

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE  
ALBAÑILERÍA EN EL BARRIO URUBAMBA,  
CAJAMARCA 2019.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil



Autores:

Miguel Angel Arana Rabanal  
Juana Janeth Chávez Vásquez

Asesor:

Dr. Orlando Aguilar Aliaga

Cajamarca - Perú

2021

## **DEDICATORIA**

A mi madre y padre con mucho amor y cariño le dedico todo mi esfuerzo y trabajo puesto para la realización de esta tesis.

**Miguel Angel Arana Rabanal**

Dedico esta tesis a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento.

**Juana Janeth Chávez Vásquez**

## **AGRADECIMIENTO**

A cada uno de los que son parte de mi familia, a mi PADRE, mi MADRE, y no menos importante, a mis hermanos por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora. Por último, a mi compañera de tesis porque en esta armonía grupal lo hemos logrado y a nuestro asesor de tesis quién nos ayudó en todo momento.

**Miguel Angel Arana Rabanal**

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por guiarme en el camino y fortalecerme espiritualmente para empezar un camino lleno de éxito.

Así, quiero mostrar mi gratitud a todas aquellas personas que estuvieron presentes en la realización de esta meta, de este sueño que es tan importante para mí, agradecer todas sus ayudas, sus palabras motivadoras, sus conocimientos, sus consejos y su dedicación.

Por último, quiero agradecer a la base de todo, a mi familia, en especial a mis padres, quienes con sus consejos fueron el motor de arranque y mi constante motivación, muchas gracias por su paciencia y comprensión, y sobre todo por su amor.

**Juana Janeth Chávez Vásquez**

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO .....	3
ÍNDICE DE TABLAS .....	6
ÍNDICE DE FIGURAS .....	7
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	8
RESUMEN .....	9
SUMMARY .....	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Realidad problemática.....	11
1.2. Formulación del problema .....	36
1.3. Objetivos.....	36
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	36
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	36
1.4. Hipótesis.....	37
1.4.1. <i>Hipótesis general</i> .....	37
CAPÍTULO II. MÉTODO.....	38
2.1. Tipo de investigación.....	38
2.2. Variables .....	38
2.2.1. Variables .....	38
Vulnerabilidad sísmica (VD): .....	38
Índice de Vulnerabilidad sísmica (VI): .....	38
2.2.2. Clasificación de variables. ....	39
2.2.3. Operacionalización de variables.....	40
2.3. Población y muestra .....	42
2.3.1. <i>Población</i> .....	42
2.3.2. <i>Muestra</i> .....	42
2.3.2.1. <i>Técnica de muestreo</i> .....	42
2.3.2.2. <i>Tamaño de muestra</i> .....	42
2.3.3. <i>Materiales y Equipos</i> .....	43
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	43
2.4.1. <i>Técnicas de Recolección de Datos</i> .....	43
2.4.2. <i>Instrumento de Recolección de Datos</i> .....	44
2.4.3. <i>Validación del instrumento de recolección de datos</i> .....	44

2.5.	<b>Técnicas e instrumentos de Análisis de Datos</b> .....	44
2.6.	<b>Procedimiento</b> .....	46
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS</b> .....		49
3.1	<b>Parámetro 1. Organización del sistema resistente.</b> .....	51
3.2	<b>Parámetro 2. Calidad del sistema resistente.</b> .....	52
3.3	<b>Parámetro 3. Resistencia Convencional</b> .....	53
3.4	<b>Parámetro 4. Posición del edificio y cimentación.</b> .....	56
3.5	<b>Parámetro 5. Diafragmas Horizontales.</b> .....	57
3.6	<b>Parámetro 6. Configuración en planta</b> .....	57
3.7	<b>Parámetro 7. Configuración en elevación.</b> .....	58
3.8	<b>Parámetro 8. Separación máxima entre muros.</b> .....	59
3.9	<b>Parámetro 9. Tipo de Cubierta.</b> .....	60
3.10	<b>Parámetro 10. Elementos no Estructurales.</b> .....	60
3.11	<b>Parámetro 11. Estado de conservación.</b> .....	61
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b> .....		65
4.1	<b>Discusión</b> .....	65
4.2	<b>Conclusiones</b> .....	72
4.3	<b>Recomendaciones</b> .....	75
<b>REFERENCIAS</b> .....		76
<b>ANEXOS</b> .....		80

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Detalle de Variables para Parámetro de Resistencia Convencional.....	25
Tabla 2: Configuración en elevación.....	29
Tabla 3: Parámetros de Vulnerabilidad Sísmica.....	31
Tabla 4: Nivel de Vulnerabilidad de Edificación.....	32
Tabla 5: Clasificación de Variables.....	39
Tabla 6: Operacionalización de variables. ....	40
Tabla 7: Características y Categorías asignadas para cada una de las Viviendas Evaluadas del Barrio Urubamba, 2019.....	54
Tabla 8: Índice de vulnerabilidad por vivienda.....	64
Tabla 9: Operacionalización de Variables.....	51
Tabla 10: Categorización de los parámetros de vulnerabilidad por viviendas.....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Viviendas de Urubamba 2019, según año de construcción .....	50
Figura 2: Viviendas de Urubamba Según Tipo de Asistencia Técnica. ....	50
Figura 3: Organización del Sistema Resistente de Viviendas del Barrio Urubamba 2019 en Porcentaje. ....	51
Figura 4: Calidad del Sistema Resistente de las Viviendas de Urubamba, 2019.....	52
Figura 5: Porcentaje de resistencia convencional de la Viviendas del Barrio Urubamba. ....	53
Figura 6: Posición del Edificio y de la Cimentación de las Viviendas del Barrio Urubamba en Porcentaje.....	56
Figura 7: Diafragmas Horizontales de Viviendas del Barrio Urubamba, 2019 en Porcentaje. ....	57
Figura 8: Configuración en Planta de Viviendas del Barrio Urubamba, 2019 en Porcentaje .....	58
Figura 9: Configuración en Elevación de las Viviendas del Barrio de Urubamba, 2019....	58
Figura 10: Separación Máxima entre Muros de Viviendas del Barrio Urubamba, 2019....	59
Figura 11: Tipo de Cubierta de las Viviendas del Barrio Urubamba. ....	60
Figura 12: Elementos No Estructurales Según Categoría de Viviendas del Barrio Urubamba, 2019. ....	61
Figura 13: Estado de Conservación Según Categoría de Viviendas de Urubamba, 2019... ..	62
Figura 14: Índice de Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de Albañilería confinada del Barrio Urubamba .....	63

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación N°1: Índice de Vulnerabilidad Sísmica (Benedetti-Petrini) .....	37
--	----

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en Cajamarca, para la obtención del grado académico de título profesional en Ingeniería Civil por la Universidad Privada del Norte. Dicha investigación tuvo por finalidad determinar la vulnerabilidad sísmica de viviendas de albañilería del barrio Urubamba, Cajamarca 2019.

Para la realización de la tesis se utilizó: un diseño no experimental-aplicado-transversal; método del índice de vulnerabilidad sísmica propuesto por Benedetti y Petrini, 1984; el muestreo fue no probabilístico por juicio de los autores; la recolección de datos se realizó con la técnica de la observación y el instrumento utilizado fue la ficha o guía de observación.

El problema es que en Cajamarca las viviendas de albañilería son construidas con baja asistencia técnica, uso de materiales y agregados de baja calidad y existen zonas de cimentación con pendientes elevadas que influyen en el nivel de la vulnerabilidad sísmica en las edificaciones de albañilería. Asimismo, respondiendo a la pregunta de la investigación se determinó que la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería en el barrio Urubamba de Cajamarca es; media a baja en un 59%, media a alta en el 39% y alta en 2% de las viviendas.

En conclusión, en la investigación se logró determinar la vulnerabilidad sísmica de viviendas de albañilería del distrito de Cajamarca descrito líneas arriba, se consiguió clasificar los parámetros en la investigación según el método propuesto de Benedetti-Petrini 1984, se realizó un mapa de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la zona en estudio que servirá como lineamiento para la toma de decisiones de los habitantes de ese sector y solicitar soporte a instituciones locales para construcciones con asistencia técnica.

**Palabras clave:** Vulnerabilidad, sísmica, albañilería, confinada

## SUMMARY

This research was carried out in Cajamarca, to obtain the academic degree of professional title in Civil Engineering from the Universidad Privada del Norte. The purpose of this investigation was to determine the seismic vulnerability of masonry homes in the Urubamba neighborhood, Cajamarca 2019.

To carry out the thesis, the following were used: a non-experimental-applied-cross-sectional design; seismic vulnerability index method proposed by Benedetti and Petrini, 1984; the sampling was non-probabilistic according to the authors' judgment; data collection was carried out with the observation technique and the instrument used was the observation record or guide.

The problem is that in Cajamarca masonry houses are built with low technical assistance, use of low-quality materials and aggregates, and there are foundation areas with steep slopes that influence the level of seismic vulnerability in confined masonry buildings. Likewise, responding to the research question, it was determined that the seismic vulnerability of the masonry houses in the Urubamba neighborhood of Cajamarca is; medium to low in 68% of the dwellings, medium to high in 30% of the dwellings and high in 2% of the dwellings.

In conclusion, in the investigation it was possible to determine the seismic vulnerability of masonry houses of the Cajamarca district described above, it was possible to classify the parameters in the investigation according to the proposed method of Benedetti-Petrini 1984, a seismic vulnerability map of the homes in the area under study that will serve as a guideline for decision-making by the inhabitants of that sector and request support from local institutions for construction with technical assistance.

**Keywords:** Vulnerability, seismic, masonry, confined

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Se denomina vulnerabilidad sísmica al grado de daño que sufre una estructura debido a un evento sísmico de determinadas características. De este modo las estructuras se pueden calificar en “más vulnerables” o “menos vulnerables” ante un evento sísmico (Ochoa, 2012).

Se debe tener en cuenta que la vulnerabilidad sísmica de una estructura es una propiedad intrínseca a la misma, además, es independiente de la peligrosidad del lugar ya que se ha observado en sismos anteriores que edificaciones de un tipo estructural similar sufren daños diferentes, teniendo en cuenta que se encuentran en la misma zona sísmica. En otras palabras, una estructura puede ser vulnerable, pero no estar en riesgo si no se encuentra en un lugar con un determinado peligro sísmico o amenaza sísmica. Es preciso resaltar que existen metodologías estándares para estimar la vulnerabilidad de las estructuras. El resultado de los estudios de vulnerabilidad es un índice de daño que caracteriza la degradación que sufriría una estructura de una tipología estructural dada, sometida a la acción de un sismo de determinadas características (Ochoa, 2012).

En la actualidad los fenómenos naturales se van repitiendo cada vez más seguido y con mucha mayor intensidad, estos acontecimientos traen como consecuencia pérdidas económicas de gran envergadura, pero lo más preocupante es la pérdida de vidas de los habitantes y demás seres vivos.

Según Abanto en el 2015 refiere que, Benedeti y Pretini, investigadores italianos decidieron aplicar la metodología del índice de vulnerabilidad, en los años 1982; que fue desarrollada a partir de la información de daños en edificios provocados por terremotos desde 1976. A partir de esta información se elaboró una gran base de datos con el índice de vulnerabilidad de cada edificio y el daño sufrido por terremotos de determinada intensidad. Este método tomo gran importancia que como consecuencia fue adoptado oficialmente por un organismo gubernamental de protección civil (Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti, GNDT). Esta metodología es aplicada en España en los sismos de Armerías en 1993 y 1994 (Yépez F. , 1994) Murcia en 1999 (Mena, 1999). Este método ha sido aplicado a un gran número de investigaciones alrededor del mundo, marcando una tendencia en las investigaciones de vulnerabilidad sísmica.

Un estudio realizado en Chile por la Universidad Católica, Departamento de Ingeniería Estructural y Geotecnia, 2016. Muestra que el 53% de las casas son de albañilería, un 34% de madera y un 8% de hormigón armado. El resto se distribuye en construcciones de adobe y otros materiales. Poder estimar el número, la tipología y distribución de estas estructuras en Chile, ha permitido a los investigadores generar un modelo de vulnerabilidad sísmica, que les permitirá mejorar los cálculos de riesgo frente a unos futuros sismos y gestionar las capacidades técnicas de construcción de las viviendas (Pontificia Universidad Católica de Chile, 2016).

En Ecuador se estima que entre un 60% y 70% de las viviendas son de carácter informal o antiguas, que son potencialmente vulnerables, afirma Manuel Mera,

asesor de la secretaria nacional de Riesgos y decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica.

La construcción en el país, responde a la realidad económica de la gente, lo que deriva en la autoconstrucción sin controles; esto, pese a que entre 1979 y 1980 ya se comenzó a medir el peligro sísmico y desde el 2002 rige en el país el Código Ecuatoriano de la Construcción, pero que, como muchas leyes, es letra muerta (Yépez F. , 1996).

El territorio peruano está situado sobre el Cinturón de Fuego del Pacífico, que es donde ocurre más del 80% de los sismos que afectan al planeta. Casi todos los movimientos sísmicos en nuestro país están relacionados a la subducción de la placa Oceánica de Nazca, que se introduce bajo la placa Continental Sudamericana, a razón de 9cm/año (Mosqueira, 2012).

En este sentido en el Perú se ha visto un incremento de diversos estudios de la vulnerabilidad sísmica, estudios que utilizan metodologías tanto para un grupo de viviendas y/o edificaciones específicas utilizando el mejor método que asegure determinar y medir eficientemente la vulnerabilidad sísmica, como se mostrara más adelante existen un sin números de estudios realizados en el territorio peruano, que van desde el uso de metodologías cualitativas, cualitativas-cuantitativas y metodologías más complicadas como el análisis modal espectral.

La ciudad de Cajamarca, según el Reglamento Nacional de Edificaciones-RNE (2016), está ubicada en una zona de alta sismicidad (zona 3 y zona 2) y aunque aún no se ha producido la liberación de energía de gran intensidad, existe la probabilidad

de que se produzca un sismo de magnitud considerable y con intensidades que varían de severo a destructor, debido a su formación geológica, naturaleza de sus suelos y presencia volcánica, es por esto que a dicha ciudad se la considera zona de silencio sísmico (Mosqueira, 2012).

Muchas de las edificaciones existentes en la ciudad de Cajamarca, no siguieron código alguno de construcción por falta de conocimiento, asesoría adecuada, bajos recursos económicos, siendo estas edificaciones precisamente las que poseen una mayor vulnerabilidad sísmica, tomando especial atención en las zonas urbano marginales, donde las construcciones son especialmente vulnerables debido a los escasos recursos económicos y la falta de dirección técnica. Tomando las consideraciones anteriores se eligió como zona de estudio, dentro del distrito de Cajamarca el barrio “Urubamba”, lugar donde se observó un deficiente ordenamiento territorial, sistemas de construcción deficientes, elementos de construcción artesanales, confinamiento de albañilería parcial o inexistente y otros factores que influyen en la vulnerabilidad sísmicas en las edificaciones de la zona en estudio.

Es por esto que es necesario poder cuantificar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones ubicadas en la zona de estudio. En la actualidad se cuenta con numerosos métodos para determinar la vulnerabilidad sísmica. Para la selección de una determinada metodología, esta se relacionará con la escala de análisis y las características de los elementos bajo estudio. Para el desarrollo de esta investigación se combinarán los análisis empíricos y analíticos. Empíricos puesto que se tomarán en consideración, factores obtenidos a partir de la información de daños en edificios provocados por terremotos desde 1976 en Italia, se considera 11 factores más

representativos como parámetros de evaluación de la vulnerabilidad sísmica, parámetros que fueron validados por expertos analíticos, puesto que se utilizará una escala de medición para cuantificar la Vulnerabilidad bajo el método propuesto por (BENEDETTI & PETRINI, 1984)

En los últimos años se ha visto un incremento de investigaciones con respecto a la vulnerabilidad sísmica, dado su gran importancia que hemos descrito en párrafos anteriores, investigaciones como: Índice de vulnerabilidad sísmica en edificaciones de mampostería basados en la opinión de expertos (Maldonado, Gómez, & Chio, 2007), en este trabajo se presenta un modelo rápido y sencillo de evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de mampostería a escala regional. El modelo fue construido de forma que puede ser aplicado especialmente a zonas donde no se cuenta con información de daños sísmicos reales.

El método se basa en la identificación de las características más relevantes e influyentes en el daño que sufrirá una edificación de mampostería bajo la acción de un sismo. La valoración de estas características se realiza mediante la determinación de 11 parámetros, a los cuales se les asignó un grado de vulnerabilidad y un valor de importancia relativa con base en la opinión de expertos, experto de los países de Colombia, México, Chile, Argentina, Puerto Rico, Estados Unidos Italia, Perú y Venezuela. Debido a las imprecisiones y subjetividad de las opiniones, éstas fueron procesadas mediante técnicas difusas (Maldonado, Chio, & Gómez, 2007) .

Una vez calificados cada uno de los parámetros, se procedió a relacionar sus calificaciones con su valor de importancia por medio de un promedio ponderado

difuso. El resultado de esta relación a partir de técnicas basadas en conjuntos difusos corresponde al índice de vulnerabilidad de la edificación de mampostería. Índice de Vulnerabilidad Propuesta de Benedetti y Petrini (1984), estudio fue desarrollado a partir de la información de daños en edificios provocados por terremotos desde 1976. A partir de esta información se elaboró una gran base de datos con el índice de vulnerabilidad de cada edificio y el daño sufrido por terremotos de determinada intensidad, para luego proponer una escala de medición que está fundada en datos reales, se puede aplicar a nivel urbano, se tiene aplicaciones en diferentes ciudades de Italia y España, aplicado a varios estudios como los de Angeletti et al, 1988; Benedetti et al, 1988; Caicedo, 1993 y método adoptada por el gobierno italiano para la medición de la vulnerabilidad sísmica.

Gracias a la implementación y adopción de diferentes métodos para la cuantificación de la vulnerabilidad sísmica se ha podido realizar diferentes investigaciones en esta línea de investigación, por ejemplo:

“Determinación de la Vulnerabilidad Sísmica Aplicando el Método de Benedetti-Petrini en las Instituciones Educativas del Centro Histórico de Trujillo, Provincia de Trujillo, Región la Libertad (Abanto & Deysi, 2015), donde obtiene como resultado que las estructuras tiene vulnerabilidad media baja. En el Centro Histórico de Trujillo, las instituciones educativas: Antonio Raimondi y Marcial Acharán, tienen una infraestructura de albañilería confinada que posiblemente se han construido sin criterio técnico de edificación sismo resistente. Con los resultados obtenidos se

esperan emitir juicios valorativos y plantear alternativas de solución al respecto; así como, proponer acciones de mitigación en desastres naturales en edificaciones.

“Aplicación del método italiano del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas del asentamiento humano El Altillo en el Distrito del Rimac” (Rodríguez, 2005), tiene como principal conclusión que la vulnerabilidad de las edificaciones del A.H. “El Altillo” se encuentra entre moderada y alta, principalmente debido a la falta de aplicación de normas sísmicas, al mal estado de conservación de las construcciones y a una falta de cultura sísmica. Además, las curvas obtenidas a partir del Análisis Dinámico Modal Espectral para cada modelo estructural, ponen de manifiesto algunas características saltantes de la zona, entre la que podemos destacar el daño relativamente moderado para la alta vulnerabilidad que se presentan en las edificaciones y por último concluye que el daño esperado para una intensidad de VII MM (escala de mercalli modificada) correspondiente a una aceleración de 350 gals (galileo; 1 gal = 1 cm/s<sup>2</sup>) estaría aproximadamente entre 15-20%.

“Riesgo Sísmico de las Viviendas de Albañilería Confinada del Barrio El Estanco, Cajamarca” (Vera, 2014), donde concluye que el 43.33% de las viviendas tiene una vulnerabilidad sísmica alta, el 76.67% tienen un peligro medio, combinado estas dos condiciones se obtuvo que el 53.33% de las viviendas tienen un riesgo sísmico alto.

“Vulnerabilidad Sísmica del Edificio 1-I de la Universidad Nacional de Cajamarca” (González, 2017), el estudio concluye que el Edificio 1-I de la Universidad Nacional de Cajamarca tiene una vulnerabilidad sísmica Alta, debido a su comportamiento sísmico inadecuado, su estado actual bueno y algunos tabiques estables. Ante la

acción de cargas sísmicas el edificio 1-I producirán derivas de entre pisos muy superiores al límite establecido por la norma de diseño sismorresistente RNE E-030, las vigas de la edificación podrían fallar en caso de un sismo severo. Las columnas también están propensas a fallar en caso de sismo severo. El tipo de falla que se podría dar en la edificación es la falla frágil.

“Determinación de los Índices de Vulnerabilidad Estructural de Edificaciones de Albañilería Confinada, Empleando el Método Japonés” (Retis, 2015), tiene como objetivo general determinar los índices de vulnerabilidad sísmica, empleando el método japonés, para cinco edificaciones cuyo sistema estructural sea en base a muros portantes de albañilería confinada. Concluye que las edificaciones de 01 nivel, 02 niveles y 04 niveles cuyos sistemas estructurales en base a muros portantes de albañilería, no son seguras frente al tipo de demanda sísmica dado que presentaron fallas estructurales reparables. Asimismo, en base a los análisis efectuados en dicha tesis se propone como valor de 0.86 al Índice básico de demanda sísmica ( $E_s$ ), para las edificaciones de albañilería estudiadas, siendo el menor resultado de los cinco índices básicos de demanda sísmica de las edificaciones evaluadas.

En la actualidad se cuenta con numerosos métodos para determinar la vulnerabilidad sísmica. Se menciona que la selección de una determinada metodología se relacionara con la escala de análisis y las características de los elementos bajo estudio; es así, por ejemplo, estudio del riesgo sísmico de elementos particulares o aislados como edificios, puentes, presas, etc., generalmente se basa en evaluaciones deterministas de la vulnerabilidad, mientras que el estudio del riesgo sísmico de sistemas territoriales o categorías de elementos como tipos de edificios, líneas vitales,

etc., generalmente se basan en enfoques probabilísticos que permiten aplicaciones regionales del modelo a diferentes escalas.

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

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

En cuanto a las técnicas de evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones, una de las clasificaciones más reconocida y completa se debe a Corsanego y Petrini (1990), quienes las agrupan en función del tipo de resultado que producen como: técnicas directas, técnicas Indirectas, técnicas convencionales y técnicas híbridas.

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

Otros esquemas de clasificación de las técnicas o métodos de análisis de la vulnerabilidad sísmica. La propuesta por el Prof. Kappos (Dolce, 1994), quien las agrupa en función de la fuente de información que prevalece, en tres tipos de metodologías; Métodos empíricos. basados en la experiencia sobre el comportamiento de tipos de edificaciones durante sismo y la caracterización de deficiencias sísmicas potenciales. métodos de categorización como la inspección y puntaje. Métodos de categorización o caracterización. Clasifican las edificaciones según su tipología en clases de vulnerabilidad atendiendo a la experiencia sobre el desempeño sísmico que han tenido estructuras similares ante terremotos relevantes.

El resultado subjetivo limitado a evaluaciones preliminares, aunque estos métodos son bastante subjetivos, la aplicación a edificaciones de una misma tipología de regiones de sismicidad importante permite una evaluación preliminar orientativa, suficiente para jerarquizar relativamente el nivel de vulnerabilidad sísmica de cada edificación.

En zonas caracterizadas por una moderada sismicidad, estas metodologías pueden considerarse representativas y más aún, suficientes para describir el nivel de daño esperado, sobre todo si se cuenta con funciones de vulnerabilidad apropiadas para la región. Sin embargo, para aquellas edificaciones que evidencien una relevante vulnerabilidad y una significativa importancia es recomendable complementar estas metodologías con alguna técnica analítica o experimental.

Métodos analíticos o teóricos. Evalúan la resistencia estimada de las estructuras a los movimientos del terreno utilizando como base modelos mecánicos de respuesta estructural e involucrando como datos las características mecánicas de las estructuras. Constituyen un enfoque muy completo, exigente y costoso. Generalmente son bastante laboriosos y dependen en cierta medida del grado de sofisticación de la evaluación, de la calidad de la información y de la representatividad de los modelos empleados.

Métodos experimentales. Recurren a ensayos dinámicos para determinar las propiedades de las estructuras y/o sus componentes. Generalmente constituyen ensayos “in situ” (menos frecuente de laboratorio), orientados a determinar las propiedades dinámicas y otras características esenciales de la estructura, involucrando aspectos tan importantes como la interacción suelo-estructura, la incidencia de los elementos no estructurales, etc. Aunque sus resultados no son determinantes, permiten en algunos casos orientar sobre el estado de la edificación y los posibles efectos que un sismo ha tenido sobre ella. En este sentido, para el análisis de la vulnerabilidad sísmica se recomienda combinar los métodos analíticos y

empíricos, con algún método o técnica experimental que permita incrementar la confiabilidad del análisis de vulnerabilidad.

El método del índice de vulnerabilidad se comienza a desarrollar en Italia con motivo de los estudios post-terremotos realizados a partir de 1976. El método se describe como resultado de daños de edificios para diferentes intensidades de terremotos. Este puede clasificarse como subjetivo, debido a que realiza una calificación subjetiva de los edificios apoyándose en cálculos simplificados de estructuras, intentando identificar los parámetros más relevantes que controlan el daño estructural. La calificación de los edificios se realiza mediante un coeficiente denominado índice de vulnerabilidad. Este índice se relaciona directamente con la vulnerabilidad o grado de daño de la estructura mediante funciones de vulnerabilidad. Estas funciones permiten formular el índice de vulnerabilidad para cada grado de intensidad macro sísmica de terremoto y evaluar de manera rápida y sencilla la Vulnerabilidad sísmica de edificios, condiciones que resultan imprescindibles para desarrollar estudios urbanos a gran escala.

Definiendo a Vulnerabilidad, como el grado de pérdida de un elemento resultante de la ocurrencia de un fenómeno natural de una magnitud dada; expresada mediante escalas desde 0 (sin daño) hasta 1 (colapso total) (UNDRO, 1979).

Para el caso particular del fenómeno sísmico, se define como vulnerabilidad de una estructura o grupo de estructuras como el grado de daño que resulta por la ocurrencia de un movimiento sísmico del terreno de una intensidad dada (Caicedo 1994).

Esta se puede clasificar en tres tipos: vulnerabilidad estructural, es el grado en que pueden afectarse los elementos estructurales de una edificación; Vulnerabilidad No estructural, está implica los sistemas arquitectónicos de la edificación llegando hacer tan mortal como una que sufra daños estructurales y finalmente Vulnerabilidad funcional, dada en términos de los efectos de un desastre en el buen funcionamiento de una edificación para el fin que tiene propuesto.

El riesgo, es el grado esperado de pérdidas debidas a un fenómeno natural expresado como una función de riesgo específico y del valor de los elementos en riesgo (UNDRO, 1979).

Por tanto, el Índice de vulnerabilidad sísmica método Benedetti-Petrini 1984. Es el método que plantea 11 parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de mampostería, estos describen características arquitectónicas, estructuras y de construcción de una forma muy sencilla, tan es así que el formulario de evaluación no requiere más de una página.

Se toman 11 parámetros tal como los plantea el método italiano, ya que estos abarcan perfectamente los requerimientos de nuestras normas de diseño sismo resistente. Así lo demuestra, la investigación realizada por el Ing. Roberto Sánchez (2003 (A, 1995)). Quien plantea una metodología que enfatiza los aspectos estructurales desarrollados por la norma peruana, y la aplica tomando en cuenta los sistemas constructivos predominantes en el Perú es decir en el adobe, mampostería y concreto armado.

El método italiano del índice de Vulnerabilidad jerarquiza los parámetros que tienen mayor influencia en el daño esperado en una edificación mediante los pesos mencionados. Estos pesos no sufren ninguna variación a la hora de aplicar el método, ya que estos son la importancia de cada parámetro. A continuación, se describen cada parámetro de carácter cuantitativo tomando en cuenta la normativa peruana vigente al 2019.

### **Parámetro 1. Tipo y organización del sistema resistente.**

- A) Edificaciones con muros enmarcados en sus cuatro lados por elementos de refuerzo vertical y horizontal (vigas y columnas), como lo señala la Norma de Diseño en Albañilería E-070; aceptándose la cimentación de concreto como elementos de refuerzo horizontal para el caso de muros de primer nivel.
- B) Edificaciones con vigas y columnas de confinamiento, pero que presenta algún tipo de deficiencias en las conexiones viga columna o no cumple con ciertos requisitos de la normal actual (E-070).
- C) Edificaciones que presentan vigas y columnas que confinan solo parcialmente los muros portantes, debido a deficiencias constructivas.
- D) Edificaciones sin vigas y columnas de confinamiento, o autoconstrucción sin ningún tipo de orientación técnica, como paredes ortogonales deficientemente conectadas.

### **Parámetro 2. Calidad del sistema resistente.**

- A) El sistema resistente del edificio presenta las siguientes tres características:
  - 1. Mampostería en ladrillos de buena calidad con piezas homogéneas y de dimensiones constantes por toda la extensión del muro.

2. Presencia de trabazón entre las unidades de mampostería.
  3. Mortero de buena calidad con espesores de la mayoría de las pegas entre 9 y 12 mm
- B) El sistema resistente del edificio no presenta una de las características de la clase A.
- C) El sistema resistente del edificio no presenta dos de las características de la clase A.
- D) El sistema resistente del edificio no presenta ninguna de las características de la clase A.

### Parámetro 3. Resistencia Convencional

La metodología italiana utiliza para el cálculo de este parámetro un coeficiente  $C$ , definido como la relación entre la fuerza máxima resistente horizontal y el peso del edificio, haciendo una adaptación a la normativa peruana la fuerza cortante definida por la Norma de Diseño Sismo Resistente E-030, se realiza el siguiente análisis.

$$V = \frac{ZUCS}{R} * P$$

Suponiendo un esfuerzo o cortante promedio en los muros de 12 ton/m<sup>2</sup> (ladrillo de regular calidad) y un peso promedio de la planta de 0.8 ton/m<sup>2</sup> (reduciendo la sobrecarga al 25%) puede deducirse la siguiente expresión:

*Tabla 1: Detalle de Variables para Parámetro de Resistencia Convencional*

Peso Total del edificio	= P =	$w A_c N$
Peso Promedio de la Planta	=	$w = 0.8 \text{ ton / m}^2$
Área de la Planta Típica	=	$A_p$
Número de Pisos	=	$N$
Esfuerzo Cortante en muros	=	$t_x = V/A_m = 12 \text{ ton/m}^2$

$$t_x * A_m = \frac{ZUCS}{R} * w * A_c * N$$

$$\frac{t_x * A_m}{w * A_c * N} \geq \frac{ZUCS}{R}$$

Es lógico concluir por lo tanto que las características estructurales deben ser iguales o sobrepasar los requerimientos por la norma.

Finalmente, la atribución de este parámetro dentro de una de las cuatro clases A, B, C, D se hacen por medio del factor  $\gamma = \alpha/\beta$  donde  $\alpha$  y  $\beta$  quedan definidos de la siguiente manera:

$$\frac{t_x * A_m}{w * A_c * N} = \alpha$$

$$\frac{ZUCS}{R} = \beta$$

$$\frac{\alpha}{\beta} = \gamma$$

- A) Edificación con  $\gamma \geq 1$
- B) Edificación con  $0.7 \leq \gamma < 1$
- C) Edificación con  $0.4 \leq \gamma < 0.7$
- D) Edificación con  $\gamma \leq 0.4$

#### **Parámetro 4. Posición del edificio y de la cimentación.**

- A) Edificio cimentado sobre terreno estable con pendiente inferior o igual al 10%.

La fundación está ubicada a una misma cota. Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén

- B) Edificio cimentado sobre roca con pendiente comprendida entre 10% y un 30% o sobre terreno suelto con pendiente comprendida 10% y un 30%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es inferior a 1 metro. Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén
- C) Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre 20% y un 30% sobre terreno rocos con pendiente comprendida entre 30% y un 50%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es inferior a 1 metro. Presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén
- D) Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente mayor a 30% o sobre terreno rocos con pendiente mayor al 50%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 m. Presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.

### **Parámetro 5. Diafragmas Horizontales.**

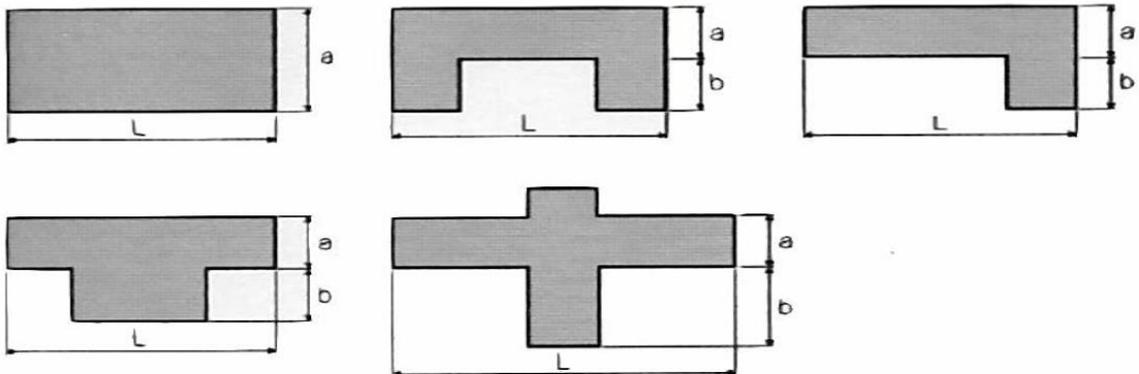
Las clases reportadas para este parámetro se adaptan a la Norma Peruana de Diseño Sismo resistente E-030, quedando definidas así:

- A) Edificios con diafragmas que satisfacen las siguientes condiciones:
1. Ausencia de discontinuidades abruptas o variaciones en rigidez.
  2. La conexión entre el diafragma y los muros es eficaz
  3. No existen áreas abiertas mayores al 50% del área bruta del diafragma.
- B) Edificio con diafragma con los de la Clase A, pero que no cumplen con la condición 1.
- C) Edificio con diafragma con los de la Clase A, pero que no cumplen con la condición 1 y 2.

D) Edificio cuyos diafragmas no cumplen con ninguna de las tres condiciones de la clase A.

### Parámetro 6. Configuración en Planta.

El comportamiento sísmico de un edificio depende de la forma de la planta del mismo. En el caso de edificios rectangulares es significativa la razón de  $\beta_1 = a/L$  entre las dimensiones en planta del lado menor y mayor. También es necesario tener en cuenta las protuberancias del cuerpo principal mediante la relación  $\beta_2 = b/L$



- A) Edificio  $\beta_1 \geq 0.8$  o  $\beta_2 \leq 0.1$
- B) Edificio  $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$  ó  $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$
- C) Edificio  $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$  ó  $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$
- D) Edificio  $0.4 > \beta_1$  ó  $0.3 < \beta_2$

### Parámetro 7. Configuración en elevación.

La asignación de este parámetro, dentro de una de las cuatro clases, se realiza tomando en cuenta la Norma E-030 de Diseño Sismo resistente, con base en las siguientes condiciones.

Tabla 2: Configuración en elevación

CLASE	VARIACIÓN % DE MASA - $\Delta$	IRR. GEOMÉTRICA VERTICAL	IRR. RIGIDEZ PISO BLANDO	DISCONTINUIDAD SISTEMAS RESISTENTES
A	$\Delta M \leq 10\%$	uniforme	NO	NO
B	$10\% < \Delta M \leq 20\%$	$0 < T/H \leq 10\%$	NO	NO
C	$20\% < \Delta M < 50\%$	$10\% < T/H \leq 40\%$	NO	SI
D	$\Delta M \geq 50\%$	$T/H > 40\%$	SI	_____

### Parámetro 8. Distancia máxima entre muros.

Con este parámetro se tiene en cuenta la presencia de muros maestros interceptados por muros transversales ubicados a distancias excesiva entre ellos. Se reporta un valor L/S, donde L es el espaciamiento de los muros transversales y S el espesor del muro maestro, evaluando siempre el caso más desfavorable.

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

### Parámetro 9. Tipo de cubierta.

Los elementos que caracterizan la influencia de las coberturas en el comportamiento sísmico de un edificio son principalmente dos: la tipología y el peso. Las clases definidas para este parámetro son.

- A) El edificio presenta las siguientes características
  1. Cubierta estable, provista de una estructura que soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas.

2. Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que la soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc.)
  3. Cubierta plana debidamente amarrada y apoyada a la estructura de cubierta de losa aligerada.
- B) Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A.
- C) Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A.
- D) Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A.

**Parámetro 10. Elementos no estructurales.**

Se tiene en cuenta con este parámetro la presencia de cornisas, parapetos o cualquier elemento no estructural que pueda causar daño a personas o cosas.

- A) Edificios sin parapetos y sin cornisas.
- B) Edificio sin parapetos con elementos de cornisas bien conectadas a la pared.
- C) Edificio con elementos de pequeña dimensión, mal vinculados a la pared
- D) Edificio que presenta cualquier otro tipo de elementos en el techo mal vinculados a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que pueden caer en caso de terremoto.

**Parámetro 11. Estado de conservación.**

- A) Muros en buena condición, sin lesiones visibles.
- B) Muros que presentan lesiones capilares no extendidas, con excepción de los casos en los cuales dichas lesiones han sido producidas por terremotos.
- C) Muros con lesiones de tamaño medio entre 2 a 3 milímetros de ancho o con lesiones capilares producidas por sismo. Edificio que no presenta lesiones pero que se caracteriza por un estado mediocre de conservación de la mampostería.

D) Muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes o, lesiones muy graves de más de 3 milímetros de ancho.

Luego de la información obtenida se procesará en la escala de medición del índice de vulnerabilidad propuesto por Benedetti-Petrini y determinar el índice de vulnerabilidad para cada vivienda en estudio. Aplicando la siguiente fórmula.

$$I_v = \sum K_i W_i \dots \dots \dots \text{Ecuación N}^\circ 1: \text{Índice de Vulnerabilidad Sísmica (Benedetti-Petrini)}.$$

Tabla 3: Parámetros de Vulnerabilidad Sísmica

PARAMETROS	CLASE				PESO W <sub>i</sub>
	A	B	C	D	
1 Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1
2 Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3 Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5
4 Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5 Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1
6 Configuración en planta	0	5	25	45	0.5
7 Configuración en elevación	0	5	25	45	1
8 Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0.25
9 Tipo de cubierta	0	15	25	45	1
10 Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
11 Estado de conservación	0	5	25	45	1

Asimismo, al realizar la Sumatoria de la multiplicación de los parámetros por los pesos correspondientes en Tabla 3 de los 11 parámetros evaluados se debe obtener un resultado en los rangos establecidos en Tabla 4 y en base a ello se podrá determinar el nivel de Vulnerabilidad de la edificación.

