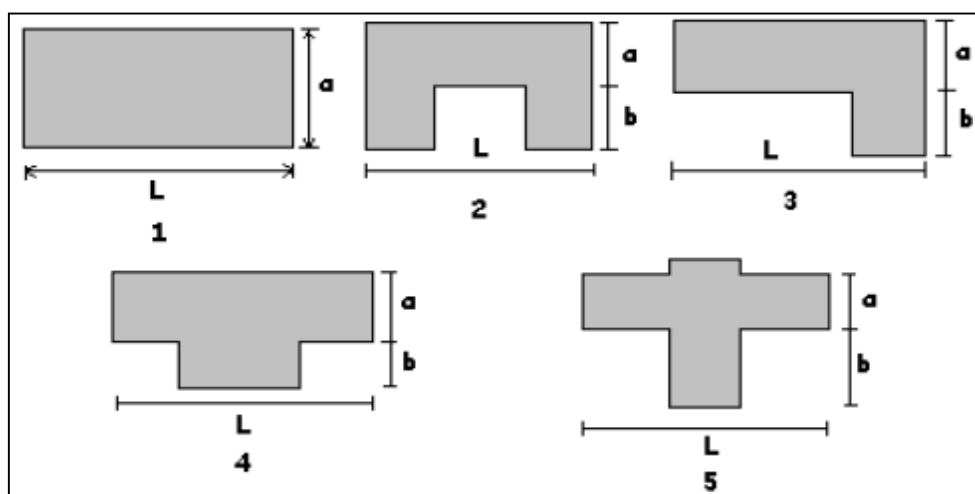


Figura 10. Ejemplos de configuración en planta.

2.2.14. Configuración en elevación

De igual manera se establece la impresión de masa en porcentaje $\pm\Delta M/M$ entre ambos pisos sucesivos, yaciendo M la masa del suelo más bajo y el signo (+) se utiliza si se presenta aumento o el (-) si se muestra disminución de masa hacia lo alto de dicha construcción (Hurtado & León. 2008)

- A. $-\Delta M/M < 10\%$
- B. $10\% \leq -\Delta M/M < 20\%$
- C. $-\Delta M/M > 20\%$
- D. $+\Delta M/M > 0$

➤ Separación máxima entre los muros

Esta evaluación de aquel parámetro se conoce la presencia de muros transversales que se interceptan muros portantes y se llega realizar con el factor L/S , donde L es el espaciamiento de

los diferentes muros transversales y S es el espesor de los muros portante. Se llega evaluar el caso más desfavorable (Hurtado & León, 2008)

- A. $L/S < 15$
- B. $15 \leq L/S < 18$
- C. $18 \leq L/S < 25$
- D. $25 \leq L/S$

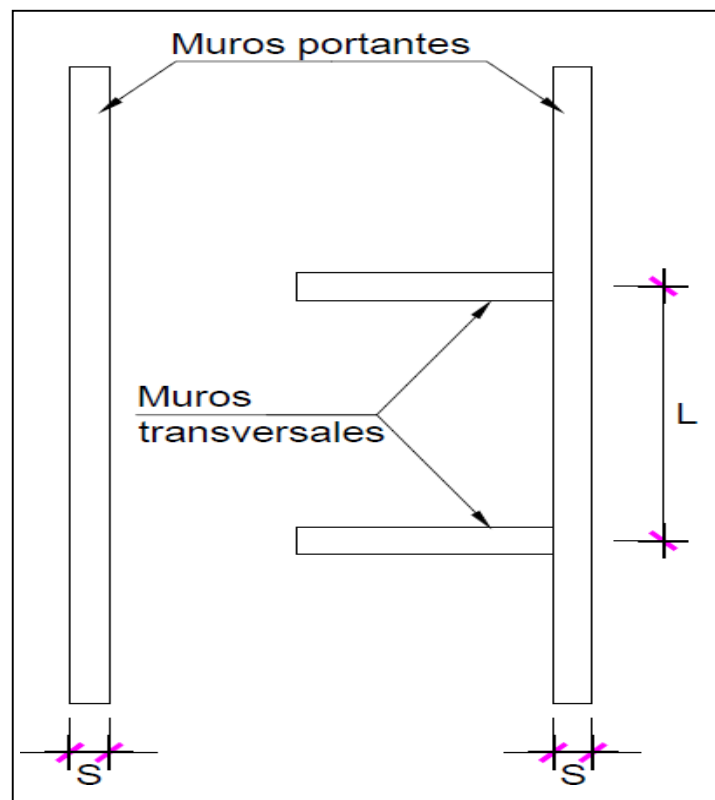


Figura 11. Ejemplo de separación máxima entre los muros.

2.2.15. Elementos no estructurales

Este parámetro se emplea para medir el número de elementos no estructurales en cualquier construcción. (Hurtado & León, 2008)

- A. Estructura con elementos no estructurales, de mínima dimensión y bien vinculados a la estructura principal.
- B. Estructura con elementos no estructurales, mínimo grosor y pésima conexión con la estructura central.

C. Estructura con muchos elementos no estructurales de tamaño normales y mal conectados a la estructura central, que pueden derrumbarse ante un sismo.

D. Una estructura con elementos no estructurales no conectados, o una estructura que se ensambla en etapas después de la



construcción de la estructura, por lo que la combinación de estos elementos con la pared no es buena.

Figura 12. Ejemplo de elementos no estructurales.

2.2.16. Estado de conservación

Después de evaluar los parámetros, se posible evaluar el deterioro en diferentes edificaciones, también puede arriesgar la resistencia vertical y horizontal. (Hurtado & León, 2008)

A. Techos, paredes y columnas se encuentran en buenas condiciones sin daño constatables.

B. Columnas, techos y paredes con fisuras no generadas por el sismo.

C. "Paredes y columnas con fisuras de grosor de 2 a 3 mm o grietas generadas por un sismo. Las estructuras que no poseen fisuras, sin embargo, presentan una mala conservación.

D. "Columnas y paredes que están demasiado deteriorado en los materiales de construcción o con grietas cuyo grosor es mayor a 3 mm. Techos que están cerca del colapso."

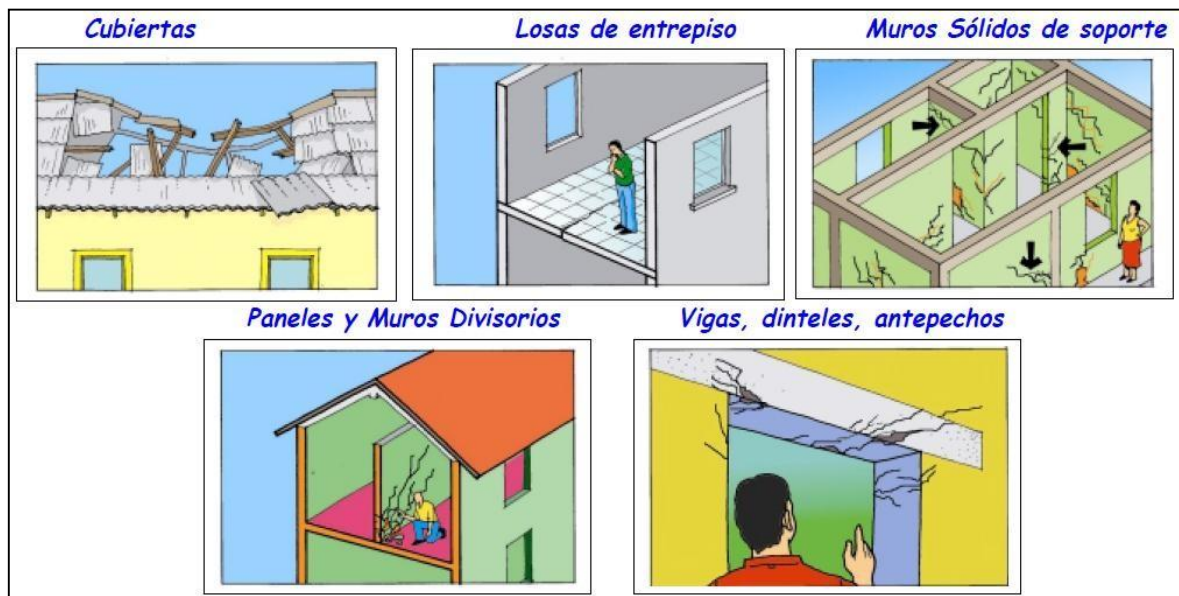


Figura 13. Ejemplo de estado de conservación de la estructura.

"El Reglamento Nacional de Edificaciones tiene un compendio de las reglas que se deben seguir en caso de construcciones para que se ejecuten al momento de realizar cualquier edificación dentro de la República del Perú. Con el objetivo de sustentar el presente estudio se tomará como base la Norma E.020 de Cargas, Norma E.030 de Diseño Sismorresistente, Norma E.060 de Concreto Armado y la Norma E.070 de Albañilería.

2.2.17. Norma E.020 Cargas.

Las construcciones en cualquier presentación tienen que estar capacitada para soportar el peso impuesto con un efecto directo de su uso. Las mismas accionaran de acuerdo a las combinaciones determinadas por lo cual no puede generar esfuerzos o daños que superen lo precisado por cada uno de los

materiales dependiendo de su norma de diseño. Cabe destacar que las cargas nunca serán menores a las establecidas en las Normas correspondientes, las cuales por lo general se realiza de acuerdo a las condiciones de uso.

➤ **Carga muerta**

“Se considera que el verdadero peso de los materiales que tienen que aguantar la construcción, se calcularan tomando en cuenta los pesos unitarios que se determinen.

Las siguientes cargas muertas requeridas por la encuesta son las cargas muertas especificadas en la Tabla 4 y 5.

MATERIALES	PESO (kg/m3)
Albañilería	
Unidades de arcilla cocidas sólidas	1800
Unidades de arcilla cocida huecas	1350
Concreto Simple	
Grava	2300
Concreto Armado	Añadir 100 al peso del concreto simple.

Tabla 4. Peso específico de materiales.

Losas aligeradas armadas en una sola dirección de Concreto Armado		
Con vigueta 0,10 m de ancho y 0,40 m entre ejes.		
Espesor del aligerado (m)	Espesor de losa superior en metros	Peso propio kPa (kgf/m ²)
0,17	0,05	2,8 (280)
0,20	0,05	3,0 (300)
0,25	0,05	3,5 (350)
0,30	0,05	4,2 (420)

Tabla 5. Peso específico de losas aligeradas.

➤ **Carga Viva**

En la encuesta actual, el área utilizable de casas, pasillos y escaleras debe ser de al menos 200 kg/m². (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

2.2.18. Norma E.030 Diseño Sismorresistente.

Esta norma señala los requisitos fundamentales para que las construcciones pueden tener una conducta adecuada frente a los sismos, tomando como base los principio establecidos.

Se implementa al diseño de cualquier construcción, a el examen y reforzamiento que ya existen y al mejoramiento de aquellas que se dañen a causa de un sismo (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014).

Además del contenido especificado, también se señala que se deben tomar precauciones para evitar desastres causados por movimientos sísmicos: incendios, fugas de materiales peligrosos, deslizamientos de tierra a gran escala u otros.

El siguiente diseño sísmico propuesto en esta norma tiene algunas medidas y requisitos.

➤ Zonificación

El Perú, desde un punto de vista territorial está clasificado en cuatro regiones. La zonificación realizada se encuentra basada en la organización espacial presentada durante el sismo, sus características de movimiento y la atenuación con la distancia epicentral, y los nuevos datos estructurales. (MVCS, Ministerio de Vivienda, Construcción y Salud, 2014)

El área de estudio es la zona 4, que señala; de acuerdo con la Figura 2, el coeficiente de zona $Z = 0,45$.

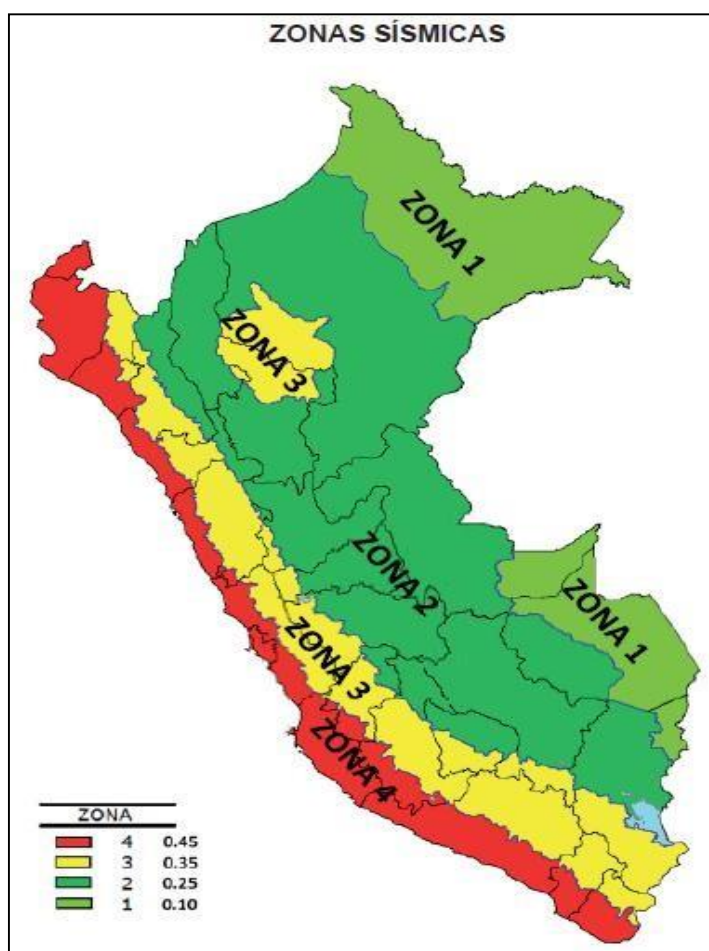


Figura 14. Zonificación sísmica del Perú.

