

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - SEDE JAÉN



**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DEL
CASCO URBANO DE NAMBALLE - SAN IGNACIO - CAJAMARCA**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

BACHILLER: DARWIN EHUREL HERRERA ALDAZ

ASESOR: ING. WILDER MAX NARRO MARTOS

JAÉN - CAJAMARCA - PERÚ

2014

CONTENIDO

Contenido	Págs.
ÍNDICE.....	ii
ÍNDICE DE TABLAS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
CAPITULO I: INTRODUCCION.....	1
CAPITULO II: MARCO TEORICO.....	4
2.1. Antecedentes.....	4
2.1.1. Internacionales.....	4
2.1.2. Nacionales.....	6
2.1.3. Locales.....	7
2.2. Bases teóricas.....	9
2.3. Definición de términos básicos.....	27

Contenido	Págs.
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODO.....	30
3.1. Ubicación geográfica.....	30
3.2. Identificación y selección de la unidades de análisis.....	31
3.3. Muestra.....	31
3.4. Tipo de investigación.....	32
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	35
4.1. Análisis de resultados.....	35
4.2. Discusión de resultados	47
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
5.1. conclusiones.....	49
5.2. recomendaciones	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXOS	52

ÍNDICE DE TABLAS

Título	Págs.
Tabla 1. Vulnerabilidad sísmica.....	16
Tabla 2. Principales sismos ocurridos en el mundo, nacionales y locales.....	29
Tabla 3. Parámetros Estadísticos Considerados en la Determinación de la Muestra.....	32
Tabla 4. Tipos de materiales en las viviendas del casco urbano en el Distrito de Namballe.....	35
Tabla 5. Participación de Ingeniero civil en la construcción de las viviendas del casco urbano en el Distrito de Namballe.....	36
Tabla 6. Antigüedad de las viviendas del casco urbano en el Distrito de Namballe.....	37
Tabla 7. Tipo de suelo en la que se encuentran construidas las Viviendas.....	38
Tabla 8. Topografía del terreno en el que se encuentran construidas las Viviendas.....	39
Tabla 9. Principales elementos estructurales observados.....	41
Tabla 10. Otros factores que afectan la vulnerabilidad.....	42
Tabla 11. Puntaje de la sumatoria de los valores de vulnerabilidad.....	44
Tabla 12. Clasificación del grado de vulnerabilidad sísmica.....	45
Tabla 13. Resumen de la vulnerabilidad sísmica	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Título	Págs.
Figura 1. Ubicación del distrito de Namballe.....	30
Figura 2. Tipos de materiales en las viviendas del casco urbano de Namballe.....	35
Figura 3. Participación de un ingeniero civil en diseño y/o construcción.....	36
Figura 4. Antigüedad de las viviendas en el casco urbano del distrito de Namballe.....	37
Figura 5. Tipos de suelo en el casco urbano del distrito de Namballe.....	39
Figura 6. Topografía del terreno donde se encuentran construidas las viviendas.....	40
Figura 7. Principales elementos estructurales que se observa en las viviendas.....	41
Figura 8. Otros factores que afectan la vulnerabilidad	43
Figura 9. Valor de la vulnerabilidad.....	46

DEDICATORIA

A mis padres José Virgilio y Primitiva por haber estado presente en cada momento de mi vida.

A mi hermana Francisca porque me apoyo económica y moralmente en los momentos más críticos de mi carrera.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a la personas implicadas para realizar el estudio de este trabajo, por su apoyo brindado en la realización de esta investigación, ya que con su participación ha sido posible efectuar el diagnóstico del problema a investigar. Así mismo por medio de su participación me permitieron recoger importante información y de esta manera poder evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas en el casco urbano de Namballe-San Ignacio, Cajamarca.

RESUMEN

La ocurrencia de sismos y la falta de criterio técnico en la construcción de las viviendas hace que estas sean vulnerables por lo que el objetivo de esta investigación fue evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas del casco urbano de Namballe - San Ignacio, Cajamarca, identificando el material predominante con las que se encuentran construidas las viviendas, antigüedad y participación de un ingeniero civil en las diferentes etapas de construcción. La toma de datos se realizó entre agosto y octubre del 2014, en la que se utilizó la ficha de verificación para viviendas elaborada por INDECI con la que se pudo evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica ante un eventual sismo de gran magnitud. El análisis de la información se realizó de manera estadística utilizando el Software Microsoft Excel, la cual fue representada y graficada permitiendo llegar a conclusiones fiables. Del análisis de datos se obtuvo el 41,94% tienen un grado de vulnerabilidad sísmica alto debido a que gran parte de las viviendas están edificadas de material de adobe, sumándole a esto la no participación de un ingeniero civil en las diferentes etapas de la construcción.

Palabras clave: Vulnerabilidad, Material Predominante, Viviendas, sismo, evaluación de vulnerabilidad.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the degree of seismic vulnerability of households in the town of Namballe - San Ignacio, Cajamarca, identifying the predominant material which are built homes, antique and participation of a civil engineer at different stages construction. Data collection was conducted between August and October 2014, in which the housing record check drawn by INDECI with which it was possible to evaluate the degree of seismic vulnerability to a possible major earthquake was used. The data analysis was performed using statistically Software Microsoft Excel, which was displayed and graphed allowing reliable conclusions. Analysis of data obtained 41.94 % have a high degree of seismic vulnerability because many of the houses are built of adobe material, adding to this the non-participation of a civil engineer at different stages of construction.

Key words: Vulnerability, Predominant Material, Housing, earthquake vulnerability assessment.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Al ocurrir sismos intensos se afectan las viviendas pues es frecuente que sus estructuras sean vulnerables, por lo que La aplicación de los estudios de vulnerabilidad sísmica, debe considerar tanto los aspectos estructurales como los funcionales, operativos y urbanos, para que puedan proporcionar información útil para la prevención de desastres, la planeación y la ordenación del territorio. En el distrito de Namballe no existe un diagnóstico de evaluación de la vulnerabilidad sísmica, ante la problemática observada se plantea la siguiente pregunta a resolver en esta investigación. ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica en las edificaciones del casco urbano del distrito de Namballe?, para responder a la misma se planteó la hipótesis el ochenta por ciento de las viviendas en el casco urbano de Namballe tienen un alto grado de vulnerabilidad sísmica.

La investigación se justifica porque es necesario evaluar las viviendas existentes porque en el Perú la norma de diseño sismo resistente ha empezado a regir desde el año 1977, luego ha sufrido modificaciones en el año 1997 y luego en abril del año 2003, dándose cambios significativos desde su primera aparición hasta la fecha lográndose así un mayor perfeccionamiento en el conocimiento del diseño sísmico en cuanto a criterios, comportamiento y respuesta de las viviendas.

La información que genere el estudio podrá ser de utilidad para la Municipalidad local, alumnos de la escuela de ingeniería civil, empresarios y trabajadores ligados al sector construcción.

El objetivo general de la investigación es evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas en el casco urbano de Namballe. Para el cual se planteó los objetivos específicos como son identificar los tipos de materiales, estado de conservación y antigüedad de las viviendas del casco urbano de Namballe. Determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas del casco urbano de Namballe.

La investigación se realizó en el casco urbano del Distrito de Namballe, provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca. La evaluación se llevó a cabo durante los meses de julio a noviembre del 2014 y tuvo carácter transversal, el diagnóstico fue descriptivo y dio una primera aproximación, ya que no se ha realizado ningún tipo de investigación similar en el ámbito de estudio. Se evaluaron treinta y una viviendas del casco urbano, los datos fueron obtenidos en campo directamente con la ficha de verificación aplicada.

Esta investigación contiene los siguientes capítulos.

En el capítulo I se presenta el planteamiento del problema, objetivos, alcances de la investigación y justificación del problema.

En el capítulo II, presenta el marco teórico relacionado a los antecedentes históricos internacionales, nacionales y locales, bases teóricas donde se describe las metodologías existentes y las diferentes clases de vulnerabilidad, así como también la definición de términos básicos empleados en la investigación.

En el capítulo III, presenta los materiales y métodos utilizados en la investigación, el procedimiento, tratamiento, análisis de datos y presentación de resultados en tablas y gráficos elaborados con el programa Excel.

El capítulo IV, presenta el análisis y discusión de resultados comparándolos con investigación anteriores nombradas en el marco teórico.

El capítulo V, presenta las conclusiones y recomendaciones relacionadas con los objetivos planteados en la investigación.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Internacionales

Relacionados con el tema de Vulnerabilidad Sísmica en zonas urbanas, se han hecho un gran número de investigaciones en todo el mundo, lo que se facilita la recopilación de antecedentes de estudios de este tipo y los avances que han logrado.

Los estudios de Vulnerabilidad surgen a principios del siglo XX, como una necesidad ante las consecuencias de sismos que habían ocurrido en distintos lugares del mundo (por ejemplo San Francisco, CA. USA, 1906; Menisa, Italia en 1908 y Tokio, Japón en 1923). A través de la experiencia, los ingenieros fueron encargados de evaluar los efectos de los sismos en las viviendas y en las edificaciones y de proponer medidas que minimizaran dichos efectos en el futuro. Es así como se fueron proponiendo los primeros conceptos de diseño sismo resistente y se iniciaron investigaciones en el área de la ingeniería sísmica en Japón y en estados Unidos, concluyendo que en el futuro se minimizaran las pérdidas económicas y humanas si se aplicara un diseño sísmico correcto (Sarria M 1995).

Durante la décadas de los años 1960 y 1970, surgen las primeras técnicas de evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica en edificaciones existentes denominadas

Técnicas de Screening, las cuales se constituyeron en la base para métodos desarrollados posteriormente, entre los cuales se encuentran: Whitman (1972), Okada y Bresler (1976), ATC-14 (1987), Grases (1985), Iglesias (1985), ATC-21 (1988), entre otros (Campos, 1992). Para la década de 1980 el Organismo de las Naciones Unidas encargado de la atención de desastres, UNDRO y la UNESCO definieron los términos de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo, de tal manera que permitieran comprender y reconocer con más claridad los problemas asociados a fenómenos naturales o antrópicos como son la pobreza, pérdida de vidas humanas, (UNDRO 1979).

