

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE  
EDIFICACIONES DE TIPO ALBAÑILERÍA  
CONFINADA DEL DISTRITO DE INGENIO, REGIÓN  
JUNÍN”**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. ROSALES GOMEZ, LIA ESTEFANI**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:**

**ESTRUCTURAS Y CONSTRUCCIÓN**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERA CIVIL**

**HUANCAYO – PERÚ**

**2022**

**ASESOR**

Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza

## **DEDICATORIA**

A Dios, por protegerme y cuidarme para continuar este camino para cumplir con este objetivo trazado. A mis padres y todas las personas que me apoyaron y confiaron para tener éxito y cumplir con todas mis metas trazadas.

Bach. Rosales Gomez, Lia Stefani

## **AGRADECIMIENTO**

A todas las personas que me brindaron su apoyo en lograr afianzar mi formación académica y profesional, como son los maestros de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana Los Andes trasmitiéndome su experiencia y enseñanzas que me ayudaran a ser una buena profesional y persona.

Bach. Rosales Gomez, Lia Estefani



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

*“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”*

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA DEJA:

### **CONSTANCIA N° 291**

Que, el (la) bachiller: Bachilleres LIA ESTEFANI, ROSALES GOMEZ, de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL, presentó la tesis denominada: “GRADO DEVULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES DE TIPO ALBAÑILERÍA CONFINADA DEL DISTRITO DE INGENIO, REGIÓN JUNÍN”; la misma que cuenta con 119 Páginas, ha sido ingresada por el SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO obteniendo el 21% de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 21 de Septiembre  
del 2022



Dr. Santiago Zevallos  
Salinas Director de la Unidad  
de Investigación

## HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

---

Dr. Rubén Tapia Silguera  
PRESIDENTE

---

Mag. Julio Fredy Porras Mayta  
JURADO

---

Mag. Rando Porras Olarte  
JURADO

---

Ing. Nataly Lucia Córdova Zorrilla  
JURADO

---

Mag. Leonel Untiveros Peñaloza  
SECRETARIO DE DOCENTE

# INDICE

DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO .....	4
HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS .....	5
INDICE .....	6
INDICE DE TABLAS .....	9
INDICE DE FIGURAS .....	10
RESUMEN .....	11
ABSTRACT .....	12
INTRODUCCION .....	13
CAPITULO I.....	15
EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN .....	15
1.1.    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.2.    FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2.1.    Problema general .....	16
1.2.2.    Problemas específicos .....	16
1.3.    JUSTIFICACIÓN .....	17
1.3.1.    Social o práctica .....	17
Los resultados obtenidos del relevamiento ayudan a identificar viviendas vulnerables a daños por terremoto, lo que permitirá a los dueños del lugar de estudio aumentar su conciencia sobre el valor de ejecutar estudios técnicos para reducir la vulnerabilidad sísmica de los domicilios existentes y futuras, cumpliendo con todos los requisitos. Donde se requieren estándares técnicos, las pérdidas materiales se minimizan cuando ocurren estas posibilidades, en tal sentido esta investigación se justifica socialmente ya que se propone solucionar los problemas que aquejan en temas de edificaciones. ....	17
1.3.2.    Científica o teórica.....	17
1.3.3.    Metodológica .....	17
1.4.    DELIMITACIONES .....	17
1.4.1.    Espacial.....	17
1.4.2.    Temporal .....	18

1.4.3. Económica.....	18
1.5. LIMITACIONES.....	18
1.6. OBJETIVOS .....	18
1.6.1. Objetivo general .....	18
1.6.2. Objetivos específicos.....	18
CAPITULO II .....	19
MARCO TEORICO .....	19
2.1. ANTECEDENTES .....	19
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	19
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	20
2.1.3. Antecedentes locales .....	22
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	34
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	41
2.4. HIPÓTESIS .....	43
2.4.1. Hipótesis general.....	43
2.4.2. Hipótesis específicas .....	43
2.5. VARIABLES.....	43
2.5.1. Definición conceptual de las variables.....	43
2.5.2. Definición operacional de la variable .....	44
2.5.3. Operacionalización de las variables .....	44
CAPITULO III .....	45
METODOLOGIA .....	45
3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	45
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	45
3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	46
3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	46
3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	47
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	48
3.6.1 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	48
3.6.2 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	48
3.7. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	48
3.8. TÉCNICAS Y ANÁLISIS DE DATOS.....	48
CAPITULO IV .....	49
RESULTADOS.....	49

4.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	49
4.2. DIAGNÓSTICO DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA .....	51
EL TESTIMONIO PERMITIÓ RECOLECTAR INFORMACIÓN DE LAS 31 VIVIENDAS SELECCIONADAS, TENIENDO PRESENTE VARIOS ASPECTOS INFORMATIVOS, TÉCNICOS Y SÍSMICOS DE LOS DOMICILIOS RELACIONADOS CON EL TRABAJO DE CAMPO Y OFICINA PARA ESTE ESTUDIO. ....	51
CAPÍTULO V .....	61
DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	61
CONCLUSIONES .....	62
RECOMENDACIONES .....	66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
ANEXOS .....	70
ANEXO 1 .....	71
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	71
ANEXO 2 .....	74
LOCALIZACIÓN DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA.....	74
ANEXO 3 .....	91
VISTA FOTOGRÁFICA .....	91
ANEXO 4 .....	101
TABLAS METODOLÓGICAS.....	101
ANEXO 5 .....	107
PLANOS DE LAS VIVIENDAS ANALIZADAS.....	107
ANEXO 6 .....	111
FICHA REPORTE.....	111
ANEXO 7 .....	117
UBICACIÓN DE LAS VIVIENDAS ANALIZADAS .....	117

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rangos de vulnerabilidad sísmica. ....	31
Tabla 2: Limitaciones en la albañilería confinada. ....	32
Tabla 3: Factores que afectan la vulnerabilidad. ....	32
<i>Tabla 4: Operacionalización de las variables</i> .....	36
Tabla 5: Limitaciones en la albañilería confinada. ....	36
Tabla 6: Factores que afectan la vulnerabilidad. ....	41
<i>Tabla 7: Operacionalización de las variables</i> .....	44
<i>Tabla 8: Densidad muros</i> .....	58
<i>Tabla 9: Nivel de vulnerabilidad sísmica</i> .....	59
<i>Tabla 10: Cálculo de la calidad de la mano de obra</i> .....	102
<i>Tabla 11: Factores de Zona (Z).</i> .....	103
<i>Tabla 12: Factores de importancia (U)</i> .....	104
<i>Tabla 13: Factor de suelo (S)</i> .....	104
<i>Tabla 14: Coeficiente básico de Reducción (R0)</i> .....	106
<i>Tabla 15: Coeficiente sísmico (C1)</i> .....	106
<i>Tabla 16: Valores del coeficiente de momentos “m” y dimensión crítica “a”</i> .....	106
<i>Tabla 17: Parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica</i> .....	107

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del Distrito de Ingenio .....	50
Figura 2: Combinación de los parámetros para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica .....	51
Figura 3: Factores influyentes para el grado de vulnerabilidad .....	52
Figura 4: Resistencia de la albañilería .....	52
Figura 5: Número de pisos de la vivienda .....	53
Figura 6: Pendiente de la vivienda .....	53
Figura 7: Problemas de ubicación de la vivienda .....	54
Figura 8: Problemas estructurales .....	54
Figura 9: Problemas constructivos .....	55
Figura 10: Aspectos de peligros potenciales .....	55
Figura 11: Calidad de la mano de obra .....	56
Figura 12: Calidad de los materiales .....	56
Figura 13: Factores degradantes .....	57
Figura 14: Estado actual de la vivienda .....	57
Figura 15: Variación de la densidad de muros Ar/Ae .....	58
Figura 16: Estabilidad de muros por volteo .....	59
Figura 17: Nivel de vulnerabilidad sísmica .....	60

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación planteo como problemática general: ¿Cuál es el resultado de la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de albañilería confinada en el distrito de Ingenio? Su objetivo general fue: Evaluar la vulnerabilidad sísmica de viviendas de albañilería confinada en el distrito de Ingenio, y la hipótesis general que se planteo fue: El grado de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de tipo albañilería confinada del distrito de Ingenio es alto debido a sus deficientes procesos constructivos.

La investigación hizo uso del método científico, tipo aplicada, nivel descriptivo-explicativo, diseño no experimental. La población estuvo conformada por 85 viviendas de tipo albañilería confinada y la muestra estadística por lo tanto aleatoria simple estuvo conformada por 31 edificaciones.

Producto de la investigación se concluyó que: De acuerdo a los resultados del relevamiento y al análisis propuesto del estudio de vulnerabilidad sísmica de las casas de mampostería hermética en el distrito de Ingenio, se determina que 16 viviendas tienen vulnerabilidad alta, 9 viviendas tienen vulnerabilidad media 7 viviendas tienen vulnerabilidad baja y por tanto no cumplen los supuestos propuestos.

**Palabras Clave:** Vulnerabilidad sísmica, edificaciones y albañilería confinada

## ABSTRACT

The present research work raises as a general problem: What is the result of the evaluation of the seismic vulnerability of confined masonry buildings in the district of Ingenio? Its general objective was: To evaluate the seismic vulnerability of confined masonry dwellings in the Ingenio district, and the general hypothesis that was raised was: The degree of seismic vulnerability of confined masonry type buildings in the Ingenio district is high due to its deficient Constructive processes.

The research made use of the scientific method, applied type, descriptive-explanatory level, non-experimental design. The population was made up of 85 confined masonry-type dwellings and the simple random statistical sample was made up of 31 buildings.

As a result of the investigation, it was concluded that: According to the results of the survey and the proposed analysis of the seismic vulnerability study of the hermetic masonry houses in the district of Ingenio, it is concluded that 16 houses have high vulnerability, 9 houses have medium vulnerability 7 dwellings have low vulnerability and therefore do not meet the proposed assumptions.

**Keywords:** Seismic vulnerability, buildings and confined masonry

## INTRODUCCION

La presente investigación que lleva por título: “Grado de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de tipo albañilería confinada del distrito de Ingenio región Junín” Partió de la problemática que: Perú se encuentra dentro del Cinturón de Fuego del Pacífico y es propenso a sismos, según un estudio realizado por INGEMMET (2020), la región Junín fue afectada por sismos de hasta XI (MM) de intensidad, el terremoto del Valle del Mantaro de 1938 activó algunas masas movimiento: El terremoto del anexo de Yungul de 1962, el terremoto de Satipo de 1947 y el terremoto de 1969 originado en la falla de Huaytapallana determinaron aceleraciones que oscilaron entre 0,25 g y 0,35 g, correspondientes a la categoría de sismicidad moderada a alta.

El principal procedimiento de construcción de viviendas en el Perú es la mampostería cerrada, la cual es muy económica y asequible para las familias de menores recursos, como en el distrito de Ingenio de la provincia de Huancayo, donde la construcción de viviendas nuevas se basa en el conocimiento empírico de la mampostería cerrada. Según su economía, pero aún domina, además, la construcción de casas de adobe o tapial.

En vista de lo anterior, es necesario evaluar las edificaciones de albañilería restringida existentes para definir el grado de vulnerabilidad sísmica, objeto de esta investigación, lo que nos permite proponer soluciones técnicas para prevenir el grado de daño que se pueda presentar a nivel medio o alto. fuerza durante el terremoto.

El desarrollo de esta investigación se divide en cinco capítulos cuyos contenidos son los siguientes:

En el primer capítulo titulado El problema de la investigación se da a conocer el planteamiento del problema la formulación y sistematización del problema planteando el problema general y específicos, seguidamente se dan a conocer la justificación de la investigación en la parte social, y metodológica; continuando en este capítulo se expone la delimitación espacial, temporal y económica, seguidamente se menciona las limitaciones y para finalizar se exponen el objetivo general y específico de la investigación.

El Capítulo 2: Denominada Marco teórico se da a conocer los antecedentes internacionales, nacionales y locales, continuando se da a conocer el marco conceptual seguidamente de la definición de términos y para finalizar este capítulo se da a conocer la hipótesis general y específica, así como la definición conceptual y operacional de las variables.

El Capítulo 3 se presenta el método de investigación utilizado, tipo, nivel, diseño de la investigación seguidamente de la población y muestra; y para terminar este capítulo se exponen las técnicas e instrumentos de la investigación a si como el procesamiento de la información y las técnicas y análisis de datos.

En el Capítulo 4, que detalla los resultados alcanzados en la investigación.

El capítulo 5 presenta una discusión de los resultados

Finalmente, se da a conocer las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas anexos y anexos de la investigación.

Bach. Rosales Gomez, Lia Estefani

# **CAPITULO I**

## **EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Planteamiento del problema**

A nivel mundial, los desastres naturales ocurren con frecuencia, lo que resulta en pérdidas millonarias, perjuicios materiales y humanas, y los cambios son irreparables. En países considerados como potencias mundiales e industrializados, los desastres naturales causan menos daños porque cuentan con varios sistemas efectivos de alerta temprana para prevenir probables peligros y daños, así como una apropiada planificación urbana y estrictas normas de construcción.

Perú es uno de los países con mayor actividad sísmica del planeta y, a menudo, está en riesgo, lo que puede provocar víctimas y daños materiales. Por lo tanto, es necesaria la investigación para comprender cómo podrían comportarse los edificios existentes cuando ocurre este fenómeno, con el fin de planificar y mitigar sus efectos catastróficos. (Castillo y Alba, 2003).

En Perú, solo se reforzaron los edificios dañados después del terremoto. De esta manera, el estado se ve forzado a invertir en el reforzamiento y restauración de cada edificio intermedio. En cambio, si los edificios vulnerables pueden fortalecerse temprano, los costos de arreglo pueden eliminarse o disminuir considerablemente. De modo que, es imprescindible desarrollar un plan nacional de protección contra terremotos para viviendas en áreas de alta actividad sísmica (Aguilar, 2006). La mampostería cerrada es el principal procedimiento de construcción de

casas en el Perú. Las casas de mampostería son baratas, tienen una ventaja económica de hasta un 25% frente a las soluciones enmarcadas o de diferente tipo, y en el rango de clases sociales populares, su demanda está entre 2 y 5 plantas (Aguirre, 2004).

En el distrito Ingenio de Huancayo, provincia de Junín, en la sierra central de Junín, Perú, el sistema constructivo más utilizado para construir viviendas nuevas actualmente es la albañilería confinada, pero todavía predominan las construcciones de adobe o tapial (INEI, 2015).

Las construcciones informales en el distrito de Ingenio son de altura más o menos entre a 6 a 11 metros. Los habitantes ejecutan la construcción de sus casas de acuerdo a conocimientos empíricos según su economía, contemplando que el nivel de pobreza es extremo (MVCS, 2017). Por consiguiente, es necesario una evaluación para diagnosticar la vulnerabilidad de las casas para proponer un tipo de solución técnica que permita reducir el nivel de daño.

## **1.2. Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el resultado de la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de albañilería confinada en el distrito de Ingenio?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cuál es el estado actual de los 31 edificios de albañilería confinada en el distrito de Ingenio?
- b) ¿Cuál es la densidad de las paredes de los 31 edificios de a albañilería confinada en el distrito de Ingenio?
- c) ¿Cuál es el resultado de la evaluación del tabique de los 31 edificios de albañilería confinada del distrito de Ingenio?

### **1.3. Justificación**

#### **1.3.1. Social o práctica**

Los resultados obtenidos del relevamiento ayudan a identificar viviendas vulnerables a daños por terremoto, lo que permitirá a los dueños del área de estudio aumentar su conciencia sobre el valor de realizar estudios técnicos para reducir la vulnerabilidad sísmica de las viviendas existentes y futuras, cumpliendo con todos los requisitos. Donde se requieren estándares técnicos, las pérdidas materiales se minimizan cuando ocurren estas posibilidades, en tal sentido esta investigación se justifica socialmente ya que se propone solucionar los problemas que aquejan en temas de edificaciones.

#### **1.3.2. Científica o teórica**

En esta investigación, se utilizará un enfoque para abordar la fragilidad en la autoconstrucción de albañilería. Limitado al área de Ingenio, ya que este método ha sido aprobado para ser puesto en práctica por los investigadores de Mosqueira, por otra parte, la aplicación descrita se realiza sin sesgos de comprensión, ya que se basa en métodos cualitativos, que dependen en gran medida de normas técnicas para sus investigadores.

#### **1.3.3. Metodológica**

Durante la toma de datos, se utilizarán hojas de observación para recopilar datos de campo. El análisis de datos utilizará el programa SPSS versión 23 y el programa SAP 2000 versión 2020 para el diseño de viviendas sismorresistentes. Esta investigación servirá a quienes deseen investigar en el campo de las estructuras.

### **1.4. Delimitaciones**

#### **1.4.1. Espacial**

La investigación se realizará en la región Junín, provincia de Huancayo, distrito de Ingenio, involucrando viviendas confinadas de albañilería.

#### **1.4.2. Temporal**

El marco provisional corresponde a 2021, año en que se recolectó, procesó la información y presentó los resultados entre los meses de abril a noviembre.

#### **1.4.3. Económica**

Los detalles del estudio son autofinanciados para el acceso a los materiales, las pruebas realizadas en el laboratorio y otros gastos pagados para completar el estudio.

#### **1.5. Limitaciones**

En la presente investigación presenta limitación económica ya no obtuvieron testigos para someterlos a esfuerzo de compresión por ello, en algunas casas solo hay evaluaciones de la parte perimétrica, fotos del exterior y descripciones de las medidas utilizadas para hacer planos y cálculos.

#### **1.6. Objetivos**

##### **1.6.1. Objetivo general**

Evaluar la vulnerabilidad sísmica de casas de albañilería confinada en el distrito de Ingenio.

##### **1.6.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar el estado actual de 31 edificios de albañilería confinada en el distrito de Ingenio.
- b) Determinar la densidad de muros de 31 edificios tipo albañilería confinada en el distrito de Ingenio.
- c) Evaluar el tabique de los 31 edificios de albañilería confinada del distrito de Ingenio.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

- a) **Bonett, R. (2003)**, en su trabajo de investigación denominado “Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios. aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada en la ciudad de Barcelona - España”, determina que la identificación de nuevas tendencias en ingeniería sísmica reconoce la necesidad de evaluar la vulnerabilidad de las edificaciones en entornos urbanos, donde se concentra la mayor parte de la población universal, la infraestructura y los servicios, y concluye que los resultados alcanzados demuestran que una simple protección contra terremotos puede reducirse al nivel esperado. de daño, mientras que la pérdida de la memoria del terremoto y la ignorancia de las precauciones mínimas se pueden agregar en cierto grado.
- b) **Texaj Á. G. (2005)**, en su trabajo de investigación denominado “Determinación de la vulnerabilidad sísmica estructural en un sector de las zonas 1, 2, 3 y 4 de la ciudad de Chimaltenango”; efectuó el estudio utilizando el método cualitativo ATC-21 propuesto por el Comité Técnico Aplicado, el cual cuantifica la vulnerabilidad estructural y la cantidad de daño potencial que puede sufrir la ciudad de Chimaltenango por factores materiales y humanos, la aceleración

sísmica del suelo es de  $0.3g=2,94$  en la componente horizontal  $m/seg^2$  o mayor, la probabilidad de al menos una ocurrencia en 50 años, equivalente a 0,02. Los indicadores de vulnerabilidad estructural del área de evaluación son los siguientes: el más bajo es 70.17%, la significancia es 22.76%, la más alta es 4.64% y la más alta es 2.43%.

- c) **Farfán, J. & Díaz, E. (2009)**, en su trabajo de investigación denominado “Vulnerabilidad sísmica estructural en un sector de la zona 12, de la ciudad de Guatemala”, determinó el nivel de vulnerabilidad estructural del distrito 12 de la ciudad de Guatemala, concluyó que el Índice de vulnerabilidad estructural de 3.849 unidades estructurales muestra que el 3,51% de las 3.849 tasaciones corresponden a 135 con muy alta vulnerabilidad y el 8,41% significa que las tasaciones 323 viviendas presentaban alta vulnerabilidad. Mientras los municipios responsables de aprobar la construcción no sigan otras estrategias para compensar la construcción experiencial, estas seguirán ocurriendo y la inseguridad y el peligro de fenómenos sísmicos no se reducirán.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

- a) **Laucata, J. (2013)**, en su trabajo investigativo denominado “Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo”, analizo características técnicas como construcción, errores en la construcción y procesos estructurales de viviendas informales en Albañilería restringida en la ciudad de Trujillo, con base en los resultados obtenidos en el informe de vulnerabilidad, determiné que, ante sismos severos, las viviendas informales cerraron en albañilería a punto de colapsar, dados los recursos limitados de la población y la falta de acceso a asesoramiento técnico o materiales de calidad, se propuso una guía para construir adecuadamente sus casas denominada "Construcción y mantenimiento de casas de mampostería para albañiles y maestros de obras", este servirá como referencia para reducir la vulnerabilidad a través de recomendaciones.

- b) **Pozzo G. (2008)**, en su trabajo investigativo denominado “Vulnerabilidad y riesgo sísmico en edificaciones del Perú” señaló que la mayoría de los edificios en Perú no son edificios de ingeniería y, lamentablemente, son muy vulnerables. Esto demuestra que el riesgo también se ha incrementado en los últimos 15 años por la concentración de edificaciones y sismos, indicando que las Normas de Diseño Sísmico Guiado no han disminuido ni controlado el riesgo sísmico además sufrieron pérdidas bastante significativas en sismos moderados, se concluyó que, no es posible estimar con certeza los niveles sísmicos a diseñar y los parámetros que aseguren el comportamiento esperado cuando ocurra un sismo.
- c) **Nervi M. (2017)**, en su trabajo denominado “Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada según la norma e – 070 del RNE en la ciudad de Juliaca Puno”, logro determinar que hay muchos factores que determinan el riesgo sísmico, como la pendiente, la actividad sísmica y el tipo de suelo, así como la densidad de las paredes, uso de materiales de alta calidad y mano de obra calificada. En base a los resultados de estos factores, se puede determinar que existe un alto riesgo sísmico en el sector exportador de Huacane, siendo el principal motivo la falta de recursos económicos de los propietarios.
- d) **Pinchi, J. (2013)**, en su trabajo de investigación denominado “Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca”, determino que en general, la falta de habilidades de construcción adecuadas por parte de los principales constructores y trabajadores ha llevado a una gran inestabilidad en la edificación de casas en la ciudad de Cajamarca, que se ha visto exacerbada por la autoconstrucción por parte de los propietarios. Sus características se traducen en falta de seguridad física, haciéndolo vulnerable a sismos, y daños a la salud en condiciones de humedad, culminando en la degradación gradual de los elementos estructurales y no estructurales del edificio.

### 2.1.3. Antecedentes locales

- a) **Castro, D. (2015)**, en su trabajo de investigación denominado “Vulnerabilidad sísmica del centro histórico de la ciudad de Jauja - Junín”, de la universidad nacional de Ingeniería”, evaluó la calidad estructural de las edificaciones mediante 11 parámetros, se evaluaron 702 edificaciones, se concluyó que las edificaciones se dividieron en 3 grupos de acuerdo al tipo de material de construcción, dando como resultado que el 64.8% de las edificaciones de adobe tenían una Vulnerabilidad moderada, el 35,2 % son vulnerabilidad alta, las edificaciones de mampostería son 20,5 % vulnerabilidad moderada, el 79,2 % son vulnerabilidad baja, las edificaciones de hormigón armado son 25 % vulnerabilidad moderada y el 75 % son vulnerabilidad baja.
- b) **Fernández, P. y Párraga, C. (2013)**, en su trabajo de investigación denominado “Vulnerabilidad sísmica de centros educativos de Huancayo metropolitano”, determino que al estudiar los daños causados por los sismos, la vulnerabilidad del método japonés Hirosawa y el método de análisis dinámico cuantitativo Etabs, la vulnerabilidad sísmica existente en las instituciones educativas de la ciudad de Huancayo, se concluye que los resultados obtenidos por los distintos métodos son parecidos, el 17% de las instituciones educativas son muy vulnerables, el 69% son muy vulnerables y el 14% no son susceptibles a sismos fuertes.
- c) **Rojas (2017)**, en su trabajo de investigación denominado “Análisis del riesgo sísmico en las edificaciones informales en el sector 5 lado este de Chupaca”, determino que el 100% de las edificaciones son informales por estar situadas a orilla del río Kunas, dentro de las edificaciones informales del departamento de investigación, excepto que el riesgo sísmico es muy alto y previo a los acontecimientos de sismos por actividad sísmica Pérdidas económicas promediadas 2 millones de soles.

## **Guía para evaluar las viviendas**

Cada vivienda seleccionada fue examinada para evaluar las características de los elementos estructurales, la situación actual de la vivienda, fallas en la estructura, etc. Esto permitió realizar diagnósticos situacionales de la edificación para analizarla, teniendo en cuenta la presencia de daños, problemas patológicos así como grietas, defectos y daños estructurales y de construcción.

- ✓ **Fichas de reporte a los propietarios de las casas:** Para la obtención de datos fundamentales sobre la historia de la casa, aspectos técnicos (características de los elementos principales de la casa, defectos estructurales, aspectos de posibles desastres naturales, el situación actual de la casa), aspectos sísmicos de la casa (densidad de la pared), estabilidad de la zonificación, factores que inciden en el grado de vulnerabilidad), y otros aspectos o características esenciales que deben ser comprendidas.

La ficha de reporte consistió en las siguientes partes, la cual, adaptada de Mosquera, 2018:

### **A. Antecedentes**

Son datos excelentes para la vivienda a tasar, tales como: ubicación, vivienda, plantas construidas, número de integrantes de la vivienda, asistencia técnica en la construcción, antigüedad de la casa, estado de conservación de la casa, estado actual de la casa, ampliaciones o variaciones.

### **B. Aspectos técnicos**

Estos son datos registrados en una tarjeta de informe de defectos o perjuicios de la vivienda, teniendo en cuenta puntos importantes como: características clave de los elementos de la

casa, defectos estructurales, aspectos por posibles peligros naturales y el estado actual de la casa.

Con respecto a la situación actual de la vivienda se asignó valores numéricos para determinar cálculos siguientes:

Cálculo de calidad de los materiales:

$MO \leq 2$  : Mala calidad de los materiales.

$2 < MO < 3$  : Regular calidad de los materiales.

$MO \geq 3$  : Buena calidad de los materiales.

Cálculo de los factores degradantes:

$MO \geq 4$  : Abundante presencia de factores degradantes.

$2 < MO < 4$  : Regular presencia de factores degradantes.

$MO \leq 2$  : Ninguna presencia de factores degradantes

Cálculo de la calidad de la mano de obra

$MO \leq 1$  : Mala calidad de los materiales.

$1 < MO < 2$  : Regular calidad de los materiales.

$MO \geq 2$  : Buena calidad de los materiales

Cálculo del estado actual de la vivienda

$EA > 7$  : Mala calidad de la vivienda.

$4 < EA \leq 7$  : Regular calidad de la vivienda.

$MA \leq 4$  : Buena calidad de la vivienda.

### **C. Aspectos sísmicos de la vivienda**

Son los datos registrados en la ficha de reportes de deficiencias o perjuicios de las viviendas tomando.

#### **i. Densidad de muros:**

Determinada por la ecuación:

$$\frac{VE}{Ar} \leq \frac{VR}{Ae}$$

Donde:

VE: fuerza cortante actuante (KN) producida por sismo severo.

VR: fuerza de corte resistente (KN) de los muros de un nivel.

Ar: área requerida de muros.

Ae: área existente de los muros confinados.

Para calcular VE de acuerdo a la Norma técnica E.030, 2016

$$VE = \frac{ZUSC}{R} x P$$

Donde:

Z: Factor de zona, que el área de estudio ubicado en el área sísmica N° 3 con un valor de 0.35

U: Coeficiente de Uso, concierne a la Categoría C: Edificaciones comunes (casas, oficinas, hoteles, etc.)

S: Factor de suelo, de acuerdo al tipo de suelo y zona se toma un valor de 1.15 suelos intermedios.

C: Factor de amplificación sísmica, que toma el valor de 2.5 de la norma E.030, 2016.

R0: Sistemas estructurales y coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas, clasificada de acuerdo a los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis que toma un valor de **R0= 3**

P: Peso de la estructura, calculada a través de la suma de las áreas techadas (m2) de todos los pisos de los predios por peso metrado por m2 disminuyendo la sobrecarga al 25% por ser una categoría C.

Para calcular VR de acuerdo a la Norma técnica E.070, 2016.

$$VR = 0.5 \times v'm \times a \times t \times l + 0.23 \times P g$$

Donde:

v'm: resistencia a compresión diagonal de los muretes de albañilería; en caso de no realizarse ensayos, podrá utilizar un valor de 510 kg/m<sup>2</sup> (Nontol & Tafur, 1984).

a: reducción de resistencia al corte por esbeltez del muro, los valores para la reducción por esbeltez son 1/h para casas de un piso y 31/5h para casas de dos a más pisos.

t: espesor efectivo del muro a analizar, sin considerar acabados y bruñas.

l: longitud total del muro.

Pg: carga vertical máxima de servicio del muro.

