

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - SEDE JAÉN



EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES  
EN EL SECTOR LOS AROMOS, JAÉN- CAJAMARCA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Presentada por:

BACH. ROSITA LEIDY GUEVARA PINEDO

Asesor:

ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO

JAÉN – CAJAMARCA – PERÚ

2017

Dedicatoria:

Este trabajo de investigación va dedicado, en primer lugar a Dios, el ser que guía mi vida, que sin él no sería nada. A mi madre, que ha estado conmigo en todo momento, apoyándome de manera incondicional, porque sin ella este día no sería posible.

## INDICE

Ítem	Página
Dedicatoria .....	ii
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRAC .....	viii
<b>CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
2.1 Antecedentes teóricos .....	4
2.1.1 Internacionales .....	4
2.1.2 Nacionales .....	5
2.1.3 Locales .....	6
2.2 Bases Teóricas .....	7
2.2.1 Vulnerabilidad sísmica .....	7
2.2.1.1 Estratificación de la vulnerabilidad.....	7
2.2.2 Peligro .....	8
2.2.2.1 Clasificación de los peligros.....	9
2.2.2.2 Estratificación del peligro .....	9
2.2.2.3 Peligro sísmico .....	11
2.2.3 Zonificación en el Perú .....	13
2.2.4 Zona sísmica de la ciudad de Jaén .....	14
2.2.5 tipos de suelos .....	15
2.2.6 Suelos en la ciudad de Jaén .....	17
2.2.6.1 Geología .....	17
2.2.6.2 Microzonificación Geotectónica .....	17
2.2.6.3 Suelos expansivos .....	18
2.2.6.4 Licuación de suelos.....	20
2.3 Definición de términos básicos .....	22
<b>CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>24</b>
3.1 Ubicación geográfica .....	24
3.2 Metodología empleada .....	27

3.2.1 Ficha de verificación .....	27
3.2.2 Guía de observación .....	35
3.2.3 Materiales y métodos .....	37
3.2.3.1 Selección y tamaño de la muestra .....	37
3.3 Tratamiento, análisis de datos y presentación de resultados. ....	38
3.3.1 Análisis de datos .....	38
3.3.2 Tratamiento de los datos .....	39
<b>CAPITULO IV. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....</b>	<b>40</b>
4.1 Resultados del trabajo de campo .....	40
4.1.1 Niveles de las viviendas .....	40
4.1.2 Ubicación de viviendas.....	40
4.1.3 Viviendas sin junta sísmica y losas a desnivel...	41
4.1.4 Tabiquería no arriostrada .....	41
4.1.5 Proceso constructivo sin asesoramiento técnico	42
4.1.6 Viviendas construidas con diferentes materiales	42
4.1.7 Armaduras expuestas y corroídas .....	43
4.1.8 Debilitamiento de elementos estructurales .....	44
4.1.9 Viviendas mal estructuradas.....	44
4.1.10 Muros portantes y no portantes de ladrillo pandereta	45
4.2 Resultados del trabajo de Gabinete .....	46
4.2.1 Características de las viviendas .....	46
4.2.2 Determinación del nivel de Vulnerabilidad sísmica	48
4.2.2.1 Vulnerabilidad Sísmica.....	52
4.2.3 Estimación del peligro sísmico .....	54
4.2.3.1 Peligro Sísmico .....	54
4.3 Discusión de resultados .....	57
4.3.1 Vulnerabilidad Sísmica .....	57
4.3.2 Peligro Sísmico .....	58
<b>CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>59</b>
5.1 Conclusiones .....	59
5.2 Recomendaciones .....	60

<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>61</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>63</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Titulo</b>	<b>Página</b>
Tabla 1. Estrato, descripción y valor de la vulnerabilidad .....	8
Tabla 2. Estrato, descripción y valor de las zonas de peligro .....	10
Tabla 3. Valores de los parámetros del peligro sísmico .....	11
Tabla 4. Rango de valores para el cálculo del peligro sísmico .....	12
Tabla 5. Combinaciones de peligro sísmico .....	13
Tabla 6. Ubicación de Jaén según zonas sísmicas .....	14
Tabla 7. Valores del nivel de confianza .....	38
Tabla 8. Tipo de sistemas constructivos .....	47
Tabla 9. Materiales predominantes en las viviendas .....	48
Tabla 10. Tipos de suelos existentes .....	49
Tabla 11. Pendiente del terreno de las viviendas .....	50
Tabla 12. Principales elementos estructurales que se observa en las viviendas .....	51
Tabla 13. Nivel de vulnerabilidad sísmica de cada vivienda .....	53
Tabla 14. Resumen del nivel de vulnerabilidad Sísmica .....	53
Tabla 15. Resumen de los parámetros del Peligro Sísmico .....	55
Tabla 16. Nivel de Peligro Sísmico de cada vivienda .....	56
Tabla 17. Resumen del nivel de Peligro Sísmico .....	56

## INDICE DE FIGURAS

<u>Ítem</u>	<u>Página</u>
Figura 1. Clasificación de los principales peligros .....	9
Figura 2. Zonas sísmicas en el Perú .....	14
Figura 3. Suelos expansivos .....	19
Figura 4. Licuación de suelos .....	21
Figura 5. Ubicación geográfica de los Aromos .....	24
Figura 6. Ubicación del Sector de Estudio .....	25
Figura 7. Ubicación de las viviendas evaluadas .....	26
Figura 8. Viviendas propensas a inundaciones .....	40
Figura 9. Viviendas sin Junta Sísmica y losas a desnivel .....	41
Figura 10. Viviendas con Tabiquería no Arriostrada .....	41
Figura 11. Mano de obra sin orientación técnica .....	42
Figura 12. Viviendas construidas por etapas con diferentes Tipos de Materiales .....	43
Figura 13. Armaduras expuestas y corroídas .....	43
Figura 14. Debilitamiento de elementos Estructurales.....	44
Figura 15. Viviendas Irregulares.....	45
Figura 16. Vivienda construida con Ladrillo Pandereta .....	46
Figura 17. Sistemas constructivos usados en las viviendas .....	47
Figura 18. Materiales predominantes en las viviendas .....	48
Figura 19. Tipos de suelos de las viviendas del sector los aromos ...	49
Figura 20. Topografía del terreno de las viviendas .....	50
Figura 21. Principales elementos estructurales en buen estado que se observa en las viviendas .....	51
Figura 22. Vulnerabilidad Sísmica .....	54
Figura 23. Peligro Sísmico .....	57

## RESUMEN

En la ciudad de Jaén, en el sector Los Aromos, debido al acelerado crecimiento urbano, la Población construye sus viviendas en zonas no adecuadas, vulnerables a la acción sísmica, exponiéndose hacia los daños causados por los sismos. Por encontrarse parte del departamento de Cajamarca y por ende la ciudad de Jaén en zona sísmica 2, el principal peligro que amenaza al sector Los Aromos es la ocurrencia de un sismo de gran magnitud. Es por eso que se investigó el sector, para determinar el nivel de vulnerabilidad y peligro sísmico que presentan sus edificaciones. Para ello se procedió a realizar el llenado de una ficha técnica y una guía de observación para obtener las características de las viviendas. Luego de ello se procesó la información en gabinete, mediante cuadros estadísticos y comparativos que nos permitió determinar el estado en que se encuentra el sector. Terminado el procesamiento de datos se obtuvo que el 68% de las viviendas presenta vulnerabilidad sísmica moderada, el 24% vulnerabilidad sísmica alta y el 8% vulnerabilidad sísmica baja; el 84% de las viviendas presenta peligro sísmico medio, el 16% peligro sísmico bajo y ninguna vivienda presenta peligro sísmico alto. Se concluye que las viviendas del sector Los Aromos presentan un nivel de vulnerabilidad sísmica entre media a alta, debido a que fueron construidas de manera informal y sin el asesoramiento técnico de un profesional calificado.

**Palabras claves:** Vulnerabilidad, peligro, sismo, edificación, autoconstrucción,



## ABSTRACT

In the city of Jaén, in the Los Aromos sector, due to the rapid urban growth, the population builds their houses in areas that are not suitable, vulnerable to seismic action, exposing themselves to the damages caused by earthquakes. As part of the department of Cajamarca and therefore the city of Jaén in seismic zone 2, the main danger that threatens the sector Los Aromos is the occurrence of a major earthquake. That is why the sector was investigated, to determine the Level of vulnerability and seismic hazard presented by their buildings. For this purpose, a technical file and an observation guide were used to obtain the characteristics of the dwellings. After that the information in the cabinet was processed, using statistical and comparative tables that allowed us to determine the state of the sector. After completing the data processing, it was obtained that 68% of the dwellings present moderate seismic vulnerability, 24% high seismic vulnerability and 8% low seismic vulnerability; 84% of the homes present medium seismic hazard, 16% low seismic hazard and no housing presents high seismic hazard. It is concluded that the houses of the sector Los Aromos present a level of seismic vulnerability between medium to high, because they were built informally and without the technical advice of a qualified professional.

**Keywords:** Vulnerability, danger, earthquake, building, self-construction,

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

Las ciudades que se encuentran en zonas de amenazas sísmicas intermedias, han crecido de una forma incontrolable, aumentando el riesgo de sufrir grandes pérdidas en vidas humanas y materiales como consecuencia de un sismo. Los desastres naturales presentados en todo el mundo, dejan evidencia que los programas de prevención y mitigación de desastres no se han aplicado correctamente. Determinar la vulnerabilidad sísmica en una zona urbana es una herramienta muy útil para la planificación.

Considerando el nivel de vulnerabilidad y peligro sísmico de las edificaciones del sector los aromos de la ciudad de Jaén, Cajamarca, según hipótesis el 50% de las edificaciones están expuestas a un alto nivel de vulnerabilidad sísmica.

Conocer la vulnerabilidad y su causa en la zona en estudio es muy importante; para saber el grado de peligro al que se exponen los habitantes de las construcciones existentes e informar a la población las zonas con mayor peligro y vulnerabilidad sísmica para que eviten construir sus viviendas en esas zonas que posteriormente estarían expuestas al colapso de las mismas.

Con los resultados obtenidos informar a la población para que tomen precauciones reforzando sus viviendas, y así reducir o minimizar los daños que se ocasionarían con la presencia de un sismo de elevada magnitud.

El estudio está delimitado a la zona de los aromos de la ciudad de Jaén .El presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad de obtener

resultados que se tengan en cuenta y sean utilizados por la población del sector los aromos de Jaén, Cajamarca

Los resultados y la información obtenida estarán al alcance de los pobladores de dicho sector, así como de la municipalidad provincial de Jaén para que lo tenga en cuenta en las expansiones urbanas futuras, prevenir y mitigar daños ocasionados por sismos en este sector.

En la investigación se determinó el nivel de vulnerabilidad sísmica y el peligro sísmico de las edificaciones del sector los aromos .Se Identificó los tipos y sistemas constructivos más usados en las edificaciones del sector los aromos de la ciudad de Jaén, así como también se clasificó los tipos de suelos y finalmente se zonificó el área según el nivel de vulnerabilidad.

Este proyecto de investigación ha sido estructurado en cinco capítulos; el CAPÍTULO I desarrolla una breve introducción de la investigación, identificando la problemática, justificación e importancia del estudio de vulnerabilidad sísmica del sector los aromos.

En el capítulo II, Marco teórico se presenta en la primera parte antecedentes teóricos de trabajos de investigación relacionados al tema, en la segunda parte se desarrollan las bases teóricas, conceptos q sirvieron a la investigación. En la tercera parte y última de este capítulo se dan definiciones de términos básicos.

En el capítulo III, materiales y métodos se describe en primer lugar la ubicación geográfica del lugar de investigación, en segundo lugar el procedimiento que se realizó para obtener los datos de campo, técnicas e instrumentos, así como el tratamiento, procesamiento y análisis de datos que se realizó con las fichas de verificación. Finalmente se presentan los resultados

En el capítulo IV. Analizo y discuto los datos obtenidos. Finalmente en el capítulo V. se considera las conclusiones de la investigación, así como también algunas recomendaciones.

# CAPITULO II

## MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS

#### 2.1.1 Antecedentes Internacionales

La ciudad de Sincelejo Sucre no se encuentra exenta de estos problemas, debido a que no existen estudios que evidencien el estado de las estructuras. Es por eso, que surge la necesidad de hallar la vulnerabilidad sísmica del centro de Sincelejo y sus alrededores, por medio del método del índice de vulnerabilidad, para así determinar el daño esperado para diferentes aceleraciones sísmicas, utilizando como herramienta principal, la tecnología de sistema de información geográfica SIG, acompañados de un estudio de zonificación geotécnica y una completa información de las edificaciones a estudiar. Los resultados finales de este trabajo de investigación, muestran que un gran número de estructuras presentan problemas, tanto en el diseño arquitectónico y estructural, como en su construcción. Esto hace, que el método del índice de vulnerabilidad sea el más adecuado para el estudio, no solo por su trayectoria con buenos resultados en el mundo, sino también, por su economía con respecto a otras metodologías. (Caballero Guerrero, Álvaro Rafael, Colombia 2009)

¿Qué tan vulnerable es la mampostería estructural, en las viviendas de interés social de uno y dos pisos en Bogotá, cuando es sometida a cargas horizontales (acción sísmica)?

Las viviendas estudiadas a lo largo de este trabajo arrojaron índices muy parecidos, pero dos de ellas arrojaron un nivel de vulnerabilidad sísmica medio,

por esta razón se recomendó realizar un refuerzo estructural en ciertos puntos claves (rigidización de la estructura) para ajustar esas viviendas a los parámetros exigidos por la norma existente (NSR-98). El planteo de estos reforzamientos es llegar a definir un confinamiento total de los muros, basados en que las cargas de la estructura y sismo sean soportadas y transmitidas al suelo portante a través de estructuras de concreto diseñadas para soportar estas cargas.( Jorge Andrés Navia Llorente , Elkin Mauricio Barrera Roa , 2007)

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales**

En el Perú, más del 60% de las viviendas están construidas con tierra, la mayor parte de ellas con adobe bajo el sistema de autoconstrucción, sin considerar los requisitos establecidos en las Normas vigentes. Este tipo de edificaciones han mostrado alta vulnerabilidad ante los sismos, lo que hace urgente su evaluación. La conclusión principal es que se ha logrado elaborar una metodología simple para evaluar la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de adobe en base a densidades mínimas de muros para las diferentes zonas sísmicas, tipos de suelos, uso de la edificación y condición de reforzamiento.( ISABEL MOROMI NAKATA , 2012)

Laucata L. (2013: 83-84) afirma que: La vulnerabilidad de 30 viviendas encuestadas en Trujillo, es alta con un 83%, y sólo un 7% tiene baja vulnerabilidad. El Peligro es medio con un 83% de las viviendas, el saldo tiene un alto peligro. Finalmente el riesgo es alto con un 87%, y la diferencia tiene un riesgo medio. No resultando ninguna vivienda con riesgo bajo, y concluye: La construcción informal en Trujillo ante un sismo severo podrían colapsar la mayoría de sus viviendas. De acuerdo a los resultados obtenidos en los reportes de vulnerabilidad

En el distrito de la Molina se realizó una evaluación de riesgos en Zonas Urbanas, en concordancia con el objetivo general del Programa “Apoyo a la Gestión Integral de Riesgo de Desastres Naturales a nivel urbano. En los resultados del estudio de vulnerabilidad sísmica, se encontró que el 90% de las edificaciones del distrito de La Molina son de mampostería (albañilería) de ladrillo, seguido por un 9% de edificaciones de concreto. (UNI -CISMID, 2010).

### **2.1.3 Antecedentes Locales**

La Ciudad de Cajamarca se encuentra ubicada en una zona de alta sismicidad por lo cual es muy latente el riesgo de ocurrencia de sismos, pudiendo verse afectada la infraestructura de viviendas y otras edificaciones originándose pérdidas humanas y materiales.