*Tabla 4: Nivel de Vulnerabilidad de Edificación*

<b>VULNERABILIDAD</b>	<b>RANGOS <i>iv</i></b>
A = Vulnerabilidad Baja	0 - 95.63
B = Vulnerabilidad de Media a Baja	95.63 - 191.30
C = Vulnerabilidad de Media a Alta	191.30 - 286.30
D = Vulnerabilidad Alta	286.30 - 382.50

Seguidamente se definen algunos conceptos, para una mejor comprensión de la presente investigación:

Viviendas de Albañilería, vivienda que tiene como sistema estructural la albañilería, sistema constructivo que consiste en el uso de elementos, piezas o unidades colocadas, en forma manual, una sobre otra. Estos elementos pueden permanecer superpuestos y mantenerse unidos por su propio peso o estar adheridos entre sí con algún material, como el mortero de barro o de cemento (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014).

Las unidades pueden ser naturales (piedras) o artificiales (adobe, ladrillos y bloques).

Unidades de albañilería sólida, cuya sección transversal, superficie de asiento, tiene un área efectiva mayor o igual al 70% del área bruta (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014).

Unidades de albañilería hueca, es la unidad de albañilería cuya superficie de asiento tiene un área equivalente a menos del 70% del área bruta (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014).

Unidades de albañilería tubular, es la unidad de albañilería con huecos paralelos a la superficie de asiento (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014).

Unidades de albañilería de concreto, el ladrillo de concreto se define como la unidad de albañilería de dimensiones modulares fabricado con cemento Portland y agregados. La ventaja de las unidades de concreto sobre las anteriores es que dependiendo de la dosificación que se emplee (Cemento -Arena Confitillo -Agua), pueden lograrse unidades con una resistencia que dependan del uso al que se destine (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014).

Unidades de albañilería sílice calcáreos, estas unidades están compuestas por una mezcla de arenas naturales y cal hidratada, lo que da lugar a unidades de color blanca grisáceo. Durante el proceso de moldeado y curado se desarrolla un proceso químico mediante el cual la Cal reacciona con el Silicio, formando un agente cementante que une las partículas de arena (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014).

Los muros de albañilería se pueden clasificar por la función estructural que tienen al ser construidas que pueden ser: generar ambientes o cerrar espacios, los cuales son llamados muros no portantes; y como elementos estructurales del sistema, llamados muros portantes. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014).

*Muros no portantes*, estos muros no soportan carga, salvo su peso propio. Son por ejemplo los cercos, parapetos y tabiques, elementos cuya función básica es la de aislar o separar, cumpliendo con características acústicas y térmicas (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014)

*Muros portantes*, son los que se emplean como elementos estructurales de un edificio.

Estos muros están sujetos a todo tipo de sollicitación, tanto contenida en su plano como perpendicular al mismo, tanto vertical como lateral, así como permanente o eventual.

Según el RNE (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014), los muros portantes se clasifican de acuerdo a su distribución del refuerzo, así tenemos a los:

*a) Muros no reforzados*, muros que carecen de refuerzo. De acuerdo a la Norma E.070, este tipo de edificación no debe de emplearse debido a que su falla es frágil ante terremotos.

*b) Muros reforzados*, estos muros se clasifican de acuerdo a la disposición del refuerzo, por lo tanto, pueden ser:

- Muro de albañilería armada, en estos muros el refuerzo se encuentra en el interior de la albañilería, generalmente distribuido en forma horizontal y vertical. Requieren de la fabricación de unidades de albañilería con alveolos que es por donde se ubica el refuerzo y estos son llenados con concreto líquido.
- Muro de albañilería seca; estos muros armados no requieren el uso de mortero en las juntas verticales u horizontales. Se forman empleando unidades sílico calcáreas especialmente diseñadas para la construcción de Muros Estructurales, para la construcción de viviendas de 1 a 6 pisos sin necesidad de elementos estructurales verticales de concreto.

- Muro de albañilería confinada; sistema de construcción muy empleado para edificaciones hasta de 5 pisos. En este sistema, los elementos de albañilería se encuentran confinados por elementos de concreto armado los cuales son vaciados después de haberse construido el muro de albañilería.

*Confinamiento*, conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014).

*Elementos estructurales*, son los elementos que soportan los esfuerzos y deformaciones que tiene una determinada estructura, son parte de la estructura. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2014).

*Cimentación*, es el elemento estructural que transmite las cargas de la estructura al terreno de fundación.

*Columnas*, elementos estructurales que soportan tanto cargas verticales (peso propio) como fuerzas horizontales (sismos y vientos), trabajan generalmente a flexo compresión como también en algunos casos a tracción (columnas atirantadas).

*Muros*, elementos estructurales que transmiten fundamentalmente cargas verticales y que permiten el cierre de los espacios.

*Vigas*, resisten cargas transversales en ángulo recto con respecto al eje longitudinal de la viga. Trabaja a flexión. Recibe las cargas de las losas transmitiéndolas a las columnas y/o muros. Sus apoyos se encuentran en los extremos.

*Losas*, elemento estructural plano cargado con fuerzas perpendiculares a su plano (cargas vivas y muertas). Separa horizontalmente un nivel o piso de otro, la cual sirve de techo para el primer nivel y de piso para el segundo. Debe garantizar el aislamiento del ruido y del calor. Trabajan a flexión. Dependiendo del material a ser utilizado pueden ser diafragmas flexibles o rígidos.

## 1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la Vulnerabilidad Sísmica de las viviendas de albañilería del Barrio Urubamba - Cajamarca, 2019?

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

Determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería del Barrio Urubamba - Cajamarca, 2019.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- OE1: Realizar visita de inspección la zona en estudio, para identificar un inventario de las viviendas de albañilería y recolectar la información pertinente.
- OE2: Determinar la clasificación A,B,C y D; según propone el método Benedetti y Petrini, para los parámetro de evaluación: organización del

sistema resistente, calidad del sistema resistente, resistencia convencional, posición del edificio y de la cimentación, diafragmas horizontales, configuración en planta, configuración en elevación, separación máxima entre muros, tipos de cubierta, elementos no estructurales y el estado de conservación de las viviendas de albañilería del barrio Urubamba - Cajamarca, 2019.

- OE3: Elaborar un mapa de vulnerabilidad de la zona en estudio y que este sirva como herramienta para la prevención de Desastre y control del crecimiento urbano.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general**

La vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería del barrio Urubamba - Cajamarca, tienen un índice de vulnerabilidad alto.

## CAPÍTULO II. MÉTODO

### 2.1. Tipo de investigación

La investigación es aplicada, dado que se empleó el método basado en el índice de vulnerabilidad sísmica propuesto por Benedetti-Petrini en el año 1984.

Diseño no experimental – descriptivo – transversal; debido a que se describió, explicó y comparó las unidades de estudio tal cual como se presentaron en un solo momento del tiempo año 2019.

### 2.2. Variables

#### 2.2.1. Variables

**Vulnerabilidad sísmica (VD):** Se denomina vulnerabilidad sísmica al grado de daño que sufre una estructura debido a un evento sísmico de determinadas características. De este modo las estructuras se pueden calificar en “más vulnerables” o “menos vulnerables” ante un evento sísmico (Ochoa, 2012).

**Índice de Vulnerabilidad sísmica (VI):** Es el resultado de la calificación de 11 parámetros propuestos por los italianos Benedetti y Petrini. estos describen características arquitectónicas, estructurales y de construcción de manera práctica y respetando la norma sismo-resistente en nuestro país, así lo demuestra la Investigación el Ing. Roberto Sánchez (2003).

### 2.2.2. Clasificación de variables.

*Tabla 5: Clasificación de Variables*

Variable	Tipo	Medición
<b>Vulnerabilidad Sísmica</b>	Cualitativa-Ordinal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vulnerabilidad baja</li> <li>• Vulnerabilidad media baja</li> <li>• Vulnerabilidad media alta</li> <li>• Vulnerabilidad alta</li> </ul>
	Cualitativa - Ordinal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organización del sistema resistente</li> </ul>
<b>Índice de vulnerabilidad Sísmica</b>	Cualitativa - Ordinal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad del sistema resistente</li> </ul>
	Cuantitativa – Ordinal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia Convencional</li> </ul>
	Cuantitativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posición del Edificio y de la cimentación</li> </ul>
	Cualitativa - Ordinal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diafragmas horizontales</li> </ul>
	Cuantitativa – Ordinal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configuración en planta.</li> </ul>
	Cuantitativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configuración en elevación</li> </ul>
	Cuantitativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separación máxima entre muros.</li> </ul>
	Cualitativa – Ordinal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de cubierta</li> </ul>
Cualitativa – Ordinal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementos no estructurales.</li> </ul>	
Cualitativa - Ordinal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estado de conservación.</li> </ul>	

### 2.2.3. Operacionalización de variables.

Tabla 6: Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN			
		DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
<b>VULNERABILIDAD SÍSMICA</b>	<p>Se denomina vulnerabilidad sísmica al grado de daño que sufre una estructura debido a un evento sísmico de determinadas características. De este modo las estructuras se pueden calificar en “más vulnerables” o “menos vulnerables” ante un evento sísmico.</p> <p>Se debe tener en cuenta que la vulnerabilidad sísmica de una estructura es una propiedad intrínseca a la misma, y, además, es independiente de la peligrosidad del lugar ya que se ha observado en sismos anteriores que edificaciones de un tipo estructural similar sufren daños diferentes, teniendo en cuenta que se encuentran en la misma zona sísmica.</p>	<p>Se aplica el método del índice de vulnerabilidad propuesto por Benedetti-Petrini en el año 1984</p>	A = Vulnerabilidad baja	0 – 95.63	RNE Y MÉTODO PROPUESTO
			B = Vulnerabilidad media baja	95.63 – 191.30	RNE Y MÉTODO PROPUESTO
			C = Vulnerabilidad media alta	191.30 – 286.30	RNE Y MÉTODO PROPUESTO
			D = Vulnerabilidad alta	286.30 – 382.50	RNE Y MÉTODO PROPUESTO

**INDICE DE  
VULNERABILIDAD  
SISMICA**

Es el resultado de la calificación de 11 parámetros propuestos por los italianos Benedetti y Petrini, estos describen características arquitectónicas, estructurales y de construcción de manera práctica y respetando la normatividad peruana, así lo demuestra la Investigación del Ing. Roberto Sánchez (2003).

	PARAMETROS	CLASE				PESO	RNE Y MÉTODO PROPUESTO
		A	B	C	D	WI	
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1	RNE Y MÉTODO PROPUESTO
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25	RNE Y MÉTODO PROPUESTO
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5	RNE Y MÉTODO PROPUESTO
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75	RNE Y MÉTODO PROPUESTO
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1	RNE Y MÉTODO PROPUESTO
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5	RNE Y MÉTODO PROPUESTO
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1	RNE Y MÉTODO PROPUESTO
8	Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0.25	RNE Y MÉTODO PROPUESTO
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1	RNE Y MÉTODO PROPUESTO
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25	RNE Y MÉTODO PROPUESTO
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1	RNE Y MÉTODO PROPUESTO

## **2.3. Población y muestra**

### **2.3.1. Población.**

Comprende todas las viviendas de albañilería del barrio Urubamba del distrito Cajamarca para el año 2019.

Puesto que no se cuenta con datos estadísticos de censos o estudios previos, no se cuenta con datos exactos de la cantidad de viviendas de albañilería bajo el sistema de constructivo de albañilería confinada, es por eso que nuestra población es infinita.

### **2.3.2. Muestra**

#### **2.3.2.1. Técnica de muestreo**

El tamaño de la muestra es no probabilística, a juicio de los autores, puesto que la zona en estudio cumple con varios indicadores que influyen en la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones como lo son: zona de expansión urbano-marginal, posible escases de recursos económicos, geografía del terreno con presencia de suelos pobres y pendientes pronunciadas, baja asistencia técnica, un mal proceso constructivo, ahorro en los materiales de construcción y caso omiso del Reglamento Nacional de Edificaciones.

#### **2.3.2.2. Tamaño de muestra.**

Se toma como muestra 44 viviendas de albañilería confinada del barrio Urubamba del Distrito de Cajamarca – Sector 20, que cumplen con las características mencionadas anteriormente y de las cuales se pudo obtener la información necesaria para realizar la investigación.

### 2.3.3. Materiales y Equipos

- Cuaderno de Apuntes.
- Hojas de papel A4
- 2 computadoras y/o Laptop
- Lapiceros, Lápices, borradores, correctores.
- Wincha
- GPS Digital
- Epp básico (chaleco, zapatos y casco)
- Cámara Fotográfica.

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### 2.4.1. Técnicas de Recolección de Datos

**Observación directa:** Consistirá en recopilar información mediante la observación y toma de fotografías a las viviendas seleccionadas, evaluando de esta manera su estructura actual, materiales utilizados y otras características que el método italiano del Índice de Vulnerabilidad Sísmica (Benedetti-Petrini) lo amerite.

El número de visitas fue de cuatro veces:

- Primera visita. Con la finalidad de inspeccionar y reconocer la zona de estudio.
- Segunda visita, para coordinar con autoridades del barrio y presentación de la investigación a la población y solicitar el permiso a los propietarios de las viviendas seleccionadas en la muestra.

- Tercera y cuarta visitas. Para la aplicación del instrumento de evaluación, es decir la Ficha de Datos y evaluación sísmica a las viviendas.

#### **2.4.2. Instrumento de Recolección de Datos**

**Ficha de Datos y Evaluación Sismo resistente (Ver Anexo N° 2):** Comprendida por 02 partes; la primera datos generales de la vivienda como: nombre de propietario, año de construcción, dirección y tipo de asistencia técnica. La segunda parte contempla el detalle de los 11 parámetros adaptados según norma peruana E030 al Método de Índice de Vulnerabilidad Sísmica.

#### **2.4.3. Validación del instrumento de recolección de datos.**

El instrumento de recolección de datos se ha tomado de la investigación (Aplicación del Método Italiano del Índice de Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas del Asentamiento Humano El Altillo en el Distrito del Rímac) del Ing. Juan Manuel Rodríguez Zavaleta, en su proceso de obtener el grado de Ingeniero Civil. Asimismo, el formato fue revisado y validado por el Dr. Ing. Miguel Mosqueira Moreno, docente de la carrera de Ingeniería Civil UPN.

#### **2.5. Técnicas e instrumentos de Análisis de Datos**

##### **Instrumento de análisis de datos**

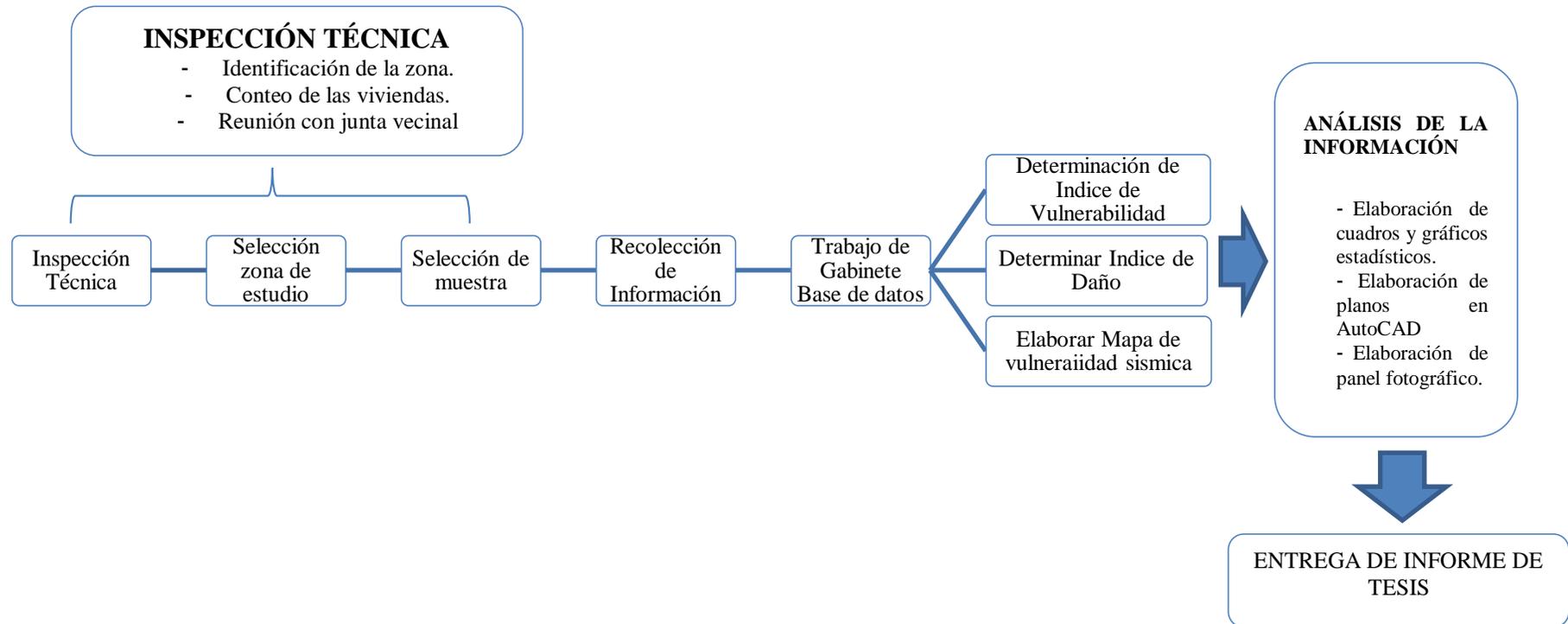
Se tiene como instrumentos de análisis de datos, tablas y/o gráficos estadísticos, figuras de tortas que describen la participación de cada uno de los parámetros investigados en porcentajes y gráficos de barras.

Para el desarrollo de análisis, primeramente, se hace el conteo de instrumentos aplicados revisando que cada uno contenga la información requerida, luego se registra cada una de las fichas de datos obtenidas en campo en una Base de Datos creada en hojas de cálculo Excel.

Las anotaciones y fotografías correspondientes a las observaciones en las visitas también son descargadas y colocadas en el informe de Microsoft Word 2019, cada una fechada y con datos exclusivos de aplicación.

Asimismo, se considera el software AutoCAD también como herramienta de análisis, dado que la ficha cuenta con valores numéricos a emplear en Planos para la determinación del parámetro de la resistencia convencional.

## 2.6. Procedimiento



Como parte del procedimiento se estableció en primera instancia realizar una inspección técnica, para identificar la zona y realizar la selección de muestra correspondiente que facilite aplicar el instrumento de investigación. Asimismo, pactar reunión con junta vecinal para explicar el objetivo correspondiente.

El 01 de junio se llevó a cabo la reunión con la junta vecinal, donde se explicó el objetivo de dicha investigación comprometiéndolo a los usuarios la visita a sus domicilios y facilitar la información requerida por la metodología del Índice de Vulnerabilidad Sísmica propuesta por los investigadores italianos Benedetti-Petrini 1984, la cual contiene 11 parámetros de evaluación adecuado a la norma peruana RNE E-030 Y RNE E-070.

El 16 de junio y 1 de julio del 2019 se realizó la aplicación de instrumento de investigación, siendo los investigadores los encargados de aplicar las 44 fichas, en compañía del presidente de barrio.

Para el tratamiento de la información, se hace el conteo de instrumentos aplicados revisando cada uno que cuenten con la información requerida, luego se registra cada una de las fichas de encuesta y entrevista obtenidas en campo, los anotes y fotografías correspondientes a las observaciones, visitas y aplicación de instrumentos en campo en hojas de cálculo Excel.

Luego de tener la información el análisis se realizará en forma computarizada utilizando softwares como Microsoft Word 2016, Microsoft Excel 2016 y AutoCAD 2016.

Como presentación final se realizó tablas, cuadros, gráficos y AutoCAD; que brinden los resultados encontrados y respondan a los objetivos planteados. Tomando los resultados del total de viviendas evaluadas, se determinó que algunos problemas son comunes en todas las viviendas seleccionadas.

Finalmente se elaborará el informe correspondiente a la investigación considerando resultados, conclusiones, recomendaciones y también las fotografías de respaldo.

## **2.7. Aspectos Éticos**

Los aspectos éticos considerados para dicha investigación es el de conservar y mantener durante todo el desarrollo de la investigación el respeto a derechos de autor y la referenciación correspondiente de la información consultada.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

Para la obtención de los resultados de la investigación se siguieron los lineamientos descritos en capítulo de metodología, que consistía en dos inspecciones técnicas, apoyados de la ficha de levantamiento de datos.

Los resultados se presentan en coherencia con el orden y codificación de la ficha de datos para tesis: "vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería de barrio Urubamba - Cajamarca, 2019"

#### Información General:

##### *Año de construcción*

En la figura N° 1 se puede indicar que: 10 viviendas de las 44 estudiadas han sido construidas en el año 2000, 1 vivienda en el año 2001, 1 vivienda en el año 2002, 2 viviendas en el año 2005, 1 vivienda en el año 2009, 1 vivienda en el año 2010, 2 viviendas en el año 2011, 4 viviendas en el año 2012, 2 viviendas en el año 2013, 2 viviendas en el año 2014, 10 viviendas en el año 2015, 3 viviendas en el año 2017, 2 viviendas en el año 2018 y finalmente 3 viviendas de las 44 estudiadas, los propietarios no precisan el año que fueron construidas.

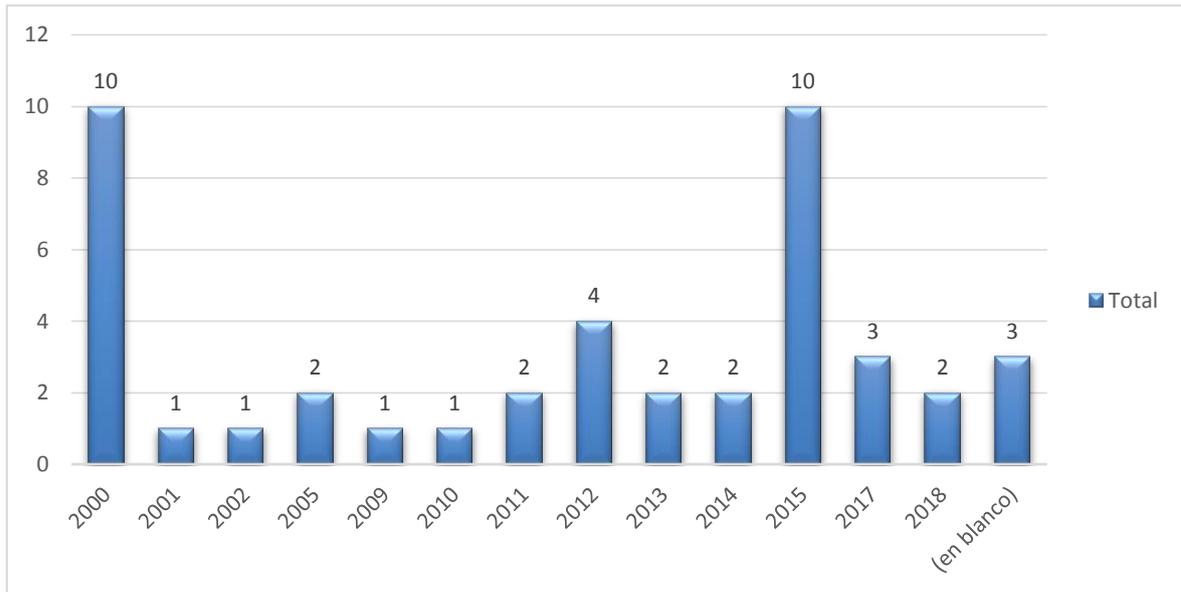


Figura 1: Viviendas de Urubamba 2019, según año de construcción.

### Asistencia técnica:

El tipo de asistencia técnica (Ver Figura N° 2). Este aspecto indica que el 91% de las construcciones fueron ejecutadas por un maestro de obra, es decir 40 viviendas; 5% las diseñó un arquitecto y construyó un maestro de obra, es decir 2 viviendas; 2% lo diseñó un ingeniero y construyó un maestro de obra, 1 vivienda. Finalmente 2% fue por autoconstrucción del propietario, siendo 1 vivienda.

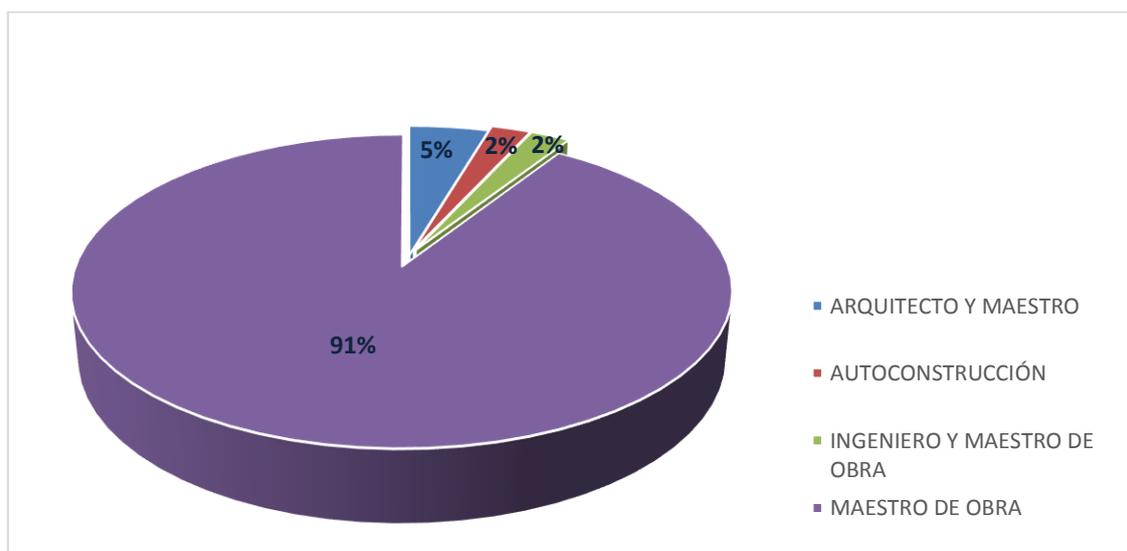


Figura 2: Viviendas de Urubamba según tipo de asistencia técnica

Medición de parámetros de vulnerabilidad:

Por otro lado, en cuanto a los parámetros de evaluación de vulnerabilidad sísmica se obtuvieron los siguientes resultados:

**3.1 Parámetro 1. Organización del sistema resistente.**

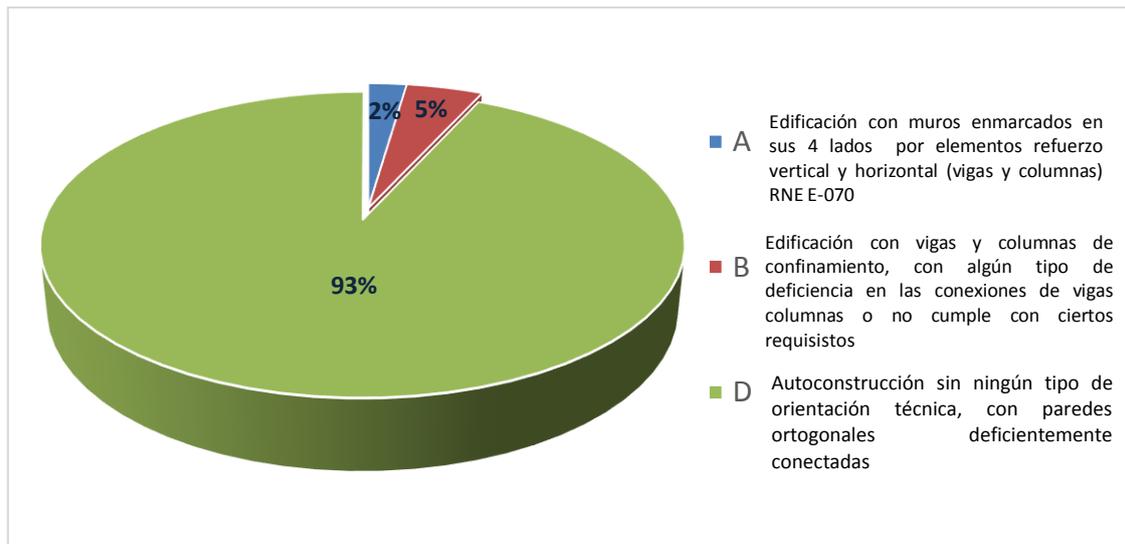


Figura 3: Organización del sistema resistente de viviendas del barrio Urubamba 2019 en porcentaje

Con respecto a la organización del sistema resistente; 93% de las viviendas son calificadas con categoría D, es decir 41 edificaciones fueron construidas bajo autoconstrucción o sin ningún tipo de orientación técnica; 5% de las viviendas cuentan con vigas y columnas de confinamiento, pero presentan algún tipo de deficiencia en sus conexiones, éstas representan 2 viviendas calificadas con categoría B y el 2% de las viviendas pertenecen a una categoría A, es decir 1 vivienda es enmarcada en sus cuatro lados por elementos de refuerzo vertical y horizontal (Ver figura N° 3).

### 3.2 Parámetro 2. Calidad del sistema resistente.

En la evaluación de la calidad del sistema resistente (Ver figura N° 4) el 96% de las viviendas son calificadas con categoría C, es decir 41 viviendas cumplen con una de las siguientes características: (1) mampostería en ladrillo de buena calidad con piezas homogéneas y dimensiones constantes por la extensión de todo el muro, (2) presencia de trabazón entre las unidades de mampostería y (3) mortero de buena calidad con espesores de la mayoría de las pegas entre 9 a 12 mm; 2% de las viviendas son calificadas con categoría B, es decir 2 viviendas cumplen con 2 características de las 3 mencionadas líneas arriba y el 2 % de las viviendas no cumple con ninguna característica de las 3 mencionadas, representado por una vivienda que tiene categoría D.

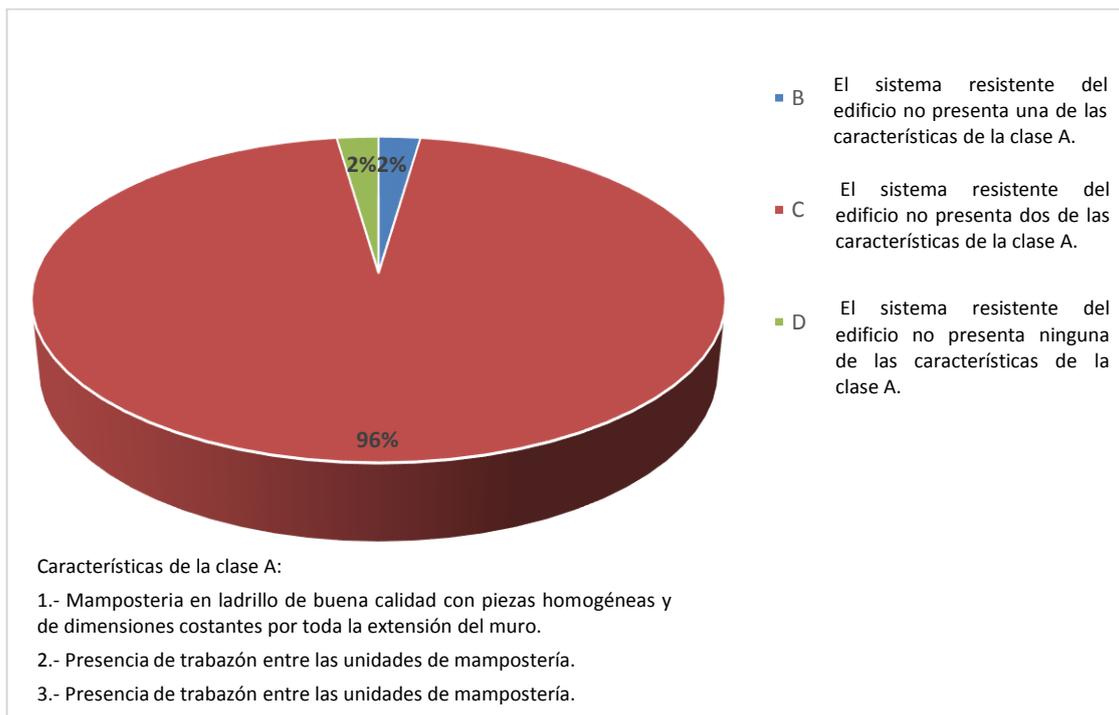


Figura 4: Calidad del sistema resistente de las viviendas de Urubamba, 2019.

### 3.3 Parámetro 3. Resistencia Convencional

En la resistencia convencional el 41% de las edificaciones tiene una  $0.40 \leq Y < 0.7$ , es decir 18 viviendas tienen una calificación C; 27% de las edificaciones tienen un  $0.70 \leq Y < 1$ , hace referencia a 12 edificaciones que tienen una calificación B; 23% de edificaciones tienen  $Y \geq 1$ , 10 viviendas tienen una calificación de A y el 9% de las edificaciones tienen  $Y \leq 0.4$ , representando a 4 edificaciones que tienen una calificación D (Ver figura N° 5).

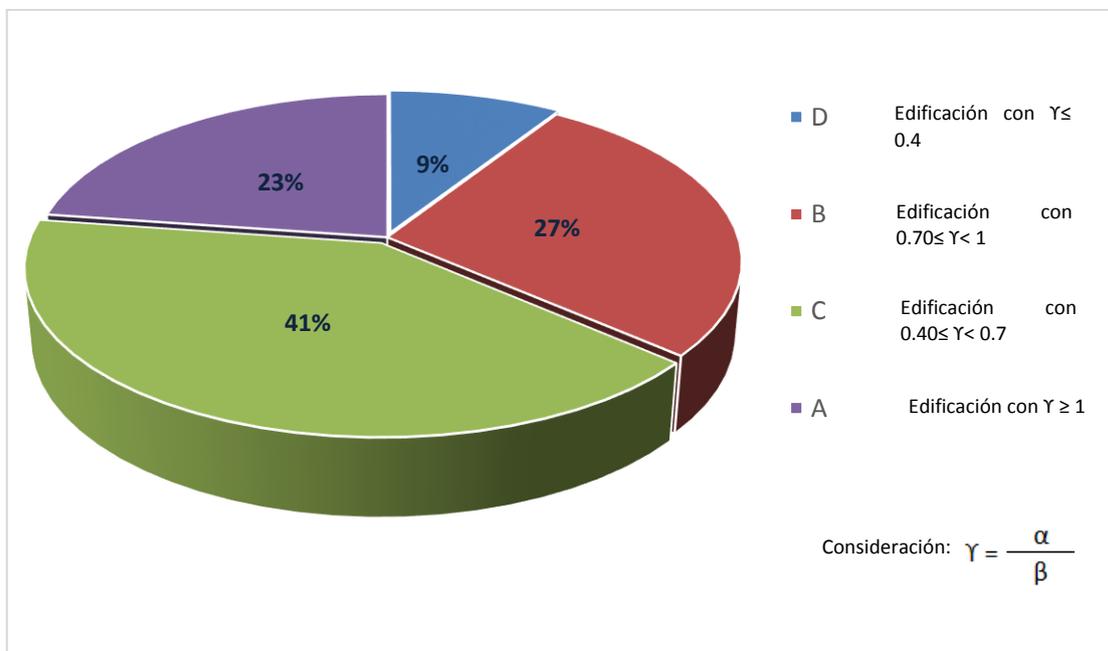


Figura 5: Porcentaje de resistencia convencional de las viviendas del barrio Urubamba

Ver tabla N° 7, las características y categorías asignadas para cada una de las viviendas evaluadas del barrio Urubamba, con el detalle correspondiente de cálculo y referencia de obtención de datos.

Tabla 7: Características y categorías asignadas para cada una de las viviendas evaluadas del barrio Urubamba, 2019.