La expresión VR, se ha simplificado, asumiendo que la carga  $0.23 P_g = 0$  por ser pequeña para casa de dos pisos y la esbeltez puede considerarse con el valor de 1 (Blondet, Tarque, & Mosqueira, 2005). Cuyo resultado se reduciría a:

$$VR = 0.5 \times v'm \times t \times l$$
$$Ar = \frac{Z.S.Att.P}{300} (m^2)$$

Es posible establecer una relación de Ae/Ar para decidir si las viviendas de albañilería tienen o no adecuada densidad de muros. Esta relación califica preliminarmente, si la densidad de muros, es adecuada para soportar sismos severos, a través de los siguientes rangos de valores.

Si  $A_e/A_r \leq 0.80$  entonces la vivienda no tiene adecuada densidad de muros.

Si  $A_e/A_r \geq 1$  entonces la vivienda tiene adecuada densidad de muros.

Si  $0.80 < A_e/A_r < 1$  entonces se requiere calcular con mayor detalle la suma de fuerzas resistentes de la vivienda ( $\Sigma VR$ ) y la fuerza cortante basal VE.

## ii. Estabilidad de tabiques:

La evaluación de la estabilidad del muro (tabique) se basa en la comparación del momento de carga aplicado perpendicular al plano del muro (San Bartolomé, 1998) y el momento de resistencia paralelo al plano del muro. Para este cálculo se utilizó el método propuesto en el Código Nacional de Edificación NTE.070 (MTC, 2006). El momento flector distribuido por unidad de longitud (M, kg-m/m) debido a la carga sísmica "w" se hallará mediante la siguiente fórmula (MTC, 2006).

### Para el cálculo del $M_a$ :

El momento flector distribuido por unidad de longitud (M, en kg-m/m), producido por la carga sísmica "W", se calculará mediante la siguiente fórmula, (MTC, 2006).

$$M_a = m \cdot \omega \cdot a^2$$

Donde:

m= coeficiente de momento, ver tabla N° 22.

a= dimensión crítica del paño de albañilería en metros.

w= carga sísmica perpendicular.

La magnitud de la carga ( $w$ , en  $\text{kg/m}^2$ ) para un metro cuadrado de muro se calculará mediante la siguiente expresión:

$$\omega = \frac{F_n}{(a \cdot b)}$$

Donde:

**$F_n$** = fuerza sísmica horizontal en cada muro

$a$  = dimensión crítica

$b$  = lado no crítico.

La fuerza horizontal mínima para los muros no estructurales se determinará con la siguiente ecuación. (NTE.030, 2016)

$$F_i = 0.5 \cdot Z \cdot U \cdot S \cdot P_e$$

Donde:

**$F_i$** = fuerza sísmica horizontal en muros no estructurales a nivel de la base

$Z$  = factor de zona

$U$  = factor de uso

$S$  = factor de suelo

**$P_e$** = Peso del muro.

Para calcular las tensiones de diseño para muros, tabiques, parapetos y, en general, elementos no estructurales con masa distribuida por unidad de área. Alternativamente, se puede utilizar la siguiente ecuación. (NTE.030, 2016)

$$F = \frac{F_i}{P_i} \cdot C_1 \cdot P_e$$

***F*** = fuerza sísmica horizontal en muros no estructurales  
***Fi*** = fuerza lateral en el nivel donde se apoya o se ancla el elemento no estructural  
***Pi*** = peso de cada nivel  
***C1*** = coeficiente sísmico  
***Pe*** = Peso del muro.

El coeficiente sísmico ***C1*** se determina según lo propuesto en la NTE-030.

El ***Fi*** se determinará con la siguiente ecuación:

$$F_i = \frac{P_i \cdot H_i}{\sum H_i \cdot P_i} \cdot V$$

Donde:

***Fi*** = fuerza lateral en el nivel donde se apoya o se ancla el elemento no estructural

***Pi*** = peso de cada nivel

***Hi*** = alturas acumuladas

***V*** = fuerza cortante en la base

El coeficiente de momento y la dimensión crítica del paño de albañilería, en metros se determina en función del número de bordes arriostrados.

#### **Para el cálculo del *Mr*:**

Para determinar el momento resistente a tracción por flexión del muro (***Mr***) se utilizó la siguiente fórmula:

$$M_r = \frac{F_t + I}{c}$$

Dónde:

$F_t$ = Esfuerzo de tracción por flexión de la albañilería (150KN/m<sup>2</sup>)

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

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

Al sustituir el valor de esfuerzo de tracción por flexión de la albañilería  $F_t$  y desarrollar el momento de inercia de superficie para una longitud de un metro de muro, se tiene la expresión del mortero resistente por metro de longitud de muro, se tiene:

$$M_r = 16.7.t^2$$

Dónde:

$M_r$  = Momento resistente a tracción por flexión.

$t$  = espesor bruto del muro en metros.

Por último se compara el valor de las ecuaciones (9) y (14), luego se concluye en las siguientes relaciones:

$M_a \leq M_r$ , el muro es estable.

$M_a > M_r$ , el muro es inestable

## ii. Nivel de vulnerabilidad sísmica

La vulnerabilidad sísmica de las viviendas se divide en vulnerabilidad; estructural y no estructural, la vulnerabilidad estructural considera parámetros como: la densidad de muros (60% de incidencia) y el estado actual de la vivienda (30% de incidencia), en lugar de la fragilidad estructural los parámetros en base a la estabilidad de los tabiques y balaustradas (incidencia 10%). La vulnerabilidad sísmica se obtendrá mediante la siguiente ecuación:

**Vulnerabilidad sísmica= 0,6 x Densidad de muros + 0,3 x Estado actual de la vivienda + 0,1 x Estabilidad de tabiques.**

En base a los valores y pesos asignados a cada parámetro, se realizan todas las combinaciones posibles para obtener varios coeficientes para determinar los niveles bajo, medio y alto.

*Tabla 1: Rangos de vulnerabilidad sísmica.*

<b>Vulnerabilidad sísmica</b>	<b>Rango</b>
Baja	1 a 1.4
Media	1.5 a 2.1
Alta	2.2 a 3

*Fuente: Laucata, 2013.*

Tabla 2: Combinación de los parámetros para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica.

VULNERABILIDAD										
	Estructural					No estructural			Valor numérico	
	Densidad (60%)			Estado actual de la vivienda (30%)			Estabilidad de parapetos (10%)			
	Adecuada	Aceptable	Inadecuad <sup>a</sup>	Buena	Regular	Mala	Estables	Algunos estables		Inestables
BAJA	x	x	x	x			x			1.00
	x	x		x						1.10
	x	x		x				x		1.20
	x				x		x		x	1.30
	x							x		1.40
MEDIA	x									1.50
	x				x	x			x	1.60
	x					x	x	x		1.70
	x	x		x			x		x	1.80
	x	x		x		x		x		1.80
	x	x		x				x	x	1.80
	x	x			x		x			1.90
ALTA		x				x	x			2.20
		x				x		x		2.30
		x	x	x		x			x	2.40
		x	x	x		x	x	x	x	2.20
		x	x	x			x			2.30
		x	x	x					x	2.40
			x		x		x			2.50
			x		x					2.60
			x		x			x	x	2.70
			x			x	x			2.80
		x			x		x		2.90	
		x			x			x	3.00	

Fuente: Laucata, 2013

Tabla 3: Factores influyentes para el grado de vulnerabilidad

Vulnerabilidad				
Estructural			No estructural	
Densidad (60%)		Estado actual de las viviendas (30%)		Tabiquería (10%)
Adecuada		Buena calidad		Todos estables
Aceptable		Regular calidad		Algunos estables
Inadecuada	X	Mala calidad	X	Todos inestables

**Calificación**

Vulnerabilidad:

Alta

Fuente: Adaptado de Mosqueira, 2018.

## **ii. Diagnostico**

Se explica que la vulnerabilidad de la vivienda se evalúa o diagnostica en base a los resultados obtenidos, y si la vulnerabilidad es baja, significa que la densidad de muros, obra y tabiques es suficiente para no verse afectada. El grado de daño antes del sismo, si la vulnerabilidad es media, la casa se dañará levemente en caso de sismo, si la vulnerabilidad es alta, la casa se dañará mucho en caso de sismo, lo que puede causar daños materiales, pérdidas por daños económicos y humanos.

## **D. Planos de la vivienda**

Se muestran los planos de planta de la casa junto con la distribución de la edificación, lo que admitirá una mayor comprensión de la distribución de muros y elementos necesarios para el análisis de vulnerabilidad.

## **2.2. Marco conceptual**

### **A. Proceso de autoconstrucción**

Hasta hace unos años, la autoconstrucción se entendía como el proceso de construcción de una familia que construía su propia casa, sola o en colaboración con los vecinos, y avanzaba hasta el punto en que disponía de los recursos. Es mejor diferenciar ahora. Cuando los futuros usuarios construyen casas, la motivación más común es la falta de dinero; cuando los diseñadores, investigadores o estudiantes concretan sus ideas y participan directamente en la construcción, el enfoque central suele ser la experimentación de métodos y herramientas innovadores. (Agricultura, M. 1983).

### **B. Sismicidad**

Es la actividad sísmica en un área específica durante un período de tiempo, o la cantidad de energía liberada en forma de ondas sísmicas. La representación de la actividad sísmica tiene en cuenta no solo los eventos registrados, sino también sus dimensiones, frecuencia, distribución espacial, cómo ocurrieron y las características topográficas en las que ocurrieron o se propagaron. El territorio del Perú se encuentra sobre el Cinturón de Fuego del Pacífico, donde ocurren más del 80% de los sismos, lo que está relacionado con la subducción de la Placa Oceánica de Nazca en 9 cm/año. (Roca Negra, 2002).

### **C. Métodos para el análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada**

Hay varios enfoques para la evaluación de la vulnerabilidad. En términos generales, estos métodos se dividen en: métodos cualitativos y métodos analíticos.

Los métodos cualitativos son métodos utilizados para evaluar de forma rápida y directa un conjunto de viviendas con el único fin de cuantificar el riesgo sísmico, mientras que los métodos analíticos son técnicas de investigación que requieren una evaluación detallada de las edificaciones, profundizando en la vulnerabilidad sísmica. Según cada detalle que pudiera hacer vulnerable a la familia.

Los más conocidos son los métodos japoneses, los métodos norteamericanos como ATC 22 y FEMA 310 reconocidos por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias de EE. UU.

#### **A. Albañilería confinada**

Se considerará como muro portante confinado, aquél que cumpla las siguientes condiciones (NTE.070, 2006):

- ✓ Que esté construido con elementos verticales (columnas) y horizontales (vigas de piso) de hormigón armado en los cuatro costados, y en el caso de muros ubicados en planta primera, acepta cimentaciones de hormigón como elementos limitantes horizontales.
- ✓ Que la distancia máxima de centro a centro entre las columnas limitantes es el doble de la distancia entre los elementos de refuerzo horizontales y no mayor de 5 m, la mampostería no necesita diseñarse para acción sísmica normal a su plano, a menos que existan cargas verticales excéntricas.
- ✓ Que todas las uniones y anclajes de la armadura ejercen toda su capacidad de tracción.
- ✓ Que el elemento limitador trabaja integralmente con la albañilería.
- ✓ Que se utilice para elementos limitantes, hormigón con  $f'_c \geq 175$  kg/cm<sup>2</sup>.

#### **Consideraciones generales de diseño**

##### **a. Estructuración de las edificaciones de la albañilería confinada**

El aspecto más importante en el diseño de estructuras sísmicas es la elección de la configuración, es decir, la forma del edificio y la posición equilibrada de los elementos (Abanto, 2007).

## b. Materiales y características de la albañilería confinada

Uno de los materiales más destacados en el área de estudio es el ladrillo hecho a mano. La variedad de materiales (hormigón, acero, ladrillo y mortero) que componen un muro constreñido genera un comportamiento muy difícil de analizar. Por lo tanto, el comportamiento ideal depende de las observaciones experimentales. Basado en la Norma de Albañilería NTE.070, de la que se derivan algunos valores para elementos de albañilería (San Bartolomé, 1994).

Tabla 4: Resistencia de la albañilería.

Materia Prima	Denominación	Unidad fb	Pilas fm	Muretes v'M
Arcilla	King Kong Artesanal	5.4 (55)	3.4 (35)	0.5 (5.1)
	King Kong Industrial	14.2 (145)	6.4 (65)	0.8 (8.1)
	Rejilla Industrial	21.1 (215)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
Sílice - CAL	King Kong normal	15.7 (160)	10.8 (110)	1.0 (9.7)
	Dédalo	14.2 (145)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
	Estándar y mecano	14.2 (145)	10.8 (110)	0.9 (9.2)

Fuente: NTE.070, 2006.

## c. Limitaciones en la aplicación de la albañilería:

El uso o aplicación de las unidades de albañilería se muestra en la Tabla 4. La zona sísmica es NTE.030, mostrada en 2016.

Tabla 5: Limitaciones en la albañilería confinada.

TIPO	Zonas sísmicas 2 Y 3		Zona sísmica 3
	Muro portante en edificios de 4 pisos a mas	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Solido Artesanal	No	Si, hasta 2 pisos	Si
Solido Industrial	Si	Si	Si
Alveolar	Si, celdas totalmente rellenas de grout	Si, celdas parcialmente rellenas de grout	Si, celdas parcialmente rellenas de grout
Hueca	No	No	Si
Tubular	No	No	Si hasta 2 pisos

Fuente: NTE.070, 2006.

## Densidad de muros

El proceso es muy simple e implica encontrar la densidad de las paredes en cada piso, que se define como la relación entre el área de la pared y el área del piso en estudio. Esta relación debe verificarse estrictamente tanto vertical como horizontalmente. No se consideran muros de longitud inferior a 1,20 m. Como parte del pre dimensionamiento y construcción de la edificación, se debe calcular la densidad mínima de los muros de carga utilizando la siguiente expresión del Apartado 19.2 de la Norma Técnica E.070:

$$\frac{\text{Área de corte de los muros}}{\text{Área de la planta típica}} = \frac{ELt}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56} \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

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

t: Espesor efectivo del muro (m).

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

N: Número de pisos del edificio.

Z: Factor de zona.

U: Factor de importancia.

S: Factor de suelo.

### A. Procedimiento constructivo

Arango O. (2002), menciona que durante la construcción se deben tener en cuenta los siguientes factores: El espesor de línea de unión recomendado, para condiciones normales de asentamiento, es entre 9 y 12 mm, el cual debe darse en las juntas de los elementos de mayor tamaño. El grosor exacto de la costura se especificará en función de la altura de la capa de calibración, por lo que son una subdivisión de la altura de la pared. Las juntas de mortero excesivas no son aceptables ya que reducen la resistencia a la compresión y al corte de la albañilería. Tampoco es insignificante, ya que reducen la resistencia a la tracción.

Las técnicas para el asentamiento de celdas incluyen minimizar el contacto horizontal y vertical de la celda con el mortero y estandarizar dicho contacto en todas las interfaces de celdas de mortero. Las paredes tienen una estabilidad inestable y una resistencia a la tracción reducida.

Por lo tanto, no deben estar sujetos a golpes o vibraciones, ni deben utilizarse en otros procesos constructivos, como pilares de encofrado.

No se permite romper o astillar las paredes a menos que haya una instrucción explícita en el proyecto que autorice esta acción. Pues lo que se está haciendo es destruir elementos estructurales y crear planos de debilitamiento para limitar la resistencia del muro. Dichos descansos están destinados principalmente a acomodar tuberías eléctricas o de plomería. (Arango, 2002).

Arango O. (2002) menciona que durante la construcción se deben considerar los siguientes factores: Para condiciones normales de asentamiento, el espesor de la línea de costura recomendado es entre 9 y 12 mm, el cual debe darse en las juntas de los proyectos más grandes. El grosor exacto de las costuras se especificará en función de la altura de la capa de calibración, por lo que son una subdivisión de la altura de la pared. Las juntas de mortero excesivas no son aceptables ya que reducen la resistencia a la compresión y al corte de la mampostería. Esto tampoco es trivial, ya que reducen la resistencia a la tracción.

Las técnicas de asentamiento de la celda incluyen minimizar el contacto horizontal y vertical entre la celda y el mortero y estandarizar este contacto en todas las interfaces entre la celda y el mortero. La estabilidad de la pared es inestable y la resistencia a la tracción se reduce. Por lo tanto, no deben estar sujetos a golpes o vibraciones, ni deben utilizarse en otros procesos constructivos, como pilares de encofrado.

No se permite el vandalismo ni el descascarillado de paredes, salvo que existan instrucciones expresas en el proyecto que autoricen este acto. Pues lo que se está haciendo es destruir elementos estructurales y crear planos de debilitamiento para limitar la resistencia de los muros. Tales interrupciones se utilizan principalmente para acomodar conductos eléctricos o de plomería. (Arango, 2002).

## A. Vulnerabilidad

La vulnerabilidad se utiliza como una instalación de proyecto de investigación. Puede ser infraestructura de población, vivienda y actividad socioeconómica. Puede sufrir daños físicos y humanos. El análisis de vulnerabilidad debe identificar y caracterizar los elementos que se encuentran expuestos a los fenómenos naturales y los efectos peligrosos y nocivos en un área geográfica determinada debido a los efectos de los fenómenos naturales. Además, la vulnerabilidad de un sector (centro de población) refleja la protección individual de sus elementos, ya sean ambientales, económicos o sociales, también puede ser dinámica ya que cambia en el tiempo dependiendo del individuo, las familias y las instituciones. Nivel de preparación, cumplimiento de la normativa y condiciones socioeconómicas (INDECI, Manual Básico de Evaluación de Riesgos, 2006).

### **Análisis de la vulnerabilidad**

Proceso para evaluar el estado actual de los factores de vulnerabilidad:

- **Exposición:** Se define como las decisiones y prácticas que sitúan a las personas y sus condiciones de vida en zonas peligrosas. La exposición ocurre cuando no existe una relación adecuada con el medio ambiente, lo que puede deberse a procesos de crecimiento poblacional no planificado, procesos migratorios desordenados o políticas de desarrollo económico insostenibles (CENEPRED, 2010).
- **Resiliencia:** Se refiere a la capacidad del ser humano para recuperarse en caso de peligro, y está guiada por las condiciones sociales y organizativas de la población. A mayor elasticidad, menor vulnerabilidad (CENEPRED, 2010)
- **Fragilidad:** Se define como una situación en la que las personas y sus medios de vida están en desventaja frente al peligro, se guía por las condiciones materiales de la sociedad, es decir, la forma

arquitectónica, y no sigue los códigos de construcción actuales. A mayor vulnerabilidad, mayor vulnerabilidad Según (CENEPRED, 2010), además de las poblaciones y sus medios de vida, también se debe determinar si un elemento o grupo de elementos expuestos es vulnerable a los peligros naturales. Esta vulnerabilidad también depende de factores como la geometría de la casa, factores arquitectónicos y factores estructurales.

### **Dimensión económica análisis de la vulnerabilidad**

Se refiere a la formación de servicios, infraestructura, mobiliario y equipamiento dentro de superficies afectadas por fenómenos naturales, identificación de elementos expuestos vulnerables y no vulnerables, y posterior análisis de exposición, vulnerabilidad y resiliencia (CENEPRED, 2010). (INEI, 2013, Demografía del Perú 2014).

### **Tipos de vulnerabilidad**

Existen dos tipos de daño por sismo: daño estructural y daño no estructural, dependiendo de si los componentes del grado de daño pertenecen al sistema sísmico de la edificación. Estos daños corresponden a vulnerabilidades estructurales y no estructurales.

- **Vulnerabilidad no estructural:** Relacionado con la susceptibilidad de miembros o componentes no estructurales a fallar debido a sismos, es decir, daño sísmico no estructural entre miembros no estructurales, tabiques, puertas y ventanas, etc. (Cardona, 1999).
- **Vulnerabilidad estructural:** Relacionado con la susceptibilidad de los elementos estructurales o ensamblajes al daño. Esto incluye la degradación física de aquellos elementos o componentes que son parte integral del sistema de resistencia, y son aquellos elementos o componentes que tradicionalmente han sido el foco de atención de los expertos (Safina, 2002).

- **Aspectos que afectan la vulnerabilidad sísmica**

La vulnerabilidad sísmica de una vivienda depende de una serie de factores y detalles y debe evaluarse con mucho cuidado (Chavarría Lanzas y Gómez Pizano, 2001). Estos aspectos consideran los siguientes parámetros:

*Tabla 6: Factores que afectan la vulnerabilidad.*

<b>Aspectos geométricos</b>	<b>Aspectos constructivos</b>	<b>Aspectos estructurales</b>
Irregularidad en planta de edificaciones.	Calidad de juntas en las construcciones que se pegan en el mortero.	Muros confinados y reforzados.
Cantidad de muros en las dos direcciones.	Tipo y disposición de los ladrillos.	Detalles de vigas de confinamiento.
Irregularidad de alturas.	Calidad de los materiales.	Vigas de amarre.
		Características de abertura.

Fuente: Chavarría & Gómez, 2001.

### 2.3. Definición de términos

- **Acero estructural:** Materiales utilizados para construir estructuras de alta resistencia, una de las ventajas de su uso es su alta resistencia a la tracción y compresión, fácil montaje y costo razonable. El material utilizado para la construcción de estructuras de alta resistencia es un tipo de material cuyo uso tiene las ventajas de una fuerte resistencia a la tracción y compresión, montaje conveniente y costo razonable.
- **Albañilería confinada:** Albañilería que cuenta con elementos de hormigón armado en todo su perímetro, los cuales son vaciados una vez construida la albañilería. La cimentación de hormigón se considera como una restricción horizontal para las paredes del primer piso. (Norma Técnica E.070, 2006).
- **Cargas estructurales:** La solicitación o carga a la que está sometido un edificio a lo largo de su vida útil.

- **Carga Muerta:** Las cargas que existen a lo largo de la vida de la estructura (losas, vigas, columnas, etc.)
- **Concreto estructural:** También conocido como hormigón, es un material artificial compuesto de materiales comunes como piedra, arena y cemento, cuya combinación es altamente resistente a la compresión, pero muy poco a la tensión.
- **Daños estructurales:** Es el daño a las edificaciones que ocurre durante o después de un sismo, así como el desprendimiento de revestimientos, el agrietamiento de grietas diagonales causado por fuerzas de corte o torsión, la presencia de grietas verticales, el refuerzo longitudinal por exceso de flexo compresión o el concreto triturado.
- **Daño sísmico potencial:** Es una medida de la pérdida material o el número de muertos potenciales en caso de una falla estructural.
- **Densidad de muros:** Se define como la relación entre el área de la pared y el área del piso en estudio. Esta relación debe comprobarse tanto vertical como horizontalmente.
- **Muro no portante (tabiquería):** Los muros se diseñan y construyen de tal forma que sólo soportan cargas de su propio peso y cargas transversales a su plano. Por ejemplo, barandas y cercas (Norma Técnica E.070, 2006).
- **Muro portante:** Los muros se diseñan y construyen de tal manera que puedan transferir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a los cimientos. La longitud de estos muros debe ser mayor o igual a 1,20 m para que se consideren útiles para resistir fuerzas horizontales (Norma Técnica E.070, 2006).
- **Vulnerabilidad sísmica:** El grado de daño que un edificio puede soportar durante un terremoto refleja la insuficiencia del edificio en su capacidad sísmica y depende de las características de diseño del

edificio, la calidad del material y las técnicas de construcción (Kuroiwa, Pacheco y Pando, 2010).

## **2.3. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

El grado de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de tipo albañilería confinada del distrito de Ingenio es alto debido a sus deficientes procesos constructivos.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- a) El estado actual de 31 edificios de albañilería confinada en el distrito de Ingenio, permitirá determinar su estado de vulnerabilidad ante posibles eventos sísmicos.
  
- b) La densidad de muros de 31 permitirá determinar su dimensionamiento de los edificios tipo albañilería confinada en el distrito de Ingenio.
  
- c) El estado del tabique de los 31 permite evaluar si estos muros verticales esta sometidas a cargas en edificios de albañilería confinada del distrito de Ingenio.

## **2.4. Variables**

### **2.5.1. Definición conceptual de las variables**

#### **a) Variable dependiente:**

Vulnerabilidad sísmica: La susceptibilidad de una vivienda a la falla de los elementos estructurales durante un evento sísmico determinado.

#### **b) Variable independiente:**

Edificaciones de tipo albañilería confinada: Se refiere a aquellas características de los elementos constitutivos de un edificio que juntos proporcionan estabilidad contra el movimiento sísmico.

## 2.5.2. Definición operacional de la variable

### a) Variable dependiente:

Vulnerabilidad Sísmica: Cuando los elementos estructurales de un edificio de un determinado tipo estructural sufren degradación bajo la acción de los terremotos.

### b) Variable independiente:

Edificaciones de tipo albañilería confinada: Características que incluyen los aspectos constructivos, estructurales y arquitectónicos de un edificio y que inciden directamente en su vulnerabilidad.

## 2.5.3. Operacionalización de las variables

Tabla 7: Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Vulnerabilidad Sísmica (Variable dependiente)	Es la degradación que sufrirían los elementos estructurales de una edificación de una tipología estructural dada, sometida a la acción de un sismo"	- Densidad de muros	Muros que estén confinados en sus cuatro bordes y que tengan una longitud mayor o igual a 1.20 m. - Inadecuada: $A_e/A_r < 0.8$ - Adecuada: $A_e/A_r > 1.1$ - Aceptable: $0.8 \leq A_e/A_r \leq 1.1$
		- Estado actual de las viviendas	Se analizó y evaluó: - La calidad de la mano de obra. - La calidad de los materiales. - Factores degradantes a la vivienda. (Mala – Regular - Buena)
		- Estabilidad de tabiques	Tabiquería con y sin arriostramiento: - Estable: $M_a \leq M_r$ - Inestable: $M_a > M_r$
		- Nivel de Vulnerabilidad	- Densidad de muros. - Estado actual de la vivienda. - Estabilidad de tabiques al volteo (Baja - Media – Alta)
Edificaciones de tipo albañilería confinada (Variable independiente)	Características que abarcan los aspectos constructivos, estructurales y arquitectónicos de una edificación y que afectan directamente su vulnerabilidad	- Características Arquitectónicas	- Dimensión de elementos - Distribución arquitectónica
		- Características estructurales	- Materiales - Cimientos - Muros - Diafragma horizontal

Fuente: Elaboración propia

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1. Método de investigación**

La presente investigación empleo el método científico ya que seguirán procedimientos ordenados para dar respuesta a los problemas de investigación planteados sobre varios fenómenos que ocurren en la naturaleza y que surgen en nuestra sociedad.

Por otro lado, se utilizarán métodos científicos para seguir los procedimientos adecuados que requiere el levantamiento para corregir problemas sociales, como los de esta investigación destinada a determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas.

#### **3.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación es aplicada a través del cual se busca comprender, construir, continuar y cambiar la situación en cuestión. Asimismo, se interesa por aplicar los conocimientos teóricos a la solución de problemas. Los programas de investigación de las carreras de ingeniería civil están todos orientados hacia esta clasificación, ofreciendo siempre soluciones a algunas situaciones confusas. Asimismo, este programa de investigación contribuirá a determinar las amenazas y riesgos sísmicos de

las operaciones de edificación en el distrito de Ingenio, para así comprender la problemática real y existente de esta población.

### **3.3. Nivel de investigación**

La investigación será descriptiva-interpretativa, este nivel de investigación tiene como objetivo describir las características, naturaleza y características esenciales de los hechos y fenómenos de una situación determinada en un tiempo determinado. Para ello se realizará un estudio descriptivo del estado actual de las viviendas construidas para identificar fallas, factores inseguros y riesgos sísmicos.

### **3.4. Diseño de la investigación**

Los diseños de investigación serán no experimentales porque, según Carrasco (2006), "Son diseños de investigación donde las variables independientes carecen de manipulación intencional, no tienen un grupo de control, y por lo tanto no realizan experimentos. hechos y fenómenos que vienen después de la realidad." (página 21).

Para este tema de investigación se aplicó el método propuesto por (Mosqueira y Tarque, 2005), que consiste en asignar valores numéricos a las variables para determinar la vulnerabilidad sísmica (alta, media y baja) de las viviendas de mampostería confinada. Para determinar la vulnerabilidad sísmica, las boletas de calificaciones se utilizan como una herramienta para recopilar información de la casa en estudio para la posterior determinación de la vulnerabilidad estructural, como la densidad de las paredes, el estado actual de la casa (calidad de mano de obra, calidad de materiales, factores de degradación de la casa) y vulnerabilidades no estructurales, como la estabilidad de la partición.

Vulnerabilidad sísmica =  $0,6 \times \text{Densidad de muros} + 0,3 \times \text{Estado actual de la vivienda} + 0,1 \times \text{Estabilidad de tabiques}$ .

### 3.4. Población y muestra

- **Población:** Las 85 viviendas de tipo albañilería confinada del distrito de Ingenio.
- **Muestra:** Se determinó el tamaño de la muestra utilizando el muestreo aleatorio que se calculó con la siguiente fórmula.

$$n_0 = \frac{Z^2 pqN}{S^2(N-1) + Z^2 pq}$$

*Reemplazando los valores:*

$$Y = 95\%$$

$$Z = 1.95 \text{ (valor de la normal estándar)}$$

$$p = 0.5 \text{ (nivel de conocimiento del problema)}$$

$$q = 0.5 \text{ (nivel de desconocimiento del problema)}$$

$$S = 0.05 \text{ (nivel de error máximo permisible)}$$

$$N = 85 \text{ (tamaño de la población)}$$

*Reemplazando en la ecuación se tiene*

$$n_0 = \frac{1.95^2 * 0.5 * 0.5 * 85}{0.05^2(85 - 1) + 1.95^2 * 0.5 * 0.5}$$
$$n_0 = 31.011 \approx 31$$

Por lo tanto, en la investigación se trabajará con 31 edificaciones de tipo albañilería confinada del distrito de Ingenio

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.6.1 Técnicas de recolección de datos**

La técnica de recolección de datos a utilizar será:

- La observación
- Encuesta
- Entrevista
- Revisión documental

#### **3.6.2. Instrumentos de recolección de datos**

- La observación experimental
- Encuesta personalizada
- Entrevista focalizada
- Normas, libros, revistas de investigación

### **3.7. Procesamiento de la información**

Después de completar la recolección de datos de campo y llenar el formulario de observación, la información será procesada utilizando Microsoft Excel, posteriormente en el software informático SPSS para interpretar la vulnerabilidad sísmica de la vivienda.