Del estudio de la vulnerabilidad de las viviendas de la Ciudad de Cajamarca, obtenemos lo siguiente, las viviendas presentan una vulnerabilidad sísmica de media a alta, debido a que muchas de ellas presentan serios problemas estructurales, que podrían afectar adversamente su desempeño ante la ocurrencia de sismos. Trayendo consigo un alto riesgo de pérdidas humanas y materiales. (INDECI, 2006)

El sector de Morro Solar Bajo de la ciudad de Jaén, se encuentra en una zona de vulnerabilidad y riesgo alto. Dicha conclusión se obtuvo después de trabajos de campo mediante encuestas a los pobladores de dicho sector y al llenado de una ficha técnica mediante observación directa, que permitió describir el estado en que se encuentra las viviendas

De las viviendas evaluadas se concluyó que el 73% presentan un nivel de peligro alto y el 27% un nivel de peligro medio. Para la vulnerabilidad se obtuvo que el 7% tienen un nivel de vulnerabilidad muy alto, 67% alto y el 27% moderado. (Juan Orlando Villegas Ramírez, 2014)

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1 Vulnerabilidad sísmica**

Se denomina vulnerabilidad sísmica al grado de daño que sufre una estructura debida a un evento sísmico de determinadas características. Estas estructuras se pueden calificar en “más vulnerables o menos vulnerables ante un evento sísmico. (Ricardo Oviedo Sarmiento, 2004)

La vulnerabilidad es una característica intrínseca de las estructuras, dependiente de la forma como hayan sido diseñadas pero independiente de la peligrosidad sísmica del sitio donde estén ubicadas. (César Caicedo, Alex H. Barbat, José a Canas, Roberto Aguiar, 1994)

“La vulnerabilidad sísmica es la susceptibilidad de la vivienda a sufrir daños estructurales en caso de un evento determinado).Según la AIS: “para que una vivienda califique como de vulnerabilidad sísmica intermedia o alta es suficiente con que presente deficiencias en cualquiera de los aspectos geométricos, constructivos, estructurales, cimentación, entorno, suelos. (Asociación colombiana de Ingeniería sísmica (AIS))

#### **2.2.1.1 Estratificación de la vulnerabilidad**

La vulnerabilidad puede estratificarse en cuatro niveles: baja (VB), medio (VM) , alto (A) y muy alto (MA) , cuyas características y su valor se detallan en la siguiente tabla.



Tabla N° 01. Estrato, descripción y valor de la vulnerabilidad

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCIÓN /CARACTERÍSTICAS	VALOR
VB (Vulnerabilidad Baja)	Viviendas asentadas en terrenos seguros, con material noble o sismo resistente, en buen estado de conservación, población con un nivel de ingreso medio y alto, con estudios y cultura de prevención, con cobertura de los servicios básicos, con buen nivel de organización, participación total-y articulación entre las instituciones y organizaciones existentes.	1 < de 25%
VM (Vulnerabilidad Media)	Viviendas asentadas en suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas. Inundaciones muy esporádicas, con bajo tirante y velocidad. Con material noble, en regular y buen estado de conservación, población con un nivel de ingreso económico medio, cultura de prevención en desarrollo, con cobertura parcial de los servicios básicos, con facilidades de acceso para atención de emergencia. Población organizada, con participación de la mayoría, medianamente relacionados e integración parcial entre las instituciones y organizaciones existentes.	2 De 26% a 50%
VA (Vulnerabilidad Alta)	Viviendas asentadas en zonas donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas, con material precario, en mal y regular estado de construcción, con procesos de hacinamiento y tugurización en marcha. Población con escasos recursos económicos, sin conocimientos y cultura de prevención, cobertura parcial de servicios básicos, accesibilidad limitada para atención de emergencia; así como con una escasa organización, mínima participación, débil relación y una baja integración entre las instituciones y organizaciones existentes.	3 De 51% a 75%
VMA (Vulnera Muy Alta)	Viviendas asentadas en zonas de suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colapsables en grandes proporciones, de materiales precarios en mal estado de construcción, con procesos acelerados de hacinamiento y tugurización. Población de escasos recursos económicos, sin cultura de prevención, inexistencia de servicios básicos y accesibilidad limitada para atención de emergencias; así como una nula organización, participación y relación entre las instituciones y organizaciones existentes.	4 De 76% a 100%

Fuente (INDECI, 2006)

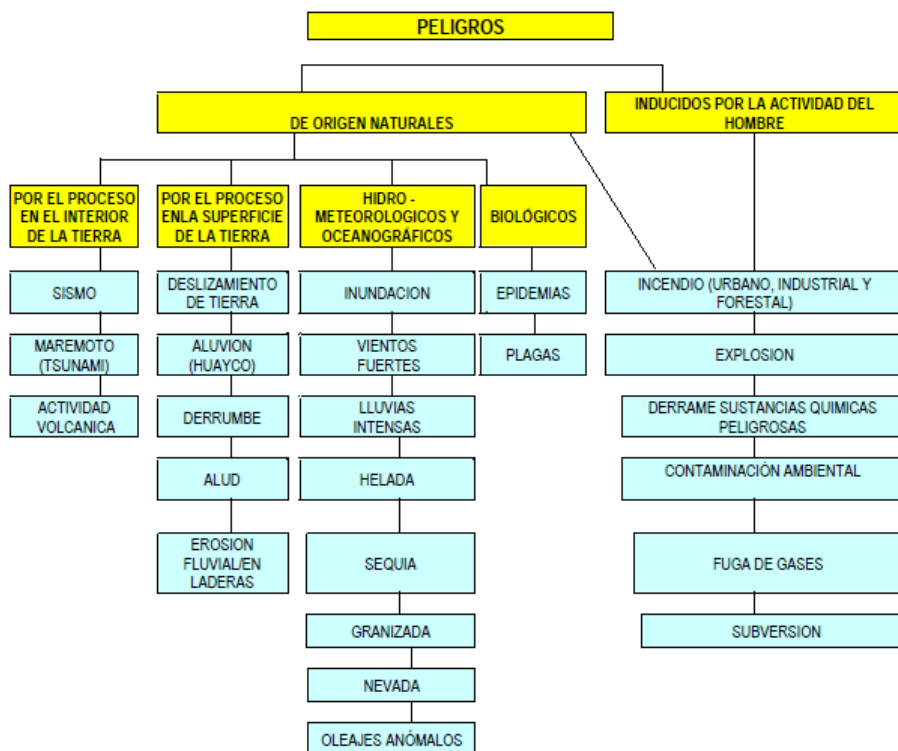
### 2.2.2 Peligro

El peligro, es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por la actividad del hombre, potencialmente dañino, de una magnitud dada, en una zona o localidad conocida, que puede afectar un área poblada, infraestructura física y/o medio ambiente (Indeci, 2006)

### 2.2.2.1 Clasificación de los peligros

El peligro, según su origen, puede ser de dos clases: por un lado, de carácter natural; y, por otro de tecnológico o generado por la acción del hombre.

Figura N° 1. Clasificación de los principales peligros



### 2.2.2.2 Estratificación del peligro

Las zonas de peligro pueden estratificarse en cuatro niveles: bajo, medio, alto y muy alto, cuyas características y su valor correspondiente se detallan en la siguiente tabla (Indeci, 2006)

Tabla N°2. Estrato, descripción y valor de las zonas de peligro

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PB (Peligro Bajo)	Terrenos planos o con poca pendiente, roca y suelo compacto y seco, con alta capacidad portante. Terrenos altos no inundables, alejados de barrancos o cerros deleznable. No amenazados por peligros, como actividad volcánica, maremotos, etc. Distancia mayor a 500 m. desde el lugar del peligro tecnológico.	1 < de 25%
PM (Peligro Medio)	Suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas. Inundaciones muy esporádicas, con bajo tirante y velocidad. De 300 a 500 m. desde el lugar del peligro tecnológico.	2 De 26% a 50%
PA (Peligro Alto)	Sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas. Sectores que son inundados a baja velocidad y permanecen bajo agua por varios días. Ocurrencia parcial de la licuación y suelos expansivos. De 150 a 300 m. desde el lugar del peligro tecnológico	3 De 51% a 75% <sup>o</sup>
PMA (Peligro Muy Alto)	Sectores amenazados por alud- avalanchas y flujos repentinos de piedra y lodo ("lloclla"). Áreas amenazadas por flujos piroclásticos o lava. Fondos de quebrada que nacen de la cumbre de volcanes activos y sus zonas de deposición afectables por flujos de lodo. Sectores amenazados por deslizamientos o inundaciones a gran velocidad, con gran fuerza hidrodinámica y poder erosivo. Sectores amenazados por otros peligros: maremoto, heladas, etc. Suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colapsables en grandes proporciones. Menor de 150 m. desde el lugar del peligro tecnológico	4 De 76% a 100%

Fuente (INDECI, 2006)

Quando el peligro es muy alto, nos encontramos ante un peligro que puede ser catalogado como inminente, es decir la situación creada por un fenómeno de origen natural u ocasionado por la acción del hombre, que haya generado, en un lugar determinado, un nivel de deterioro acumulativo debido a su desarrollo y evolución, o cuya potencial ocurrencia es altamente probable en el corto plazo, desencadenando un impacto de consecuencias significativas en la población y su entorno socioeconómico.

### 2.2.2.3 Peligro sísmico

El peligro sísmico representa la probabilidad de ocurrencia dentro de un período específico de tiempo y dentro de un área dada, un movimiento sísmico con una intensidad determinada. Los estudios de peligro sísmico tienen como objetivo estimar el movimiento del terreno en un lugar determinado, o proporcionar una evaluación del tamaño del sismo en la zona en estudio. (Ricardo Oviedo Sarmiento, 2004).

El peligro sísmico se estima en función de los siguientes parámetros: sismicidad, tipo de suelo, topografía y pendiente de la zona donde está ubicada la vivienda. A cada uno de los parámetros se le asigna un valor numérico. Ver la siguiente tabla.

Tabla N° 03. Valores de los parámetros del peligro sísmico

Peligro					
Sismicidad (40%)		Suelo (40%)		Topografía y pendiente (10%)	
Baja	1	Rígido	1	Plana	1
Media	2	Intermedio	2	Media	2
Alta	3	Flexible	3	Pronunciada	3

Fuente: Mosqueira y Tarque 2005. "Recomendaciones técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana".

Los valores asignados a cada parámetro se reemplazan en la ecuación 2.1 para calificar numéricamente el peligro sísmico de las viviendas. Se ha considerado 40% de participación tanto para la sismicidad como para el tipo de suelo, ya que estos parámetros se relacionan directamente con el cálculo de la fuerza sísmica, establecida en la Norma Peruana de Diseño Sismorresistente E-030 (MTC 2003).

$$\text{Peligro Sísmico} = 0,4 \times \text{Sismicidad} + 0,4 \times \text{Suelo} + 0,2 \times \text{Topografía y pendiente... (2.1)}$$

En la Tabla N°05 se pueden ver los rangos numéricos de peligro sísmico bajo, medio y alto para cada valor de sismicidad.

Tabla N° 04. Rango de Valores para el cálculo del Peligro Sísmico

Sismicidad	Peligro sísmico	Rango
Alta	Bajo	1,8
	Medio	2 a 2,4
	Alto	2,6 a 3
Media	Bajo	1,4 a 1,6
	Medio	1,8 a 2,4
	Alto	2,6
Bajo	Bajo	1 a 1,6
	Medio	1,8 a 2
	Alto	2,2

Fuente: Mosqueira y Tarque 2005. "Recomendaciones técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana".

Los rangos mostrados en la Tabla N°06 encierran todas las posibles combinaciones de los parámetros que califican el peligro sísmico. En estas combinaciones se toma como eje principal la sismicidad de la zona donde está construida la vivienda.

Tabla N° 5. Combinaciones de Peligro Sísmico

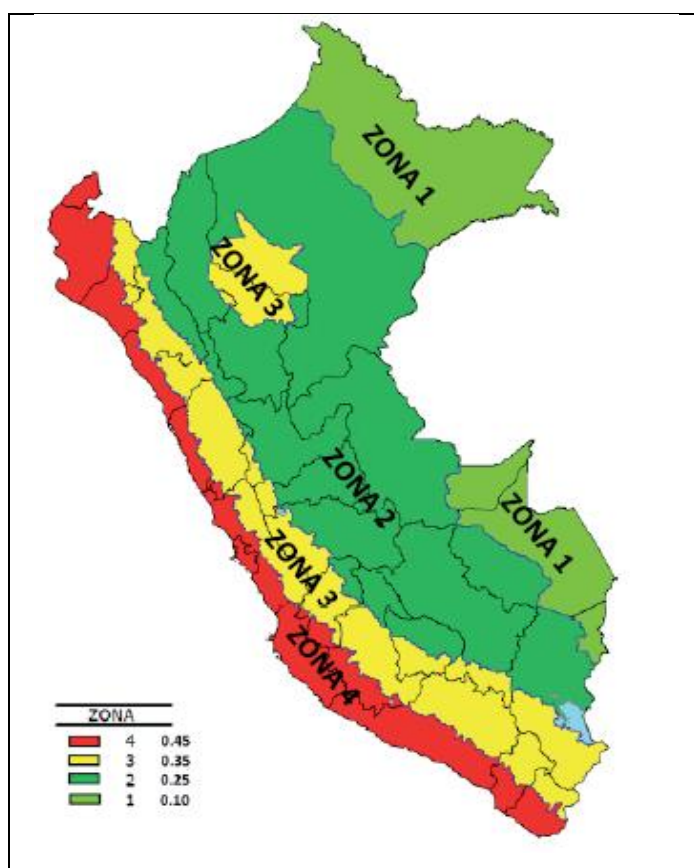
Sismicidad (40%)	Suelo (40%)			Topografía (20%)			Peligro Sísmico	Valor Numérico
	Rígidos	Intermedios	Flexibles	Plana	Media	Pronunciada		
Alta	X			X			Bajo	1,8
	X				X		Medio	2,0
	X					X		2,2
		X		X				2,2
		X			X			2,4
		X				X	Alto	2,6
			X	X				2,6
			X		X			2,8
		X			X	3,0		
Media	X			X			Bajo	1,4
	X				X		Bajo	1,6
	X					X	Medio	1,8
		X		X				1,8
		X			X			2,0
		X				X		2,2
			X	X			2,2	
			X		X		2,4	
		X			X	Alto	2,6	
		X			X		2,6	
Baja	X			X			Bajo	1,0
	X				X			1,2
	X					X		1,4
		X		X				1,4
		X			X		1,6	
		X				X	Medio	1,8
			X	X				1,8
			X		X			2,0
		X			X	2,2		

Fuente: Mosqueira y Tarque 2005. "Recomendaciones técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana".

### 2.2.3 Zonificación en el Perú

El territorio Nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la figura N° 2. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.

Figura 2. Zonas sísmicas en el Perú



Fuente: Norma técnica E.030 diseño sismo resistente 2016

#### 2.2.4 Zona sísmica de la ciudad de Jaén

La ciudad de Jaén según la norma E 030 de Diseño sismo resistente 2016, se ubica en la zona sísmica 2 .Ver el siguiente cuadro.

Tabla N° 6. Ubicación de Jaén según zonas sísmicas

REGIÓN (DPTO).	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	AMBITO
CAJAMARCA	JAEN	BELLAVISTA	2	OCHO DISTRITOS
		CHONTALI		
		COLASAY		
		HUABAL		
		JAEN		
		LAS PIRIAS		
		SAN JOSE DEL ALTO		

Fuente: Norma técnica E.030 diseño sismo resistente 2016



### 2.2.5 Tipos de suelos

Los tipos de perfiles de suelo son cinco (Norma técnica E.030 diseño sismo resistente, 2016)

#### a) Perfil Tipo S<sub>0</sub>: Roca dura

A este tipo corresponden las rocas sanas con velocidad de propagación de ondas de corte  $\bar{V}_s$  mayor que 1500 m/s. Las mediciones deberán corresponder al sitio del proyecto o a perfiles de la misma roca en la misma formación con igual o mayor intemperismo o fracturas. Cuando se conoce que la roca dura es continua hasta una profundidad de 30 m, las mediciones de la velocidad de las ondas de corte superficiales pueden ser usadas para estimar el valor de  $\bar{V}_s$ .

#### b) Perfil tipo S1: Roca o suelos muy rígidos.

A este tipo corresponden las rocas con diferentes grados de fracturación, de macizos homogéneos y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte  $\bar{V}_s$ , entre 500 m/s y 1500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Roca fracturada, con una resistencia a la compresión no confinada  $q_u$  mayor o igual que 500 kPa (5 kg/cm<sup>2</sup>).
- Arena muy densa o grava arenosa densa, con  $N_{60}$  mayor que 50.
- Arcilla muy compacta (de espesor menor que 20 m), con una resistencia al corte en condición no drenada  $\bar{s}_u$  mayor que 100 kPa (1 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.