MODELO	Nº de Piso	Peso promedio del piso $W(\text{ton}/\text{m}^2)$	Area de la planta típica $Ap(\text{m}^2)$	Peso Edificación $P(\text{Ton})$	Área muros X-X $(\text{m}^2)$	Área muros Y-Y $(\text{m}^2)$	Área menor $Am(\text{m}^2)$	Resistencia Cortante $tk$ $(\text{Ton}/\text{m}^2)$	$Z*U*S*C/R$ $\beta$	$tk*Am/P$ $\alpha$	$\alpha/\beta$ $\gamma$	Clase A,B,C,D	V $(\text{Ton}/\text{m}^2)$
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)
VIVIENDA 1	4	0.8	64.23	205.536	3.17	3.05	3.17	12	0.291666667	0.184785	0.63355	C	37.98
VIVIENDA 2	1	0.8	99.97	79.976	3.23	4.5765	3.23	12	0.291666667	0.485021	1.66293	A	38.79
VIVIENDA 3	3	0.8	18	43.2	0.75	1.71	0.75	12	0.291666667	0.208333	0.71429	B	9
VIVIENDA 4	1	0.8	73.65	58.92	3.67	5.5575	3.67	12	0.291666667	0.747556	2.56305	A	44.046
VIVIENDA 5	1	0.8	80	64	2.66	3.6975	2.66	12	0.291666667	0.499219	1.71161	A	31.95
VIVIENDA 6	2	0.8	112	179.2	2.43	8.3625	2.43	12	0.291666667	0.162723	0.55791	C	29.16
VIVIENDA 7	3	0.8	62.44	149.856	2.50	2.835	2.50	12	0.291666667	0.199872	0.68528	C	29.952
VIVIENDA 8	3	0.8	59.5	142.8	2.35	2.76	2.35	12	0.291666667	0.197269	0.67635	C	28.17
VIVIENDA 9	3	0.8	16.07	38.568	0.68	1.38	0.68	12	0.291666667	0.212819	0.72966	B	8.208
VIVIENDA 10	3	0.8	77.74	186.576	3.28	1.704	3.28	12	0.291666667	0.210799	0.72274	B	39.33
VIVIENDA 11	2	0.8	63	100.8	1.67	2.6325	1.67	12	0.291666667	0.199107	0.68265	C	20.07
VIVIENDA 12	2	0.8	75	120	2.24	4.8405	2.24	12	0.291666667	0.22365	0.7668	B	26.838
VIVIENDA 13	3	0.8	67.8	162.72	1.86	4.23	1.86	12	0.291666667	0.136836	0.46915	C	22.266
VIVIENDA 14	3	0.8	137.6	330.24	2.90	4.7235	2.90	12	0.291666667	0.105469	0.36161	D	34.83
VIVIENDA 15	2	0.8	45.9	73.44	2.88	1.26	1.26	12	0.291666667	0.205882	0.70588	B	15.12
VIVIENDA 16	2	0.8	48.95	78.32	2.53	2.397	2.40	12	0.291666667	0.367263	1.25919	A	28.764
VIVIENDA 17	2	0.8	60	96	2.18	3.105	2.18	12	0.291666667	0.271875	0.93214	B	26.1
VIVIENDA 18	3	0.8	35.35	84.84	0.83	4.3065	0.83	12	0.291666667	0.117751	0.40372	C	9.99
VIVIENDA 19	2	0.8	75.6	120.96	1.78	4.7865	1.78	12	0.291666667	0.17619	0.60408	C	21.312
VIVIENDA 20	2	0.8	88.27	141.232	4.62	1.515	4.62	12	0.291666667	0.392546	1.34587	A	55.44
VIVIENDA 21	1	0.8	19.68	15.744	3.71	0.3885	0.39	12	0.291666667	0.296113	1.01524	A	4.662
VIVIENDA 22	2	0.8	75	120	2.85	3.09	2.85	12	0.291666667	0.28515	0.97766	B	34.218
VIVIENDA 23	2	0.8	22	35.2	0.80	1.2	0.80	12	0.291666667	0.271023	0.92922	B	9.54
VIVIENDA 24	2	0.8	46.45	74.32	2.61	1.4325	1.43	12	0.291666667	0.231297	0.79302	B	17.19
VIVIENDA 25	2	0.8	53.76	86.016	2.21	4.215	2.21	12	0.291666667	0.307617	1.05469	A	26.46
VIVIENDA 26	3	0.8	56.11	134.664	1.92	3.687	1.92	12	0.291666667	0.171092	0.5866	C	23.04
VIVIENDA 27	2	0.8	72.42	115.872	2.79	3.8925	2.79	12	0.291666667	0.288473	0.98905	B	33.426
VIVIENDA 28	3	0.8	90.85	218.04	1.89	4.995	1.89	12	0.291666667	0.104018	0.35663	D	22.68

MODELO	Nº de Piso	Peso promedio del piso $W(\text{ton}/\text{m}^2)$	Área de la planta típica $Ap(\text{m}^2)$	Peso Edificación $P(\text{Ton})$	Área muros X-X $(\text{m}^2)$	Área muros Y-Y $(\text{m}^2)$	Área menor $Am(\text{m}^2)$	Resistencia Cortante $tk$ $(\text{Ton}/\text{m}^2)$	$Z*U*S*C/R$ $\beta$	$tk*Am/P$ $\alpha$	$\alpha/\beta$ $\gamma$	Clase A,B,C,D	V $(\text{Ton}/\text{m}^2)$
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)
VIVIENDA 29	3	0.8	40.73	97.752	1.16	2.55	1.16	12	0.291666667	0.141787	0.48613	C	13.86
VIVIENDA 30	1	0.8	23	18.4	1.16	1.4775	1.16	12	0.291666667	0.758152	2.59938	A	13.95
VIVIENDA 31	1	0.8	18.75	15	0.54	0.879	0.54	12	0.291666667	0.432	1.48114	A	6.48
VIVIENDA 32	2	0.8	69.92	111.872	2.67	4.34	2.67	12	0.291666667	0.285916	0.98028	B	31.986
VIVIENDA 33	4	0.8	80.74	258.368	6.72	3.59	3.59	12	0.291666667	0.166507	0.57088	C	43.02
VIVIENDA 34	4	0.8	35	112	1.67	2.09	1.67	12	0.291666667	0.178393	0.61163	C	19.98
VIVIENDA 35	2	0.8	78	124.8	3.02	4.20	3.02	12	0.291666667	0.290625	0.99643	A	36.27
VIVIENDA 36	3	0.8	99.6	239.04	3.29	4.82	3.29	12	0.291666667	0.16506	0.56592	C	39.456
VIVIENDA 37	4	0.8	106.5	340.8	3.32	6.17	3.32	12	0.291666667	0.117042	0.40129	D	39.888
VIVIENDA 38	3	0.8	135	324	4.06	5.51	4.06	12	0.291666667	0.150278	0.51524	C	48.69
VIVIENDA 39	3	0.8	120	288	4.97	5.97	4.97	12	0.291666667	0.206875	0.70929	B	59.58
VIVIENDA 40	4	0.8	53.1	169.92	2.05	3.20	2.05	12	0.291666667	0.144703	0.49613	C	24.588
VIVIENDA 41	3	0.8	120	288	3.49	7.92	3.49	12	0.291666667	0.145375	0.49843	C	41.868
VIVIENDA 42	4	0.8	97.5	312	2.93	6.01	2.93	12	0.291666667	0.1125	0.38571	D	35.1
VIVIENDA 43	3	0.8	68.9	165.36	2.06	4.19	2.06	12	0.291666667	0.149565	0.51279	C	24.732
VIVIENDA 44	3	0.8	68	163.2	2.61	3.00	2.61	12	0.291666667	0.191912	0.65798	C	31.32

**NOTAS:**

(a) = Representa a las diferentes distribuciones de las viviendas en planos en planta.

(b) = Nº de Pisos observados en visitas técnicas

(c) = Peso promedio del piso  $W(\text{ton}/\text{m}^2)$ , dato extraído de: Rodríguez, J., (2005) Aplicación del Método Italiano del índice de Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas del Asentamiento Humano "El Altillio" en el Distrito del Rímac. p 85.

(d) = Área de la planta típica  $Ap(\text{m}^2)$ . Extraída de planos de vivienda.

(e) = Peso Edificación  $P(\text{Ton})$ , es el resultado de  $(e) = (b) * (c) * (d)$

(f) = Área muros X-X  $(\text{m}^2)$ . Es el resultado del producto del espesor del muro en dirección del eje "X" y la longitud del muro en la misma dirección.

(g) = Área muros Y-Y  $(\text{m}^2)$ . Es el resultado del producto del espesor del muro en dirección del eje "Y" y la longitud del muro en la misma dirección.

(h) = Área menor  $Am(\text{m}^2)$ , es el resultado del menor de las áreas obtenidas en las columnas (f) y (g).

(i) = Resistencia Cortante  $tk(\text{Ton}/\text{m}^2)$ . Dato extraído de: Rodríguez, J., (2005) Aplicación del Método Italiano del índice de Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas del Asentamiento Humano "El Altillio" en el Distrito del Rímac. p 85.

(j) =  $Z*U*S*C/R = \beta$ , Coeficientes extraídos del RNE

(k) =  $tk*Am/P = \alpha = ((i) * (h)) / (e)$

(l) =  $\alpha/\beta = \gamma = (k) / (j)$

(m) = Clase A,B,C,D; Categorías del parámetro

(n) =  $V(\text{Ton}/\text{m}^2) = (i) * (h)$

### 3.4 Parámetro 4. Posición del edificio y cimentación.

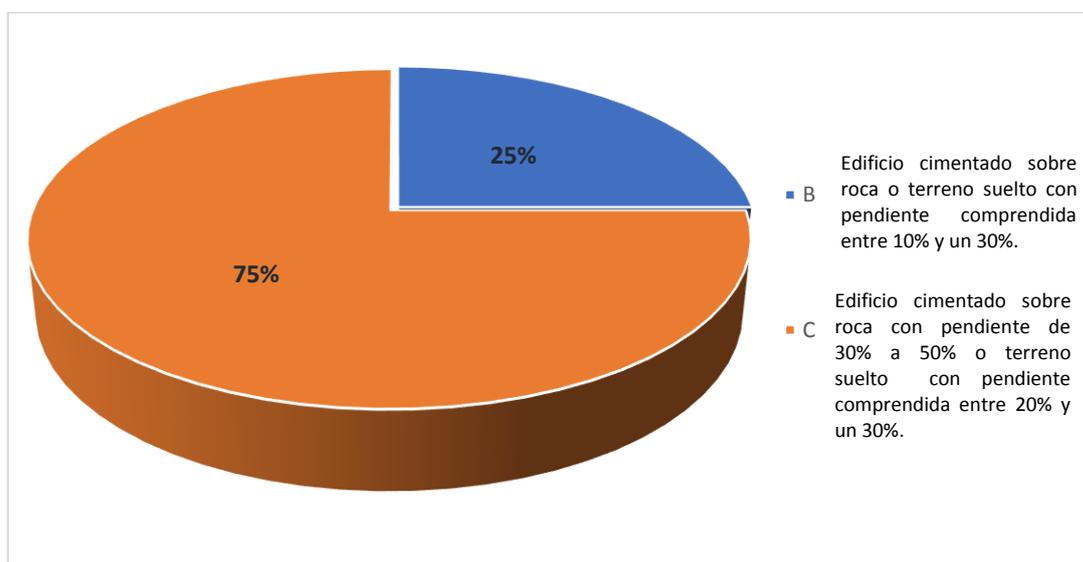


Figura 6: Posición del edificio y de la cimentación de las viviendas del barrio Urubamba en porcentaje

En la posición del edificio y cimentación; 75% de las viviendas tienen una calificación C, es decir 33 viviendas están cimentadas sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre 20% y un 30% sobre terreno rocos con pendiente comprendida entre 30% y un 50%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es inferior a 1 metro. Presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén; el 25% de las viviendas tienen una calificación B, representado por 11 viviendas que están cimentadas sobre roca con pendiente comprendidas entre 10% y un 30% o sobre terreno suelto con pendiente comprendida 10% y un 30%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es inferior a 1 metro. Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén (Ver figura N° 6).

### 3.5 Parámetro 5. Diafragmas Horizontales.

El edificio con diafragmas, de cualquier naturaleza tiene 3 condiciones: (1) ausencia de planos a desnivel y placas de concreto, (2) la deformabilidad del diafragma es despreciable y (3) no existen áreas abiertas mayores que 50% del área bruta del diafragma, de las cuales el 89% de las edificaciones evaluadas tienen 1 condición, es decir 39 viviendas tienen una calificación de C y el 11% de las edificaciones una calificación B, por ser 5 edificaciones que presentan 2 condiciones de diafragma (Ver figura N° 7).

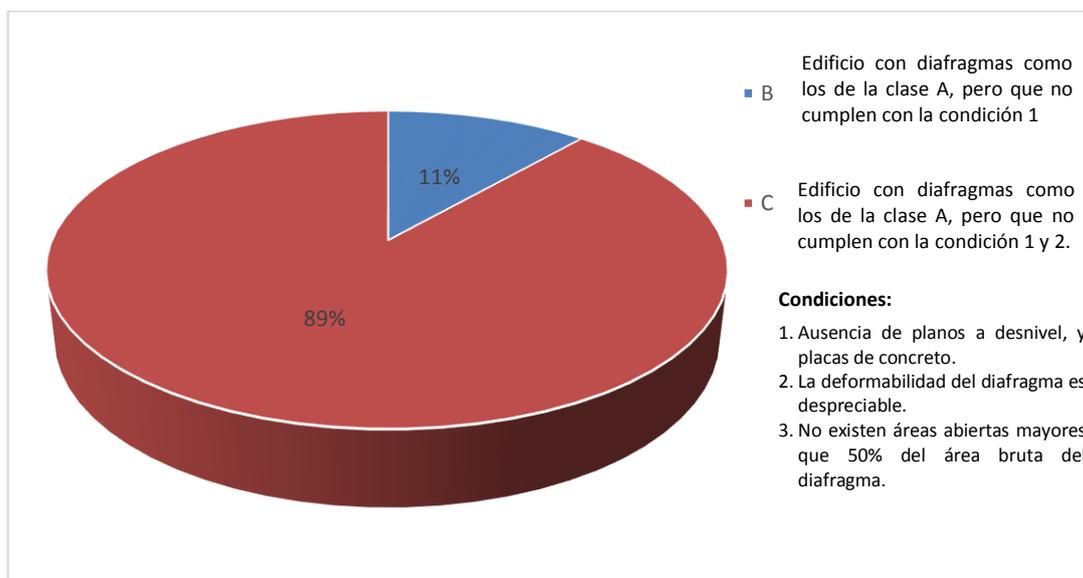


Figura 7: Diafragmas horizontales de viviendas del barrio Urubamba, 2019 en porcentaje.

### 3.6 Parámetro 6. Configuración en planta.

En la configuración en planta: 39% de las viviendas tienen una calificación de A, es decir 17 viviendas presentan  $\beta_1 \geq 0.8$  o  $\beta_2 \leq 0.1$ ; 25% de las viviendas tienen configuración comprendida entre  $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$  o  $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$ , representado por 11 viviendas que tienen una calificación de C; 20% tienen una calificación de D, donde 9 viviendas tienen como

resultado  $0.4 > \beta_1$  o  $0.3 < \beta_2$  y el 19% de las viviendas presentan una calificación de B, dicho de otra manera, 8 edificaciones tienen  $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$  o  $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$  (Ver figura N° 8).

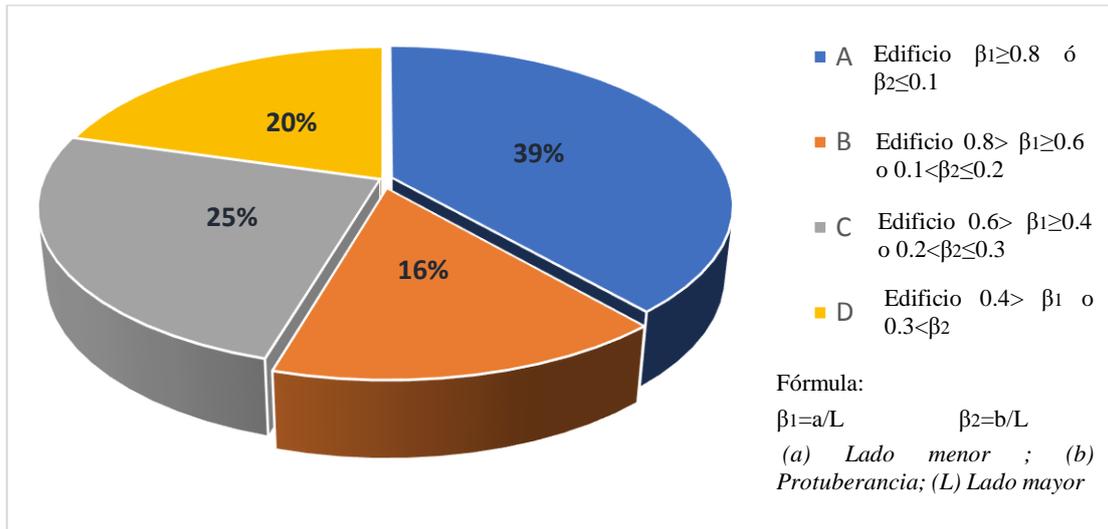


Figura 8: Configuración en planta de viviendas del barrio Urubamba, 2019 en porcentaje.

### 3.7 Parámetro 7. Configuración en elevación.

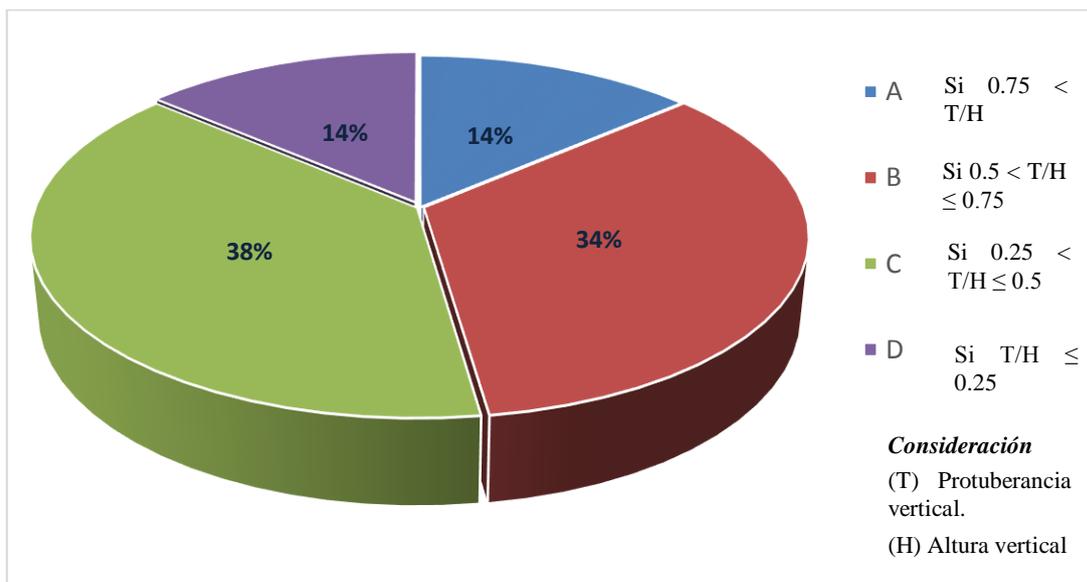


Figura 9: Configuración en elevación de las viviendas del barrio de Urubamba, 2019.

El 38% de las viviendas presentan una ratio  $0.25 < T/H \leq 0.5$ , es decir 17 viviendas tienen una calificación de C; 34% de las viviendas presentan una ratio  $0.5 < T/H \leq 0.75$ , siendo 15 viviendas las que tienen una calificación B; 14% de las viviendas presentan una ratio  $T/H \leq 0.25$  es decir 6 viviendas pertenecen a una clasificación D y 6 viviendas tienen una calificación A, con una ratio  $0.75 < T/H$  (Ver figura N° 9).

### 3.8 Parámetro 8. Separación máxima entre muros.

El 77% de edificaciones presentan una ratio  $25 < L/S$ , es decir 34 edificaciones presentan una calificación D; 16% presentan una calificación C, es decir 7 edificaciones tienen una ratio  $18 < L/S \leq 25$ ; 5% de edificaciones presentan una ratio  $L/S \leq 15$ , perteneciendo a 2 casas clasificadas en categoría A y 1 edificación presenta una ratio  $15 < L/S \leq 18$ , representando al 2% de edificaciones con una clasificación B (Ver figura N° 10).

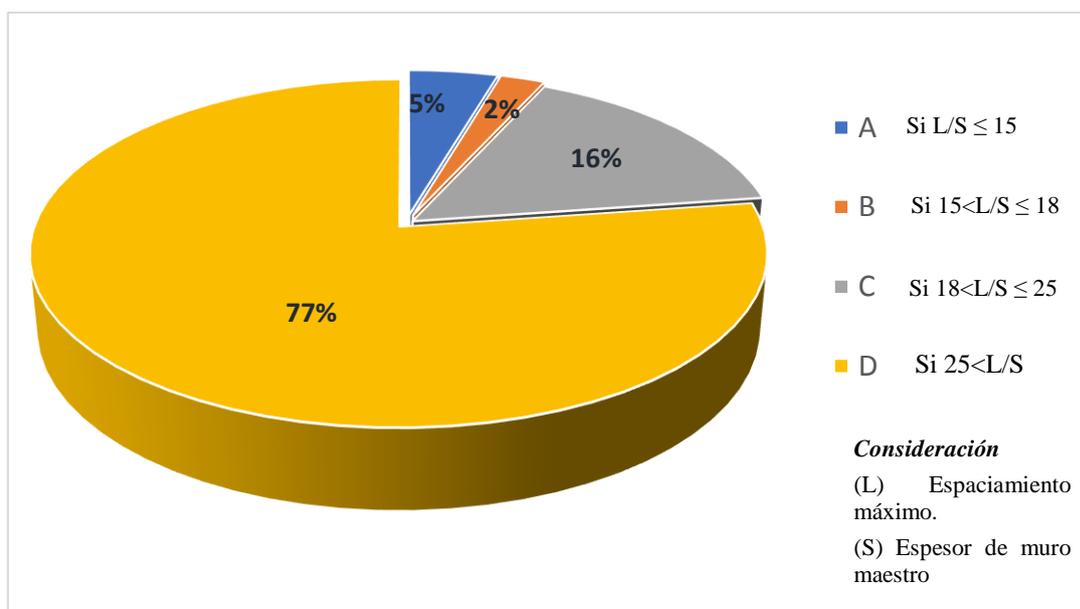


Figura 10: Separación máxima entre muros de viviendas del barrio Urubamba, 2019.

### 3.9 Parámetro 9. Tipo de Cubierta.

El parámetro de tipo de cubierta plantea 3 características de la clase A, las cuales son: (1) cubierta estable, provista de una estructura que soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas; (2) cubierta anclada adecuadamente a la estructura que la soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc.); (3) cubierta plana debidamente amarrada y apoyada a la estructura de cubierta de losa aligerada. Por ello, la figura N° 11 muestra que el 98% de las edificaciones no cumplen con 2 características de las 3 mencionadas líneas arriba, es decir 43 edificaciones tienen una calificación de C y 2% de las edificaciones una calificación de D, es decir 1 edificación no cumple con ninguna característica de las 3 mencionadas arriba.

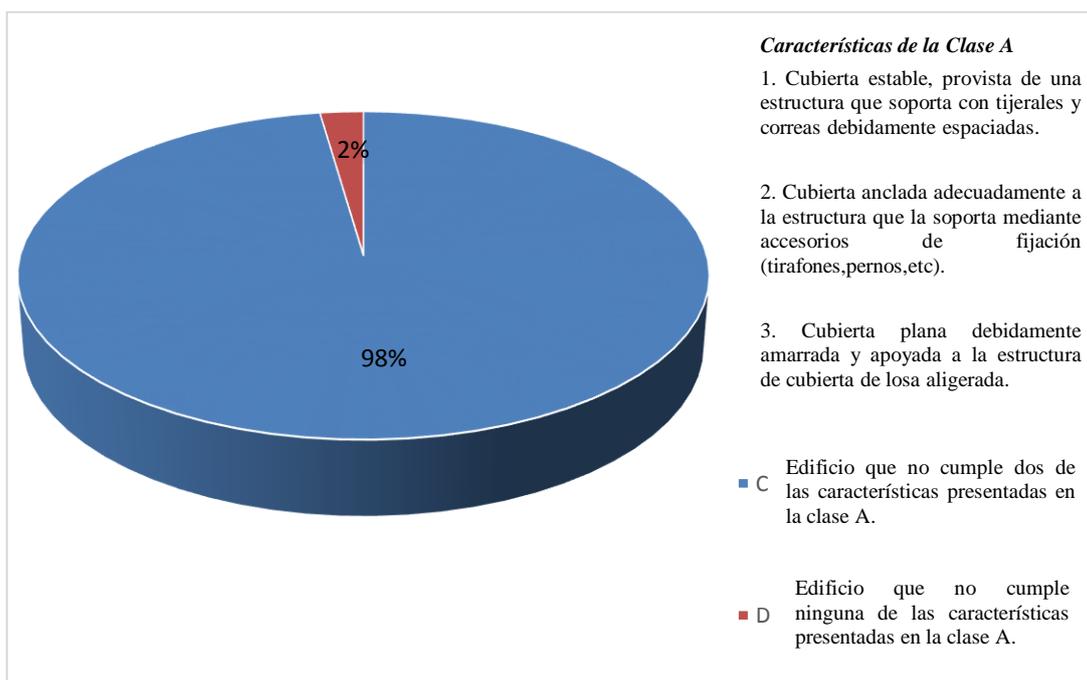


Figura 11: Tipo de cubierta de las viviendas del barrio Urubamba

### 3.10 Parámetro 10. Elementos no Estructurales.

El 80% de las edificaciones cuentan con elementos de pequeña dimensión, mal vinculadas a la pared, siendo 35 edificaciones de las 44 estudiadas clasificadas como C;

9% de las edificaciones sus elementos no estructurales están sin parapetos con elementos de cornisas bien conectadas a la pared, siendo las 4 edificaciones las que se clasifican como B; 4 edificaciones se clasifican como D, perteneciendo 9% de edificaciones que presentan cualquier otro tipo de elementos en el techo mal vinculados a la estructura y el 2% de las edificaciones tienen elementos no estructurales sin parapetos y sin cornisas, es decir son clasificados como A y representa a 1 edificación de las 44 estudiadas (Ver figura N° 12).

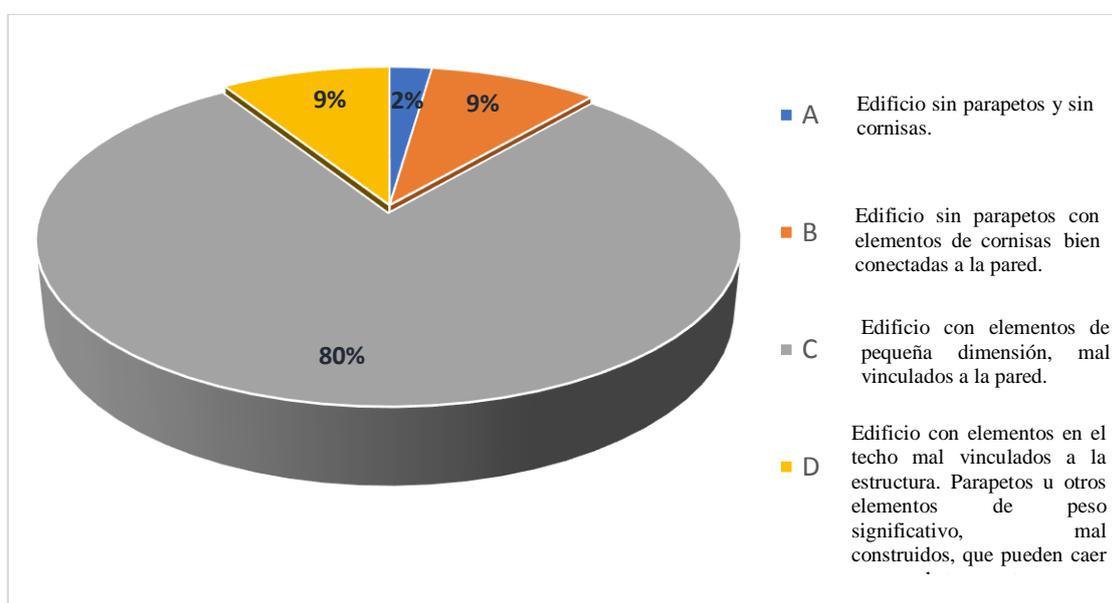


Figura 12: Elementos no estructurales según categoría de viviendas del barrio Urubamba, 2019.

### 3.11 Parámetro 11. Estado de conservación.

El 61% de viviendas presentan una clasificación C, es decir 27 viviendas presentan muros con lesiones de tamaño medio entre 2 a 3 milímetros de ancho o con lesiones capilares producidas por sismo; 30% de edificaciones tienen muros que presentan lesiones capilares no extendidas, con excepción de los casos en los cuales dichas lesiones han sido producidas por terremotos, es decir 13 edificaciones son clasificadas con categoría B; 5% de edificaciones presentan categoría D, porque sus muros presentan un fuerte

deterioro de sus materiales constituyentes o lesiones muy graves de más de 3 milímetros de ancho y 4% de edificaciones tienen muros en buena condición, sin lesiones visible , es decir 2 edificaciones clasificadas con categoría A (Ver figura N° 13).

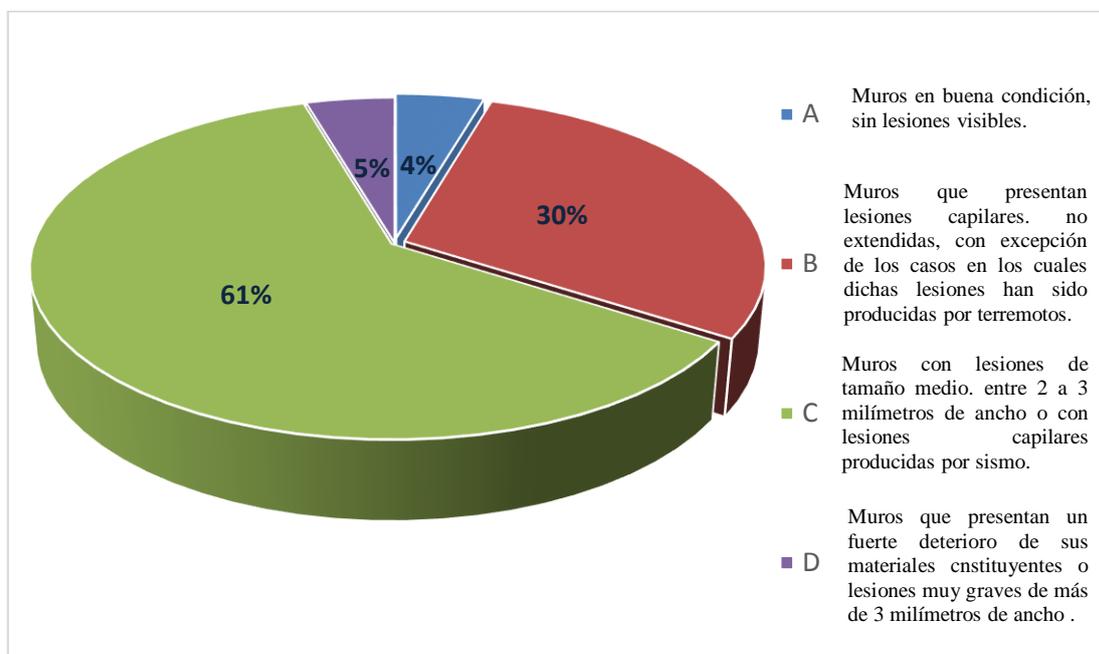


Figura 13: Estado de conservación según categoría de viviendas de Urubamba, 2019.

#### Medición de Índice de Vulnerabilidad:

Con respecto al índice vulnerabilidad como resultado global se tiene que; 59% de las edificaciones tienen una vulnerabilidad media a baja, en términos de cantidad representaría a 26 viviendas; 39% de las edificaciones tienen vulnerabilidad de media a alta, siendo representado por 17 viviendas y el 2% presentan vulnerabilidad alta, es decir una sola vivienda es de vulnerabilidad alta (Ver figura N° 14).

Este resultado también se ve reflejado acorde a los puntajes obtenidos en la tabla N° 8, donde, por vivienda se muestra el puntaje obtenido como calificación y a que índice de vulnerabilidad pertenece.

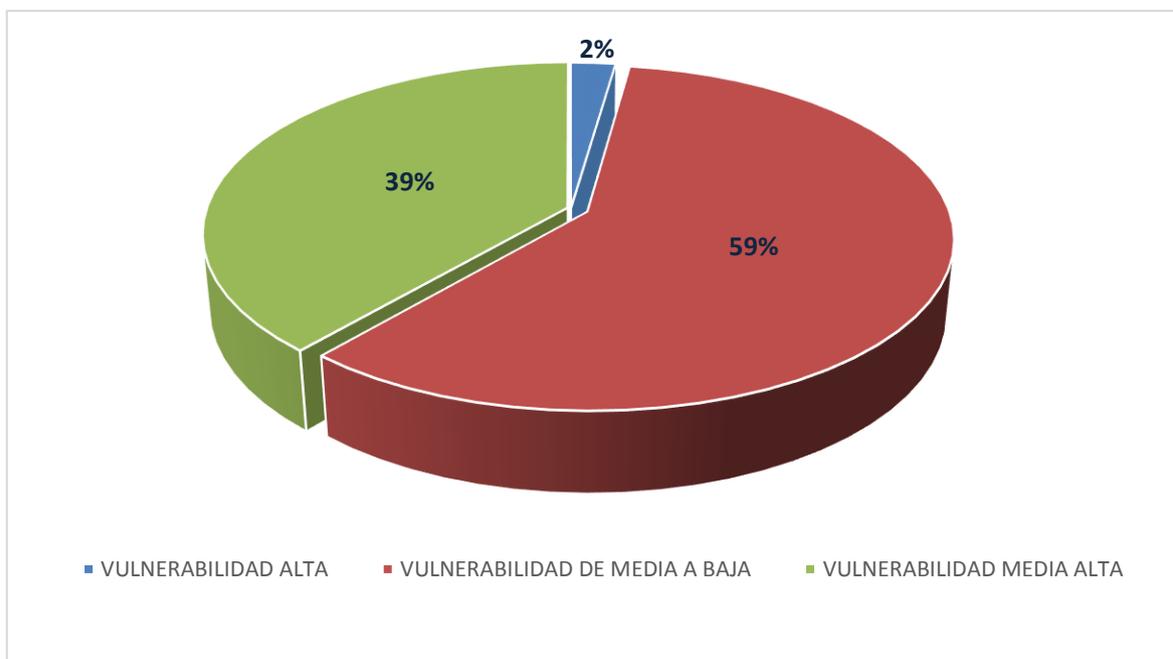


Figura 14: Índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada del barrio Urubamba

Tabla 8: Índice de vulnerabilidad por vivienda

N° DE VIVIENDA	Puntuación	Índice Vulnerabilidad
VIVIENDA 1	196.25	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA
VIVIENDA 2	120	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA
VIVIENDA 3	177.5	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA
VIVIENDA 4	175	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA
VIVIENDA 5	185	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA
VIVIENDA 6	147.5	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA
VIVIENDA 7	197.5	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA
VIVIENDA 8	135	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA
VIVIENDA 9	167.5	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA
VIVIENDA 10	165	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA
VIVIENDA 11	175	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA
VIVIENDA 12	153.75	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA
VIVIENDA 13	212.5	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA
VIVIENDA 14	237.5	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA
VIVIENDA 15	171.25	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA
VIVIENDA 16	160	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA
VIVIENDA 17	190	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA
VIVIENDA 18	196.25	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA
VIVIENDA 19	202.5	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA
VIVIENDA 20	158.75	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA
VIVIENDA 21	180	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA
VIVIENDA 22	167.5	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA
VIVIENDA 23	165	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA
VIVIENDA 24	177.5	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA
VIVIENDA 25	155	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA
VIVIENDA 26	200	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA
VIVIENDA 27	152.5	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA
VIVIENDA 28	232.5	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA
VIVIENDA 29	202.5	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA
VIVIENDA 30	137.5	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA
VIVIENDA 31	153.75	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA
VIVIENDA 32	165	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA
VIVIENDA 33	237.5	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA
VIVIENDA 34	235	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA
VIVIENDA 35	137.5	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA
VIVIENDA 36	215	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA
VIVIENDA 37	265	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA
VIVIENDA 38	140	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA
VIVIENDA 39	165	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA
VIVIENDA 40	215	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA
VIVIENDA 41	237.5	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA
VIVIENDA 42	287.5	VULNERABILIDAD ALTA
VIVIENDA 43	237.5	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA
VIVIENDA 44	208.75	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

Los resultados de la presente investigación con respecto al objetivo general se determinaron en base a un inventario inicial de las edificaciones que tienen como sistema constructivo albañilería confinada, es decir que cuentan con elementos constructivos como ladrillos de arcilla y concreto armado y que aplicando los lineamientos del método propuesto por Benedetti y Petrini en el año 1984 y contemplando los lineamientos del Reglamento Nacional de Edificaciones. Se logró determinar que la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería del Distrito de Cajamarca, es media a baja en 59%, media a alta en 39% y alta en 2% (Ver Figura N° 14).

Asimismo, las edificaciones estudiadas en la investigación fueron construidas entre los años 2000 a 2018 (Ver Figura N° 1); años en que el Perú ya contaba con una norma de construcción conocida como RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones), lo que indicaría que debieron ser construidas bajo esas normas existentes, sin embargo, los resultados de la investigación en cuanto al parámetro organización del sistema resistente muestran que el 93% de las viviendas fueron construidas por maestro de obra y/o autoconstrucción (Ver Figura N° 3), dicho sea de paso, con baja asistencia técnica y sin contemplar la norma en su totalidad.

Al evaluar cada uno de los parámetros de medición podemos indicar; que los resultados obtenidos para el parámetro de calidad sismorresistente (Ver figura N° 4), obtienen calificación “C” para el 96% de las viviendas, esto reflejado por elementos constructivos no apropiados, como es el uso de ladrillo artesanal que posee un bajo costo y disponibilidad en

el mercado, además este tipo de ladrillo no cumple con las exigencias mínimas requeridas por el RNE, sumado a esto una deficiente dosificación del concreto, juntas de pega entre ladrillos de hasta 3 cm que ocasiona una mala adherencia entre el ladrillo y la junta, provocando que el muro sea menos rígido y no soporte fuerzas cortantes (sismo). En general estas características le otorgan una baja calidad del sistema resistente e incrementa la vulnerabilidad sísmica de la edificación.

El parámetro de resistencia convencional evalúa la fiabilidad de la resistencia que puede presentar cada una de las viviendas frente a cargas horizontales, este parámetro busca evaluar la relación que existe entre los esfuerzos resistentes permisibles y los esfuerzos actuantes de la estructura en cada uno de los sentidos de los sismos, aquí se realizan unos cálculos sencillos, en la que se tienen en cuenta la resistencia de los muros en las direcciones principales de los ejes “X” y “Y”, tal como muestra la tabla N° 7, resultado de la evaluación de las 44 viviendas. La figura N° 5 muestra que del 100% de las viviendas en estudio se obtuvo la categoría del 41% con clase “C”, el 27% con clase “B”, el 23% clase A y 9% con clase “D”. Mencionando que la calificación A, sería la que cumpliría con una resistencia mayor a la resistencia permisible, por lo que las clasificaciones B, C y D no cumplirían con lo solicitado por la norma RNE. Acorde a inspección en campo y por el modelo constructivo se tomó mayor énfasis en este parámetro debido al mayor peso en la tabla de evaluación, por lo que se generó 44 planos en base al modelo estructural de cada vivienda (Ver anexo N° 6 planos de viviendas).