➤ **Condiciones geotécnicas**

Para el alcanzar la regla de la propuesta, es necesaria la clasificación de las características del terreno debiendo tomar en cuenta sus propiedades mecánicas, su tamaño, el tiempo de vibración y la rapidez de las ondas. (MVCS, Ministerio de Vivienda, Construcción y Salud, 2014). Para el estudio, se toma en cuenta un perfil S1: de acuerdo con las Tablas 6 y 7, roca o suelo muy duro, los parámetros del suelo $S = 1.0$ y $T_p (s) = 0.4$.

FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA \ SUELO	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Tabla 6. Factor de suelo.

PERÍODOS "T _p " Y "T _L "				
	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _p (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T _L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Tabla 7. Periodos.

➤ **Factor de amplificación sísmica**

De acuerdo, con los factores del lugar, use la siguiente expresión para especificar el factor de amplificación del terremoto (C): (Ministerio de Vivienda, Construcción y Salud, 2016)

$$C = 2,5 * \left(\frac{T_p}{T_L} \right) ; C \leq 2,5$$

➤ **Concepción estructural sismorresistente**

“Según el RNE (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014), el rendimiento sísmico de las edificaciones continuara mejorando cuando se cumplan las siguientes condiciones:”

Simetría, incluyendo distribución de masa y rigidez.

- A. Peso mínimo, preferentemente en pisos altos.
- B. Seleccione y use los materiales de construcción correctamente.
- C. Suficiente resistencia.
- D. Continuidad de la estructura, incluida la vista en planta y la vista en alzado.
- E. Extensibilidad.
- F. Deformación limitada.
- G. Incluye líneas de resistencia continua.
- H. Considere las condiciones locales.
- I. Buenas especificaciones de construcción e inspección estructural estricta.

➤ **Categoría de las edificaciones**

Según la Tabla 8 y 9: Los edificios descritos en detalle en esta encuesta son casas con clasificación de clase C (edificios comunes), y el factor correspondiente $U = 1.0$.

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
	<p>A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. <p>Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.</p> <p>Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.</p> <p>Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.</p>	1,5

Tabla 8. Categoría de las edificaciones.

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
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

Tabla 9. Categoría de las edificaciones.

➤ **Configuración estructural**

De acuerdo con el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, para designar estructuras regulares o irregulares para establecer los procesos de análisis y valores apropiados de coeficientes de minimización de fuerza sísmica.

➤ **Estructuras regulares**

No habrá indicadores discontinuos en la dirección horizontal o vertical para resistir cargas laterales. "MVCS del Ministerio de Vivienda, Construcción y Salud, 2014".

➤ **Estructuras irregulares**

Se designan como estructuras irregulares aquella que aparecen en altura o plano (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014).

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad I_s
<p>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p> <p>Irregularidades de Resistencia – Piso Débil Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	0,75
<p>Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N° 10) Se considera que existe irregularidad extrema en la rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,6 veces el correspondiente valor del entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,4 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p> <p>Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	0,50
<p>Irregularidad de Masa o Peso Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el numeral 4.3, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,90
<p>Irregularidad Geométrica Vertical La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,90
<p>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10 % de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25 % de la correspondiente dimensión del elemento.</p>	0,80

Tabla 10. Irregularidades estructurales.

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad I_a
<p>Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes (Ver Tabla N° 10) Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25 % de la fuerza cortante total.</p>	0,60
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad I_p
<p>Irregularidad Torsional Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (Δ_{max}), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (A_{CM}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	0,75
<p>Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (A_{CM}), es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (A_{CM}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	0,60
<p>Esquinas Entrantes La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.</p>	0,90
<p>Discontinuidad del Diafragma La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50 % del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25 % del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.</p>	0,85
<p>Sistemas no Paralelos Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10 % de la fuerza cortante del piso.</p>	0,90

Tabla 11. Irregularidades estructurales.

➤ **Sistemas estructurales**

El sistema estructural se especificará de acuerdo con los materiales utilizados en el sistema estructural, como se muestra

en la Tabla 12, en terremotos importantes en todas las direcciones (MVCS del Ministerio de Vivienda, Construcción y

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción R_o (*)
Acero:	
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
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Salud, 2014).

Tabla 12. Sistemas estructurales.

En la encuesta actual, se utilizó un cierto coeficiente de reducción de la fuerza sísmica (R) de 3, porque la encuesta se centró en la construcción de tales casas armadas o cerradas de ladrillo e informales.

➤ **Desplazamientos laterales permisibles**

El desplazamiento relativo máximo de la estructura de emparedado no debe exceder la fracción de la altura de la estructura de emparedado que se muestra en la tabla n ° 13 a

LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

continuación.

Tabla 13. Límites para desplazamiento lateral de entrepiso.

El límite de deslizamiento lateral de entrepiso en este estudio será de 0.005 por ser construcciones de albañilería.

2.2.19. Norma E.060 Concreto Armado

➤ Evaluación y aceptación del concreto

Las pruebas del concreto ejecutadas durante la obra, la elaboración de probetas que necesiten de un curado de acuerdo los requisitos de la obra, la preparación de las probetas que se comprueben en el laboratorio además de las anotaciones de los cambios de la temperatura del cemento fresco cuando se está elaborando la probeta para los ensayos de firmeza los cuales deberán realizarse por profesionales en la materia en los ensayos externos o de campo.

➤ Frecuencia de los ensayos

“Las muestras para los ensayos de resistencia de algunos tipos de cemento aplicado en cada ciclo se debe tomar por lo menos una vez por día siempre y cuando cubra un rango de 50 m³ de concreto, ni menos de una vez por cada 300 m² de superficie de muros. No se debe tomar menos de una muestra por cada cinco camiones cuando se trate de cemento premezclado.

“Este ensayo debe ser el promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas preparadas de una misma muestra de cemento y ensayadas a los veintiocho días. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)”

- Preparación del Equipo y del lugar para la colocación del cemento.

- A. De acuerdo con el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, el preparativo antes de colocar el cemento debe contener:
- B. Las cotas, tamaños de los encofrados y los elementos estructurales tienen que tener similitud con lo diseñado en los planos.

- C. Las barras de refuerzo, el material de las juntas, los anclajes y los elementos embebidos deben estar bien ubicados.
- D. La mezcladora y transporte de cemento deben estar limpios.
- E. “Deben retirarse todo el material inadecuado que será suplantado por el cemento”.
- F. El encofrado debe estar cubierto con desmoldante.
- G. Las unidades de albañilería de relleno en contacto con el concreto, deben estar húmedas.
- H. El refuerzo debe estar libre de cualquier recubrimiento perjudicial.
- I. “El agua debe ser retirada del lugar antes de colocar el concreto, a menos que se vaya a emplear un tubo para colocación bajo agua que permita la supervisión”.
- J. “La superficie del concreto endurecido debe estar libre de materiales perjudiciales antes de colocar concreto adicional”.

➤ **Mezclado del concreto**

En ciertas medidas de los materiales en la obra deberá realizarse por medios que se garanticen la obtención de las proporciones especificadas.

El cemento debe ser mezclado hasta que se realice una correcta distribución de los materiales, por ende, la mezcladora debe ser descargada antes de volverse a recargar (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)”

De acuerdo con el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento el cemento se debe llegar a mezclar de la siguiente manera:

- a) El cemento convendrá ser mezclado en una mezcladora capaz de combinar los materiales formando una masa uniforme dentro del tiempo especificado y descargando el concreto sin segregación.
- b) La unión por lo general crea una mezcla de tipo aprobado.
- c) La mezcladora debe alterar la rapidez aconsejada.
- d) “El mezclado debe desarrollarse por lo menos durante 90 segundos después de que todos los materiales estén adentro del

tambor, a menos que se manifieste que un tiempo menor es satisfactorio mediante ensayos de uniformidad de mezclado.”

e) Se debe llevar un registro para identificar:

- a. Número de tandas de mezclado.
- b. Cantidad de cemento producido.
- c. Ubicación del depósito final en la estructura.
- d. Fecha de la colocación del mezclado.

➤ **Transporte del concreto**

Se deben usar varios métodos para transportar el concreto terminado desde el mezclador hasta el área de colocación final, lo que debería evitar la separación o pérdida de material. "(Ministerio de Vivienda, Construcción y Salud, MVCS, 2014)"

➤ **Tuberías y ductos embebidos en el concreto**

Cualquier clase de ducto que este colocado a través de los muros debe disminuir la resistencia de la propia estructura, acompañado de las conexiones, no pasan a ocupar un porcentaje mayor del cuatro por ciento del sector de la sección que se ha empleado para lograr un cálculo de la resistencia solicitada para el resguardo contra accidentes (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014).

El recubrimiento del cemento no puede ser menor de cuarenta milímetros en la superficie del exterior o que este en contacto con el terreno, o menor de veinte milímetros cuando no se encuentren en contacto con el suelo o en el exterior (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)”

“Las tuberías y ductos se tienen que fabricar e instalar de una manera que no se necesite realizar un cambio drástico a su estructura o el refuerzo de su posición idonea. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)”

➤ **Juntas de construcción**

Para la integridad estructural, es necesario que estas juntas se definan correctamente en los papeles de construcción para que se edifiquen de acuerdo con las regulaciones. Cualquier tipo de

cambio debe ser aprobado por la autoridad reguladora. "(Ministerio de Vivienda, Construcción y Salud, MVCS, 2014)"

2.2.20. Norma E.070 Albañilería

➤ Limitaciones en su aplicación

La aplicación o el uso de las siguientes unidades de albañilería estará condicionado en lo indicado en la Tabla n°14.

LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES			
TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

Tabla 14. Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería.

“Las limitaciones presentadas establecen condiciones mínimas que consiguen ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de un cálculo sustentada por un ingeniero civil. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento 2014)”

➤ Aceptación de la unidad

Para los módulos de mampostería empleadas en el lugar, es fundamental realizar pruebas (compresión, cambio dimensional, deformación, absorción), y se deben reconocer ciertos aspectos físicos para que sea aceptable. Además, para las unidades de mampostería utilizadas, es necesario realizar pruebas (compresión, cambio dimensional, deformación, absorción), y se deben reconocer ciertos aspectos físicos para que sea aceptable. (MVCS, Ministerio de Vivienda, Construcción y Salud, 2014)

➤ Mortero

"El mortero consistirá en una mezcla de aglutinante y agregado fino, agregando la cantidad máxima de agua al agregado para

proporcionar una mezcla de aglutinante viable sin segregación de agregado. Se utiliza en la preparación de mortero de mampostería. (MVCS, Ministerio de Vivienda, Construcción y Salud, 2014) "

➤ **Proporciones**

“Estos morteros se clasifican en: tipo P, empleado en la construcción de los muros portantes; y NP, también son utilizados en los muros no portantes. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)”

Estos compuestos se tendrán indicadas en la Tabla 15.

TIPOS DE MORTERO				
TIPO	COMPONENTES			USOS
	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 ½	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

Tabla 15. Tipos de mortero.

➤ **Muros portantes**

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, los muros deben poseer:

- a) Una sección transversal si es posible proporcional.
- b) Continuación vertical hasta la cimentación.
- c) “Una longitud mayor o igual a 1.20 m para ser considerados como contribuyentes en la resistencia a las fuerzas horizontales.”
- d) Longitudes semejantes en cada dirección.

El espesor efectivo ‘t’ mínimo será:

$$t \geq \frac{h}{20} \text{ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3}$$

$$t \geq \frac{h}{25} \text{ Para las Zonas Sísmicas 1}$$

“Donde ‘h’ es la altura libre entre los factores de arriostre horizontales.”

➤ **Muro a reforzar**

En los lugares donde se ejecutan más sismos se pasará a reforzar los muros portantes que lleve el diez por ciento de la

fuerza del mismo y a los muros perimetrales de cierre, en los casos de los lugares de sismos tipo 1 se podrá reforzar los muros perimetrales de cierre (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento 2014)

➤ **Densidad mínima de muros reforzados**

“Según Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, la densidad mínima de muros portantes a reforzar en cada dirección del edificio se obtendrá mediante la siguiente expresión:”

$$\frac{\text{Acero de corte de los muros reforzados}}{\text{Área de la planta típica}} = \frac{\sum L * t}{A_p} \geq \frac{Z.U.S.N}{56}$$

Donde:

“Z, U y S corresponden a los factores de zona sísmica, importancia y de suelo, respectivamente, especificados en la NTE”

“E.030 Diseño Sismo resistente.”