De un estudio realizado En San Juan, Argentina se observó que sólo el 50% de los sectores urbanos tienen Vulnerabilidad Baja, el 28% Media y el 20% Alta y Muy Alta. En ello, incide relativamente el alto porcentaje de viviendas no sismorresistentes que tiene toda el área urbana (37%), dado que el coeficiente de vulnerabilidad directa involucra población, calidad y cantidad de viviendas. Como medio físico antropizado, su capacidad de respuesta al condicionante sismo, no es la más adecuada a la luz de estos valores, debido a que se ve afectada la vulnerabilidad de un porcentaje considerable de sectores urbanos (Nora E, Espinoza M 2000).

2.1.2. Nacionales

El Perú es uno de los países donde se presentan un mayor número de amenazas naturales. Nuestro país, por encontrarse ubicado en el borde oriental del Cinturón de Fuego del Océano Pacífico, por la presencia de la Corriente Peruana, la proximidad a la Línea Ecuatorial, la influencia de la Amazonía y la topografía accidentada, así como la Cordillera de los Andes con una geomorfología variada, que cruza longitudinalmente el territorio nacional, está expuesta a diversos peligros, como sismos, deslizamiento, derrumbe y erosión, así como a variaciones climáticas en determinadas regiones, como precipitaciones, vientos intensos, granizadas y heladas, entre otros. Esta variedad de peligros a los cuales estamos expuestos, no se presentan con la misma intensidad y recurrencia en todas las regiones naturales del país, por ejemplo: los sismos (temblor y terremoto), son más frecuentes en la costa central y sur (INDECI 2006).

En el ámbito nacional se tiene conocimiento de un proyecto de diagnóstico de la vulnerabilidad sísmica de hospitales, realizada en 1997 con apoyo de la OPS/OMS, como el del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati. Aquí se evalúan sólo los componentes no estructurales, pero de una manera cualitativa llegando a la conclusión que los hospitales del Perú presentan un grado de vulnerabilidad medio.

En un estudio realizado por (Mosqueira M, Tarque R. 2005) llegaron a la conclusión que la mayoría de las viviendas de albañilería de arcilla de la costa peruana son construidas informalmente. Es decir, que son construidas por los mismos pobladores, albañiles o maestros de obras.

De un estudio sobre la vulnerabilidad física ante un probable sismo en el distrito de Lurigancho Chosica, realizado por (INDECI 2010) se obtuvo que en el 99,5% de las viviendas verificadas se halló una vulnerabilidad muy alta y alta. Indicando la gravedad de las construcciones en el distrito y su capacidad de respuesta ante un sismo.

2.1.3. Locales

En el distrito de Namballe, debido a sus características físicas y condiciones naturales, presenta gran ocurrencia de diversos peligros, que afectan a la población e infraestructura, situación que se ha incrementado en las últimas décadas, debido principalmente a la ocupación informal del territorio, que incrementa la condición de vulnerabilidad sísmica de las viviendas.

Del estudio realizado en la localidad de Santa Cruz, distrito de Bellavista Provincia de Jaén donde concluye que la para la vulnerabilidad se obtuvo que el 78% tienen un nivel de vulnerabilidad muy alto, 11% presentan un nivel de vulnerabilidad alta y el 11% tienen un nivel de vulnerabilidad moderada. También Se han encontrado viviendas construidas en adobe 78%, quincha 11% y

albañilería 11%. Algunas viviendas han sido construidas sin asesoramiento técnico. (Huayama 2013).

Así mismo en el distrito de Namballe, no existen estudios realizados sobre la vulnerabilidad sísmica de las viviendas, a pesar que en esta zona se encuentra expuesto a fenómenos de origen natural como son los sismos y otros, que por el tipo de topografía de la zona pone en peligro a los pobladores.

Además cabe mencionar que siempre se está expuesto a la ocurrencia de un sismo, que por el tipo de construcción que existe en el distrito de Namballe, en este caso la autoconstrucción lo que hace más vulnerable a la zona poniéndolo en constante riesgo ante la amenaza de un sismo de gran magnitud.

Con el fin de contribuir en la reducción de los niveles de vulnerabilidad sísmica en el Distrito de Namballe, se busca los mecanismos para fortalecer las medidas de prevención y mitigación, así como fortalecer la gestión local promoviendo la planificación del desarrollo, de tal manera que permita fomentar la regulación de la ocupación urbana. En ese sentido se establece como objetivo “Evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas en el casco urbano de Namballe”.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Vulnerabilidad sísmica

La evolución del proceso de construcción, ha hecho comprender que los edificios construidos con materiales de concreto y acero son mucho más eficientes frente a los construidos con mampostería, albañilería y adobe, considerando además que estos últimos fueron construidos sin una norma sísmo resistente. Sin embargo, hoy en día es grande la cantidad de edificaciones de mampostería, albañilería y adobe presentes, por lo que el análisis de ambas estructuras es indispensable para asegurar un comportamiento controlado ante un evento sísmico en un sector en específico.

Uno de los componentes esenciales en la evaluación del riesgo sísmico es la vulnerabilidad sísmica de las viviendas construidas por el hombre, es por esto que los materiales y el método de construcción son, entre otras, características determinantes de la misma. Una de las enseñanzas que nos han dejado los sismos pasados ha sido que existen estructuras de una misma tipología que pueden sufrir un mayor grado de daño debido aún sismo a pesar de localizarse en el mismo lugar. Esto hace relevancia a lo mencionado anteriormente, es decir, que existen edificios con mejor calidad estructural que otros. Por ende, se puede llegar a definir la vulnerabilidad sísmica como la capacidad que tienen los elementos estructurales de una edificación para resistir un sismo.

El que una estructura sea más o menos vulnerable ante un terremoto de determinadas características, es una propiedad intrínseca de cada estructura, es decir, es independiente de la amenaza sísmica del sitio de localización, por lo tanto, una estructura puede ser vulnerable pero no estar en riesgo, a menos que se encuentre en un sitio con una cierta amenaza sísmica.

Una de las primeras tareas que hay que plantearse en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las estructuras, es el alcance que tendrán los estudios de Riesgo Sísmico. Este paso es importante, ya que la vulnerabilidad sísmica se puede evaluar de una manera muy específica realizando un estudio muy exhaustivo de las estructuras o muy general como puede ser un estudio a nivel urbano.

Otro aspecto muy importante que hay que definir al momento de plantearse la evaluación de la vulnerabilidad sísmica es definir el daño que pueda sufrir una estructura debido a un terremoto. En realidad, el daño va asociado a la vulnerabilidad, ya que una estructura es más o menos vulnerable dependiendo del daño que pueda sufrir ante un terremoto. (Hernández 2002).

Se denomina vulnerabilidad sísmica al grado de daño que sufre una estructura debido a un evento sísmico de determinadas características. Estas estructuras se pueden calificar en "más vulnerables" o "menos vulnerables" ante un evento sísmico. La vulnerabilidad sísmica es el grado de susceptibilidad de una o un

grupo de edificaciones, a sufrir daños parciales o totales, representados en bienes materiales y en vidas humanas, que pueden ocasionar la pérdida de la funcionalidad, por la ocurrencia de movimientos sísmicos de intensidad y magnitud dadas, en un periodo de tiempo y en sitio determinado. (Peralta 2003).

Es una propiedad intrínseca de la estructura, una característica de su comportamiento que puede entenderse como la predisposición intrínseca de un elemento o un grupo de elementos a ser afectado o ser susceptible a sufrir daño ante la ocurrencia de un evento sísmico determinado. (Safina y Melone 2002)

El concepto de vulnerabilidad puede utilizarse no sólo para describir aspectos estructurales, sino también aspectos no estructurales, funcionales y operativos, entre otros. (Sandi 1986).

Para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica, es necesario realizar estudios que permitan conocer la susceptibilidad de las construcciones a presentar cierto nivel de daño ante un movimiento sísmico determinado. Estos estudios, generalmente se basan en la comparación de la capacidad resistente de la estructura con la demanda sísmica. La demanda es una representación de la acción sísmica, mientras que la capacidad es una representación del comportamiento esperado en la estructura para resistir dicha demanda. De esta manera, la capacidad se relaciona con el nivel de daño esperado y, por lo tanto,

la acción sísmica y el daño sísmico constituyen los elementos fundamentales para la caracterización de la vulnerabilidad sísmica. (Safina 2003).

2.2.2. Causas de la Vulnerabilidad Sísmica

Una vivienda o grupo de viviendas, puede ser vulnerable debido a dos condiciones:

a. Vulnerabilidad Por Origen

Es el grado de susceptibilidad o predisposición de las estructuras físicas, socio-económicas y medioambientales, constituidas y construidas sin ningún tipo de control ni planificación, las cuales pueden sufrir daño o pérdida a causa de un fenómeno natural (Peralta 2003).

b. Vulnerabilidad Progresiva

Es el grado de susceptibilidad o predisposición de las estructuras físicas, socioeconómicas y medioambientales, en gran parte transformadas sin ningún tipo de control ni planificación, que pueden sufrir daño o pérdida a causa de un fenómeno natural. (Peralta 2003)

Componentes de la Vulnerabilidad Sísmica

La vulnerabilidad puede ser física o funcional. (Cardona 2000)

Vulnerabilidad Física

Está relacionada con la calidad o tipo de material utilizado y el tipo de construcción de las viviendas, establecimientos económicos (comerciales e industriales) y de servicios (salud, educación, sede de instituciones públicas), e infraestructuras socioeconómica (central hidroeléctrica, carretera, puente y canales de riego), para asimilar los efectos del peligro.

La calidad o tipo de material, está garantizada por el estudio de suelo realizado, el diseño del proyecto y la mano de obra especializada en la ejecución de la obra, así como por el material empleado en la construcción (ladrillo, bloques de concreto, cemento y fierro, entre otros).

Otro aspecto a considerarse, de igual importancia, es la calidad de suelo y el lugar donde se asienta el centro poblado, cerca de fallas geológicas, ladera de los cerros, riberas del río, faja marginal, laderas de una cuenca hidrográfica, situación que incrementa significativamente su grado de vulnerabilidad sísmica.