**c) Perfil tipo S2: Suelos intermedios.**

Este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte  $\bar{V}_s$ , entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT  $\bar{N}_{60}$ , entre 15 y 50.
- Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada  $\bar{s}_u$ , entre 50 kPa (0,5 kg/cm<sup>2</sup>) y 100 kPa (1 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

**d) Perfil tipo S3: Suelos Blandos.**

Corresponden a este tipo los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte  $\bar{V}_s$ , menor o igual que 180 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena media a fina, o grava arenosa, con valores del SPT  $\bar{N}_{60}$  menor que 15.
- Suelo cohesivo blando, con una resistencia al corte en condición no drenada  $\bar{s}_u$ , entre 25 kPa (0,25 kg/cm<sup>2</sup>) y 50 kPa (0,5 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.
- Cualquier perfil que no correspondan al tipo S4 y que tenga más de 3 m de suelo con las siguientes características: índice de plasticidad PI mayor que 20, contenido de humedad  $\omega$  mayor que 40%, resistencia al corte en condición no drenada  $\bar{s}_u$  menor que 25 kPa.

**e) Perfil Tipo S4: Condiciones excepcionales.**

A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables, en los cuales se requiere efectuar un estudio específico para el sitio. Sólo será necesario considerar un perfil tipo S4 cuando el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) así lo determine.

## 2.2.6 SUELOS EN LA CIUDAD DE JAÉN

Según INDECI - Jaén, 2005

### 2.2.6.1 Geología

Las formaciones geológicas dominantes de la provincia de Jaén son las siguientes:

- ✓ **FORMACIÓN DEL GRUPO GOYLLARISQUIZGA:** Rocas sedimentarias constituida por cuarcitas blancas a grises, calizas y margas, aflorantes en las partes altas de Magllanal, Chililique alto, Cerro la pelota; y el sector Sur Oeste de Jaén, de edad Cretácica Inferior (Indeci, 2005).
  
- ✓ **SEDIMENTOS FLUVIALES – ALUVIALES-COLUVIALES:** Paquete de sedimentos continentales compuestos por bloques de roca, cantos rodados, grava, gravilla englobados en matriz areno arcilloso, formados en el fondo del valle de Jaén, por acción aluvional, fluvial y acumulación de sedimentos de poco arrastre de las fuertes pendientes de los cerros circundantes de la ciudad de Jaén, especialmente del Sector Oeste con edad cuaternaria reciente. (Indeci, 2005).

### 2.2.6.2. Microzonificación Geotectónica

La microzonificación geotectónica de la ciudad de Jaén fue elaborada por Indeci-jaén en el año 2005, la cual la dividió en sectores.

#### Sector I

Corresponde al material rocoso y gravas arcillosas, la expansibilidad por cambios de humedad es baja y se clasifica como suelo rígido .la capacidad portante

esperada es 1.30 kg/cm<sup>2</sup> a más. Este tipo de suelo se localiza en en la zona Sur Oeste de la ciudad de Jaén. (Indeci, 2005).

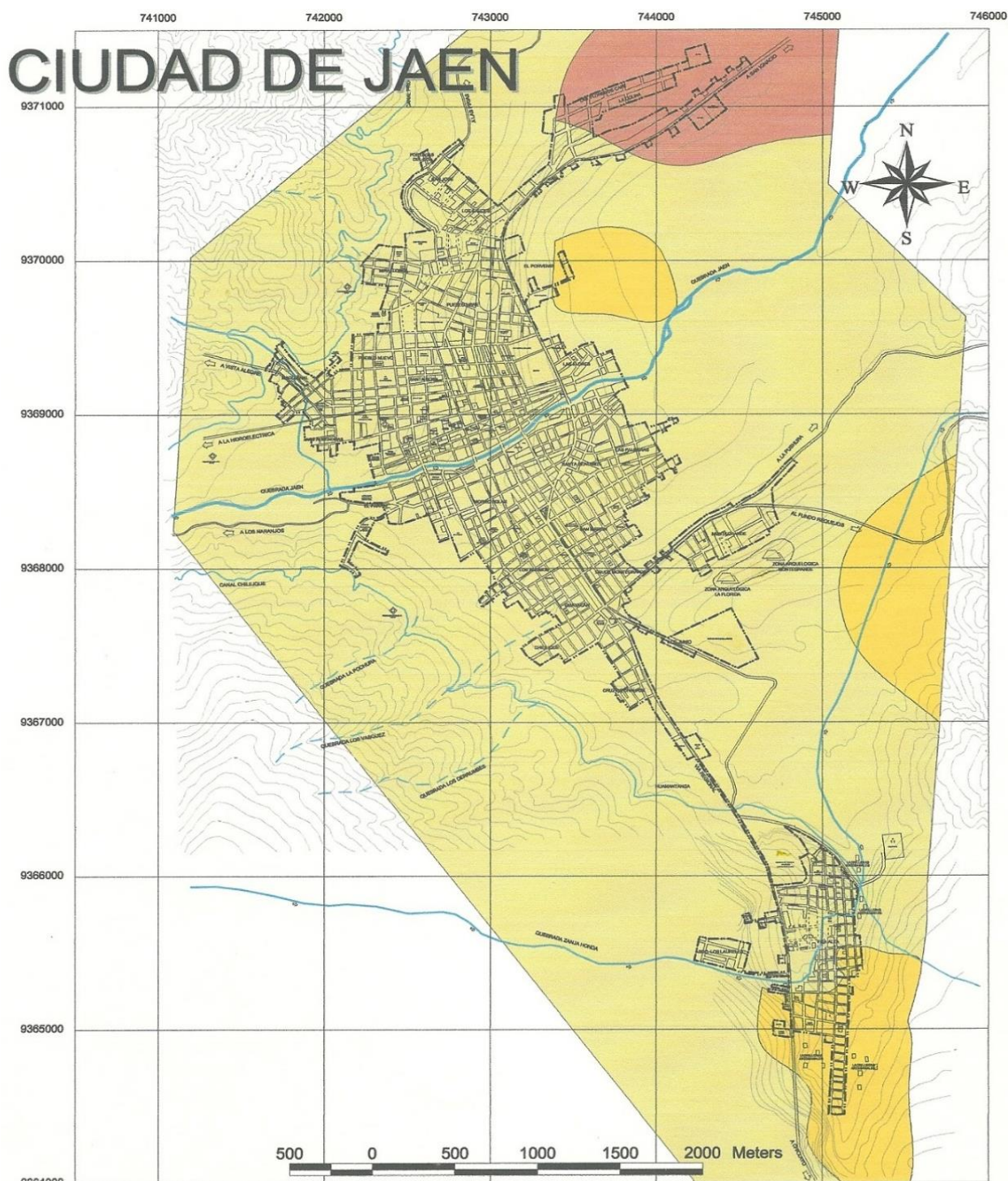
### Sector II

Los tipos de suelos predominantes en este sector son las arenas, arenas pobremente graduadas arcillosas (tamaño de partícula uniforme) arenas limosas arcillosas, arenas limosas y arenas arcillosas (SP, SP-SC, SP-SM, SM Y SC) suelos granulares, y arenas con finos. Tienen mediana expansibilidad y son de baja plasticidad. Con capacidad portante de 0.70 a 1.20 kg/cm<sup>2</sup>. Este suelo se presenta en la mayoría del área urbana de la ciudad .este tipo de suelo se localiza en parte del sector los aromos, así como también en otras zonas de la ciudad. (Indeci, 2005).




#### **2.2.6.3. Suelos Expansivos**

En general son suelos de grano fino de tipo arcilloso que al variar las condiciones ambientales donde se encuentran depositados, cambian su volumen. Los cambios pueden ser: reducción de posición sobre el suelo.

Figura 3. Suelos expansivos



FUENTE: MAPA DE PELIGROS - DICIEMBRE 2004

LEYENDA		
SIMBOLO	CLASIFICACION SUCS	DESCRIPCION
	SP, SC, SM, SC-SM, SP-SM, SP-SC, GC, ROCA	Suelos no Expansivos.
	ML, CL	Suelos Mediamente Expansivos.
	MH	Suelos Expansivos.



PROYECTO : INDECI - PNUD - PER / 02 / 051		<b>CIUDADES SOSTENIBLES</b>
ESTUDIO : PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN ANTE DESASTRES DE LA CIUDAD DE JAEN		
DESCRIPCION : SUELOS EXPANSIVOS		LAMINA Nº : <b>17</b>
FECHA : OCTUBRE - 2005	ESCALA :	

Fuente: (Indeci 2005)

Según el mapa de suelos expansivos elaborado por Indeci, el sector Los Aromos se encuentra en una zona de suelos no expansivos.

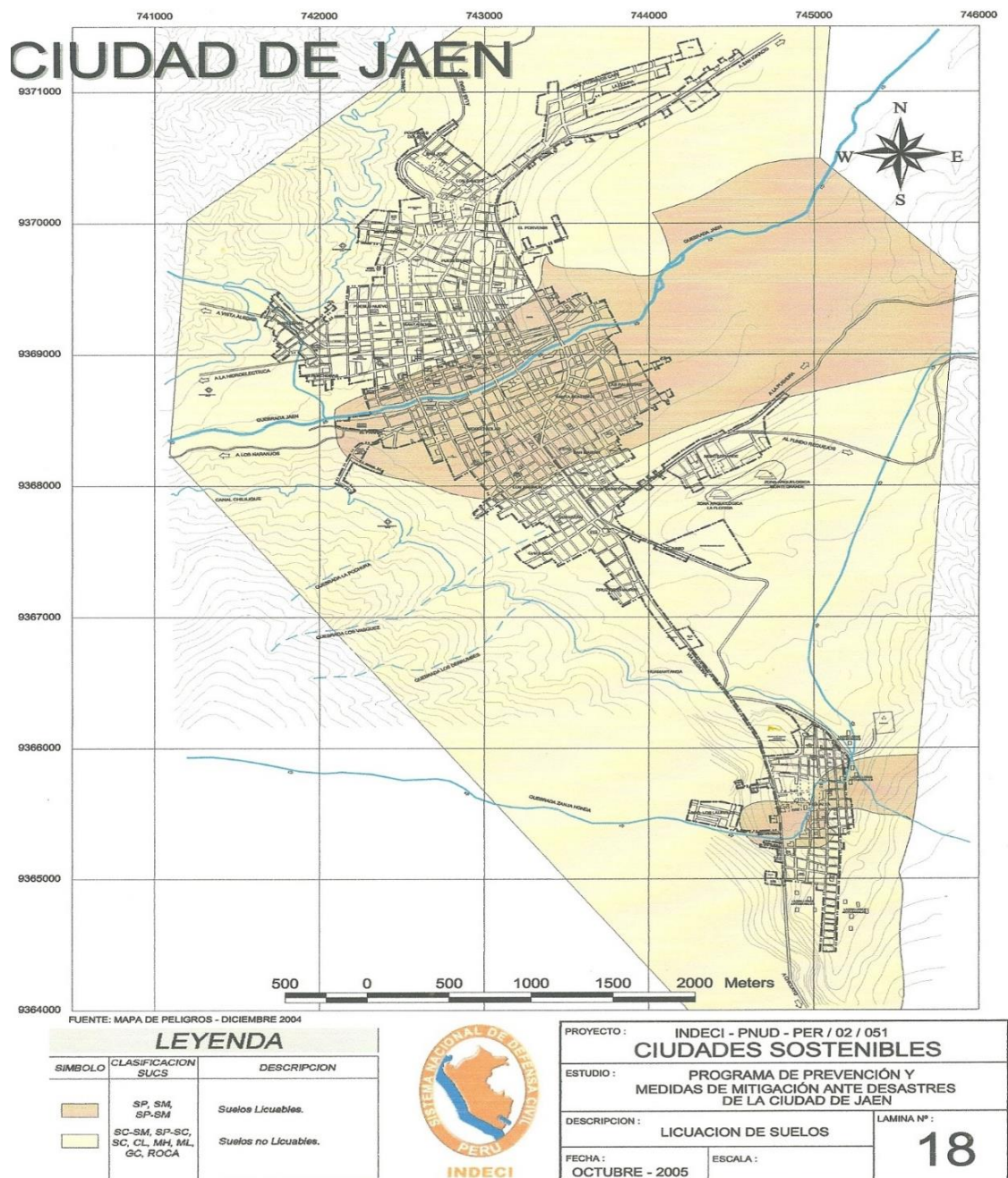
#### **2.2.6.4 Licuación de suelos**

El fenómeno de licuación ocurre cuando los suelos finos, formados por arena y limos se encuentran saturados de agua, y son sometidos a vibraciones intensas.

Los suelos granulares son muy sensibles a las vibraciones las que producen un rápido asentamiento de estratos arenosos. Este asentamiento produce, a su vez, un incremento de la presión de poros de agua.



Figura 4. Licuación de suelos



Fuente: (Indeci 2005)

Según el mapa de licuación de suelos elaborado por Indeci, el sector Los Aromos se encuentra en parte de suelos licuables, pero la gran mayoría en suelos no licuables.

### 2.3. DEFINICIÓN DE TERMINOS BASICOS

**Vulnerabilidad Sísmica.** Se define como la predisposición intrínseca de una estructura, grupo de estructuras o de una zona urbana completa a sufrir daño ante la ocurrencia de un movimiento sísmico y está asociada directamente con sus características físicas y estructurales de diseño (Barbat , 2003).

**Peligro sísmico.** Es la probabilidad que se presente un sismo potencialmente desastroso durante cierto periodo de tiempo en un sitio dado. Representa el peligro latente natural asociado al fenómeno sísmico capaz de producir daños sobre las personas, bienes y medio ambiente. (OPS 1993)

**Suelo:** Es la parte superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, conformada por minerales y partículas orgánicas, que proviene de la desintegración o alteración física y química de las rocas y de los residuos de las actividades de seres vivos que se asientan sobre ella

**Defensa civil:** Conjunto de medidas permanentes destinadas a prevenir, reducir, atender y reparar los daños a las personas y bienes, que pudieran causar o causen los desastres y calamidades.

**Albañilería artesanal:** Arte de construir edificios u obras en que se empleen ladrillos, yeso, piedra, etc. Según los casos.

**Albañilería confinada:** Es el tipo de sistema en el que se utiliza piezas de ladrillo rojo de arcilla horneada o bloques de concreto, de modo que los muros quedan bordeados en sus cuatro lados por elementos de concreto armado.

**Sistema aporticado:** Conjunto de estructuras de concreto armado con la misma dosificación de columnas, vigas peraltadas, o chatas unidas en zonas de confinamiento donde forman ángulo de 90, en el fondo, parte superior y lados laterales , con muros divisorios de ladrillo . Soportan las cargas muertas y ondas sísmicas.