‘N’ es el número de pisos.

‘L’ es la longitud total del muro.

‘t’ es el espesor efectivo del muro

“De no cumplirse, se pasará a cambiar el tamaño de ciertas paredes o añadir placas de cemento armado, lo que podría generar la ampliación del espesor verdadero de la placa por la relación, donde son los módulos de elasticidad del cemento y de la albañilería, respectivamente. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)”

➤ **Albañilería confinada**

“El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, señala que el muro portante confinado, debe cumplir con algunas indicaciones:

a) “La enmarcación en sus cuatro lados por elementos de concreto armado verticales y horizontales, aceptándose la cimentación de cemento como elemento de confinamiento horizontal para el caso de las paredes del piso uno”

- b) La distancia central máxima entre las columnas limitantes es el doble de la distancia entre las barras horizontales y no es mayor a 5 m. Si se cumple esta condición y se usa el espesor mínimo especificado, la mampostería no necesita ser dirigida a terremotos perpendiculares a su plano. El efecto está diseñado a menos que haya excentricidad de la carga vertical.
- c) Los diversos elementos de encarcelamiento se integran con la mampostería.
- d) Se pueden usar para sujetar miembros con $f'c \geq 17.15$ MPa (175 kg / cm²).
- e) El espesor mínimo de la columna y la viga base será igual al espesor efectivo de la pared.
- f) La inclinación mínima de la viga del piso será igual al grosor de la losa del techo.
- g) “Se utilice refuerzo horizontal en los muros confinados, las varillas de refuerzo penetrarán en las columnas de confinamiento por lo menos 12.50 cm y terminarán en gancho a 90°, vertical de 10 cm de longitud.”

➤ **Resistencias características de la albañilería MPa (kg/cm²)**

RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg / cm ²)				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD f'_b	PILAS f'_m	MURETES v'_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Silice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

Tabla 16. Resistencias características.

El módulo de elasticidad (Em) y el módulo de corte (Gm) para la albañilería se considerarán como sigue:

- a) “Unidades de arcilla:” $Em = 500 f'm$
- b) “Unidades Sílico-calcáreas:” $Em = 600 f'm$
- c) “Unidades de concreto vibrado:” $Em = 700 f'm$

d) “Para todo tipo de unidad de albañilería: $G_m = 0.4 E_m$
Opcionalmente, los valores de E_m y G_m podrán calcularse experimentalmente según se especifica el artículo 13 de NTE E.070. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)”

2.3. Definición de términos básicos

➤ **Autoconstrucción**

Es aquella edificación que fue creada sin tener una asesoría de expertos, por lo que la misma es realizada por personas que no están al tanto de las reglas fundamentales que se necesitan para construir una casa.

➤ **Altura efectiva**

Distanciamiento entre factores horizontales de arriostre y para las paredes que no lo tienen en lado superior, la altura efectiva se tomara como el doble de su altura real.

➤ **Arriostre**

Elemento de refuerzo que provee estabilidad y resistencia a los muros que sufren cargas perpendiculares.

➤ **Albañilería**

Proceso constructivo que abarca la utilización de ciertos factores o materiales ubicadas de manera manual, una por encima de la otra. Dichos factores tienen la capacidad de estar superpuestos y unidos gracias a su peso o estar adheridos entre sí a causa del mortero de barro o de cemento.

➤ **Unidades de albañilería sólida**

Su sección transversal, superficie de asiento, tiene un área superior o similar al setenta por ciento del terreno completa.

➤ **Unidades de albañilería hueca**

Su superficie de asiento tiene un área equivalente a menos de setenta por ciento del área total.

➤ **Unidades de albañilería tubular**

Unidad de Albañilería con huecos paralelos a la superficie de asiento.

➤ **Unidades de albañilería de concreto**

El bloque de cemento es detallado como la unidad de albañilería de tamaños modulares construido con cemento Portland y agregados.

➤ **Unidades de albañilería sílico calcáreos**

Estas unidades se componen por la unión de arena natural y cal hidratada, generando componentes blanco grisáceos.

➤ **Muros no portantes**

Estos muros solo pueden sobrellevar su respectivo peso. Un ejemplo de ello son los cercos o tabiques, los cuales poseen elementos con la función de separar, cumpliendo con características acústicas y térmicas

➤ **Muros portantes**

Se las paredes de una construcción que cumplen una función estructural; es decir, están destinados a resistir los factores estructurales del edificio, Los muros portantes se clasifican de acuerdo a su distribución teniéndose a:"

➤ **Muros no reforzados**

Son aquellos que no poseen ningún tipo de refuerzo, por lo que es recomendable que no se utilice pues su falla es débil frente a sismos.

➤ **Muros reforzados**

Se clasifican de acuerdo con la capacidad del refuerzo y pueden ser:

• **Muro de Albañilería Armada**

Estas paredes están dentro de la albañilería y requieren de la producción de unidades de albañilería con alveolos, en la misma se ubica el refuerzo siendo rellenados con cemento.

• **Muro de Albañilería Seca**

Estas paredes no requieren de mortero. Se constituye por mecanismos de sílice calcárea creadas para la edificación de muros estructurales, se pueden utilizar para construir viviendas de hasta seis pisos sin necesitar elementos estructurales de hormigón verticales.

• **Muro de Albañilería Confinada**

El sistema de construcción es utilizado en edificios de menos de cinco pisos. "En este sistema, los componentes de mampostería

están restringidos por componentes de hormigón armado, que se vacían después de la construcción del muro".

➤ **Carga**

Es el peso de los materiales de construcción, efectos del medio ambiente, movimientos diferenciales y cambios restringidos.

➤ **Concreto**

Es el resultado de la unión del cemento, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.

• **Concreto estructural**

Para este concreto sea poco o muy reforzado, el valor mínimo es para concreto reforzado.

• **Concreto simple**

La razón por la que se llama hormigón armado es porque esta barra de acero se coloca y se eleva para mostrar el esfuerzo cortante y el esfuerzo de tracción en los elementos estructurales.

• **Concreto armado o reforzado**

Es denominado de esta manera puesto que la distribución de armaduras de acero, planteada para mostrar el soporte de los esfuerzos de corte y tracción en los elementos estructurales.

• **Concreto ciclópeo**

Es el concreto simple con una piedra grande incorporada en la masa.

• **Concreto premezclado**

El concreto vertido en la fábrica debe mezclarse en el mismo camión o mezclador, y luego transportarse al trabajo.

• **Concreto pre-esforzado**

Hormigón estructurado con esfuerzos internos para reducir la tensión potencial de tensión en el hormigón. Hormigón causado por carga.

• **Mortero de cemento**

Se conocen mezclas compuestas de cemento, principalmente agregado fino y agua.

➤ **Confinamiento**

Unión de factores de cemento armado, horizontales y verticales, cuya función es proveer ductilidad al muro portante.

➤ **Elementos estructurales**

“Son aquellos esfuerzos y daños que posee una determinada estructura, son parte de la estructura.

• **Cimentación**

Son los elementos estructurales que transfieren la carga de la estructura a los cimientos.

• **Columnas**

Los elementos que están capacitados para soportar las cargas generadas por el propio peso o por terremotos normalmente se analizan de acuerdo con la compresión y desvío e incluso bajo tensión.

• **Muros**

Elementos que son estructurales que transfieren la carga de la estructura a los cimientos.

• **Vigas**

Resisten cargas transversales en ángulos rectos proporcionales al eje longitudinal de la viga. "El trabajo es flexible". Recibe la carga de varias losas y las transfiere a cilindros y / o paredes. "El apoyo está al final".

• **Losas**

Los elementos de plano cargado con soporte perpendicular a su plano “Aparta horizontalmente un nivel o piso de otro, lo cual sirve de techo para ser el primer nivel y de piso para el segundo. Debe certificar el aislamiento del ruido y del calor. Trabajan a flexión. Dependiendo al material a ser manipulado y pueden ser diafragmas flexibles o rígidos.”

➤ **Espesor efectivo**

Es parecido al espesor del muro sin revestimientos, ello sin tomar en cuenta la profundidad de bruñas. En el caso de las paredes de albañilería armada repleto de cemento, el espesor efectivo es idéntico a la sección transversal fraccionada entre la longitud del muro.

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Tipo de estudio

El tipo de estudio es aplicado ya que su función principal es aplicar los conocimientos teóricos y poner al servicio de la práctica para dar soluciones de problemas.

3.2. Nivel de estudio

El nivel de estudio es descriptivo – explicativo, con el desarrollo del trabajo del estudio se pretende describir y explicar los factores estructurales de viviendas construidas empíricamente frente a la vulnerabilidad sísmica.

3.3. Diseño de estudio

El diseño de estudio es no experimental debido que todos los trabajos que se realizaron en campo no se manipularan las variables.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

- Fichas de encuestas
- Fichas de observación
- Entrevistas
- Fichas de reporte o gabinete

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

- GPS
- Wincha
- Herramientas manuales
- Cámara fotográfica
- Filmadora

3.4.3. Instrumentos de análisis de datos

- Autocad
- Excel manejo de tablas dinámicas
- Word

3.4.4. Para analizar información

Se ha realizado un estudio por cada casa en los informes, lo que pudo contribuir a reducir las resultas del compendio de informaciones recolectadas en la encuesta.

Luego de obtener el número final de las viviendas se deberá tener un documento donde se plasmen los daños que sean hallados y tomando como base lo recolectado se pasará a establecer la problemática que comúnmente sucede en gran parte de los hogares encuestados. Todo lo anterior se pudo deducir conforme a los documentos y tablas pertinentes para de esa manera poder constatar la información de respuesta de fragilidad de los sismos.

Para obtener la validación de los datos recolectados, se considerarán los tipos de interrogantes que se le hacen al encuestado, siendo sencillas, precisas y fáciles de entender. De igual manera, se utilizarán fotografías de alta resolución para confirmar la identificación de fallas y errores estructurales.

3.4.5. Unidad de análisis

De acuerdo con la investigación desarrollada la unidad de análisis es una vivienda construida empíricamente y ubicada en el asentamiento humano La Ensenada en el distrito de Puente Piedra.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población para este estudio está conformada por un total de 300 viviendas con las características indicadas.

3.5.2. Muestra

La muestra probabilística fue calculada mediante la siguiente formula:

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + k^2 * p * q}$$

Donde:

N: "Tamaño de la población o universo"

k: "Constante que depende del nivel de confianza que asignemos. El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de nuestra investigación sean ciertos."

K	1,15	1,28	1,44	1,65	1,96	2	2,58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	95,5%	99%

Tabla 17. Valor de nivel de confianza.

e: "Error muestral deseado. Este coeficiente es la diferencia que puede haber entre el resultado que obtenemos preguntando a una muestra de la población y el que obtendríamos si preguntáramos al total de ella."

p: "es la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que p=q=0.5, que es la opción más segura."

q: "es la proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es 1-p."

n: tamaño de la muestra.

Siendo así los valores de los coeficientes presenta en la fórmula los siguientes:

$N=300$ “Es la cantidad de lotes establecidos por la municipalidad de Puente Piedra en la zona de estudio (La Ensenada).”

$k= 1.65$ “El nivel de confianza se considera 90% debido a que la metodología es subjetiva y depende del criterio del evaluador.”

$e= 10\%$ “Este valor es debido a que la metodología es subjetiva y depende del criterio del evaluador.”

$p= 0.8$ “Este valor se obtiene suponiendo que el 80% de las viviendas analizadas fueron construidas sobre terrenos con pendientes pronunciadas.”

$q= 0.2$ Este valor se obtiene de $1-p$, que es el 20%.

$n= 40$ Es la cantidad de viviendas que es necesario evaluar.

De los cálculos presentados se puede concluir que es necesario evaluar cuarenta viviendas construidas empíricamente, para poder obtener resultados que sean extensibles a la población.

CAPITULO IV

DESARROLLO DEL INFORME

4.1 Resultados

Este trabajo se ha orientado al análisis de las viviendas construidas empíricamente. Se pretende conocer la conexión existente entre los elementos estructurales de las edificaciones y el nivel de vulnerabilidad sísmica que muestran. La idea fundamental es poder responder a la pregunta de la investigación sobre qué factores determinan de manera directa a vulnerabilidad sísmica de una estructura.

4.1.1 Parámetros estructurales analizados

- **Área construida**

“Las encuestas indican que el 2% de las viviendas tienen un área de 10 y 50 m², el 20% de las viviendas encuestadas tienen un área construida de entre 101 y 150 m², siguiendo con 40% viviendas de entre 151 y 200 m², luego viviendas con 51 a 100 m² con 30%, y un 8% tienen más de 200 m².”