Un mecanismo no estructural para mitigar la vulnerabilidad sísmica es, por ejemplo, expedir reglamentaciones que impidan el uso del suelo para construcción en cercanía a fallas geológicas.

En inundaciones y deslizamientos, la vulnerabilidad físicas e expresa también en la localización de los centros poblados en zonas expuestas al peligro en cuestión. El problema está en que quienes construyen sus viviendas en zonas

inundables o deleznales, lo han hecho por carecer de opciones y por tanto, al haber sido empujados a tal decisión por las circunstancias económicas y sociales, difícilmente se podrían apartar de estos riesgos.

Para el respectivo análisis, es importante elaborar un cuadro que contenga las principales variables e indicadores, según los materiales de construcción, antigüedad, tipo de suelo, etc. como se muestra en la ficha de verificación del INDECI, así como en las obras de infraestructura vial o de riego existentes; su localización; características geológicas donde están asentadas; y, la normatividad existente. (INDECI 2006)

Vulnerabilidad Muy Alta (VMA)

Son viviendas que presentan daños severos en la estructura, que compromete la estabilidad de la construcción, se caracterizan por presentar muros con agrietamientos o rajaduras, alto índice de humedad, derrumbes parciales e instalaciones básicas deterioradas. Debido al estado precario de estas edificaciones, es necesaria su demolición o reconstrucción.

Vulnerabilidad Alta (VA)

Son viviendas que presentan daños en paredes y techos comprometiendo parcialmente la estabilidad de la edificación, en general presentan problemas de pandeo, humedad e instalaciones deterioradas. En estos casos es

necesario refaccionar la edificación contando con el concurso de personal técnico calificado.

Vulnerabilidad Media (VM)

Viviendas que presentan daños menores que no afectan la estabilidad de la estructura, regularmente tienen problemas de humedad y/o fisuras por lo que requieren trabajos de mantenimiento y reparación.

Vulnerabilidad Baja (VB)

Son viviendas que no presentan problemas de rajaduras, pandeo, derrumbes, humedad o fisuras, por lo cual no se ve comprometida la estabilidad de la estructura.

La tabla 1. Muestra los rangos de valores de la vulnerabilidad sísmica, determinación de la vulnerabilidad de la vivienda para caso de sismo de gran magnitud ficha de verificación, según las variables y los grados de vulnerabilidad.

Tabla 1. Vulnerabilidad sísmica

calificación del grado de vulnerabilidad sísmica de la vivienda		
grado de vulnerabilidad sísmica	características del grado de vulnerabilidad sísmica	rango del valor %
muy alto	En las condiciones actuales No es posible acceder a una zona de seguridad dentro de la edificación.	mayor a 24
alto	En las condiciones actuales No es posible acceder a una zona de seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	entre 18 y 24
moderado	Requiere reforzamiento en potencial zona de seguridad interna	entre 15 a 17
bajo	En las condiciones actuales si es posible acceder a una zona de seguridad dentro de la edificación.	hasta 14

Manual del verificador, determinación de la vulnerabilidad de la vivienda para caso de sismo ficha de verificación. (INDECI 2006)

Vulnerabilidad Estructural

La Vulnerabilidad Estructural está asociada a la susceptibilidad de los elementos estructurales a sufrir daño debido a un sismo, lo que se ha llamado daño sísmico estructural. El mismo comprende el deterioro físico de aquellos elementos o componentes que forman parte integrante del sistema resistente o estructura de la edificación y es el que tradicionalmente ha merecido la atención prioritaria de los investigadores

Debido a ello como se dirá que un buen diseño estructural es la clave para que la integridad del edificio sobreviva aún ante desastres naturales severos como lo son los terremotos. (Peralta 2002)

Vulnerabilidad No Estructural

La vulnerabilidad no estructural está asociada a la susceptibilidad de los elementos no estructurales de sufrir daño debido a un sismo, lo que se ha llamado daño sísmico no estructural. El mismo comprende el deterioro físico de aquellos elementos o componentes que no forman parte integrante del sistema resistente o estructura de la edificación y que pueden clasificarse en componentes arquitectónicos (puertas, ventanas, parapetos, etc.) y componentes electromecánicos (ductos, canalizaciones, equipos, etc.) que cumplen funciones importantes dentro de las instalaciones. Los elementos no estructurales pueden llegar a convertirse en elementos potencialmente peligrosos cuando no se encuentran ligados o amarrados adecuadamente al resto de la edificación, introduciendo cambios en la estructuración y en el mecanismo de transmisión de las cargas, que pueden propiciar su falla. (Peralta 2002)

Vulnerabilidad Funcional

La vulnerabilidad funcional se define como la susceptibilidad de la edificación para seguir prestando el servicio para el que fue construida. Este término se aplica a edificaciones como hospitales, clínicas y centros de salud que deben permanecer no solo en pie sino funcionando, ya que aunque desarrollen un buen desempeño estructural, se puede presentar un colapso funcional, que puede ser más grave que una falla en los elementos de la propia estructura. (Peralta 2002)

2.2.3. Metodologías de evaluación

Generalidades

Existen una variedad de metodologías y técnicas propuestas por diferentes autores para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de diferentes tipos de instalaciones (Caicedo et al. 1994). Estas técnicas de evaluación dependen principalmente de los siguientes factores:

Naturaleza y objetivo del estudio

Información disponible

Características del elemento que se pretende estudiar

Metodología de evaluación empleada

Resultado esperado

Destinatario de esta información

La selección de una determinada metodología está íntimamente relacionada con la escala del análisis y las características de los elementos bajo estudio; así por ejemplo, el estudio del riesgo sísmico de elementos particulares o aislados como edificios, puentes, presas, etc., generalmente se basa en evaluaciones deterministas de la vulnerabilidad, mientras que el estudio del riesgo sísmico de sistemas territoriales o categorías de elementos como tipos de edificios, líneas vitales, etc., generalmente se basa en enfoques probabilistas que permiten aplicaciones regionales del modelo a diferentes escalas, con la ventaja adicional, que pueden organizarse y tratarse con sistemas de información geográfica. (EC-SERGISAI 1998)

La medida que se emplee en el estudio depende del modelo adoptado y puede estar orientado a cuantificar los efectos sobre la población, los daños en las edificaciones, la afectación de los sistemas, etc. Estos efectos normalmente se expresan en parámetros monetarios. Entre los principales usuarios de estos estudios destacan por una parte, las autoridades públicas, regionales o locales, interesadas en conocer la relación costo/beneficio asociadas al nivel de riesgo implícito en la adopción de políticas de inversión, impuestos, leyes, ordenación y planificación del territorio, y por la otra, los organismos de protección civil y de seguridad social, a quienes interesa conocer los niveles de

riesgo existente en sus instalaciones, las pérdidas posibles debidas a un sismo, definir la necesidad intervención o reforzamiento, gestionar recursos, trazar planes de emergencia, etc.

Todas estas condicionantes, han motivado a algunos investigadores a proponer diversos esquemas de clasificación como un esfuerzo para tratar de canalizar o sistematizar las diferentes metodologías propuestas, que en resumida cuenta tienen como objetivo general, predecir el daño debido a un sismo con la menor incertidumbre posible (OPS 2000).

Clasificación de las metodologías

En cuanto a las técnicas de evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones, una de las clasificaciones más reconocida y completa se debe a (Corsanero y Petrini, 1990), quienes las agrupan en función del tipo de resultado que producen como: Técnicas Directas; permiten predecir directamente y en una sola etapa, el daño causado para un sismo. Destacan en este grupo los llamados métodos tipológicos y los métodos mecánicos. Técnicas Indirectas; determinan un índice de vulnerabilidad como primer paso, para luego relacionar el daño con la intensidad sísmica. Técnicas Convencionales; introducen un índice de vulnerabilidad independientemente de la predicción del daño. Se usan básicamente para comparar la vulnerabilidad relativa de diferentes construcciones ubicadas

en áreas de igual sismicidad. Técnicas Híbridas; combinan elementos de los métodos descritos anteriormente con juicios de los expertos.

Sobre la base de esta clasificación, (Dolce M 1994) propone un nuevo criterio de clasificación producto de examinar separadamente las etapas fundamentales que comprende un análisis de vulnerabilidad. Considera tres tipos de métodos: Métodos Estadísticos; basados en un análisis estadístico de las construcciones, caracterizadas por los datos de entrada. Métodos Mecánicos; en los cuales se estudian los principales parámetros que gobiernan el comportamiento dinámico de las estructuras como por ejemplo; deriva de piso, ductilidad, etc. Métodos basados en Juicios de Expertos; donde se evalúan cualitativa y cuantitativamente los factores que gobiernan la respuesta sísmica de las edificaciones.

(Dolce, M 1994) Una clasificación más simplificada se basa en el tipo de medida que se utiliza y las agrupa como: Técnicas Cuantitativas; establecen las probabilidades de daño o relaciones determinísticas equivalentes en términos numéricos. Técnicas cualitativas; recurren a descripciones cualitativas a través de términos como vulnerabilidad baja, media, alta o similares. Existen otros esquemas de clasificación de las técnicas o métodos de análisis de la vulnerabilidad sísmica. La clasificación adoptada en el desarrollo del presente

estudio se corresponde con la propuesta por el prof. Kappos, quien las agrupa en función de la fuente de información que prevalece, en tres tipos de metodologías:

Métodos empíricos.- Se caracterizan por un alto grado de subjetividad. Están basados en la experiencia sobre el comportamiento de ciertos tipos de edificaciones durante sismos pasados. Se utilizan cuando se dispone de información limitada, cuando se adopta un resultado menos ambicioso y para evaluaciones preliminares. Constituyen enfoques menos exigentes y más económicos de implementar. Son enfoques menos exigentes y más económicos de implementar. Los métodos empíricos, incluyen tanto los métodos de categorización como los métodos de inspección y puntaje.

a. Métodos de categorización o caracterización.- Clasifican las edificaciones según su tipología en clases de vulnerabilidad, retomando la experiencia observada sobre el desempeño sísmico que construcciones similares han mostrado en grandes terremotos. El resultado es bastante subjetivo, por lo que son utilizados para evaluaciones preliminares. Un ejemplo de esta metodología es la clasificación de los tipos de estructuras según su clase de vulnerabilidad propuesta por la EMS-98. (Grünthal 1998)

b. Métodos de inspección y puntaje.- Permiten identificar y caracterizar las deficiencias estructurales de una edificación, asignando valores numéricos a manera de puntos a cada elemento estructural. Estos valores, ponderados en función de la importancia relativa del elemento respecto a la estructura, conducen a la determinación de un índice de vulnerabilidad. Aunque estos métodos son bastante subjetivos, la aplicación a edificaciones de una misma tipología de regiones de sismicidad importante permite una evaluación preliminar orientativa, suficiente para jerarquizar relativamente el nivel de vulnerabilidad sísmica de cada edificación. En zonas caracterizadas por una moderada sismicidad estas metodologías pueden considerarse representativas y más aún, suficientes para describir el nivel de daño esperado, sobre todo si se cuenta con funciones de vulnerabilidad apropiadas para la región. Sin embargo, para aquellas edificaciones que evidencien una relevante vulnerabilidad y una significativa importancia es recomendable complementar estas metodologías con alguna técnica analítica o experimental. Un ejemplo de esta metodología es el desarrollado por el Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti. (GNDT 1990)

Métodos analíticos o teóricos.- Evalúan la respuesta de las estructuras utilizando como base modelos analíticos que representan las propiedades geométricas y mecánicas de las estructuras reales. Constituyen un enfoque

muy completo, exigente y costoso. Generalmente son bastante laboriosos y dependen en cierta medida del grado de sofisticación de la evaluación, de la calidad de la información y de la representatividad de los modelos empleados.