Con la planta de la casa y los parámetros del estudio de suelos se dimensionarán las columnas, vigas y losas. Luego se modeló el modelo bajo los parámetros sísmicos de la norma E.030 utilizando el programa SAP 2000 versión 20.

### **3.8. Técnicas y análisis de datos**

Luego de analizar las casas en el informe escrito en Excel, como calcular la densidad de muros, la estabilidad de tabiques y la calidad de la mano de obra, aplicando normas técnicas peruanas y normas técnicas, comenzamos a describir, resumir y analizar los resultados para determinar todos observar la vulnerabilidad sísmica del número total de viviendas.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1. Características generales**

##### **➤ Ubicación geográfica**

El distrito Ingenio está ubicado en el noroeste de la ciudad de Huancayo y fue creado el 10 de junio de 1955 bajo la Ley N° 12334, con una población de 2,376 en 2017, según el Instituto Nacional de Estadística (INEI). Por tanto, como uno de los 28 distritos que conforman la provincia de Huancayo, se ubica en la región Junín en la parte central del país peruano, con una superficie total de 53,29 kilómetros cuadrados, lo que representa el 1,49% de la superficie. de la provincia de Huancayo.



Figura 1: Ubicación del distrito de Ingenio

### **Características geográficas**

Geográficamente se encuentra en la región quechua a una altitud de 3.460 metros. Cada estación del año tiene un clima diferente, pero por lo general es frío y templado, 8°C a 10°C. Ubicado a 11° 57' 42" S de latitud y 75° 15' 22" N de longitud.

### **Características topografía**

Las tierras del distrito son fértiles con un variado relieve y frondosa vegetación, el pico más alto del distrito se llama "Campanayoc". El principal uso de la tierra es la producción agrícola y la ganadería. La capacidad de uso de la tierra son las limitaciones permanentes de la tierra para sustentar actividades agrícolas, ganaderas o forestales. Entonces en el distrito de los ingenios tenemos los siguientes tipos de suelo.

### **Características hidrográficas**

En el distrito tenemos el Achumayo; que tiene como lugar de nacimiento la unión del río Chia y el río Rangra, que como caudal de este a oeste tiene un curso normal y cae agua natural y limpia todo el año. El consumo de agua es para la pequeña central hidroeléctrica del ingenio, es

el mismo que favorece a las dependencias, los municipios del distrito y la piscigranja de Ingenio. También se utiliza para criar truchas, con fines comerciales para el consumo humano, y su uso también es importante en la agricultura y la ganadería.

#### 4.2. Diagnóstico del nivel de vulnerabilidad sísmica

El testimonio permitió recolectar información de las 31 viviendas seleccionadas, teniendo en cuenta diversos aspectos informativos, técnicos y sísmicos de las viviendas relacionados con el trabajo de campo y oficina para este estudio.

##### Resultados de la ficha de reporte

Llevar a cabo el procesamiento de los datos recolectados de las 31 viviendas cerradas de mampostería del distrito de Ingenio, a través de la ficha de informe elaborada para esta investigación, compuesta por tres partes, a saber: historia de la vivienda, aspectos técnicos de la vivienda y aspectos sísmicos de la vivienda.

##### I. Antecedentes de la vivienda

En la figura N° 2, se muestra el porcentaje de las 31 viviendas que recibieron asistencia técnica durante la construcción.

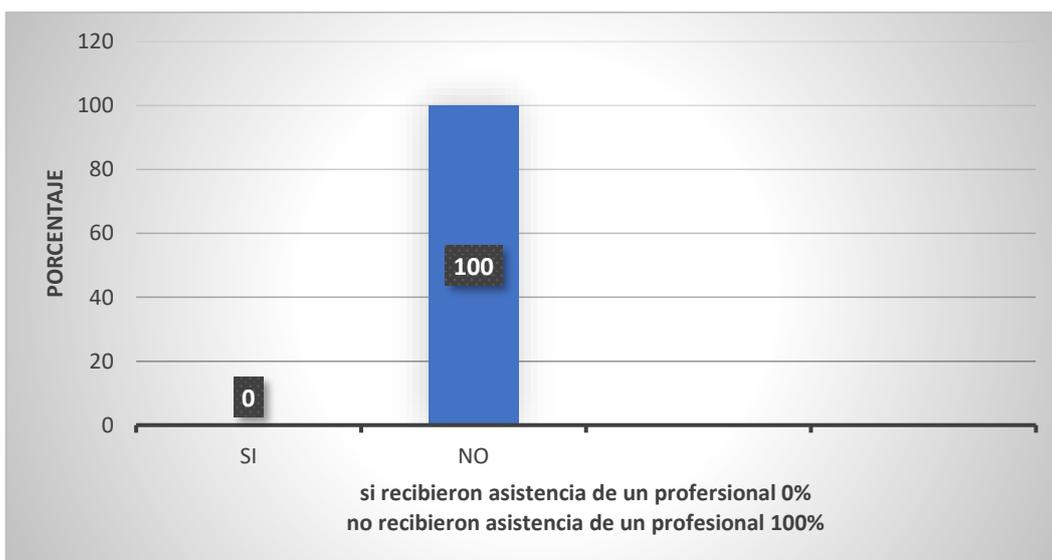


Figura 2: Asistencia técnica en la construcción

Cabe mencionar que de las 31 viviendas analizadas ninguna recibió asistencia técnica en el proceso constructivo.

En la figura N° 3, se muestra el porcentaje del estado de conservación de las 31 viviendas.

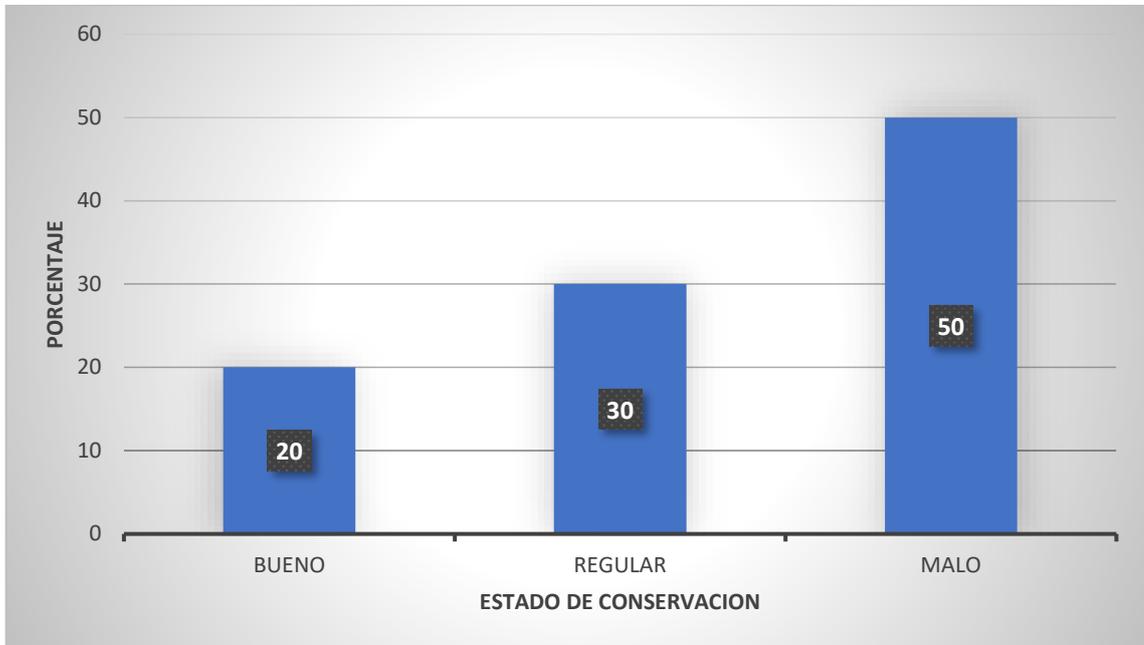


Figura 3: Estado de conservación

En la figura N° 4, se indica si los propietarios piensan hacer o no algunas modificaciones o ampliaciones en sus viviendas.

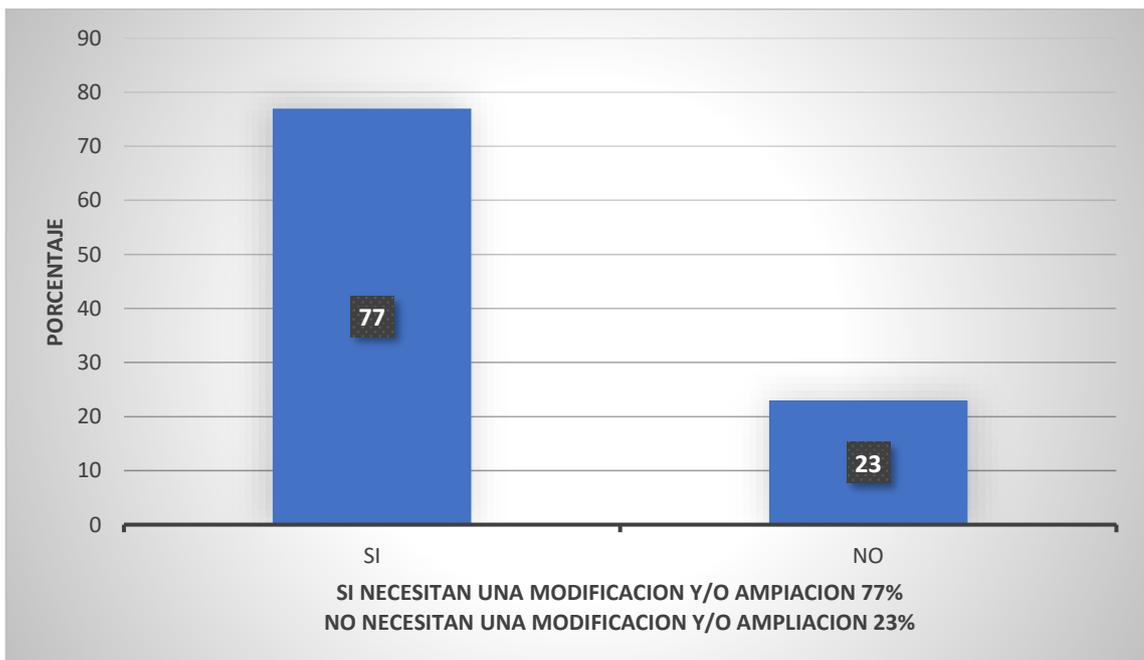


Figura 3: Modificaciones y/o ampliaciones a la vivienda

En la figura N° 5, Se indica el porcentaje de número de pisos de las 31 viviendas encuestada.

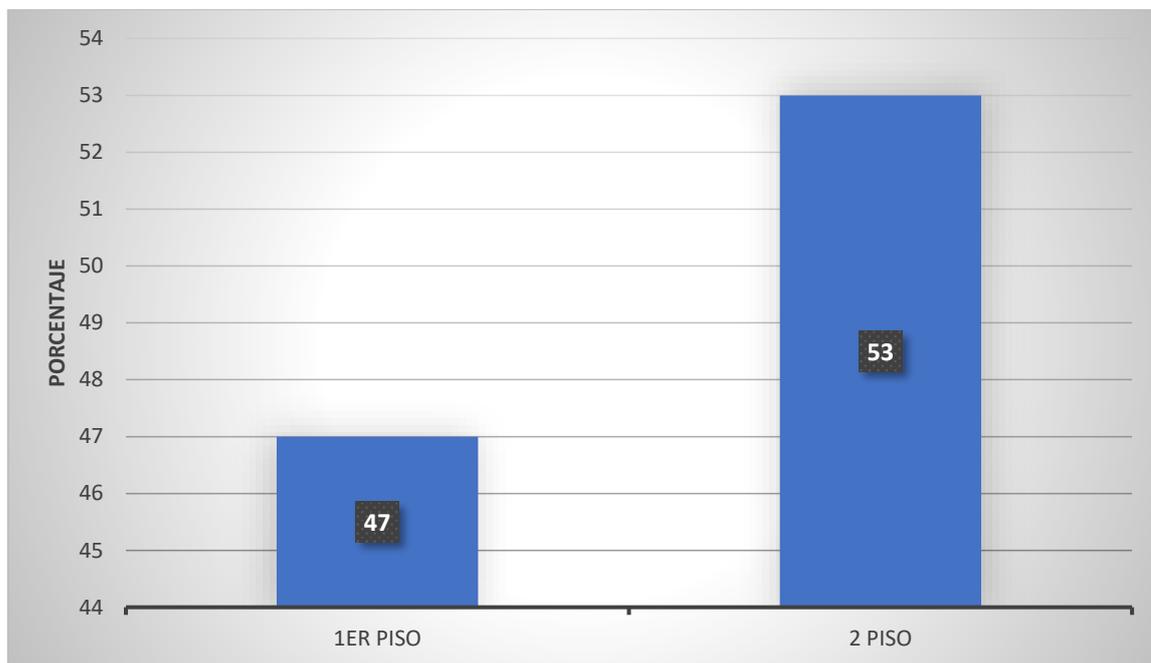


Figura 5: Número de pisos de la vivienda

### I. Aspectos técnicos de la vivienda

En la figura N° 6, Se indica la pendiente del suelo donde se encuentra ubicada la vivienda.

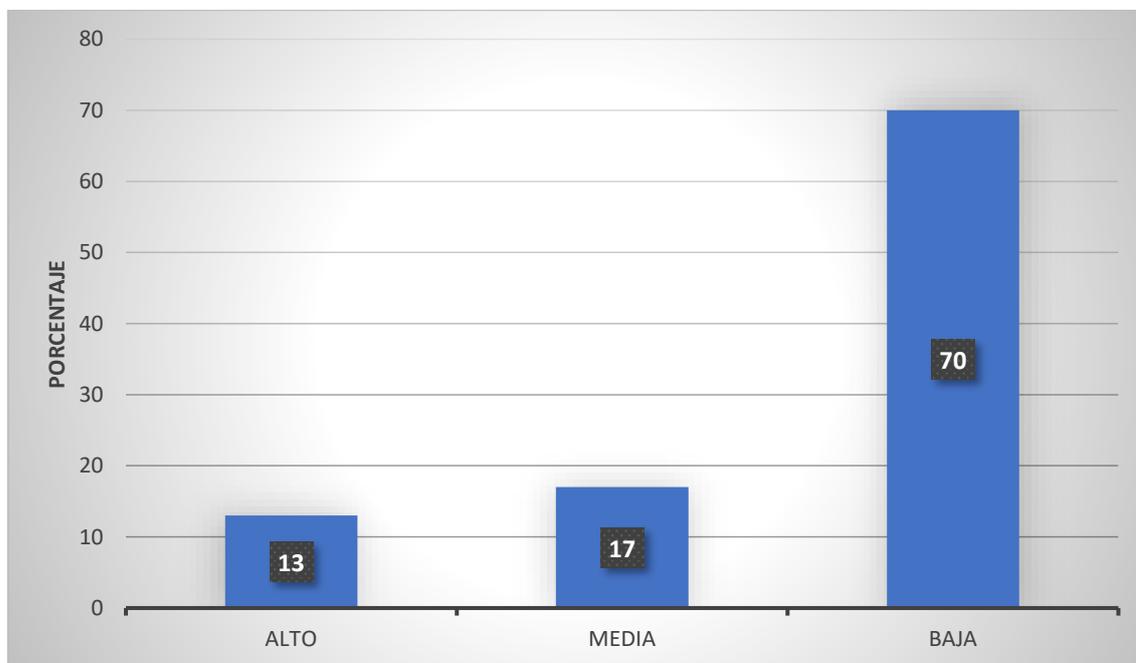


Figura 6: Pendiente de la vivienda

En la figura N° 7, Se muestran los problemas de ubicación de las 31 viviendas encuestadas.

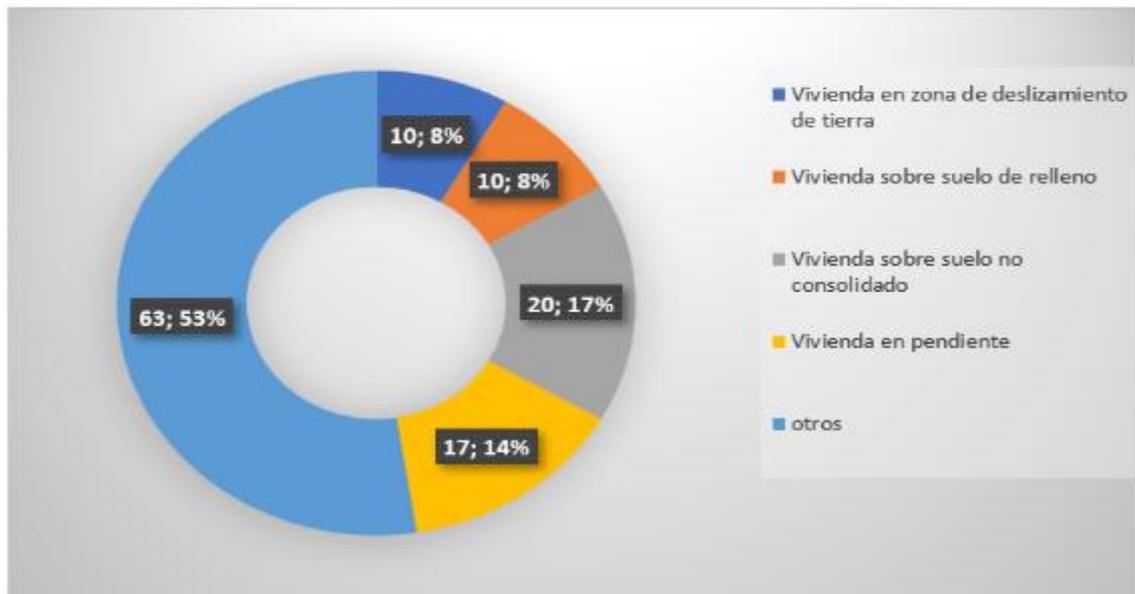


Figura 7: Problemas de ubicación de la vivienda

En la figura N° 8, Se muestran los problemas estructurales de las 31 viviendas encuestadas.

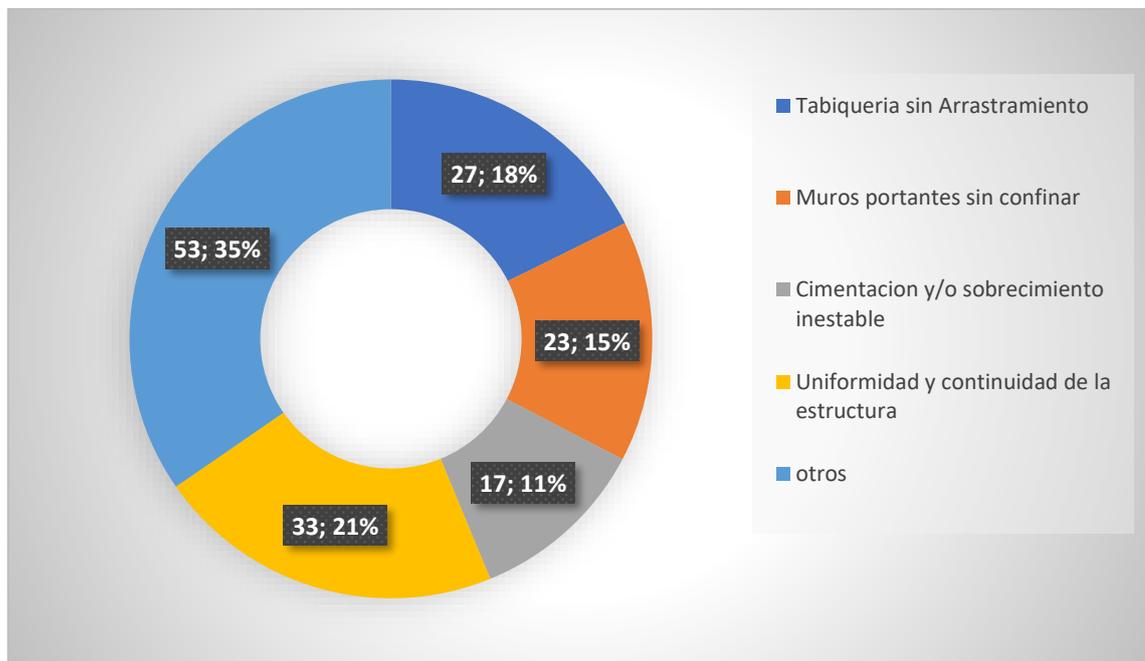


Figura 4: Problemas estructurales

En la figura N° 9, Se muestran cuáles son los problemas constructivos de las 31 viviendas encuestadas.

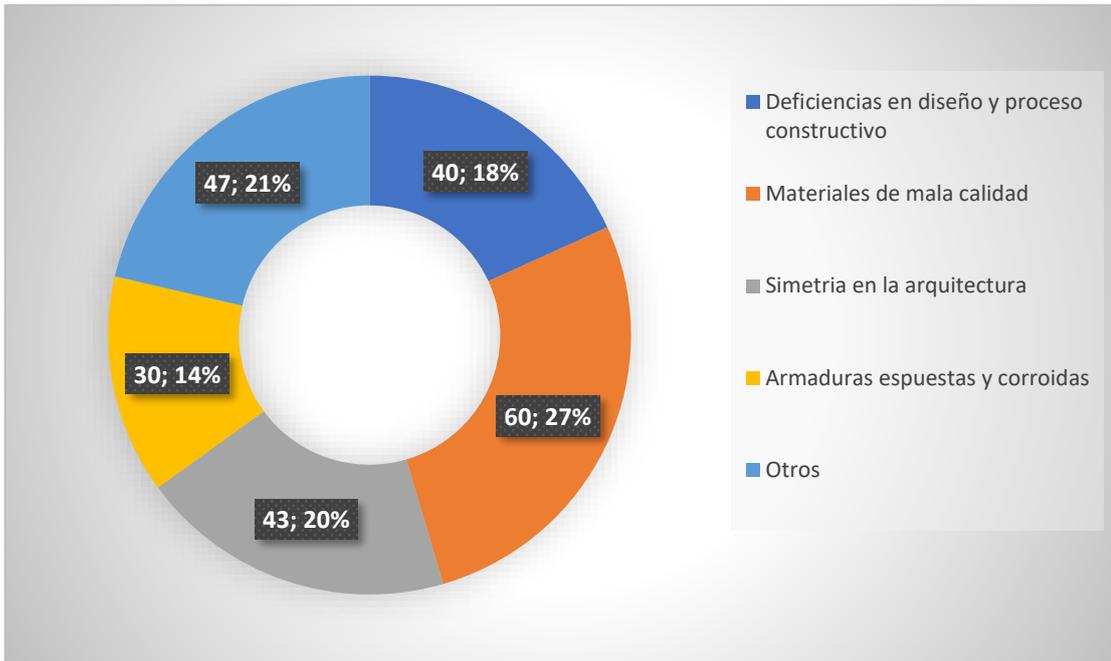


Figura 9: Problemas constructivos

En la figura N° 10, Se muestran cuáles son los aspectos de peligros potenciales naturales en las 31 viviendas encuestadas.

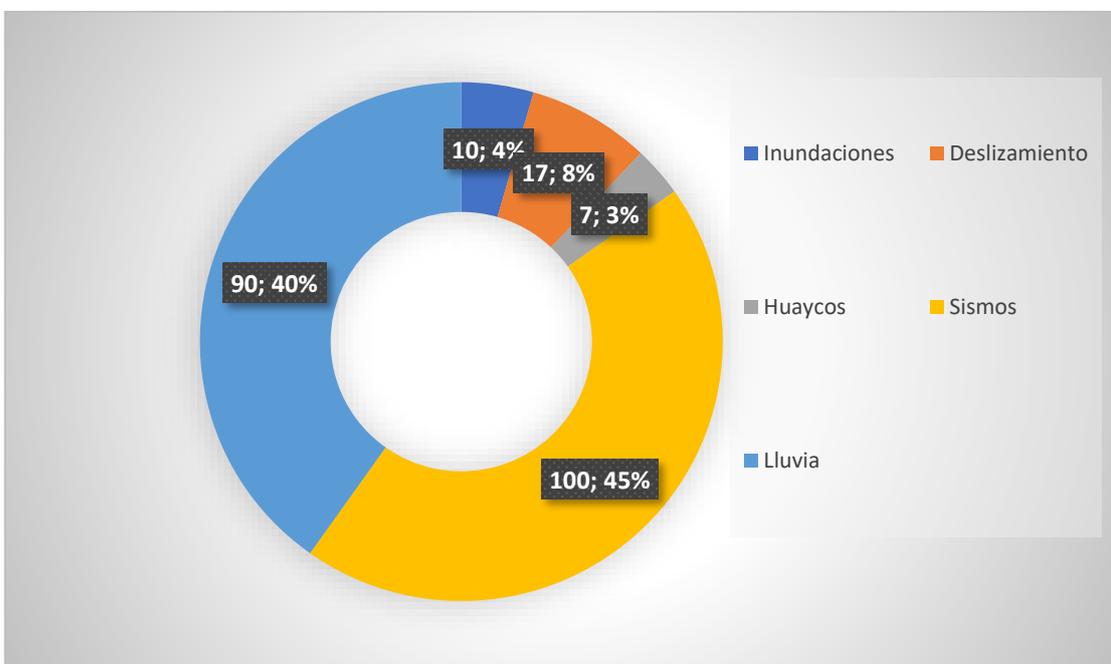
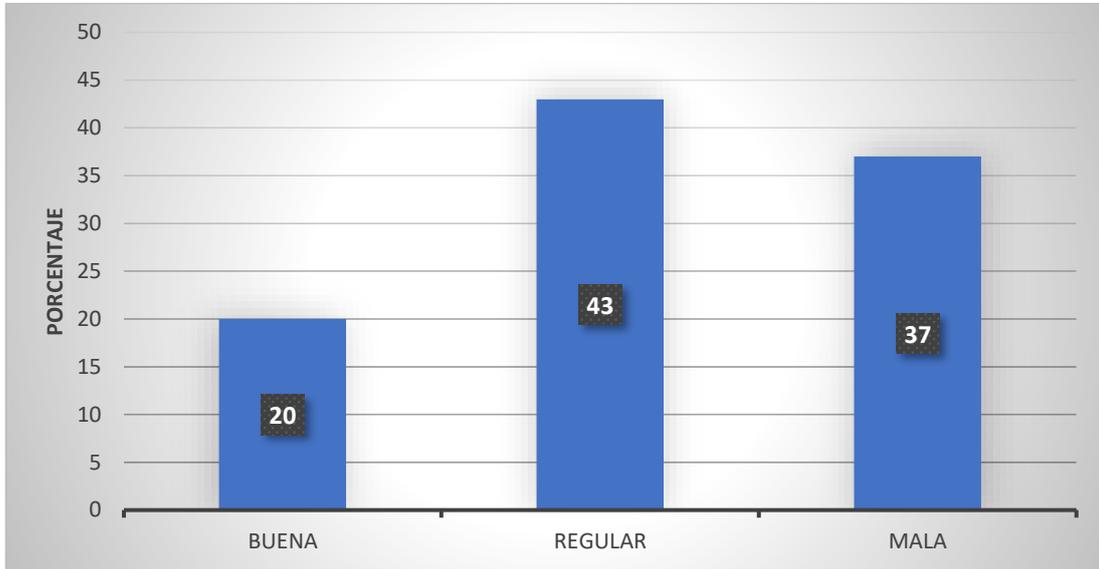


Figura 5: Aspectos de peligros potenciales

➤ Estado actual de la vivienda

**a. Calidad de la mano de obra**

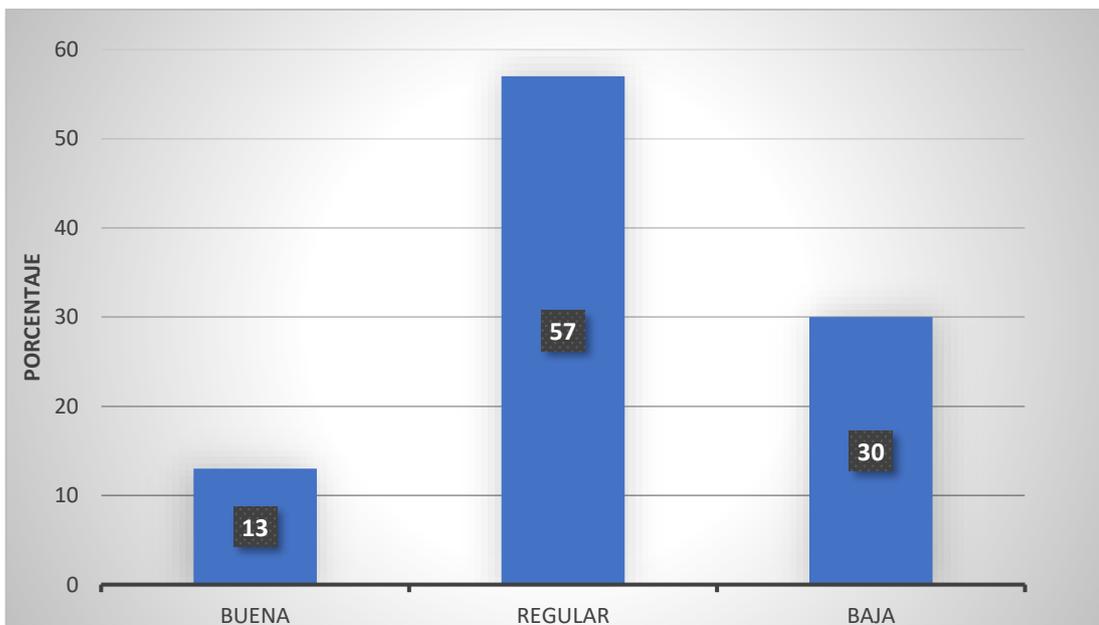
En la figura N° 11, Se muestra la calidad de la mano de obra es buena, regular o mala de las 31 viviendas encuestadas.