Referente al parámetro de posición del edificio y cimentación, las viviendas en estudio se caracterizan por tener una pendiente elevada, mostrando que la posición del edificio y cimentación, según las curvas de nivel obtenidas (Ver Anexo N° 4), se obtuvo que para

edificaciones de la parte alta se tiene una pendiente del 30% al 50%, con un terreno rocoso y en las edificaciones de la parte baja una pendiente del 20% y 30%, con un terreno de suelo suelto, calificando este parámetro con “C” al 75% de las viviendas y “B” al 25% de las viviendas (Ver figura N° 6). La presencia de pendientes elevadas origina un empuje lateral constante sobre las edificaciones (energía potencial), pudiéndose originar derrumbes o deslizamientos sobre las viviendas.

Las características de las edificaciones estudiadas, muestran que en la mayoría de los diafragmas horizontales, no existían áreas abiertas mayores al 50%, esto confiere a las edificaciones una mayor rigidez, arriostramiento y propiedades sismorresistentes; a su vez en la mayoría de las edificaciones se observaba deformaciones significativas en los diafragmas horizontales como espaciamientos diferenciados entre viguetas, utilización de materiales de construcción con baja resistencia, dosificación de concreto en condiciones no adecuadas, esto principalmente debido a un proceso constructivo sin supervisión de un profesional, por lo que se le otorgó una calificación “C” al 89% de las viviendas y calificación “B” al 11% de las viviendas(Ver figura N° 7).

Configuración en planta, analiza la irregularidad de la edificación, al existir mayor irregularidad en las edificaciones, éstas pierden la capacidad de absorber y disipar las fuerzas sísmicas, en la visita de campo se pudo evidenciar que la mayoría de las edificaciones no presentan protuberancias, pero si existen viviendas con una desproporción entre el largo y ancho, teniendo mayores excentricidades con respecto de su centro de masa y rigidez por lo que las viviendas estarían sometidas a grandes momentos torsionales. Se otorgó calificación “A” al 39%, “C” al 25%, “D” al 20% y “D” al 16% del 100% de viviendas evaluadas, con configuración en planta (Ver figura N° 8).

Así como la configuración en elevación otorgará la capacidad para reducir las fuerzas sísmicas, mediante la absorción y disipación de energía. Verticalmente no se observó protuberancias en relación con la altura de la edificación, por lo que se calificó las edificaciones según el número de pisos, donde a mayor número de pisos mayor vulnerabilidad, suponiendo la existencia de una mala distribución en relación al centro de masas y centro de rigidez. Sumado a lo anterior mencionado la presencia de volados agravan las condiciones de vulnerabilidad sísmica de las viviendas evaluadas. Por tanto, se otorgó calificación “C” al 38%, “B” al 34%, “A” y “D” con un 14% cada clase del total de viviendas evaluadas (Ver figura N° 9).

La separación máxima entre muros, parámetro que mide la separación que existe entre los muros transversales del muro portante y su espesor, en la visita de campo se pudo evidenciar que muchas de las viviendas mantienen una separación considerable entre los muros transversales al muro portante, principalmente porque el propietario desea mayor espacio, al tener en mucho de los casos un área de terreno reducida, los fines estructurales de tener un adecuado espaciamiento entre muros transversales y espesor de muro portante, son para conferirle rigidez y soportar las fuerzas sísmicas en sus diferentes direcciones; en conclusión, se puede mencionar que si los muros transversales de los muros portantes estarían distanciados, el espesor de los muros deberían tener una mayor dimensión. El resultado obtenido para el parámetro diafragmas horizontales, el 77% de viviendas fue calificada en la categoría “D” (Ver figura N° 10)

Las edificaciones estudiadas presentan losa aligerada en el último nivel, a tener en cuenta que una losa aligerada posee un mayor peso que otro tipo de cubierta, representando un mayor peligro. Obteniéndose como resultado una categorización de “C” al 98% y “D” al 2% del total de viviendas en estudio (Ver figura N° 11).

La figura N° 12 muestra los elementos no estructurales de las edificaciones, fueron clasificadas con la categoría “C”, a un 80%, puesto que existen pequeños elementos no estructurales con algunas deficiencias al ser vinculadas a la estructura, los elementos no estructurales, de mayor frecuencia presentes en la edificación fueron parapetos, tanques elevados y lavaderos.

El parámetro estado de conservación, busca determinar el estado actual de las viviendas, que como se sabe, el mantenimiento y conservación de los elementos estructurales son de gran importancia, puesto que estos podrían ocasionar fallas de servicio o en el peor de los casos fallas frágiles, provocando el colapso súbito de la estructura. En la investigación se encontraron que 61% de viviendas presentan calificación C, presentan muros con lesiones de tamaño medio entre 2 a 3 milímetros de ancho o con lesiones capilares, 30% de las viviendas presentan lesiones no capilares extendidas, calificación B, 5% calificación D, sus muros presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes o lesiones muy graves de más de 3 milímetros de ancho y el 4% tienen elementos constructivos en buen estado con calificación A (Ver figura N° 13)

Por otro lado, según Abanto, Cárdenas 2015, en su tesis titulada “Determinación de la Vulnerabilidad Sísmica Aplicando el Método de Benedetti-Petrini en las Instituciones Educativas del Centro Histórico de Trujillo, Provincia de Trujillo, Región La Libertad”,

obtuvo como resultado que las edificaciones en estudio, en todos sus bloques tienen una vulnerabilidad media-baja, estructuras que pueden tener daños importantes ante un evento sísmico, pero no colapsarían, necesitando una rehabilitación. Resultados que coinciden con la investigación que muestra un 59% de las viviendas presentarían vulnerabilidad sísmica media a baja. A pesar que la ubicación de los estudios son diferentes zonas sísmicas (Trujillo zona 4), se observa que se presentaron similares situaciones en cuanto al proceso constructivo y uso de materiales de construcción inadecuados. Se debe tener presente que una institución educativa según RNE E-030, es una edificación esencial y se infiere que fue construida con la filosofía Sismorresistente y debería presentar una vulnerabilidad baja.

Gonzales, 2017, en su tesis titulada *“Vulnerabilidad Sísmica del Edificio 1-I de la Universidad Nacional de Cajamarca”* obtuvo como resultados que el edificio 1I de la Universidad Nacional de Cajamarca tiene una vulnerabilidad sísmica alta, debido a su comportamiento sísmico inadecuado, esto porque los elementos estructurales como, vigas, columnas y losas solo soportarían la cargas de servicio y colapsarían ante un evento sísmico, a diferencia con la investigación que obtuvo una vulnerabilidad sísmica media a baja, se menciona que el método utilizado por Gonzales en su tesis, es más exhaustivo aplicado para una sola edificación, haciendo posible un estudio estático y dinámico. Esto llevaría a pensar que si se hubiese aplicado este método diferente en cada una de las viviendas en estudio se habría determinado una vulnerabilidad mayor de las edificaciones en estudio.

Núñez y Gastelo, 2015, en su tesis titulada *“Vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Chiclayo, zona Oeste (Av. Eufemio, Panamericana Norte y Av. Augusto B. Leguía)”*, obtuvo que las edificaciones de la zona 1, poseen vulnerabilidad sísmica baja. Las edificaciones de la zona 2, poseen vulnerabilidad sísmica baja y media. Las edificaciones de la zona 3, poseen

una vulnerabilidad sísmica media. Las edificaciones de la zona 4, poseen una vulnerabilidad sísmica media y alta. En concordancia con el estudio realizado se evidencia que cumple un factor importante la densidad de muros, calidad de la mano de obra y los materiales de construcción. Nuevamente se menciona la diferencia entre las zonas sísmicas de los estudios realizados, así como también la geografía, puesto que la ciudad de Cajamarca y la zona en estudio presenta una topografía más accidentada que la ciudad de Chiclayo

Arteaga, 2016, en su tesis titulada *“Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Rehabilitación y Evaluación del Índice de Daño de una Edificación Perteneciente al Patrimonio Central Edificado en la Ciudad de Cuenca-Ecuador”*, introduce los conceptos de curvas de fragilidad, para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica utiliza el método de Benedetti-Petrini. Obtuvo que los factores determinantes de la vulnerabilidad son la irregularidad en planta y vertical, la vida útil y el estado de conservación y que la unidad de análisis posee una vulnerabilidad sísmica alta. Así mismo en contraste con la investigación los factores importantes son la configuración en planta y elevación, la vida útil y el estado de conservación.

Alvayay, 2013, en su tesis titulada *“Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica del Casco Urbano de la Ciudad de Valdivia, empleando Índices de Vulnerabilidad -Chile”* obtiene que en cuanto a las metodologías de índice de vulnerabilidad que se ocuparon, se concluye que no se requiere información sobre la acción sísmica. La estructura se define mediante el índice de vulnerabilidad y los parámetros empleados, aplicable al contexto local de cada ciudad que desee desarrollarlo, por lo que no se recomienda comparar resultados entre ciudades que difieran notablemente entre sí, como, por ejemplo: una ciudad desarrollada en vías de desarrollo. La confiabilidad del método Benedetti y Petrini 1984 utilizado es respaldada por

la tesis en mención, demostrando que los datos obtenidos son confiables y representan la realidad estudiada, de tal manera que se pueda realizar inferencias y recomendaciones acertadas.

El estudio aporta al conocimiento, puesto que se ha logrado determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas en estudio. Aporte al propietario de vivienda, pudiendo éste tomar medidas de mejoramiento, reforzamiento y reducción de riesgos. Identificar zonas vulnerables e implementar medidas de prevención, involucrando a los propietarios, municipales y demás entidades públicas y privadas. Otorga una idea hipotética de los posibles sucesos ante un evento sísmico.

Los principales hallazgos son que la vulnerabilidad sísmica del distrito de Cajamarca, en viviendas en estudio, es media a baja, teniendo factores importantes la organización resistente, calidad del sistema resistente y resistencia convencional.

Con respecto a limitaciones del estudio, éstas fueron principalmente en la recolección de información, esto debido a que los propietarios de las diferentes viviendas no se encontraban en su vivienda, el tiempo que otorgaban a los investigadores no era lo suficiente para aplicar la ficha de información, tenían desconfianza o simplemente no deseaban cooperar con los investigadores.

## **4.2 Conclusiones**

- A partir del estudio se concluye que la vulnerabilidad sísmica del barrio Urubamba, Distrito de Cajamarca 2019; el 59% de las viviendas son de vulnerabilidad media a

baja, 39% vulnerabilidad media a alta y 2% vulnerabilidad alta, por lo tanto, se rechaza la hipótesis, la cual plantea una vulnerabilidad sísmica alta para las viviendas del distrito de Cajamarca, barrio Urubamba, 2019.

- Se realizaron las visitas de campo a la zona en estudio, determinando un inventario de 44 viviendas de albañilería. Asimismo se recolecto de cada una la información pertinente, evidenciándose en el panel fotográfico (Ver anexo N° 5 ).
- Según propone el método Benedetti y Petrini, se obtuvieron las diferentes calificaciones para los 11 parámetros evaluados en cada vivienda, Calificaciones presentadas según tabla adjunta.

Tabla 10 Categorización de los parámetros de vulnerabilidad por viviendas

<b>CALIFICACION DE PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD</b>											
<b>N° VIVIENDA</b>	<b>3.1. Organización del sistema resistente</b>	<b>3.2. Calidad del sistema resistente</b>	<b>3.3. Resistencia convencional</b>	<b>3.4. Posición del edificio y de la cimentación</b>	<b>3.5. Diafragmas horizontales</b>	<b>3.6. Configuración en Planta</b>	<b>3.7. Configuración en Elevación</b>	<b>3.8. Separación máxima entre muros</b>	<b>3.9. Tipos de cubierta</b>	<b>3.10. Elementos no estructurales</b>	<b>3.11. Estado de conservación</b>
1	D	C	C	B	C	C	D	D	C	B	B
2	D	C	A	B	C	B	A	D	C	C	B
3	D	C	B	B	C	C	C	C	C	C	C
4	D	C	A	C	C	D	A	D	C	C	C
5	D	C	A	C	C	C	A	D	C	C	D
6	A	C	C	C	C	D	B	C	C	C	B
7	D	C	C	C	C	B	C	D	C	C	B
8	B	C	C	C	B	A	C	C	C	C	A
9	D	D	B	C	C	B	C	C	C	C	B
10	D	C	B	C	C	A	C	D	C	C	B

11	D	C	C	C	C	A	B	D	C	C	B
12	D	C	B	C	C	A	B	A	C	C	C
13	D	C	C	C	C	B	C	C	C	C	C
14	D	C	D	C	C	C	C	D	C	D	A
15	D	C	B	C	C	C	B	D	C	A	C
16	D	C	A	C	C	C	B	B	C	C	C
17	D	C	B	C	C	A	B	D	D	D	C
18	D	C	C	C	B	D	C	A	C	C	B
19	D	C	C	C	C	C	B	C	C	C	C
20	D	C	A	B	C	D	B	D	C	B	C
21	D	C	A	C	C	D	A	D	C	D	C
22	D	C	B	C	C	B	B	D	C	C	C
23	D	C	B	C	C	A	B	D	C	C	C
24	D	C	B	C	C	C	B	C	C	D	C
25	D	C	A	B	C	C	B	D	C	C	C
26	D	C	C	B	C	A	C	D	C	C	C
27	D	C	B	B	C	B	B	D	C	C	C
28	D	C	D	B	C	B	C	D	C	C	C
29	D	C	C	B	B	C	C	D	C	C	C
30	D	C	A	B	C	A	A	D	C	C	C
31	D	C	A	B	B	C	A	D	C	B	D
32	D	C	B	C	C	A	B	D	C	C	C
33	D	C	C	C	C	D	D	D	C	C	B
34	D	C	C	C	C	A	D	D	C	C	C
35	D	C	A	C	C	A	B	D	C	C	B
36	D	C	C	C	C	A	C	D	C	C	C
37	D	C	D	C	C	A	D	D	C	C	C
38	B	B	C	C	B	A	C	D	C	C	B
39	D	C	B	C	C	A	C	D	C	C	B
40	D	C	C	C	C	A	D	D	C	C	B
41	D	C	C	C	C	D	C	D	C	C	C
42	D	C	D	C	C	D	D	D	C	C	C
43	D	C	C	C	C	D	C	D	C	C	C
44	D	C	C	C	C	A	C	D	C	B	C

- Se elaboró el mapa de vulnerabilidad para la muestra en estudio del sector 20 barrio Urubamba, herramienta importante para la mitigación de desastres, crecimiento urbano y territorial de los habitantes de la zona en estudio (Ver anexo N°5).

### 4.3 Recomendaciones

- Se recomienda a los habitantes de la zona y a sus autoridades solicitar asistencia técnica a instituciones como Municipalidad Provincial y/o Colegio de Ingenieros para realizar estudios de mantenimiento y reforzamiento de sus viviendas para reducir posibles pérdidas ante eventos sísmicos.
- Se recomienda para futuras investigaciones la construcción de funciones de vulnerabilidad e índice de daño, para zonas específicas que sirvan a su vez para futuras investigaciones. Además, es importante que se asocien los aspectos social y económico de los moradores en este tipo de estudios de vulnerabilidad sísmica.
- Se recomienda realizar más investigaciones de este tipo en los diferentes lugares de los distritos, provincias y departamentos del país, para construir un mapa de vulnerabilidad que servirá como directriz en los planes de crecimiento urbano y ordenamiento territorial, que sirva para tomar decisiones técnicas orientadas al desarrollo en general.

## REFERENCIAS

- A, B. S. (1998). *Construcciones de albañilería-Comportamiento sísmico y diseño estructural*. Lima: PUCP.
- Abanto, S., & Deysi, C. (2015). "*Determinación de la Vulnerabilidad Sísmica Aplicando el Método de Benedetti-Petrini en las Instituciones Educativas del Centro Histórico de Trujillo, Provincia de Trujillo, Región la Libertad*" [Tesis título profesional, Universidad Privada Antenor Orrego].
- Alva, J. (2016). *Evaluación de la relación de los factores estructurales en la vulnerabilidad sísmica de viviendas en las laderas de la Urbanización Tahuantinsuyo del Distrito de Independencia* [Tesis profesional, Universidad Privada del Norte].
- Álvarez, D. (2015). *Vulnerabilidad Sísmica de viviendas de adobe del C.P. La Huaráclla, Jesús, Cajamarca 2015* [Tesis profesional, Universidad Privada del Norte].
- Bazán, J. (2007). *Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca* [Tesis magistral, Pontificia Universidad Católica del Perú].
- BENEDETTI, D., & PETRINI, V. (1984). *Sulla vulnerabilità sismica di edifici in muratura: Prioste di un método di valutazione, L'industria delle Costruzioni*. Roma.

Cárdenas, L. (2008). *Análisis de la vulnerabilidad estructural del Hotel Comercio*  
[Tesis, Universidad Ricardo Palma].

Corsanego, A., & Petrini, V. (1990). *Seismic vulnerability of buildings. In:  
Proceedings of the SEISMED 3. Italia.*

Dolce, M., Kappos, A., Zuccaro, G., & Coburn, A. (1944). *Report of the EAEE  
working group 3: vulnerability and risk analysis, Technical Report 10th  
european conferencia on Earthquake Engineering. Vienna.*

González, F. (2017). *Vulnerabilidad sísmica del edificio 1-I de la Universidad  
Nacional de Cajamarca* [Tesis profesional, Universidad Nacional de  
Cajamarca].

Kuroiwa, J. (2002). *Reduccion de desastres-Viviendo en armonia con la naturaleza.*  
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Laucata, J. (2013). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales  
en la ciudad de Trujillo* [Tesis profesional, Pontificia Universidad Católica del  
Perú].

Maldonado, E., Chio, G., & Gómez, I. (2007). *Aplicación de los Conjuntos en la  
Evaluacion de los Páramentos de Vulnerabilidad Sísmica de las  
Edificaciones de Mamposteria.*

Maldonado, E., Gómez, I., & Chio, G. (2007). *Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Estructuras Utilizando un Diseño por Desempeño. Colombia.*

Mena, U. (1999). *Función de Vulnerabilidad Observada en España para Edificios de Mampostería no Reforzada. Murcia.*

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) (2006), *Reglamento Nacional de Edificaciones 2006 y sus actualizaciones. Lima*

Mosqueira, M. (2012). *Riesgo Sísmico en las Edificaciones de la Facultad de Ingeniería-Universidad Nacional de Cajamarca* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Trujillo].

Mosqueira, M., & Tarque, S. (2005). *Recomendaciones técnicas para mejorar la seguridad sísmica de viviendas de albañilería confinada de la costa peruana* [Tesis magistral, Pontificia Universidad Católica del Perú].

Ochoa, A. (2012). *Aplicación de los Sistemas de información geográfica para la determinación de escenarios de riesgo en el Balneario de Pucusana. Universidad Nacional de San Marcos, Peru.*

Quispe, W. (2019). *Evaluación de la Vulnerabilidad sísmica de las aulas del Centro Educativo primario n° 10237 del Distrito de Cutervo-Cajamarca* [Tesis profesional, Universidad Nacional de Cajamarca].

Retis, R. (2015). *Determinación de los índices de vulnerabilidad estructural de edificaciones de albañilería confinada, empleando el Método Japonés* [Tesis profesional, Universidad Ricardo Palma].

Rodríguez, J. (2005). *Aplicación del Método Italiano del Índice de Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas del Asentamiento Humando "El Atillo" en el Distrito del Rímac* [Tesis título profesiona, Universidad Nacional de Ingeniería].

Sánchez, R. (2003). *Vulnerabilidad sísmica de edificaciones en el distrito de San Juan de Lurigancho: Comportamiento sísmico de las construcciones de tierra* [Tesis profesional, Universidad Nacional de Ingeniería].

Vera, W. (2014). *Riesgo sísmico de las viviendas de albañilería confinada del barrio el Estanco, Cajamarca* [Tesis profesional, Universidad Nacional de Cajamarca].

Yépez, F. (1994). *Función de Vulnerabilidas Observada en España para Edificios de Mampostería no Reforzada. Almería.*

Yépez, F. (1996). *Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo sísmico de estructuras aplicando técnicas de simulación* [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Catalunya]. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=243849>

## **ANEXOS.**

## ANEXO N°1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TÍTULO:** VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA DEL BARRIO URUBAMBA - CAJAMARCA, 2019.

**Autor:** Juana Janeth Chavez Vásquez y Miguel Angel Arana Rabanal

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><b>¿Cuál es la Vulnerabilidad Sísmica de las viviendas del Distrito de Cajamarca, 2019?</b></p> <p>El problema existente es la vulnerabilidad sísmica intrínseca de las edificaciones construidas, que pueden traer como consecuencia pérdidas económicas y pérdidas de vidas de los seres vivos, ante un evento sísmico. La vulnerabilidad sísmica es ocasionada por escasos recursos económicos y desconocimiento de la normativa peruana (Reglamento Nacional de Edificaciones), trae consigo una baja u ausente asistencia técnica al momento de su construcción, un mal proceso constructivo, ahorro en materiales de construcción, construcción</p>	<p><b>O. General:</b> Determinar la Vulnerabilidad Sísmica en las viviendas de albañilería del Distrito de Cajamarca, 2019.</p> <p><b>O. Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar un inventario de las viviendas de albañilería y recolectar la información pertinente.</li> <li>Determina la clasificación A,B,C y D, según propone el método Benedetti y Petrini, para los parámetro de evaluación: organización del sistema resistente, calidad del sistema resistente, resistencia convencional, posición del edificio y de la cimentación, diafragmas horizontales, configuración en planta, configuración en elevación, separación máxima entre muros, tipos de cubierta, elementos no estructurales y el estado de conservación de las viviendas de albañilería del distrito de Cajamarca, 2019.</li> </ul>	<p>(Abanto &amp; Deysi, 2015), <i>en su tesis denominada "Determinación de la Vulnerabilidad Sísmica Aplicando el Método de Benedetti-Petrini en las Instituciones Educativas del Centro Histórico de Trujillo, Provincia de Trujillo, Región La Libertad"</i>,</p> <p>(González, 2017), <i>en su tesis denominada "Vulnerabilidad Sísmica del Edificio 1-I de la Universidad Nacional de Cajamarca"</i>,</p>	<p><b>H. General:</b> La Vulnerabilidad Sísmica en las viviendas de albañilería del Distrito de Cajamarca, es alta.</p>	<p><b>V. Independiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Organización del sistema resistente.</li> <li>Calidad del sistema resistente.</li> <li>Resistencia convencional.</li> <li>Posición del edificio y cimentación.</li> <li>Diafragmas horizontales.</li> <li>Configuración en planta.</li> <li>Configuración en elevación.</li> <li>Distancia máxima entre muros.</li> <li>Tipos de cubierta elementos no estructurales.</li> <li>Estado de conservación.</li> </ul> <p><b>V. Dependiente:</b> Vulnerabilidad sísmica</p>	<p><b>Diseño de Investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Diseño no experimental</b></li> <li><b>Transversal</b></li> <li><b>Descriptivo</b></li> </ul> <p><b>Unidad de Estudio:</b> Viviendas de albañilería confinada</p> <p><b>Población:</b> Viviendas de albañilería del Distrito de Cajamarca</p> <p><b>Muestra:</b> 44 viviendas de albañilería confinada, del barrio Urubamba en el distrito de Cajamarca</p> <p><b>Técnica de Muestreo:</b> <b>No probabilístico, por juicio</b> por tener acceso a la información</p>

<p>de edificaciones en zonas con pendientes pronunciadas, construcciones cimentadas en suelos no apropiados, no existencia de un plan de expansión urbana u ordenamiento territorial</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar el Índice de daño de las edificaciones en estudio.</li> <li>• Elaborar un mapa de vulnerabilidad de la zona en estudio y que este sirva como herramienta para la prevención de Desastre y control del crecimiento urbano.</li> </ul>			<p><b>Dimensiones:</b></p> <p>A = Vulnerabilidad Baja 0 - 95.63</p> <p>B = Vulnerabilidad de Media a Baja 95.63 - 191.30</p> <p>C = Vulnerabilidad de Media a Alta 191.30 - 286.30</p> <p>D = Vulnerabilidad Alta 286.30 - 382.50</p>	<p><b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos:</b></p> <p><b>Técnica: La observación</b></p> <p><b>Instrumento:</b> Guía de observación Ficha de datos.</p> <p><b>Técnicas de análisis de datos:</b></p> <p>Estadística descriptiva.</p> <p>Gráficos estadísticos.</p> <p>Diagrama de torta.</p>
--	--	--	--	---	--

## ANEXO N°2: Ficha de Datos

 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>		<b>FICHA DE DATOS PARA TESIS: VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA DEL BARRIO URUBAMBA - CAJAMARCA, 2019</b>	
<b>I. INFORMACIÓN GENERAL</b>			
1.1. OBJETIVO: Determinar el nivel de Vulnerabilidad Sísmica en las viviendas de albañilería del Distrito de Cajamarca, 2019			
1.2. ASESOR DE TESIS: Dr. Miguel Mosqueira Moreno (Asesor asignado por la dirección antes del taller de tesis). Dr. Orlando Aguilar (Asesor asignado cuarto taller de Tesis).			
<b>II. DATOS DE LA VIVIENDA</b>			
2.1. PROPIETARIO:			
2.2. DIRECCIÓN:			
2.3. AÑO DE CONSTRUCCIÓN:			
2.4 ASISTENCIA TÉCNICA EN LA CONSTRUCCIÓN:			
<b>III. MEDICION DE PARAMETROS DE VULNERABILIDAD</b>			
<b>3.1</b>	<b>Organización del sistema resistente*</b>		
	A	Edificación con muros enmarcados en sus cuatro lados por elementos refuerzo vertical y horizontal (vigas y columnas) RNE E-070	
	B	Edificación con vigas y columnas de confinamiento, pero que presenta algún tipo de deficiencia en las conexiones de vigas columnas o no cumple con ciertos requisitos de la norma E-070	
	C	Edificación que presenta vigas y columnas que confinan solo parcialmente los muros portantes, debido a deficiencias constructivas.	
	D	Edificación sin vigas y columnas de confinamiento, o autoconstrucción sin ningún tipo de orientación técnica, con paredes ortogonales deficientemente conectadas.	
<b>3.2</b>	<b>Calidad del sistema resistente. *</b>		
	A	El sistema resistente del edificio presenta las siguientes tres características.	
		1	Mampostería en ladrillo de buena calidad con piezas homogéneas y de dimensiones constantes por toda la extensión del muro.
		2	Presencia de trabazón entre las unidades de mampostería.

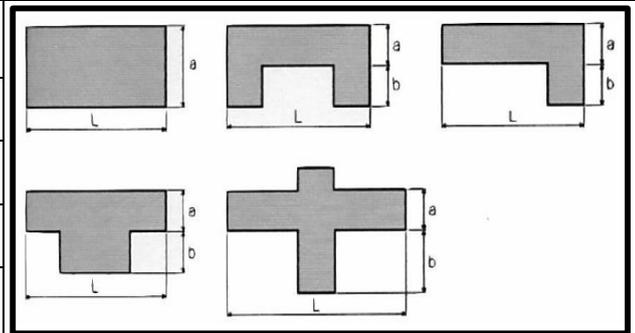
	3	Mortero de buena calidad con espesores de la mayoría de las pegas entre 9 a 12 mm.
	<b>B</b>	El sistema resistente del edificio no presenta una de las características de la clase A.
	<b>C</b>	El sistema resistente del edificio no presenta dos de las características de la clase A.
	<b>D</b>	El sistema resistente del edificio no presenta ninguna de las características de la clase A.
<b>3.3</b>	<b>Resistencia convencional*</b>	
	N	Número de pisos
	Ap	Área total cubierta en (m <sup>2</sup> )
	Ax	Área resistente (Sentido X)
	Ay	Área resistente (Sentido Y)
	tk	Resistencia cortante
	P	Peso edificación: w*Ap*N
	w	Peso promedio de la planta
		$\alpha$
		$\beta$
		$\gamma$
	A	Edificación con $\gamma \geq 1$
	B	Edificación con $0.70 \leq \gamma < 1$
	C	Edificación con $0.40 \leq \gamma < 0.7$
	D	Edificación con $\gamma \leq 0.4$
<b>3.4</b>	<b>Posición del edificio y de la cimentación</b>	
	A	Edificio cimentado sobre terreno estable con pendiente inferior o igual al 10%. La fundación está ubicada a una misma cota. Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén
	B	Edificio cimentado sobre roca con pendiente comprendida entre 10% y un 30% o sobre terreno suelto con pendiente comprendida 10% y un 30%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es inferior a 1 metro. Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén
	C	Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre 20% y un 30% sobre terreno rocos con pendiente comprendida entre 30% y un 50%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es inferior a 1 metro. Presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén
	D	Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente mayor a 30% o sobre terreno rocos con pendiente mayor al 50%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 m. Presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén

$$\frac{\tau_k \cdot A_m}{w A_p N} = \alpha$$

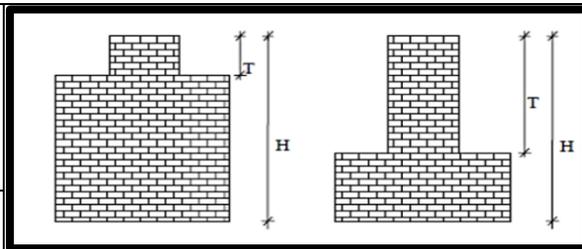
$$\frac{ZUSC}{R} = \beta$$

$$\frac{\alpha}{\beta} = \gamma$$

<b>3.5</b>	<b>Diafragmas horizontales</b>	
	A	Edificio con diafragmas, de cualquiera naturaleza, que satisfacen las condiciones
	1	Ausencia de planos a desnivel y placas de concreto.
	2	La deformabilidad del diafragma es despreciable.
	3	No existen áreas abiertas mayores que 50% del área bruta del diafragma.
	B	Edificio con diafragmas como los de la clase A, pero que no cumplen con la condición 1.
	C	Edificio con diafragmas como los de la clase A, pero que no cumplen con la condición 1 y 2.
	D	Edificio cuyos diafragmas no cumplen con ninguna de las tres condiciones de la clase A.
<b>3.6</b>	<b>Configuración en planta</b>	
	a	Lado menor
	b	Protuberancia
	L	Lado mayor
	$\beta_1 = a/L$	
	$\beta_2 = b/L$	
	A	Edificio $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$
	B	Edificio $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$
	C	Edificio $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$
	D	Edificio $0.4 > \beta_1$ o $0.3 < \beta_2$



<b>3.7</b>	<b>Configuración en elevación *</b>	
	T	Protuberancia vertical
	H	Altura vertical
	A	Si $0.75 < T/H$
	B	Si $0.5 < T/H \leq 0.75$
	C	Si $0.25 < T/H \leq 0.5$
	D	Si $T/H \leq 0.25$

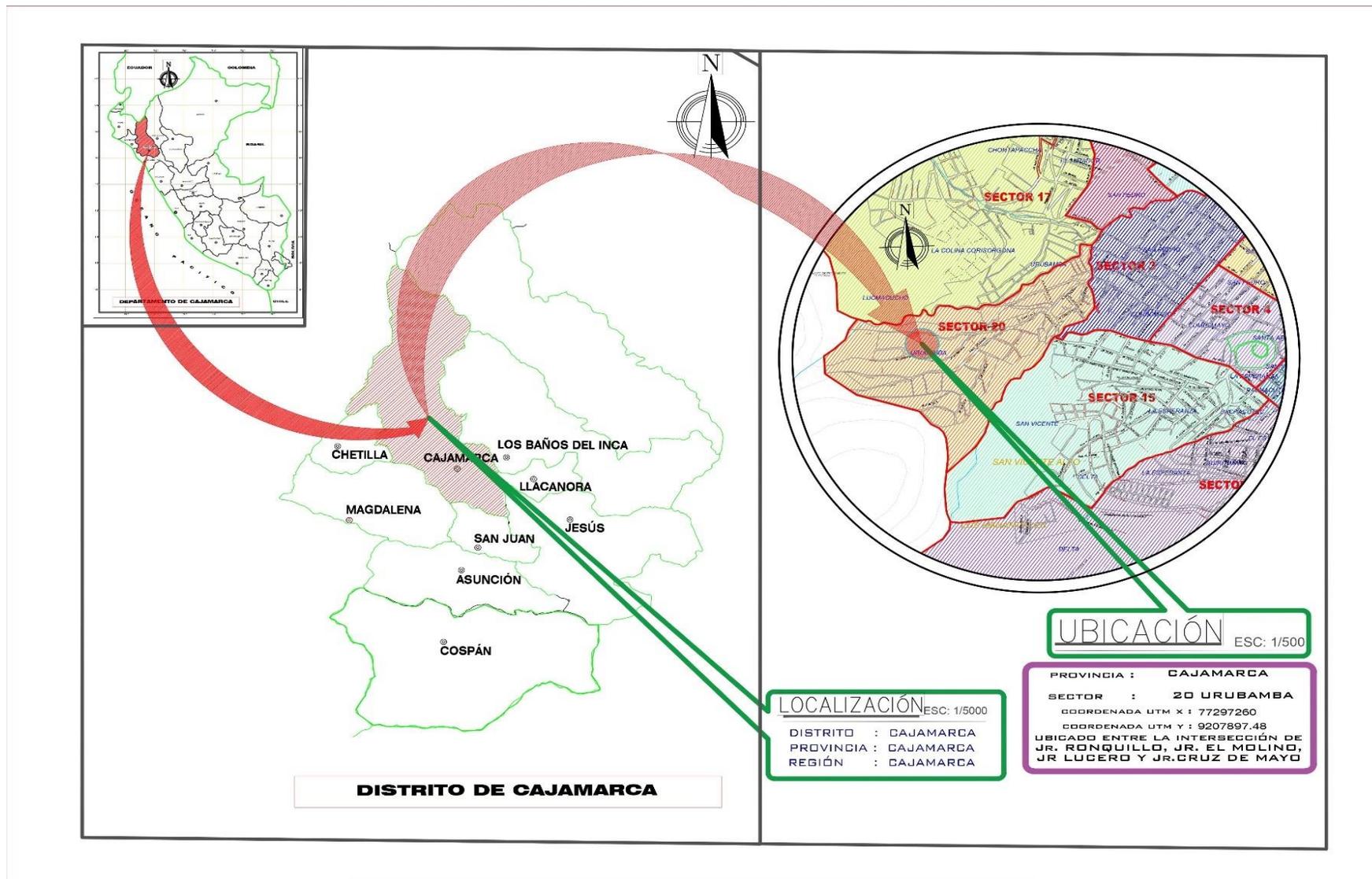


<b>3.8</b>	<b>Separación máxima entre muros</b>		
	L	Espaciamiento máximo	
	S	Espesor de muro maestro	
	A	Si $L/S \leq 15$	
	B	Si $15 < L/S \leq 18$	
	C	Si $18 < L/S \leq 25$	
	D	Si $25 < L/S$	
<b>3.9</b>	<b>Tipos de cubierta</b>		
	A	El edificio presenta las siguientes características	
	1	Cubierta estable, provista de una estructura que soporta con tijerales y correas debidamente espaciadas.	
	2	Cubierta anclada adecuadamente a la estructura que la soporta mediante accesorios de fijación (tirafones, pernos, etc.)	
	3	Cubierta plana debidamente amarrada y apoyada a la estructura de cubierta de losa aligerada.	
	B	Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A.	
	C	Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A.	
	D	Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase A.	
<b>3.10</b>	<b>Elementos no estructurales</b>		
	A	Edificios sin parapetos y sin cornisas.	
	B	Edificio sin parapetos con elementos de cornisas bien conectadas a la pared.	
	C	Edificio con elementos de pequeña dimensión, mal vinculados a la pared.	
	D	Edificio que presenta cualquier otro tipo de elementos en el techo mal vinculados a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que pueden caer en caso de terremoto.	
<b>3.11</b>	<b>Estado de conservación</b>		
	A	Muros en buena condición, sin lesiones visibles.	
	B	Muros que presentan lesiones capilares no extendidas, con excepción de los casos en los cuales dichas lesiones han sido producidas por terremotos.	