Métodos experimentales.- Recurren a ensayos dinámicos para determinar propiedades de la estructura y/o sus elementos. Generalmente constituyen estudios “in situ”, orientados a determinar parámetros dinámicos de la estructura involucrando aspectos tan importantes como la interacción suelo-estructura, la incidencia de los elementos no estructurales, etc. Aunque sus resultados no son determinantes, permiten en algunos casos orientar sobre el estado de la edificación y los posibles efectos que un sismo ha tenido sobre ella.

La aplicación exhaustiva de todas estas metodologías a una misma edificación puede originar discrepancias en los resultados, incluso conducir a conclusiones erradas. En este sentido, se recomienda combinar los métodos analíticos y empíricos con algún método o técnica experimental que permita incrementar la confiabilidad del estudio de vulnerabilidad. (Sandi 1986; Caicedo et al. 1994).

2.2.4. Caracterización de la vulnerabilidad sísmica

La vulnerabilidad sísmica es una propiedad intrínseca de la estructura descrita a través de una ley causa-efecto, donde la causa es el sismo y el efecto es el

daño (Sandi, 1986). La naturaleza y alcance de un estudio de vulnerabilidad sísmica debe estar condicionado por el tipo de afectación o daño que se pretende evaluar y el nivel de amenaza existente. En este sentido, la caracterización de la vulnerabilidad sísmica de una estructura está estrechamente vinculada a los probables daños inducidos como consecuencia de un movimiento sísmico que dependen fundamentalmente de tres factores; la severidad del movimiento en el emplazamiento, las características de la estructura y su vulnerabilidad sísmica. (Barbat 1998).

El concepto de vulnerabilidad puede utilizarse no solo para describir aspectos estructurales, sino también para describir aspectos no estructurales, funcionales, operativos, entre otros. En este sentido, se hace necesario clarificar el tipo de afectación o daño que se considera en la evaluación de vulnerabilidad.

Aunque no existe una metodología estándar para estimar la vulnerabilidad sísmica de las estructuras, se han propuesto diferentes métodos (Caicedo et al. 1994), cuyo resultado pretende hacer una descripción global del daño que experimentaría una estructura de una tipología dada, sometida a la acción de un sismo determinado. El resultado de un estudio de vulnerabilidad sísmica está condicionado a la manera concreta como haga la descripción del daño y del movimiento sísmico. La relación entre estos parámetros suele formularse discretamente, mediante matrices o de manera continua, a través de funciones o

curvas, que tienen un carácter regional, limitando su transportabilidad, por lo que es necesario propiciar el desarrollo de funciones propias que reflejen los aspectos constructivos y culturales representativos de cada región. Pueden obtenerse analíticamente, simulando la respuesta sísmica de estructuras de una misma tipología definiendo la llamada vulnerabilidad calculada, o bien, de la observación de daños causados sobre edificaciones perteneciente a zonas afectadas por terremotos, cuyo tratamiento estadístico basado en aspectos empíricos y subjetivos definen la llamada vulnerabilidad observada.

Para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones individuales, es necesario un estudio detallado que permita conocer la susceptibilidad de la edificación de sufrir un determinado nivel de daño para un movimiento sísmico. Estos estudios, generalmente se basan en la comparación de la capacidad resistente de la edificación con la demanda. La demanda es una representación de la acción sísmica y la capacidad es una representación de la posibilidad que tiene la estructura de resistir la demanda sísmica, manteniendo un desempeño compatible con el nivel de respuesta esperado; es decir, una medida de los daños esperados. De manera que, la *acción sísmica* y el *daño sísmico*, constituyen los elementos fundamentales para la caracterización de la vulnerabilidad sísmica. (Barbat 1998).

2.3. Definición de términos básicos

Vivienda.

Se considera una vivienda a cualquier recinto, separado e independiente, construido o adaptado para el albergue de personas. Las viviendas se clasifican en particulares o colectivas, teniendo en cuenta el tipo de hogar que las ocupa. (INDECI 2006).

Vulnerabilidad.

Se entiende por vulnerabilidad la susceptibilidad al daño que tienen los elementos expuestos a un determinado peligro. (INDECI 2006)

Material predominante

La referencia a "predominante" corresponde al material hallado en mayor proporción en los pisos, paredes exteriores y cubierta exterior del techo de la vivienda. Si existieran dos tipos de materiales en la misma proporción se considera el de mejor calidad. (IPEC 2001).

Sismo

Es un fenómeno que se produce por el rompimiento repentino en la cubierta rígida del planeta llamada Corteza Terrestre. Como consecuencia se producen

vibraciones que se propagan en todas direcciones y que percibimos como una sacudida o un balanceo con duración e intensidad variables. (CENAPRED 2010)

Sacudida de la superficie terrestre por dislocación de la corteza; las fuentes pueden ser de varios tipos (tectónicas, volcánicas, explosiones, meteoritos, etc.), siendo las más comunes las tectónicas. También se le conoce como terremotos, temblores o movimientos telúricos. (IG/EPN 2007).

Evaluación de vulnerabilidad

Procesos sistemáticos de análisis de información sobre población, edificios, infraestructura, áreas geográficas seleccionadas para identificar quién, qué, con qué características y dónde son susceptibles a daños por efecto de amenazas. (USAID-OFDA.LAC 2009).

Tabla 2. Principales sismos ocurridos en el mundo, nacionales y locales.

AÑO	MUNDIALES	MAGNITUD	NACIONALES	MAGNITUD	LOCALES	MAGNITUD
2002	Gujarat, India	6,9	Ucayali	6,9		
2003	Argelia	5,8				
2004	Asia y África	8,9				
2005	Sumatra	8,7	Lamas	7,5		
2006	Isla Java, Indonesia	6,2	Cañete - Chincha	6,7		
2007			Pisco, Ica	8,0		
2008	Wenchuan, China	7,8	Callao	5,5		
2009	Italia	6,4	Pucallpa	6,4	Cajabamba, Cajamarca	4,7
2010	Haití	7,0	Pucallpa	7,0	Cutervo, Cajamarca	4,0
2011			Centro y sur del Perú	6,9		
2012			Centro y sur del Perú	6,4		
2013			Sur del Perú	7,1		
2014			Sur del Perú	8,2	Bagua Grande, Amazonas	4,7

CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación Geográfica.

La investigación se realizó en el casco urbano del Distrito de Namballe que se encuentra ubicado en la parte norte de la Provincia de San Ignacio, siendo sus coordenadas, geográficas: 5° 01' de latitud sur y 79° 06' 30" de longitud oeste, con una altitud de 704 m.s.n.m y como centro de gravedad del área delimitada como zona de estudio en las coordenadas UTM 9443996N, 708566E (Datum WGS 84 – Huso 17M)

El estudio se realizó entre los meses de Julio a Noviembre del 2014, en donde se evaluó la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del casco urbano de este Distrito.

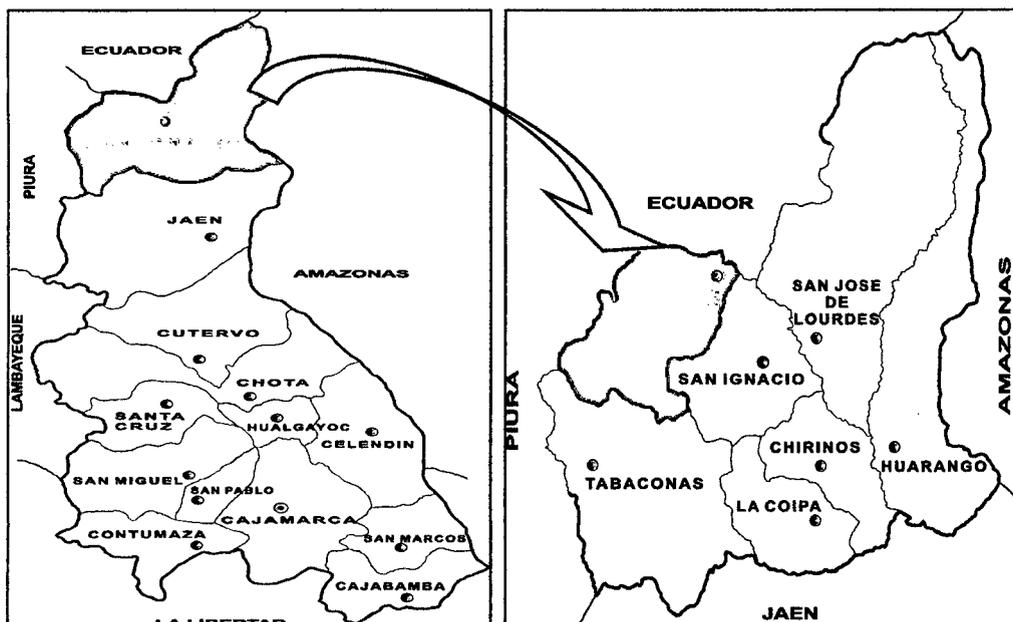


Figura 1. Ubicación del distrito de Namballe (ANEXO C-1)

3.2. Identificación y selección de las unidades de análisis

Las unidades de análisis del Proyecto de Investigación fueron las **Viviendas** del casco urbano de Namballe, San Ignacio – Cajamarca, para esto de las 200 viviendas se tomó una muestra representativa, dicha muestra se cálculo aplicando procedimientos estadísticos los cuales se muestran a continuación:

3.3. Muestra

Para determinar el tamaño de muestra se utilizaron las siguientes formulas:

$$n' = S^2 / V^2 \quad (1)$$

$$S^2 = p(1 - p) \quad (2)$$

$$V^2 = Se^2 \quad (3)$$

$$n = (n') / (1 + n' / N) \quad (4)$$

FUENTE: Vieytes (2004), Estrada (1994); Ruíz-Rosado (2006).