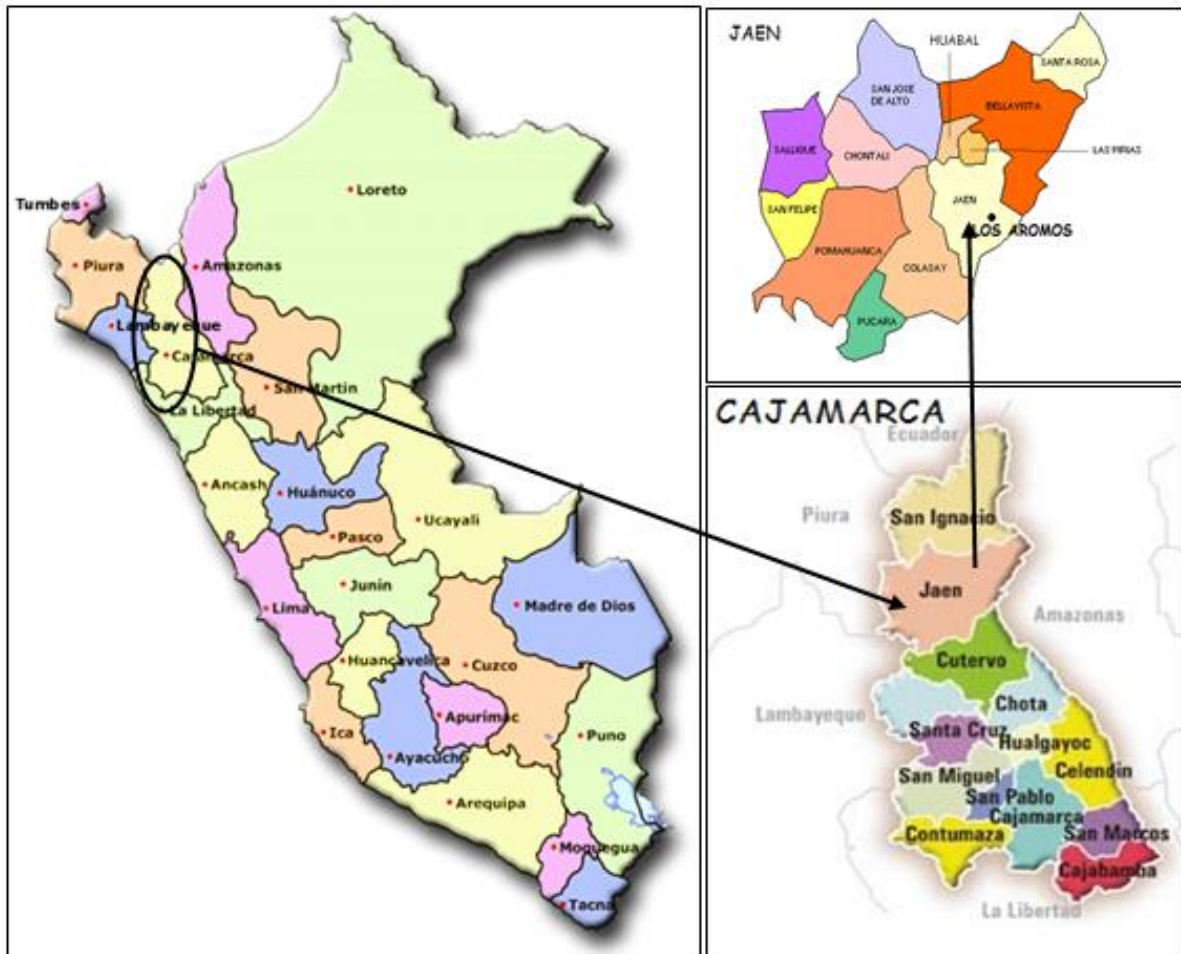
# CAPITULO III

## MATERIALES Y METODOS

### 3.1 Ubicación geográfica

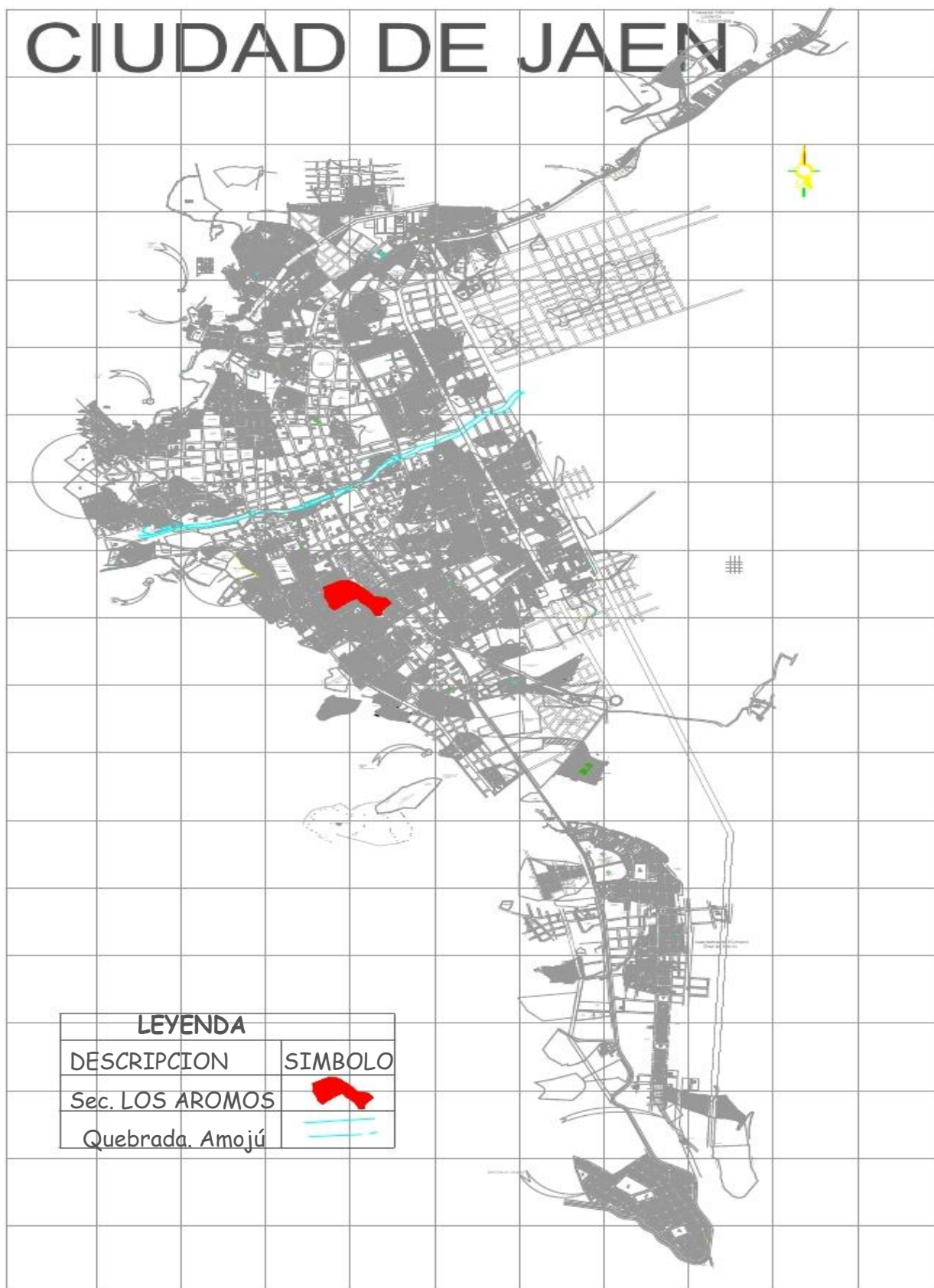
La investigación se realizó en el **sector los aromos de la ciudad de Jaén**, distrito y provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, ubicado en la parte sur oeste de la provincia, con coordenadas geográficas: 5°42' 46.01" de latitud, 78° 47' 48.12" de longitud y una altitud de 750 a 740 m.s.n.m

Figura 5. Ubicación geográfica de Los Aromos



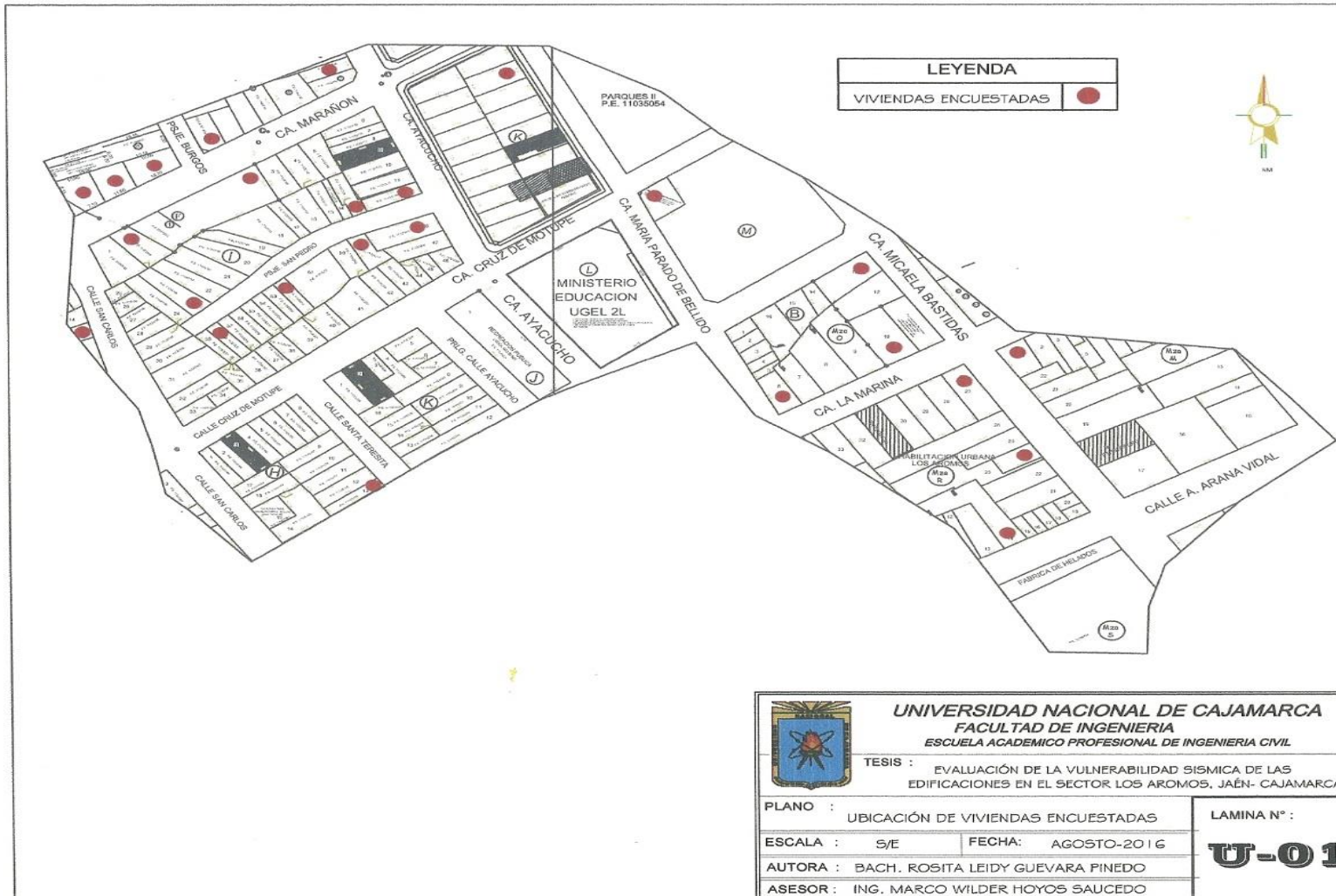
Fuente (INDECI, 2006)

Figura 6. Ubicación del Sector de Estudio (Los Aromos)



Fuente: Plano Catastral de la ciudad de Jaén (2012)

Figura 7. Ubicación de las Viviendas Evaluadas



Fuente: Plano Catastral de la ciudad de Jaén (2012)

## **3.2 Metodología empleada**

La investigación se realizó, aplicando fichas de verificación, las cuales nos permitió determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas describiendo sus características, tipo de construcción, tipo de suelo en el que se cimentó, así como también se aplicó una guía de observación, que permitió estimar el nivel de peligro sísmico que presentan las viviendas.

La ficha de verificación para determinar la vulnerabilidad sísmica fue proporcionada por INDECI y la guía de observación que determinó el peligro sísmico fue elaborada de acuerdo a las experiencias de anteriores estudios. Se realizó la investigación a una muestra representativa de 25 viviendas, dicha muestra se calculó aplicando procedimientos estadísticos.

Al momento de aplicar la ficha de verificación, con autorización de los ocupantes de las viviendas del sector los aromos para ingresar a ellas, se observó todo lo que corresponde a verificación, también se anotó observaciones importantes y se tomó fotografías; con todos los datos obtenidos de se procedió a realizar el análisis, tablas y gráficos estadísticos y así se determinó el nivel de vulnerabilidad y peligro sísmico de las viviendas.

### **3.2.1 Ficha de verificación**

La ficha de encuesta se desarrolló para recolección de información necesaria en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas seleccionadas, conteniendo datos estructurales, constructivos, e históricos.

### **A. Ubicación geográfica**

- Ubicación, fecha y hora: día mes y año en que se realizó la encuesta, así como también departamento, provincia y sector.
- Dirección de la vivienda: Indica el tipo y nombre de la vía: avenida, calle jirón, pasaje, carretera.
- Datos del responsable del hogar: Nombres y apellidos del entrevistado.

### **B. Información por observación directa**

- Habitabilidad de la vivienda: observar si la vivienda se encuentra habitada o no habitada.

### **C. Características del tipo de vivienda**

- Número de pisos: Numero de niveles construidos de la vivienda hasta la fecha.
- Número de ocupantes: Número de personas que habitan en la vivienda encuestada.
- Forma parte de un complejo: Aquí se anotó si es vivienda multifamiliar o unifamiliar.



**DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA PARA CASOS DE SISMO  
FICHA DE VERIFICACION**

**A. UBICACION GEOGRAFICA DE LA VIVIENDA**

<p><b>1. UBICACION GEOGRAFICA</b></p> <p>1. DEPARTAMENTO CAJAMARCA</p> <p>2. PROVINCIA JAÉN</p> <p>3. DISTRITO JAÉN</p>	<p><b>2. UBICACION CENSAL</b></p> <p>1. SECTOR LOS AROMOS</p> <p>2. CÓDIGO 01</p>	<p><b>3. FECHA Y HORA</b></p> <table style="width:100%; text-align: center;"> <tr> <td>DÍA</td> <td>MES</td> <td>AÑO</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>08</td> <td>2016</td> </tr> <tr> <td colspan="2">HORA</td> <td>MINUTOS</td> </tr> <tr> <td colspan="2">10</td> <td>10</td> </tr> </table>	DÍA	MES	AÑO	10	08	2016	HORA		MINUTOS	10		10
DÍA	MES	AÑO												
10	08	2016												
HORA		MINUTOS												
10		10												
<p><b>4. DIRECCION DE LA VIVIENDA</b></p> <p>TIPO DE VIA:    1 <input type="radio"/> AVENIDA    2 <input checked="" type="radio"/> CALLE    3 <input type="radio"/> JIRON    4 <input type="radio"/> PASAJE    5 <input type="radio"/> CARRETERA    6 <input type="radio"/> OTRO</p> <p>NOMBRE DE LA VIA AYACUCHO N° 605</p> <p>N° DE LA PUERTA    INTERIOR    PISO    MANZANA    LOTE    KM.</p> <p>NOMBRE DE LA URBANIZACION / ASENTAMIENTO HUMANO/ ASOCIACION DE VIVIENDA/OTROS</p> <p>REFERENCIA A UNA CUADRA DE LA UGEL - JAÉN</p>														
<p><b>5. APELLIDOS Y NOMBRES DEL RESPONSABLE DEL HOGAR O ENTREVISTADO(A)</b></p> <p>APELLIDO PATERNO    APELLIDO MATERNO</p> <p>GARCIA    ROJAS</p> <p>NOMBRES    6. DNI</p> <p>ZENOBIO</p>														

**B. INFORMACION DEL INMUEBLE POR OBSERVACION DIRECTA**

<p><b>1. DESDE EL EXTERIOR SE PUEDE OBSERVAR QUE:</b></p> <p>1 <input type="radio"/> Ante colapso, por el predominante deterioro, <b>SI</b> compromete al área colindante</p> <p>2 <input checked="" type="radio"/> Ante colapso, por el predominante deterioro, <b>NO</b> compromete al área colindante</p> <p>3 <input type="radio"/> No muestra precariedad</p> <p>4 <input type="radio"/> No fue posible observar el estado general de la vivienda</p>	<p><b>2. LA VIVIENDA SE ENCUENTRA</b></p> <p>1 <input checked="" type="radio"/> Habitada</p> <p>2 <input type="radio"/> No habitada</p> <p>3 <input type="radio"/> Habitada, pero sin ocupantes</p> <p>4 <input type="radio"/> Rechaza la verificación</p>
--	--

*Cuando la pregunta 2 tenga cualquiera de las siguientes respuestas: Vivienda 2 NO habitada, 3 Habitada pero sin ocupantes, ó 4 Rechaza la verificación, deberá pasar al campo N° 6 de la sección "C" y CONCLUIR LA VERIFICACION*

**C. CARACTERISTICAS DEL TIPO DE VIVIENDA**

<p><b>1. CUENTA CON PUERTA INDEPENDIENTE</b></p> <p>1 <input checked="" type="radio"/> SI, cuenta con puerta de calle</p> <p>2 <input type="radio"/> NO, es parte de un complejo multifamiliar</p>	<p><b>2. FORMA PARTE DE UN COMPLEJO</b></p> <p>1 <input type="radio"/> Multifamiliar horizontal</p> <p>2 <input type="radio"/> Multifamiliar vertical</p> <p>3 <input checked="" type="radio"/> No aplica</p>	<p><b>3. TOTAL DE OCUPANTES (Cantidad de personas)</b></p> <p>1 De la vivienda    2 Del complejo multifamiliar</p> <p style="text-align: center;">07</p>
<p><b>4. CANTIDAD DE PISOS DE LA VIVIENDA</b></p> <p>1 Cantidad de niveles superiores (incluido el 1er piso)    02</p> <p>2 Cantidad de niveles inferiores (sótanos)</p> <p>3 <input type="radio"/> No aplica, por ser área común de la vivienda multifamiliar</p>	<p><b>5. CANTIDAD DE PISOS DEL COMPLEJO MULTIFAMILIAR</b></p> <p>1 Cantidad de niveles superiores (incluido el 1er piso)</p> <p>2 Cantidad de niveles inferiores (sótanos)</p> <p>3 <input checked="" type="radio"/> No aplica por ser vivienda unifamiliar</p>	
<p><b>6. FACTORES CRITICOS PARA LA DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD "MUY ALTO" O "ALTO"</b></p> <p>1 <input type="radio"/> El terreno se encuentra en un terreno inapropiado para edificar.</p> <p>2 <input type="radio"/> Encontrarse el inmueble en una ubicación expuesta a derrumbes y/o deslizamientos</p> <p>3 <input type="radio"/> Otro:</p> <p>4 <input checked="" type="radio"/> No aplica</p> <p><i>De ser necesario, se deberá especificar los factores y tener en consideración esta información para la evaluación de las edificaciones colindantes.</i></p>		

*La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo, huayco, de gran magnitud;  
Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asistidos por profesionales de la materia;  
Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.*

#### **D. Características de la construcción de la vivienda**

En ésta sección se evalúan y detallan los aspectos más importantes, los cuales determinan el nivel de vulnerabilidad sísmica de la vivienda. A cada característica mencionada a continuación se le asigna un valor, de acuerdo a la intervención de los ocupantes y la evaluación por observación directa del investigador.