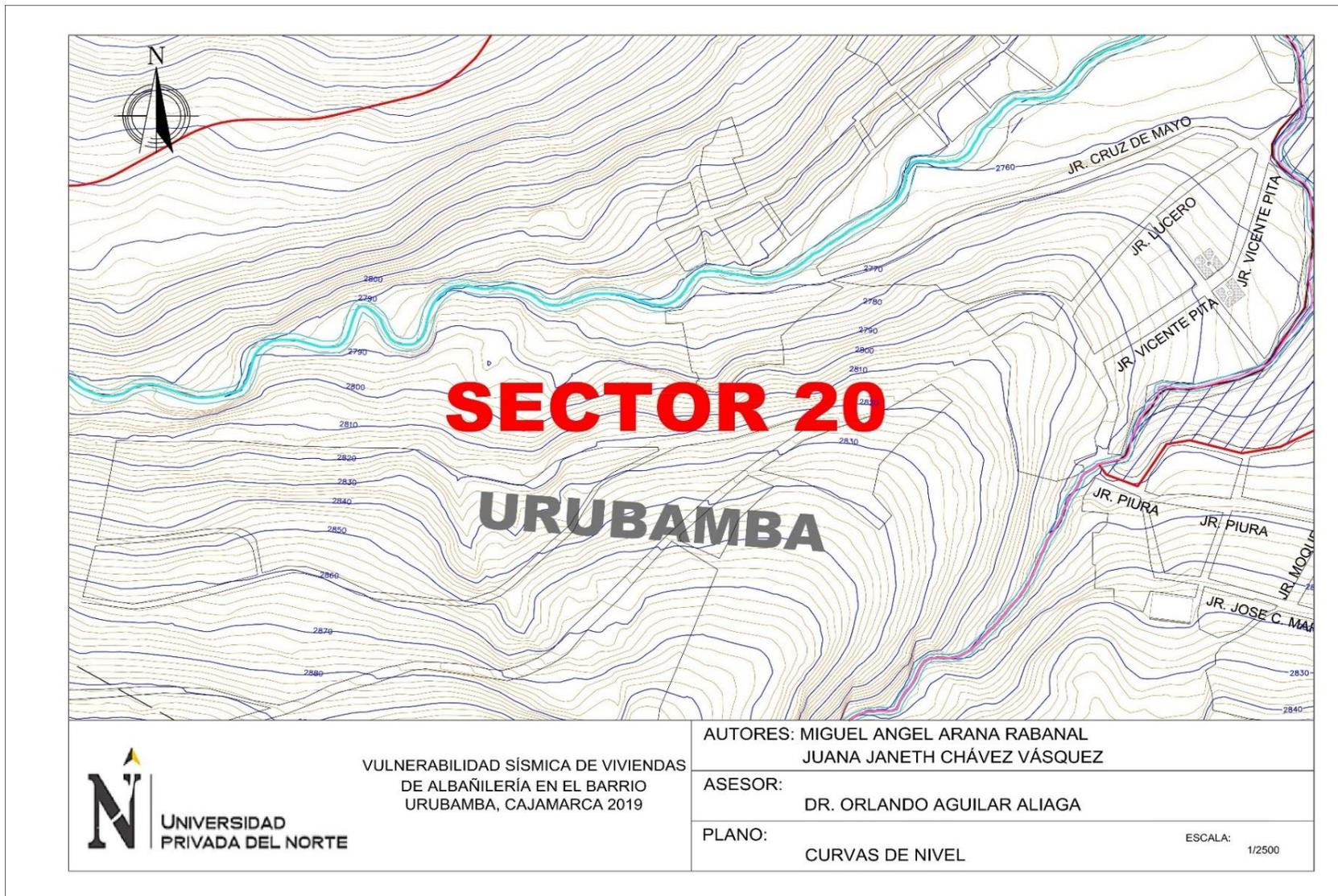
	C	Muros con lesiones de tamaño medio entre 2 a 3 milímetros de ancho o con lesiones capilares producidas por sismo. Edificio que no presenta lesiones pero que se caracteriza por un estado mediocre de conservación de la mampostería.
	D	Muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes o lesiones muy graves de más de 3 milímetros de ancho.
<p><b>Observaciones</b></p>		
<p>*Parámetros adecuados al RNE Perú por Ing. Roberto Sánchez 2003, utilizado por Ing. Juan Rodríguez 2005</p>		



### Anexo N° 3: Planos de ubicación de vivienda



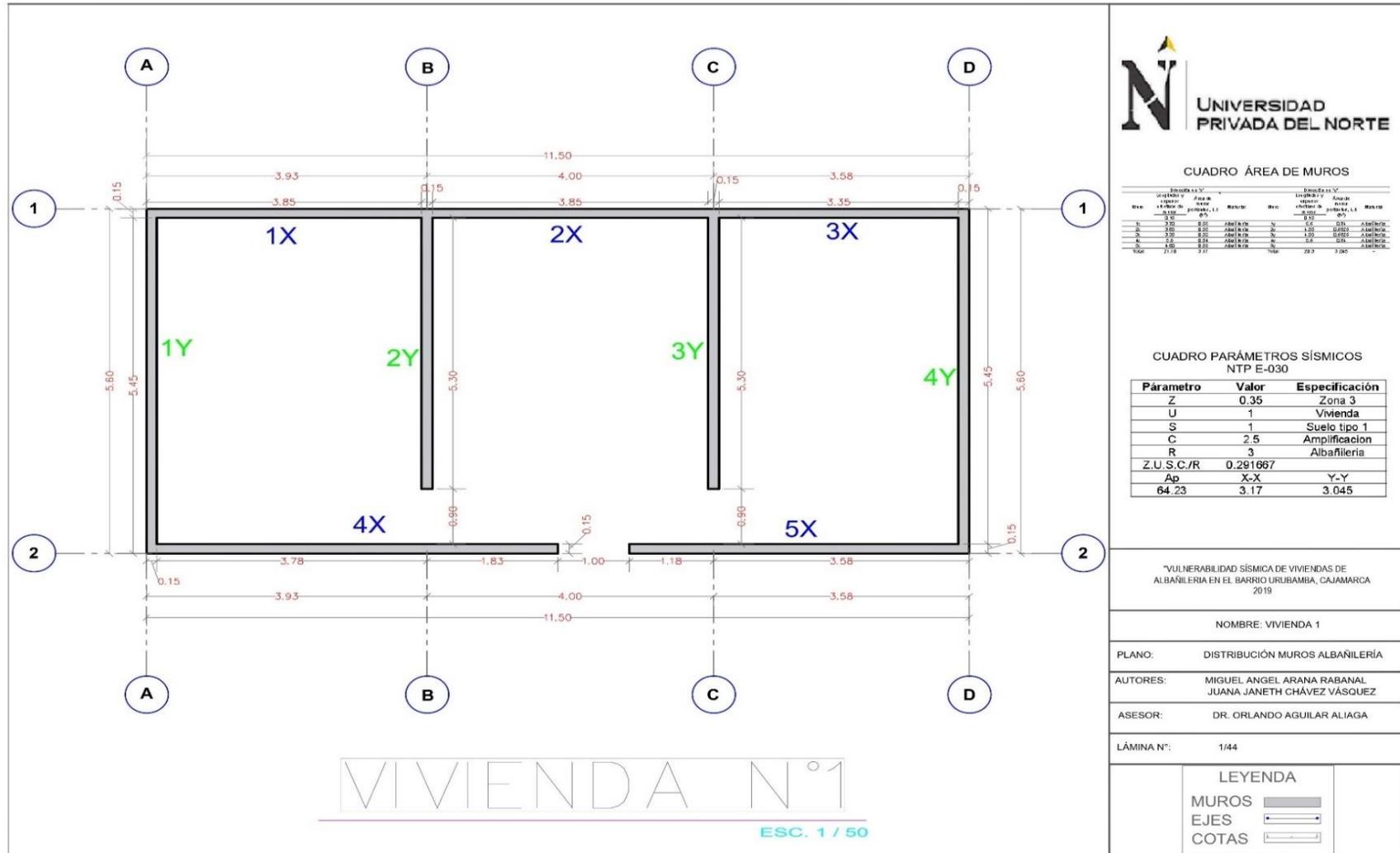
## Anexo N° 4: Plano de curvas de nivel



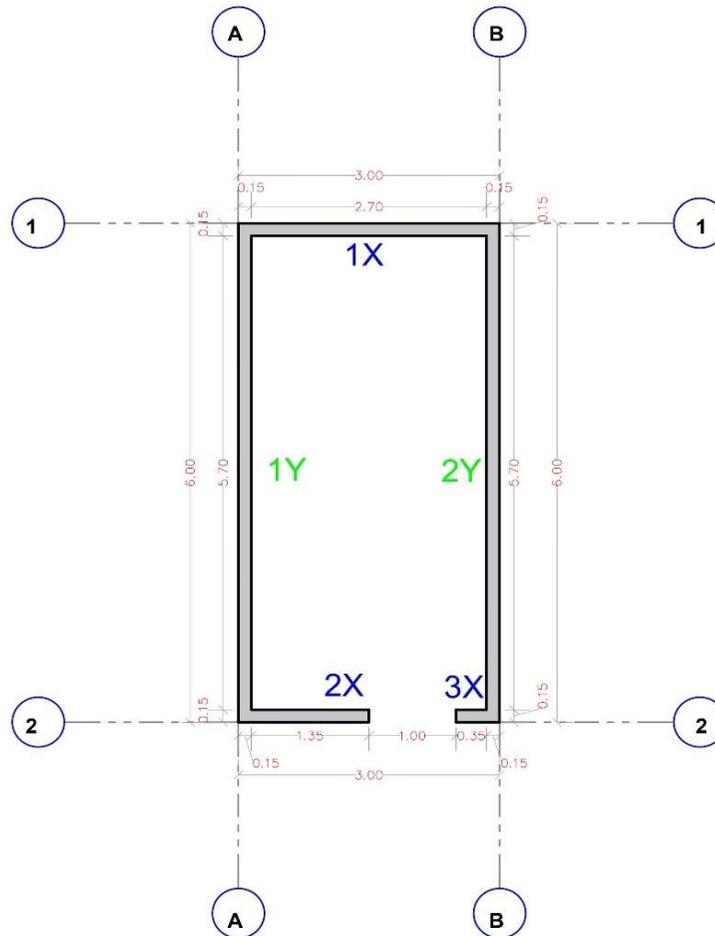
## Anexo N° 5: Matriz de Datos

IL DATOS DE LA VIVIENDA		PARAMETROS DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD																				PUNTAJE TOTAL	RESULTADO						
N°	NOMBRE DEL PROPIETARIO/DNI	DIRECCIÓN	AÑO DE CONSTRUCCIÓN	ASISTENCIA TÉCNICA	3.1. Organización del sistema resistente	3.2. Calidad del sistema resistente	3.3. Resistencia convencional	3.4. Posición del edificio y de la cimentación	3.5. Diafragma horizontales	3.6. Configuración en Planta	3.7. Configuración en Elevación	3.8. Separación máxima entre muros	3.9. Tipo de cubierta	3.10. Elementos no estructurales	3.11. Estado de conservación														
1	MANUEL BRINGAS GALLARDO	JR. CRUZ DE MAYO 114	2005	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	C 25	B 5	C 25	C 15	D 45	D 45	D 45	B 5	C 25	B 5	196.25	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA											
2	MARIA ELENA TERAN	JR. CRUZ DE MAYO 233	2012	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	A 0	B 5	C 25	C 15	B 5	D 45	D 45	D 45	D 45	D 45	120	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA											
3	PASCUAL MUNZ RAMOS	JR. CRUZ DE MAYO E26	2012	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	B 5	B 5	C 25	C 15	C 25	C 25	C 25	C 25	C 25	C 25	177.5	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA											
4	SALUSTIANO MRENO JULCAMORO	JR. RONQUILLO 332	2015	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	A 0	C 25	C 25	C 15	D 45	D 45	D 45	D 45	D 45	D 45	175	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA											
5	ARTURO BOLAÑOS LOPEZ	JR. RONQUILLO A28C	2018	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	A 0	C 25	C 25	C 15	D 45	D 45	D 45	D 45	D 45	D 45	185	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA											
6	VICTORIA HUATAY CASTILLO	JR. RONQUILLO A28B	2015	ARQUITECTO Y MAESTRO DE OBRAS	C 0	C 25	C 25	C 25	C 25	D 45	D 45	D 45	D 45	D 45	D 45	D 45	147.5	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA											
7	DUGLARES GUEVARA SAAVEDRA	JR. RONQUILLO A28A	2010	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	C 25	C 25	C 25	C 15	B 5	D 45	D 45	D 45	D 45	D 45	197.5	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA											
8	ALEJANDRINA CUEVA SANCHEZ	JR. RONQUILLO A12	2017	ARQUITECTO Y MAESTRO DE OBRAS	C 5	C 25	C 25	C 25	B 5	A 0	7	0	8.9	0.8235	C 25	7.5	7.5	0.9	C 25	3.15	0.15	21	C 25	C 25	A 0	135	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA		
9	DOLORES CALUA DE LA CRUZ	JR. RONQUILLO 27	2009	MAESTRO DE OBRAS	D 45	D 45	B 5	C 25	C 25	C 15	B 5	D 45	D 45	D 45	D 45	D 45	3.28	0.15	21.867	C 25	C 25	B 5	5	167.5	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA				
10	ALEX DILAS GONZALES	JR. RONQUILLO 28	2002	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	B 5	C 25	C 25	C 15	A 0	13	0.15	0.8667	C 25	7.5	7.5	1	D 45	5.83	0.15	38.867	C 25	C 25	B 5	165	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA		
11	LUCIA GUEVARA CIEZA	JR. RONQUILLO 342	2014	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	C 25	C 25	C 25	C 15	A 0	7	0	9	0.7778	B 5	5	5	1	D 45	6.75	0.15	45	C 25	C 25	B 5	5	165	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA
12	FELIX CHILON CALUA	JR. RONQUILLO 307	2015	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	B 5	C 25	C 25	C 15	A 0	8.1	0.93	0.8789	B 5	4.6	4.6	1	A 0	1.67	0.15	11.133	C 25	C 25	C 25	25	153.75	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA	
13	45655653	JR. RONQUILLO A S/N	2000	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	C 25	C 25	C 25	C 15	B 5	6.8	0.10	0.6780	C 25	6.6	6.6	1	C 25	3.39	0.15	22.6	C 25	C 25	C 25	25	212.5	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA	
14	SANTOS PEREZ ZAMORA	JR. LUCERO 320	2018	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	D 45	C 25	C 25	C 15	D 45	7.1	0.16	0.4438	C 25	6.6	6.6	1	D 45	7.1	0.15	47.333	C 25	D 45	A 0	25	237.5	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA	
15	DMETRIO HUARIPATA ARTEAGA	JR. LUCERO S/N	2000	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	B 5	C 25	C 25	C 15	C 25	4.5	0.10	0.4412	B 5	4.4	4.4	1	D 45	10.2	0.15	68	C 25	A 0	C 25	25	171.25	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA	
16	ANGELITTA RAMOS TINOCO	JR. EL MOLINO CDRA. 1	2000	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	A 0	C 25	C 25	C 15	C 25	4.5	0.99	0.4518	B 5	5	5	5	B 5	2.6	0.15	17.333	C 25	C 25	C 25	25	165	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA	
17	SEGUNDO LLANOS HUARIPATA	JR. LUCERO 346	2000	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	B 5	C 25	C 25	C 15	A 0	7.5	0.15	1.5000	B 5	4.6	4.6	1	D 45	8	0.15	53.333	D 45	D 45	C 25	25	190	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA	
18	ELSA MANTILLA GODOY	JR. LUCERO 295	2017	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	C 25	C 25	B 5	D 45	2.4	0.15	0.1629	C 25	7.5	7.5	1	A 0	2.4	0.17	14.118	C 25	C 25	B 5	5	196.25	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA		
19	45514495	JR. LUCERO 240	2015	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	C 25	C 25	C 25	C 15	C 25	6.3	0.12	0.5250	B 5	4.6	4.6	1	C 25	3.15	0.15	21	C 25	C 25	C 25	25	202.5	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA	
20	45514252	JR. CRUZ DE MAYO	2015	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	A 0	B 5	C 25	C 15	D 45	5.4	0.17	0.3242	B 5	5	5	1	D 45	5.35	0.15	35.667	C 25	B 5	C 25	25	158.75	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA	
21	SIN NOMBRE	JR. EL MOLINO S/N	2015	AUTOCONSTRUC	D 45	C 25	A 0	C 25	C 25	C 15	D 45	1.5	0.13	0.1174	A 0	2.5	2.5	1	D 45	6.55	0.15	43.667	C 25	D 45	C 25	25	180	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA	
22	SIN NOMBRE	R. CRUZ DE MAYO S/N	2015	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	B 5	C 25	C 25	C 15	B 5	7.5	0.10	0.7500	B 5	4.6	4.6	1	D 45	5.15	0.15	34.333	C 25	C 25	C 25	25	167.5	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA	
23	SIN NOMBRE	JR. EL MOLINO	2000	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	B 5	C 25	C 25	C 15	A 0	5.3	0.42	1.2771	B 5	4.4	4.4	1	D 45	5.3	0.15	35.333	C 25	C 25	C 25	25	165	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA	
24	63334299	JR. EL MOLINO S/N	2015	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	B 5	C 25	C 25	C 15	C 25	5	0.93	0.5582	B 5	2.2	2.2	1	C 25	3.2	0.15	21.333	C 25	D 45	C 25	25	177.5	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA	
25	45746678	JR. CRUZ DE MAYO 180	2015	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	A 0	B 5	C 25	C 15	C 25	3.2	0.67	0.4762	B 5	5	5	1	D 45	8	0.15	53.333	C 25	C 25	C 25	25	155	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA	
26	60057745	JR. CRUZ DE MAYO F22A	2000	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	C 25	B 5	C 25	C 15	A 0	6.7	0.84	0.8048	C 25	7.5	7.5	1	D 45	4.17	0.15	27.8	C 25	C 25	C 25	25	200	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA	
27	45514842	JR. CRUZ DE MAYO E22	2015	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	B 5	B 5	C 25	C 15	B 5	7.2	0.10	0.7099	B 5	4.6	4.6	1	D 45	7.17	0.15	47.8	C 25	C 25	C 25	25	152.5	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA	
28	41514904	JR. CRUZ DE MAYO F30	2000	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	D 45	B 5	C 25	C 15	B 5	7.9	0.12	0.6870	C 25	6.9	6.9	1	D 45	5.39	0.15	35.933	C 25	C 25	C 25	25	232.5	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA	
29	45514950	JR. CRUZ DE MAYO F35	2015	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	C 25	B 5	B 5	C 15	C 25	4.8	0.85	0.5588	C 25	7.5	7.5	1	D 45	8.5	0.15	56.667	C 25	C 25	C 25	25	202.5	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA	
30	45750035	JR. CRUZ DE MAYO E11	2014	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	A 0	B 5	C 25	C 15	A 0	4.6	0.15	0.9200	A 0	2.2	2.2	1	D 45	4.6	0.15	30.667	C 25	C 25	C 25	25	177.5	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA	
31	45514163	JR. CRUZ DE MAYO S/N	2017	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	A 0	B 5	B 5	C 15	C 25	2.9	0.64	0.4578	A 0	2.3	2.3	1	D 45	6.4	0.15	42.667	C 25	B 5	C 25	D 45	153.75	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA	
32	45654914	JR. RONQUILLO A27	2015	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	B 5	C 25	C 25	C 15	A 0	8	0.87	0.9153	B 5	5.2	5.2	1	D 45	4.8	0.15	32	C 25	C 25	C 25	25	165	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA	
33	63099798	JR. RONQUILLO A27 A	2013	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	C 25	C 25	C 25	C 15	D 45	5.5	0.14	0.3882	D 45	9.4	9.4	1	D 45	14.68	0.15	97.867	C 25	C 25	B 5	5	237.5	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA	
34	45655161	JR. RONQUILLO 357	2012	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	C 25	C 25	C 25	C 15	A 0	5	0.7	0.7143	D 45	10	10	1	D 45	7	0.15	46.667	C 25	C 25	C 25	25	235	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA	
35	59936727	JR. RONQUILLO 345	2000	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	A 0	C 25	C 25	C 15	A 0	6.5	0.8	0.8125	B 5	5	5	1	D 45	8	0.15	53.333	C 25	C 25	B 5	5	177.5	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA	
36	VILLANUEVA HUACCHA	JR. RONQUILLO S/N	2005	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	C 25	C 25	C 25	C 15	A 0	8.3	0.12	0.6917	C 25	7.5	7.5	1	D 45	8.3	0.15	55.333	C 25	C 25	C 25	25	215	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA	
37	CHALAN HERAS	JR. RONQUILLO S/N A-23	2012	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	D 45	C 25	C 25	C 15	A 0	7.5	0.15	0.5000	D 45	10	10	1	D 45	7.1	0.15	47.333	C 25	C 25	C 25	25	265	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA	
38	MAYPALLA CHUQUIMANGO	JR. LUCERO 355	2015	INGENIERO Y MAESTRO DE OBRAS	B 5	C 25	C 25	B 5	A 0	9	0.15	0.6000	C 25	7.2	7.2	1	D 45	9	0.15	60	C 25	C 25	B 5	5	140	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA			
39	45514575	JR. LUCERO E57	2000	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	B 5	C 25	C 25	C 15	A 0	10	0.12	0.8333	C 25	7.5	7.5	1	D 45	10	0.15	66.667	C 25	C 25	B 5	5	165	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA	
40	IDROGO DIAZ	JR. LUCERO 238	2011	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	C 25	C 25	C 25	C 15	A 0	5.9	0.9	0.6556	D 45	10	10	1	D 45	5.9	0.15	39.333	C 25	C 25	B 5	5	215	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA	
41	CHALAN PRADO	JR. LUCERO 220	2001	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	C 25	C 25	C 25	C 15	D 45	6	0.20	0.3000	C 25	6.9	6.9	1	D 45	6	0.15	40	C 25	C 25	C 25	25	237.5	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA	
42	BRINGAS SANCHEZ	JR. LUCERO 211	2000	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	D 45	C 25	C 25	C 15	D 45	6.5	0.15	0.4333	D 45	10	10	1	D 45	6.5	0.15	43.333	C 25	C 25	C 25	25	267.5	VULNERABILIDAD ALTA	
43	SANTILLAN MENDOZA	JR. LUCERO 210	2011	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	C 25	C 25	C 25	C 15	D 45	5.3	0.13	0.4077	C 25	6.9	6.9	1	D 45	5.3	0.15	35.333	C 25	C 25	C 25	25	237.5	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA	
44	60398864	JR. LUCERO D10A	2013	MAESTRO DE OBRAS	D 45	C 25	C 25	C 25	C 25	C 15	A 0	6.8	0.10	0.6800	C 25	8.1	8.1	1	D 45	6.8	0.15	45.333	C 25	B 5	C 25	25	208.75	VULNERABILIDAD MEDIA ALTA	

## Anexo N° 6: Planos de Viviendas







VIVIENDA N°3  
ESC. 1 / 75

CUADRO ÁREA DE MUROS

Dirección en 'X'				Dirección en 'Y'			
Muro	Longitud y anchura de paredes, L1 (m <sup>2</sup> )	Material	Muro	Longitud y anchura de paredes, L1 (m <sup>2</sup> )	Material		
1x	3.00 x 0.45	Albañilería	1y	5.70 x 0.25	Albañilería		
2x	1.35 x 0.25	Albañilería	2y	5.70 x 0.25	Albañilería		
3x	1.00 x 0.45	Albañilería	3y	5.70 x 0.25	Albañilería		
<b>Total</b>	<b>6.00</b>	<b>0.75</b>	<b>Total</b>	<b>11.4</b>	<b>1.71</b>		

CUADRO PARÁMETROS SÍSMICOS  
NTP E-030

Párametro	Valor	Especificación
<b>Z</b>	0.35	Zona 3
<b>U</b>	1	Vivienda
<b>S</b>	1	Suelo tipo 1
<b>C</b>	2.5	Amplificación
<b>R</b>	3	Albañilería
<b>Z.U.S.C./R</b>	0.29166667	
<b>Ap</b>	<b>X-X</b>	<b>Y-Y</b>
<b>18</b>	<b>0.75</b>	<b>1.71</b>

"VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE  
ALBAÑILERÍA EN EL BARRIO URUBAMBA,  
CAJAMARCA 2019

NOMBRE: VIVIENDA 3

PLANO: DISTRIBUCIÓN MUROS ALBAÑILERÍA

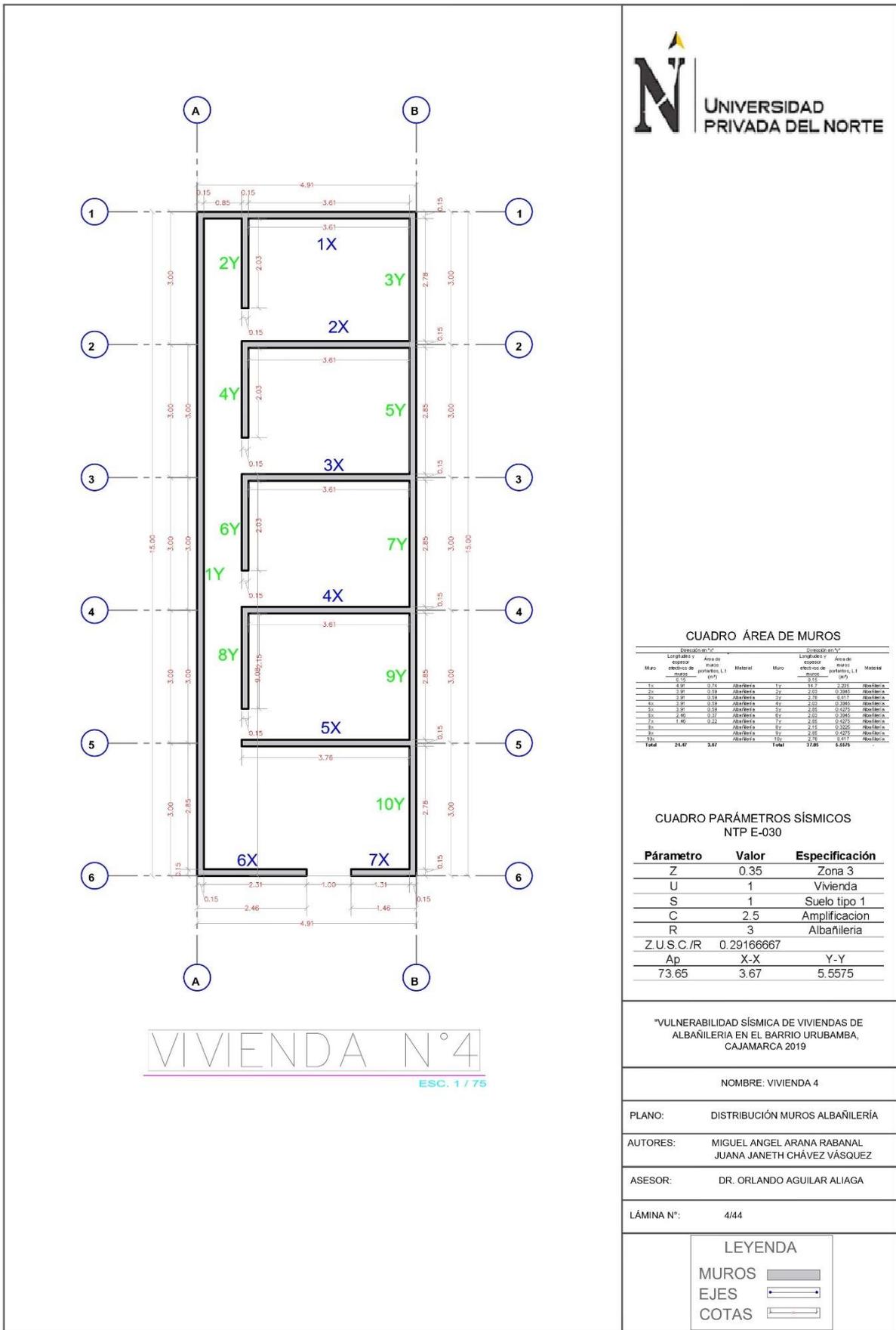
AUTORES: MIGUEL ANGEL ARANA RABANAL  
JUANA JANETH CHÁVEZ VÁSQUEZ

ASESOR: DR. ORLANDO AGUILAR ALIAGA

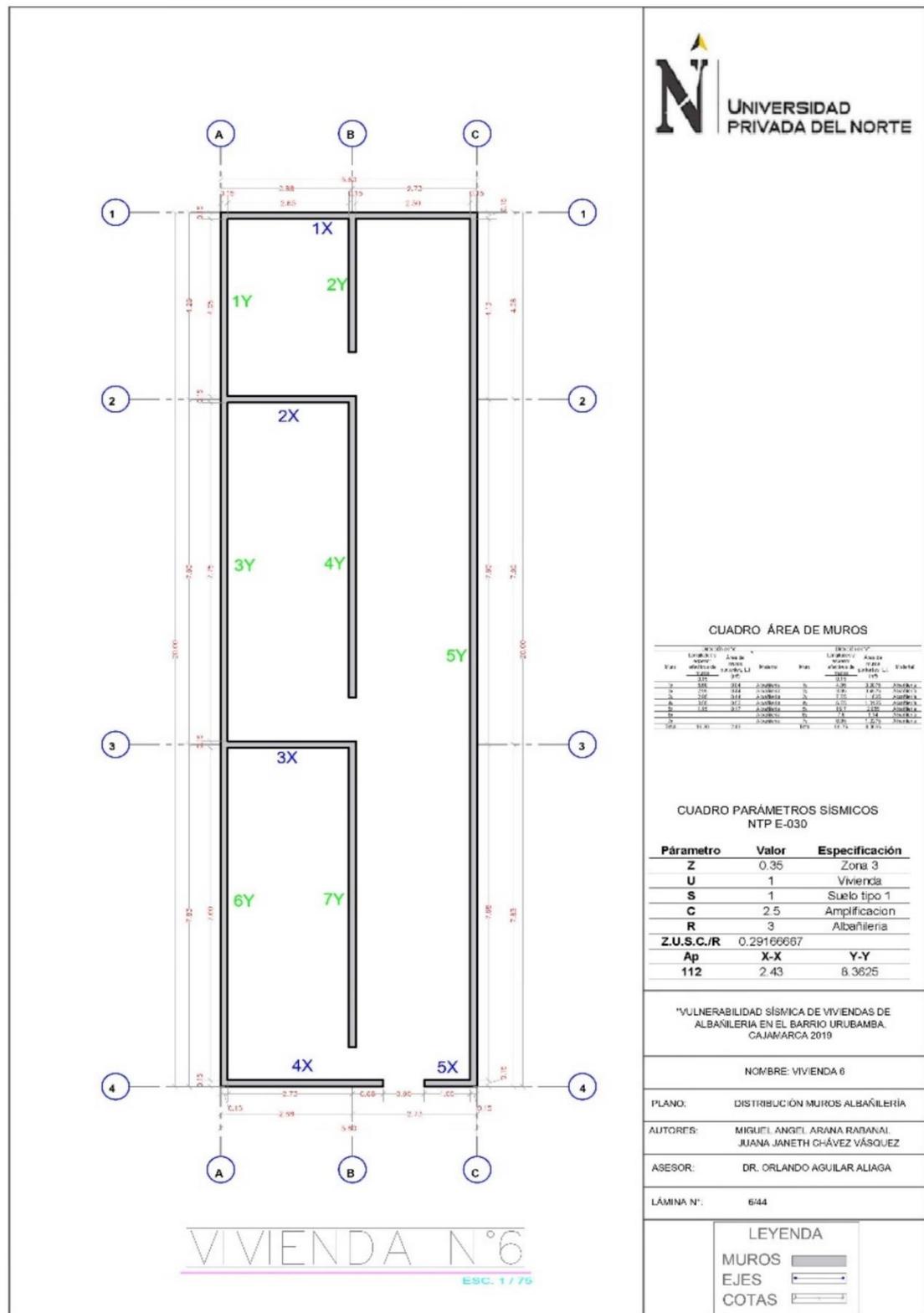
LÁMINA N°: 3/44

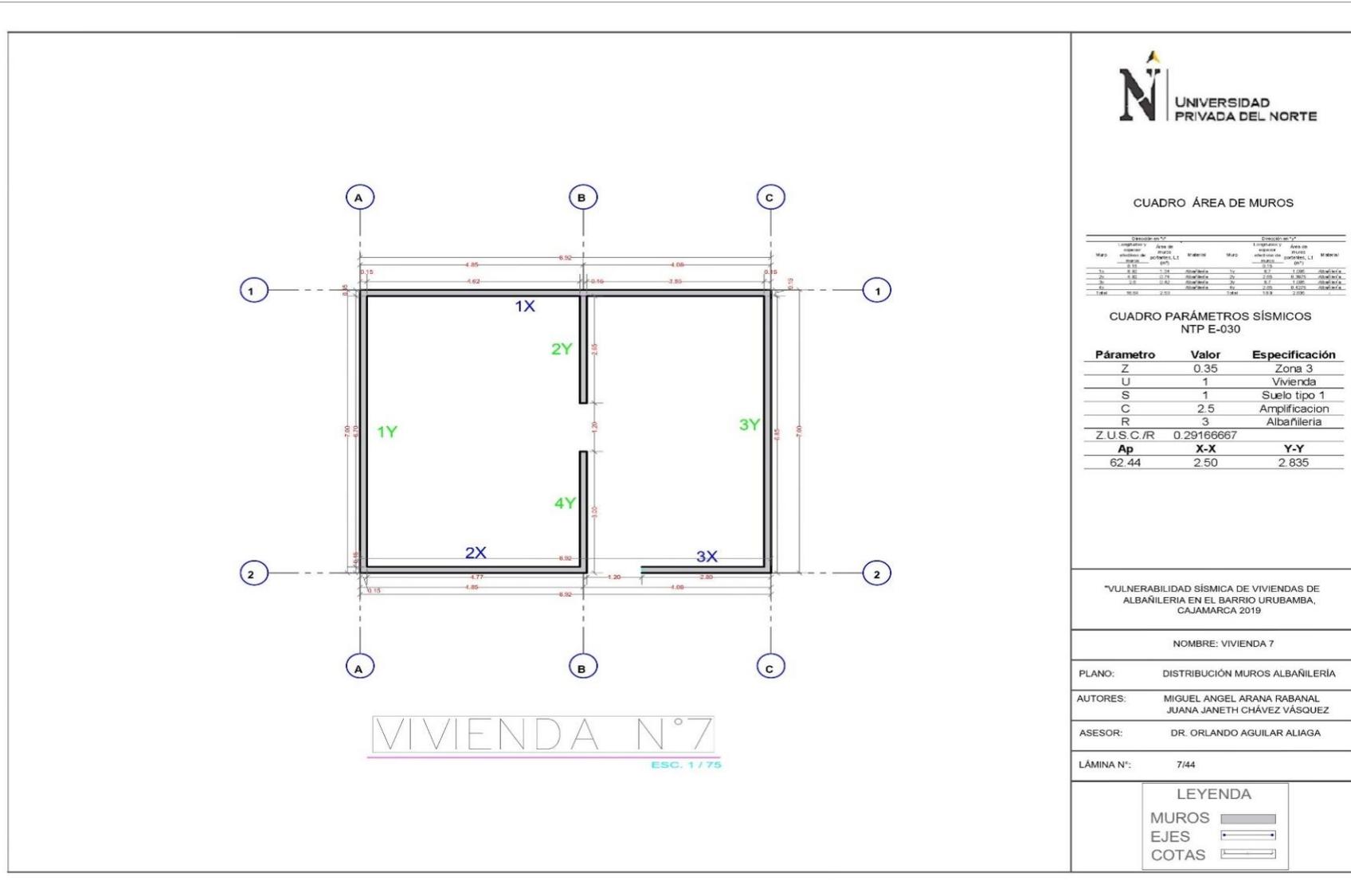
LEYENDA

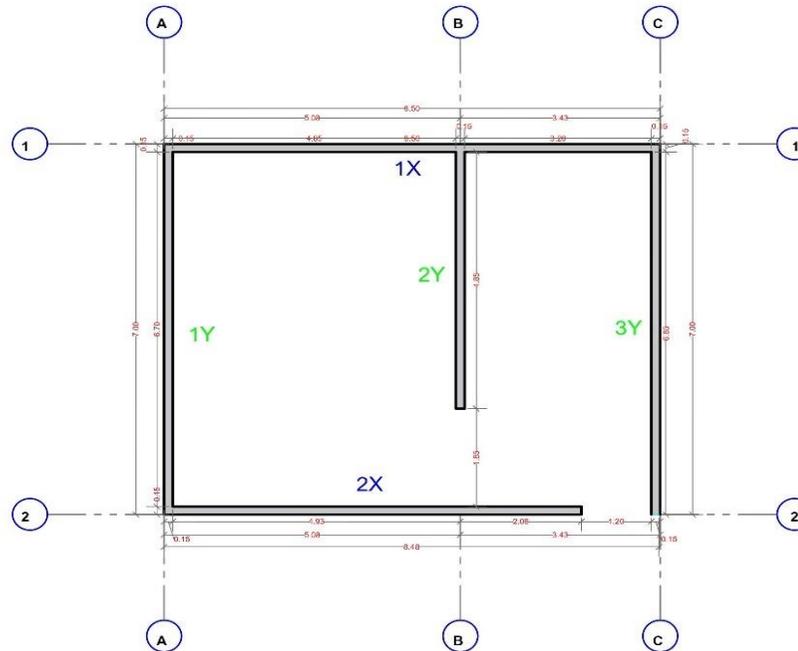
MUROS	
EJES	
COTAS	











VIVIENDA N° 8  
ESC. 1 / 75

CUADRO ÁREA DE MUROS

Largo de muro		Ancho de muro		Largo de muro		Ancho de muro	
Muro	Medida en metros						
1x	8.55	2x	2.20	3y	6.12	3y	3.92
2x	7.15	3y	1.82	3y	6.80	3y	2.72
3y	15.05	3y	2.25	Total	10.4	Total	2.75

CUADRO PARÁMETROS SÍSMICOS  
NTP E-030

Párametro	Valor	Especificación
Z	0.35	Zona 3
U	1	Vivienda
S	1	Suelo tipo 1
C	2.5	Amplificación
R	3	Albañilería
Z.U.S.C./R	0.29166667	
Ap	X-X	Y-Y
	59.5	2.76

"VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA EN EL BARRIO URUBAMBA, CAJAMARCA 2019"

NOMBRE: VIVIENDA 8

PLANO: DISTRIBUCIÓN MUROS ALBAÑILERÍA

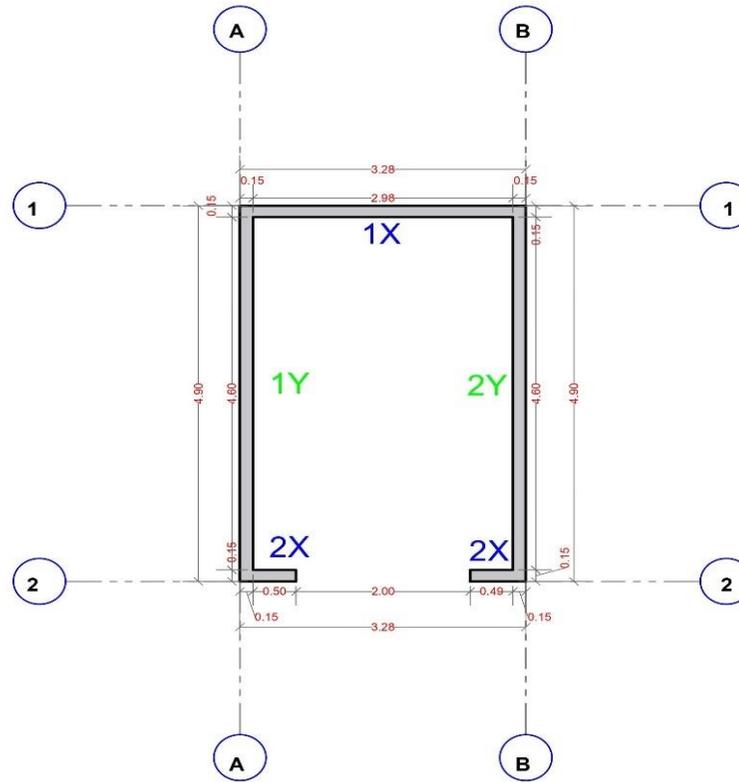
AUTORES: MIGUEL ÁNGEL ARANA RABANAL  
JUANA JANETH CHÁVEZ VÁSQUEZ

ASESOR: DR. ORLANDO AGUILAR ALIAGA

LÁMINA N°: 8/44

LEYENDA

MUROS	
EJES	
COTAS	



VIVIENDA N°9

ESC. 1 / 50

CUADRO ÁREA DE MUROS

Dimensiones 'X'				Dimensiones 'Y'			
Muro	Longitud de muro (m)	Área de muro (m <sup>2</sup> )	Módulo	Muro	Longitud de muro (m)	Área de muro (m <sup>2</sup> )	Módulo
1X	3.28	0.49	Albañilería	1Y	1.60	0.23	Albañilería
2X	2.00	0.28	Albañilería	2Y	1.60	0.23	Albañilería
TOTAL	7.28	1.00	Albañilería	TOTAL	3.20	0.46	Albañilería