Dónde:

- n' : Muestra sin ajustar.
- S^2 : Varianza de la muestra.
- V^2 : Varianza de la población.
- n : Tamaño de la muestra.
- N : Tamaño de la población.
- P : Probabilidad de ocurrencia.
- Se : Nivel de desconfianza.
- Nc : Nivel de confianza.

Tabla 3. Parámetros estadísticos considerados en la determinación de la muestra.

POBLACIÓN	VALORES
S^2	0,0900
V^2	0,0025
n'	36,00
n	30,51
p	0,90
N	200
Se	0,05
Nc	0,95

De los datos obtenidos concluimos que para un nivel de confianza de 95%, nos conviene tomar una muestra de **31** viviendas.

2.4. Tipo de Investigación

El diseño de investigación aplicado en la investigación fue no experimental transversal descriptivo.

Según Kerlinger y Lee (2001) dicen que la investigación no experimental “es la búsqueda empírica y sistemática en la que el científico no posee control directo de las variables independientes, debido a que sus manifestaciones ya han ocurrido o debido a que son inherentemente no manipulables.

a. Procedimiento

Para nuestra investigación se realizó la aplicación de una ficha de verificación empleada por INDECI (ver anexo B) para determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas en caso de un sismo de gran magnitud, la cual nos permitió conocer las características y el tipo de construcción de las viviendas para con estos parámetros determinar el grado de vulnerabilidad sísmica.

Se procedió a pedir autorización a los propietarios de la zona en estudio en este caso el casco urbano del distrito de Namballe, previamente se informó sobre los propósitos de la investigación y el uso de los datos los cuales fueron manejados anónimamente.

De los datos obtenidos de la ficha de verificación, se pudo determinar el grado de vulnerabilidad de las viviendas de manera descriptiva.

b. Tratamiento, análisis de datos y presentación de resultados

Tratamiento de datos

La realización del análisis estadístico se realizó en gabinete utilizando el Software Microsoft Excel con el cual se realizó el procesamiento y manejo de los datos obtenidos de la ficha de verificación para viviendas en caso de sismos, elaborada por INDECI, con la finalidad de obtener los grados de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la zona de estudio.

Estos datos fueron escritos e interpretados, para posteriormente presentarlos en tablas y figuras que permitieron llegar a tener conclusiones confiables.

Presentación de resultados

Medición de la Vulnerabilidad sísmica.

La evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica se ha realizado en base a la ficha de verificación para viviendas elaborado por INDECI, en la que se puede establecer la vulnerabilidad sísmica en grados: bajo, medio, alto y muy alto.

Los resultados fueron representados mediante figuras elaboradas en gabinete luego de tener los resultados de la ficha de verificación.

CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados

La tabla 4, muestra los tipos de materiales con los que se encuentran construidas las viviendas del casco urbano en el distrito de Namballe lo cual permitió posteriormente medir el grado de vulnerabilidad sísmica.

Tabla 4. Tipos de materiales en las viviendas del casco urbano en el Distrito de Namballe.

cantidad de Viviendas	Tipos de material				total
	Adobe	albañilería confinada	Albañilería	Concreto armado	
total	15	15	1	0	31
Total (%)	48,39	48,39	3,22	0,00	100

Los resultados obtenidos de la tabla 4. Se representan mediante la figura 2.

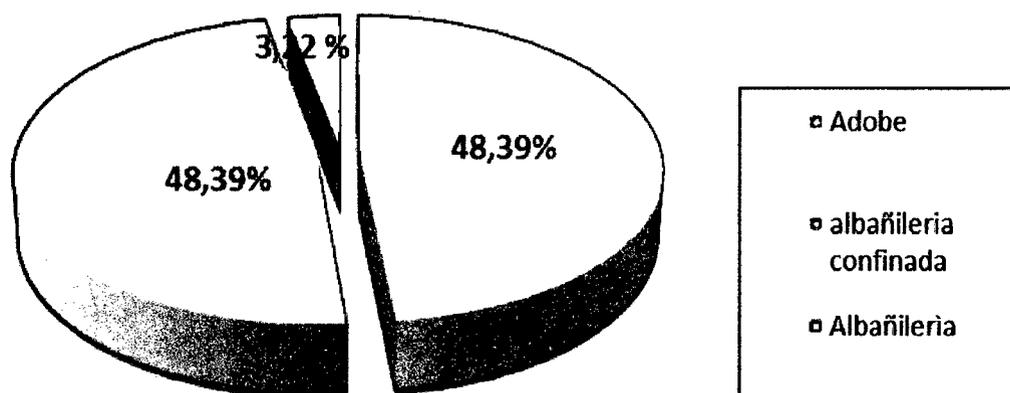


Figura 2. Tipos de materiales en las viviendas del casco urbano de Namballe

Como se muestra en la figura 2, del total de las viviendas 48,39% presentan materiales de adobe, lo cual nos indica que ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, el 48,39% de éstas son altamente probables a colapsar.

La tabla 5. Muestra la calidad de construcción de las viviendas ya que la participación de un ingeniero civil en las diferentes etapas de la construcción es muy importante para reducir los grados de vulnerabilidad sísmica.

Tabla 5. Participación de Ingeniero civil en la construcción de las viviendas del casco urbano en el Distrito de Namballe.

cantidad de Viviendas	participación de ingeniero civil				total
	no	solo construcción	solo diseño	si totalmente	
total	20	0	7	4	31
Total (%)	64,52	0,00	22,58	12,90	100

Los resultados obtenidos en la tabla 5. Fueron presentados mediante la figura 3.

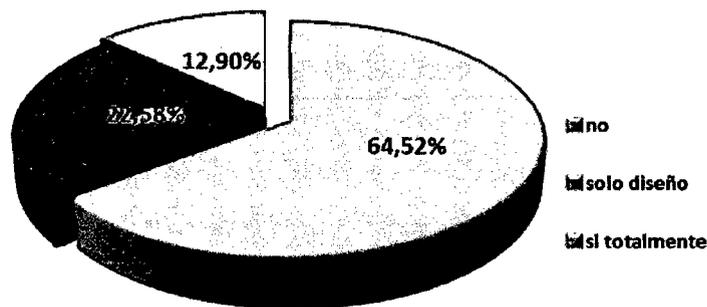


Figura 3. Participación de un ingeniero civil en diseño y/o construcción

Los resultados mostrados en la figura 3, revelan que un 64,52% de las viviendas, han sido construidas informalmente o con el apoyo de obreros de construcción, sin el asesoramiento técnico de profesionales. Por lo que presentan una vulnerabilidad Alta a Muy Alta ante la ocurrencia de sismo de gran magnitud.

Tabla 6. Antigüedad de las viviendas del casco urbano en el Distrito de Namballe.

antigüedad de las viviendas					
cantidad de Viviendas	de 50 años a mas	de 20 a 49 años	de 3 a 19 años	de 0 a 2 años	total
total	0	7	16	8	31
Total (%)	0,00	22,58	51,61	25,81	100

Los resultados obtenidos en la tabla 6. Se representan mediante grafico de barras en la figura 4.

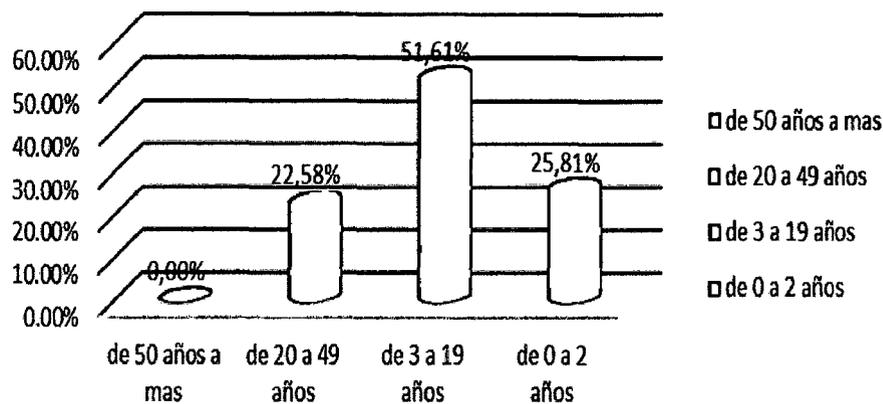


Figura 4. Antigüedad de las viviendas en el casco urbano del distrito de Namballe

El 51,61% de las viviendas en el casco urbano de Namballe tienen una antigüedad comprendida entre 3 y 19 años, por lo que se considera que tienen una vulnerabilidad media, Siendo el tiempo útil de vida de las viviendas de 50 años.

La Tabla 7. Muestra los tipos de suelos en el que se encuentran construidas las viviendas ya que esto permitirá pos posteriormente medir el grado de vulnerabilidad sísmica.

Tabla 7. Tipo de suelo en la que se encuentran construidas las viviendas.

cantidad de Viviendas	tipo de suelo			total
	arena de gran espesor	granular fino y arcilloso	suelos rocosos	
total	18	12	1	31
Total (%)	58,06	38,71	3,23	100

De la tabla 7. Se obtuvo que el tipo de suelo que predomina son las arenas de gran espesor estos datos fueron tomados con observación directa ya que en la ficha de verificación se requiere las propiedades físicas y no mecánicas del suelo por lo que no es necesario un estudio de suelos. Los resultados se representaron mediante grafico de barras en la figura 5.