*Figura 11: Calidad de la mano de obra*

**b. Calidad de los materiales**

En la figura N° 12, Se muestra la calidad de los materiales es buena, regular o mala de las 31 viviendas encuestadas.



*Figura 6: Calidad de los materiales*

### c. Factores degradantes

En la figura N° 13, Se muestra los factores degradantes si es bajo, regular o fuerte de las 31 viviendas encuestadas.

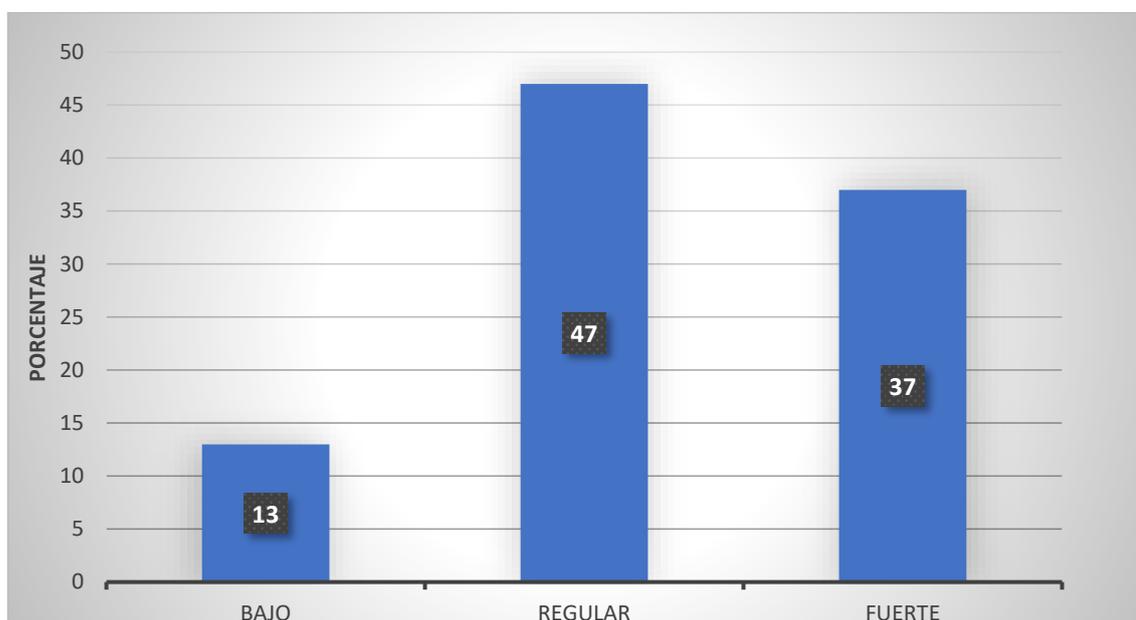


Figura 13: Factores degradantes

### d. Estado actual de la vivienda

En la figura N° 14, Se muestra el estado actual de las 31 viviendas de albañilería confinada si es buena calidad, regular calidad o mala calidad.

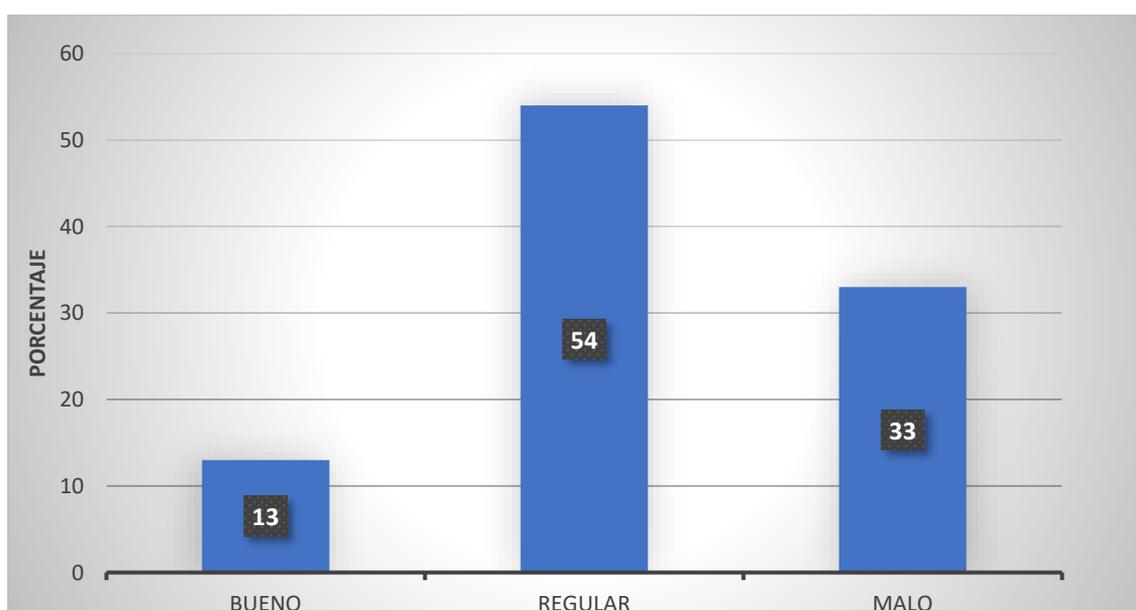


Figura 7: Estado actual de la vivienda

## I. Aspectos sísmicos de la vivienda

En la tabla N° 8, se observa los datos en porcentajes de los resultados de las densidades de los muros de las 31 viviendas encuestadas.

Tabla 8: Densidad muros

Densidad de Muro Ae/Aren la dirección X	N° de viviendas	% Porcentaje
Adecuado	14	47%
Inadecuado	17	53%
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>100%</b>
Densidad de Muro Ae/Aren la dirección Y	N° de viviendas	% Porcentaje
Adecuado	29	93%
Inadecuado	2	7%
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>100%</b>

En la figura N° 15, se observa la variación de la densidad de los muros Ar/Ae en la dirección X e Y.

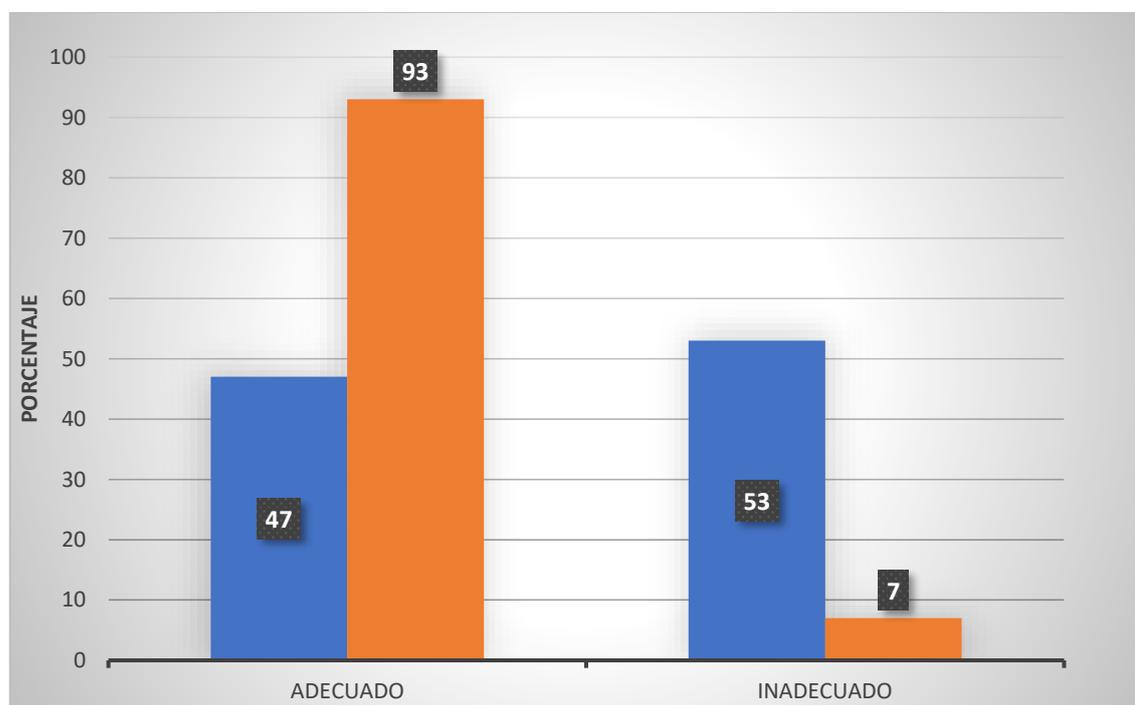
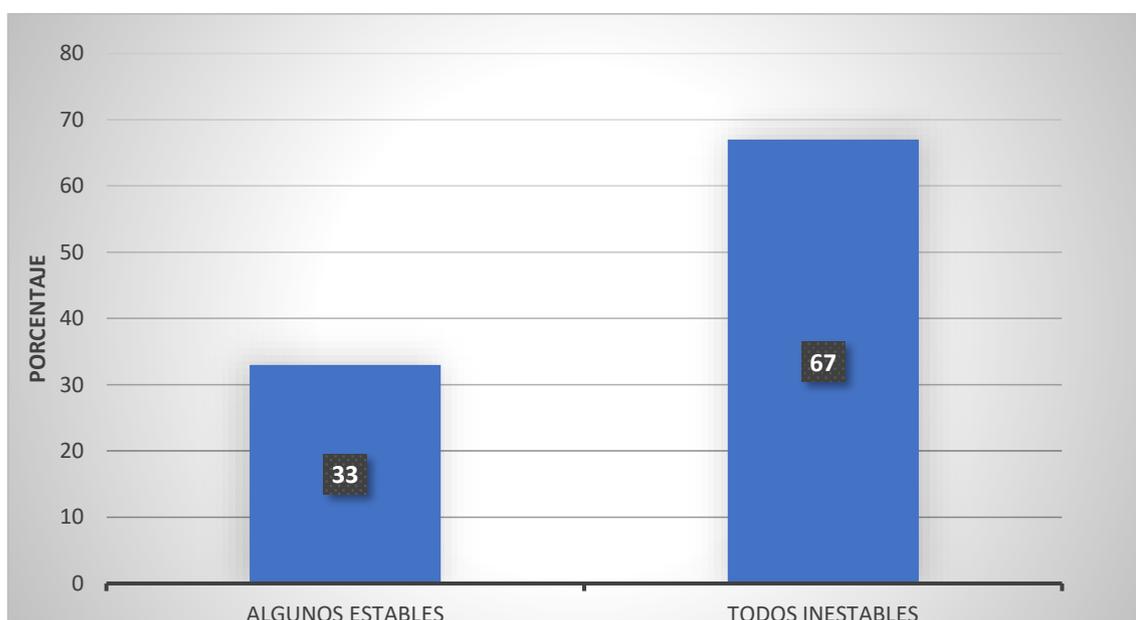


Figura 15: Variación de la densidad de muros Ar/Ae

En la figura N° 16, se observa los resultados de la estabilidad de los muros al volteo de tabiques, cercos y parapetos.



*Figura 16: Estabilidad de muros por volteo*

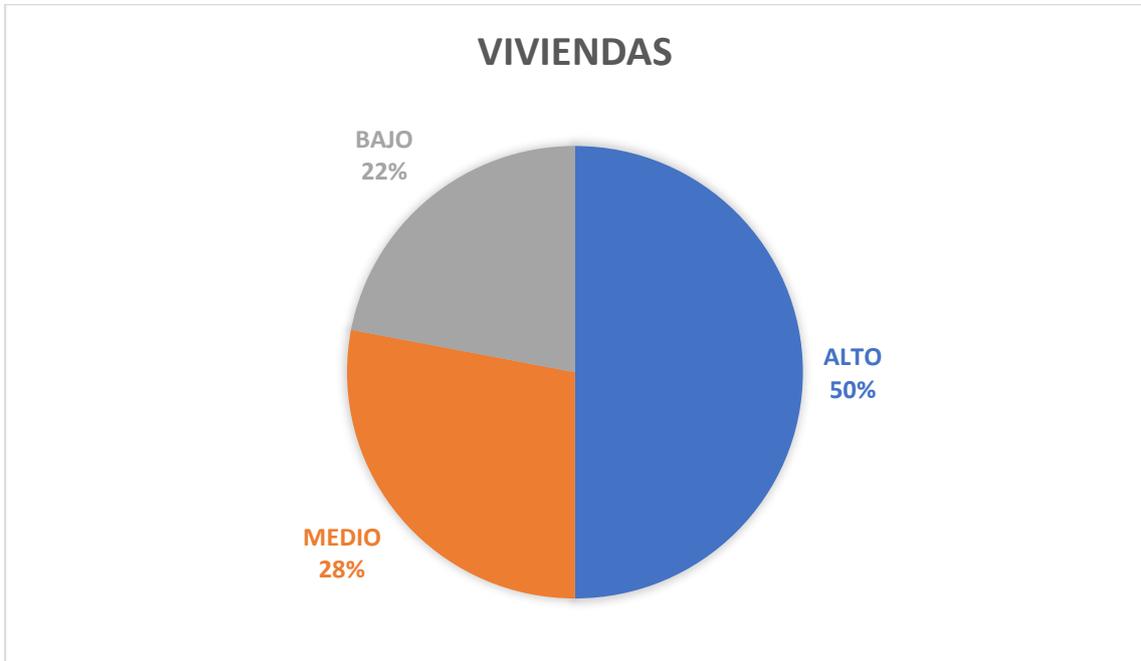
Cabe mencionar que de las 31 viviendas analizadas ninguno de los muros es estable por volteo.

En la tabla N° 9, Nos muestra el número de viviendas y porcentajes del nivel de vulnerabilidad sísmica que tienen.

*Tabla 9: Nivel de vulnerabilidad sísmica*

Rango	N° de viviendas	%
ALTO	16	50%
MEDIO	9	28%
BAJO	6	22%
<b>TOTAL</b>	<b>31</b>	<b>100%</b>

En la figura N° 19, Se observa los valores en porcentajes del nivel de vulnerabilidad sísmica de las 31 viviendas encuestadas.



*Figura 8: Nivel de vulnerabilidad sísmica*

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

A continuación, se realiza el análisis, interpretación y discusión de los resultados obtenidos del procesamiento de datos de las 31 viviendas evaluadas a través de la ficha de memoria elaborada para esta investigación, la cual consta de tres partes: antecedentes de la vivienda, aspectos técnicos de la vivienda y aspectos sísmicos de la misma. La vivienda.

#### **Con respecto a los Antecedentes de la vivienda**

De las 31 viviendas analizadas, el 100% no recibió ningún tipo de asistencia técnica durante la construcción, según los propietarios, ya que el total de constructores no están capacitados y la mayoría de familias no cuentan con solvencia económica suficiente para poder contratar profesionales. Se puso en contacto con un profesional de la materia para que este realice un proyecto para poder hacer cumplir sus especificaciones, otra razón para esto es que el mismo dueño del terreno o parcela quiere construir y a este se le llama mano de obra no calificada, sin darse cuenta de los errores. Lo cual puede ocurrir en casa por la falta de parámetros técnicos creados.

Durante la inspección técnica de las viviendas se evaluó el estado de conservación encontrando que el 20% son buenas, el 30% regulares y el 50% malas, esto se debe a las condiciones climáticas (lluvia, viento), falta de mantenimiento (fisuras, grietas y humedad) y otros factores que pueden afectar adversamente su comportamiento sísmico.

Los resultados muestran que el 77% de las viviendas cuyos propietarios planean realizar cambios y/o ampliaciones de acuerdo a sus posibilidades y necesidades, mientras que el 23% de las viviendas cuyos propietarios no tienen intención de realizar cambios y/o ampliaciones porque sienten que su hogar reúne los requisitos necesarios para ofrecerles comodidad y seguridad en su hogar.

### **Con respecto a los Aspectos técnicos de la vivienda**

De las 31 casas analizadas, el 70% tenía pendientes bajas, el 17% pendientes medias y el 13% pendientes altas, lo que generaría cierta inestabilidad en las casas con pendientes más altas, haciéndolas más propensas a terremotos.

En cuanto a la selección del sitio de las casas residenciales, se consideraron varios factores relacionados con las condiciones del suelo, de las 31 casas residenciales estudiadas, el 10% se ubicaron en áreas de deslizamiento, el 10% en suelo suelto y el 20% en suelo suelto. La muestra de una expansión multidireccional, lo que indica una falta de estrategias de ocupación en áreas seguras y áreas de control público, aumentando el riesgo de vivienda en caso de un sismo.

En las 31 casas estudiadas, el problema estructural más común fue la uniformidad y continuidad estructural, representando el 33% del número total de casas, debido a la propia participación de los propietarios en la distribución de su entorno y elementos estructurales. Resistir sin asesoramiento técnico y la ayuda de trabajadores no calificados, cabe señalar que la casa debe ser continua en planta y altura, ya que la rigidez puede cambiar repentinamente, lo que lleva a mayores concentraciones de esfuerzos durante la actividad sísmica, haciendo que la casa sea vulnerable y vulnerable a daños materiales significativos, incluimos 27% tabiques no reforzados, 23% muros estructurales no restringidos, cimientos y/o cimientos, entre otros problemas estructurales diagnosticados.

En cuanto a los problemas constructivos que se presentan, el de mayor incidencia corresponde al 60% de materiales/unidades inferiores, lo cual se debe a que los predios están construidas con ladrillos artesanales locales inferiores de

diferentes grados de cocción, homogeneidad de materiales y condiciones físicas. incumplimiento de las normas estipuladas y dimensiones variables de las propiedades mecánicas, que indican resultados indeseables de grietas y fisuras en los muros y su regularidad, lo que incide en cuestiones estructurales como su comportamiento ante un sismo, tenemos un 40% de diseño y defectos del proceso constructivo, 43% Simetría y configuración del edificio, 30% blindaje expuesto y corroído.

### **Aspectos de peligros potenciales:**

Con base en una encuesta de todos los dueños y el análisis de los predios, el 90 % de los peligros mayores potenciales y el 100 % de los terremotos son peligros potenciales mayores, como se muestra en la Figura 2. N#12, y esto es notable en todo. Hay varios tipos de desastres, por lo que es importante que los propietarios tomen las decisiones correctas para proteger sus hogares al comprender las consecuencias y los daños a través de expertos que puedan brindar información detallada

#### **➤ Estado actual de la vivienda**

##### **a. Calidad de la mano de obra**

El 43% y el 37% de las viviendas son de calidad media y mala debido a espesores de junta de 1,5 cm o más, grietas en paredes y partes estructurales, columnas de drenaje expuestas, falta de conexiones sísmicas entre casas adosadas, paredes de trincheras y cercas en la estructura y conexiones deficientes de las columnas de la pared y el piso como. Solo el 20 % de las viviendas son de buena calidad.

##### **b. Calidad de los materiales**

Los resultados mostraron que el 57% y el 30% de los predios son de calidad media y mala debido a grietas, deformaciones en tamaño, mala cocción y grietas en el revestimiento de ladrillo y diamante hecho a mano, y la mayor parte del agregado utilizado es parte de la estructura estructural fabricada por ellos mismos. La composición de la cumbrera,

según la propia vista y percepción de la calidad del material, es solo el 13% de la casa.

### **c. Factores degradantes**

Los resultados mostraron que el 47% y el 37% de las viviendas presentaron daños severos y reiterados como consecuencia de factores climáticos, humedad y erosión estructural como consecuencia de la exposición a factores climáticos, falta de yeso y mal hormigonado de paredes y pisos. Esta cifra solo muestra que el 17% de las viviendas se encuentran en mal estado debido al mantenimiento de los propietarios.

### **d. Estado actual de los predios**

El estado de los predios según la muestra hay un 13% de vivienda de buena calidad, un 54% de vivienda de calidad media y un 33% de vivienda de mala calidad.

## **Aspectos sísmicos de las viviendas**

De los resultados presentados, determinando la densidad de muros A/Ar (%) en la dirección X y en la dirección Y, la mayor tasa de escasez de vivienda es del 53% y el índice apropiado es del 47%. El porcentaje más alto es el 93% de las casas son aptas, el 7% de las casas no son aptas, por lo que la dirección X (paralela a la fachada principal) es la más frágil debido a que esta dirección no tiene paredes macizas, solo tabiques en el caso de toda casa con aberturas solamente, es importante que la casa sea uniforme y proporcional y tenga muros de carga capaces de soportar grandes terremotos en ambas direcciones.

Los resultados de la instalación del muro de 31 viviendas por inversión (empalizadas, balaustradas, vallas...) arrojaron que el 67% es inestable, el 33% parcialmente estable y el 0% fijo. Cabe señalar que estos problemas son causados por la falta de comprensión del constructor de muros de contención y/o muros de contención, los cuales están diseñados para brindar una mejor estabilidad y resistencia en caso de una actividad localizada.

Al procesar todos los resultados obtenidos en el sitio, se determinó la densidad de los muros, la estabilidad de las barreras durante el vuelco y

operación, la vulnerabilidad sísmica de las viviendas y la construcción cerrada de la Ciudad de Jesús, indicando que el 47% de los hogares se encuentran en una situación frágil. 30% medio, bajo 23%.

### **Contrastación de hipótesis**

En el tema de investigación se rechazó este supuesto mediante la comparación de información de campo y de gabinete obtenida de la hoja de informe y con base en un marco teórico dada la alta vulnerabilidad sísmica de 14 viviendas cerradas de mampostería, de 31 viviendas, solo 16 (50%) viviendas tienen vulnerabilidad alta, 9 viviendas (28%) tienen vulnerabilidad moderada, y las 6 viviendas restantes (22%) tienen vulnerabilidad sísmica baja, por la investigación en campo no cumple la generalización.

## CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los resultados del relevamiento y al análisis propuesto del estudio de vulnerabilidad sísmica de las casas de mampostería hermética en el distrito de Ingenio, se concluye que 16 viviendas tienen vulnerabilidad alta, 9 viviendas tienen vulnerabilidad media 6 viviendas tienen vulnerabilidad baja y por tanto no cumplen los supuestos propuestos.
2. Situación actual de las casas de mampostería cerrada en el distrito de Ingenio El 13% de las casas son de buena calidad, el 54% de las casas son de calidad media, el 33% de las casas son de mala calidad, esto se debe a la mala calidad de la mano de obra, la presencia de materiales y factores de degradación que facilitan las viviendas de mampostería estrecha afectadas por el sismo.
3. Entre las 17 viviendas autoconstruidas, la alta vulnerabilidad y la densidad insuficiente de los muros son los principales factores, y la dirección X representa el 53%, esto se debe a las irregularidades en el proceso de construcción y al descuido técnico de mantener el equilibrio de la densidad de los muros. en las direcciones X e Y.
4. Se pudo determinar la estabilidad de los muros no estructurales (tabiques) de las 31 casas evaluadas, que en su mayoría eran inestables y en su mayoría utilizaban ladrillos hechos de arcilla cocida con diamante hecha a mano. La demanda de este tipo de ladrillos se debe al bajo costo en comparación con los ladrillos industriales, que generalmente no cumplen con la resistencia mínima especificada por las normas vigentes.

## RECOMENDACIONES

1. En las viviendas que necesitan reparaciones o refuerzos, se recomienda en las 16 viviendas que tienen alta vulnerabilidad el reforzamiento de cimiento, en las 9 viviendas de vulnerabilidad media el reforzamiento de muros y en las 6 viviendas de vulnerabilidad baja realizar una ampliación de apoyo de las zapatas.
2. Habiendo verificado las 16 viviendas de alta vulnerabilidad, 9 viviendas de vulnerabilidad media y 6 viviendas de vulnerabilidad baja, se recomienda hacer un estudio donde se extienda la capacitación y asesoría técnica a los propietarios y maestros de obra de la zona de Ingenio para la adecuada construcción de viviendas sismorresistentes.
3. Habiendo verificado las 16 viviendas de alta vulnerabilidad, 9 viviendas de vulnerabilidad media y 6 viviendas de vulnerabilidad baja, se recomienda que los formularios de reporte desarrollados en este estudio sean aplicados a otras viviendas del distrito de Ingenio, particularmente a la mancha urbana, para continuar evaluando la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de mampostería confinada.
4. Habiendo verificado las 16 viviendas de alta vulnerabilidad, 9 viviendas de vulnerabilidad media y 6 viviendas de vulnerabilidad baja, se recomienda no someter a esfuerzos a los muros de tabique o modificar su estructura.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Abanto Aliaga, M. (2015)**. Vulnerabilidad sísmica de viviendas de albañilería confinada autoconstruidas, en el barrio Mollepampa. Tesis. Universidad Privada del Norte. Cajamarca.
2. **Abanto, F. (2007)**. Análisis y diseño de Edificaciones de Albañilería. Lima: San Marcos E.I.R.L.
3. **Agricultura, M. d. (1983)**. Diagnóstico: aspectos básicos de la autoconstrucción en pueblos jóvenes de Lima. Lima.
4. **Aguirre Gaspar, D. (2004)**. Evaluación de las características estructurales de la Albañilería producida con unidades fabricadas en la región de Junín. Lima – Perú. IIMA: Pontificia Universidad Católica.
5. **Arango Ortiz, J. (2002)**. Análisis, Diseño y Construcción en albañilería. Lima: Capitulo peruano ACI
6. **Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2001)**. "Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada". Bogotá.
7. **Bazán, F. (2000)**. Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de contribución al riesgo sísmico - Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona.
8. **Blondet, M., Tarque, N., & Mosqueira, M. (2005)**. Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana (Tesis Magistral). Lima.
9. **Blondet, M., Vargas, J., Torrealva, D., & Rubiños, Á. (2010)**. "Manual de construcción con adobe reforzado con geomallas de viviendas de bajo costo saludables y seguras". Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
10. **Bonett, Ricardo (2003)**. Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios. Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada. Tesis doctoral, UPC, Departament d'Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica, 2003. ISBN 8468850861. Disponible en: <<http://hdl.handle.net/2117/93542>>
11. **Broto, C. (2009)**. Enciclopedia Broto de patologías de la construcción (16°. Ed). Barcelona: Editorial Links Internacional.