CUADRO PARÁMETROS SÍSMICOS  
NTP E-030

Parámetro	Valor	Especificación
Z	0.35	Zona 3
U	1	Vivienda
S	1	Suelo tipo 1
C	2.5	Amplificación
R	3	Albañilería
Z.U.S.C./R	0.29166667	
Ap	X-X	Y-Y
16.07	0.68	1.38

"VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA EN EL BARRIO URUBAMBA, CAJAMARCA 2019"

NOMBRE: VIVIENDA 9

PLANO: DISTRIBUCIÓN MUROS ALBAÑILERÍA

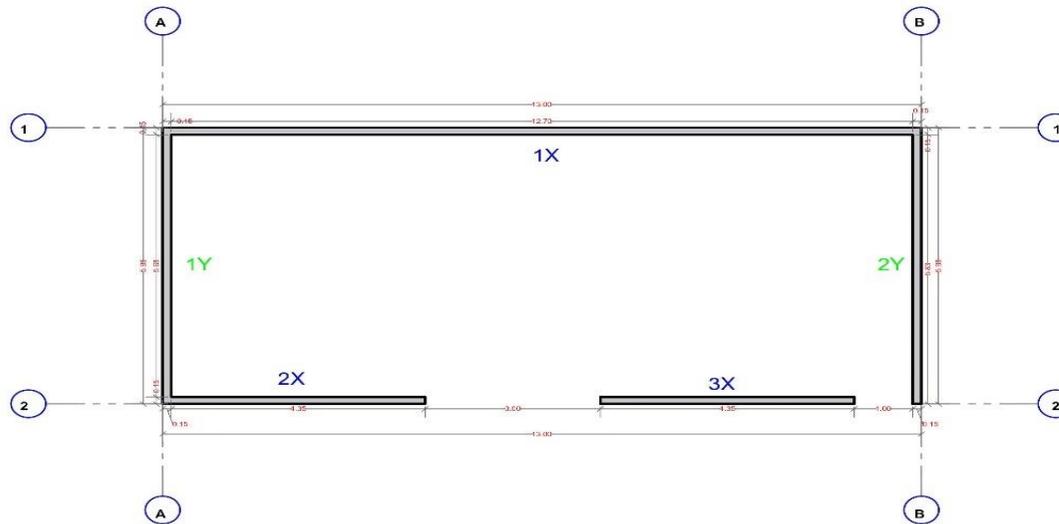
AUTORES: MIGUEL ANGEL ARANA RABANAL  
JUANA JANETH CHÁVEZ VÁSQUEZ

ASESOR: DR. ORLANDO AGUILAR ALIAGA

LÁMINA N°: 9/44

LEYENDA

MUROS	
EJES	
COTAS	



VIVIENDA N°10  
ESC. 1 / 75

CUADRO ÁREA DE MUROS

Muros	Especificación X		Especificación Y	
	Longitud (m)	Área de muros (m <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Área de muros (m <sup>2</sup> )
X	13.00	1.82	3.98	0.32
Y	3.98	0.56	13.00	1.82
TOTAL		2.38		2.14

CUADRO PARÁMETROS SÍSMICOS  
NTP E-030

Párametro	Valor	Especificación
Z	0.35	Zona 3
U	1	Vivienda
S	1	Suelo tipo 1
C	2.5	Amplificación
R	3	Albañilería
Z.U.S.C./R	0.29166667	
Ap	X-X	Y-Y
	77.74	3.28 1.704

"VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA EN EL BARRIO URUBAMBA, CAJAMARCA 2019"

NOMBRE: VIVIENDA 10

PLANO: DISTRIBUCIÓN MUROS ALBAÑILERÍA

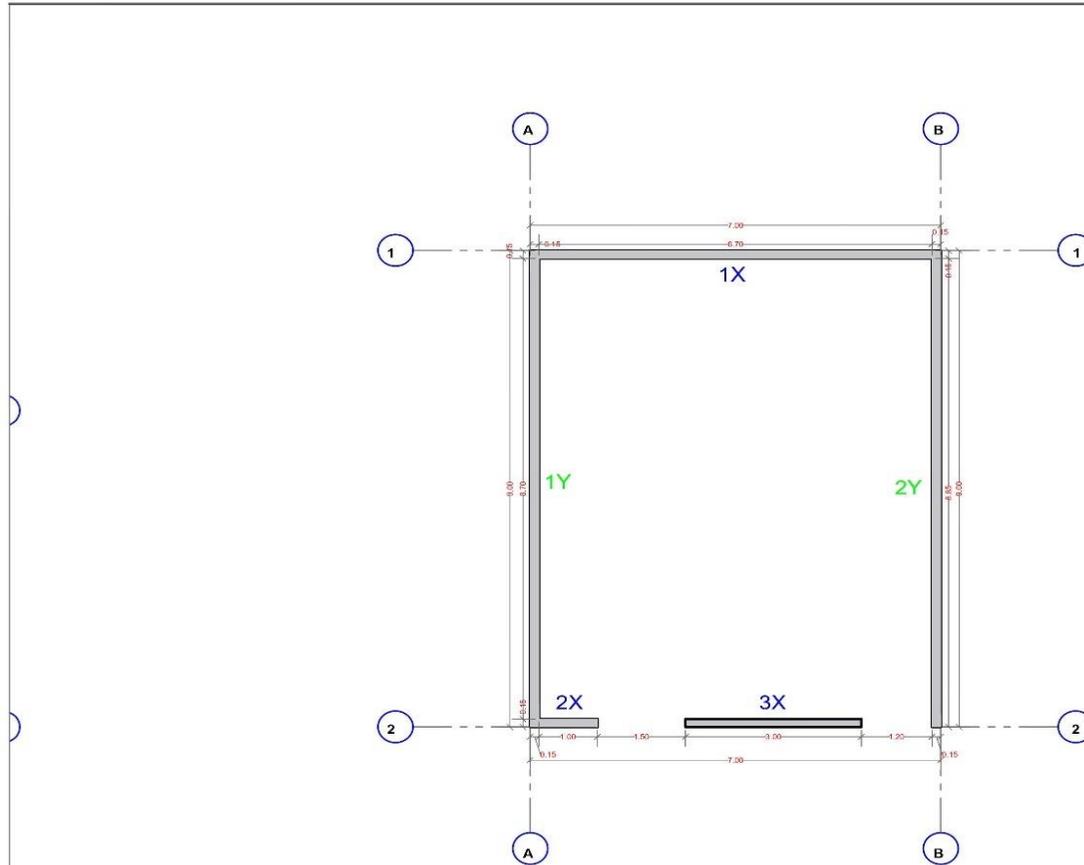
AUTORES: MIGUEL ANGEL ARANA RABANAL  
JUANA JANETH CHÁVEZ VÁSQUEZ

ASESOR: DR. ORLANDO AGUILAR ALIAGA

LÁMINA N°: 10/44

LEYENDA

MUROS	
EJES	
COTAS	



VIVIENDA N°11  
ESC. 1 / 75

CUADRO ÁREA DE MUROS

Sistema en 'Y'		Sistema en 'X'	
Muro	Área de superficie (m <sup>2</sup> )	Muro	Área de superficie (m <sup>2</sup> )
1x	7.00	2x	14.00
2x	14.00	3x	1.00
3x	1.00	Total	29.00

CUADRO PARÁMETROS SÍSMICOS  
NTP E-030

Parámetro	Valor	Especificación
Z	0.35	Zona 3
U	1	Vivienda
S	1	Suelo tipo 1
C	2.5	Amplificación
R	3	Albañilería
Z.U.S.C./R	0.29166667	
Ap	X-X	Y-Y
63	1.67	2.6325

"VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA EN EL BARRIO URUBAMBA, CAJAMARCA 2019"

NOMBRE: VIVIENDA 11

PLANO: DISTRIBUCIÓN MUROS ALBAÑILERÍA

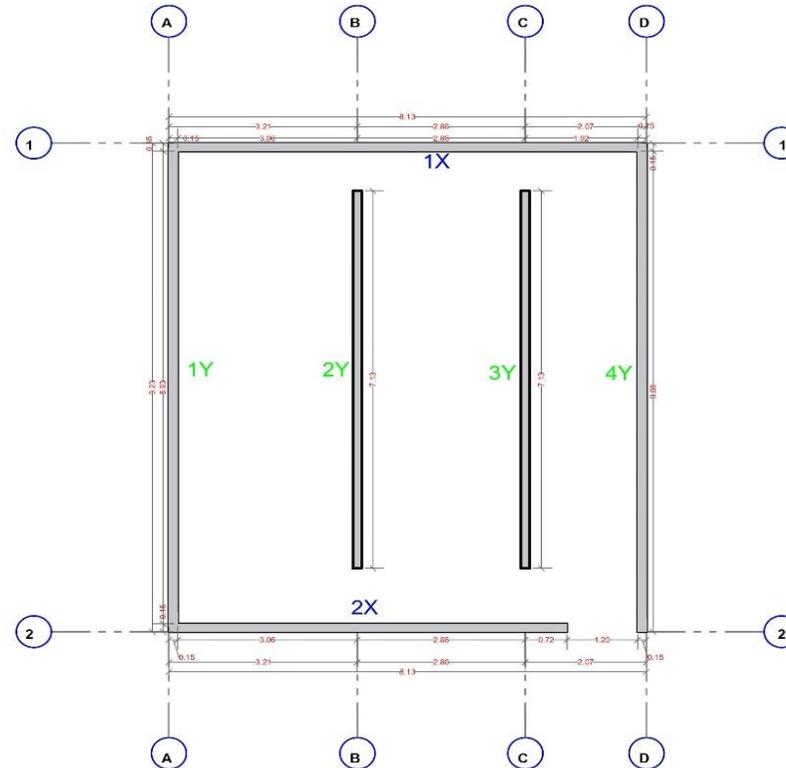
AUTORES: MIGUEL ANGEL ARANA RABANAL  
JUANA JANETH CHÁVEZ VÁSQUEZ

ASESOR: DR. ORLANDO AGUILAR ALIAGA

LÁMINA N°: 11/44

LEYENDA

MUROS	
EJES	
COTAS	



VIVIENDA N°12  
ESC. 1 / 75

CUADRO ÁREA DE MUROS

Distribución X		Distribución Y	
Muro	Área de muros efectivos (L x H) (m <sup>2</sup> )	Muro	Área de muros efectivos (L x H) (m <sup>2</sup> )
1X	6.15	1Y	1.226
2X	6.15	2Y	1.098
3Y	1.02	3Y	1.098
4Y	1.02	4Y	1.098
<b>Totales</b>	<b>14.34</b>	<b>Totales</b>	<b>4.518</b>

CUADRO PARÁMETROS SÍSMICOS  
NTP E-030

Párametro	Valor	Especificación
Z	0.35	Zona 3
U	1	Vivienda
S	1	Suelo tipo 1
C	2.5	Amplificación
R	3	Albañilería
Z.U.S.C./R	0.29166667	
Ap	X-X	Y-Y
75	2.24	4.8405

"VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA EN EL BARRIO URUBAMBA, CAJAMARCA 2019"

NOMBRE: VIVIENDA 12

PLANO: DISTRIBUCIÓN MUROS ALBAÑILERÍA

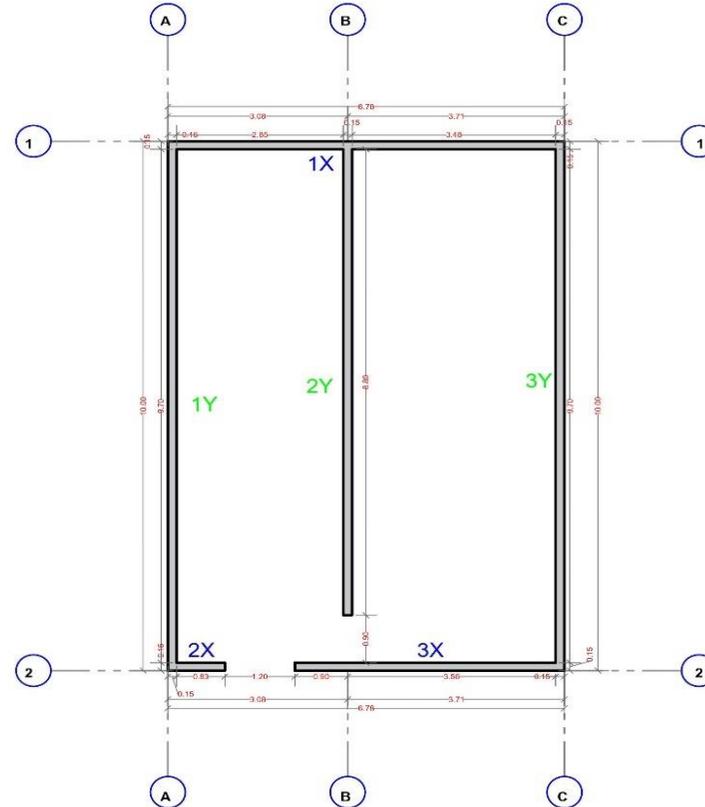
AUTORES: MIGUEL ANGEL ARANA RABANAL  
JUANA JANETH CHÁVEZ VÁSQUEZ

ASESOR: DR. ORLANDO AGUILAR ALIAGA

LÁMINA N°: 12/44

LEYENDA

MUROS	
EJES	
COTAS	



VIVIENDA N°13  
ESC. 1 / 75

CUADRO ÁREA DE MUROS

Distribución de Muros		Distribución de Muros	
Longitud de muro (m)	Área de muro (m²)	Longitud de muro (m)	Área de muro (m²)
1X	6.76	3.71	1.32
2X	3.08	3.08	1.02
3X	3.08	3.08	1.02
Total		Total	
13.52	1.36	10.47	3.36

CUADRO PARÁMETROS SÍSMICOS  
NTP E-030

Párametro	Valor	Especificación
Z	0.35	Zona 3
U	1	Vivienda
S	1	Suelo tipo 1
C	2.5	Amplificación
R	3	Albañilería
Z.U.S.C./R	0.29166667	
Ap	X-X	Y-Y
67.8	1.86	4.23

"VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA EN EL BARRIO URUBAMBA, CAJAMARCA 2019"

NOMBRE: VIVIENDA 13

PLANO: DISTRIBUCIÓN MUROS ALBAÑILERÍA

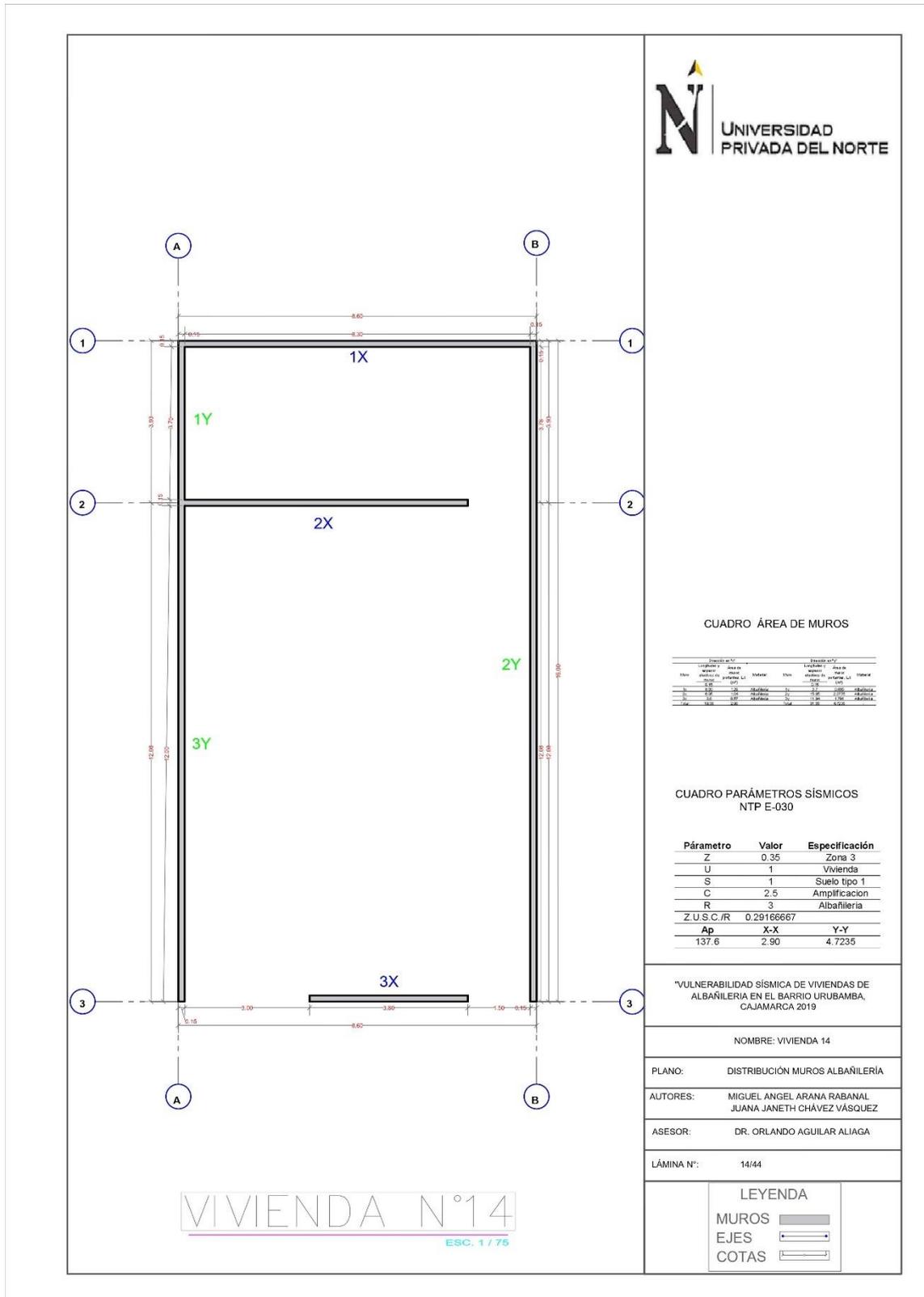
AUTORES: MIGUEL ANGEL ARANA RABANAL  
JUANA JANETH CHÁVEZ VÁSQUEZ

ASESOR: DR. ORLANDO AGUILAR ALIAGA

LÁMINA N°: 13/44

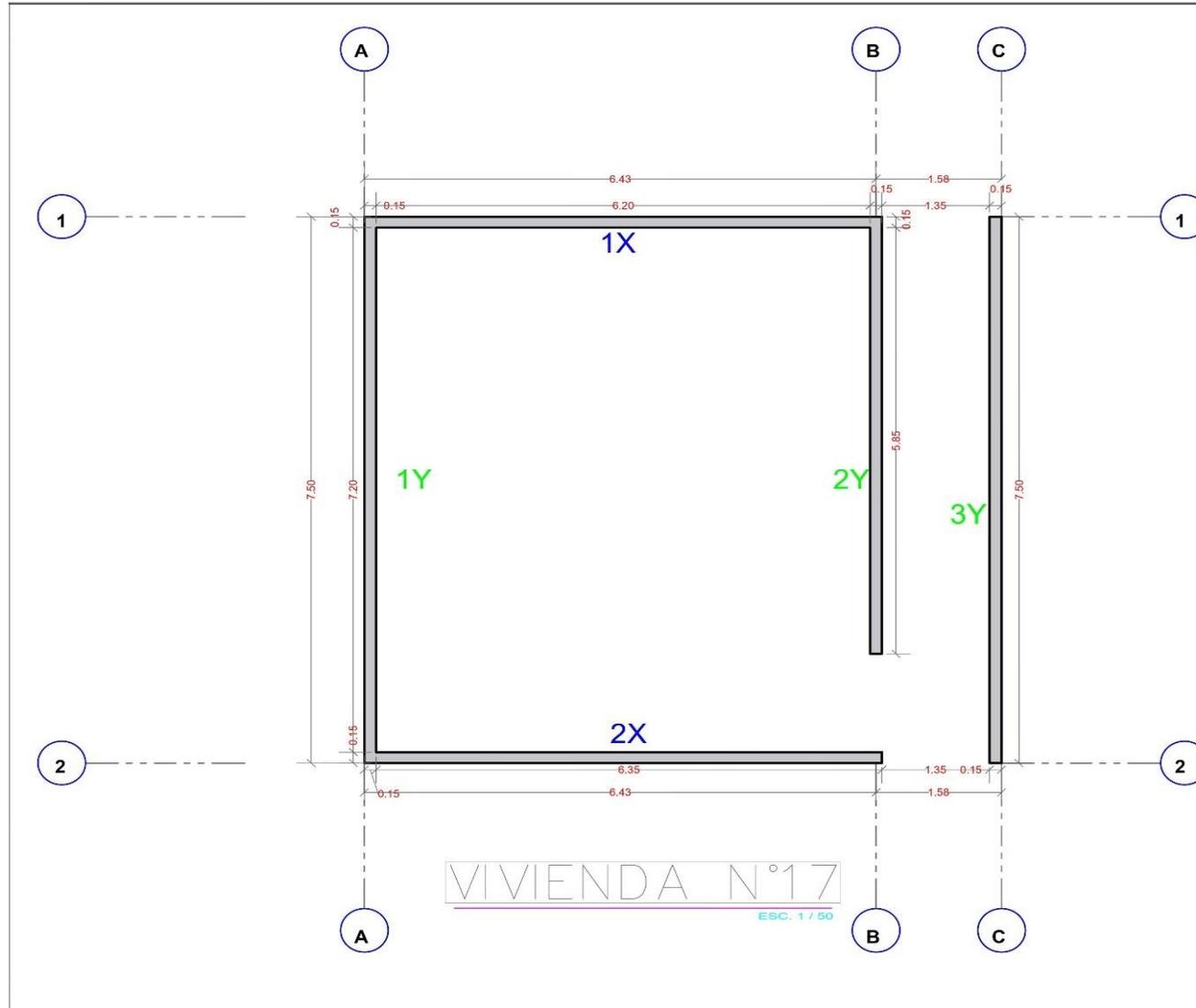
LEYENDA

MUROS	
EJES	
COTAS	









CUADRO ÁREA DE MUROS

Columna	Area de muros	Columna	Area de muros
1	1.35	2	1.35
2	1.35	3	1.35
3	1.35	4	1.35
4	1.35	5	1.35
5	1.35	6	1.35
6	1.35	7	1.35
7	1.35	8	1.35
8	1.35	9	1.35
9	1.35	10	1.35
10	1.35	11	1.35
11	1.35	12	1.35
12	1.35	13	1.35
13	1.35	14	1.35
14	1.35	15	1.35
15	1.35	16	1.35
16	1.35	17	1.35
17	1.35	18	1.35
18	1.35	19	1.35
19	1.35	20	1.35
20	1.35	21	1.35
21	1.35	22	1.35
22	1.35	23	1.35
23	1.35	24	1.35
24	1.35	25	1.35
25	1.35	26	1.35
26	1.35	27	1.35
27	1.35	28	1.35
28	1.35	29	1.35
29	1.35	30	1.35
30	1.35	31	1.35
31	1.35	32	1.35
32	1.35	33	1.35
33	1.35	34	1.35
34	1.35	35	1.35
35	1.35	36	1.35
36	1.35	37	1.35
37	1.35	38	1.35
38	1.35	39	1.35
39	1.35	40	1.35
40	1.35	41	1.35
41	1.35	42	1.35
42	1.35	43	1.35
43	1.35	44	1.35
44	1.35	45	1.35
45	1.35	46	1.35
46	1.35	47	1.35
47	1.35	48	1.35
48	1.35	49	1.35
49	1.35	50	1.35
50	1.35	51	1.35
51	1.35	52	1.35
52	1.35	53	1.35
53	1.35	54	1.35
54	1.35	55	1.35
55	1.35	56	1.35
56	1.35	57	1.35
57	1.35	58	1.35
58	1.35	59	1.35
59	1.35	60	1.35
60	1.35	61	1.35
61	1.35	62	1.35
62	1.35	63	1.35
63	1.35	64	1.35
64	1.35	65	1.35
65	1.35	66	1.35
66	1.35	67	1.35
67	1.35	68	1.35
68	1.35	69	1.35
69	1.35	70	1.35
70	1.35	71	1.35
71	1.35	72	1.35
72	1.35	73	1.35
73	1.35	74	1.35
74	1.35	75	1.35
75	1.35	76	1.35
76	1.35	77	1.35
77	1.35	78	1.35
78	1.35	79	1.35
79	1.35	80	1.35
80	1.35	81	1.35
81	1.35	82	1.35
82	1.35	83	1.35
83	1.35	84	1.35
84	1.35	85	1.35
85	1.35	86	1.35
86	1.35	87	1.35
87	1.35	88	1.35
88	1.35	89	1.35
89	1.35	90	1.35
90	1.35	91	1.35
91	1.35	92	1.35
92	1.35	93	1.35
93	1.35	94	1.35
94	1.35	95	1.35
95	1.35	96	1.35
96	1.35	97	1.35
97	1.35	98	1.35
98	1.35	99	1.35
99	1.35	100	1.35

CUADRO PARÁMETROS SÍSMICOS  
NTP E-030

Parámetro	Valor	Especificación
Z	0.35	Zona 3
U	1	Vivienda
S	1	Suelo tipo 1
C	2.5	Amplificación
R	3	Albañilería
Z.U.S.C./R	0.29166667	
Ap	X-X	Y-Y
	60	2.18 3.105

"VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA EN EL BARRIO URUBAMBA, CAJAMARCA 2019

NOMBRE: VIVIENDA 17

PLANO: DISTRIBUCIÓN MUROS ALBAÑILERÍA

AUTORES: MIGUEL ANGEL ARANA RABANAL  
JUANA JANETH CHÁVEZ VÁSQUEZ

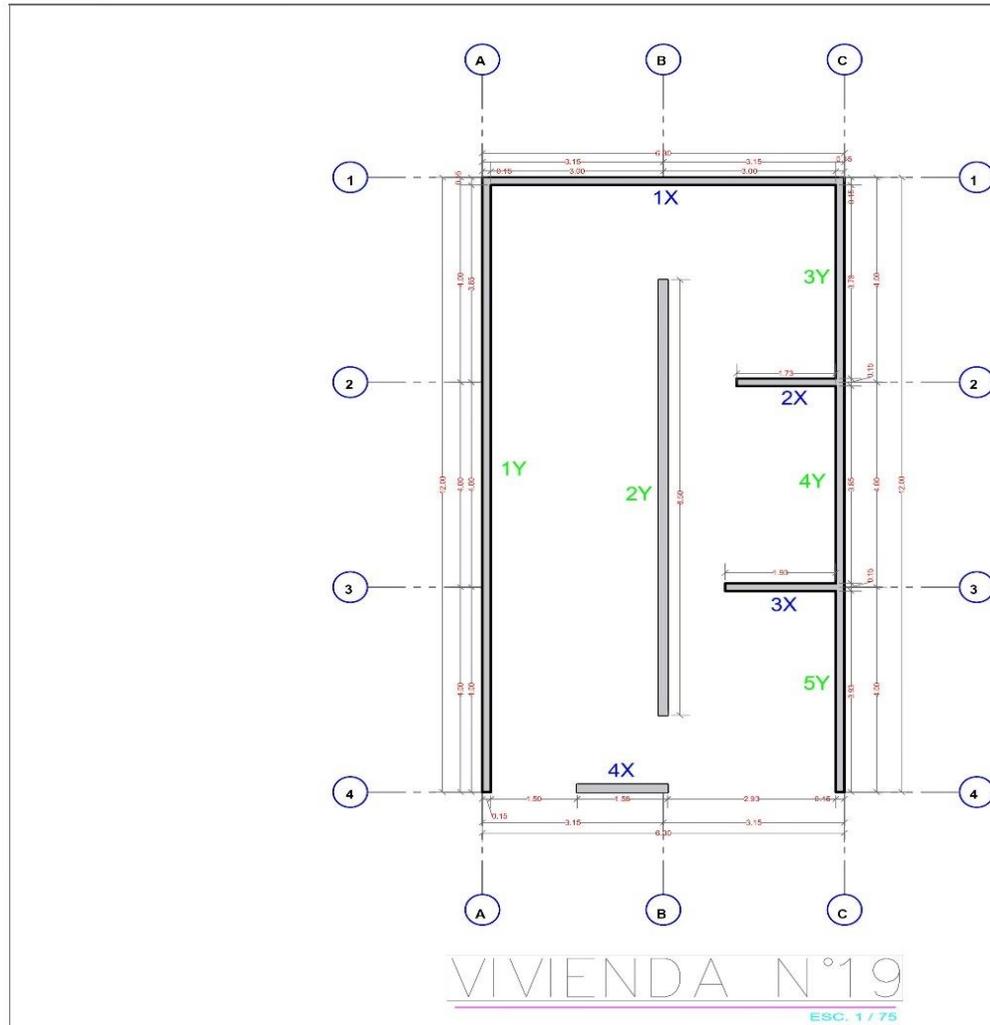
ASESOR: DR. ORLANDO AGUILAR ALIAGA

LÁMINA N°: 17/44

LEYENDA

MUROS	
EJES	
COTAS	





**CUADRO ÁREA DE MUROS**

Estructura 1		Estructura 2	
Longitud de muro	Área de muro	Longitud de muro	Área de muro
Metros	Metros cuadrados	Metros	Metros cuadrados
1.1	0.30	1.1	0.30
2.1	1.20	2.1	1.20
3.1	0.30	3.1	0.30
4.1	1.50	4.1	1.50
<b>Total</b>	<b>3.30</b>	<b>Total</b>	<b>3.30</b>

**CUADRO PARÁMETROS SÍSMICOS NTP E-030**

Párametro	Valor	Especificación
Z	0.35	Zona 3
U	1	Vivienda
S	1	Suelo tipo 1
C	2.5	Amplificación
R	3	Albañilería
Z.U.S.C./R	0.29168667	
<b>Ap</b>	<b>X-X</b>	<b>Y-Y</b>
75.6	1.78	4.7865

"VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA EN EL BARRIO URUBAMBA, CAJAMARCA 2019"

NOMBRE: VIVIENDA 19

PLANO: DISTRIBUCIÓN MUROS ALBAÑILERÍA

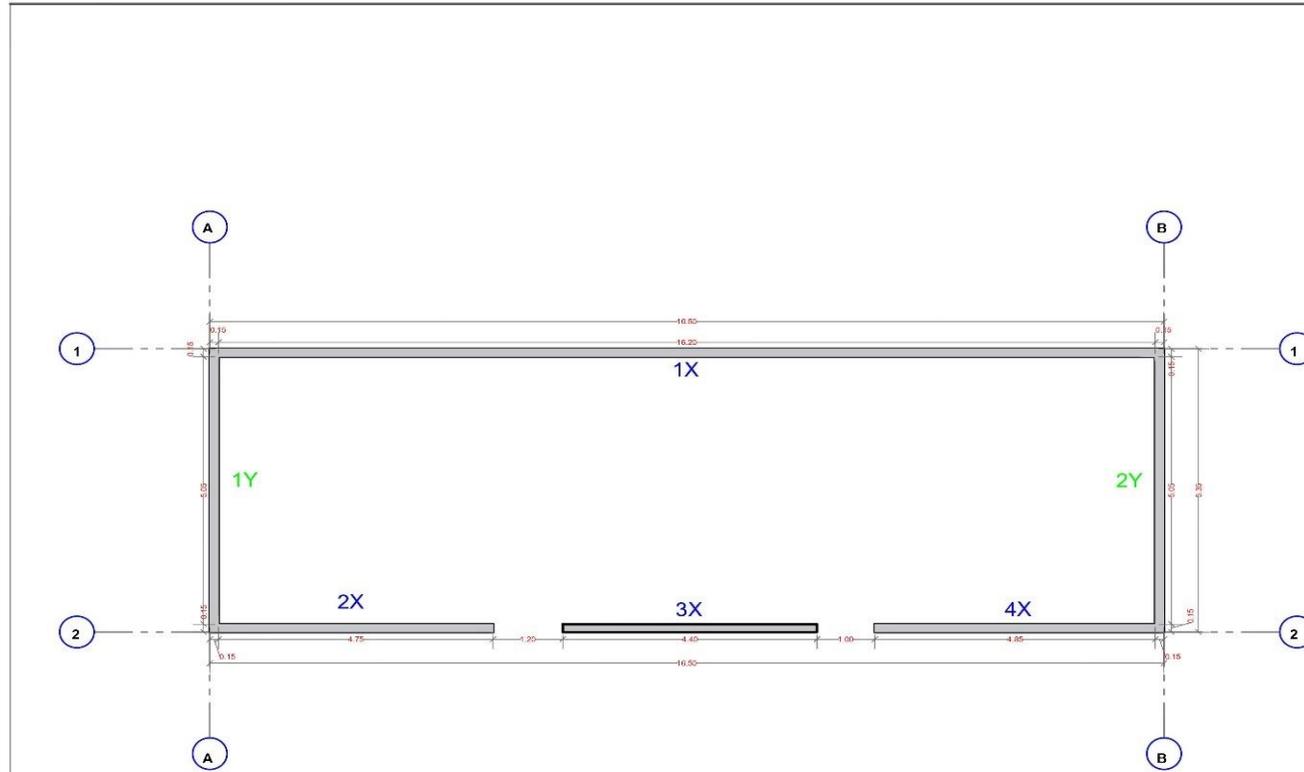
AUTORES: MIGUEL ANGEL ARANA RABANAL  
JUANA JANETH CHÁVEZ VÁSQUEZ

ASESOR: DR. ORLANDO AGUILAR ALIAGA

LÁMINA N°: 19/44

**LEYENDA**

MUROS	
EJES	
COTAS	



VIVIENDA N°20  
ESC. 1 / 75

CUADRO ÁREA DE MUROS

Dimensiones		Espesores		Áreas de	
Longitud	Área de	Longitud	Área de	Longitud	Área de
Muro	albanilería	Muro	albanilería	Muro	albanilería
Longitud	albanilería	Longitud	albanilería	Longitud	albanilería
(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m <sup>2</sup> )
11	11.00	2.40	26.40	11	11.00
20	4.00	2.70	10.80	20	2.70
20	4.4	2.70	11.88	20	2.70
20	4.4	2.70	11.88	20	2.70
Totales	33.80	5.80	50.96	Totales	16.1

CUADRO PARÁMETROS SÍSMICOS  
NTP E-030

Parámetro	Valor	Especificación
Z	0.35	Zona 3
U	1	Vivienda
S	1	Suelo tipo 1
C	2.5	Amplificación
R	3	Albañilería
Z.U.S.C./R	0.29166667	
<b>Ap</b>	<b>X-X</b>	<b>Y-Y</b>
88.27	4.62	1.515

\*VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA EN EL BARRIO URUBAMBA, CAJAMARCA 2019

NOMBRE: VIVIENDA 20

PLANO: DISTRIBUCIÓN MUROS ALBAÑILERÍA

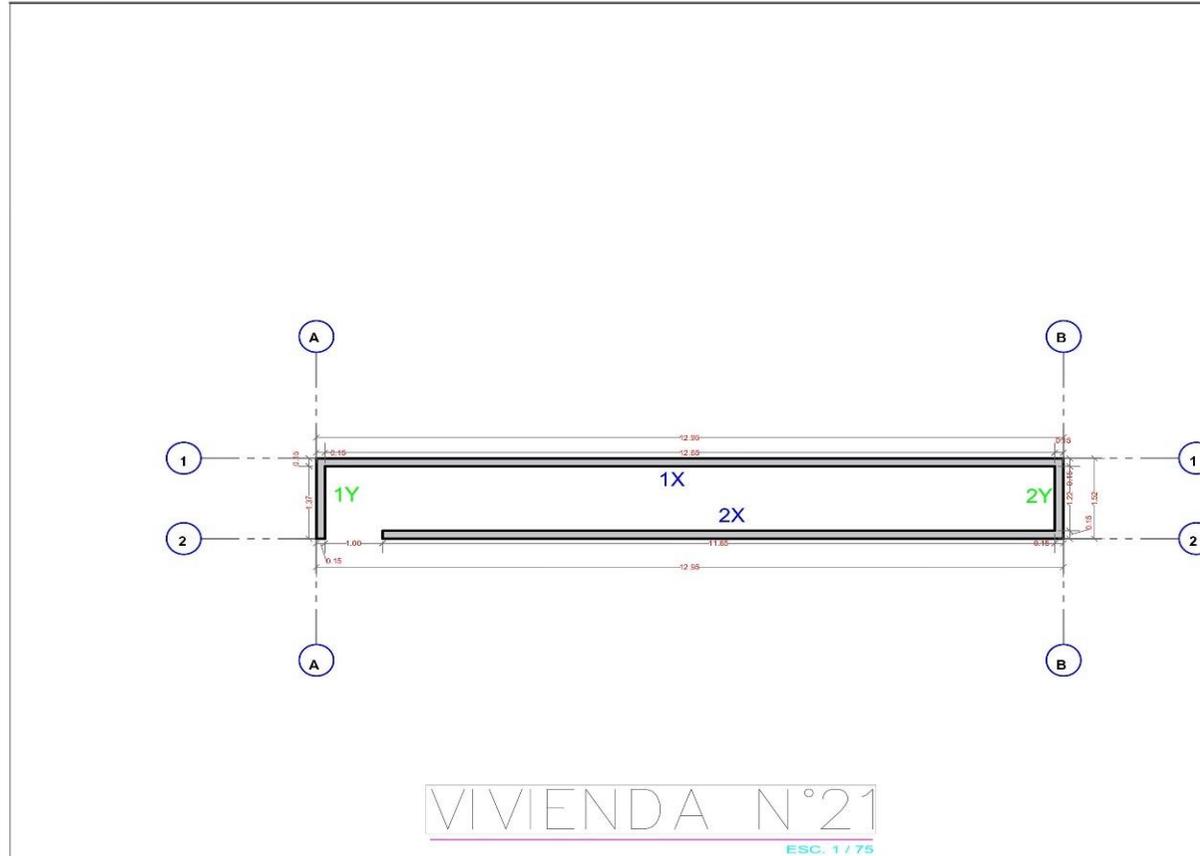
AUTORES: MIGUEL ANGEL ARANA RABANAL  
JUANA JANETH CHÁVEZ VÁSQUEZ

ASESOR: DR. ORLANDO AGUILAR ALIAGA

LÁMINA N°: 20/44

LEYENDA

MUROS	
EJES	
COTAS	



CUADRO ÁREA DE MUROS

Dirección en 'X'		Dirección en 'Y'	
Longitud	Área de muro	Longitud	Área de muro
12.80	1.94	1.22	0.202
12.80	1.94	1.22	0.202
<b>Total</b>	<b>3.71</b>	<b>Total</b>	<b>0.404</b>