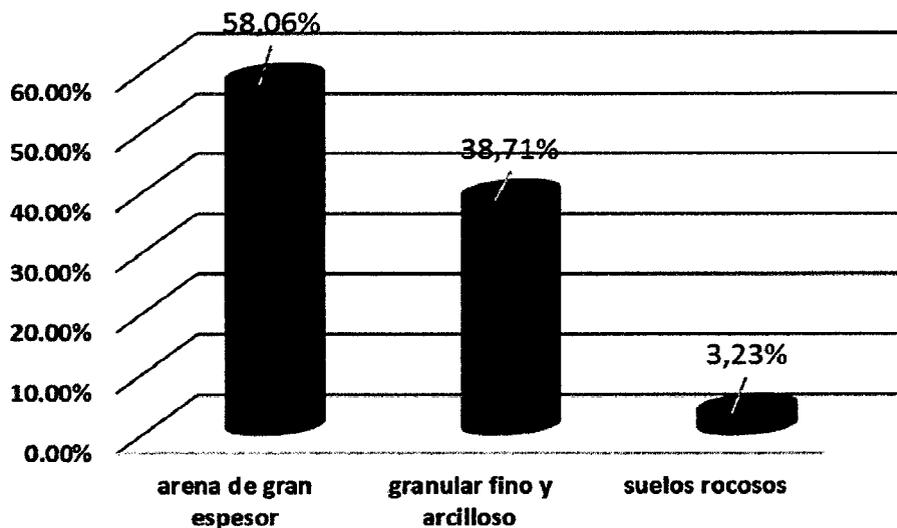


Figura 5. Tipos de suelo en el casco urbano del distrito de Namballe

La figura 5 revela que el 58,06% de las viviendas, están asentadas sobre terreno de estratos arenosos de gran espesor, lo que significa que las viviendas son vulnerables ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud.

La Tabla 8. Muestra la topografía del terreno en el que se encuentran construidas las viviendas.

cantidad de Viviendas	topografía del terreno de la vivienda				total
	mayor a 45%	entre 45% y 20%	entre 20% y 10%	hasta 10%	
total	0	0	7	24	31
Total (%)	0,00	0,00	22,58	77,42	100

De la tabla 8. Se obtuvo que la topografía del terreno donde se encuentran construidas las viviendas es, de (entre 20% y 10%) 22,58% y (hasta 10%) 77,42%. De esto se deduce que el terreno donde se ubican las viviendas en su gran parte es una topografía plana, los resultados fueron representados mediante barras en la figura 6.

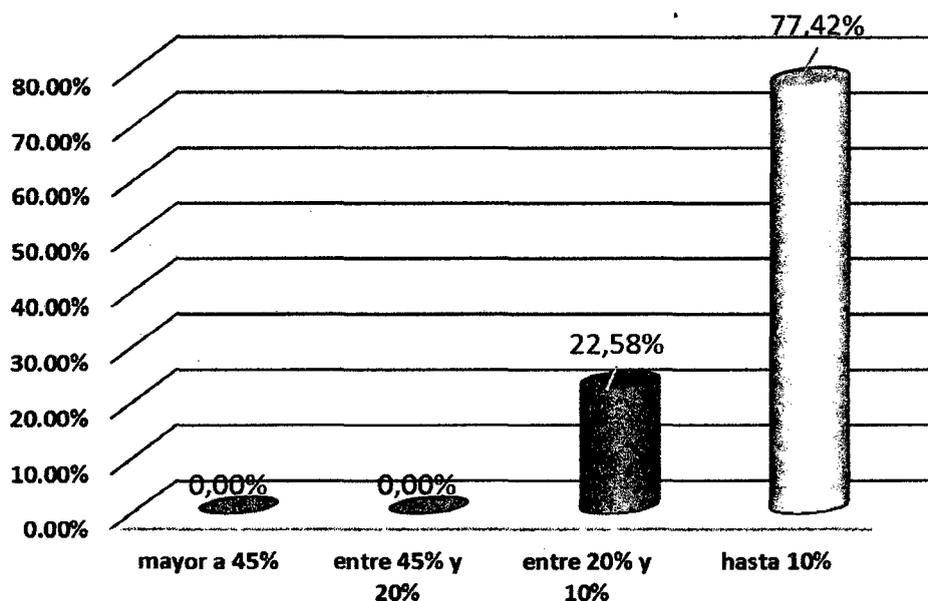


Figura 6. Topografía del terreno donde se encuentran construidas las viviendas.

El 77,42% de las viviendas, se encuentran en terrenos con pendiente plana o ligera, por lo cual indica que la vulnerabilidad sísmica por este indicador es baja.

La tabla 9. Muestra el regular estado de los principales elementos estructurales que se pueden observar en las viviendas.

Tabla 9. Principales elementos estructurales observados.

Principales elementos estructurales que se observa en las viviendas					
cantidad de Viviendas	muro	cimiento	vigas	techos	total
total	7	0	14	10	31
Total (%)	22,58	0,00	45,16	32,26	100

De la tabla 9. Se obtuvo que en las viviendas se puede observar que los elementos estructurales conservados en regular estado son las vigas en 45,16%, los resultados obtenidos fueron representados mediante figura 7.

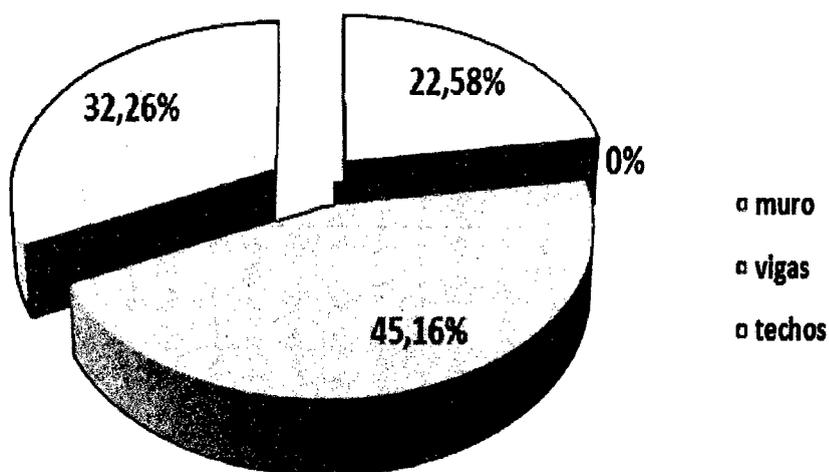


Figura 7. Principales elementos estructurales que se observa en las viviendas

La tabla 10. Muestra otros factores que afectan la vulnerabilidad sísmica de las viviendas ya que esto permitirá posteriormente medir el grado de vulnerabilidad sísmica.

Tabla 10. Otros factores que afectan la vulnerabilidad

Otros factores que afectan la vulnerabilidad en las viviendas					
cantidad de Viviendas	Humedad	Debilitamiento por sobrecarga	Cargas laterales	No aplica	total
total	1	1	4	25	31
Total (%)	3,23	3,23	12,90	80,64	100

De la tabla 10. Se obtuvo que en las viviendas no fue posible la aplicación de esta sección de la ficha de verificación en un 80,64%, debido a que no se pudo observar a detalle los elementos estructurales, Los resultados fueron expresados mediante la figura 8.

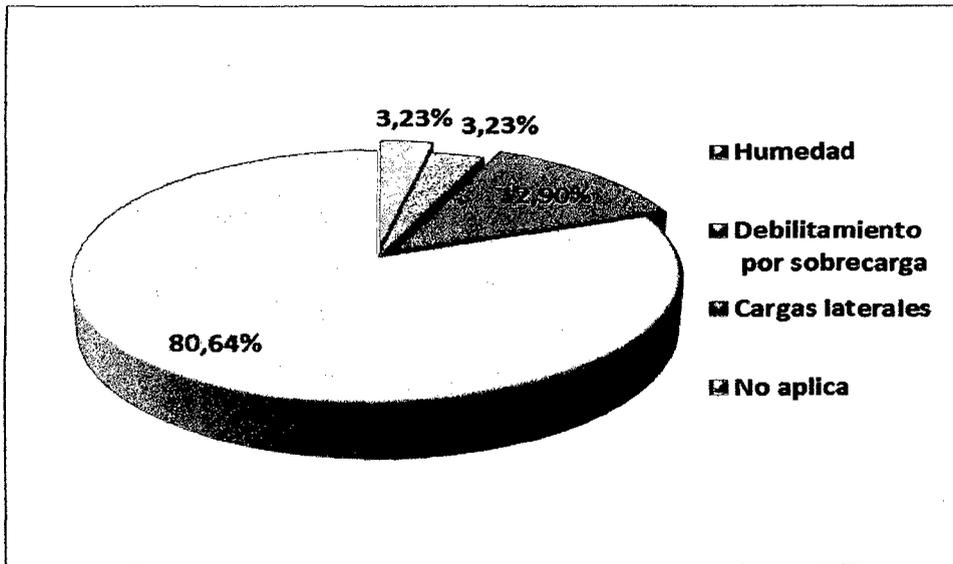


Figura 8. Otros factores que afectan la vulnerabilidad.

Valor de la Vulnerabilidad

La Tabla 11. Muestra la sumatoria de los valores grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas del casco urbano en el distrito de Namballe extraídos de la ficha de verificación.