- Material predominante de la edificación: El tipo de material utilizado en su construcción: adobe, quincha, albañilería, concreto armado, albañilería confinada, acero.
- Diseño y/o construcción : Se anotó si la construcción contó con la participación de ingeniero civil en el diseño y/o construcción
- Antigüedad de la edificación: Se anotó el tiempo de antigüedad de la vivienda.
- Tipo de suelo: se anotó el tipo de suelo donde se encuentra cimentado la vivienda, de acuerdo a los tipos de suelos existentes según la Norma técnica E.030 Diseño sísmo resistente
- Topografía del terreno de la vivienda: De acuerdo a la inclinación del terreno se anotó si la vivienda se encuentra en pendiente plana, moderada o pronunciada.
- Topografía del terreno colindante o área de influencia: De acuerdo a la inclinación del terreno colindante se anotó la pendiente.
- Configuración geométrica en planta : Se anotó si es una construcción regular o irregular en la vista en planta
- Configuración geométrica en elevación : Se anota si es una construcción regular o irregular en la vista en elevación
- Juntas de dilatación sísmica son acorde a la estructura: Se verifica si existen o no juntas de dilatación y si tienen las dimensiones correctas.

- Principales elementos estructurales se encuentran en buen, regular o mal estado: Se anotó el estado en que se encontraban los elementos estructurales que se visualizaban.
- Otros factores que inciden en la vulnerabilidad: Se anotó si la vivienda presenta humedad, debilitamiento por modificaciones, cargas laterales o ningunos.

#### **E. Determinación del nivel de vulnerabilidad de la vivienda**

- En esta sección se realiza la sumatoria de los valores asignados en la sección D “CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA”, el cual determinará el nivel de vulnerabilidad sísmica.
- El total calculado se ubica en el cuadro de rango de los valores de la vulnerabilidad, dándonos así el nivel de vulnerabilidad: bajo, moderado, alto y muy alto.

#### **F. Croquis de la vivienda**

- En esta sección se muestra el croquis de la vivienda con sus respectivos niveles actuales, de tal manera que se dé a conocer la estructura de la vivienda., dicho croquis contiene la planta de la vivienda.

#### **G. Fotografías**

- Se tomaron fotografías representativas de la vivienda, las cuales se colocaron en anexos.



**D. CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA**

**1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION**

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> Adobe	4	6 <input type="radio"/> Adobe reforzado	3	9 <input type="radio"/> Albañilería confinada	2	11 <input type="radio"/> Concreto armado	1
2 <input type="radio"/> Quincha		7 <input checked="" type="radio"/> Albañilería		10 <input type="radio"/> Otros:		12 <input type="radio"/> Acero	
3 <input type="radio"/> Mampostería		8 <input type="radio"/> Otros:				13 <input type="radio"/> Otros:	
4 <input type="radio"/> Madera							
5 <input type="radio"/> Otros:							

**2. LA EDIFICACION CONTO CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION**

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 <input checked="" type="radio"/> No	4	2 <input type="radio"/> Solo construcción	3	3 <input type="radio"/> Solo diseño	2	4 <input type="radio"/> Si, ambas	1

**3. ANTIGUEDAD DE LA EDIFICACION**

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> De 50 años a más	4	2 <input type="radio"/> De 20 a 49 años	3	3 <input checked="" type="radio"/> De 3 a 19 años	2	4 <input type="radio"/> De 0 a 2 años	1

**4. TIPO DE SUELO**

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> Rellenos	4	4 <input type="radio"/> Depósito de suelo compacto	3	6 <input type="radio"/> Granular fino y arcilloso	2	7 <input type="radio"/> Suelos rocosos	1
2 <input type="radio"/> Depósitos marinos		5 <input checked="" type="radio"/> Arena de gran espesor					
3 <input type="radio"/> Pantanosos, turba							

**5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA**

Pendiente muy pronunciada	Valor	Pendiente pronunciada	Valor	Pendiente moderada	Valor	Pendiente plana o ligera	Valor
1 <input type="radio"/> Mayor a 45%	4	2 <input type="radio"/> Entre 45% a 20%	3	3 <input type="radio"/> Entre 20% a 10%	2	4 <input checked="" type="radio"/> Hasta 10%	1

**6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA**

Pendiente muy pronunciada	Valor	Pendiente pronunciada	Valor	Pendiente moderada	Valor	Pendiente plana o ligera	Valor
1 <input type="radio"/> Mayora 45%	4	2 <input type="radio"/> Entre 45% a 20%	3	3 <input type="radio"/> Entre 20% a 10%	2	4 <input checked="" type="radio"/> Hasta 10%	1

**7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA**

Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> Irregular	4	2 <input checked="" type="radio"/> Regular	1

**8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION**

Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> Irregular	4	2 <input checked="" type="radio"/> Regular	1

**9. JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA**

Características	Valor	Características	Valor
1 <input checked="" type="radio"/> No/No existen	4	2 <input type="radio"/> Sí/No requiere	1

**10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVEL...**

Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> Superior	4	2 <input checked="" type="radio"/> Inferior/ No existe	1

**11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA**

11.1 No existen/son precarios	Valor	11.2 Deterioro y/o humedad	Valor	11.3 Regular estado	Valor	11.4 Buen estado	Valor
1 <input type="radio"/> Cimiento	4	1 <input type="radio"/> Cimiento	3	1 <input type="radio"/> Cimiento	2	1 <input type="radio"/> Cimiento	1
2 <input type="radio"/> Columnas		2 <input type="radio"/> Columnas		2 <input checked="" type="radio"/> Columnas		2 <input type="radio"/> Columnas	
3 <input type="radio"/> Muros portantes		3 <input type="radio"/> Muros portantes		3 <input type="radio"/> Muros portantes		3 <input type="radio"/> Muros portantes	
4 <input type="radio"/> Vigas		4 <input type="radio"/> Vigas		4 <input checked="" type="radio"/> Vigas		4 <input type="radio"/> Vigas	
5 <input type="radio"/> Techos		5 <input type="radio"/> Techos		5 <input checked="" type="radio"/> Techos		5 <input type="radio"/> Techos	

**12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...**

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> Humedad	4	4 <input checked="" type="radio"/> Debilitamiento por modificaciones	4	6 <input type="radio"/> Densidad de muros inadecuada	4	8 <input type="radio"/> No aplica	0
2 <input type="radio"/> Cargas laterales		5 <input type="radio"/> Debilitamiento por sobrecarga		7 <input type="radio"/> Otros:			
3 <input type="radio"/> Colapso elementos del entorno							

**E. DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA**

**E.1. SUMATORIA DE LOS VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERISTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA**

$\sum$	3	4	2	3	1	1	1	1	4	1	2	4	=	2	7
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL		

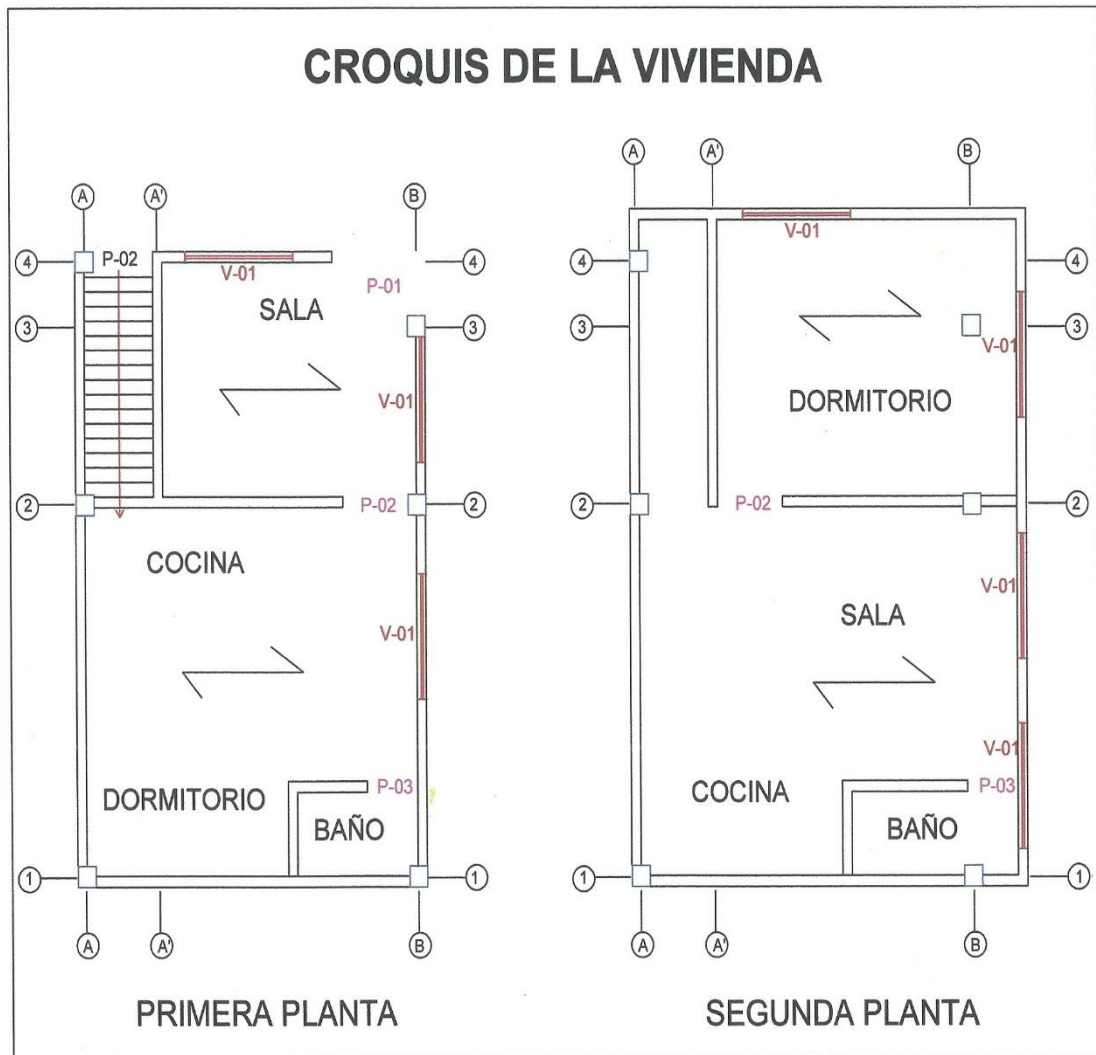
Llevar los valores más críticos de cada uno de los campos de la Sección "D"

**E.2. CALIFICACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA**

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1.
<b>MUY ALTO</b>	Mayor a 35	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	<input type="radio"/>
<b>ALTO</b>	Entre 26 a 35	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad Dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	<input checked="" type="radio"/>
<b>MODERADO</b>	Entre 16 a 25	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna	<input type="radio"/>
<b>BAJO</b>	Hasta 15	En las condiciones actuales SI es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	<input type="radio"/>

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI 2006).

✚ Croquis de la vivienda





## Fotos representativas



**Fotografía N° 1:** Elevación Principal de la vivienda, se muestra la fachada, observamos que no cuenta con junta sísmica con las viviendas colindantes, presenta losa a desnivel con las viviendas vecinas.



**Fotografía N° 2:** En la imagen se observa que la vivienda presenta elementos estructurales como columnas con armaduras expuestas y corroídas, tuberías de luz expuestas.



**Fotografía N° 3.** En la imagen se observa muros internos deteriorados, en malas condiciones y sin acabados

### **3.2.2 Guía de observación**

La Guía de observación se desarrolló para recolección de información necesaria en la evaluación del peligro sísmico de las viviendas seleccionadas.

#### **I. Peligros naturales que afectaron la edificación**

En esta sección se describen los peligros naturales que han afectado a cada vivienda, daños sufridos y los peligros a los que está expuesta la vivienda.

#### **II. Entorno de la vivienda**

Aquí se mencionan datos de ubicación en manzana de la vivienda, pendiente y características del suelo donde está cimentada.

#### **III. Información Complementaria**

En esta sección se detallan los problemas estructurales, constructivos y de ubicación que presenta la vivienda.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL-SEDE JAEN**

**TESIS:** EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES EN EL SECTOR  
 LOS AROMOS, JAÉN-CAJAMARCA

Evaluadora : Bach. Rosita Leidy Guevara Pinedo

Fecha : 08 / 2016

Asesor : Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo

Código : 01

**GUIA DE OBSERVACION PARA ESTIMAR EL PELIGRO SÍSMICO**

**I.PELIGROS NATURALES QUE AFECTARON A LA EDIFICACIÓN**

Sismo	
Deslizamiento	

Inundaciones	
Otro	

**Daño causado:**

La vivienda no ha sufrido daños significativos debido a peligros naturales.

**Peligros naturales a los que estaría expuesta su vivienda:**

Posible inundación, por desborde del canal Chililique o por la presencia de lluvias intensas.

**Descripción:**

La vivienda se encuentra en peligro sísmico por ubicarse en zona de alta sismicidad

Se encuentra en peligro de inundación debido a que se ubica en la parte baja del Sector..

**II.ENTORNO DE LA VIVIENDA**

Ubicación en manzana	
Aislada	
Intermedia	
Esquina	x

Pendiente	
Pronunciada	
Media	
Plana	x

Características del suelo	
Rígido	
Intermedio	x
Flexible	

**Descripción:**

La vivienda se encuentra ubicada en la parte plana del sector Los Aromos, está cimentada sobre arenas densas y gruesas, siendo éste un suelo de calidad intermedia.

**III.INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA**

Problemas estructurales	x
Problemas constructivos	x

Problemas de ubicación	
Otros	

**Descripción:**

La vivienda presenta columnas y vigas con armaduras expuestas y corroídas

La vivienda ha sido remodelada y ampliada (02 niveles).

Las juntas de morteros en muros no son uniformes, y son de espesor excesivo.

La vivienda no tiene junta sísmica con otras viviendas.

La vivienda ha sido construida con mano de obra de mala calidad.

### 3.2.3 Materiales y métodos

#### 3.2.3.1 Selección y tamaño de la muestra

La investigación se realizó a muestra representativa de todas edificaciones del sector los aromos, siendo ésta de 25 viviendas, la cual se calculó utilizando un muestreo probabilístico, usando la formula.

$$n = \frac{N\sigma^2z^2}{e^2(N-1)+\sigma^2z^2}$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra

e= limite aceptable de error muestral

N= Tamaño de la población

$\sigma$ = Varianza de la población

Z= Valor obtenido mediante niveles de confianza

Fuente (Suarez, 2004)

Se tomó una población de 150 viviendas, producto del conteo realizado previamente del sector Los Aromos en el plano catastral Jaén. Para aplicar la formula se tomó un porcentaje de confianza del 95%, que es el porcentaje de confianza aceptable estadísticamente, se asumió un error muestral permisible del 18%, estando éste dentro del rango aceptable (0% - 20% error); y una varianza de 0.5, debido a que no se tiene un estudio previo de ésta, considerándose que la variabilidad positiva es igual a la variabilidad negativa. El valor de Z se obtiene de la siguiente tabla de acuerdo al porcentaje de confianza.

Tabla N°07 .Valores del nivel de confianza

% de Confianza	Nivel de confianza
95	1.96
94	1.88
93	1.81
92	1.75
91	1.69
90	1.64
80	1.28

Fuente (Suarez, 2004)

Entonces:

$$e = 18\%$$

$$N = 150 \text{ viviendas}$$

$$\sigma = 0.5$$

$$Z = 1.96$$

$$n = \frac{150 \times 0.5^2 \times 1.96^2}{0.18^2 \times (150-1) + 0.5^2 \times 1.96^2}$$

$$n = 25 \text{ viviendas (muestra representativa del sector).}$$

Una vez obtenida el tamaño de la muestra, se procedió a realizar un sorteo al azar de las viviendas que serán evaluadas y encuestadas. Para ello se anotó en pequeños papeles la dirección de cada vivienda del sector y se colocaron en un cartón; luego se sacó 25 papeles al azar, los cuales serían equivalentes a las direcciones de las viviendas a encuestar y evaluar.