CUADRO PARÁMETROS SÍSMICOS  
NTP E-030

Párametro	Valor	Especificación
Z	0.35	Zona 3
U	1	Vivienda
S	1	Suelo tipo 1
C	2.5	Amplificación
R	3	Albañilería
Z U S C / R	0.29166667	
<b>Ap</b>	<b>X-X</b>	<b>Y-Y</b>
19.68	3.71	0.3885

\*VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA EN EL BARRIO URUBAMBA, CAJAMARCA 2019

NOMBRE: VIVIENDA 21

PLANO: DISTRIBUCIÓN MUROS ALBAÑILERÍA

AUTORES: MIGUEL ANGEL ARANA RABANAL  
JUANA JANETH CHÁVEZ VÁSQUEZ

ASESOR: DR. ORLANDO AGUILAR ALIAGA

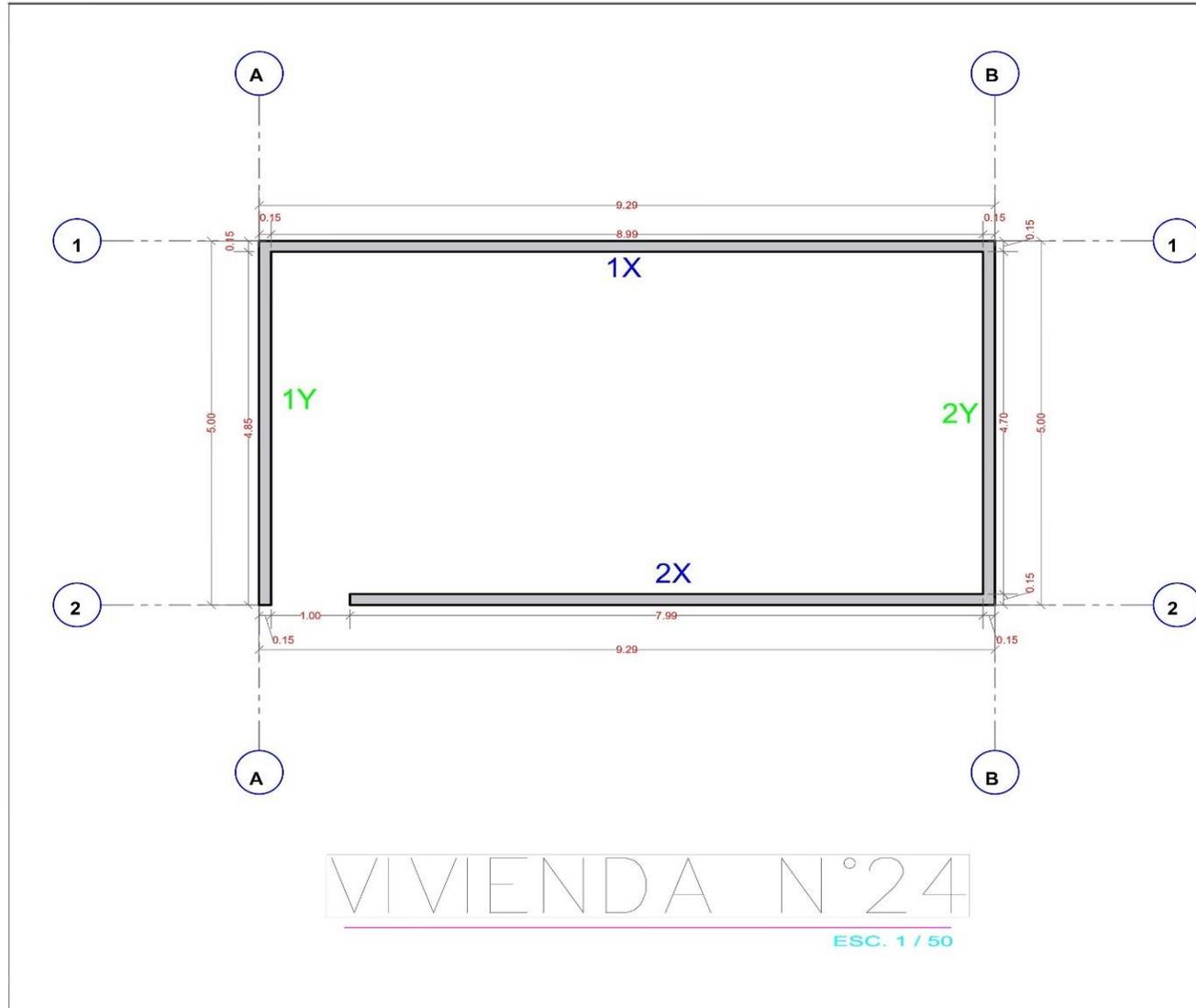
LÁMINA N°: 21/44

LEYENDA

MUROS	
EJES	
COTAS	







CUADRO ÁREA DE MUROS

Dirección en "X"		Dirección en "Y"	
Longitud de muro (m)	Área de muros (m <sup>2</sup> )	Longitud de muro (m)	Área de muros (m <sup>2</sup> )
11	8.50	1.00	2.700
21	8.14	1.22	3.720
<b>Total</b>	<b>17.64</b>	<b>2.22</b>	<b>6.420</b>

CUADRO PARÁMETROS SÍSMICOS  
NTP E-030

Parámetro	Valor	Especificación
Z	0.35	Zona 3
U	1	Vivienda
S	1	Suelo tipo 1
C	2.5	Amplificación
R	3	Albañilería
Z U.S.C./R	0.29166667	
$A_p$	X-X	Y-Y
46.45	2.61	1.4325

"VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA EN EL BARRIO URUBAMBA, CAJAMARCA 2019"

NOMBRE: VIVIENDA 24

PLANO: DISTRIBUCIÓN MUROS ALBAÑILERÍA

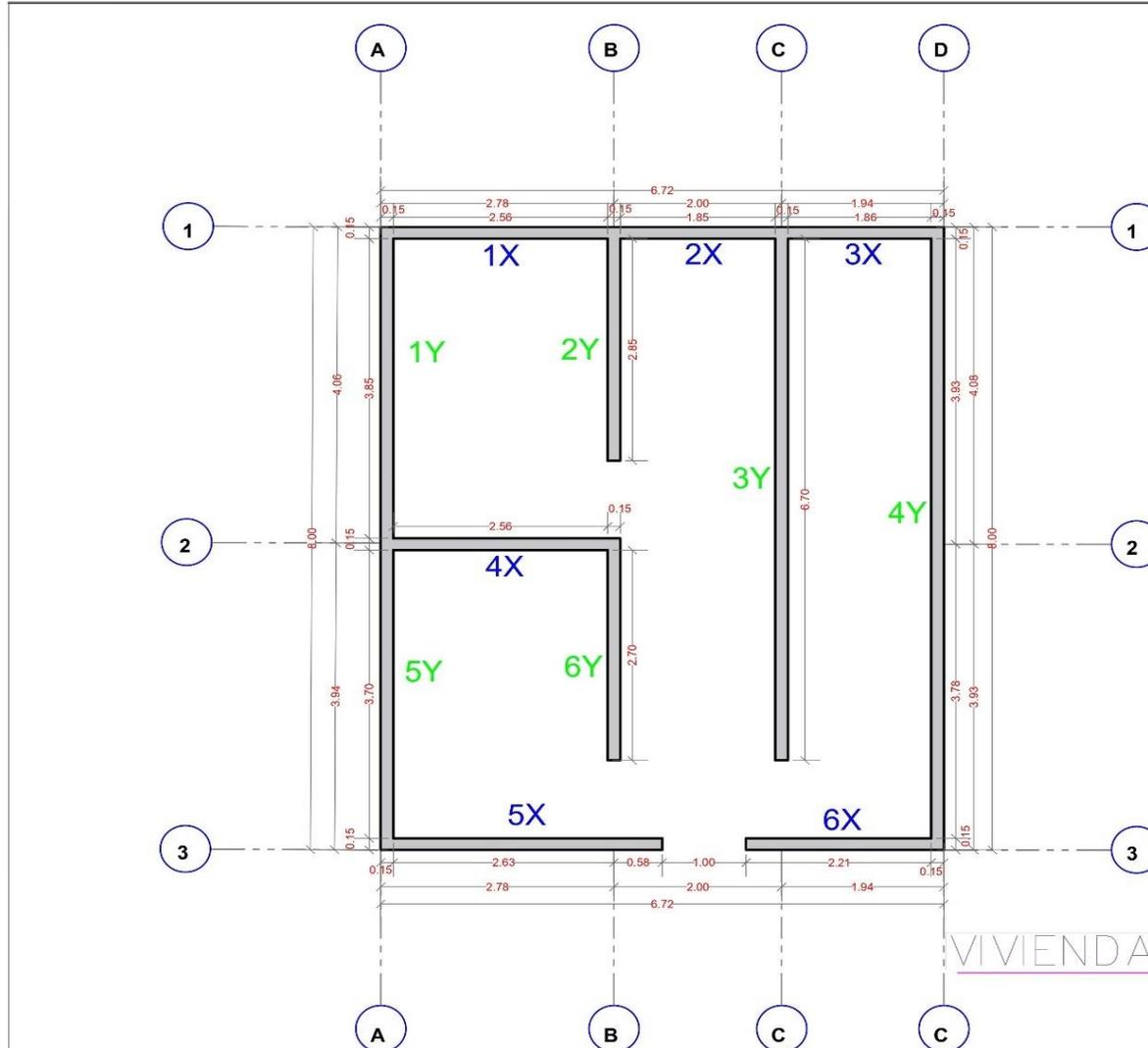
AUTORES: MIGUEL ANGEL ARANA RABANAL  
JUANA JANETH CHÁVEZ VÁSQUEZ

ASESOR: DR. ORLANDO AGUILAR ALIAGA

LÁMINA N°: 24/44

LEYENDA

MUROS	
EJES	
COTAS	



VIVIENDA N°25  
ESC. 1/80

CUADRO ÁREA DE MUROS

Distribución de Muros		Área de Muros		Área de Muros		
Muro	Longitud (m)	Alto de muro (m)	Área de Muro (m <sup>2</sup> )	Muro	Alto de muro (m)	
1	6.72	2.85	19.152	2	6.00	2.85
2	6.00	2.85	17.100	3	6.72	2.85
3	6.72	2.85	19.152	4	6.00	2.85
5	6.72	2.85	19.152	6	6.00	2.85
7	6.72	2.85	19.152	8	6.00	2.85
9	6.72	2.85	19.152	10	6.00	2.85
11	6.72	2.85	19.152	12	6.00	2.85
13	6.72	2.85	19.152	14	6.00	2.85
15	6.72	2.85	19.152	16	6.00	2.85
17	6.72	2.85	19.152	18	6.00	2.85
19	6.72	2.85	19.152	20	6.00	2.85
21	6.72	2.85	19.152	22	6.00	2.85
23	6.72	2.85	19.152	24	6.00	2.85
25	6.72	2.85	19.152	26	6.00	2.85
27	6.72	2.85	19.152	28	6.00	2.85
29	6.72	2.85	19.152	30	6.00	2.85
31	6.72	2.85	19.152	32	6.00	2.85
33	6.72	2.85	19.152	34	6.00	2.85
35	6.72	2.85	19.152	36	6.00	2.85
37	6.72	2.85	19.152	38	6.00	2.85
39	6.72	2.85	19.152	40	6.00	2.85
41	6.72	2.85	19.152	42	6.00	2.85
43	6.72	2.85	19.152	44	6.00	2.85
45	6.72	2.85	19.152	46	6.00	2.85
47	6.72	2.85	19.152	48	6.00	2.85
49	6.72	2.85	19.152	50	6.00	2.85
51	6.72	2.85	19.152	52	6.00	2.85
53	6.72	2.85	19.152	54	6.00	2.85
55	6.72	2.85	19.152	56	6.00	2.85
57	6.72	2.85	19.152	58	6.00	2.85
59	6.72	2.85	19.152	60	6.00	2.85
61	6.72	2.85	19.152	62	6.00	2.85
63	6.72	2.85	19.152	64	6.00	2.85
65	6.72	2.85	19.152	66	6.00	2.85
67	6.72	2.85	19.152	68	6.00	2.85
69	6.72	2.85	19.152	70	6.00	2.85
71	6.72	2.85	19.152	72	6.00	2.85
73	6.72	2.85	19.152	74	6.00	2.85
75	6.72	2.85	19.152	76	6.00	2.85
77	6.72	2.85	19.152	78	6.00	2.85
79	6.72	2.85	19.152	80	6.00	2.85
81	6.72	2.85	19.152	82	6.00	2.85
83	6.72	2.85	19.152	84	6.00	2.85
85	6.72	2.85	19.152	86	6.00	2.85
87	6.72	2.85	19.152	88	6.00	2.85
89	6.72	2.85	19.152	90	6.00	2.85
91	6.72	2.85	19.152	92	6.00	2.85
93	6.72	2.85	19.152	94	6.00	2.85
95	6.72	2.85	19.152	96	6.00	2.85
97	6.72	2.85	19.152	98	6.00	2.85
99	6.72	2.85	19.152	100	6.00	2.85

CUADRO PARÁMETROS SÍSMICOS  
NTP E-030

Parámetro	Valor	Especificación
Z	0.35	Zona 3
U	1	Vivienda
S	1	Suelo tipo 1
C	2.5	Amplificación
R	3	Albañilería
Z.U.S.C./R	0.29166667	
Ap	X-X	Y-Y
53.76	2.21	4.215

\*VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA EN EL BARRIO URUBAMBA, CAJAMARCA 2019

NOMBRE: VIVIENDA 25

PLANO: DISTRIBUCIÓN MUROS ALBAÑILERÍA

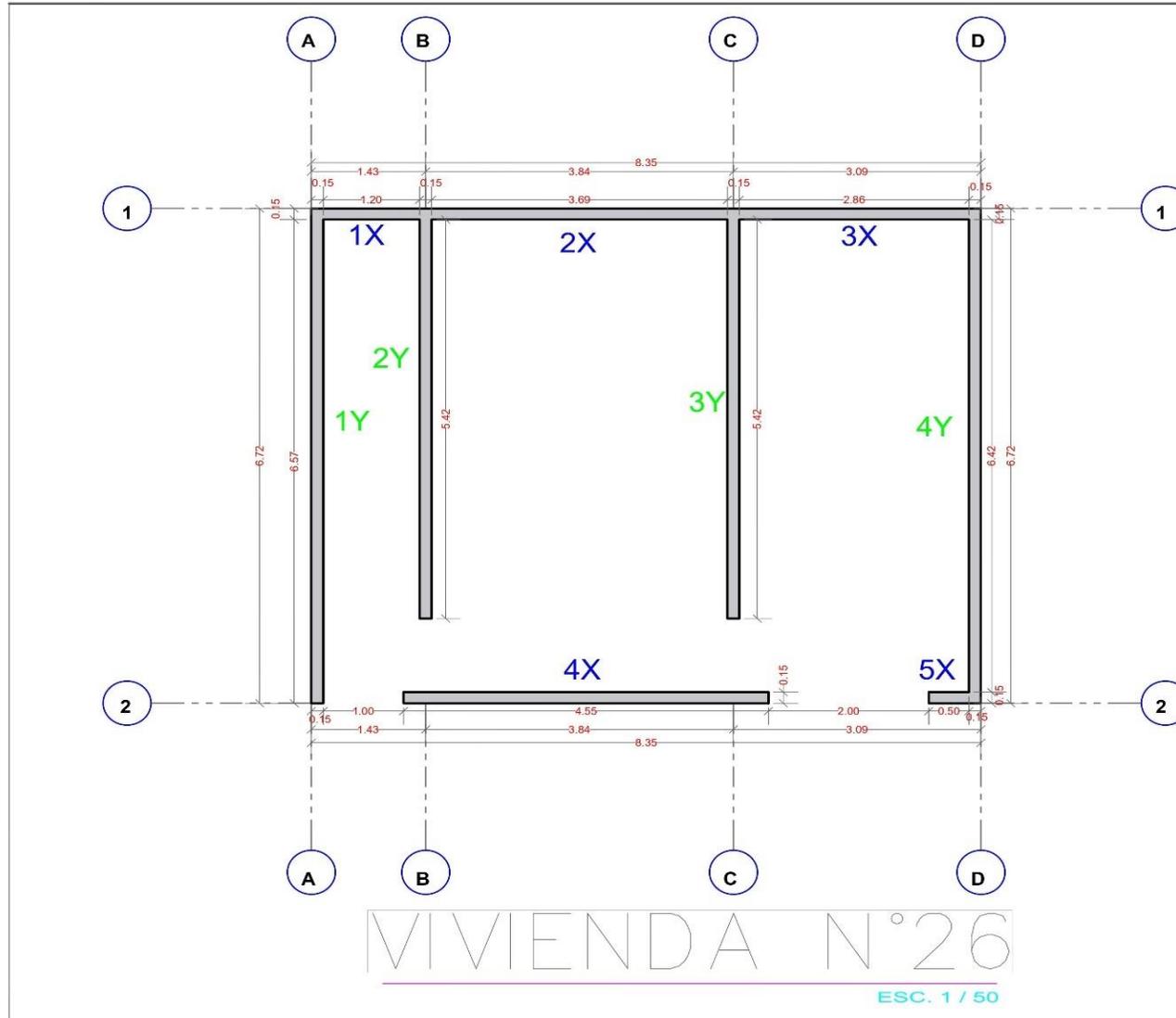
AUTORES: MIGUEL ANGEL ARANA RABANAL  
JUANA JANETH CHÁVEZ VÁSQUEZ

ASESOR: DR. ORLANDO AGUILAR ALIAGA

LÁMINA N°: 25/44

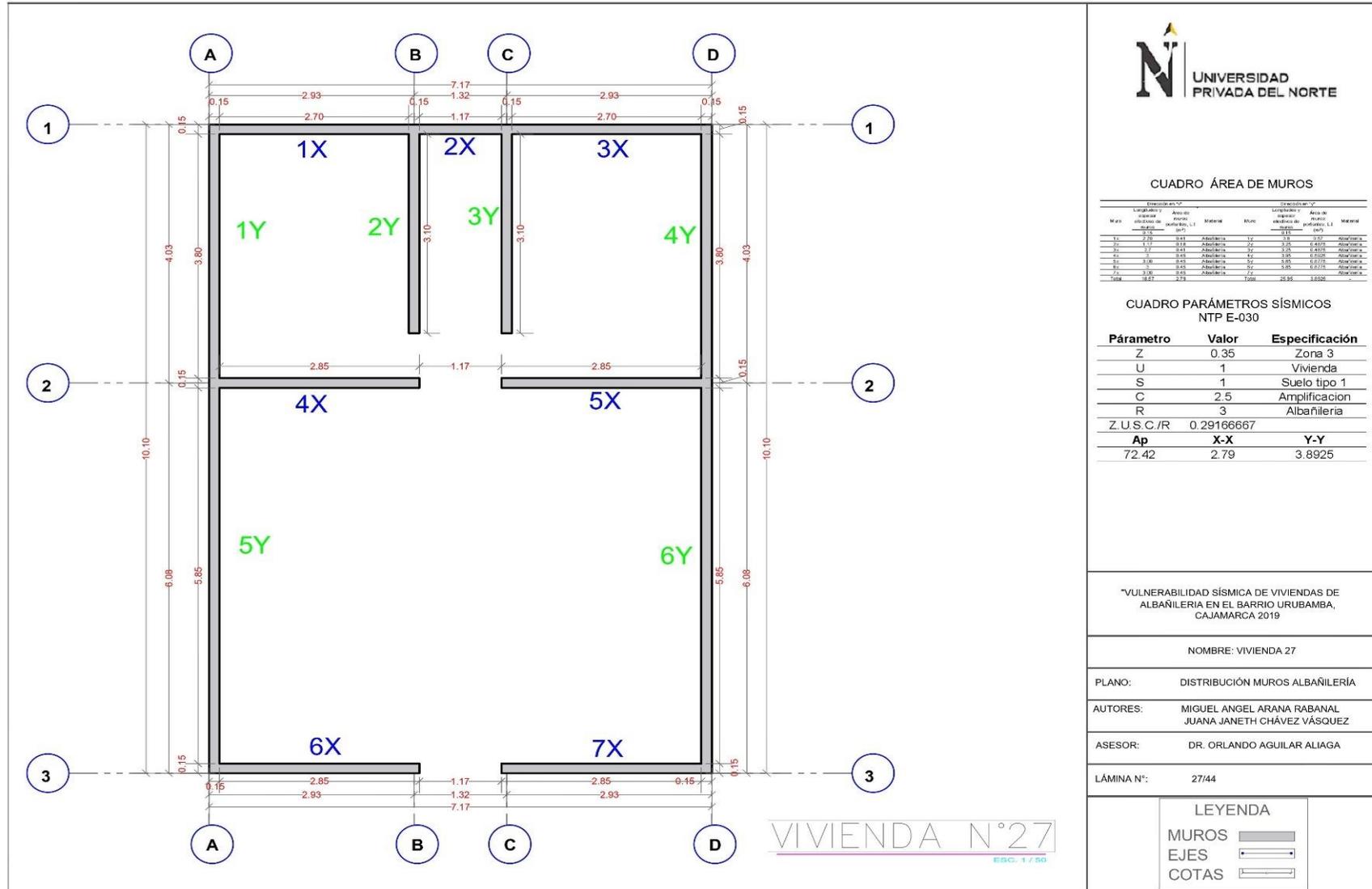
LEYENDA

MUROS	
EJES	
COTAS	

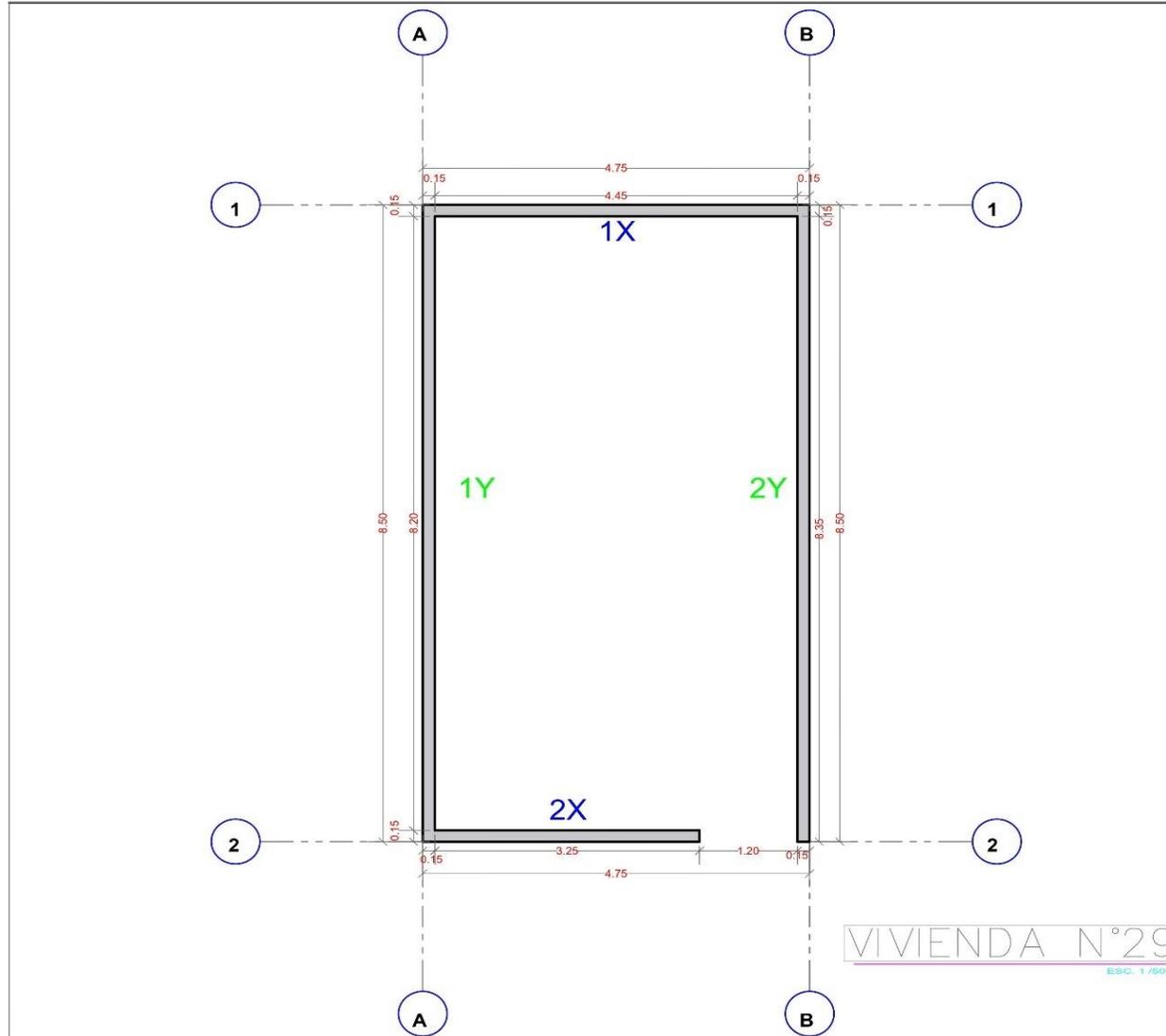


CUADRO ÁREA DE MUROS

Material	Longitud (m)	Área de muro (m <sup>2</sup> )	Material	Longitud (m)	Área de muro (m <sup>2</sup> )
M1	1.43	0.15	M2	3.09	0.15
M3	3.84	0.15	M4	3.84	0.15
M5	8.35	0.15	M6	8.35	0.15
M7	1.43	0.15	M8	1.43	0.15
M9	3.09	0.15	M10	3.09	0.15
M11	3.84	0.15	M12	3.84	0.15
M13	8.35	0.15	M14	8.35	0.15
M15	1.43	0.15	M16	1.43	0.15
M17	3.09	0.15	M18	3.09	0.15
M19	3.84	0.15	M20	3.84	0.15
M21	8.35	0.15	M22	8.35	0.15
M23	1.43	0.15	M24	1.43	0.15
M25	3.09	0.15	M26	3.09	0.15
M27	3.84	0.15	M28	3.84	0.15
M29	8.35	0.15	M30	8.35	0.15
M31	1.43	0.15	M32	1.43	0.15
M33	3.09	0.15	M34	3.09	0.15
M35	3.84	0.15	M36	3.84	0.15
M37	8.35	0.15	M38	8.35	0.15
M39	1.43	0.15	M40	1.43	0.15
M41	3.09	0.15	M42	3.09	0.15
M43	3.84	0.15	M44	3.84	0.15
M45	8.35	0.15	M46	8.35	0.15
M47	1.43	0.15	M48	1.43	0.15
M49	3.09	0.15	M50	3.09	0.15
M51	3.84	0.15	M52	3.84	0.15
M53	8.35	0.15	M54	8.35	0.15
M55	1.43	0.15	M56	1.43	0.15
M57	3.09	0.15	M58	3.09	0.15
M59	3.84	0.15	M60	3.84	0.15
M61	8.35	0.15	M62	8.35	0.15
M63	1.43	0.15	M64	1.43	0.15
M65	3.09	0.15	M66	3.09	0.15
M67	3.84	0.15	M68	3.84	0.15
M69	8.35	0.15	M70	8.35	0.15
M71	1.43	0.15	M72	1.43	0.15
M73	3.09	0.15	M74	3.09	0.15
M75	3.84	0.15	M76	3.84	0.15
M77	8.35	0.15	M78	8.35	0.15
M79	1.43	0.15	M80	1.43	0.15
M81	3.09	0.15	M82	3.09	0.15
M83	3.84	0.15	M84	3.84	0.15
M85	8.35	0.15	M86	8.35	0.15
M87	1.43	0.15	M88	1.43	0.15
M89	3.09	0.15	M90	3.09	0.15
M91	3.84	0.15	M92	3.84	0.15
M93	8.35	0.15	M94	8.35	0.15
M95	1.43	0.15	M96	1.43	0.15
M97	3.09	0.15	M98	3.09	0.15
M99	3.84	0.15	M100	3.84	0.15
M101	8.35	0.15	M102	8.35	0.15
M103	1.43	0.15	M104	1.43	0.15
M105	3.09	0.15	M106	3.09	0.15
M107	3.84	0.15	M108	3.84	0.15
M109	8.35	0.15	M110	8.35	0.15
M111	1.43	0.15	M112	1.43	0.15
M113	3.09	0.15	M114	3.09	0.15
M115	3.84	0.15	M116	3.84	0.15
M117	8.35	0.15	M118	8.35	0.15
M119	1.43	0.15	M120	1.43	0.15
M121	3.09	0.15	M122	3.09	0.15
M123	3.84	0.15	M124	3.84	0.15
M125	8.35	0.15	M126	8.35	0.15
M127	1.43	0.15	M128	1.43	0.15
M129	3.09	0.15	M130	3.09	0.15
M131	3.84	0.15	M132	3.84	0.15
M133	8.35	0.15	M134	8.35	0.15
M135	1.43	0.15	M136	1.43	0.15
M137	3.09	0.15	M138	3.09	0.15
M139	3.84	0.15	M140	3.84	0.15
M141	8.35	0.15	M142	8.35	0.15
M143	1.43	0.15	M144	1.43	0.15
M145	3.09	0.15	M146	3.09	0.15
M147	3.84	0.15	M148	3.84	0.15
M149	8.35	0.15	M150	8.35	0.15
M151	1.43	0.15	M152	1.43	0.15
M153	3.09	0.15	M154	3.09	0.15
M155	3.84	0.15	M156	3.84	0.15
M157	8.35	0.15	M158	8.35	0.15
M159	1.43	0.15	M160	1.43	0.15
M161	3.09	0.15	M162	3.09	0.15
M163	3.84	0.15	M164	3.84	0.15
M165	8.35	0.15	M166	8.35	0.15
M167	1.43	0.15	M168	1.43	0.15
M169	3.09	0.15	M170	3.09	0.15
M171	3.84	0.15	M172	3.84	0.15
M173	8.35	0.15	M174	8.35	0.15
M175	1.43	0.15	M176	1.43	0.15
M177	3.09	0.15	M178	3.09	0.15
M179	3.84	0.15	M180	3.84	0.15
M181	8.35	0.15	M182	8.35	0.15
M183	1.43	0.15	M184	1.43	0.15
M185	3.09	0.15	M186	3.09	0.15
M187	3.84	0.15	M188	3.84	0.15
M189	8.35	0.15	M190	8.35	0.15
M191	1.43	0.15	M192	1.43	0.15
M193	3.09	0.15	M194	3.09	0.15
M195	3.84	0.15	M196	3.84	0.15
M197	8.35	0.15	M198	8.35	0.15
M199	1.43	0.15	M200	1.43	0.15
M201	3.09	0.15	M202	3.09	0.15
M203	3.84	0.15	M204	3.84	0.15
M205	8.35	0.15	M206	8.35	0.15
M207	1.43	0.15	M208	1.43	0.15
M209	3.09	0.15	M210	3.09	0.15
M211	3.84	0.15	M212	3.84	0.15
M213	8.35	0.15	M214	8.35	0.15
M215	1.43	0.15	M216	1.43	0.15
M217	3.09	0.15	M218	3.09	0.15
M219	3.84	0.15	M220	3.84	0.15
M221	8.35	0.15	M222	8.35	0.15
M223	1.43	0.15	M224	1.43	0.15
M225	3.09	0.15	M226	3.09	0.15
M227	3.84	0.15	M228	3.84	0.15
M229	8.35	0.15	M230	8.35	0.15
M231	1.43	0.15	M232	1.43	0.15
M233	3.09	0.15	M234	3.09	0.15
M235	3.84	0.15	M236	3.84	0.15
M237	8.35	0.15	M238	8.35	0.15
M239	1.43	0.15	M240	1.43	0.15
M241	3.09	0.15	M242	3.09	0.15
M243	3.84	0.15	M244	3.84	0.15
M245	8.35	0.15	M246	8.35	0.15
M247	1.43	0.15	M248	1.43	0.15
M249	3.09	0.15	M250	3.09	0.15
M251	3.84	0.15	M252	3.84	0.15
M253	8.35	0.15	M254	8.35	0.15
M255	1.43	0.15	M256	1.43	0.15
M257	3.09	0.15	M258	3.09	0.15
M259	3.84	0.15	M260	3.84	0.15
M261	8.35	0.15	M262	8.35	0.15
M263	1.43	0.15	M264	1.43	0.15
M265	3.09	0.15	M266	3.09	0.15
M267	3.84	0.15	M268	3.84	0.15
M269	8.35	0.15	M270	8.35	0.15
M271	1.43	0.15	M272	1.43	0.15
M273	3.09	0.15	M274	3.09	0.15
M275	3.84	0.15	M276	3.84	0.15
M277	8.35	0.15	M278	8.35	0.15
M279	1.43	0.15	M280	1.43	0.15
M281	3.09	0.15	M282	3.09	0.15
M283	3.84	0.15	M284	3.84	0.15
M285	8.35	0.15	M286	8.35	0.15
M287	1.43	0.15	M288	1.43	0.15
M289	3.09	0.15	M290	3.09	0.15
M291	3.84	0.15	M292	3.84	0.15
M293	8.35	0.15	M294	8.35	0.15
M295	1.43	0.15	M296	1.43	0.15
M297	3.09	0.15	M298	3.09	0.15
M299	3.84	0.15	M300	3.84	0.15
M301	8.35	0.15	M302	8.35	0.15
M303	1.43	0.15	M304	1.43	0.15
M305	3.09	0.15	M306	3.09	0.15
M307	3.84	0.15	M308	3.84	0.15
M309	8.35	0.15	M310	8.35	0.15
M311	1.43	0.15	M312	1.43	0.15
M313	3.09	0.15	M314	3.09	0.15
M315	3.84	0.15	M316	3.84	0.15
M317	8.35	0.15	M318	8.35	0.15
M319	1.43	0.15	M320	1.43	0.15
M321	3.09	0.15	M322	3.09	0.15
M323	3.84	0.15	M324	3.84	0.15
M325	8.35	0.15	M326	8.35	0.15
M327	1.43	0.15	M328	1.43	0.15
M329	3.09	0.15	M330	3.09	0.15
M331	3.84	0.15	M332	3.84	0.15
M333	8.35	0.15	M334	8.35	0.15
M335	1.43	0.15	M336	1.43	0.15
M337	3.09	0.15	M338	3.09	0.15
M339	3.84	0.15	M340	3.84	0.15
M341	8.35	0.15	M342	8.35	0.15
M343	1.43	0.15	M344	1.43	0.15
M345	3.09	0.15	M346	3.09	0.15
M347	3.84	0.15	M348	3.84	0.15
M349	8.35	0.15	M350	8.35	0.15
M351	1.43	0.15	M352	1.43	0.15
M353	3.09	0.15	M354	3.09	0.15
M355	3.84	0.15	M356	3.84	0.15
M357	8.35	0.15	M358	8.35	0.15
M359	1.43	0.15	M360	1.43	0.15
M361	3.09	0.15	M362	3.09	0.15
M363	3.84	0.15	M364	3.84	0.15
M365	8.35	0.15	M366	8.35	0.15
M367	1.43	0			







CUADRO ÁREA DE MUROS

Descripción		Área m <sup>2</sup>	
Longitud	Área m <sup>2</sup>	Longitud	Área m <sup>2</sup>
Muro exterior	14.4	Muro interior	14.4
Muro albañilería	28.8	Muro albañilería	28.8
Muro	57.6	Muro	57.6
Total		115.2	

CUADRO PARÁMETROS SÍSMICOS  
NTP E-030

Párametro	Valor	Especificación
Z	0.35	Zona 3
U	1	Vivienda
S	1	Suelo tipo 1
C	2.5	Amplificación
R	3	Albañilería
Z.U.S.C./R	0.29166667	
Ap	X-X	Y-Y
40.73	1.16	2.55

\*VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA EN EL BARRIO URUBAMBA, CAJAMARCA 2019