Tabla 11. Puntaje de la sumatoria de los valores de vulnerabilidad

n° vivienda	puntaje según la ficha de verificación													total	
01	4	4	3	3	1	1	1	1	4	1	2	0	-	=	25
02	3	4	2	3	1	1	1	1	4	1	1	4	-	=	26
03	4	4	3	3	2	2	1	1	1	4	3	4	-	=	32
04	4	4	3	3	2	2	1	1	1	4	3	4	-	=	32
05	4	4	3	3	1	1	1	1	4	1	2	4	-	=	29
06	2	4	2	3	1	1	1	1	1	4	1	1	-	=	22
07	4	4	2	3	1	1	1	1	4	1	2	4	-	=	28
08	2	4	2	3	1	1	1	1	1	4	1	1	-	=	22
09	4	4	3	3	1	1	1	1	1	1	2	4	-	=	26
10	2	3	2	3	1	1	1	1	1	4	1	1	-	=	21
11	2	3	2	3	1	1	4	1	4	1	1	0	-	=	23
12	2	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	-	=	15
13	4	4	2	2	2	2	1	1	4	1	2	4	-	=	29
14	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	-	=	13
15	4	4	2	3	1	1	1	1	4	1	1	0	-	=	23
16	4	4	3	2	2	2	1	1	1	1	2	0	-	=	23
17	2	4	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	-	=	16
18	4	4	2	2	1	1	1	1	1	1	2	0	-	=	20
19	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	0	-	=	14
20	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	-	=	13
21	4	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	-	=	19
22	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	-	=	14
23	4	4	2	2	2	2	1	1	1	1	2	0	-	=	22
24	2	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	-	=	18
25	4	4	2	2	2	2	1	1	1	1	2	0	-	=	22
26	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	0	-	=	14
27	2	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	0	-	=	16
28	2	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	-	=	17
29	2	3	2	3	1	1	1	1	1	1	1	0	-	=	17
30	4	4	2	3	1	1	1	1	1	1	1	0	-	=	20
31	4	4	3	3	1	1	1	1	1	1	2	0	-	=	22

La tabla 12. Muestra la clasificación del grado de vulnerabilidad sísmica obtenido con los valores de la tabla 11 y clasificados con la tabla 1.

Vivienda	Σ del nivel de vulnerabilidad	Nivel de vulnerabilidad
1	25	MUY ALTO
2	26	MUY ALTO
3	32	MUY ALTO
4	32	MUY ALTO
5	29	MUY ALTO
6	22	ALTO
7	28	MUY ALTO
8	22	ALTO
9	26	MUY ALTO
10	21	ALTO
11	23	ALTO
12	15	MODERADO
13	29	MUY ALTO
14	13	BAJO
15	23	ALTO
16	23	ALTO
17	16	MODERADO
18	20	ALTO
19	14	BAJO
20	13	BAJO
21	19	ALTO
22	14	BAJO
23	22	ALTO
24	18	ALTO
25	22	ALTO
26	14	BAJO
27	16	MODERADO
28	17	MODERADO
29	17	MODERADO
30	20	ALTO
31	22	ALTO

La Tabla 13. Muestra en resumen el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas del casco urbano de Namballe, luego de haber realizado el llenado de la ficha de verificación y clasificado de acuerdo a la tabla 1.

Tabla 13. Resumen de la vulnerabilidad sísmica.

Resumen de la vulnerabilidad					
nivel vulnerabilidad	MUY ALTO	ALTO	MODERADO	BAJO	total
total	8	13	5	5	31
Total (%)	25,81	41,93	16,13	16,13	100

De la tabla 13. Se obtuvo los siguientes resultados grados de vulnerabilidad sísmica, muy alto 25,81%, alto 41,93%, moderado y bajo 16,13 %, los resultados fueron representados mediante la figura 9.

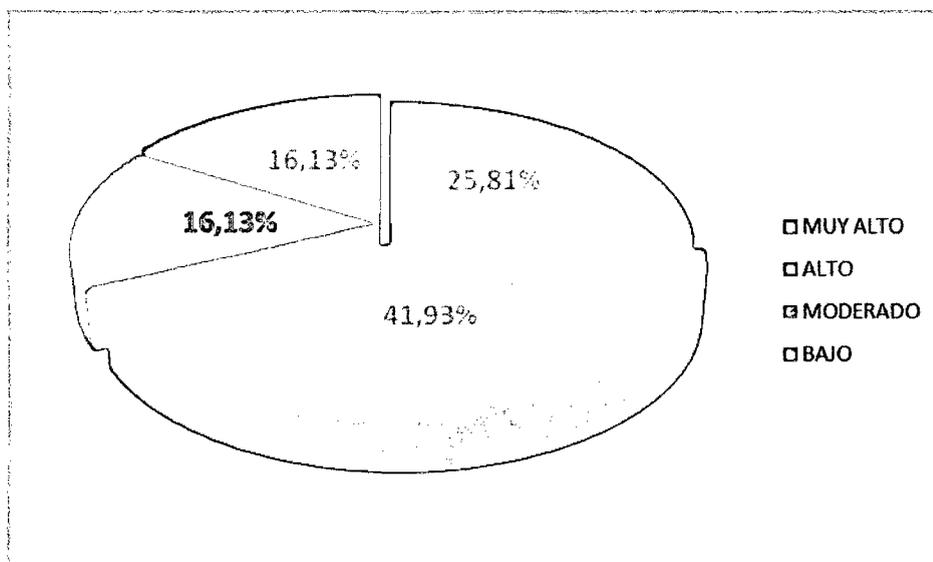


Figura 9. Valor de la vulnerabilidad sísmica

Haciendo un desagregado de las cantidades obtenidas, tenemos que en el 41,93% de las viviendas en el casco urbano de Namballe presentan un grado de vulnerabilidad alta. Indicando la gravedad de las construcciones en el distrito y su capacidad de respuesta ante un sismo de gran magnitud.

4.2. Discusión de resultados

El grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas en el casco urbano de Namballe, es de 25,81% un grado de vulnerabilidad muy alto, 41,93% presentan un grado de vulnerabilidad alto; 16,13% presentan un grado de vulnerabilidad moderado y bajo, estos valores son debido a los diferentes factores que afectan la vulnerabilidad sísmica de las viviendas. Comparando con los resultados obtenidos del estudio realizado en San Juan, Argentina por (Nora E, Espinoza M; 2000). Se puede observar que los grados de vulnerabilidad sísmica muy alto solo difieren en 5,81%; el grado de vulnerabilidad sísmica alto en 21.94%.

De los tipos de materiales, estado de conservación y antigüedad de las viviendas del casco urbano de Namballe, en la tabla 4. Se obtuvo que el 48,39% son de adobe, el 48,39% son de albañilería confinada y 3,22% de albañilería; en la tabla 6. Se determinó que las viviendas tienen una antigüedad de 20 a 49 años 22,58%, de 3 a 19 años 51,61% y de 0 a 2 años 25,81%, predominando las viviendas de 3 a 19 años. Se pudo comparar los resultados con los datos

obtenidos en la investigación realizada por (Huayama 2013) en la que encontró que el 78% de viviendas están construidas de adobe, así mismo se verificó que las viviendas de albañilería confinada y adobe tienen más presencia en el casco urbano de Namballe.

Se determinó el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas del casco urbano de Namballe dando como resultado que las viviendas presentan un alto grado de vulnerabilidad sísmica.

Al contrastar la hipótesis planteada con la hipótesis de la investigación donde se formula que el ochenta por ciento de las viviendas en el casco urbano de Namballe tienen un alto grado de vulnerabilidad sísmica; existe que la vulnerabilidad sísmica obtenida en la investigación es el 41,93% alta; esto se debe a los pobladores construyen sus viviendas sin la participación de un ingeniero civil.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- 1. El estudio revela que el 25,81% de viviendas presentan un grado de vulnerabilidad muy alto, 41,93% presentan un grado de vulnerabilidad alto, 16,13% presentan un grado de vulnerabilidad moderado y bajo, debido a que gran parte de las viviendas están edificadas de material de adobe y albañilería, sumándole a esto la no participación de un ingeniero civil en las diferentes etapas de la construcción.**
- 2. El 48,39% de las viviendas están construidas con material de adobe, 48,39% de albañilería confinada y 3,22% de albañilería. El 64,52% de las viviendas no tuvieron la participación de un ingeniero civil, lo cual hace que las viviendas presenten un nivel de vulnerabilidad alto, pues fueron construidas sin la contribución de ningún código de diseño sísmico, haciéndolas vulnerables ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud.**
- 3. Al evaluar las viviendas del casco urbano en el distrito de Namballe se obtuvo que el 41,93% presentan un alto grado de vulnerabilidad sísmica; lo que significa que un promedio de 640 personas se encuentran en riesgo si ocurriera un sismo de gran magnitud.**

5.2. Recomendaciones

- 1. La Municipalidad distrital de Namballe, debe poner énfasis mediante su oficina de defensa civil en realizar simulacros y brindar las facilidades a los ciudadanos para que estos logren construir sus viviendas de una forma antisísmica.**
- 2. Se recomienda realizar un estudio de suelos de todo el casco urbano del distrito de Namballe y así mismo realizar una zonificación sísmica.**
- 3. Los habitantes del casco urbano del distrito de Namballe deben tomar conciencia al momento de construir y pedir el apoyo con la asistencia técnica a la municipalidad, para así poder evitar La pérdida de vidas humanas ante un eventual sismo de gran magnitud.**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil), Estudio para determinar el nivel de vulnerabilidad física ante la posible ocurrencia de un sismo de gran magnitud. Lima 2006 (en línea).
- AIJ; Architectural institute of Japan. Relación entre la ingeniería civil y la AIJ. Tomado de la red mundial en el 2001. <http://www.aij.or.jp>.1998.
- OPS/Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud/2002.
- Sarria M; A. 1995. Ingeniería sísmica. Universidad de los Andes. ECOE ediciones. Bogotá D.C
- EC-SERGISAI (1998) "Seismic Risk evaluation through integrated use of geographical Information system and Artificial Intelligence technoloques.
- Dolce M (1994) "Report of the EAEE working Group 3: Vulnerability and Risk Analisis". Rotterdam.
- Nora E, Espinoza M, (2000). Vulnerabilidad Sísmica en la Ciudad. Un Desafío a enfrentar en la Planificación Urbana. Venezuela.
- Hernández, M. (2002). Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas. UPC. Documento en línea. Disponible en: <http://www.tdx.cat/TDX-0731102-15453>.
- Safina S. 2003. Tesis doctoral: Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de contribución al riesgo sísmico. Universidad politécnica de Cataluña. Barcelona.
- Huayama Torres, A. 2013. Tesis de grado. Evaluación del nivel de riesgos de desastres en viviendas de la localidad de Santa Cruz, Distrito de Bellavista, Jaén – Cajamarca. Perú
- Grünthal, G (1998), "European Macroseismic Scale 1998. EMS-98", Conseil de L'Europe, Cahiers ducentre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Vol. 15
- Sandi, H. 1986. Vulnerability and risk analysis for individual structures and systems. Proceeding of the Eight European Conference on Earthquake Engineering, 8EECE. Vol. 7, Topic 2. Lisboa.
- UNDRO (United Nations Disaster Relief Co-ordinator). Natural disasters and vulnerability analysis. Report of expert group, 1979.
- Dolce, M. 1994. "Vulnerability and Risk Analysis", Report of the Working Group of the European Association for Earthquake Engineering, Proceedings of the 10th ECEE, Viena, Austria.
- Cardona, O.D. 1990: "Proyecto Integral de Mitigación del Riesgo Sísmico Urbano: Metodologías y Estrategia para su Coordinación y Manejo en Colombia", Revista Geofísica, Instituto Panamericano de Geografía e Historia, No.33, Julio-Diciembre.
- IPEC, Instituto Provincial de Estadística y Censos, Conceptos y definiciones censales censo nacional de población Santa Fe, Argentina 2010 (en línea). Consultado 10 feb. 2013.