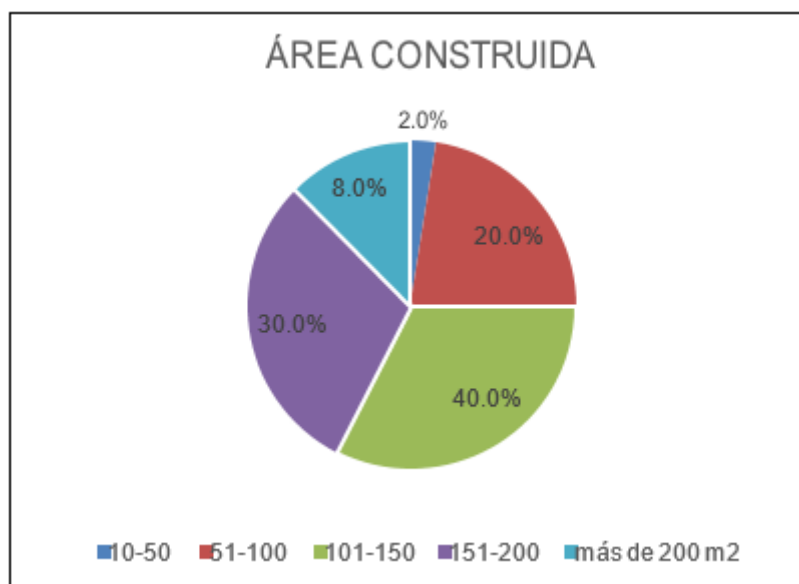


Figura 15. Área construida

• **Cantidad de pisos**

“La mitad de las viviendas encuestadas son de dos pisos, mientras que el 25% son de tres pisos, el 15% es de un piso y el 10% son de 4 pisos.”

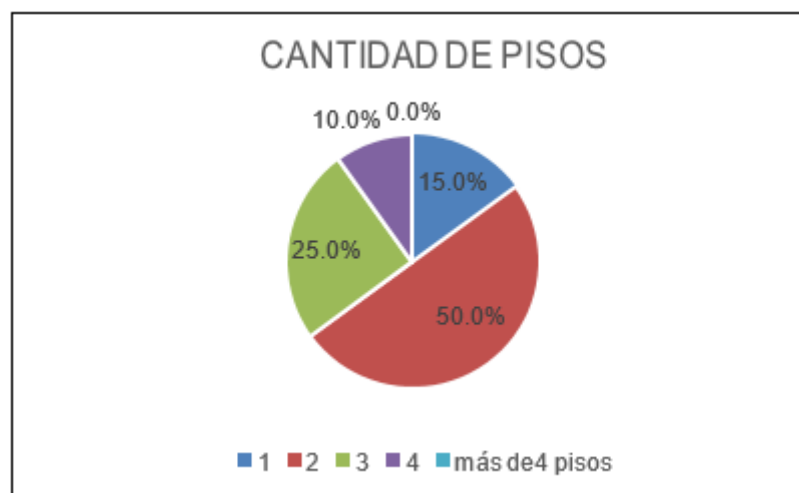


Figura 16. Cantidad de pisos

• **Antigüedad de las viviendas**

El 50% de las viviendas tienen entre 11 y 20 años, mientras que un 30% tienen entre 1 y 10, el 20% poseen entre 21 y 30 años.

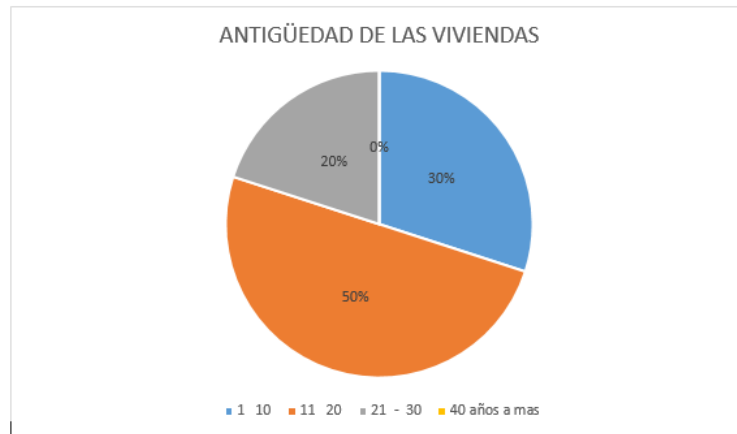


Figura 17. Antigüedad de las viviendas.

• **Asesoramiento técnico y elaboración de planos**

“Este punto trata de identificar el nivel en el que se encuentran las casas informales, según las respuestas de los dueños.”

“El 80% de las casas no fueron diseñadas o supervisadas durante la construcción por ingenieros que puedan dar fe de la calidad de éstas. El 15% si tuvieron un diseño estructural y solo el 5% fueron diseñadas y supervisadas durante la construcción por expertos, según lo mencionado por los propietarios estos eran ingenieros. Además, se tiene que el 60% de las viviendas encuestadas tenían planos de las viviendas, pero fueron cambiadas en la ejecución.”

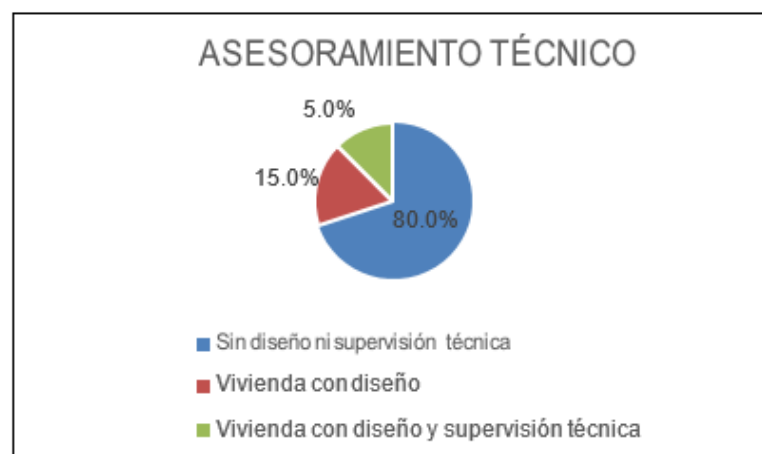


Figura 18. Asesoramiento técnico



Figura 19. Cambio en los planos

4.1.2 Análisis de vulnerabilidad sísmica

“Se realizó el análisis de las viviendas mediante la adaptación de la metodología de Benedetti & Petrini para hallar el índice de vulnerabilidad de cada estructura.”

“Los valores de índice de vulnerabilidad que se obtienen mediante esta metodología se encuentran en el rango de 0 a 337.5, siendo éste último valor el menos favorable y supone presencia de mayor daño ante un sismo.”

“La tabla 19 presenta los rangos de vulnerabilidad para las edificaciones analizadas, presentándose una interpretación del valor numérico del índice de vulnerabilidad y que permitiría tomar decisiones ante posibles riesgos sísmicos, además permite el desarrollo de planes de mitigación de desastres.”

Valor de índice de vulnerabilidad <i>I_v</i>	Interpretación del índice de vulnerabilidad <i>I_v</i>	Tipo de intervención
0 - 52.5	Baja vulnerabilidad	A largo plazo
52.5 – 125	Media vulnerabilidad - baja	A largo plazo
125 – 162.5	Media vulnerabilidad - alta	Necesaria
162.5 – 337.5	Alta vulnerabilidad	Urgente - Inmediato

Tabla 19. Escala global de vulnerabilidad adaptada. (Hurtado & León 2008)

A continuación, demostraremos como realizar la evolución de parámetros, tomando la casa como ejemplo, la boleta de calificaciones de la casa adjunta como Anexo 6.

- **Organización del sistema resistente**

“Este parámetro se evalúa la calidad del proceso constructivo, verificando el correcto confinamiento del muro, la presencia de columnetas de amarre en muros y parapetos. En el caso de la vivienda

se encontró que no presentaba viga solera en algunos muros y se dejó ventanas laterales afectando los muros portantes.” La vivienda analizada se evaluó como B.



Figura 20. Organización del sistema resistente

- **Calidad del sistema resistente**

“Este parámetro evalúa la calidad de los materiales de construcción. Además, se considera una calificación C en las viviendas que presentan muros que resisten cargas de la estructura pero que han sido contruidos con ladrillos tubulares o pandereta.”



Figura 21. Cambio de calidad de albañilería

- **Resistencia convencional**

El propósito de este parámetro es usar la siguiente fórmula para calcular la relación entre la estructura anti estrés y la tensión aplicada en cada dirección sísmica:

$$F_S = \frac{V_R}{V_A}$$

El esfuerzo resistente VR se halló de la siguiente manera:

$$V_R = A_x * 30 \text{ ton/m}^2 = 95.80 \text{ ton}$$

Donde: A_x : Área resistente en sentido del sismo $x = 3.19 \text{ m}^2$
 30 ton/m^2 : El esfuerzo cortante del ladrillo

El esfuerzo actuante VA se halló de la siguiente manera:

$$V_R = \frac{Z * U * C * S}{R} * [(A_1 + A_2) * 1 \text{ ton/m}^2] = 109.5 \text{ ton}$$

Donde:

Z : Factor de zona sísmica = 0.45 m2

U : Factor de uso = 1

C : Factor de amplificación sísmica = 2.5

S : Factor de suelo = 1

R : Coeficiente de reducción sísmica = 3 (sismo severo)

A_1 : Área del primer nivel = 138.25 m2

A_2 : Área del segundo nivel = 153.7 m2

1 tonm2/: El peso por metro cuadrado de la estructura

$$F_S = \frac{V_R}{V_A} = \frac{95.8 \text{ ton}}{109.5 \text{ ton}} = 0.875$$

El resultado varía de 1 y 0.6 por el cual el valor del parámetro es B.

“Es necesario indicar que, se están utilizando datos como 1 tonm2/ para conocer el peso de la estructura, el cual es utilizado generalmente en el pre dimensionamiento más no en el diseño de la estructura, además el área resistente para los sentidos X e Y se halla relacionando los lados de la estructura y multiplicando por el 5% del área total (se usó ésta

relación por su aproximación a los valores encontrados en las viviendas que sí se pudieron medir).”

“Esta metodología busca datos numéricos para poder evaluar y calificar el comportamiento de la estructura en análisis, por lo que se cree no es necesario desarrollar a fondo el análisis de las cortantes para hallar datos más exactos.”

- **Posición del edificio y cimentación**

“La evaluación de este parámetro se basa en la ubicación de la estructura, el tipo de pendiente que presenta el terreno en el que está construida y la calidad de la cimentación. La edificación tiene una cimentación plana y no se ve afectada por algún terraplén por lo que se calificará el parámetro con A.”

- **Diafragmas horizontales**

En este punto, la falta de una placa plana que conecta estas paredes se considera una falta de tabique, que también se considera una conexión incorrecta de pared-membrana.

Este edificio no creará desniveles en el piso ni abrirá agujeros en la partición, y su efecto de conexión de membrana de pared es muy bueno, por lo que el grado de este parámetro es A.

- **Configuración en planta**

Este parámetro se encuentra en la parte izquierda y mismo bloque de la estructura, mientras que en parte derecha hay tres bloques pequeños.

$$L = 21.3 \text{ m} \quad a = 4.59 \text{ m} \quad b = 3.38 \text{ m}$$

$$\frac{a}{L} = \frac{4.59 \text{ m}}{21.3 \text{ m}} = 0.215$$

$$\frac{b}{L} = \frac{3.38 \text{ m}}{21.3 \text{ m}} = 0.159$$

“El valor de a/L es menor que 0.4 (D) y el valor de b/L se encuentra entre 0.1 y 0.2 (B), para lo cual se elegirá la calificación más baja. El parámetro se calificará con D.”

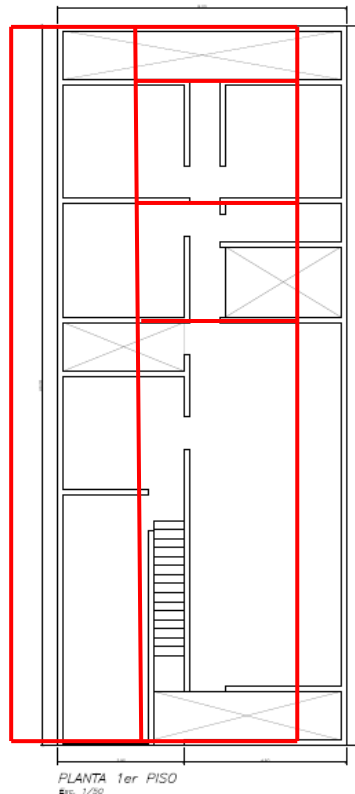


Figura 22. Plano del primer piso.

- **Configuración en elevación**

Esta medida conecta la diferencia de masas de los niveles de la estructura con la masa del nivel inferior, es decir:

$$\pm \frac{\Delta M}{M} = + \frac{153.7 \text{ ton} - 138.25 \text{ ton}}{138.25 \text{ ton}} = +0.11 = 11\%$$

“Al igual que el parámetro de resistencia convencional, éste parámetro se calcula multiplicando 1 ton/m² por el área de los niveles respectivos para hallar el peso. Calificando como D por tener el segundo nivel un mayor tamaño que el primer nivel para lo cual se considera un valor positivo mayor que 0.”



Figura 23. Fachada de vivienda.

- **Separación máxima entre los muros**

Este parámetro vincula la distancia máxima entre paredes y su espesor al que son tangenciales.