12. **Calavera, J. (2005).** Patologías de estructuras de hormigón armado y pretensado (1° ed.) Instituto técnico de materiales y construcciones (INTEMAC). Madrid: Instituto técnico de materiales y construcciones (INTEMAC).
13. **Cardona, O. (1999).** Metodología para la Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones y Centros Urbanos, Universidad del Valle. Cali.
14. **Castillo, & Alva. (2003).** Peligro sísmico en el Perú. Programa de Investigación Superior. Lima.
15. **CENEPRED. (2010).** Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales.
16. **Farfán, Juan & Díaz, Eduardo (2009).** VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL EN UN SECTOR DE LA ZONA 12, DE LA CIUDAD DE GUATEMALA. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería - Escuela de Ingeniería Civil.
17. **Laucata, Johan (2013).** ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS INFORMALES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO. Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/4967>

## **ANEXOS**

**ANEXO 1**  
**Matriz de consistencia**

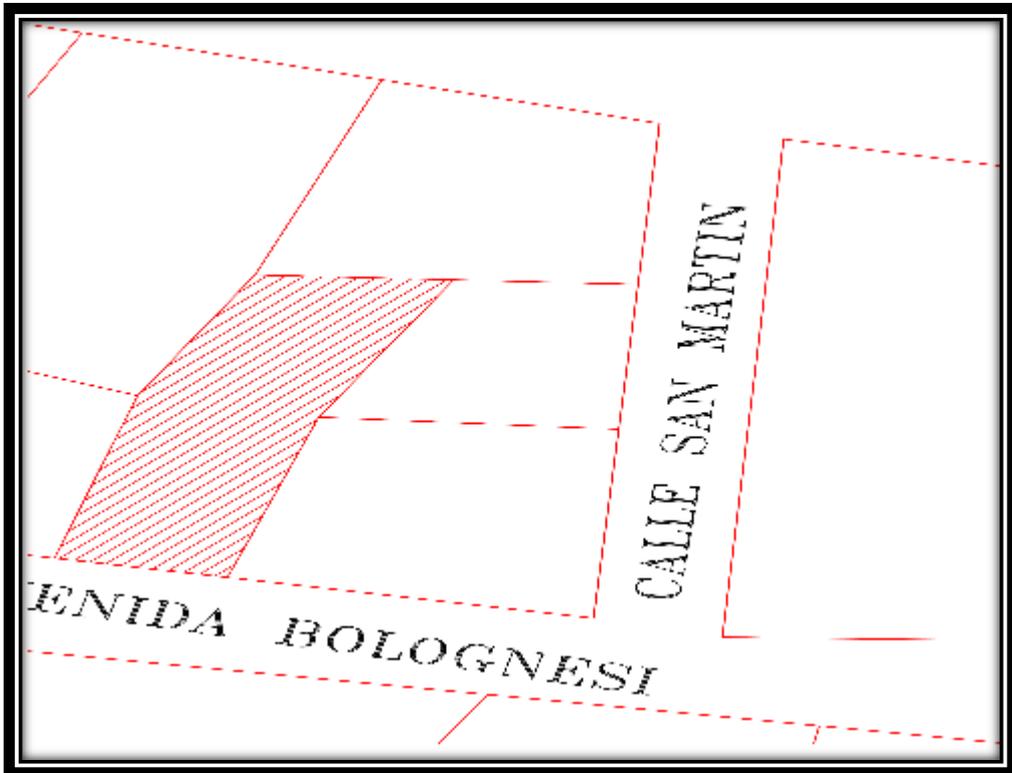
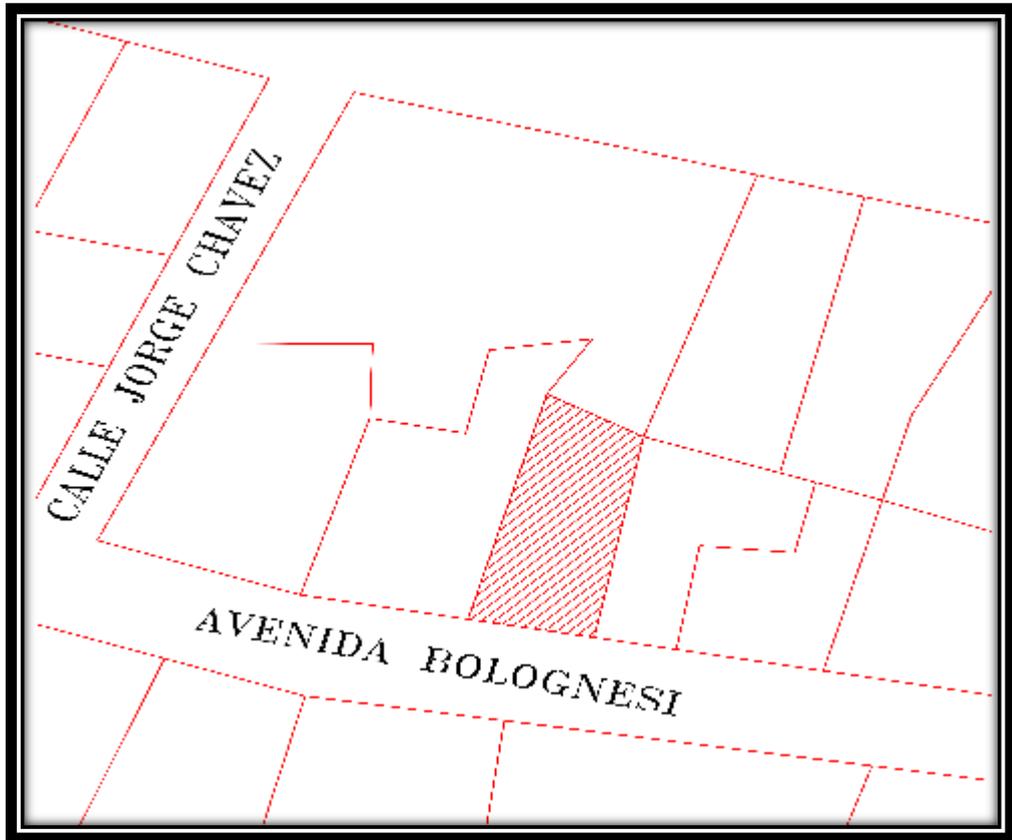
## MATRIZ DE CONSISTENCIA

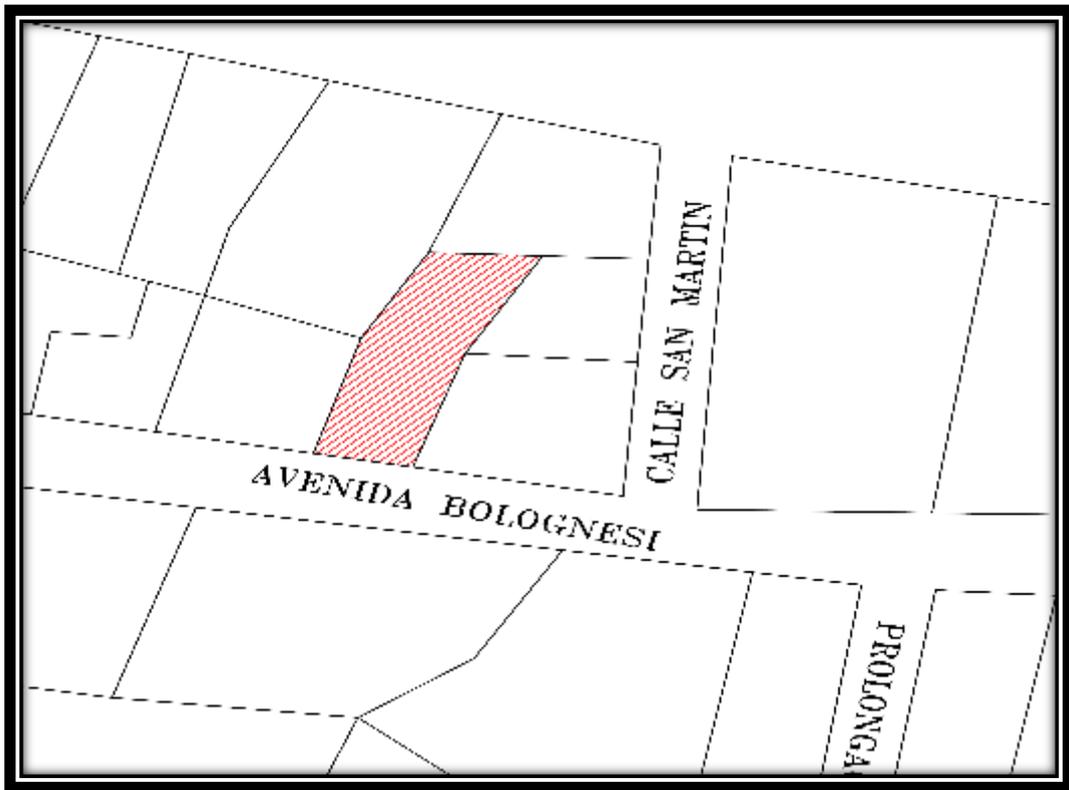
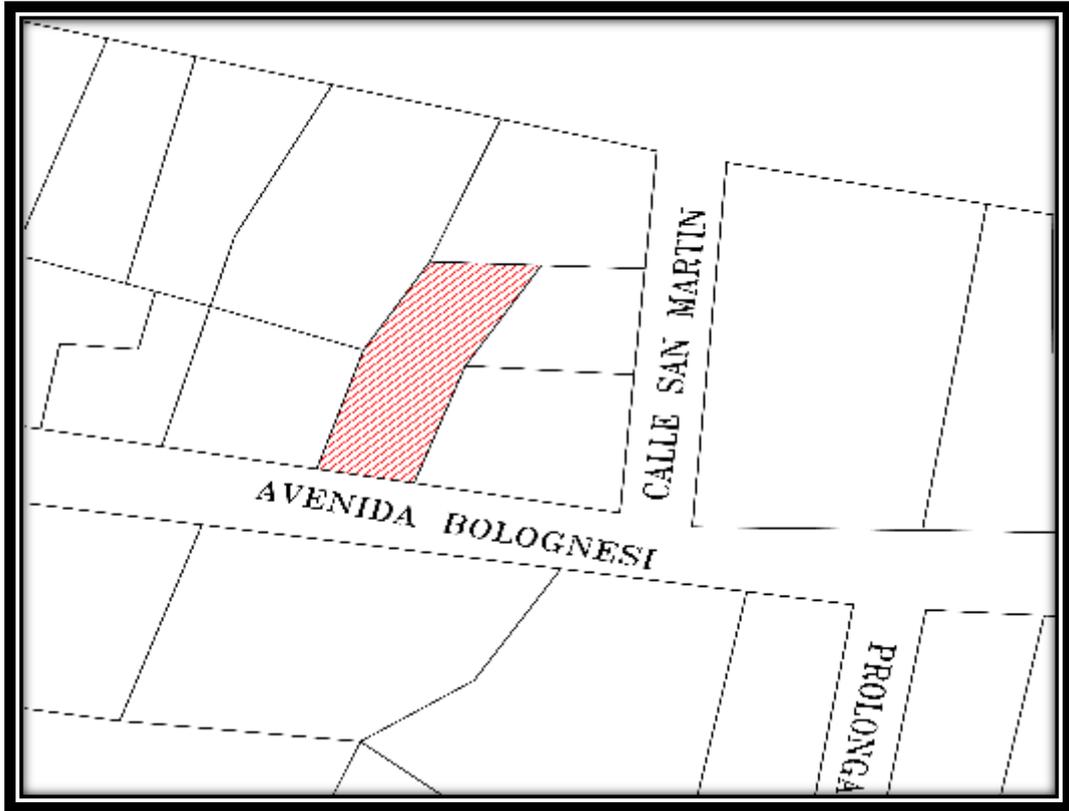
<p><b>Problema general:</b> ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de tipo albañilería confinada del distrito de Ingenio?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <p>a) ¿Cuál es el estado actual de 31 edificaciones de tipo albañilería confinada del distrito de Ingenio?</p> <p>b) ¿Cuál es la densidad de muros de 31 edificaciones de tipo albañilería confinada del distrito de Ingenio?</p> <p>c) ¿Cuál es la estabilidad de tabiques al volteo de 31 edificaciones de tipo albañilería confinada del distrito de Ingenio?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar el grado de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de tipo albañilería confinada del distrito de Ingenio.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>a) Determinar el estado actual de 31 edificaciones de tipo albañilería confinada del distrito de Ingenio.</p> <p>b) Determinar la densidad de muros de 31 edificaciones de tipo albañilería confinada del distrito de Ingenio.</p> <p>c) Determinar la estabilidad de tabiques al volteo de 31 edificaciones de tipo albañilería confinada del distrito de Ingenio.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> El grado de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de tipo albañilería confinada del distrito de Ingenio es alto debido a sus deficientes procesos constructivos.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <p>a) El estado actual de 31 edificios de albañilería confinada en el distrito de Ingenio, permitirá determinar su estado de vulnerabilidad ante posibles eventos sísmicos.</p> <p>b) La densidad de muros de 31 permitirá determinar su dimensionamiento de los edificios tipo albañilería confinada en el distrito de Ingenio.</p> <p>c) El estado del tabique de los 31 permite evaluar si estos muros verticales esta sometidas a cargas en edificios de albañilería confinada del distrito de Ingenio.</p>	<p><b>VARIABLE 1:</b> Grado de Vulnerabilidad sísmica <b>Dimensión 1:</b> Densidad de muros <b>Indicadores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Inadecuada</li> <li>○ Adecuado</li> <li>○ Aceptable</li> </ul> <p><b>Dimensión 2:</b> Estado actual de las viviendas <b>Indicadores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mala</li> <li>○ Regular</li> <li>○ Buena</li> </ul> <p><b>Dimensión 3:</b> Estabilidad de tabiques <b>Indicadores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Estable</li> <li>○ Inestable</li> </ul> <p><b>Dimensión 4:</b> Nivel de Vulnerabilidad <b>Indicadores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Baja</li> <li>○ Media</li> <li>○ Alta</li> </ul> <p><b>VARIABLE 2:</b> Tipos de Vivienda <b>Dimensión 1:</b> Características Arquitectónicas <b>Indicadores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Dimensión de elementos</li> <li>○ Distribución Arquitectónica</li> </ul> <p><b>Dimensión 2:</b> Características Estructurales <b>Indicadores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Materiales</li> </ul>	<p><b>Método de investigación: científico</b></p> <p><b>Tipo:</b> aplicada.</p> <p><b>Nivel:</b> descriptivo- explicativo.</p> <p><b>Diseño:</b> no experimental M  O</p> <p>Donde: M= Muestra O= Grado de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de tipo albañilería confinada.</p> <p><b>Población:</b> 85 viviendas <b>Muestra:</b> 31 viviendas</p> <p><b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Técnica: Observación en campo.</li> </ul> <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Información bibliográfica</li> <li>- Fichas de observación</li> <li>- Indicadores y condiciones aplicadas a la calidad de la mano de obra, calidad de los materiales y factores degradantes mediante la observación directa.</li> <li>- Fichas de reporte dirigidos a los propietarios de las viviendas</li> </ul>
---	--	--	---	---

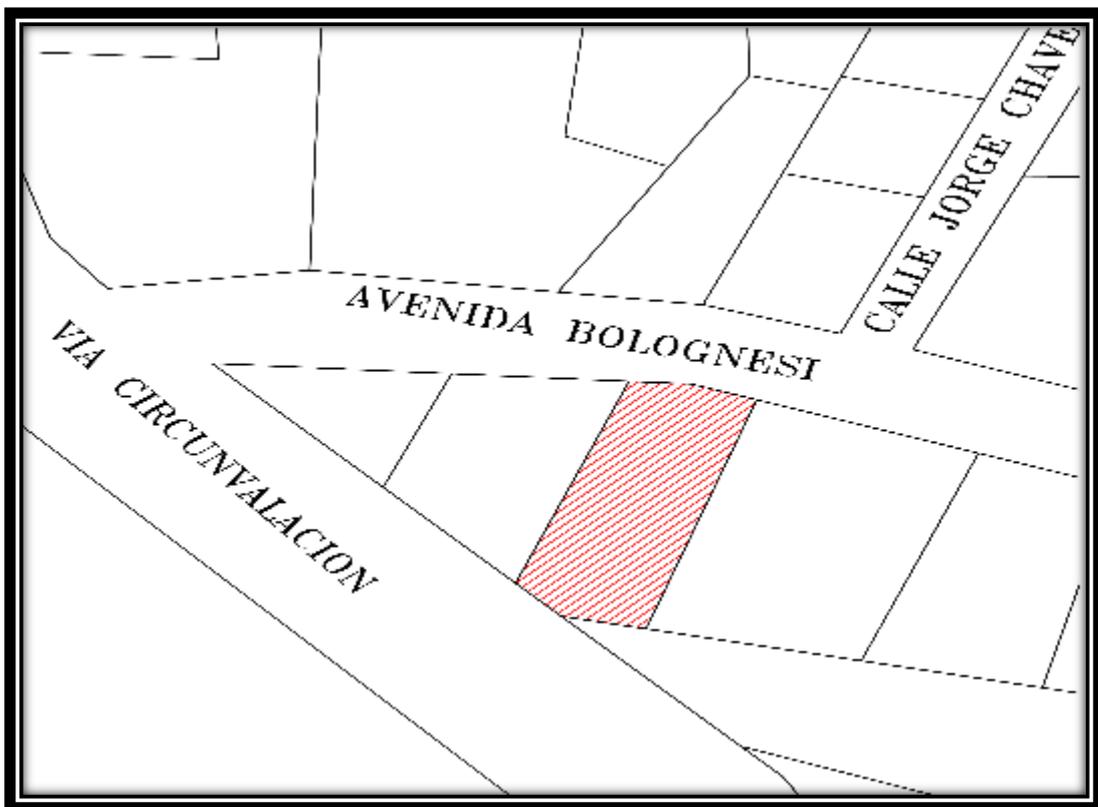
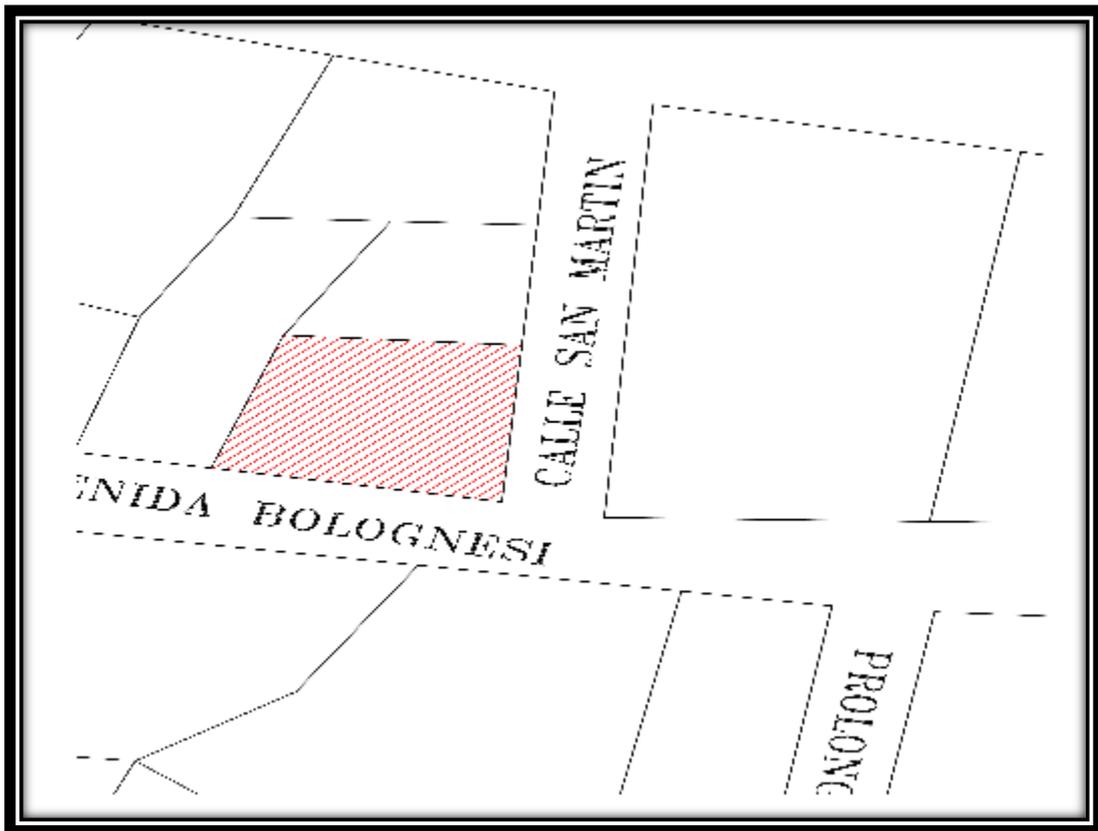
			<ul style="list-style-type: none"><li>○ Cimientos</li><li>○ Muros</li><li>○ Diafragma horizontal</li><li>○ Techos</li></ul>	- Programa SAP versión 20 y el Microsoft Excel versión 2019.
--	--	--	---	--

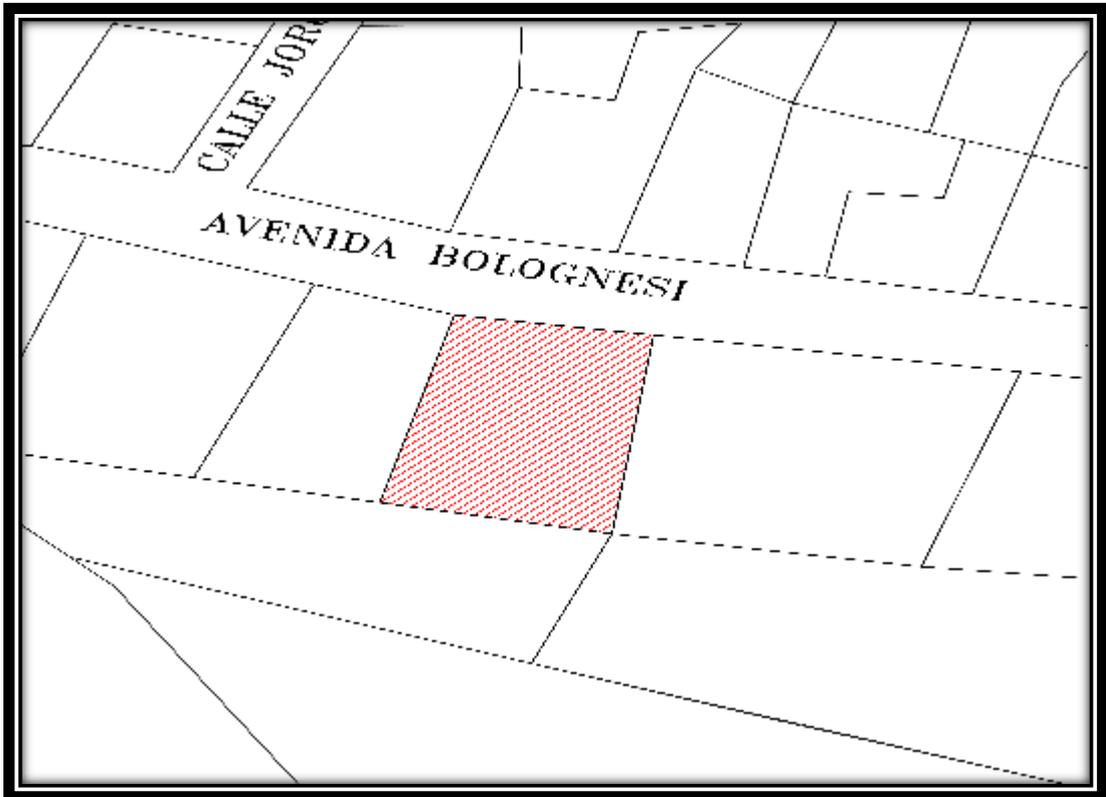
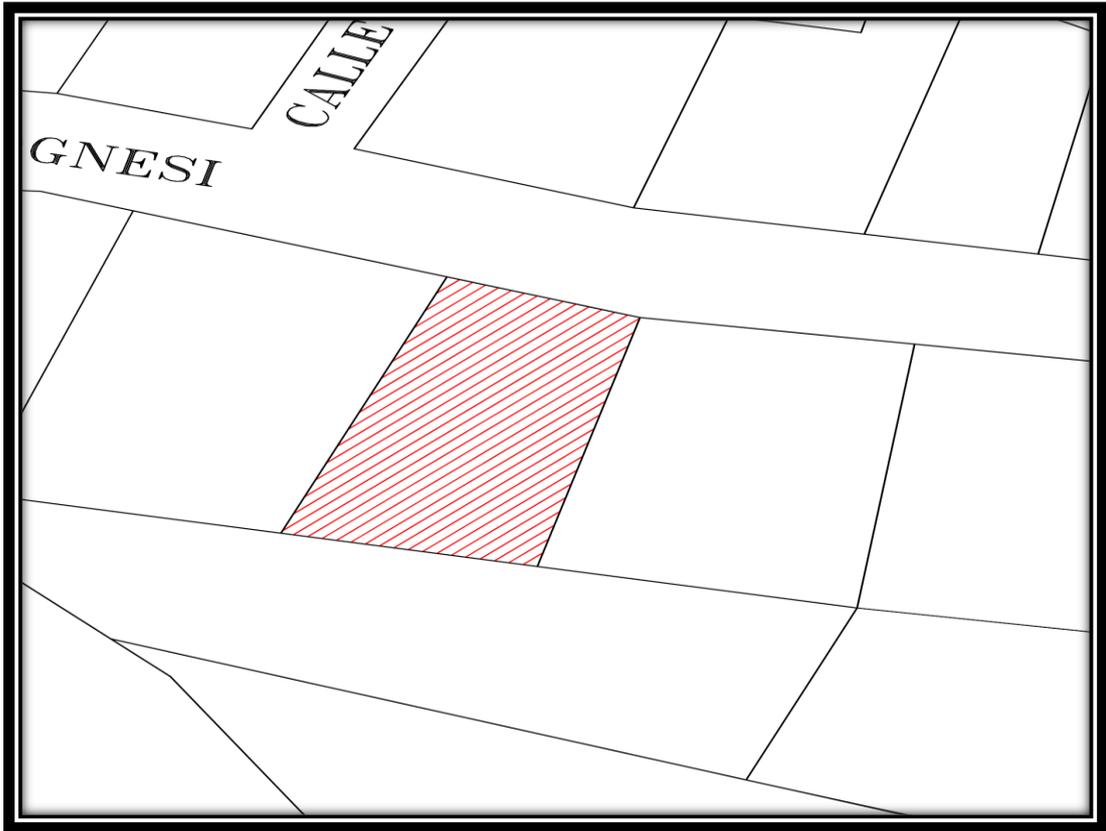
**ANEXO 2**

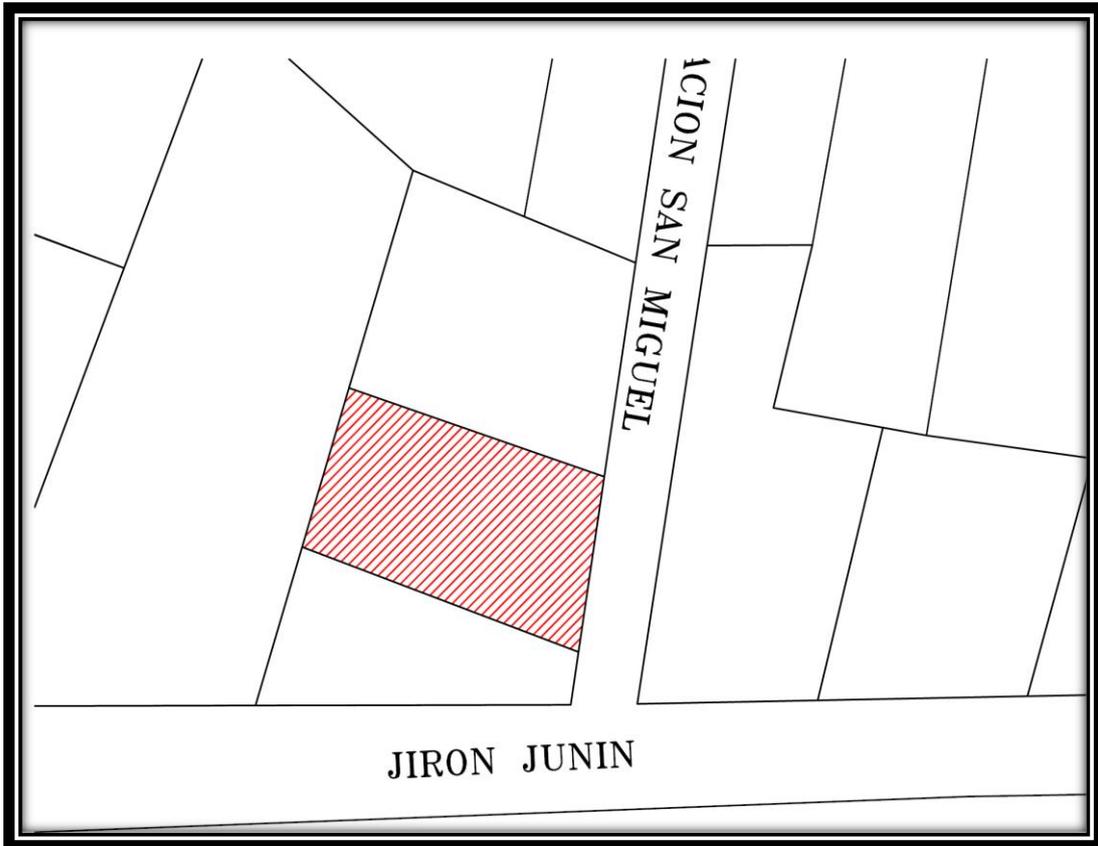
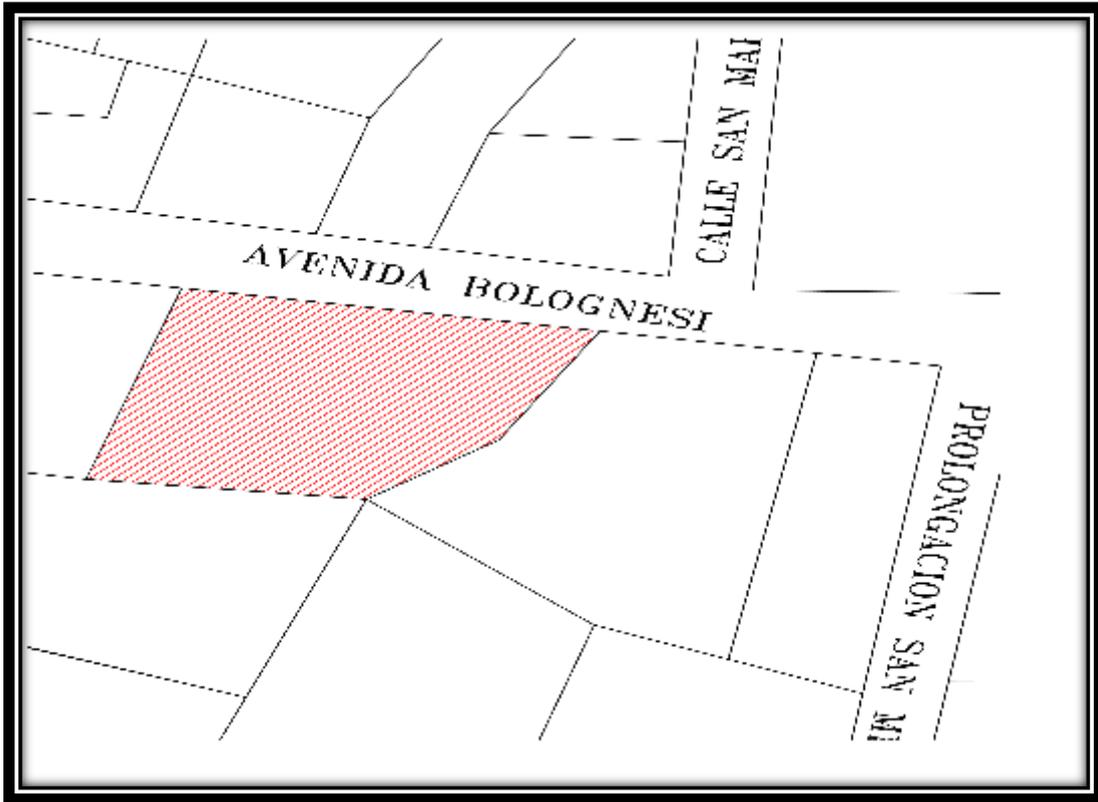
**Localización de las viviendas  
de albañilería confinada**