ANEXOS

ANEXO A - PANEL FOTOGRÁFICO

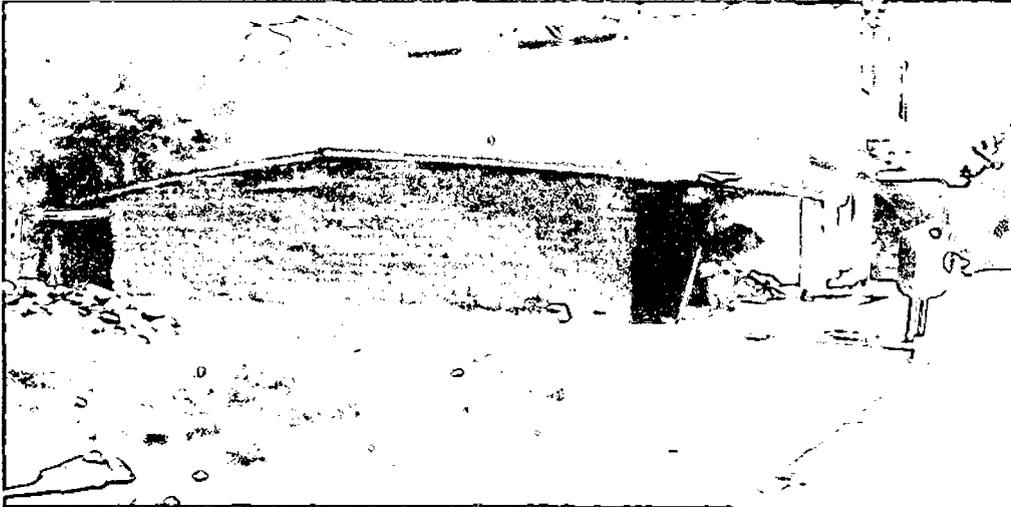


Figura 10. Vista de vivienda de material de albañilería confinada y otra de adobe, en la cual se puede apreciar que la vivienda de adobe no cuenta con un correcto diseño estructural ya que no existen columnas ni vigas, poniendo en serio riesgo a sus habitantes.



Figura 11. Vista de vivienda de material de adobe en mal estado, poniendo en serio riesgo a sus habitantes.

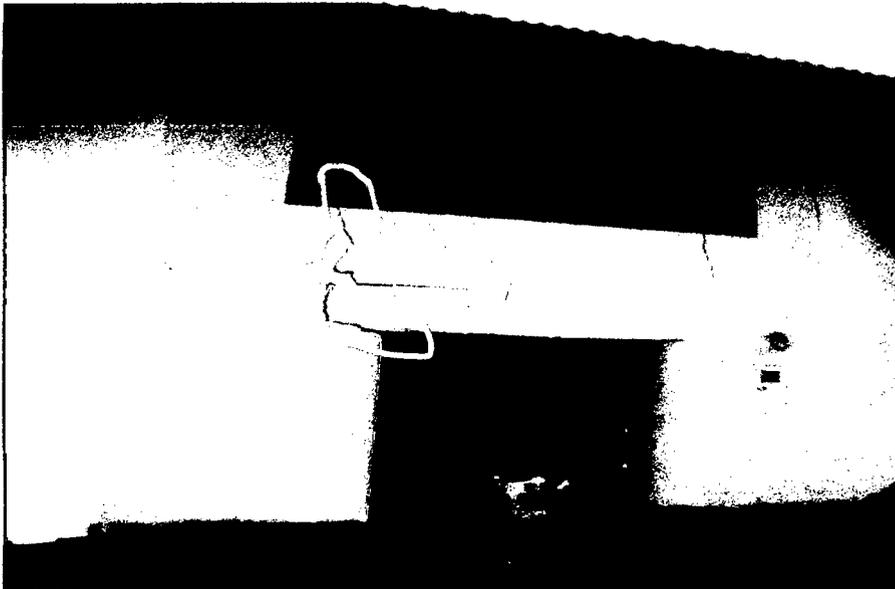


Figura 12. Vista de vivienda de material de adobe con fisuras producida por soportar una carga excesiva.



Figura 13. Vista de vivienda de adobe la cual presenta humedad en los cimientos debido a que la zona presenta una topografía entre 2% a 10% lo cual la hace inundable.

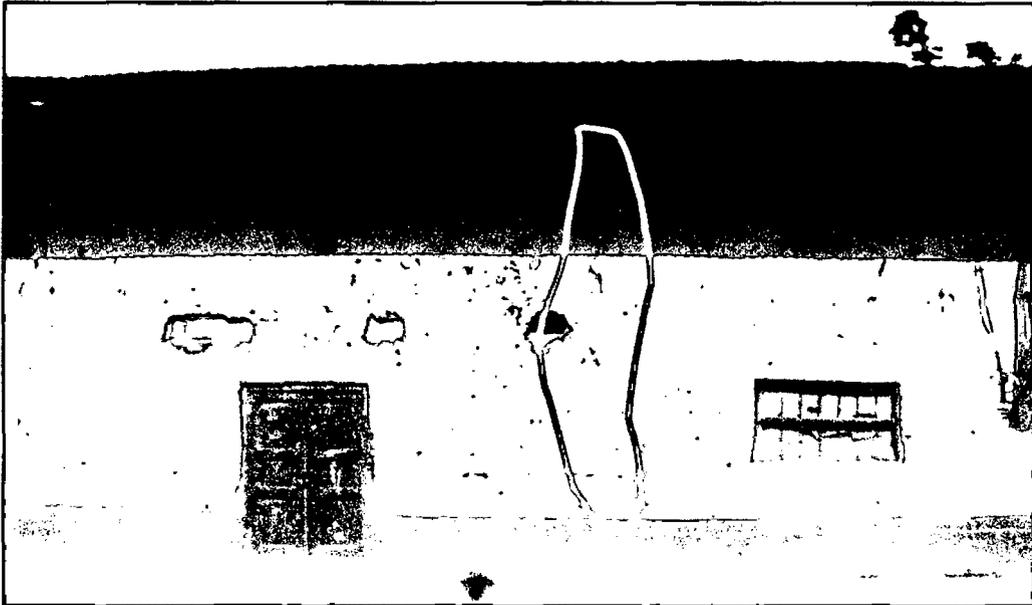


Figura 14. Vista de vivienda de adobe la cual presenta grietas en los muros debido a asentamientos diferenciales en el suelo.



Figura 15. Vista de vivienda de albañilería construida con asesoramiento técnico.



Figura 16. Vista de vivienda de albañilería donde se aprecia la mala estructuración debido a que fue construida por el mismo propietario.



Figura 17. Vista de la avenida binacional donde se ve una vivienda de albañilería que se construye sin señalización esto debido a que es construida por el mismo propietario.

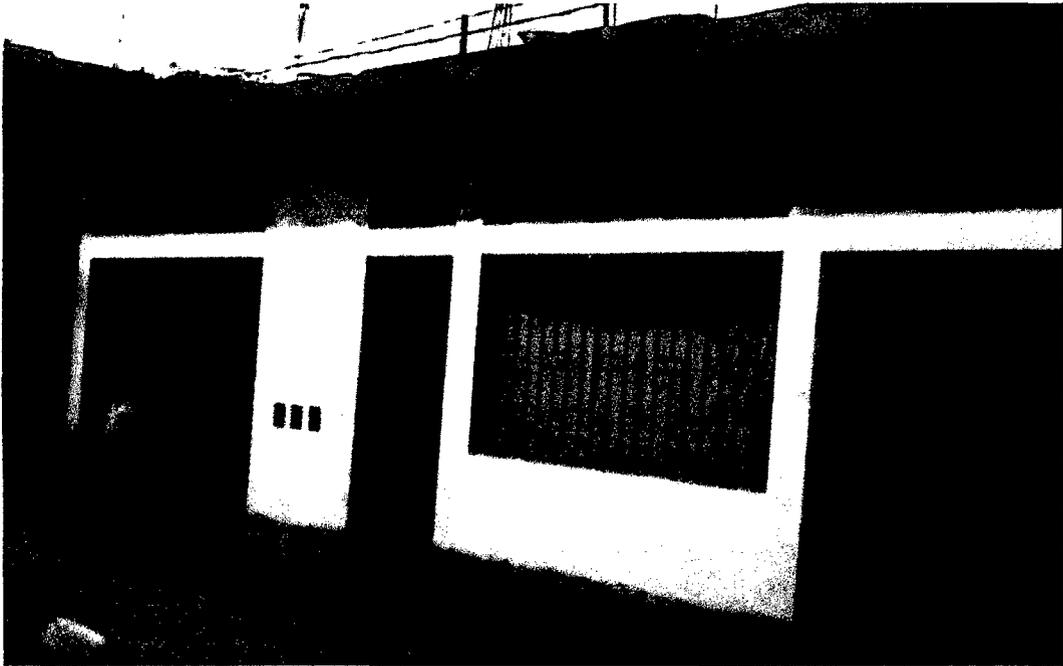


Figura 18. Vista donde se observa la vivienda de albañilería que fue construida con asesoramiento técnico.

ANEXO B (GUÍA DE OBSERVACIÓN)
ANEXO C (PLANOS)