### 3.3 Tratamiento, análisis de datos y presentación de resultados

#### 3.3.1 Análisis de datos

Los datos obtenidos en campo se analizaron descriptiva y cualitativamente, teniendo soporte en bases teóricas anteriormente mencionadas, las cuales

describen cuatro niveles de vulnerabilidad y peligro, teniendo en cuenta diversas características. También se comparó con los antecedentes internacionales, nacionales y locales encontrando coincidencias. Los resultados se presentaron mediante tablas y gráficos estadísticos en porcentajes, los cuales permitieron tener resultados conclusiones confiables.

### **3.3.2. Tratamiento de los datos**

Con los datos obtenidos de las fichas de verificación y guías de observación se trabajó en gabinete, procesándose en el software Microsoft Excel con un análisis estadístico de forma cualitativa , con la finalidad de obtener los valores de vulnerabilidad y peligro, así como también los tipos de sistemas constructivos y los tipos de suelos existentes en la zona.



## **CAPITULO IV.**

# **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **4.1 Resultados del trabajo de campo**

#### **4.1.1. Niveles de las viviendas**

La gran mayoría de las viviendas encuestadas son de un piso, existiendo también de dos, tres y cuatro pisos.

El 68 % (17 viviendas) de las viviendas son de un piso, el 20% (05 viviendas) son de dos pisos, el 8% (02 viviendas) de tres pisos y el 4% (01 vivienda) de cuatro pisos.

#### **4.1.2 Ubicación de viviendas**

Viviendas que se ubican en partes bajas del sector Los Aromos, en el momento de su construcción no se tomaron en cuenta precauciones de niveles, por eso están propensas a inundaciones debido a lluvias intensas.

Figura N°8. Viviendas propensas a inundaciones



#### 4.1.3. Viviendas sin junta sísmica y losas a desnivel

Las viviendas encuestadas no presentan junta sísmica que le permitan independizarse de las viviendas vecinas; la inexistencia de junta sísmica impide el comportamiento independiente de las viviendas durante un sismo.

Figura N°9. Viviendas sin Junta Sísmica y Losas a Desnivel



#### 4.1.4. Tabiquería no arriostrada

Existen viviendas que han sido construidas por etapas (pisos), dejando tabiques y parapetos sin arriostrar por largos periodos de tiempo, siendo éste un peligro para sus habitantes y población en general.

Figura N°10. Viviendas con Tabiquería no Arriostrada





#### **4.1.5 Proceso constructivo sin asesoramiento técnico.**

En el Sector Los Aromos la gran mayoría de las viviendas se están construyendo sin asesoramiento técnico, estos trabajos no garantizan la calidad y seguridad de las construcciones.

Figura N° 11. Mano de obra sin orientación técnica



#### **4.1.6 Viviendas construidas con diferentes materiales**

Vivienda del sector Los Aromos que ha sido construida por etapas, utilizando diferentes tipos de materiales, como se puede observar en la imagen; así como también utilizaron mano de obra de mala calidad.



Figura N° 12. Viviendas Construidas por Etapas con Diferentes Tipos de Materiales



#### 4.1.7. Armaduras expuestas y corroídas

Existen muchas viviendas que han sido construidas por etapas, dejando expuesto a la intemperie el acero de refuerzo de las columnas por largos periodos de tiempo, esta exposición corroe al acero.

Figura N° 13. Armaduras expuestas y corroídas



#### **4.1.8. Debilitamiento de Elementos Estructurales**

Ésta es una vivienda que presenta debilitamiento en sus elementos estructurales (columna), porque ha sido picada, este tipo de acciones debilita al elemento estructural.

Figura N°14. Debilitamiento de elementos Estructurales



#### **4.1.9. Viviendas mal Estructuradas**

En el sector Los Aromos, se observa viviendas en la que el largo es mayor a tres veces el ancho; estas viviendas tienen una geometría irregular que incrementa el nivel de vulnerabilidad.

Esto problemas se debe a que casi nunca se diseñan o se construyen con asesoramiento de profesionales como son ingenieros y/o arquitectos.

Estas construcciones son un peligro para las personas que las habitan y también para la población en general, ya que frente a un sismo podrían colapsar fácilmente.

Figura N° 15. Viviendas Irregulares



#### 4.1.10. Muros portantes y no portantes de ladrillo pandereta

Se ha utilizado en algunas viviendas ladrillo pandereta en muros portantes y no portantes. Este tipo de ladrillos no es recomendable para la construcción de muros portantes, ya que presentan una falla frágil y repentina, haciendo perjudicial su desempeño ante eventuales sismos, pudiendo colapsar.

Figura N° 16. Vivienda construida con Ladrillo Pandereta



## 4.2 Resultados del trabajo de Gabinete

### 4.2.1 características de las viviendas

#### a) Calidad de las edificaciones

La calidad de las edificaciones se ha evaluado considerando la calidad de mano de obra.

**Mala calidad de mano de Obra:** Viviendas que presentan juntas de espesor mayor a 3.00 cm en muros de albañilería, cangrejas en elementos de concreto, elementos desaplomados.

**Regular calidad de mano de Obra:** Viviendas que presentan juntas de espesor entre 2.00- 3.00 cm en muros de albañilería, pocas cangrejas en elementos de concreto, elementos más o menos desaplomados.



**Buena calidad de mano de Obra:** Viviendas que presentan juntas de espesor entre 1 – 200 cm en muros de albañilería, sin cangrejas en elementos de concreto, elementos aplomados.

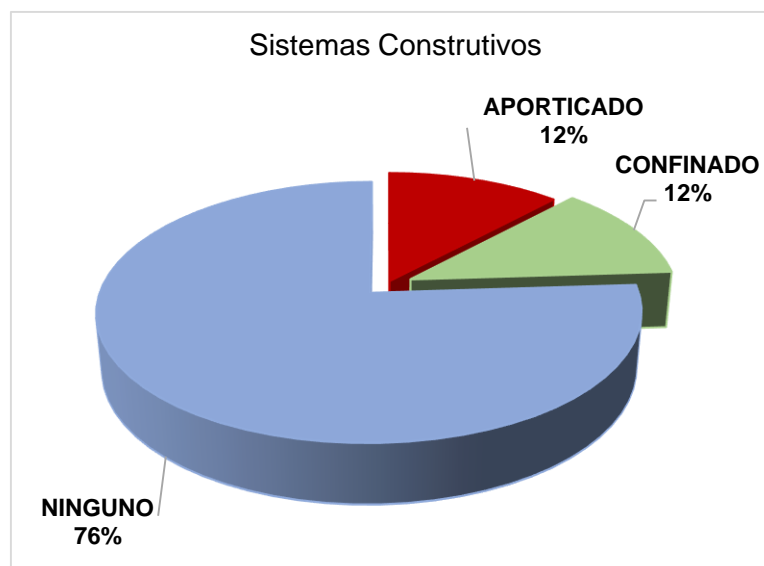
**b) Tipos de sistemas constructivos empleados en las viviendas.**

La tabla N° 08 nos muestra los diferentes sistemas constructivos utilizados en las edificaciones del sector Los Aromos. Sistema aporticado, siendo las estructuras de concreto armado (pórticos) los que soporta o resisten los efectos de los sismos, sistema confinado en donde la resistencia sísmica ésta dada predominante

Tabla N° 8. Tipos de sistemas constructivos

Sistema constructivo utilizado				
	Aporticado	Confinado	Ninguno	TOTAL
TOTAL	3	3	19	25
TOTAL (%)	12%	12%	76%	100%

Figura N° 17. Sistemas constructivos usados en las viviendas



La figura N° 17 nos muestra, que el 12% (03 viviendas) de las viviendas utilizaron el sistema constructivo aporticado, el 12% (03 viviendas) utilizaron el sistema



constructivo confinado y el 72% no usaron ningún sistema constructivos al momento de edificar sus viviendas, ya que desconocen la existencia de éstos, utilizando la albañilería empírica e informal, sin ningún conocimiento técnico, ni asesoramiento de un profesional.

#### 4.2.2 Determinación del nivel de Vulnerabilidad Sísmica

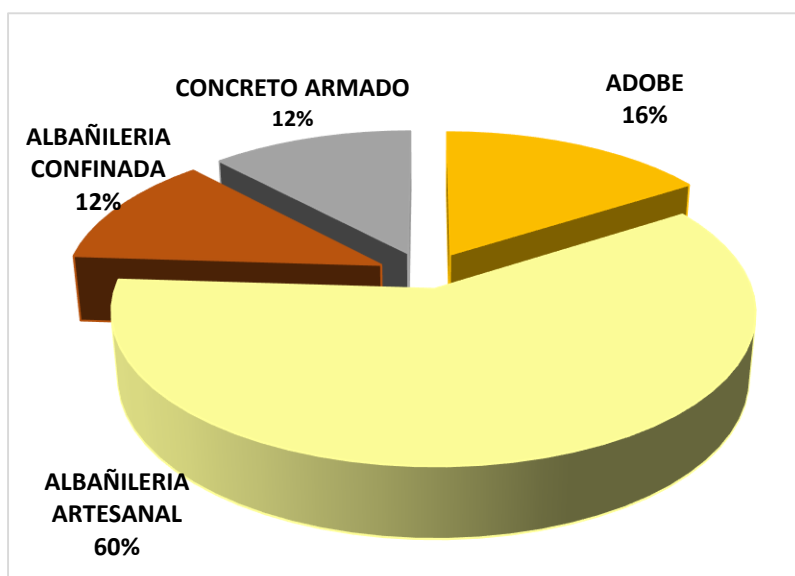
##### a) Clasificación de viviendas del sector Los Aromos, según el material que predomina en la edificación.

La tabla N° 9, nos muestra la cantidad de viviendas, para cada tipo de material utilizado en su construcción, siendo ésta una de las características que nos ayudará a determinar el nivel de vulnerabilidad.

Tabla N° 9. Materiales predominantes en las viviendas

<b>Materiales en las viviendas del Sector los Aromos</b>						
	<b>Adobe</b>	<b>Quincha</b>	<b>Albañilería Artesanal</b>	<b>Albañilería confinada</b>	<b>Concreto armado</b>	<b>TOTAL</b>
<b>TOTAL</b>	4	0	15	3	3	25
<b>TOTAL (%)</b>	16%	0%	60%	12%	12%	100%

Figura N° 18. Materiales predominantes en las viviendas del sector Los Aromos



La figura N° 18, nos muestra que el 16% (04 viviendas) de las viviendas son de Adobe, el 60 % (15 viviendas) de albañilería artesanal, el 12% (3 viviendas) de albañilería confinada y el 12% (3 viviendas) de concreto armado.

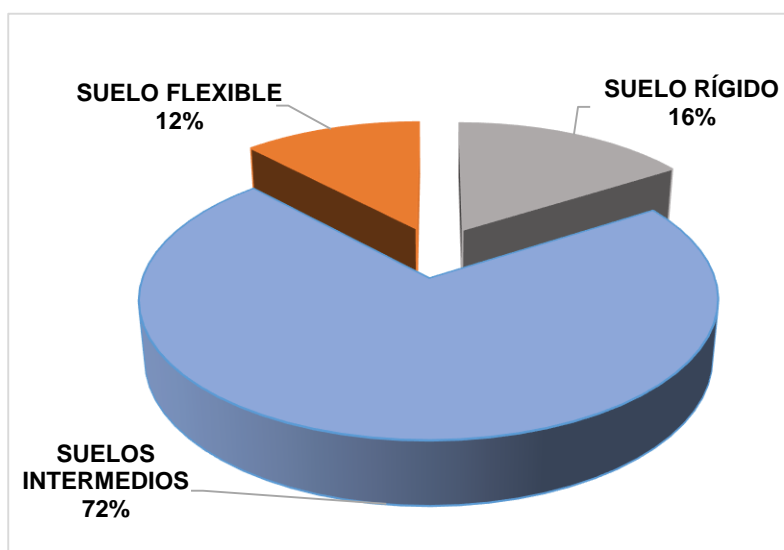
**b) Clasificación de suelos de las viviendas del Sector los aromos**

La tabla N° 10 nos muestra los tipos de suelos existentes en el sector los aromos, los cuales se clasificaron mediante la observación directa, la descripción de los ocupantes de las viviendas y los mapas de suelos existentes elaborados por la municipalidad provincial de Jaén, en donde se observó suelos cubiertos por aguas de color negro, siendo éstos suelos pantanosos; suelos constituidos por partículas compuestas de diminutos fragmentos de roca , minerales y arcilla, suelo compacto, arena de gran espesor y suelos rocosos .

Tabla N° 10. Tipos de suelos existentes

<b>Tipos de suelo de las viviendas del sector los Aromos</b>						
	<b>Pantanosos, turba</b>	<b>Suelo compacto</b>	<b>Arena de gran espesor</b>	<b>Granular fino y arcilloso</b>	<b>Suelos rocosos</b>	<b>TOTAL</b>
<b>TOTAL</b>	1	14	4	2	4	25
<b>TOTAL (%)</b>	4%	56%	16%	8%	16%	100%

Figura N° 19. Tipos de suelos de las viviendas del sector Los Aromos



La figura N° 19 muestra que el 16% (04 viviendas) de las viviendas están cimentadas sobre suelos rígidos; el 72 % (18 viviendas) de las viviendas sobre suelos intermedios y el 12 % (03 viviendas) sobre suelo flexible.

### c) Topografía del terreno de las viviendas

La tabla N° 11 nos muestra las diferentes pendientes que presentan los terrenos de las viviendas del sector los Aromos.

Tabla N° 11. Pendiente del terreno de las viviendas

<b>Pendiente de las viviendas</b>				
	<b>Pendiente</b>			
	<b>45 % a 20%</b>	<b>20 % a 10%</b>	<b>Hasta 10 %</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>Pronunciada</b>	<b>Moderada</b>	<b>Plana o ligera</b>	
<b>TOTAL</b>	0	4	21	25
<b>TOTAL (%)</b>	0%	16%	84%	100%

Figura N° 20. Topografía del terreno de las viviendas



La figura N° 20, muestra que ninguna vivienda presenta terrenos con pendientes pronunciadas, el 84% (21 viviendas) presentan terrenos de pendiente plana o ligera y el 16% (04 viviendas) pendiente moderada o media.

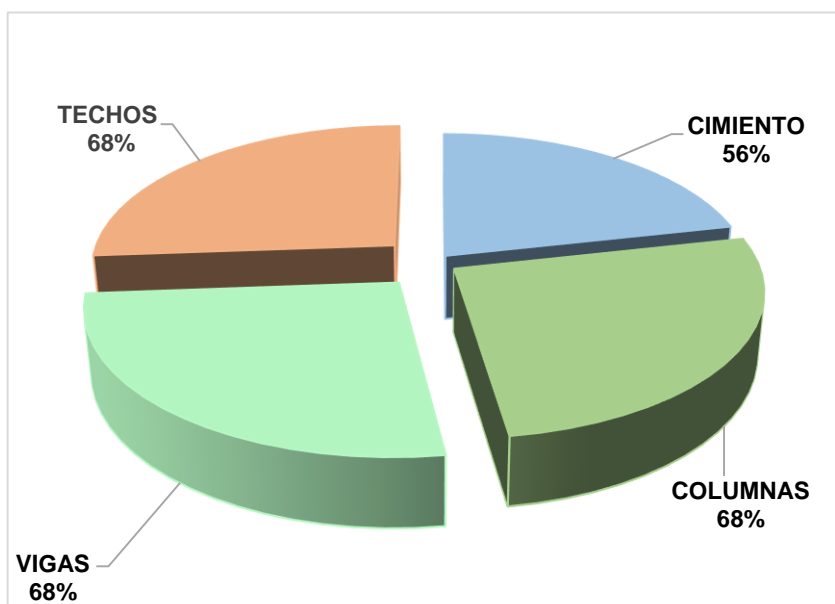
#### d) Elementos estructurales en buen estado en las viviendas

La tabla N° 12 muestra los principales elementos estructurales que se encuentran en buen estado de las viviendas evaluadas, de acuerdo a lo observado en el trabajo de campo.