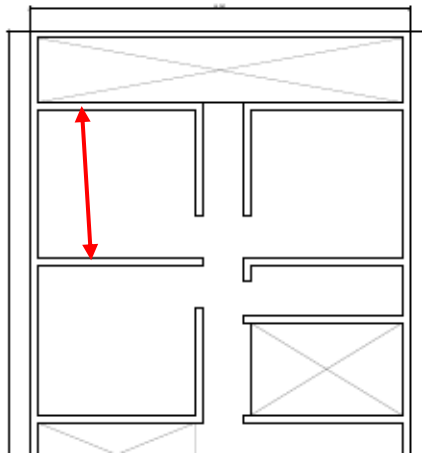


Figura 24. Sección del plano del primer piso.

$$L = 4.35 \text{ m} \quad S = 0.24 \text{ m}$$

$$\frac{L}{S} = \frac{4.35 \text{ m}}{0.24 \text{ m}} = 18.13$$

“El valor de $L S$ se encuentra entre 18 y 25, siendo ésta la relación más crítica en la estructura. El parámetro se calificará con C.”

- **Elementos no estructurales**

“La vivienda analizada muestra muchos parapetos no muy largos y sin pequeñas columnetas que eviten el volteo, también algunas de estos parapetos presentan daños como rajaduras o desgaste, por las siguientes razones descritas éste parámetro califica como B.”

- **Estado de conservación**

“El principal problema de la vivienda analizada y de la zona en general es la eflorescencia, lo cual provoca desgaste en los muros del primer nivel. Éste problema no ocasiona daños importantes en la estructura y se puede reparar fácilmente. Además, no se encuentran daños ni rajaduras importantes en elementos estructurales, aparte de los ya descritos en los parapetos que quizás sean provocados por su propio peso y por la incorrecta construcción de ellos.”



Figura 25. Eflorescencia en muro de primer nivel.

“Como se indicó en un punto anterior el primer piso se construyó mucho antes que el segundo por lo que se supone un desgaste en la albañilería causado por la antigüedad del edificio. Esta vivienda califica con un estado de conservación B.”

4.1.3. Índice de vulnerabilidad Iv.

“De pronto al realizar el análisis de vulnerabilidad sísmica de las 40 viviendas, se ejecutó un cuadro de resumen en donde se indica puntos importantes como: el área construida, la cantidad de pisos de la edificación y el índice de vulnerabilidad Iv. Además, se especifica los valores de Iv con colores que indican los niveles de vulnerabilidad y la urgencia que presenta cada vivienda.”

“La siguiente tabla n.º 20 muestra que el 50% de las viviendas encuestadas precisan intervención a largo plazo ya sea un reforzamiento o mejora de los elementos estructurales y el 7.5% solicitan de intervención inmediata.”

INDICE DE VULNERABILIDAD							
i	Área	Pisos	Iv	i	Área	Pisos	Iv
	138.25	2	92.50		170.00	2	155.00
	210.00	3	103.75		120.00	4	172.50
	126.00	4	152.50		189.00	2	145.00
	150.00	3	115.00		160.00	3	121.25
	150.00	2	118.75		105.00	1	26.25
	140.00	3	46.25		120.00	2	145.00
	130.00	2	145.00		100.00	1	20.00
	178.00	3	82.50		240.00	2	101.25
	165.00	2	126.25		170.00	2	141.25
	170.00	3	142.50		110.00	2	47.50
	125.00	2	91.25		45.32	2	190.00
	205.00	2	137.50		80.00	2	138.75
	220.00	3	147.50		70.50	2	158.75
	125.00	3	138.75		52.50	2	185.00

	180.00	3	97.50		60.40	1	133.75
	136.00	2	125.00		89.70	2	121.25
	160.00	2	117.50		68.50	1	143.75
	102.00	2	95.00		91.50	1	133.75
	180.00	4	130.00		100.00	2	145.00
	150.00	4	121.25		52.00	1	138.75

	Baja vulnerabilidad	Intervención a largo plazo
	Media vulnerabilidad - baja	Intervención a largo plazo
	Media vulnerabilidad - alta	Intervención necesaria
	Alta vulnerabilidad	Intervención inmediata

Tabla 20. Resumen índice de vulnerabilidad.



Figura 26. Plano de la zona analizada.

Niveles de Vulnerabilidad

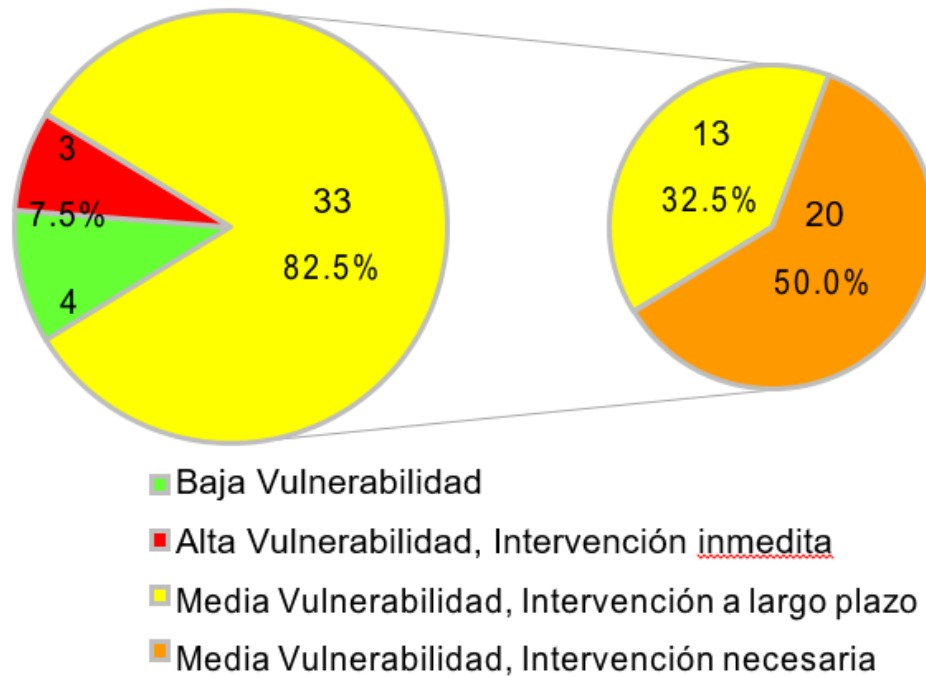


Figura 27. Niveles de vulnerabilidad.

4.2 Relación de la vulnerabilidad sísmica con los factores estructurales evaluados

4.2.1 Tamaño de la edificación

A medida que aumenta el área de tierra, como se muestra en la Figura 26, a medida que disminuye el área de tierra, el índice de vulnerabilidad promedio también aumenta. Esto se debe principalmente a que la casa con el área de tierra más pequeña se encuentra en el punto más alto.

AREA DEL TERRENO

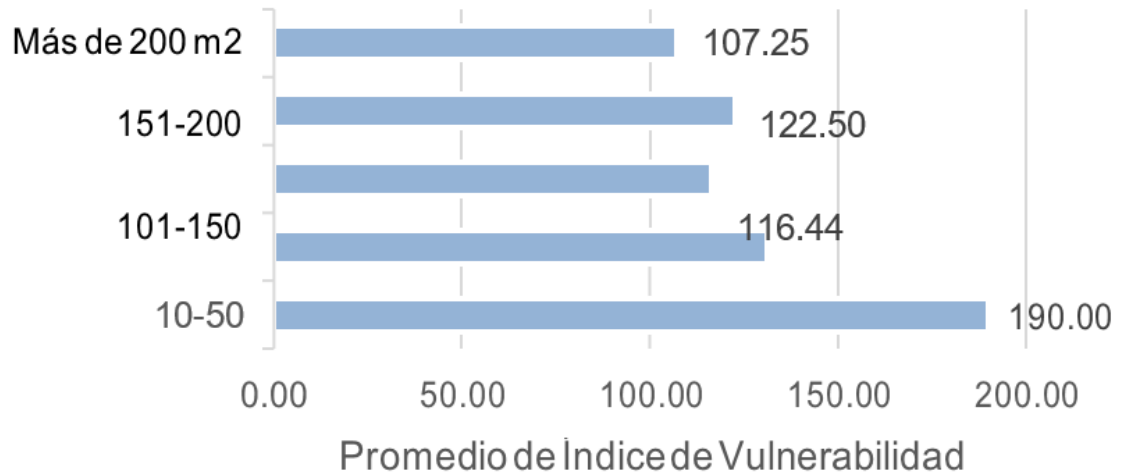


Figura 28. Área del terreno vs Índice de vulnerabilidad.

Según el número de pisos, en la Figura 27 En, se estima que el índice de vulnerabilidad promedio aumenta con el número de pisos. Por ejemplo, a medida que se construyen más pisos en un edificio, su peso aumenta.

CANTIDAD DE PISOS

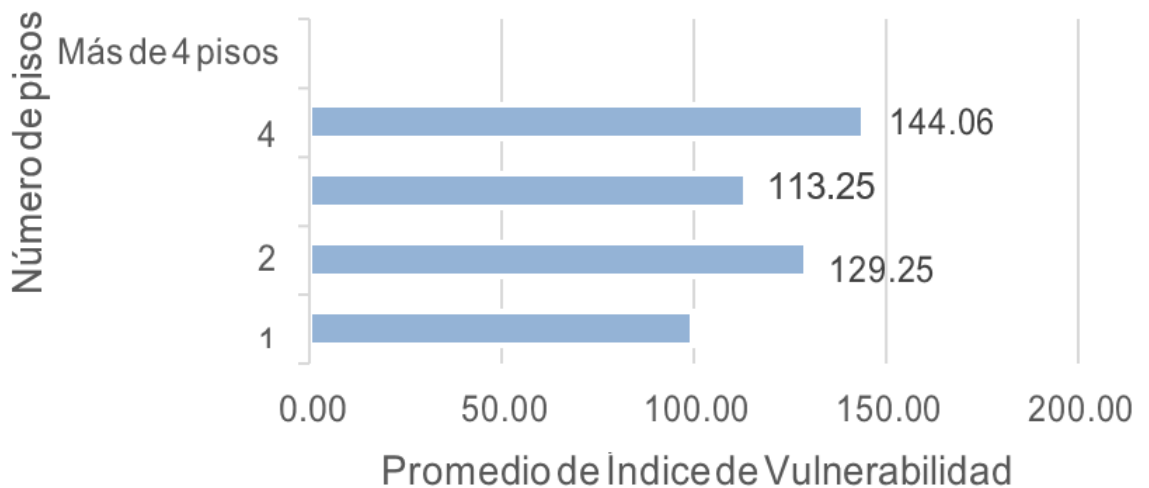


Figura 29. Cantidad de pisos vs Índice de vulnerabilidad.

4.2.2 Diseño estructural

En el diseño estructural, la Figura 28 muestra que, si un edificio se construye sin un ingeniero civil que realice el diseño estructural, o si no se realiza una supervisión técnica adecuada durante la construcción, el índice de vulnerabilidad promedio aumentará.



Figura 30. Diseño estructural vs Índice de vulnerabilidad.

4.2.3 Calidad estructural

Debido a la vida útil, la relación entre el índice de vulnerabilidad promedio y el tiempo de construcción del edificio no puede establecerse en este gráfico 29. Todas estas casas antiguas están ubicadas en sectores con una pendiente mínima y aquella con menos tiempo de construcción también se encuentran en la parte superior de la pendiente.

TIEMPO DE VIDA

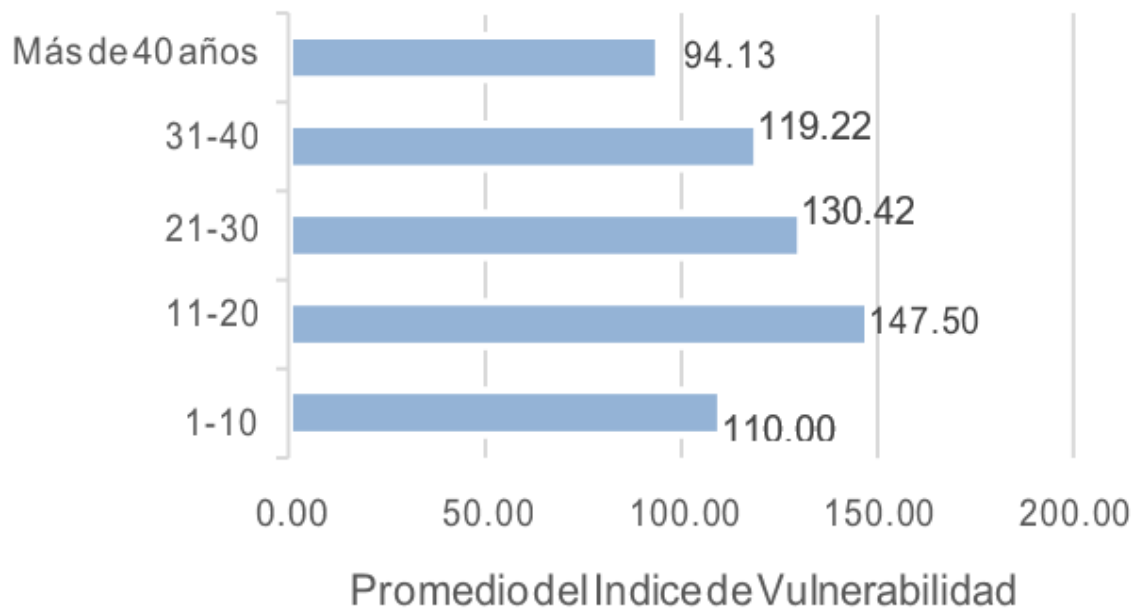


Figura 31. Tiempo de vida vs Índice de vulnerabilidad.