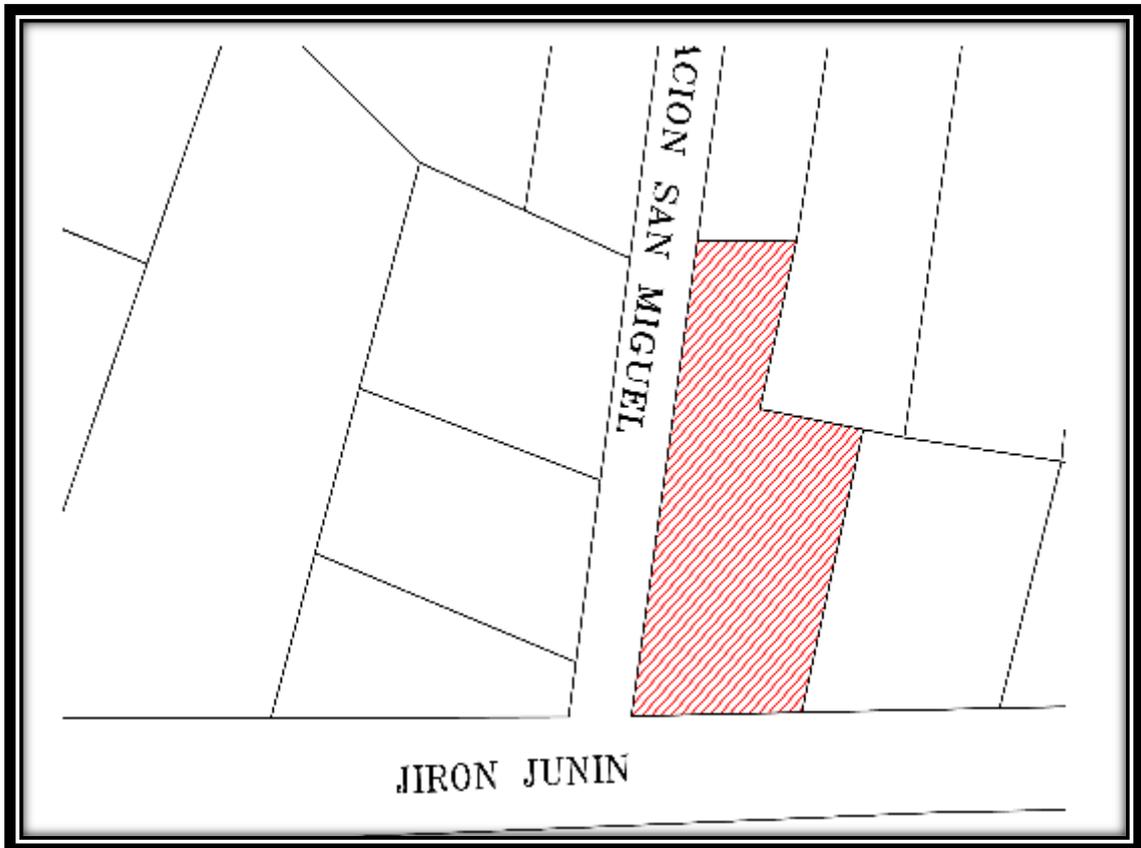
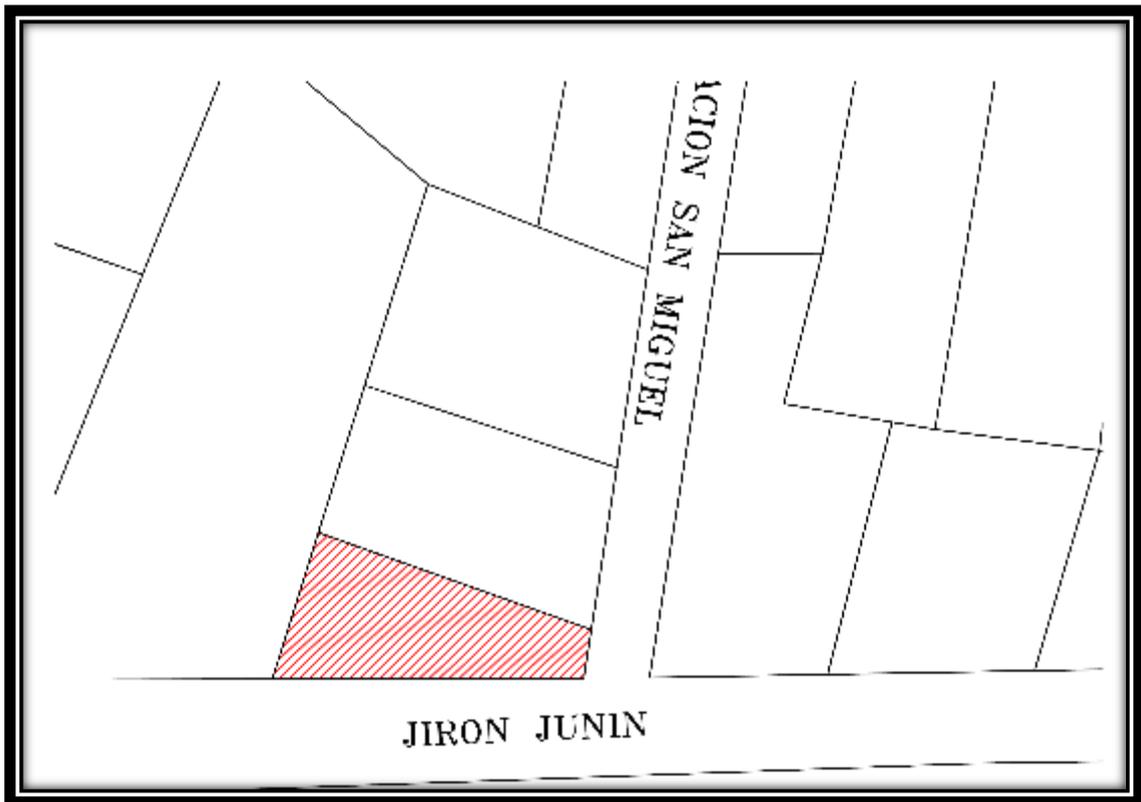


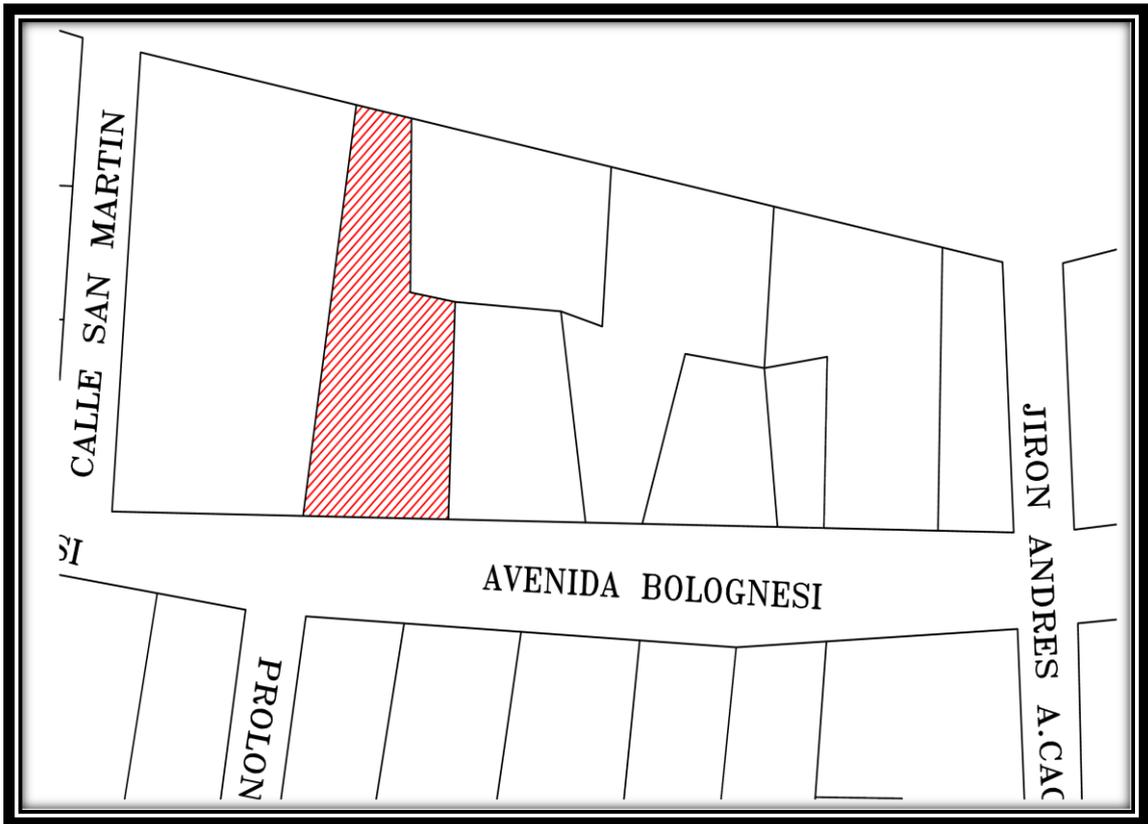
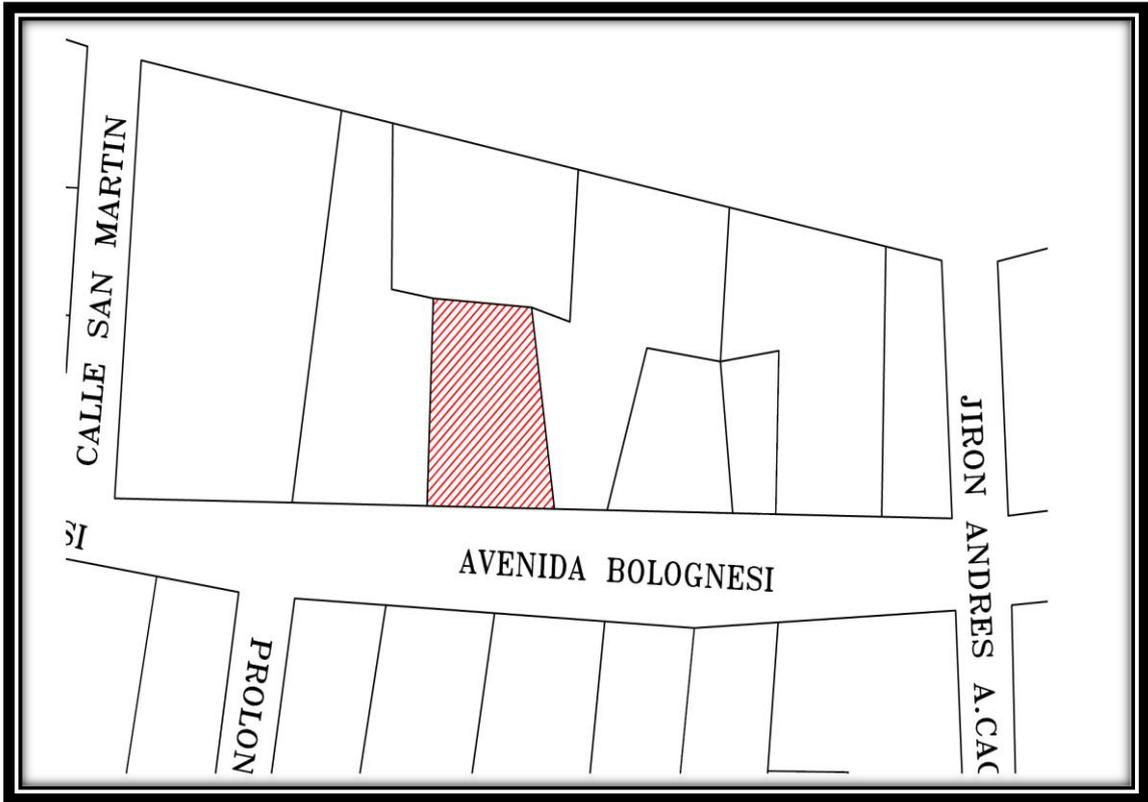


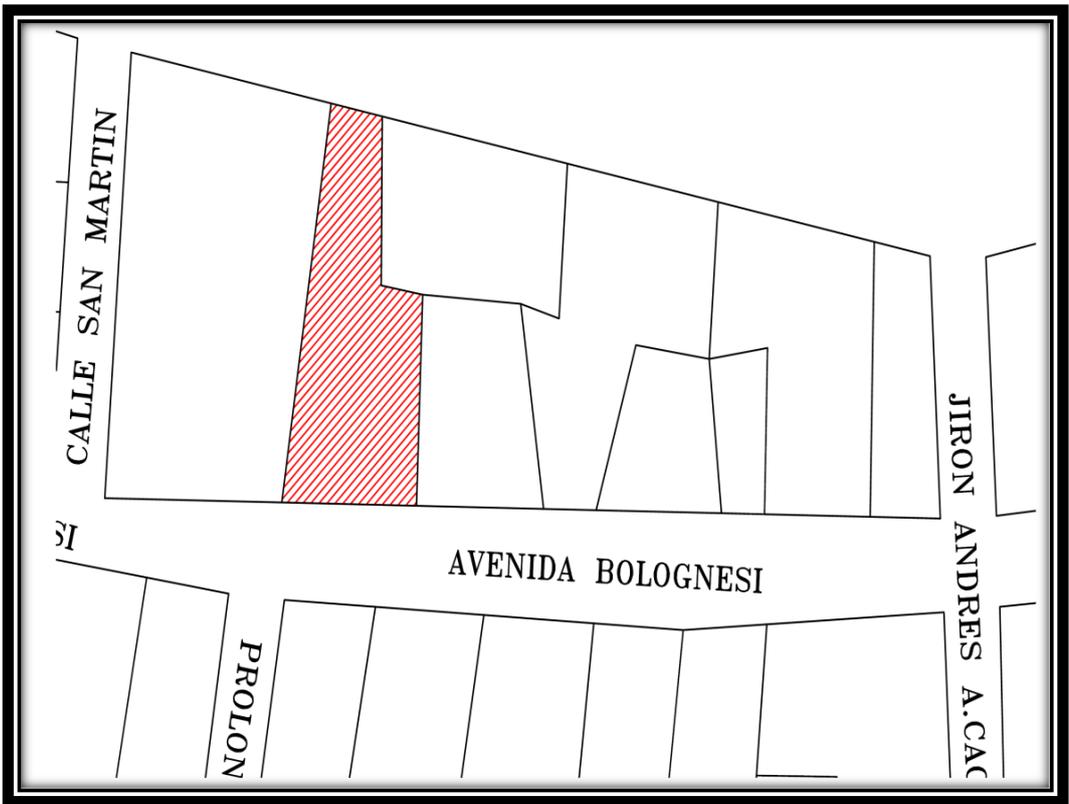
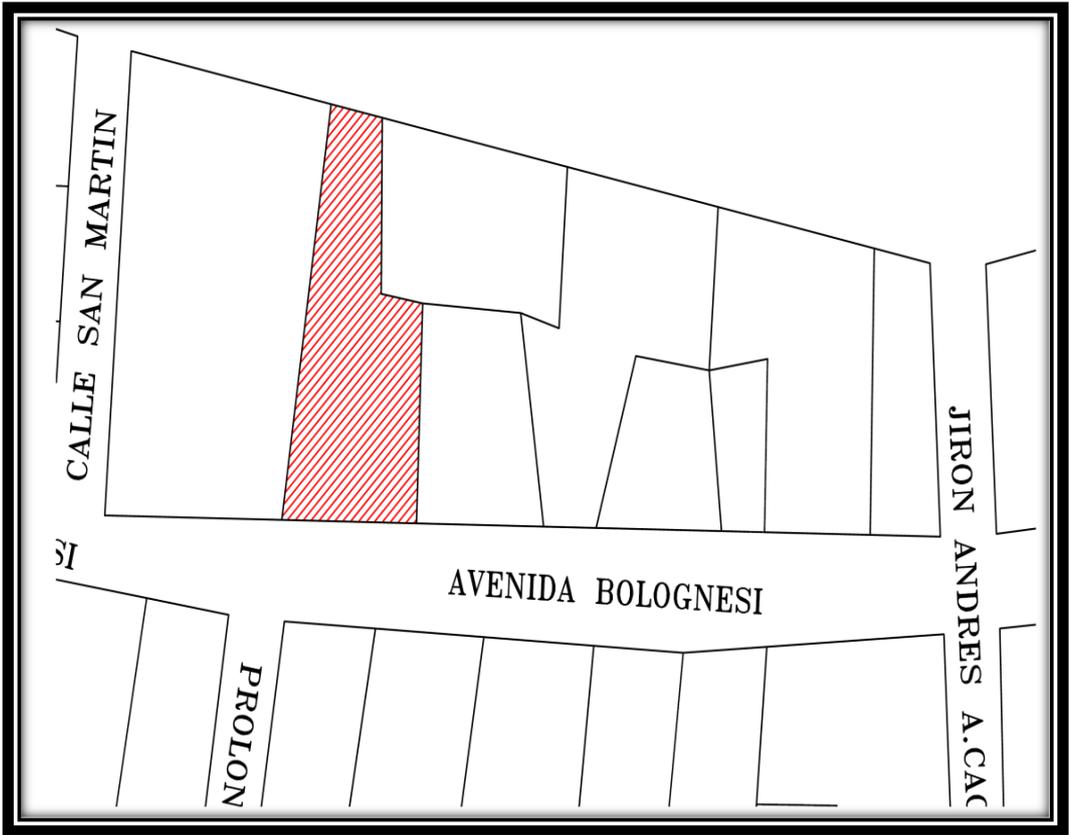


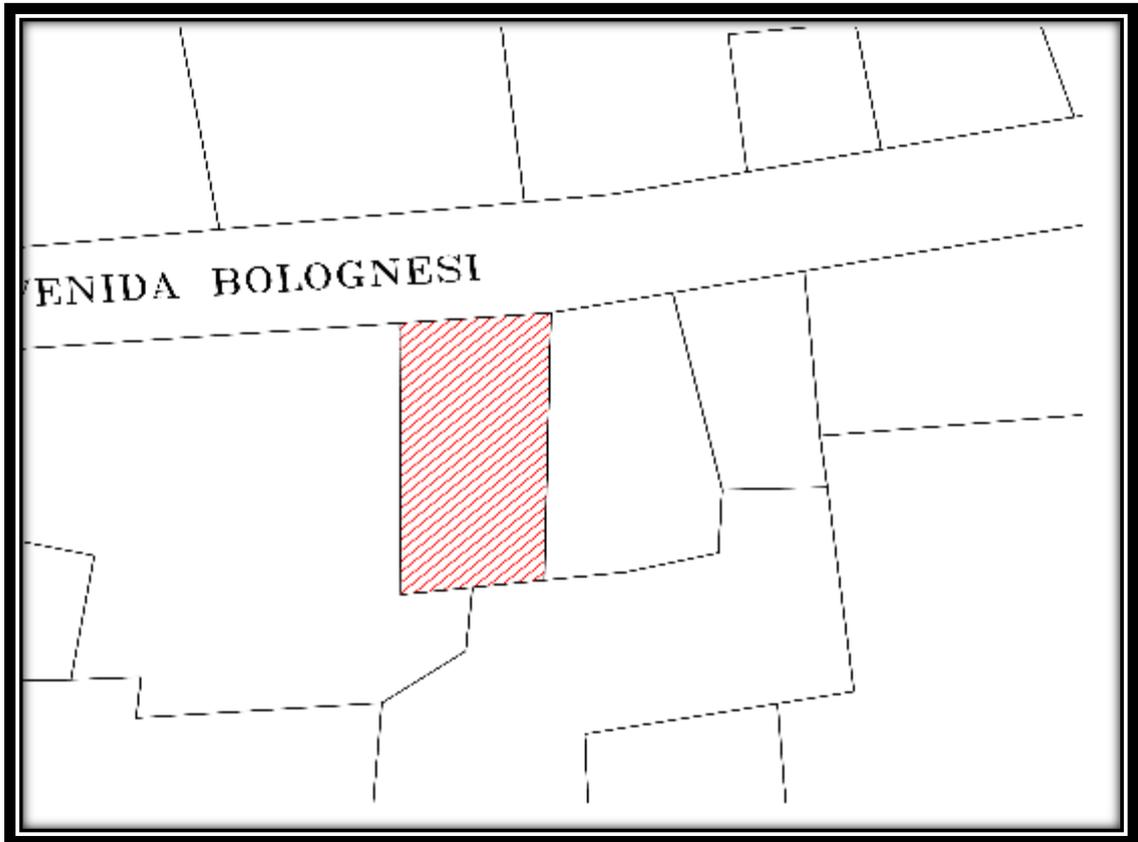
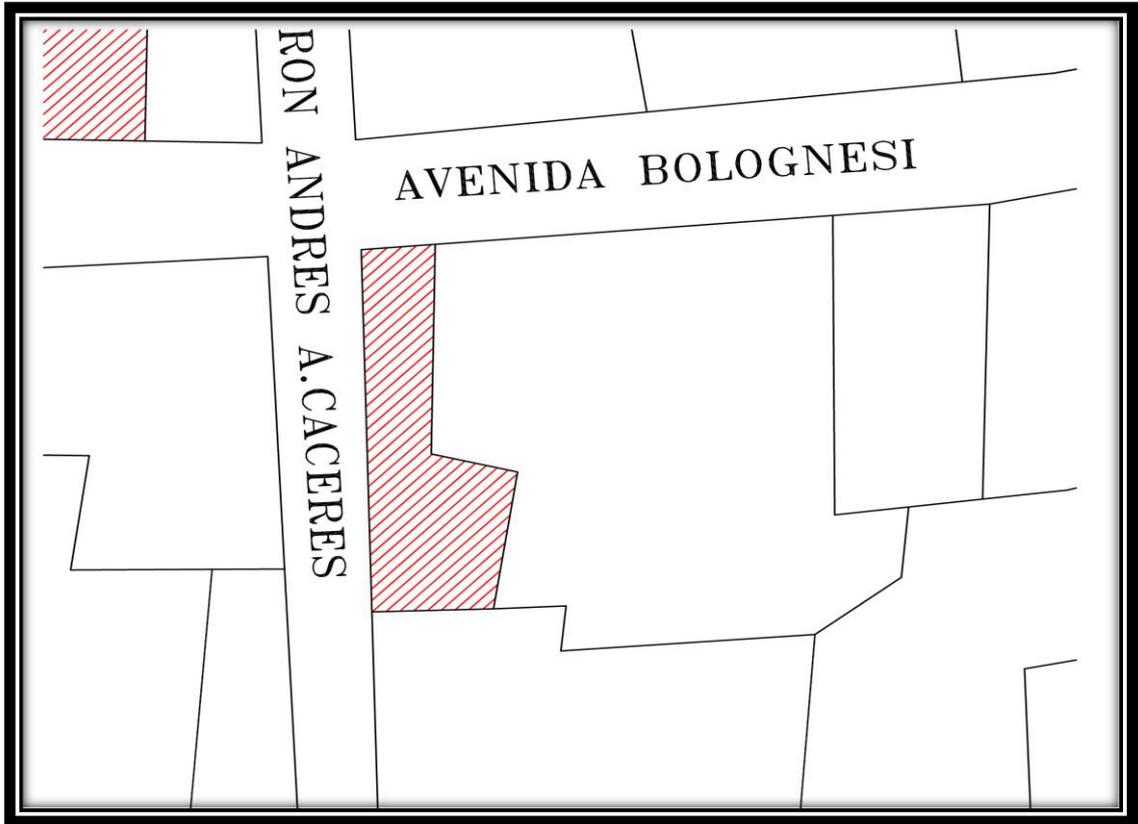


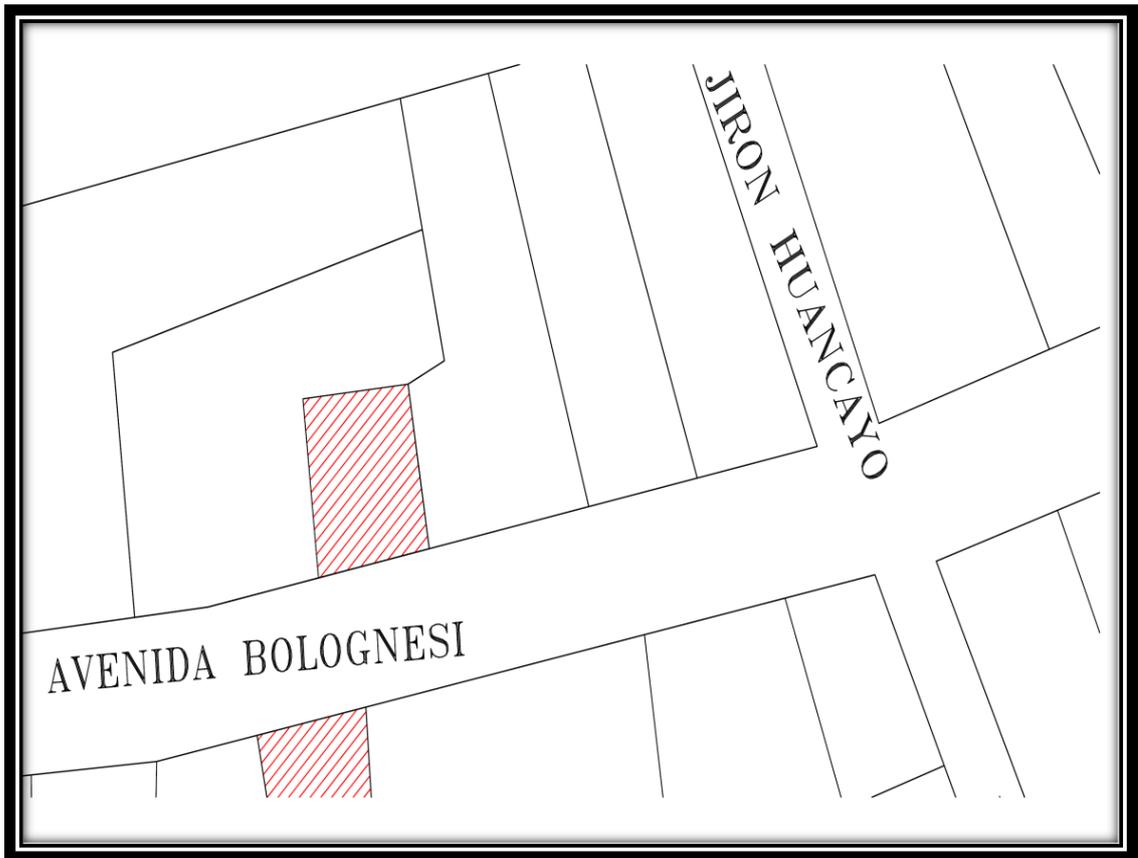
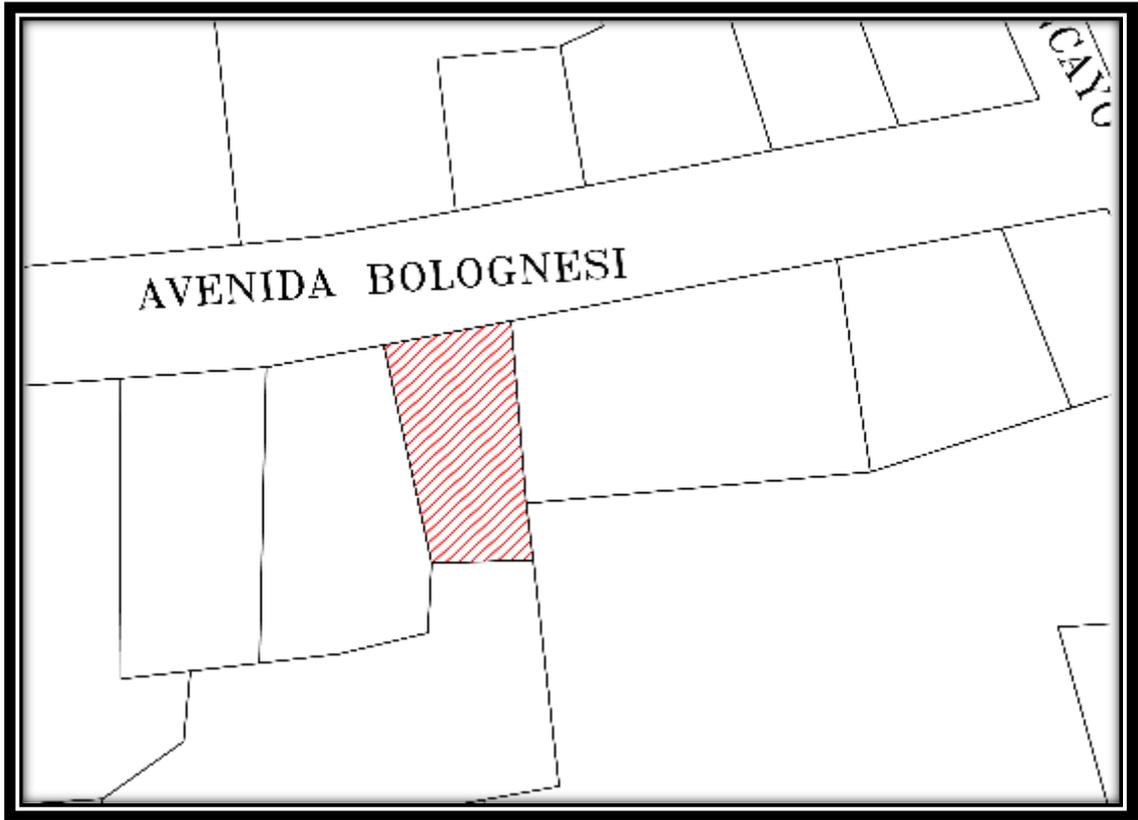