Tabla N° 12 .Principales elementos estructurales en buen estado que se observa en las viviendas

Principales elementos estructurales que se observa en las viviendas					
	Cimiento	Columnas	Muros portantes	Vigas	Techos
<b>TOTAL</b>	14	17	0	17	17
<b>TOTAL (%)</b>	56%	68%	0%	68%	68%

Figura N° 21. Principales elementos estructurales en buen estado que se observa en las viviendas



La figura N° 21, muestra que el 56% (14 viviendas) de las viviendas presenta un cimiento en buen estado, mientras que el 44% (11 viviendas) presenta cimientos deteriorados; el 68% (17 viviendas) de las viviendas presenta columnas, vigas y techos en buen estado y el 32% (08 viviendas) restante presenta columnas con fisuras, cangrejeras y dimensiones no adecuadas

#### **4.2.2.1 Vulnerabilidad sísmica**

La tabla N° 13, muestra en nivel de vulnerabilidad sísmica de cada vivienda: nivel bajo (B) nivel medio (M), nivel alto(A) y nivel muy alto (MA),

En la tabla N°14, se observa el resumen de la Vulnerabilidad Sísmica de las viviendas del sector los Aromos.

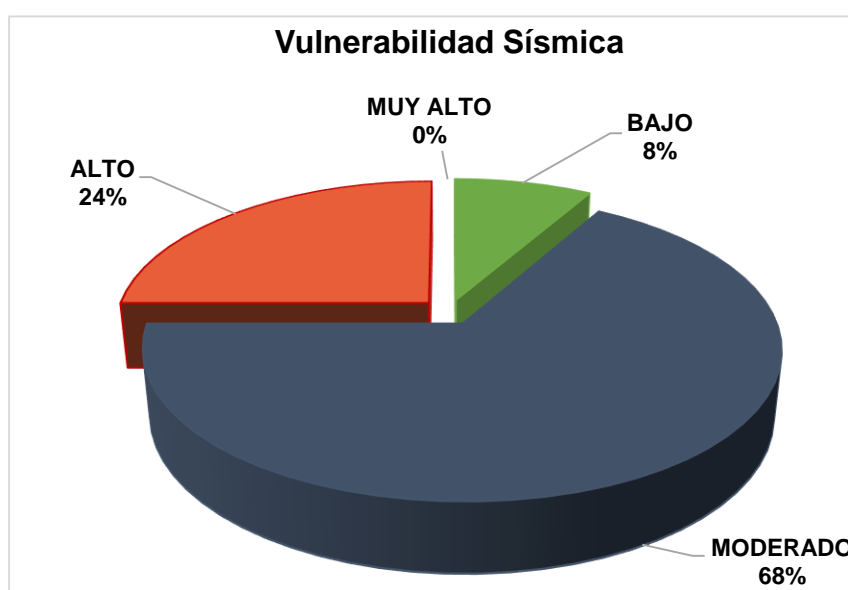
Tabla N°13. Nivel de Vulnerabilidad Sísmica de cada vivienda

CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA	VIVIENDAS																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1.Material predominante de la edificación	3	2	2	1	1	1	3	4	4	3	3	3	3	3	1	4	3	3	3	3	2	3	3	3	4
2.Conto con la participación de ingeniero civil en diseño y/o construcción	4	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	2	4	4	4	1	4	4	4	4
3.Antigüedad de la edificación	2	3	3	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	3	1	3	1	1	1	2	1	2	2	2	2
4.Tipo de suelo	1	3	1	1	3	3	4	3	3	1	1	3	3	3	3	3	3	2	2	3	4	3	3	3	3
5.Topografía del terreno de la vivienda	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
6.Topografía del terreno colindante	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2
7.Configuración geométrica en planta	4	1	4	1	2	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1
8.Configuración geométrica en elevación	4	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9.Juntas de dilatación sísmica	4	4	4	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	4
10.Existen concentración de masas	1	1	4	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11.Principales elementos estructurales	2	1	2	1	3	3	2	3	1	2	1	2	1	2	1	3	1	1	1	1	1	3	1	2	4
12.Otros factores	0		4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	4	4	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>29</b>	<b>22</b>	<b>31</b>	<b>12</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>29</b>	<b>25</b>	<b>24</b>	<b>23</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>24</b>	<b>13</b>	<b>27</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>23</b>	<b>19</b>	<b>28</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>27</b>
	A	M	A	B	M	M	A	M	M	M	M	M	M	M	B	A	M	M	M	M	M	A	M	M	A

Tabla N° 14. Resumen del nivel de Vulnerabilidad Sísmica

RESUMEN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA				
Bajo	Moderado	Alto	Muy alto	Total
2	17	6	0	25
8%	68%	24%	0%	100%

Figura N° 22. Vulnerabilidad sísmica



En la figura N° 11 se observa que ninguna vivienda presenta vulnerabilidad sísmica muy alta, el 8% (04 viviendas) presenta vulnerabilidad sísmica baja, el 68% (17 viviendas), vulnerabilidad sísmica moderada y el 24% (06 viviendas) vulnerabilidad sísmica alta.

#### 4.2.3. Estimación del peligro sísmico

##### 4.2.3.1 Peligro Sísmico

El peligro sísmico se ha determinado de acuerdo a los siguientes parámetros: sismicidad, tipo de suelos y topografía del terreno

Tabla N° 15. Resumen de los parámetros del Peligro Sísmico

VIVIENDA	SISMICIDAD	SUELO	TOPOGRAFIA Y PENDIENTE
1	Media	rígido	plana
2	Media	Intermedio	plana
3	Media	Intermedio	plana
4	Media	Intermedio	plana
5	Media	Intermedio	plana
6	Media	Intermedio	plana
7	Media	flexible	plana
8	Media	Intermedio	plana
9	Media	Intermedio	plana
10	Media	rígido	media
11	Media	rígido	media
12	Media	Intermedio	plana
13	Media	Intermedio	plana
14	Media	Intermedio	plana
15	Media	Intermedio	plana
16	Media	Intermedio	plana
17	Media	Intermedio	plana
18	Media	Intermedio	plana
19	Media	Intermedio	plana
20	Media	Intermedio	plana
21	Media	Intermedio	plana
22	Media	rígido	plana
23	Media	flexible	media
24	Media	flexible	media
25	Media	Intermedio	plana

La tabla N° 15, muestra la sismicidad, el tipo de suelo y la topografía de cada vivienda. La ciudad de Jaén, y por ende el sector Los Aromos se encuentra en una zona sísmica media según la norma Norma Técnica E.030 “Diseño Sismo resistente”, los tipos de suelos existentes en el Sector Los Aromos son flexibles, intermedios y rígidos , la pendiente predominante es plana , también existiendo pendiente media .



Tabla N° 16. Nivel de Peligro Sísmico de cada vivienda

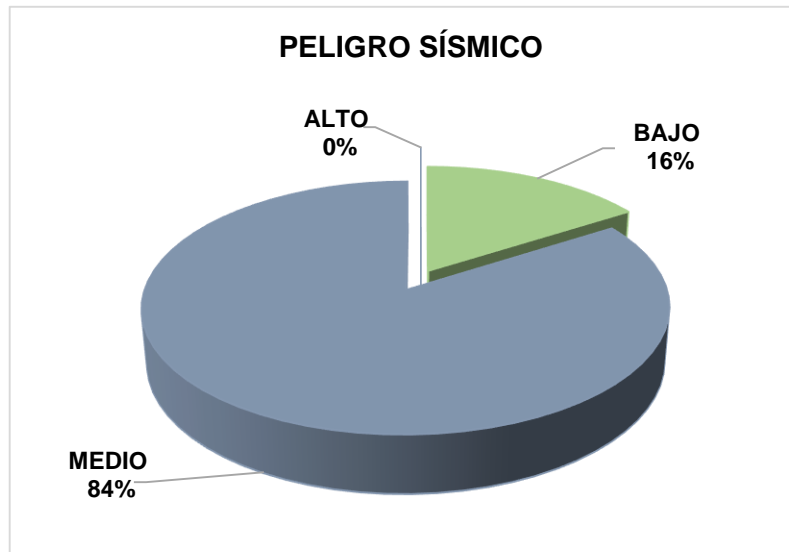
Viviendas	Sismicidad (40%)	Suelo (40%)	Topografía y pendiente (20%)	Valor	Peligro Sísmico
1	2	1	1	1.4	B
2	2	2	1	1.8	M
3	2	2	1	1.8	M
4	2	2	1	1.8	M
5	2	2	1	1.8	M
6	2	2	1	1.8	M
7	2	3	1	2.2	M
8	2	2	1	1.8	M
9	2	2	1	1.8	M
10	2	1	2	1.6	B
11	2	1	2	1.6	B
12	2	2	1	1.8	M
13	2	2	1	1.8	M
14	2	2	1	1.8	M
15	2	2	1	1.8	M
16	2	2	1	1.8	M
17	2	2	1	1.8	M
18	2	2	1	1.8	M
19	2	2	1	1.8	M
20	2	2	1	1.8	M
21	2	2	1	1.8	M
22	2	1	1	1.4	B
23	2	3	2	2.4	M
24	2	3	2	2.4	M
25	2	2	1	1.8	M

La tabla N° 16, muestra el nivel de peligro sísmico de cada vivienda: nivel bajo (B), nivel medio (M), nivel alto (A) y muy alto (MA).

Tabla N° 17. Resumen del nivel de Peligro Sísmico

PELIGRO SISMICO				
Bajo	Medio	Alto	Muy alto	Total
4	21	0	0	25
16%	84%	0%	0%	100%

Figura N° 23. Peligro sísmico



La figura N° 14 muestra que no existe viviendas con peligro sísmico alto, el 16% (04 viviendas) de las viviendas presenta peligro sísmico bajo y el 84% (21 viviendas) peligro sísmico medio.

### 4.3 Discusión de resultados

#### 4.3.1 Vulnerabilidad sísmica

Tal como se observa en la tabla N°14 , el 68 % de las viviendas presentan un nivel moderado de vulnerabilidad, este resultado se compara con los obtenidos por Indeci en el año 2006 de la ciudad de Cajamarca, las cuales presentan un nivel de vulnerabilidad sísmica de media a alta ; en la misma tabla N°14 se observa, que el 24 % de las viviendas presenta un nivel alto de vulnerabilidad, el cual se compara con los resultados obtenidos por Moromi Nakata (2012) en Perú, estos resultados obtenidos son producto de : que la población construye sus viviendas de manera informal, sin la instrucción de un profesional calificado y esto es debido a la falta de recursos económicos.

De la tabla N° 08, tipos de sistemas constructivos usados en las edificaciones del sector los aromos se obtuvo que el 12% utilizaron el tipo aporticado, otro 12% el tipo confinado ya que es menos costoso, y el 76% no uso ningún tipo de sistema constructivo, empleando sus conocimientos empíricos conocido como albañilería artesanal .

#### **4.3.2 Peligro Sísmico**

Para el peligro sísmico se obtuvo que el 16% presenta un peligro bajo, el 84% un peligro medio, y ninguna vivienda presenta peligro sísmico alto. De esto resulta que la mayoría de viviendas presentan un peligro sísmico medio a bajo debido a que el terreno donde se encuentran en su mayoría es plano o con poca pendiente, además los suelos predominantes son suelos intermedios, también están propensas a inundaciones muy esporádicas,. Estos resultados indican que las viviendas se encuentran expuestas a una probabilidad media de ocurrencia de sismos

En la tabla N° 10. Tipos de suelos existentes en el sector Los Aromos, se observa que el 12% de las viviendas fueron cimentadas sobre suelo flexible (suelos pantanosos , suelo granular fino y arcilloso), el 72% sobre suelos intermedios (suelo compacto y arena de gran espesor) y el 16 % restante sobre suelo rígido (suelos rocosos).

# **CAPITULO V**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 CONCLUSIONES**

De la investigación realizada a las viviendas del sector Los Aromos, se presentan las siguientes conclusiones:

La vulnerabilidad sísmica es moderada (68%), el 24% es alta y el 8% baja, lográndose el objetivo propuesto y negando la hipótesis planteada.

El 12% utilizaron el sistema aporricado para ser edificadas, otro 12% el sistema confinado y el 76 % restante utilizaron albañilería artesanal para ser edificadas

El peligro sísmico en las edificaciones es medio (84%) y el 16% es bajo, no existiendo peligro alto, ni muy alto.

El tipo de suelo predominante es suelos intermedios (72%), seguido de suelos rígidos (16%) y suelos flexibles (12%).

La topografía predominante en el sector Los Aromos es plana o ligera (84%), y moderada o media (16%), no existiendo pendientes pronunciadas.

En el Sector Los Aromos, el 12% de las viviendas son edificadas con concreto armado, el 16% con adobe y el 72 % restante con albañilería artesanal.

## 5.2 RECOMENDACIONES

De la investigación realizada a las viviendas del sector Los Aromos, se presentan las siguientes recomendaciones:

Difusión de los resultados de la presente investigación

Que el trabajo sirva como información para la investigación de la vulnerabilidad sísmica de otros sectores urbanos, ya sea de la provincia de Jaén o a nivel de Cajamarca.

A la entidad encargada de evaluar la vulnerabilidad sísmica en la provincia de Jaén, se recomienda que elabore un mapa de zonificación de peligros sísmico de toda la ciudad, para que así se pueda realizar un estudio más exacto en cualquier parte de la misma.

Para la investigación de otros trabajos de este tipo, se recomienda realizar ensayos de laboratorio que permita determinar con mayor precisión las características de las edificaciones y así obtener resultados más exactos.

A las entidades involucradas se recomienda realizar charlas a la población sobre medidas de prevención ante los peligros sísmicos.

Para realizar otros trabajos de este tipo, se recomienda a los investigadores revisar el manual de **CENEPRED** vigente, ya que ésta es la nueva entidad que se encarga de identificar y reducir los riesgos asociados a peligros o minimizar sus efectos, dejando sin efecto a INDECI.

## REFERENCIAS

**INDECI. (2006)** Tema 8 análisis de la vulnerabilidad, programa de capacitación para la estimación del riesgo – PCER

**INDECI. (2005)** Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Jaén

**CENTRO PERUANO-JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES (2010).** Evaluación de la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico del distrito de la molina, convenio específico de cooperación interinstitucional entre el ministerio de vivienda, construcción y saneamiento y la universidad nacional de ingeniería “estudio de microzonificación sísmica y vulnerabilidad en la ciudad de lima.

**CÉSAR CAICEDO, ALEX H. BARBAT, JOSÉ A. CANAS, ROBERTO AGUILAR (1994).** Vulnerabilidad sísmica de edificios, monografías de ingeniería sísmica.

**ISABEL MOROMI NAKATA (2012).** Gestión del riesgo: metodología para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de adobe a nivel local, tesis para optar el grado de maestro en gestión de riesgos de desastres.

**JORGE ANDRÉS NAVIA LLORENTE, ELKIN MAURICIO BARRERA ROA (2007).** Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas de interés social de uno y dos pisos construidas con mampostería estructural en la ciudad de Bogotá- Proyecto de grado

**REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (2016),** norma técnica E.030 “DISEÑO SISMORESISTENTE”

**INDECI (2006)** .Manual básico para la estimación del riesgo, unidad de estudios y evaluación de riesgos (UEER).

**MOSQUEIRA MORENO, Miguel Ángel y TARQUE RUIZ, Sabino Nicola (2005)**.”Recomendaciones técnicas para mejorar la seguridad sísmica de viviendas de albañilería confinada de la costa peruana” Tesis para optar el grado académico de magister en ingeniería civil (PUCP), Escuela de graduados.