El estudio de los análisis respectivos de vulnerabilidad sísmica, expulsa el 65% de las respectivas edificaciones que se muestran una calificación C en el parámetro de la Calidad estructural.

CALIDAD ESTRUCTURAL

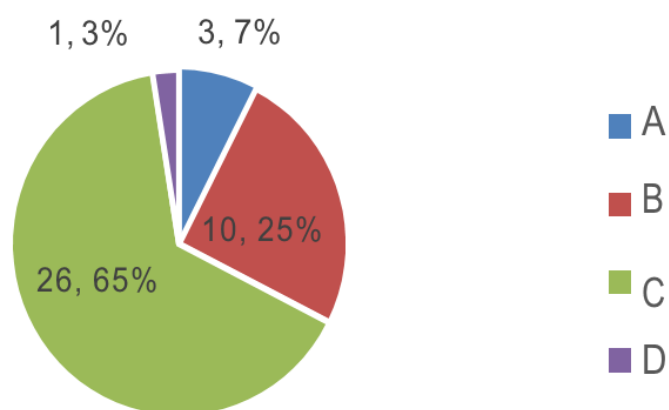


Figura 32. Parámetro calidad estructural.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1. El resultado de evaluación, del área construida en viviendas construidas empíricamente se tiene que tener consideración que las áreas tiene que ser simétrico para mantener un mismo diafragma rígido y tener torsión no deseada. Como nos hace mención el reglamento nacional de edificaciones.
2. Cuando analizamos las casas de albañilería confinada en La Ensenada se pudo observar que hay viviendas de 4 a 5 pisos con un sistema confinado, de la cual el reglamento nos hace mención y nos dice que máximo tendría que ser 3 piso, a mayores alturas se tendría que optar un sistema dual. Por los desplazamientos obtenido.
3. Un punto a evaluar es la antigüedad de las viviendas por que al pasar los años la cimentación esta al contacto con sulfatos y pudiera ocurrir eflorescencia y perjudicar la cimentación y corroer el acero y está directamente relacionado con la antigüedad de la vivienda y el adecuado control en los procesos de la ejecución de la vivienda.
4. Si tenemos un buen tipo de suelos, buenos materiales y planos realizado por un especialista para ejecutar la obra. Pero no tenemos un adecuado control de calidad de los procesos constructivos por parte de un ingeniero se pone en peligro la calidad de la ejecución y se podría volver vulnerable a los sismos.
5. Tenemos buenos planos, buen tipo de suelos y buenos materiales, pero en el proceso de la ejecución de la obra se modifica los planos quitando área de acero en columnas, peraltes de vigas podemos variar el diseño inicial sin previo aviso del proyectista, y poner en peligro la calidad de la vivienda y la seguridad y tranquilidad de sus habitantes.

CONCLUSIONES

- 1) De acuerdo a los parámetros estructurales definidos como, área del terreno, cantidad de pisos, antigüedad, y asesoría profesional, han tenido influencia directa en la vulnerabilidad sísmica de viviendas construidas empíricamente, se ha encontrado viviendas con áreas construidas entre 10 m² y 50 m² con un índice de vulnerabilidad promedio de 190, mientras que el promedio para áreas superiores fue de 120.
- 2) De acuerdo con los resultados, el área del terreno tiene efecto directo en la vulnerabilidad sísmica de las casas ubicadas en el asentamiento humano la ensenada del distrito de puente piedra. Se ha observado que áreas pequeñas de entre 10 y 50 m², tienen un índice de vulnerabilidad sísmica de 190, mientras que áreas mayores, han presentado menores índices de vulnerabilidad. Se ha encontrado que áreas de terreno mayores de 200 m², han presentado los menores índices de vulnerabilidad, de 107, por lo que se concluye que a mayor área de terreno se tiene siempre un índice de vulnerabilidad menor.
- 3) Considerando los resultados, se concluye que el número de pisos presentes en una edificación tiene un efecto directo en el índice de vulnerabilidad, encontrando que tal relación es directa, es decir, a mayor número de pisos, mayor el índice de vulnerabilidad. De acuerdo con los resultados obtenidos, las viviendas de un solo nivel tuvieron un índice de vulnerabilidad de 100, mientras que edificaciones con más de cuatro pisos, tuvieron un índice de vulnerabilidad de 144. Estos resultados nos indican con toda claridad que, si se tiene una edificación con más de cuatro pisos, es importante que el propietario piense en una evaluación estructural.
- 4) La evaluación de los resultados obtenidos en el caso del parámetro antigüedad y su efecto en la vulnerabilidad sísmica muestra que no existe una relación directa entre estos dos parámetros, es decir, existen casos de estructuras muy recientes, menos de 10 años, con índices de vulnerabilidad comparables al de edificaciones con más de 40 años de antigüedad. Se ha observado también que existen viviendas con una antigüedad de 11 a 20 años, con un índice de 147.5, mientras que existen viviendas de más de 40 años con un índice de vulnerabilidad de 94, encontrándose que no existe

relación entre estas dos magnitudes.

- 5) De acuerdo con los resultados obtenidos, existe un vínculo entre la supervisión de un especialista y el nivel de vulnerabilidad sísmica de las casas construidas empíricamente. Se ha encontrado que, si la vivienda no tuvo supervisión ni durante el diseño ni durante la construcción, el índice de vulnerabilidad sísmica promedio fue de 125; mientras que, si la vivienda con diseño, el índice de vulnerabilidad fue de 117, es decir tenemos una diferencia de 8 unidades en la vulnerabilidad sísmica. En el caso de vivienda con asesoría técnica, durante el diseño y durante la supervisión técnica, el índice de vulnerabilidad sísmica fue de 113, es decir, 12 puntos por debajo del caso más desfavorable. Los resultados indican que si una vivienda no tuvo alguna supervisión es altamente vulnerable a un sismo.

RECOMENDACIONES

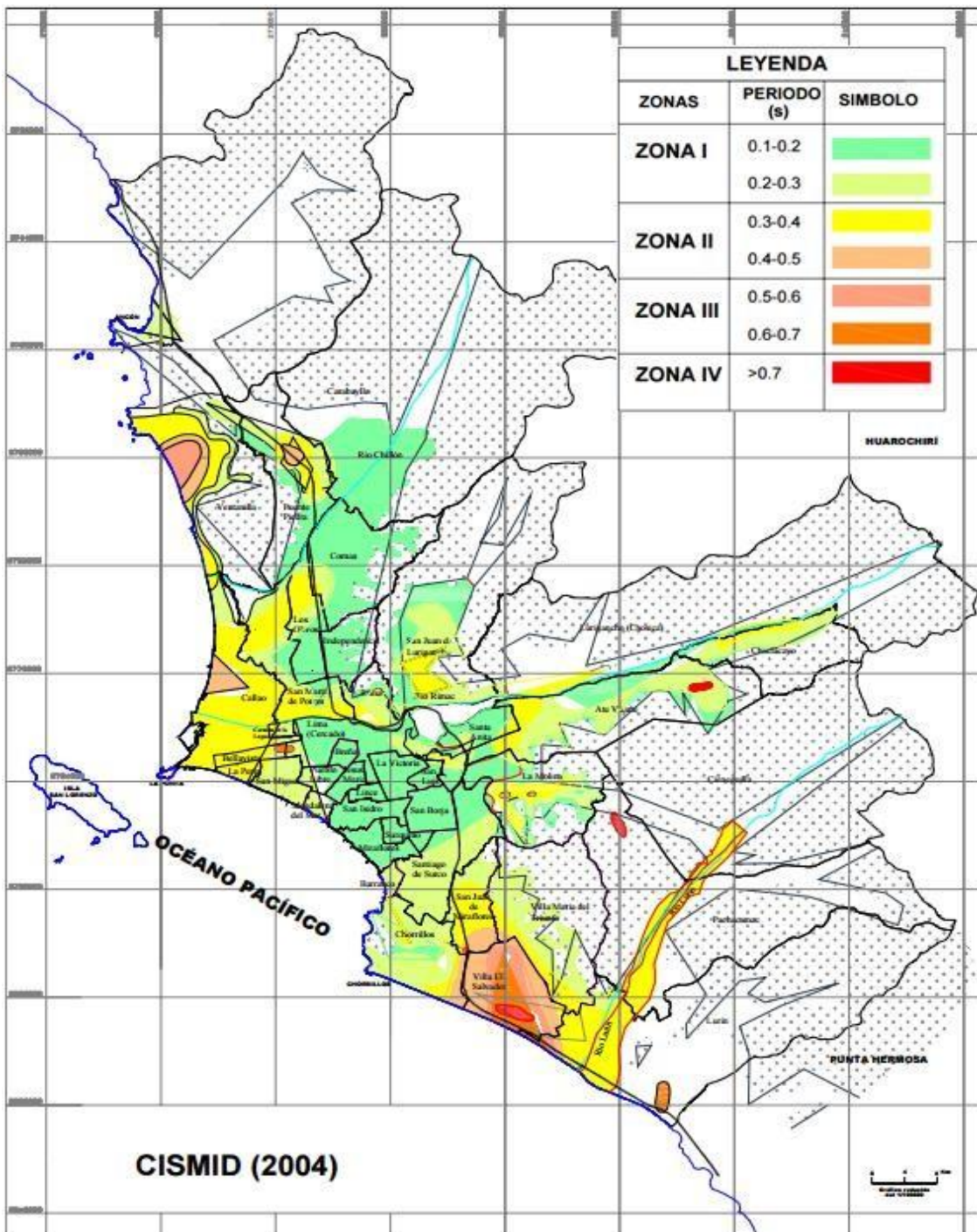
- 1) El propósito de este informe técnico, es de comprender el vínculo entre los factores estructurales y la vulnerabilidad de la vivienda, razón la cual se hacen algunas recomendaciones para optimizar la calidad de vida de los individuos y disminuir esta situación. Actualmente comete errores.
- 2) Es recomendable realizar una extensión sobre el tema de la vulnerabilidad frente a los sismos. A través de un estudio completo y preciso de las casas del sector es probable encontrar los daños generados por sismos, lo cual podría permitir la posibilidad de que se tomen las medidas fundamentales sobre las casas que sufrirían más daños, así como encontrar formas para mejorar los procedimientos de construcción de mampostería.
- 3) Se recomienda a los encargados de las edificaciones del Perú, no autorizar la edificación de casas no formales puesto que para ello se necesita un proceso idóneo regulado por un profesional para que constate el cumplimiento de las reglas establecidas. De igual manera se debe otorgar a los maestros constructores los conocimientos para realizar una buena estructuración y exigir a los propietarios construir casas de calidad.
- 4) Con respecto al refuerzo estructural, el anexo muestra una tabla que contiene imágenes de irregularidades estructurales y faltas de construcción que se revelaron durante la investigación, y se realizaron las reparaciones o mejoras correspondientes. En otro apéndice, se describe el procedimiento para reparar las irregularidades estructurales mencionadas anteriormente.
- 5) Se pueden dar diferentes métodos para corregir errores, algunos métodos mejorados son más caros que otros, pero lo primordial no realizar edificaciones sin supervisión profesional. Este estudio muestra que el uso de materiales más baratos o Evite construir pilares en las paredes o pilares en el revestimiento amenazarán la calidad de la estructura y amenazarán la vida de las personas dentro y fuera del edificio.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFIA

- 1) Aguilar Z. & Hurtado, J. (2010). *CISMID*. Recuperado el Setiembre de 2015, de http://www.cismid.uni.edu.pe/descargas/redacis/redacis32_p.pdf
- 2) Hurtado O, & León M. (2008). Implementación del modelo de índice de vulnerabilidad ajustado a una edificación histórica con estructura de varios materiales. Bucaramanga, Santander, Colombia.
- 3) Maldonado E, & Chio G. (2009). Estimación de las funciones de vulnerabilidad sísmica en edificaciones en tierra. *Revista Científica Ingeniería y Desarrollo*, 181-197.
- 4) Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (24 de enero de 2016). DECRETO SUPREMO N° 003-2016-VIVIENDA. Perú: El Peruano.
- 5) PUCP. (2005). *Construcción y Mantenimiento de Viviendas de Albañilería*. Lima: Marcial Blondet.
- 6) Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS. (2014). *REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES - ESTRUCTURAS*. Lima: ICG.
- 7) Minke, G. (2005). *Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra*. Recuperado el Noviembre de 2012, de http://www.gernotminke.de/veroeffentlichungen/manual_span.pdf

ANEXOS

ANEXO 1. Microzonificación Sísmica de Lima Metropolitana y Callao.



Fuente: (Aguilar Bardales & Alva Hurtado, 2010)

ANEXO 2. Población censada.

DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE LIMA Y LA PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO, 2015			
Distrito	Población 2015	Distrito	Población 2015
1 Lima	271 814	26 Punta Hermosa	7 609
2 Ancón	39 600	27 Punta Negra	7 934
3 Ate	630 085	28 Rimac	164 911
4 Barranco	29 984	29 San Bartolo	7 699
5 Breña	75 925	30 San Borja	111 928
6 Carabaylo	301 978	31 San Isidro	54 206
7 Chaclacayo	43 428	32 San Juan de Lurigancho	1 091 303
8 Chorrillos	325 547	33 San Juan de Miraflores	404 001
9 Cieneguilla	47 080	34 San Luis	57 600
10 Comas	524 894	35 San Martín de Porres	700 178
11 El Agustino	191 365	36 San Miguel	135 506
12 Independencia	216 822	37 Santa Anita	228 422
13 Jesús María	71 589	38 Santa María del Mar	1 608
14 La Molina	171 646	39 Santa Rosa	18 751
15 La Victoria	171 779	40 Santiago de Surco	344 242
16 Lince	50 228	41 Surquillo	91 346
17 Los Olivos	371 229	42 Villa El Salvador	463 014
18 Lurigancho	218 976	43 Villa María del Triunfo	448 545
19 Lurín	85 132	44 Callao	406 889
20 Magdalena del Mar	54 656	45 Bellavista	71 833
21 Magdalena Vieja	76 114	46 Carmen de la Legua Reynoso	41 100
22 Miraflores	81 932	47 La Perla	58 817
23 Pachacamac	129 653	48 La Punta	3 392
24 Pucusana	17 044	49 Ventanilla	372 899
25 Puente Piedra	353 489	50 Mi Perú 1/	59 005

1/ Creado mediante Ley N°30197 del 16 de mayo 2014.
Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Perú: Estimaciones y Proyecciones de Población por Sexo, Según Departamento, Provincia y Distrito, 2000 - 2015 - Boletín Especial N° 18.

Fuente: (INEI, 2015)

ANEXO 3. Formato de ficha de encuesta.

FICHA DE ENCUESTA				
NOMBRE DEL PROPIETARIO/ENCUESTADO: <input type="text"/> N°				
UBICACION DE LA VIVIENDA:				
1. Área total del terreno:				
a 10-50	b 51-100	c 101-150	d 151-200	e más de 200 m ²
2. Cantidad de pisos:				
a 1	b 2	c 3	d 4	e más de 4 pisos
3. Tiempo de vida de la edificación:				
a 1-10	b 11-20	c 21-30	d 31-40	e más de 40 años
4. Asesoramiento técnico:				
a Sin diseño ni supervisión técnica	b Vivienda con diseño	c Vivienda con diseño y supervisión técnica		
5. Planos de la vivienda:				
a Si tiene	b No tiene			
<div style="border: 1px solid black; height: 200px; width: 100%;"></div>				
ESQUEMA DE LA VIVIENDA				

ANEXO 4. Formato de hoja de observaciones.

HOJA DE DAÑOS			
			<input type="text"/>
	U		
1.	Pendiente del terreno:		
	a) Pendiente ligera	<input type="checkbox"/>	
	b) Pendiente pronunciada	<input type="checkbox"/>	
2.	Cimentación	<input type="checkbox"/>	
ESTRUCTURA			
3.	Sistema	<input type="checkbox"/>	
4.	Irregularidad vertical	<input type="checkbox"/>	
5.	Fisoblando	<input type="checkbox"/>	
6.	Irregularidad torsional	<input type="checkbox"/>	
7.	Irregularidad en planta	<input type="checkbox"/>	
OBSERVACIONES			
10.	Tabiquería sin viga solera		<input type="checkbox"/>
11.	Armaduras		<input type="checkbox"/>
12.	Cangrejeras:		<input type="checkbox"/>
	a) Envigas		<input type="checkbox"/>
	b) Encolumnas		<input type="checkbox"/>
13.	Flaqueo /		
	a) Vigas		<input type="checkbox"/>
	b) Columnas		<input type="checkbox"/>
	c) Muros		<input type="checkbox"/>
	d) Losa		<input type="checkbox"/>
14.	Deformaciones:		
15.	Incendio en la vivienda:		

ANEXO 5. Formato de ficha de reporte.

FICHA DE REPORTE						
DIBUJO	Dirección: N°: ... - Número de pisos: - Año de construcción: - Área total construida: - Uso: ...					
	FOTO					
ASESORAMIENTO TÉCNICO		TIPO DE SUELO			PELIGRO DE CAER	
Diseño de planos Supervisión en construcción		A B C Áreas de Límite Arcilloso			Parapetos Tacales (fachada)	
ESCALA NUMÉRICA DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD						
1	Parámetro	0	5	25	45	WU
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1.0
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5
	Área del primer nivel, A0 Área del nivel típico, A1 Área resistente sentido x, Ax Área resistente sentido y, Ay Altura de la edificación, H				m ² _____ _____ _____ _____ m	
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1.0
	Ausencia de desniveles Abertura de diafragma <30% Conexión muro-diafragma eficaz				_____ _____	
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5
	a/l -	≥0.8	≥0.6	≥0.4	0.4>	
	b/l -	≤0.1	≤0.2	≤0.3	0.3<	
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1.0
	± ΔM/M ...	<10%	<20%	20%<	0<+	
8	Separación máxima entre los muros	0	5	25	45	0.25
	L/S -	<15	<18	<25	25≤	
9	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
10	Estado de conservación	0	5	25	45	1.0
VALOR DE ÍNDICE DE VULNERABILIDAD						

ANEXO 6. Desarrollo de evaluación de vivienda 01

FICHA DE ENCUESTA				
NOMBRE DEL PROPIETARIO/ENCUESTADO:	Nº <input type="text" value="01"/>			
MAURA PEÑUFOZA-L.				
UBICACIÓN DE LA VIVIENDA:				
P2 Q LT 8 LA GUSENADA.				
1. Área total del terreno:				
a 10-50	b 51-100	c 101-150	<input checked="" type="radio"/> d 151-200	e más de 200m2
2. Cantidad de pisos:				
a 1	<input checked="" type="radio"/> b 2	c 3	d 4	e más de 4 pisos
3. Tiempo de vida de la edificación:				
a 1-10	<input checked="" type="radio"/> b 11-20	c 21-30	d 31-40	e más de 40 años
4. Asesoramiento técnico:				
a Sin diseño ni supervisión técnica	<input checked="" type="radio"/> b Vivienda con diseño	c Vivienda con diseño y supervisión técnica		
5. Planos de la vivienda:				
<input checked="" type="radio"/> a Si tiene	b No tiene			
<div style="border: 1px solid black; height: 200px; width: 100%;"></div>				
ESQUEMA DE LA VIVIENDA				

HOJA DE OBSERVACIONES

N° 01

UBICACION

1. Pendiente del terreno:
 a Pendiente ligera
 b Pendiente pronunciada

2. Cimentación escalonada

ESTRUCTURA

3. Sistema estructural:
 a Albañilería confinada
 b Sistema aporticado

4. Irregularidad vertical

5. Piso blando

6. Irregularidad torsional

7. Irregularidad en planta

8. Columna corta

9. Sin junta sísmica

DAÑOS VISIBLES / FALLAS

10. Tabiquería sin viga solera

11. Incorrecta unión muro techo

12. Armaduras expuestas

13. Cangrejas:
 a En vigas
 b En columnas

14. Eflorescencia en muros

15. Fisuración / agrietamiento:
 a Vigas
 b Columnas
 c Muros
 d Losa

OBSERVACIONES

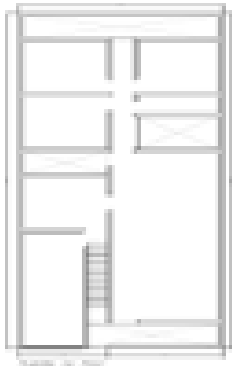

16. Deformaciones:

17. Incendio en la vivienda: NO

18. Tipo de daño en la vivienda: Bajo

19. Calidad de los materiales: REGULAR

20. Estado de conservación de la vivienda: REGULAR.

FICHA DE REPORTE						
			Dirección: N°: 01 MZ Q LT 8 LA ENSENADA Número de pisos: 2 Año de construcción: 1990-1990 Área total construida: 138.25 Uso: Vivienda			
						
MEJORAMIENTO TÉCNICO		TIPO DE LUELO		PELIGRO DE CAER		
Diseño de planos: X Supervisión en construcción:		A B C Asociado Limoso Aciloso		Parapetos Asociado (Asociado) X		
ESCALA NUMÉRICA DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD						
1	Parámetro	1	1		45	1.0
1	Organización del sistema resistente	1	1		45	1.0
2	Calidad del sistema resistente	1	1		45	0.25
3	Resistencia convencional	1	1		45	1.5
	Área del primer nivel, A0 Área del nivel 1 1 Área resistente sentido x, 1 Área resistente sentido y, Ay Altura de la edificación, H				138.25 m2 153.87 m2 3.19 m2 18.52 m2 5.50 m	
4	Posición del edificio y cimentación	1	1		45	0.75
5	Diáframas horizontales	0	1		45	1.0
	Ausencia de desnivellos Abertura de diáfraga < 31% Conexión muro-diáfragma eficaz				1 1 1	
6	Configuración en planta	1	1		45	0.5
	a/L: 0.2155 b/L: 0.1587				≥0.8 ≥0.8 ≥0.4 0.4+ ≤0.1 ≤0.2 ≤0.3 0.3+	
7	Configuración en elevación	1	1		45	1.0
	± ΔMM ± 0.11				<10% <20% 20%+ 0+	
8	Separación máxima entre los muros	1	1		45	0.25
	L/S 18.135				<15 <18 <25 25+	
9	Elementos no estructurales	1	1		45	0.25
10	Estado de conservación	1	1		45	1.0
VALOR DE ÍNDICE DE VULNERABILIDAD						92.5

FICHA DE ENCUESTA

NOMBRE DEL PROPIETARIO/ENCUESTADO:

N°

ESTEBAN LUIS P.

UBICACIÓN DE LA VIVIENDA:

R2Q LT 9 LA ENSENADA.

1. Área total del terreno:

a 10-50 b 51-100 c 101-150 d 151-200 e más de 200m2

2. Cantidad de pisos:

a 1 b 2 c 3 d 4 e más de 4 pisos

3. Tiempo de vida de la edificación:

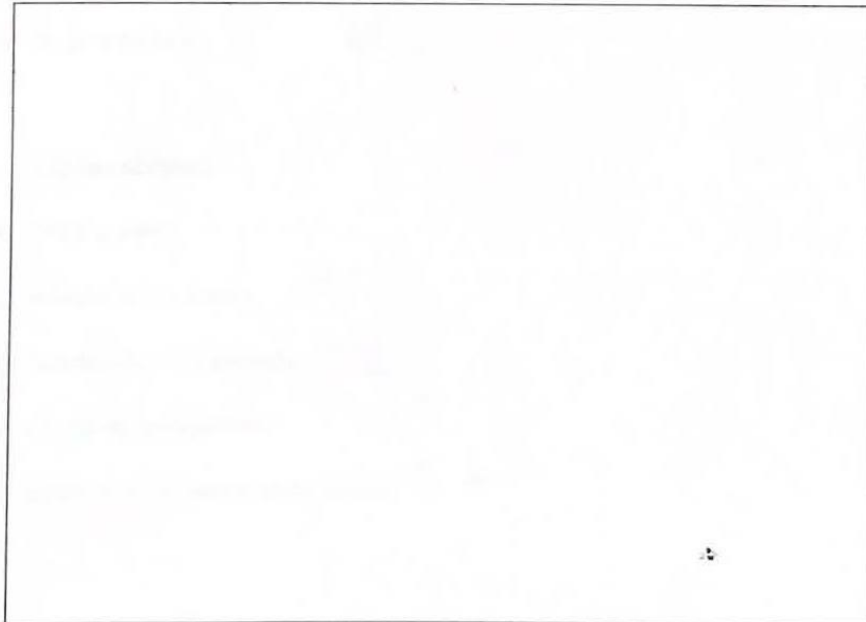
a 1-10 b 11-20 c 21-30 d 31-40 e más de 40 años

4. Asesoramiento técnico:

a Sin diseño ni supervisión técnica b Vivienda con diseño c Vivienda con diseño y supervisión técnica

5. Planos de la vivienda:

a Si tiene b No tiene



ESQUEMA DE LA VIVIENDA

HOJA DE OBSERVACIONES

N° 06

UBICACION

1. Pendiente del terreno:
 a Pendiente ligera
 b Pendiente pronunciada

2. Cimentación escalonada

ESTRUCTURA

3. Sistema estructural:
 a Albañilería confinada
 b Sistema aporticado

4. Irregularidad vertical

5. Piso blando

6. Irregularidad torsional

7. Irregularidad en planta

8. Columna corta

9. Sin junta sísmica

DAÑOS VISIBLES / FALLAS

10. Tabiquería sin viga solera

11. Incorrecta unión muro techo

12. Armaduras expuestas

13. Cangrejeras:
 a En vigas
 b En columnas

14. Eflorescencia en muros

15. Fisuración / agrietamiento:
 a Vigas
 b Columnas
 c Muros
 d Losa

OBSERVACIONES

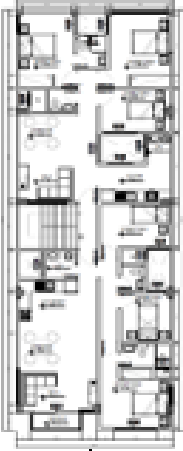

16. Deformaciones:

17. Incendio en la vivienda: *NO*

18. Tipo de daño en la vivienda: *BOJO*

19. Calidad de los materiales: *BUENO*

20. Estado de conservación de la vivienda: *BUENO*

FICHA DE REPORTE						
			Dirección: N°: 06 MZ Q LT 9 LA ENSENADA		Número de pisos: 2 Año de construcción: 2019 Área total construida: 140.00 Uso: Vivienda	
						