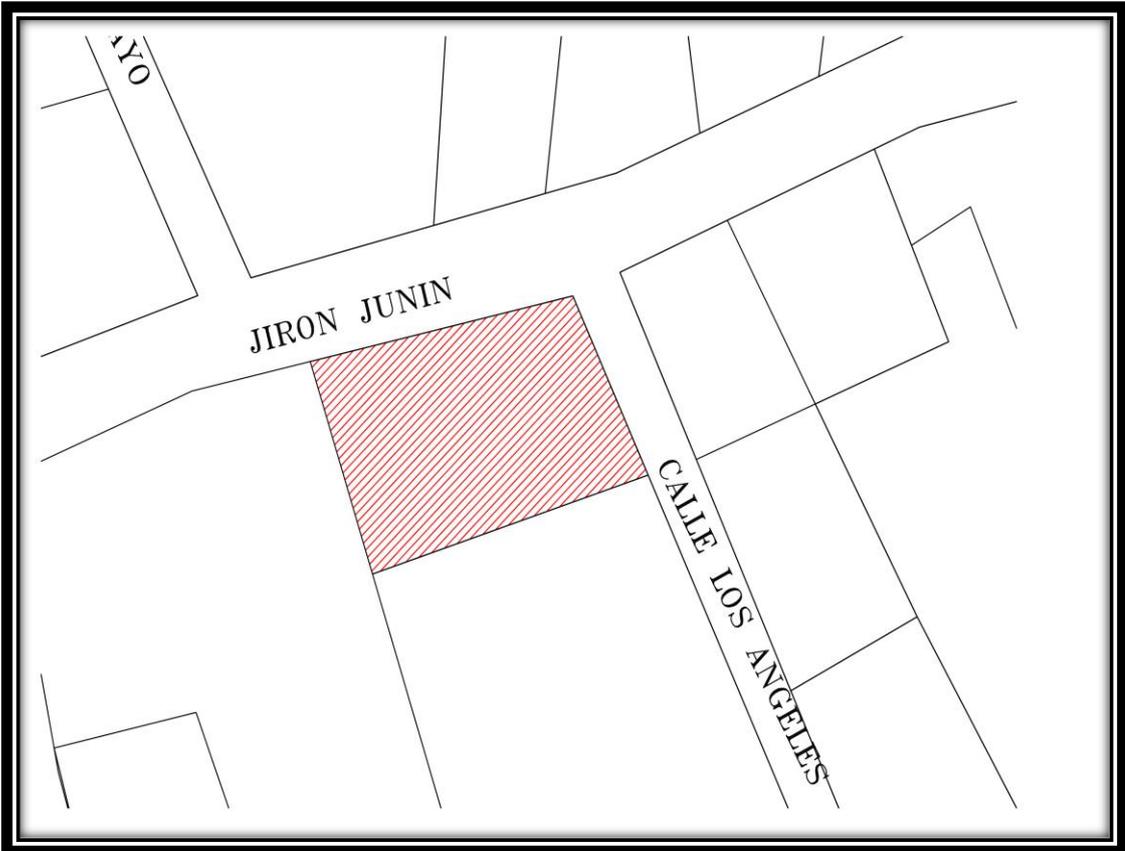
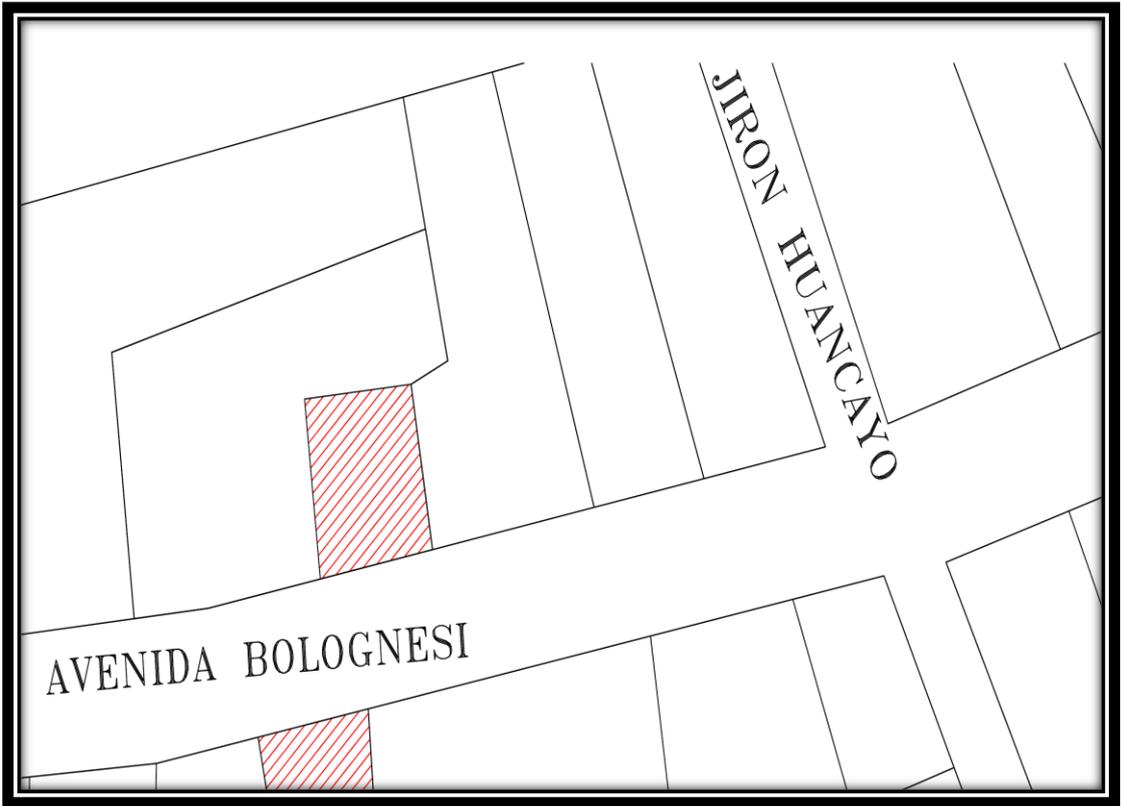


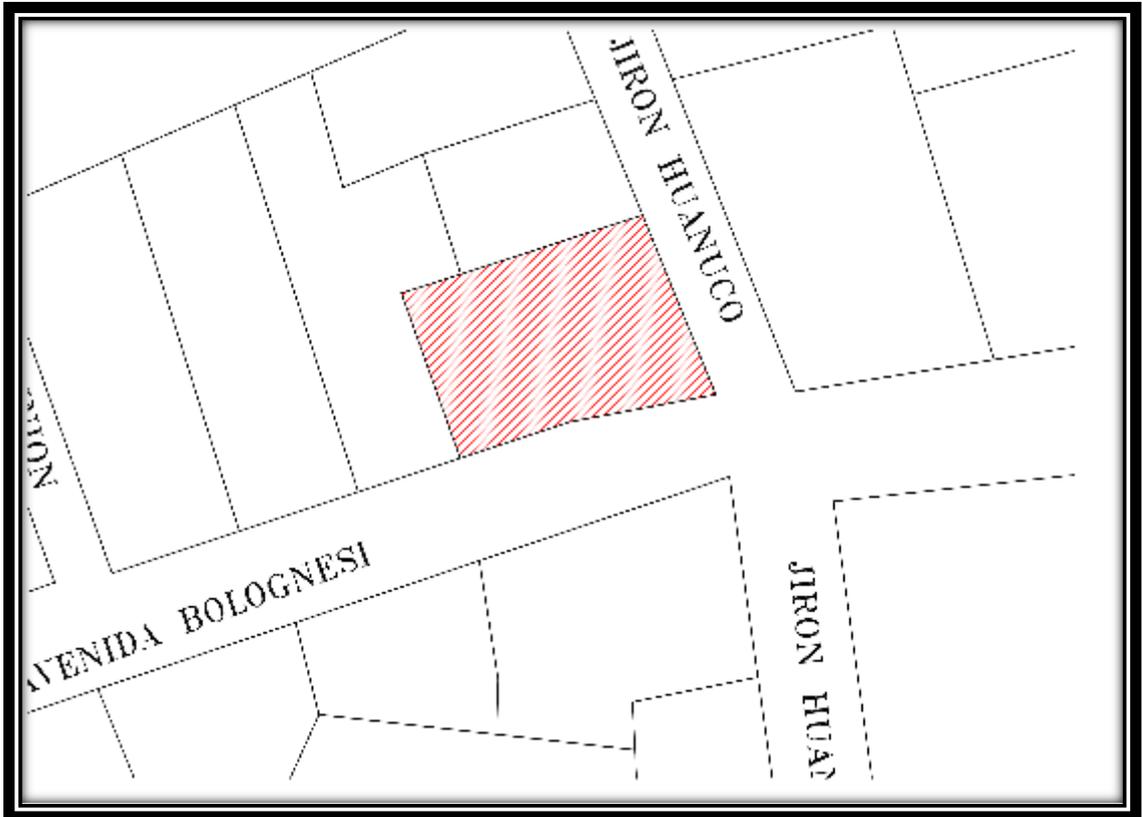
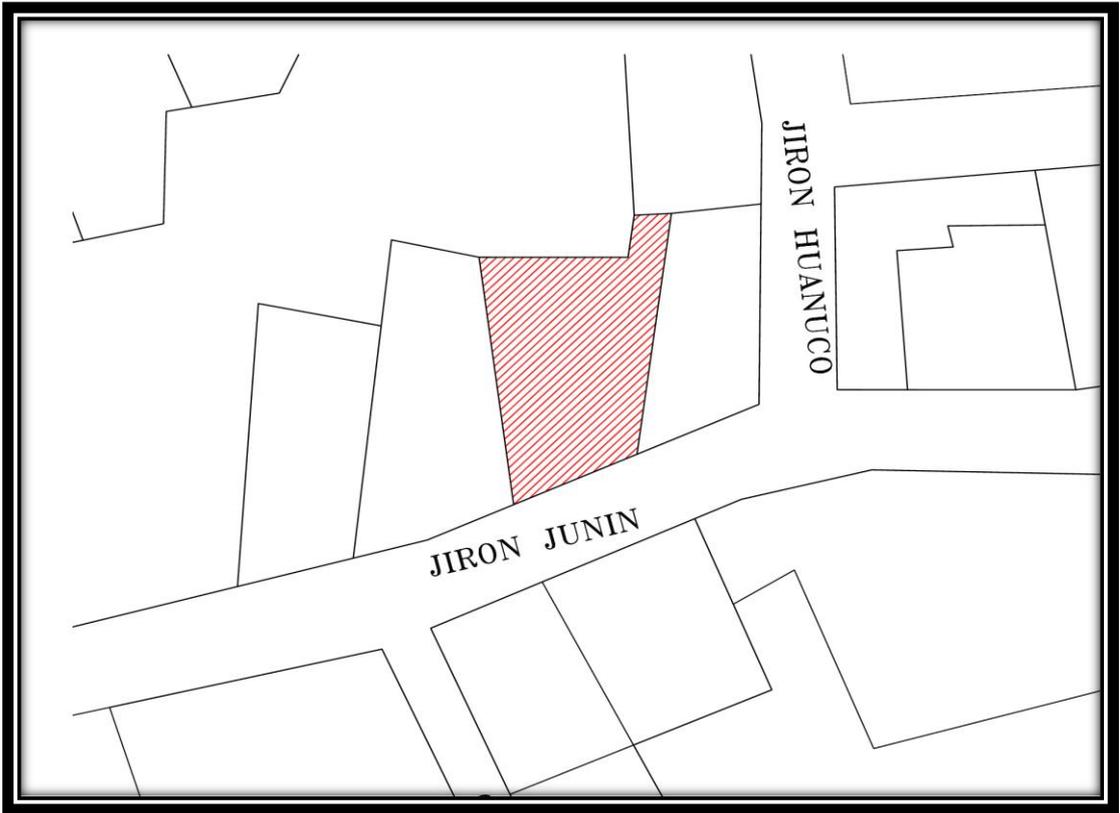


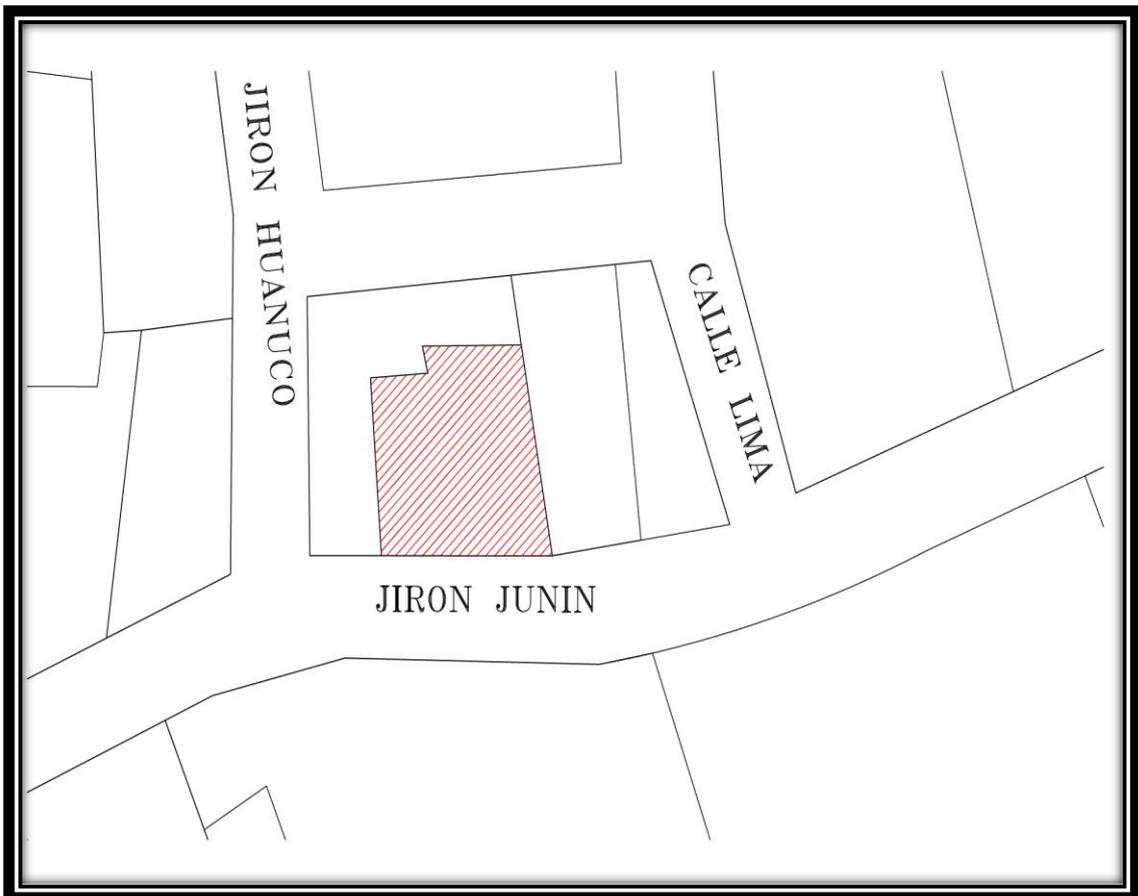


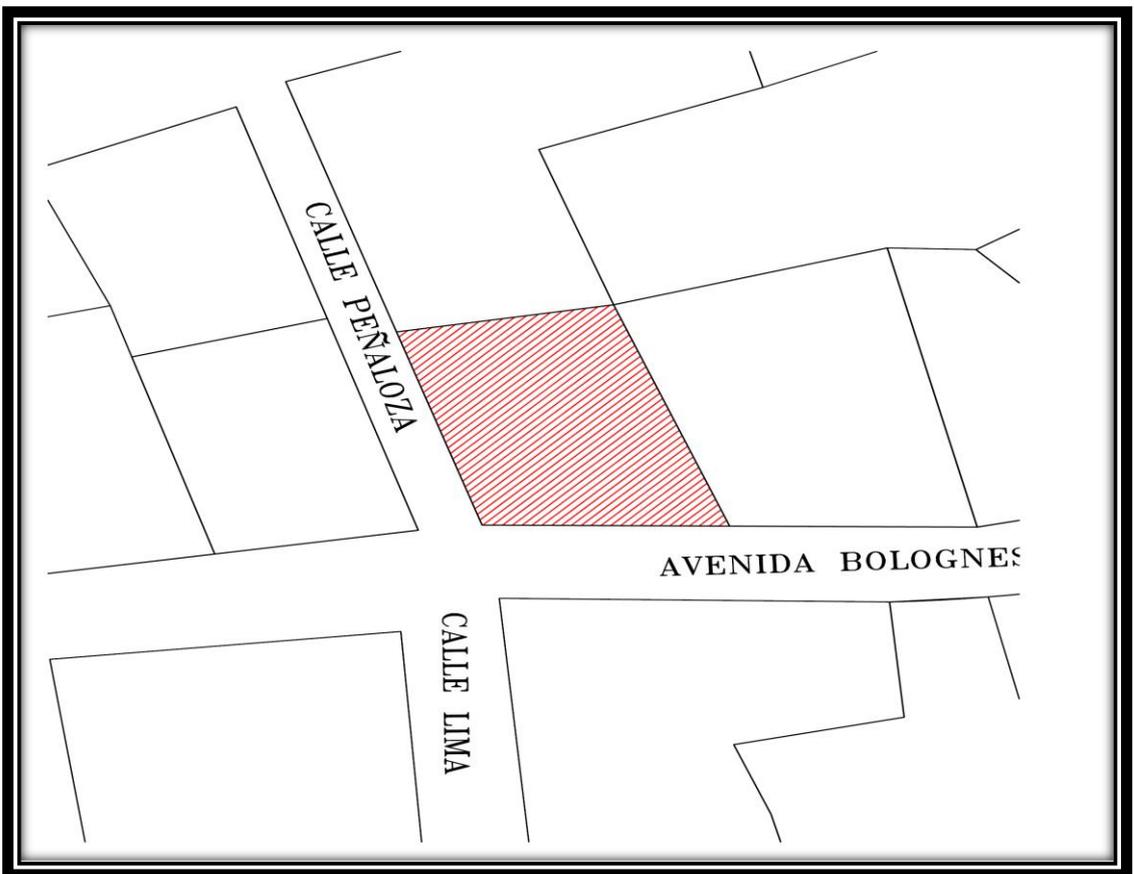
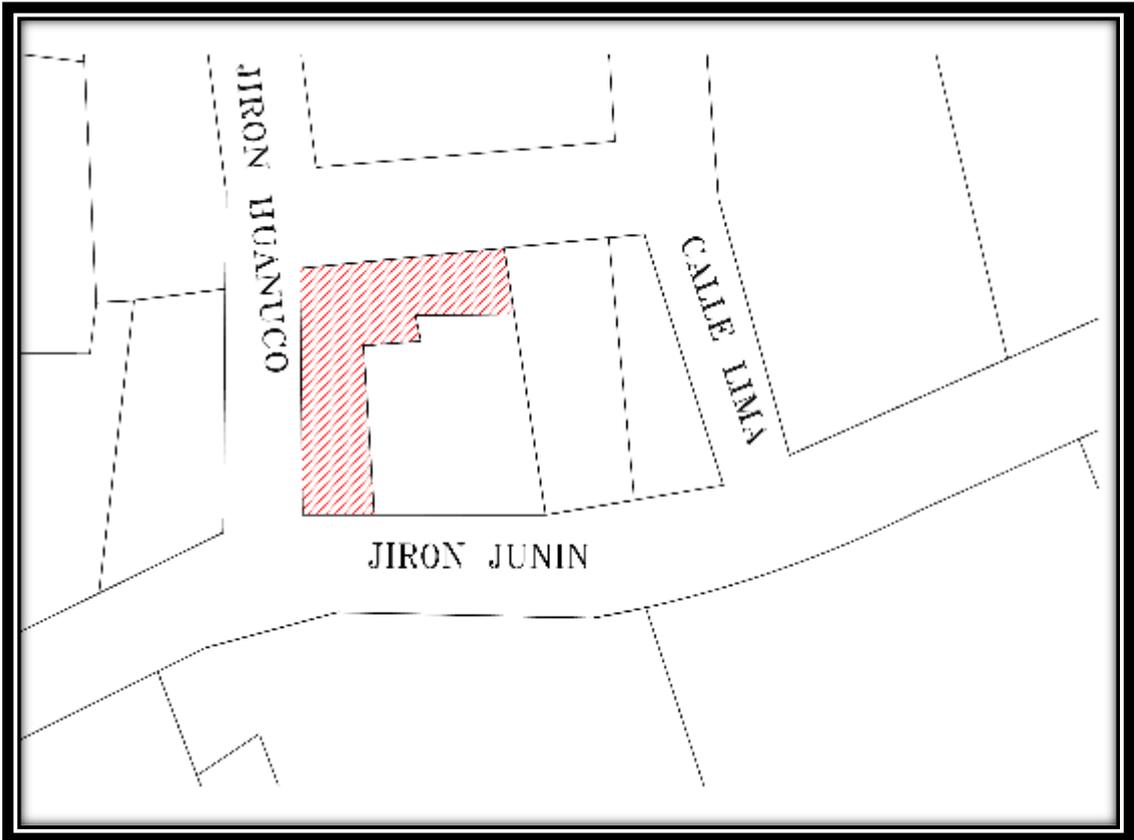


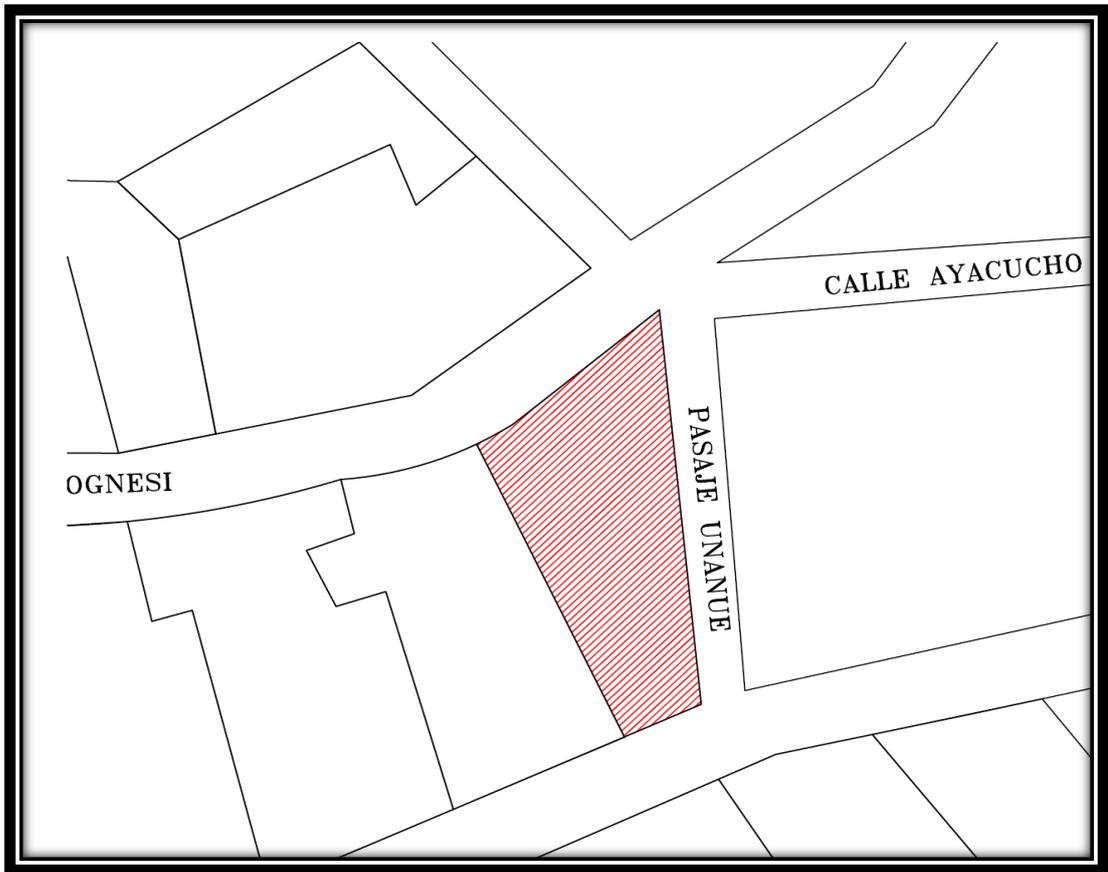
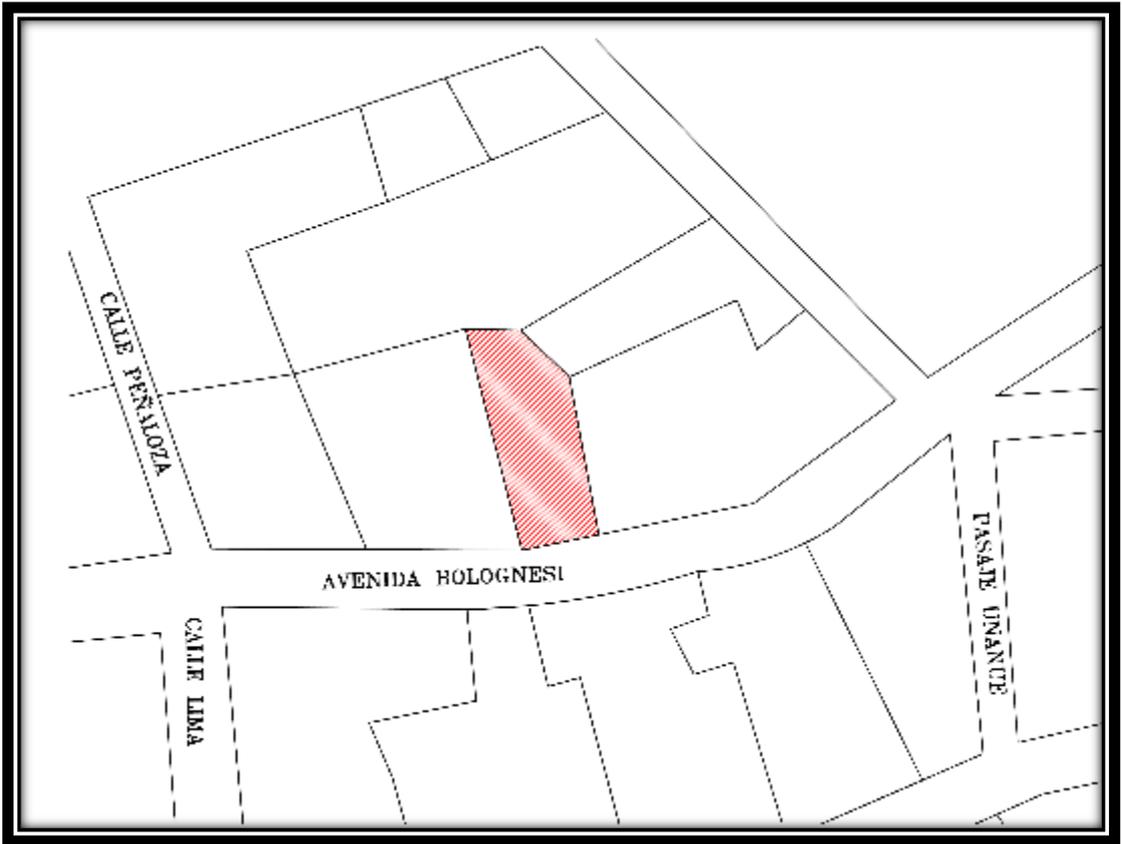














# **ANEXO 3**

## **Vista Fotográfica**

**Fotografía N° 1** Fachada de vivienda autoconstruida





Fotografía N°2 Juntas muy anchas



Fotografía N°3 Fisuras y humedad en muros



**Fotografía N°4** Humedad en muros e inconsistencia en altura de piso a techo



**Fotografía N°5** Fachada de vivienda autoconstruida y problema de uniformidad en planta y elevación



**Fotografía N°6 DISCONTINUIDAD DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES (VIGA-COLUMNA)**

EXPOSICION DE ACERA EN LA LOSA



**Fotografía N°7 Grieta en muro por asentamiento diferencial y Presencia de humedad en losa y punto de luz**





**Fotografía N°8** Incorrecto encofrado de columna en fachada principal y Tubería de desagüe expuesta en muros interiores



**Fotografía N°9** Variabilidad dimensional de juntas y Vanos en toda la dirección de la fachada principal de la vivienda



**Fotografía N° 10:** Tabiquería sin confinar



**Fotografía N° 11:** Humedad en losa y escalera



# **ANEXO 4**

## **Tablas Metodológicas**

Tabla 1: Cálculo de la calidad de la mano de obra

Calidad de la mano de obra						
	<b>Descripción</b>	<b>Condición</b>	<b>Valor numérico</b>			
	Segregación en elementos de concreto armado	Todos	0.5	Deficiente conectividad muro - columna - viga - losa	Todos	0.5
		Algunos	1		Algunos	1
		Ninguno	2		Ninguno	2
	Cangrejeras en elementos de concreto armado	Todos	0.5	Remoción de elementos estructurales sismorresistentes	Todos	0.5
		Algunos	1		Algunos	1
		Ninguno	2		Ninguno	2
	Montantes de desagüe expuestos y sin confinamiento	Todos	0.5	Existencia de losas rígidas (diafragmas monolíticas)	Si	2
		Algunos	1		No	0.5
		Ninguno	2	Juntas sísmicas entre viviendas contiguas	Si	2
Cercos pegados a la estructura	Todos	0.5	No		0.5	
	Algunos	1	Muros / elementos estructurales picados	Todos	0.5	
	Ninguno	2		Algunos	1	
Espesor de las juntas del ladrillo	e > 2 cm	0.5		Ninguno	2	
	1.5 - 2 cm	1	Condición: <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/>			
	1 - 1.5 cm	2				



Tabla 2: Factores de Zona (Z).