**JUÁREZ BADILLO, Rico rodríguez (2011)** .Mecánica de suelos – Tomo 1.Fundamentos de la mecánica de suelos

**GÁLVEZ MEGÍA Luis Alberto (2016)**. Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Chota- Cajamarca

**JUAN ORLANDO VILLEGAS RAMÍREZ (2014)**. Análisis de la vulnerabilidad y riesgo de las edificaciones en el Sector Morro Solar Bajo, ciudad de Jaén - Cajamarca

# ANEXOS



**ANEXO A.** Ficha de verificación para obtener las características de las viviendas y estimar el nivel de vulnerabilidad

**DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA PARA CASOS DE SISMO  
FICHA DE VERIFICACION**

**A. UBICACION GEOGRAFICA DE LA VIVIENDA**

<p><b>1. UBICACION GEOGRAFICA</b></p> <p>1. DEPARTAMENTO</p> <p>2. PROVINCIA</p> <p>3. DISTRITO</p>	<p><b>2. UBICACION CENSAL</b></p> <p>1. SECTOR</p> <p>2. CÓDIGO</p>	<p><b>3. FECHA Y HORA</b></p> <p>DIA      MES      AÑO</p> <p>HORA      MINUTOS</p>
<p><b>4. DIRECCION DE LA VIVIENDA</b></p> <p>TIPO DE VIA:    1 <input type="radio"/> AVENIDA    2 <input type="radio"/> CALLE    3 <input type="radio"/> JIRON    4 <input type="radio"/> PASAJE    5 <input type="radio"/> CARRETERA    6 <input type="radio"/> OTRO</p> <p>NOMBRE DE LA VIA</p> <p>Nº DE LA PUERTA      INTERIOR      PISO      MANZANA      LOTE      KM.</p> <p>NOMBRE DE LA URBANIZACION / ASENTAMIENTO HUMANO/ ASOCIACION DE VIVIENDA/OTROS</p> <p>REFERENCIA</p>		

**5. APELLIDOS Y NOMBRES DEL RESPONSABLE DEL HOGAR O ENTREVISTADO(A)**

APELLIDO PATERNO	APELLIDO MATERNO
NOMBRES	
6. DNI	

**B. INFORMACION DEL INMUEBLE POR OBSERVACION DIRECTA**

<p><b>1. DESDE EL EXTERIOR SE PUEDE OBSERVAR QUE:</b></p> <p>1 <input type="radio"/> Ante colapso, por el predominante deterioro, <b>SI</b> compromete al área colindante</p> <p>2 <input type="radio"/> Ante colapso, por el predominante deterioro, <b>NO</b> compromete al área colindante</p> <p>3 <input type="radio"/> No muestra precariedad</p> <p>4 <input type="radio"/> No fue posible observar el estado general de la vivienda</p>	<p><b>2. LA VIVIENDA SE ENCUENTRA</b></p> <p>1 <input type="radio"/> Habitada</p> <p>2 <input type="radio"/> No habitada</p> <p>3 <input type="radio"/> Habitada, pero sin ocupantes</p> <p>4 <input type="radio"/> Rechaza la verificación</p>
---	---

*Cuando la pregunta 2 tenga cualquiera de las siguientes respuestas: Vivienda 2 **NO habitada**, 3 **Habitada pero sin ocupantes**, ó 4 **Rechaza la verificación**, deberá pasar al campo Nº 6 de la sección "C" y **CONCLUIR LA VERIFICACION***

**C. CARACTERISTICAS DEL TIPO DE VIVIENDA**

<p><b>1. CUENTA CON PUERTA INDEPENDIENTE</b></p> <p>1 <input type="radio"/> <b>SI</b>, cuenta con puerta de calle</p> <p>2 <input type="radio"/> <b>NO</b>, es parte de un complejo multifamiliar</p>	<p><b>2. FORMA PARTE DE UN COMPLEJO</b></p> <p>1 <input type="radio"/> Multifamiliar <b>horizontal</b></p> <p>2 <input type="radio"/> Multifamiliar <b>vertical</b></p> <p>3 <input type="radio"/> No aplica</p>	<p><b>3. TOTAL DE OCUPANTES (Cantidad de personas)</b></p> <p>1 De la vivienda    2 Del complejo multifamiliar</p>
<p><b>4. CANTIDAD DE PISOS DE LA VIVIENDA</b></p> <p>1 Cantidad de niveles superiores (incluido el 1er piso)</p> <p>2 Cantidad de niveles inferiores (sótanos)</p> <p>3 <input type="radio"/> No aplica, por ser área común de la <b>vivienda multifamiliar</b></p>	<p><b>5. CANTIDAD DE PISOS DEL COMPLEJO MULTIFAMILIAR</b></p> <p>1 Cantidad de niveles superiores (<b>incluido el 1er piso</b>)</p> <p>2 Cantidad de niveles inferiores (<b>sótanos</b>)</p> <p>3 <input type="radio"/> No aplica por ser <b>vivienda unifamiliar</b></p>	

**6. FACTORES CRITICOS PARA LA DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD "MUY ALTO" O "ALTO"**

1  El terreno se encuentra en un **terreno inapropiado para edificar**.

2  Encontrarse el inmueble en una ubicación **expuesta a derrumbes y/o deslizamientos**

3  Otro:

4  No aplica

*De ser necesario, se deberá especificar los factores y tener en consideración esta información para la evaluación de las edificaciones colindantes.*

*La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo, huayco, de gran magnitud;  
Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asistidos por profesionales de la materia;  
Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.*

## D. CARACTERISTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA

### 1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> Adobe	<b>4</b>	6 <input type="radio"/> Adobe reforzado	<b>3</b>	9 <input type="radio"/> Albañilería confinada	<b>2</b>	11 <input type="radio"/> Concreto armado	<b>1</b>
2 <input type="radio"/> Quincha		7 <input type="radio"/> Albañilería		10 <input type="radio"/> Otros:		12 <input type="radio"/> Acero	
3 <input type="radio"/> Mampostería		8 <input type="radio"/> Otros:				13 <input type="radio"/> Otros:	
4 <input type="radio"/> Madera							
5 <input type="radio"/> Otros:							

### 2. LA EDIFICACION CONTO CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> No	<b>4</b>	2 <input type="radio"/> Solo construcción	<b>3</b>	3 <input type="radio"/> Solo diseño	<b>2</b>	4 <input type="radio"/> Sí, ambas	<b>1</b>

### 3. ANTIGUEDAD DE LA EDIFICACION

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> De 50 años a más	<b>4</b>	2 <input type="radio"/> De 20 a 49 años	<b>3</b>	3 <input type="radio"/> De 3 a 19 años	<b>2</b>	4 <input type="radio"/> De 0 a 2 años	<b>1</b>

### 4. TIPO DE SUELO

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> Rellenos	<b>4</b>	4 <input type="radio"/> Depósito de suelo compacto	<b>3</b>	6 <input type="radio"/> Granular fino y arcilloso	<b>2</b>	7 <input type="radio"/> Suelos rocosos	<b>1</b>
2 <input type="radio"/> Depósitos marinos		5 <input type="radio"/> Arena de gran espesor					
3 <input type="radio"/> Pantanosos, turba							

### 5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA

Pendiente muy pronunciada	Valor	Pendiente pronunciada	Valor	Pendiente moderada	Valor	Pendiente plana o ligera	Valor
1 <input type="radio"/> Mayor a 45%	<b>4</b>	2 <input type="radio"/> Entre 45% a 20%	<b>3</b>	3 <input type="radio"/> Entre 20% a 10%	<b>2</b>	4 <input type="radio"/> Hasta 10%	<b>1</b>

### 6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA

Pendiente muy pronunciada	Valor	Pendiente pronunciada	Valor	Pendiente moderada	Valor	Pendiente plana o ligera	Valor
1 <input type="radio"/> Mayor a 45%	<b>4</b>	2 <input type="radio"/> Entre 45% a 20%	<b>3</b>	3 <input type="radio"/> Entre 20% a 10%	<b>2</b>	4 <input type="radio"/> Hasta 10%	<b>1</b>

### 7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA

Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> Irregular	<b>4</b>	2 <input type="radio"/> Regular	<b>1</b>

### 8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION

Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> Irregular	<b>4</b>	2 <input type="radio"/> Regular	<b>1</b>

### 9. JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA

Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> No/No existen	<b>4</b>	2 <input type="radio"/> Sí/No requiere	<b>1</b>

### 10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVEL...

Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> Superior	<b>4</b>	2 <input type="radio"/> Inferior/ No existe	<b>1</b>

### 11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA

11.1 No existen/son precarios	Valor	11.2 Deterioro y/o humedad	Valor	11.3 Regular estado	Valor	11.4 Buen estado	Valor
1 <input type="radio"/> Cimiento	<b>4</b>	1 <input type="radio"/> Cimiento	<b>3</b>	1 <input type="radio"/> Cimiento	<b>2</b>	1 <input type="radio"/> Cimiento	<b>1</b>
2 <input type="radio"/> Columnas		2 <input type="radio"/> Columnas		2 <input type="radio"/> Columnas			
3 <input type="radio"/> Muros portantes		3 <input type="radio"/> Muros portantes		3 <input type="radio"/> Muros portantes			
4 <input type="radio"/> Vigas		4 <input type="radio"/> Vigas		4 <input type="radio"/> Vigas			
5 <input type="radio"/> Techos		5 <input type="radio"/> Techos		5 <input type="radio"/> Techos			

### 12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="radio"/> Humedad	<b>4</b>	4 <input type="radio"/> Debilitamiento por modificaciones	<b>4</b>	6 <input type="radio"/> Densidad de muros inadecuada	<b>4</b>	8 <input type="radio"/> No aplica	<b>0</b>
2 <input type="radio"/> Cargas laterales		5 <input type="radio"/> Debilitamiento por sobrecarga		7 <input type="radio"/> Otros:			
3 <input type="radio"/> Colapso elementos del entorno							

## E. DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

### E.1. SUMATORIA DE LOS VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERISTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA

$$\sum_{i=1}^{12} \text{Valor}_i = \text{TOTAL}$$

Llevar los valores más críticos de cada uno de los campos de la Sección "D"

### E.2. CALIFICACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1.
<b>MUY ALTO</b>	Mayor a 35	En las condiciones actuales <b>NO es posible acceder a una Zona de Seguridad</b> dentro de la edificación.	<input type="radio"/>
<b>ALTO</b>	Entre 26 a 35	En las condiciones actuales <b>NO es posible acceder a una Zona de Seguridad</b> Dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	<input type="radio"/>
<b>MODERADO</b>	Entre 16 a 25	<b>Requiere reforzamiento</b> en potencial Zona de Seguridad Interna	<input type="radio"/>
<b>BAJO</b>	Hasta 15	En las condiciones actuales <b>SI es posible acceder a una Zona de Seguridad</b> dentro de la edificación.	<input type="radio"/>

**ANEXO B.** Guía de observación para obtener las características de las viviendas y estimar el nivel de peligro sísmico.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL-SEDE JAEN

TESIS: EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES EN EL SECTOR LOS AROMOS,  
JAÉN - CAJAMARCA

Evaluadora : Bach. Rosita Leidy Guevara Pinedo

Fecha : 08 / 2016

Asesor : Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo

Código : 01

## GUIA DE OBSERVACION PARA ESTIMAR EL PELIGRO SÍSMICO

### I.PELIGROS NATURALES QUE AFECTARON A LA EDIFICACIÓN

Sismo	
Deslizamiento	

Inundaciones	
Otro	

**Daño causado :**

La vivienda no ha sufrido daños significativos debido a peligros naturales.

**Peligros naturales a los que estaría expuesta su vivienda:**

Posible inundación , por desborde del canal Chillique o por la presencia de lluvias intensas.

**Descripción:**

La vivienda se encuentra en peligro sísmico por ubicarse en zona de alta sismicidad

Se encuentra en peligro de inundación debido a que se ubica en la parte baja del Sector..

### II.ENTORNO DE LA VIVIENDA

Ubicación en manzana	
Aislada	
Intermedia	
Esquina	x

Pendiente	
Pronunciada	
Media	
Plana	x

Características del suelo	
Rígido	
Intermedio	x
Flexible	

**Descripción:**

La vivienda se encuentra ubicada en la parte plana del sector Los Aromos , está cimentada sobre arenas densas y gruesas, siendo éste un suelo de calidad intermedia.

### III.INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Problemas estructurales	x
Problemas constructivos	x

Problemas de ubicación	
Otros	

**Descripción:**

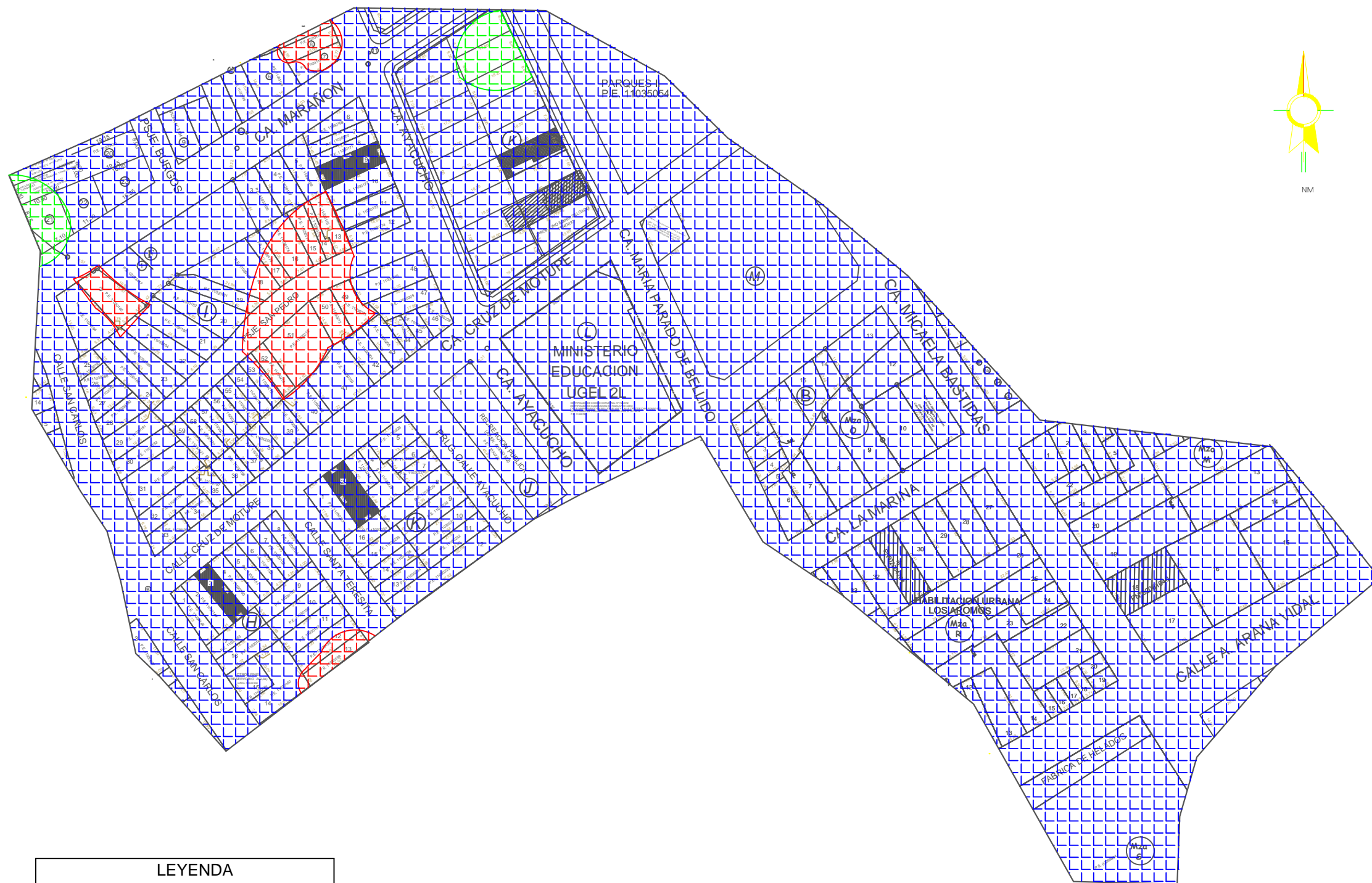
La vivienda presenta columnas y vigas con armaduras expuestas y corroidas

La vivienda a sido remodelada y ampliada (02 niveles .

Las juntas de morteros en muros no son uniformes , y son de espesor excesivo.

La vivienda ha sido construida con mano de obra de mala calidad .

**ANEXO C.** Mapa de zonificación de los niveles de vulnerabilidad en el sector Los Aromos



LEYENDA	
VULNERABILIDAD BAJA	
VULNERABILIDAD MODERADA	
VULNERABILIDAD ALTA	

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
	TESIS : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES EN EL SECTOR LOS AROMOS, JAÉN- CAJAMARCA	
PLANO : ZONIFICACIÓN DE VULNERABILIDAD SISMICA	LAMINA N° :	
ESCALA : S/E	FECHA: NOV-2016	
AUTORA : BACH. ROSITA LEIDY GUEVARA PINEDO		
ASESOR : ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO		

## **ANEXO D. Fotografías**





Fotografía 1. Vivienda de sistema confinado, con una abertura de un ladrillo.



Fotografía 2. Interior de una vivienda de albañilería artesanal



Fotografía 3. Vivienda de adobe, con rajaduras en las paredes.



Fotografía 4. Vivienda de adobe con el techo a punto de colapsar.



Fotografía 5. Vivienda con columnas (elementos estructurales) en malas condiciones.



Fotografía 6. Vivienda con elementos estructurales (columnas) deterioradas.



Fotografía 7. Vivienda de adobe, con vigas de madera y techos de calamina en mal estado, deteriorados por su antigüedad y por las lluvias.



Fotografía 8. Juntas de 5cm en muros.



Fotografía 9. La tesista realizando la encuesta en el interior de una vivienda.