ASESORAMIENTO TÉCNICO		TIPO DE SUELO		PELIGRO DE CAER		
Diseño de planos X		A B C		Parapetos		
Supervisión en construcción X		Arenoso, Limoso Arcilloso		Terrazo (fachada) X		
ESCALA NUMÉRICA DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD						
I	Parámetro	K _{1A}	K _{1B}	K _{1C}	K _{1D}	W ₁
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1.0
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5
	Área del primer nivel, A0	140.00 m2				
	Área del nivel tipico A1	141.00 m2				
	Área resistente sentido x, A _x	3.61 m2				
	Área resistente sentido y, A _y	19.69 m2				
	Altura de la edificación, H	5.50 m				
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1.0
	Ausencia de desniveles	X				
	Abertura de diafragma <30%	X				
	Conexión muro-diafragma eficaz	X				
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5
	a/L 0.3212	≥0.8	≥0.6	≥0.4	0.4>	
	b/L 0.1939	≤0.1	≤0.2	≤0.3	0.3<	
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1.0
	± ΔMM 0.01	<10%	<20%	20%<	0<+	
8	Separación máxima entre los muros	0	5	25	45	0.25
	L/S 34.616	<15	<18	<25	25≤	
9	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
10	Estado de conservación	0	5	25	45	1.0
VALOR DE ÍNDICE DE VULNERABILIDAD						46.25

FICHA DE ENCUESTA

NOMBRE DEL PROPIETARIO/ENCUESTADO:

N° 13.

CESAR TORRES.

UBICACIÓN DE LA VIVIENDA:

MZ A LT 1 LA GUSENADA.

1. Área total del terreno:

a 10-50 b 51-100 c 101-150 d 151-200 e más de 200m²

2. Cantidad de pisos:

a 1 b 2 c 3 d 4 e más de 4 pisos

3. Tiempo de vida de la edificación:

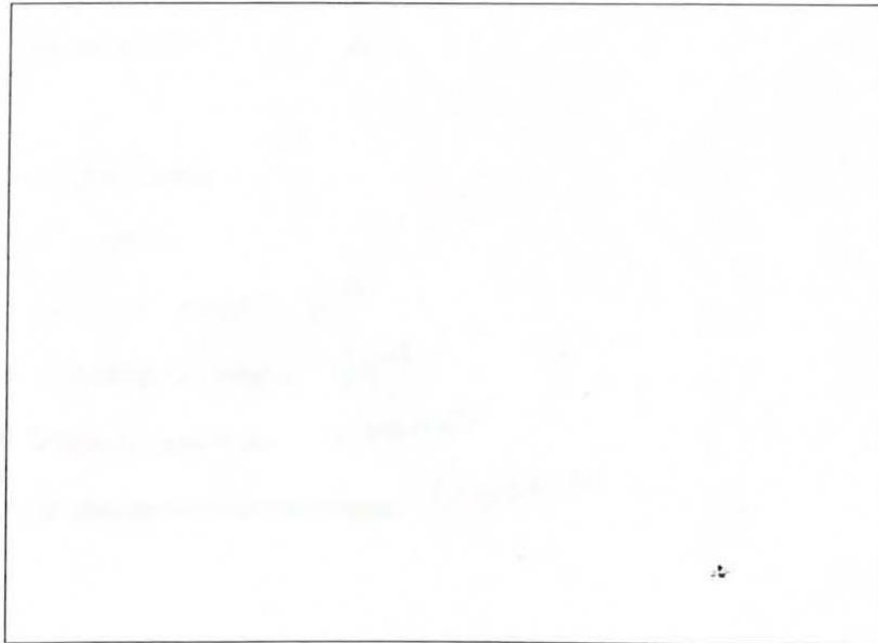
a 1-10 b 11-20 c 21-30 d 31-40 e más de 40 años

4. Asesoramiento técnico:

a Sin diseño ni supervisión técnica b Vivienda con diseño c Vivienda con diseño y supervisión técnica

5. Planos de la vivienda:

a Sí tiene b No tiene



ESQUEMA DE LA VIVIENDA

HOJA DE OBSERVACIONES

N° 13

UBICACION

1. Pendiente del terreno:
 a Pendiente ligera
 b Pendiente pronunciada

2. Cimentación escalonada

ESTRUCTURA

3. Sistema estructural:
 a Albañilería confinada
 b Sistema aporticado

4. Irregularidad vertical

5. Piso blando

6. Irregularidad torsional

7. Irregularidad en planta

8. Columna corta

9. Sin junta sísmica

DAÑOS VISIBLES / FALLAS

10. Tabiquería sin viga solera

11. Incorrecta unión muro techo

12. Armaduras expuestas

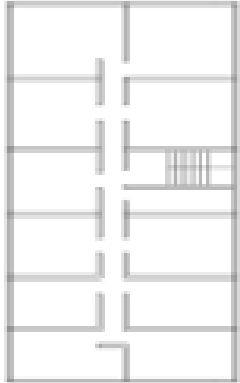
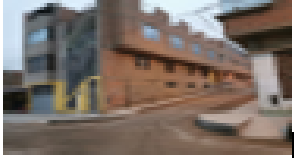
13. Cangrejeras:
 a En vigas
 b En columnas

14. Eflorescencia en muros

15. Fisuración / agrietamiento:
 a Vigas
 b Columnas
 c Muros
 d Losa

OBSERVACIONES

16. Deformaciones:
17. Incendio en la vivienda: NO
18. Tipo de daño en la vivienda: Bajo
19. Calidad de los materiales: Regular.
20. Estado de conservación de la vivienda: Regular.

FICHA DE REPORTE						
			Dirección: N°: 13 MZ A LT 1 LA ENSENADA Número de pisos: 3 Año de construcción: 1975-1985 Área total construida: 220.0 Uso: Vivienda			
ASESORAMIENTO TÉCNICO Diseños de planos X Supervisión en construcción		TIPO DE SUELO A B C GRAVA Limoso Arcilloso			PELIGRO DE CAER Parapetos Tarjetas (fachada)	
ESCALA NUMÉRICA DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD						
I	Parámetro	K1A	K1B	K1C		W1
1	Organización del sistema resistente	0	5	20		1.0
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25		0.25
3	Resistencia convencional	0	5	25		1.5
	Área del primer nivel, A0					220.0 m2
	Área del nivel típico, Ai					200.0 m2
	Área resistente sentido x, Ax					5.86 m2
	Área resistente sentido y, Ay					20.64 m2
	Altura de la edificación, H					7.40 m
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25		0.75
5	Diafragmas horizontales	0	5	15		1.0
	Ausencia de desniveles					X
	Abertura de diafragma <30%					X
	Conexión muro-diafragma eficaz					
6	Configuración en planta	0	5	25		0.5
	a/L 0.4245	≥0.8		≥0.6	≥0.4	0.4>
	b/L 0.1085	≤0.1		≤0.2	≤0.3	0.3<
7	Configuración en elevación	0	5	25		1.0
	± ΔMM 0.09	<10%		<20%	20%<	0<+
8	Separación máxima entre los muros	0	5	25		0.25
	L/S 18.667	<15		<18	<25	25≤
9	Elementos no estructurales	0	0	25		0.25
10	Estado de conservación	0	5	25		1.0
VALOR DE ÍNDICE DE VULNERABILIDAD						147.5

ANEXO 07. Reparación de Irregularidades estructurales.

I	FOTOGRAFÍA / IMAGEN	PROBLEMA	CAUSAS PRINCIPALES	REPARACIÓN
1		Eflorescencia en muros	<p>Humedad en el suelo.</p> <p>Capilaridad del agua. Cristalización de sales solubles en agua.</p>	Lavado y cepillado con agua. Lavado con jabón sódico al uno por ciento.
2		Falta de confinamiento del muro	Falta de supervisión	Confinar el muro adecuadamente.
		Eflorescencia en muros	<p>Humedad en el suelo.</p> <p>Ladrillos artesanales con mucha humedad</p>	Lavado y cepillado con agua pura. Lavado con jabón sódico al 1%.
3		Estructura deteriorada	<p>Desgaste de la calidad del concreto en el sobrecimiento.</p> <p>Efflorescimiento en muros.</p>	<p>Apuntalar la estructura y reparar el sobrecimiento.</p> <p>Lavado y cepillado con agua pura. Lavado con jabón sódico al 1%.</p>
		No hay factores de confinamiento	No debe supervisión	Confinar el muro adecuadamente. Asegurar el empotramiento

I	FOTOGRAFÍA / IMAGEN	PROBLEMA	CAUSA PRINCIPAL	REPARACIÓN
4		Uso del ladrillo de techo en la construcción de muros	Falta de sujeción sujeción	Reemplazar el muro con materiales adecuados.
		Piso blando	Insuficiente resistencia al cortante.	Confinar el muro adecuadamente.
6		Agrietamiento entre parapeto y losa	Incorrecta adherencia entre parapeto y losa.	Picar la grieta para aplicar el aditivo para sellarla en la junta fría.
6		Piso blando	En cada dirección la suma de las áreas de las secciones transversales de los elementos verticales resistentes al corte en un entrepiso es menor que 80% de la correspondiente al piso superior.	Construir una columna intermedia a los extremos de la luz del muro.

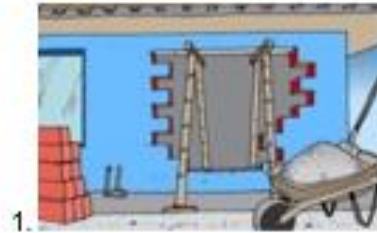
ANEXO 8. Descripción de los procedimientos de reparación.

DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO DE REPARACION	GRÁFICO
<p>Problema: Eflorescencia</p> <p>Procedimientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lavar la zona con y un cepillo. ▪ Prepara una solución con ácido muriático por 20 partes de agua. Luego empléala al muro con una brocha y déjala por 15 minutos. ▪ Enjuaga la pared con bastante agua. 	<p>1.</p> <p>2.</p> <p>3.</p>
<p>Problema: Falta de confinamiento del muro</p> <p>Procedimientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cuando un muro no tiene factores de confinamiento, primero se procede a apuntalar. ▪ Las columnas deben de llevar 4 varillas de 3/8" con estribos de 1/4" con el siguiente espaciamiento: 1 a 5cm + 4 a 10cm+resto a 25cm. ▪ Se reviste y rellena de cemento, tratando de llenar los espacios que deja el dentado del muro. ▪ Luego se debe construir la viga. ▪ Finalmente se retira el apuntalamiento y el encofrado. 	<p>1.</p> <p>2.</p> <p>3.</p> <p>4.</p>

Problema:
Muros construidos con
Inadecuados materiales

Procedimientos:

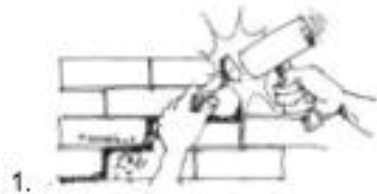
- Cuando el muro portante se ha construido con materiales Inadecuados.
- Apuntalar la superficie continua al muro para resistir las cargas mientras se retira el muro afectado.
- Construir el nuevo muro usando ladrillo industrial cuando se trate de muros portantes.
- Es posible que, debido a la contracción del cemento, se generen fisuras las cuales pueden sellarse mediante la retracción con **epóxico**.


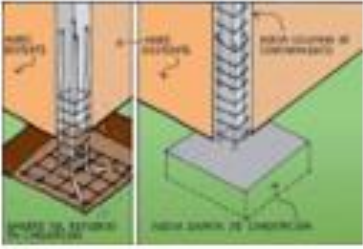





Problema:
Arietamiento

Procedimientos:

- Picar alrededor de la fisura 5cm.
- Limpiar el área y aplicar **epóxico** o cemento para sellar la fisura.



<p style="text-align: center;">Problema:</p> <p style="text-align: center;">Discontinuidad de elementos estructurales Piso blando</p> <p style="text-align: center;">Procedimientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuando se detecta que una columna no nace en el primer nivel, se procede a construir una que pueda transferir las cargas, por lo tanto, se extraerá el material del lugar donde corresponda la columna. • Se pica la viga superior y la cimentación para unir el refuerzo de la columna. • Se realiza el amarre del refuerzo en la cimentación y en la viga superior. • Se aplica aditivos para unir el cemento viejo con el nuevo • Se encofra y se llena de cemento la columna y la cimentación. • Finalmente se retira el encofrado. 	<div style="text-align: center;">  <p>1.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>2.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>3.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>4.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>5.</p> </div>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2001)