Fuente: Norma técnica E.030, 2016.

Tabla 3: Factores de importancia (U)

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
<b>B</b> Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas	1,3
<b>C</b> Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
<b>D</b> Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Fuente: Norma técnica E.030, 2016.

Tabla 4: Factor de suelo (S).

FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$Z_4$	0,80	1,00	1,05	1,10
$Z_3$	0,80	1,00	1,15	1,20
$Z_2$	0,80	1,00	1,20	1,40
$Z_1$	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente: Norma técnica E.030, 2016.

Tabla 5: Coeficiente básico de Reducción ( $R_0$ )

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

Fuente: Norma técnica E.030, 2016.

Tabla 6: Coeficiente sísmico ( $C_1$ )

VALORES $C_1$	
- Elementos que al fallar puedan precipitarse fuera de la edificación y cuya falla entrañe peligro para personas u otras estructuras.	3,0
- Muros y tabiques dentro de una edificación.	2,0
- Tanques sobre la azotea, casa de máquinas, pérgolas, parapetos en la azotea.	3,0
- Equipos rígidos conectados rígidamente al piso.	1,5

Fuente: Norma Técnica E.030, 2016.

Tabla 7: Valores del coeficiente de momentos " $m$ " y dimensión crítica " $a$ "

Caso 1: Muro con cuatro bordes arriostrados									
a = menor dimensión									
b/a =	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2	3	∞	
m =	0.0479	0.0627	0.0755	0.0862	0.0948	0.1017	0.118	0.125	
Caso 2: Muro con tres bordes arriostrados									
a = longitud del borde libre									
b/a =	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.5	2	∞
m =	0.060	0.074	0.087	0.097	0.106	0.112	0.128	0.132	0.133
Caso 3: Muro arriostrado solo en sus bordes horizontales									
a = Altura del muro									
m = 0.125									
Caso 4: Muro en voladizo									
a = Altura del muro									
m = 0.5									

Fuente: NTP E.070, 2006

Tabla 8: Parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica

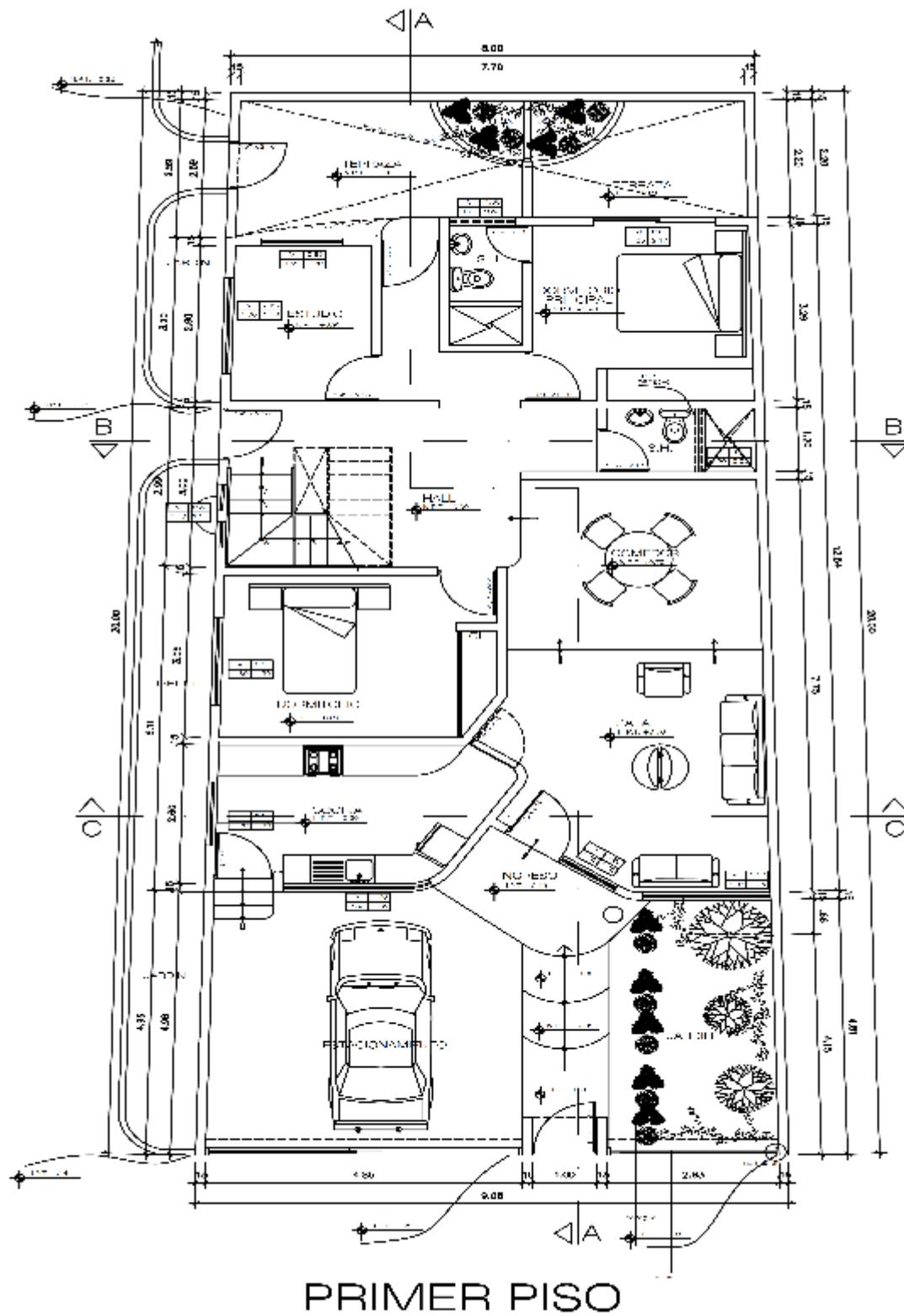
VULNEBILIDAD					
ESTRUCTURAL				NO ESTRUCTURAL	
Densidad de muros (60%)		Estado actual de la vivienda (30%)		Estabilidad de tabiques y parapetos (10%)	
Adecuada	1	Buena	1	Todos	1
Aceptable	2	Regular	2	Algunos	2
Inadecuada	3	Mala	3	Ninguno	3

Fuente: Adaptado "Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana". Lima. 2005.

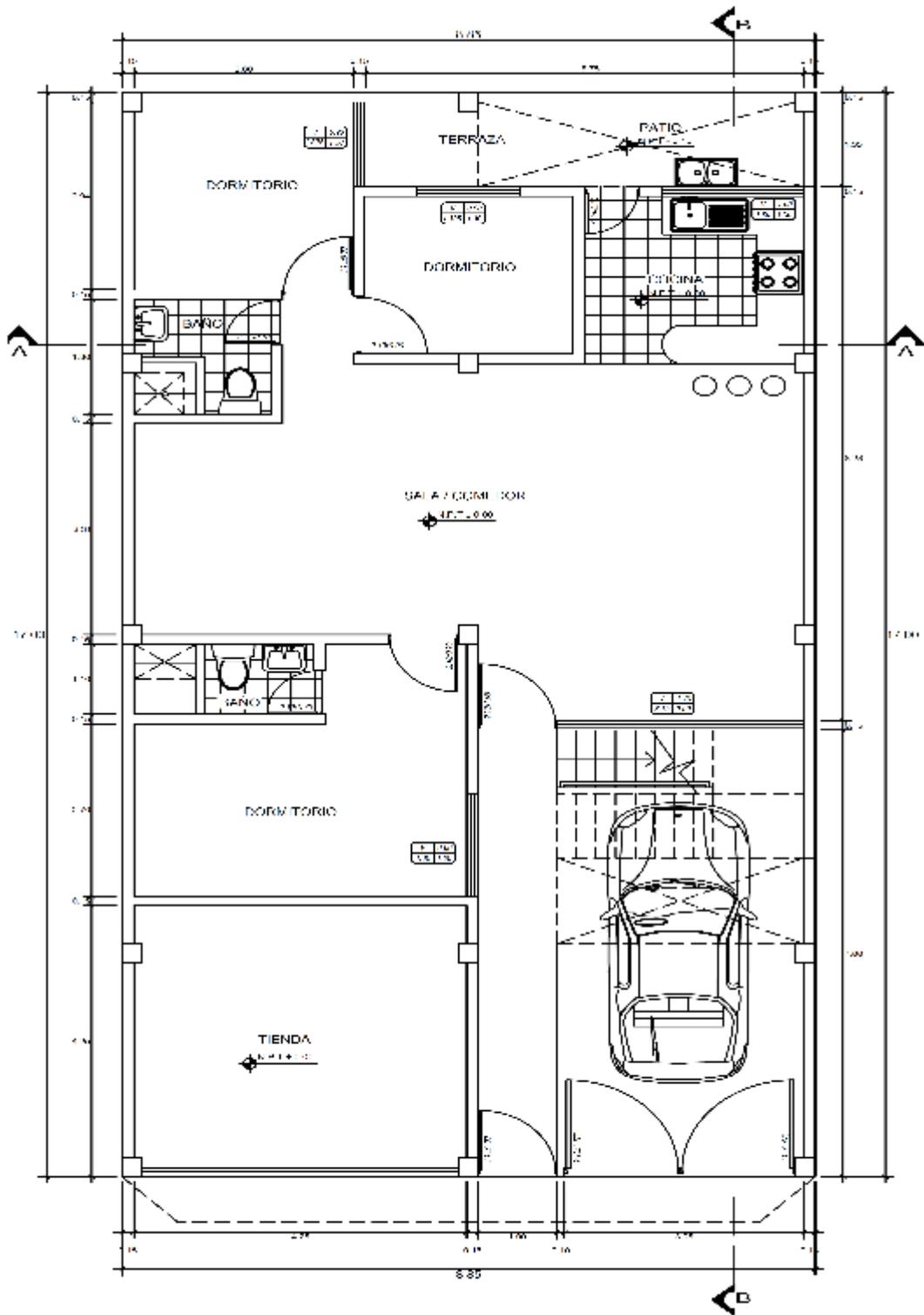
**ANEXO 5**

**Planos de las viviendas  
analizadas**

Vivienda N° 01 – Ficha N° 04; Familia: Molina Herrera

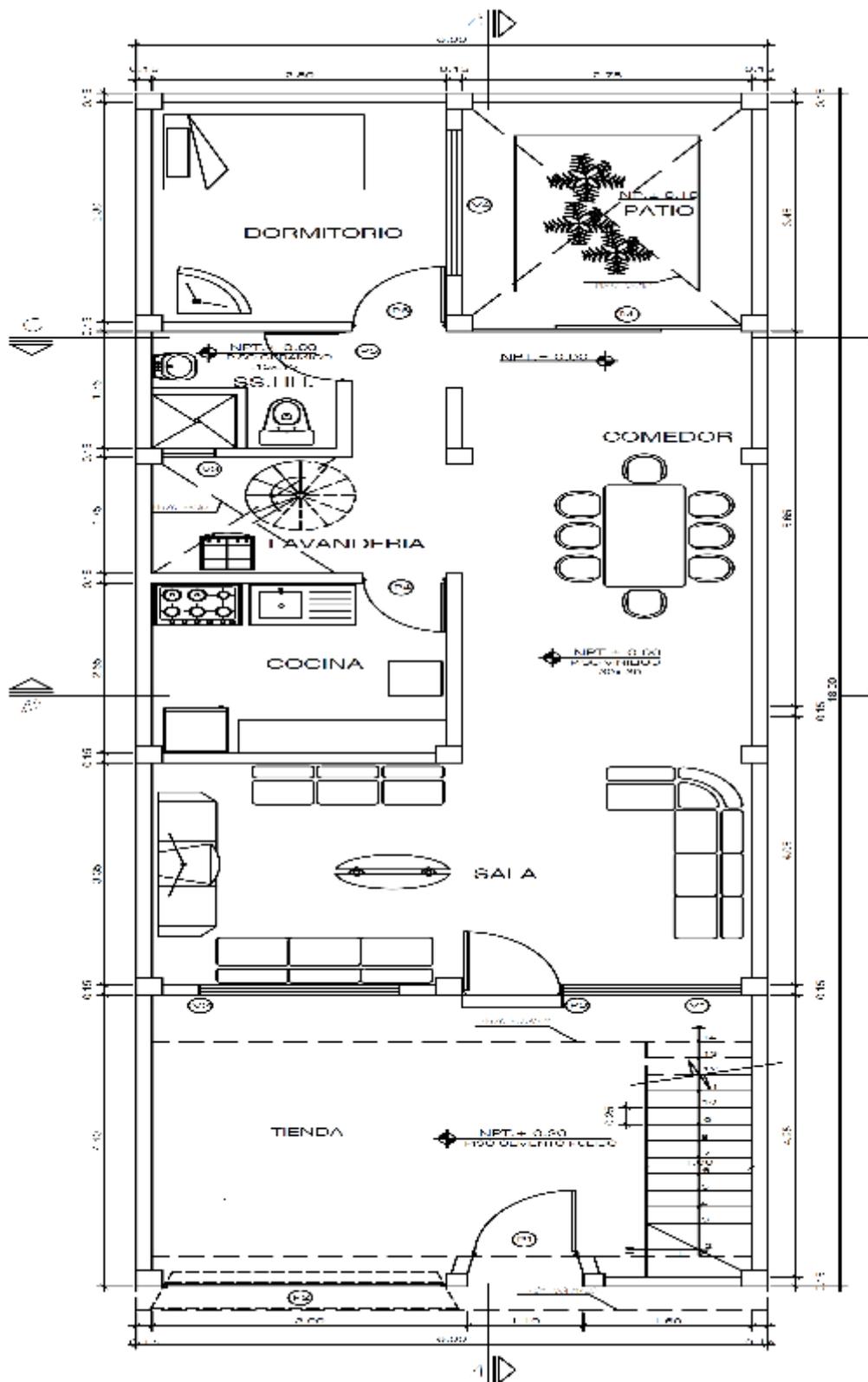


Vivienda N° 02 – Ficha N° 04; Familia: Sandra Pacahuala Moreno



**PRIMER PISO**

Vivienda N° 03 – Ficha N° 04; Familia: Carlos Sanches Valdivia



PLANTA: PRIMER PISO

# **ANEXO 6**

## **Ficha Reporte**

Vivienda N°: .....

Fecha de la encuesta: .....

**I. Antecedentes:**

Ubicación: ..... Pisos construidos: .....

Familia: ..... N° de miembros de la familia: .....

Asistencia técnica en la construcción: ..... Antigüedad de la vivienda: .....

Estado de conservación de la vivienda: 

Bueno	Regular	Malo

 Ampliaciones o modificaciones: 

Si	No

Estado actual de la vivienda (Descripción): .....

.....

.....

**II. Aspectos técnicos:**

Tipo de suelo según caracterización y zonificación: ..... Pendiente: 

Alta	Media	Baja

2.1 Características de los principales elementos de la vivienda:

ELEMENTOS / CARACTERISTICAS					
Muros	Ladrillo		Techo	Aligerado - Macizo - Cobertura	
	Fabricación:	Artesanal: <input type="checkbox"/> Industrial: <input type="checkbox"/>		Tipo: .....	Peralte: .....
	Dimensión: .....				
	Juntas: .....				
	Revestimiento: .....				
Columnas	Concreto		Vigas	Concreto	
	Dimensión: .....			Dimensión: .....	

2.2 Deficiencias de la estructura:

PROBLEMAS GENERALES	
Problemas de Ubicación	Problemas Estructurales
<input type="checkbox"/> Vivienda en pendiente <input type="checkbox"/> Vivienda sobre suelo no consolidado <input type="checkbox"/> Vivienda sobre suelo de relleno <input type="checkbox"/> Vivienda en zona de deslizamiento de tierra <input type="checkbox"/> Otros: ..... .....	<input type="checkbox"/> Uniformidad y continuidad de la estructura <input type="checkbox"/> Cimientos y/o Sobrecimientos inestables <input type="checkbox"/> Muros portantes sin confinar <input type="checkbox"/> Tabiquería sin Arrostramiento <input type="checkbox"/> Otros: ..... .....
Problemas de Construcción	Observaciones y Comentarios
<input type="checkbox"/> Armaduras expuestas y corroidas <input type="checkbox"/> Simetría y configuración arquitectónica <input type="checkbox"/> Materiales / unidades de mala calidad <input type="checkbox"/> Deficiencias en diseños y proceso constructivo <input type="checkbox"/> Otros: ..... .....	..... ..... ..... ..... .....

2.3 Aspectos de peligros potenciales naturales:

<input type="checkbox"/> Sismos	<input type="checkbox"/> Inundaciones	<input type="checkbox"/> Otros:
<input type="checkbox"/> Huaycos	<input type="checkbox"/> Lluvia	
<input type="checkbox"/> Deslizamientos	<input type="checkbox"/> Viento	

**2.4 Estado actual de la vivienda:**

Vivienda N°: .....

Fecha de la encuesta: .....

**INDICADORES PARA DETERMINAR EL ESTADO ACTUAL DE LAS VIVIENDAS**

Calidad de los materiales			Factores degradantes		
Descripción	Condición		Descripción	Condición	
Fisuras en muros	Nulo	<input type="checkbox"/>	Eflorescencia	Alto	<input type="checkbox"/>
	Medio	<input type="checkbox"/>		Medio	<input type="checkbox"/>
	Alto	<input type="checkbox"/>		Nulo	<input type="checkbox"/>
Ladrillos artesanales king kong	Bueno	<input type="checkbox"/>	Humedad en muros y aligerados	Alto	<input type="checkbox"/>
	Regular	<input type="checkbox"/>		Medio	<input type="checkbox"/>
	Malo	<input type="checkbox"/>		Nulo	<input type="checkbox"/>
Agregados	De río	<input type="checkbox"/>	Corrosión de armaduras	Alto	<input type="checkbox"/>
	De cerro	<input type="checkbox"/>		Medio	<input type="checkbox"/>
				Nulo	<input type="checkbox"/>
			Exposición de armadura	Alto	<input type="checkbox"/>
				Medio	<input type="checkbox"/>
				Nulo	<input type="checkbox"/>

Condición:

Calidad de la mano de obra					
Descripción	Condición		Descripción	Condición	
Segregación en elementos de concreto armado	Todos	<input type="checkbox"/>	Espesor de las juntas del ladrillo	e>2 cm	<input type="checkbox"/>
	Algunos	<input type="checkbox"/>		1.5 - 2 cm	<input type="checkbox"/>
	Ninguno	<input type="checkbox"/>		1 - 1.5 cm	<input type="checkbox"/>
Cangrejeras en elementos de concreto armado	Todos	<input type="checkbox"/>	Deficiente conectividad muro - columna - viga - losa	Todos	<input type="checkbox"/>
	Algunos	<input type="checkbox"/>		Algunos	<input type="checkbox"/>
	Ninguno	<input type="checkbox"/>		Ninguno	<input type="checkbox"/>
Montantes de desagüe expuestos y sin confinamiento	Todos	<input type="checkbox"/>	Remoción de elementos estructurales sismorresistentes	Todos	<input type="checkbox"/>
	Algunos	<input type="checkbox"/>		Algunos	<input type="checkbox"/>
	Ninguno	<input type="checkbox"/>		Ninguno	<input type="checkbox"/>
Cercos pegados a la estructura	Todos	<input type="checkbox"/>	Existencia de losas rígidas (diafragmas monolíticas)	Si	<input type="checkbox"/>
	Algunos	<input type="checkbox"/>		No	<input type="checkbox"/>
	Ninguno	<input type="checkbox"/>		Si	<input type="checkbox"/>
Muros / elementos estructurales picados	Todos	<input type="checkbox"/>	Juntas sísmicas entre viviendas contiguas	No	<input type="checkbox"/>
	Algunos	<input type="checkbox"/>			
	Ninguno	<input type="checkbox"/>			

Condición:

**2.4.1 cálculo del estado actual de las viviendas**

Estado actual de las viviendas					
Calidad de la mano de obra		Calidad de los materiales		Factores degradantes de la vivienda	
Buena	<input type="checkbox"/>	Buena	<input type="checkbox"/>	Demasiada	<input type="checkbox"/>
Regular	<input type="checkbox"/>	Regular	<input type="checkbox"/>	Regular	<input type="checkbox"/>
Mala	<input type="checkbox"/>	Mala	<input type="checkbox"/>	Nula	<input type="checkbox"/>

Calificación
Estado actual:

**III. Aspectos sísmicos de la vivienda:**

Vivienda N°: \_\_\_\_\_  
 Fecha de la encuesta: \_\_\_\_\_

**3.1 Densidad de muros:**

Consideraciones Generales	
Si $Ae/Ar \leq 0.80$ entonces la vivienda no tiene adecuada densidad de muros.	
Si $Ae/Ar \geq 1$ entonces la vivienda tiene adecuada densidad de muros.	
Si $0.80 < Ae/Ar < 1$ entonces se requiere calcular con mayor detalle las suma de fuerzas resistentes de la vivienda (EVR) y la fuerza cortante basal VE.	

Parámetros sísmicos NTP E0.30	
Z	0.35 Zona 3
U	1 Edificaciones Comunes
S	1.15 Suelos Intermedios
R	3 Albañilería Confinada
C	2.5 Factor de amplificación

Resistencia característica a corte (kPa):  $V'm = 510$  Área requerida:  $Ar = \frac{Z \cdot S \cdot Att \cdot P}{300}$

VR= Resistencia al corte (kN):  $Ae(0.5V'm \cdot \alpha + 0.23fa)$

Nota: Solo se calcula VR, si  $0.80 < Ae/Ar < 1$

Piso N°	Área m <sup>2</sup>	Peso Acumu. kN/m <sup>2</sup>	Cortante basal V=ZUCSP/R kN	Área de muros		Relación Ae / Ar Adim.	Densidad Ae/Área piso 1 %	Resistencia VR kN	VR/R Adim.	Resultado
				Existente Ae m <sup>2</sup>	Requerida Ar m <sup>2</sup>					
Análisis de muros en el sentido paralelo a la fachada principal (Eje "X")										
Análisis de muros en el sentido perpendicular a la fachada principal (Eje "Y")										

**3.2 Estabilidad de tabiques al volteo:**

Identificación de Muro		Factores						Fuerzas				Mom. Actu.	Mom. Resl.	Resultado
Muro	Tipo	a (m)	b (m)	t (m)	Pe kN/m <sup>2</sup>	C1 adim.	m adim.	$F_i/P_i$	$F=0.5ZUSPe$ (kN)	$F=(F_i/P_i) \cdot C1 \cdot Pe$	$W=F/(a \cdot b)$	$mwa^2$ kN-m/m	$16.7 t^4$ kN-m/m	Ma/Mr Adim.
M1														
M2														
M3														
M4														

Nota:  
 Si  $Ma \leq Mr$ , el muro es estable.  
 Si  $Ma > Mr$ , el muro es inestable.

**3.3 Factores Influyentes para el grado de vulnerabilidad:**

Vulnerabilidad			
Estructural		No estructural	
Densidad (60%)	Estado actual de las viviendas (30%)	Tabiquería (10%)	
Adecuada	Buena calidad	Todos estables	
Aceptable	Regular calidad	Algunos estables	
Inadecuada	Mala calidad	Todos inestables	

Calificación
Vulnerabilidad:

Diagnóstico: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**IV. Planos de la vivienda**

Vivienda N°: .....  
Fecha de la encuesta: .....

**V. Fotografías de la vivienda:**

**Vivienda N°:** .....  
**Fecha de la encuesta:** .....

FOTOGRAFIA N°1

FOTOGRAFIA N°2

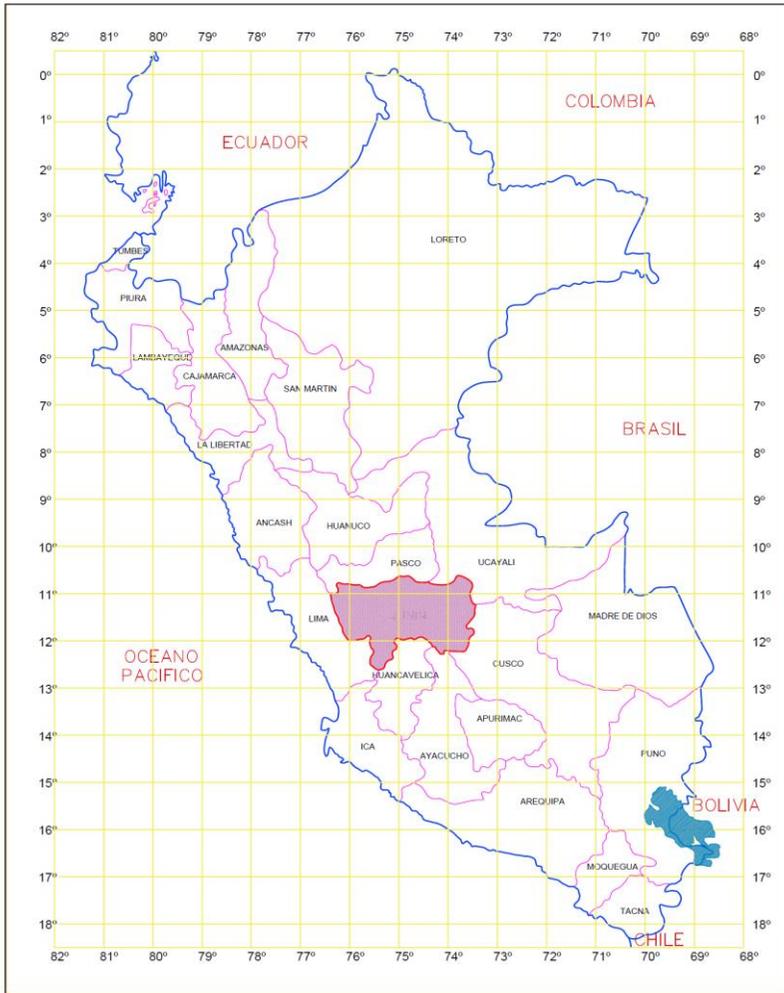
FOTOGRAFIA N°3

FOTOGRAFIA N°4

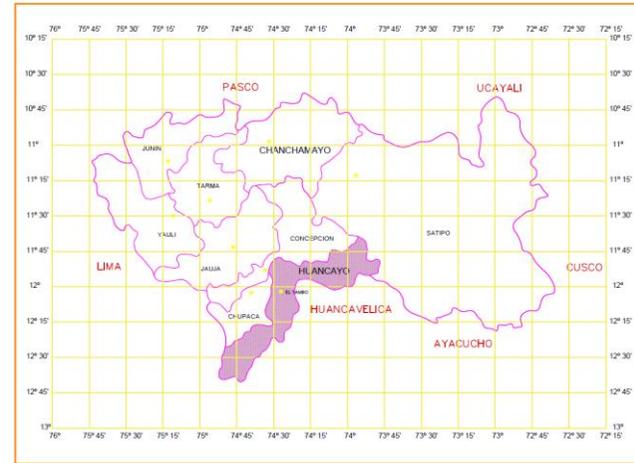
**ANEXO 7**

**Ubicación de las Viviendas**

**Analizadas**



**UBICACION NACIONAL**



**UBICACION DEPARTAMENTAL**



**UBICACION DISTRITAL**



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



TESIS

GRADO DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES DE TIPO  
 ALBAÑILERIA CONFINADA DEL DISTRITO DE INGENIO REGION JUNIN

PLANO

UBICACION LOCALIZACION

TESISTAS:

BACH. ROSALES GOMEZ, LIA ESTEFANI

FECHA: 2021  
 ESCALA: REGIONAL  
 FORMATO: DWG  
 LAYERS: UAO