NOMBRE: VIVIENDA 29

PLANO: DISTRIBUCIÓN MUROS ALBAÑILERÍA

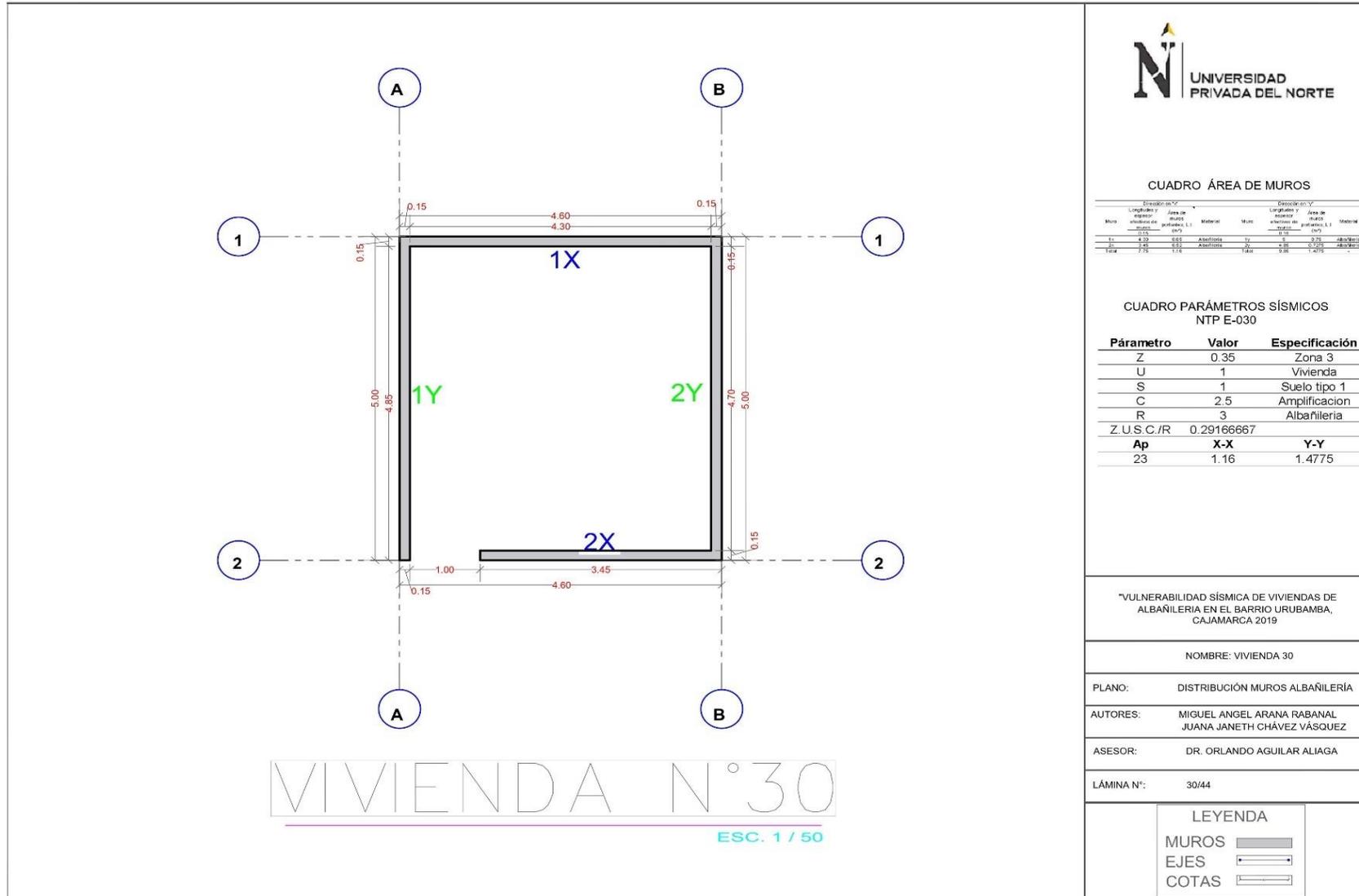
AUTORES: MIGUEL ANGEL ARANA RABANAL  
JUANA JANETH CHÁVEZ VÁSQUEZ

ASESOR: DR. ORLANDO AGUILAR ALIAGA

LÁMINA N°: 29/44

LEYENDA

MUROS	
EJES	
COTAS	



**CUADRO ÁREA DE MUROS**

Dirección X-Y		Dirección Y-Y	
Longitud y altura de muro (m)	Área de muro (m <sup>2</sup> )	Longitud y altura de muro (m)	Área de muro (m <sup>2</sup> )
4.30	6.55	4.70	6.75
3.45	6.55	4.30	6.75
<b>Total</b>	<b>7.75</b>	<b>Total</b>	<b>9.30</b>

**CUADRO PARÁMETROS SÍSMICOS  
NTP E-030**

Párametro	Valor	Especificación
Z	0.35	Zona 3
U	1	Vivienda
S	1	Suelo tipo 1
C	2.5	Amplificación
R	3	Albañilería
Z.U.S.C./R	0.29166667	
<b>Ap</b>	<b>X-X</b>	<b>Y-Y</b>
23	1.16	1.4775

"VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA EN EL BARRIO URUBAMBA, CAJAMARCA 2019"

NOMBRE: VIVIENDA 30

PLANO: DISTRIBUCIÓN MUROS ALBAÑILERÍA

AUTORES: MIGUEL ANGEL ARANA RABANAL  
JUANA JANETH CHÁVEZ VÁSQUEZ

ASESOR: DR. ORLANDO AGUILAR ALIAGA

LÁMINA N°: 30/44

**LEYENDA**

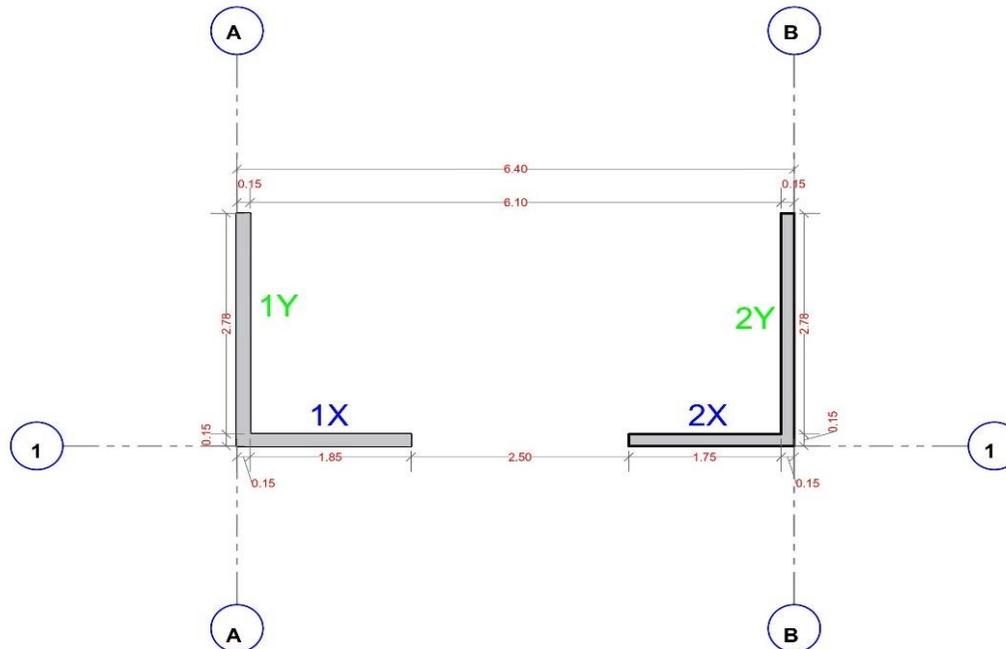
MUROS	
EJES	
COTAS	

CUADRO ÁREA DE MUROS

Muro	Dimensiones "L"		Material	Tipo	Dimensiones "Y"		Material
	Longitud y Ancho de muros (m)	Área de muros (m <sup>2</sup> )			Longitud y Ancho de muros (m)	Área de muros (m <sup>2</sup> )	
1X	1.85	0.28	Albañilería	1	0.28	0.5235	Albañilería
2X	1.75	0.28	Albañilería	2	0.56	1.1270	Albañilería
<b>Total</b>	<b>3.60</b>	<b>0.56</b>			<b>0.88</b>	<b>0.647</b>	

CUADRO PARÁMETROS SÍSMICOS  
NTP E-030

Parámetro	Valor	Especificación
Z	0.35	Zona 3
U	1	Vivienda
S	1	Suelo tipo 1
C	2.5	Amplificación
R	3	Albañilería
Z.U.S.C./R	0.29166667	
<b>Ap</b>	<b>X-X</b>	<b>Y-Y</b>
	18.75	0.879



VIVIENDA N°31

ESC. 1 / 50

"VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA EN EL BARRIO URUBAMBA, CAJAMARCA 2019"

NOMBRE: VIVIENDA 31

PLANO: DISTRIBUCIÓN MUROS ALBAÑILERÍA

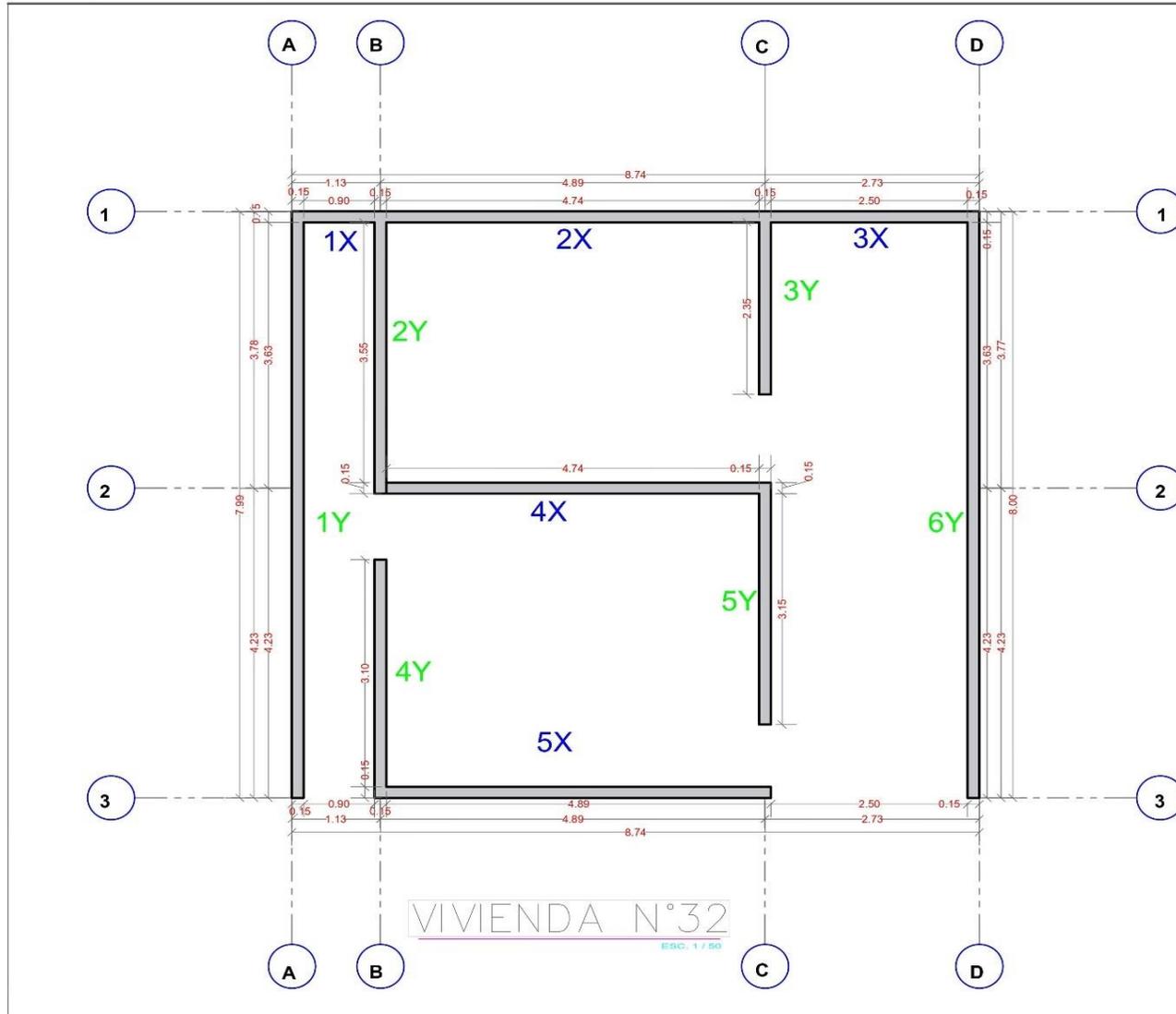
AUTORES: MIGUEL ANGEL ARANA RABANAL  
JUANA JANETH CHÁVEZ VÁSQUEZ

ASESOR: DR. ORLANDO AGUILAR ALIAGA

LÁMINA N°: 31/44

LEYENDA

MUROS	
EJES	
COTAS	



CUADRO ÁREA DE MUROS

Muro	Dirección X-Y		Dirección Y-X	
	Longitud y altura de muros (L x H) (m <sup>2</sup> )	Área de muros (m <sup>2</sup> )	Longitud y altura de muros (L x H) (m <sup>2</sup> )	Área de muros (m <sup>2</sup> )
1X	0,90 x 3,14	2,83	0,15 x 3,14	0,47
2X	4,89 x 3,14	15,35	0,15 x 3,14	0,47
3X	2,73 x 3,14	8,57	0,15 x 3,14	0,47
4X	4,74 x 3,14	14,88	0,15 x 3,14	0,47
5X	2,50 x 3,14	7,85	0,15 x 3,14	0,47
Tota	5,64 x 2,97	4,35	0,45 x 3,14	1,41

CUADRO PARÁMETROS SÍSMICOS  
NTP E-030

Parámetro	Valor	Especificación
Z	0.35	Zona 3
U	1	Vivienda
S	1	Suelo tipo 1
C	2.5	Amplificación
R	3	Albañilería
Z.U.S.C./R	0.29166667	
Ap	X-X	Y-Y
	69.92	4.335

"VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA EN EL BARRIO URUBAMBA, CAJAMARCA 2019"

NOMBRE: VIVIENDA 32

PLANO: DISTRIBUCIÓN MUROS ALBAÑILERÍA

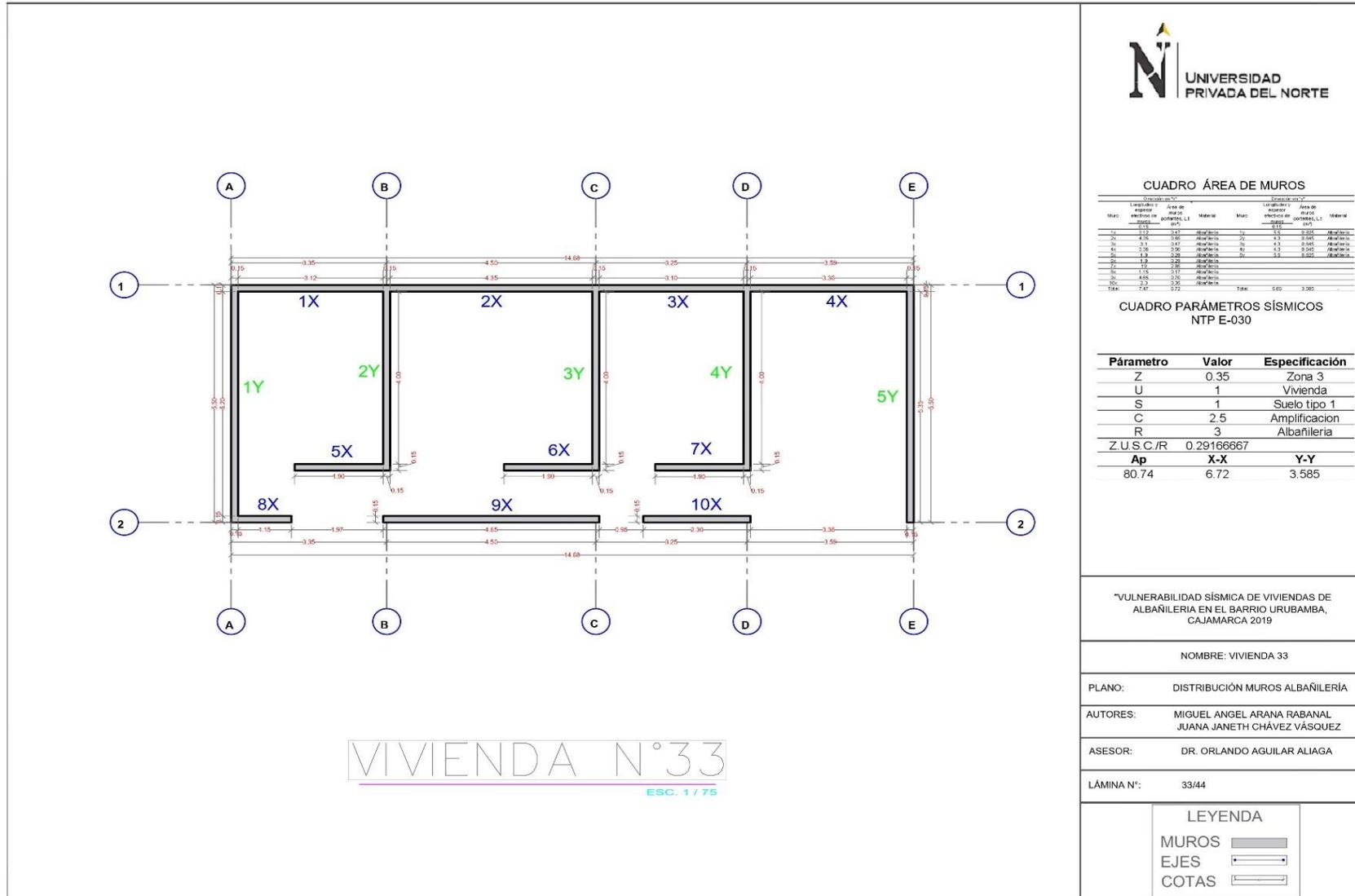
AUTORES: MIGUEL ÁNGEL ARANA RABANAL  
JUANA JANETH CHÁVEZ VÁSQUEZ

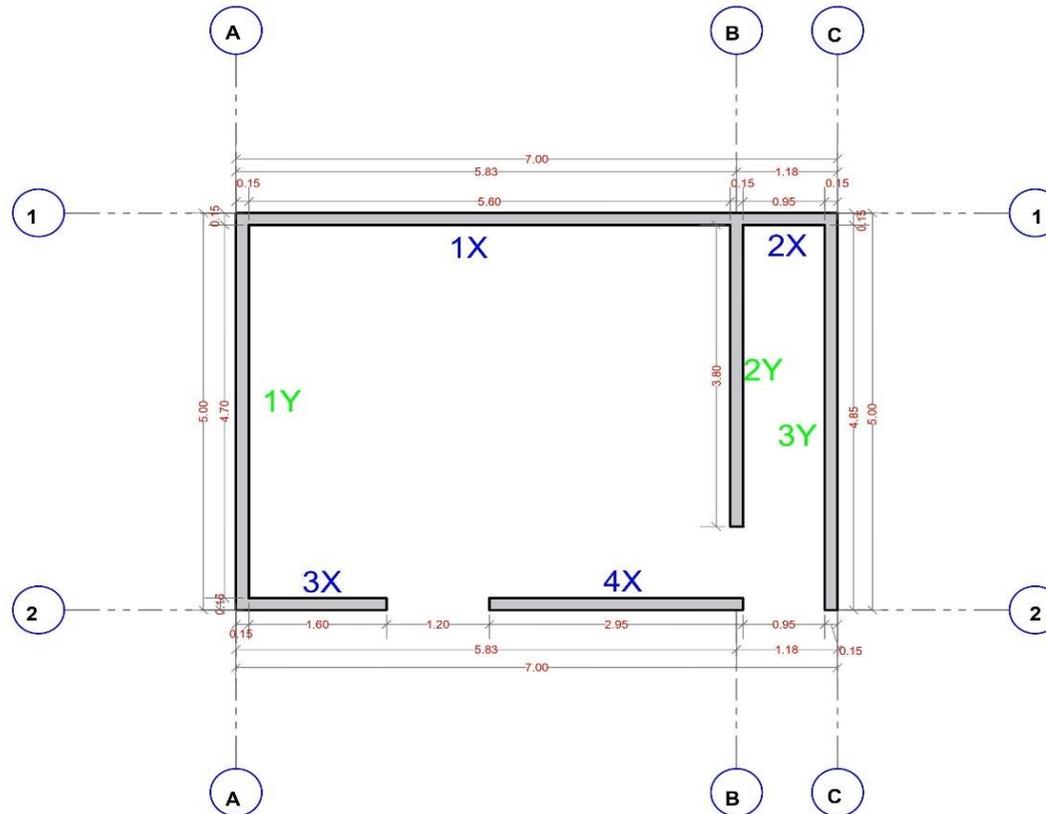
ASESOR: DR. ORLANDO AGUILAR ALIAGA

LÁMINA N°: 32/44

LEYENDA

MUROS	
EJES	
COTAS	





VIVIENDA N°34

ESC. 1 / 50

CUADRO ÁREA DE MUROS

Cálculo de Área		Distribución de Área	
Muro	Longitud de muro (m)	Material	Área de muro (m²)
1x	5.83	Albañilería	11.32
2x	3.80	Albañilería	7.60
3x	5.83	Albañilería	11.66
4x	7.00	Albañilería	14.00
<b>Total</b>	<b>11.96</b>	<b>Albañilería</b>	<b>34.58</b>

CUADRO PARÁMETROS SÍSMICOS  
NTP E-030

Párametro	Valor	Especificación
Z	0.35	Zona 3
U	1	Vivienda
S	1	Suelo tipo 1
C	2.5	Amplificación
R	3	Albañilería
Z.U.S.C./R	0.29166667	
<b>Ap</b>	<b>X-X</b>	<b>Y-Y</b>
35	1.67	2.0925

"VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA EN EL BARRIO URUBAMBA, CAJAMARCA 2019"

NOMBRE: VIVIENDA 34

PLANO: DISTRIBUCIÓN MUROS ALBAÑILERÍA

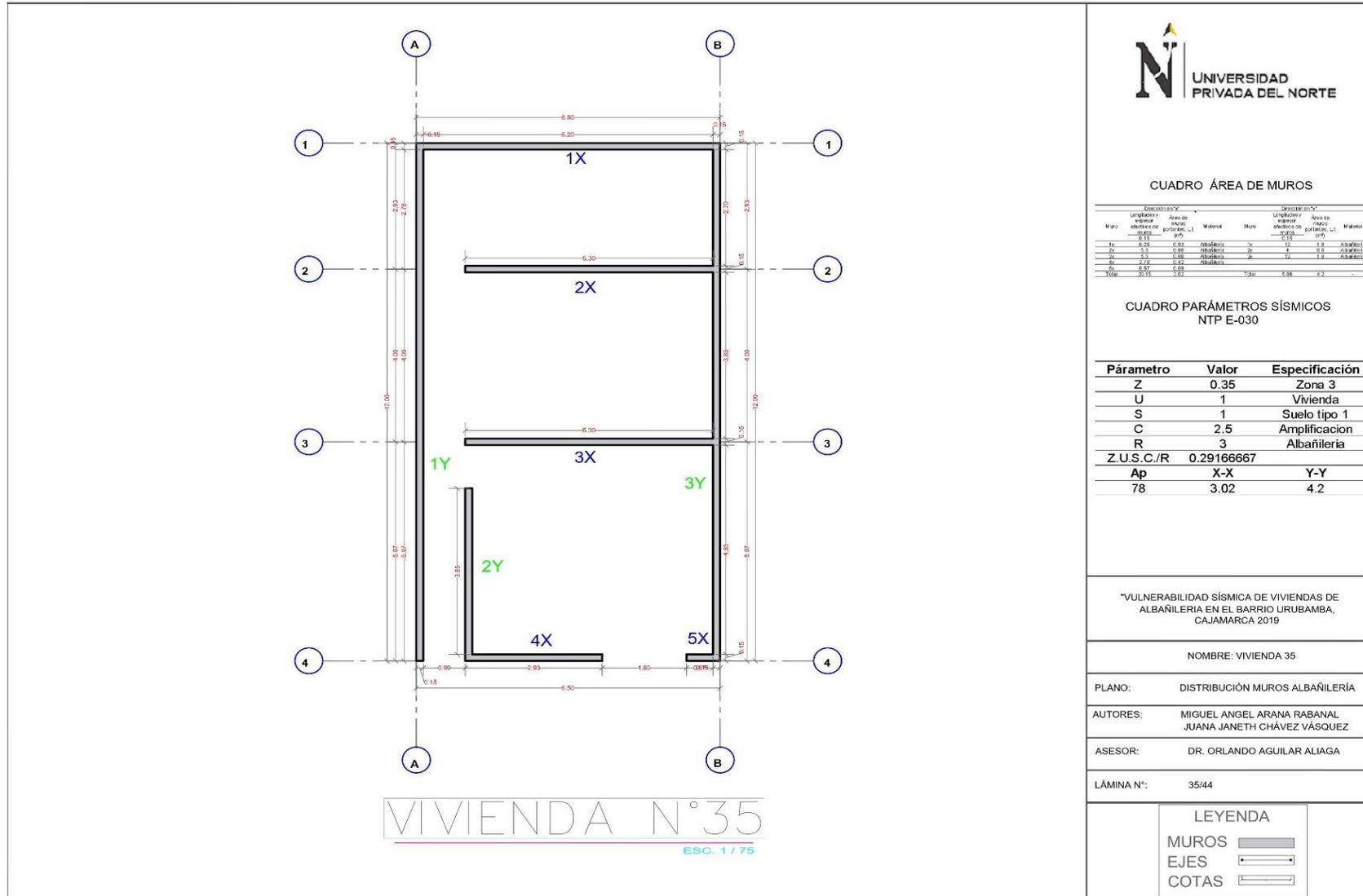
AUTORES: MIGUEL ANGEL ARANA RABANAL  
JUANA JANETH CHÁVEZ VÁSQUEZ

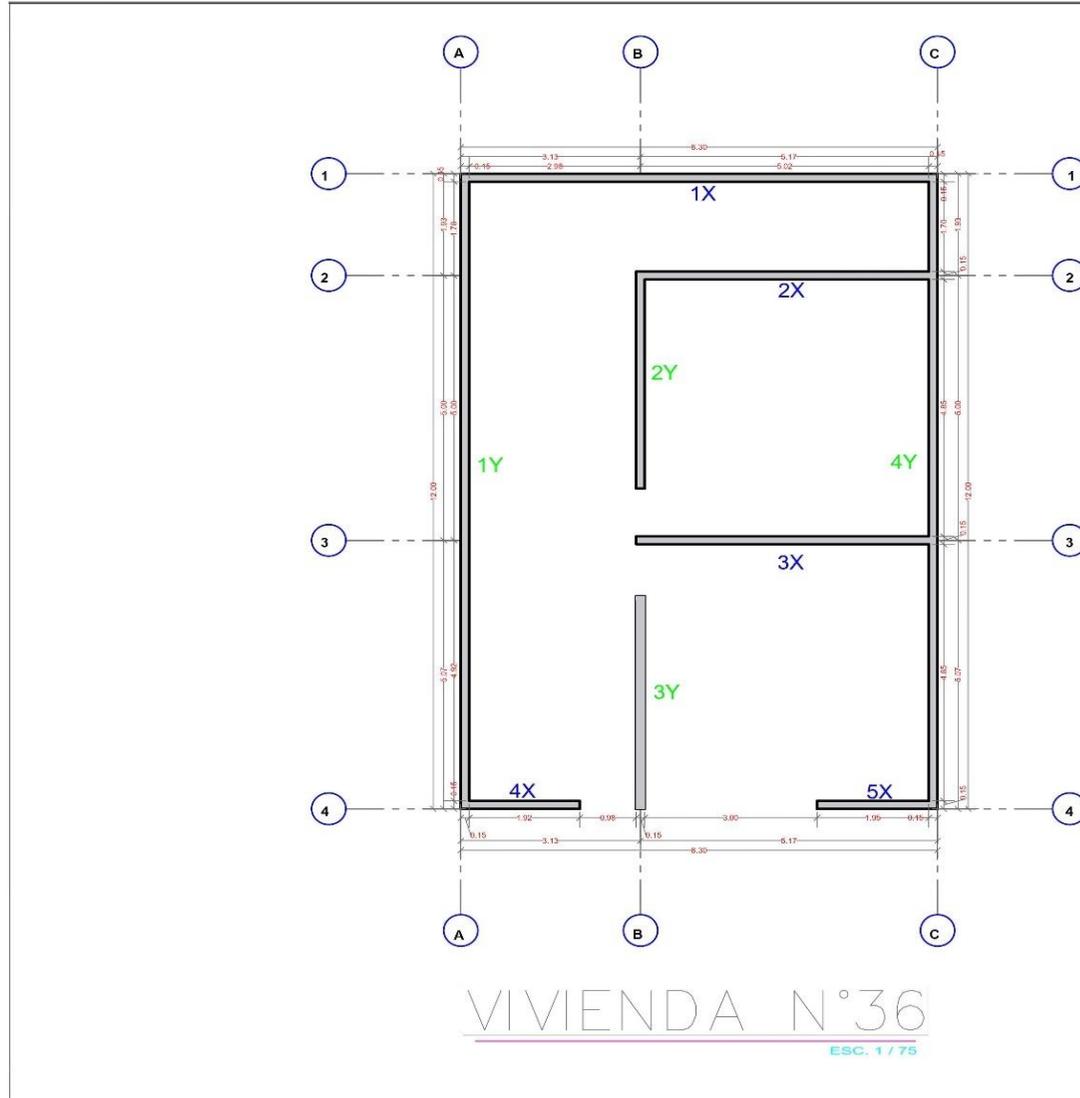
ASESOR: DR. ORLANDO AGUILAR ALIAGA

LÁMINA N°: 34/44

LEYENDA

MUROS	
EJES	
COTAS	





CUADRO ÁREA DE MUROS

Ejección m <sup>2</sup> Y		Ejección m <sup>2</sup> X			
Muros	Área de espacio exterior de paredes L1	Muros	Área de espacio exterior de paredes L1		
CMCA	gr/m	CMCA	gr/m		
11	1.00	Albañilería	12	1.10	Albañilería
21	2.25	Albañilería	22	2.11	Albañilería
31	4.11	Albañilería	32	4.02	Albañilería
41	1.50	Albañilería	42	1.10	Albañilería
51	1.00	Albañilería	52	1.00	Albañilería
Totales	10.86		10.33		

CUADRO PARÁMETROS SÍSMICOS  
NTP E-030

Parámetro	Valor	Especificación
Z	0.35	Zona 3
U	1	Vivienda
S	1	Suelo tipo 1
C	2.5	Amplificación
R	3	Albañilería
Z.U.S.C./R	0.29166667	
Ap	X-X	Y-Y
99.6	3.29	4.818

"VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA EN EL BARRIO URUBAMBA, CAJAMARCA 2019

NOMBRE: VIVIENDA 36

PLANO: DISTRIBUCIÓN MUROS ALBAÑILERÍA

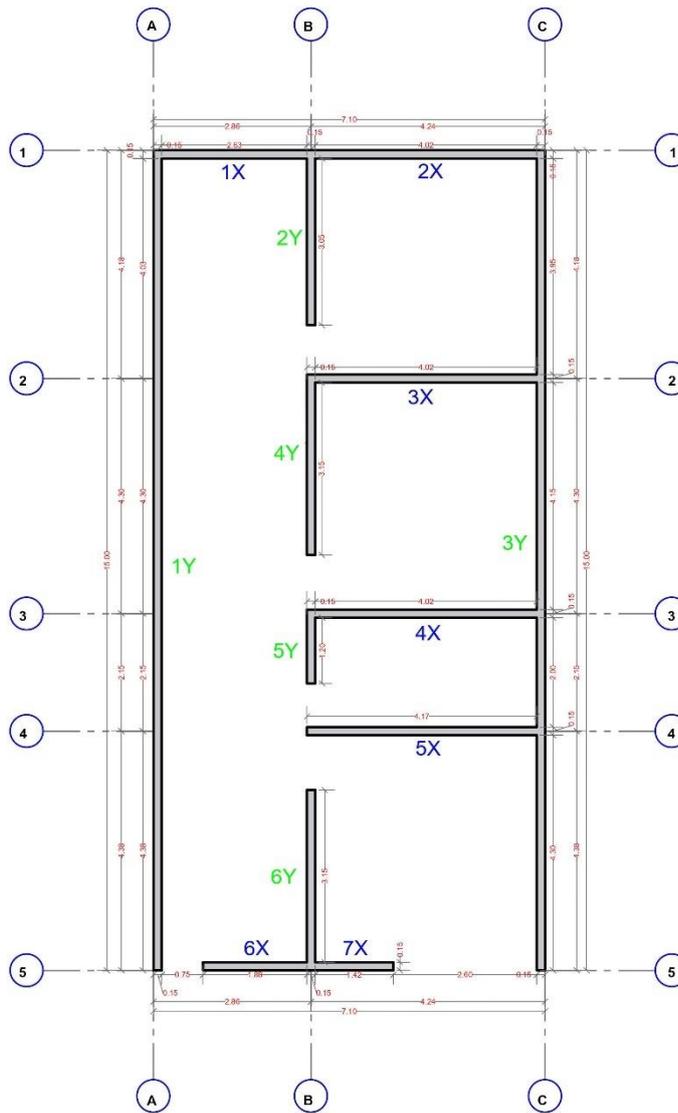
AUTORES: MIGUEL ANGEL ARANA RABANAL  
JUANA JANETH CHÁVEZ VÁSQUEZ

ASESOR: DR. ORLANDO AGUILAR ALIAGA

LÁMINA N°: 36/44

LEYENDA

MUROS	
EJES	
COTAS	



VIVIENDA N°37  
ESC. 1 / 75

CUADRO ÁREA DE MUROS

Muro	Espesor (cm)	Área de muro (m <sup>2</sup> )	Material	Muro	Longitudes		Material
					exterior (m)	interior (m)	
1a	20	0.30	Albañilería	1	15	2.25	Albañilería
2a	20	0.60	Albañilería	2	30	0.60	Albañilería
3a	20	0.60	Albañilería	2	30	0.60	Albañilería
4a	20	0.60	Albañilería	2	30	0.60	Albañilería
5a	20	0.60	Albañilería	2	30	0.60	Albañilería
6a	20	0.30	Albañilería	1	15	0.30	Albañilería
7a	20	0.30	Albañilería	1	15	0.30	Albañilería
TOTAL	140	3.32	Albañilería	TOTAL	0	6.1725	-

CUADRO PARÁMETROS SÍSMICOS  
NTP E-030

Parámetro	Valor	Especificación
Z	0.35	Zona 3
U	1	Vivienda
S	1	Suelo tipo 1
C	2.5	Amplificación
R	3	Albañilería
Z.U.S.C./R	0.29166667	
Ap	X-X	Y-Y
106.5	3.32	6.1725

"VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE  
ALBAÑILERÍA EN EL BARRIO URUBAMBA,  
CAJAMARCA 2019

NOMBRE: VIVIENDA 37

PLANO: DISTRIBUCIÓN MUROS ALBAÑILERÍA

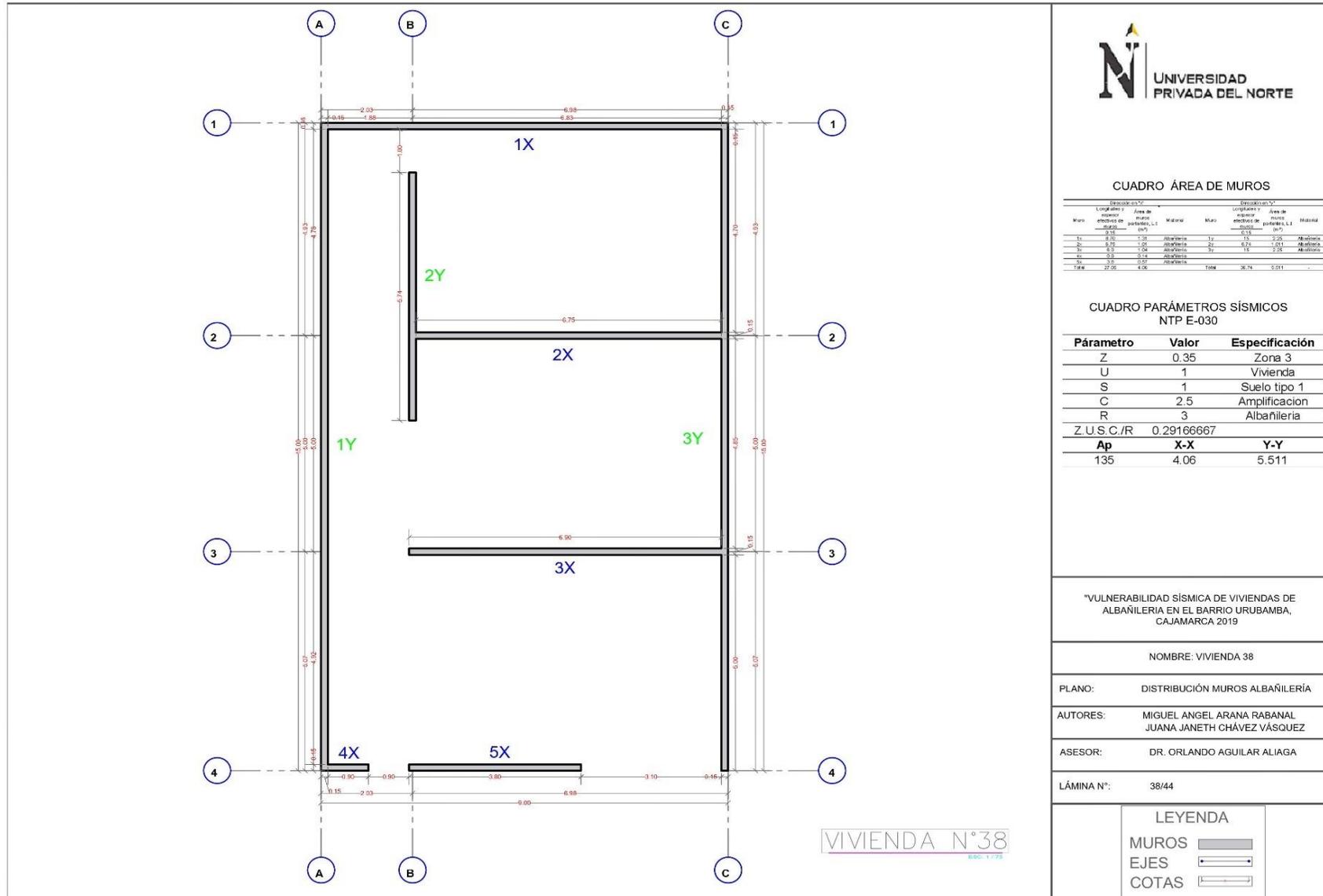
AUTORES: MIGUEL ÁNGEL ARANA RABANAL  
JUANA JANETH CHÁVEZ VÁSQUEZ

ASESOR: DR. ORLANDO AGUILAR ALIAGA

LÁMINA N°: 37/44

LEYENDA

MUROS	
EJES	
COTAS	



CUADRO ÁREA DE MUROS

Muros		Área de Muros		Área de Muros	
Longitud	Área de Muros	Longitud	Área de Muros	Longitud	Área de Muros
(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m <sup>2</sup> )
11	8.20	1.31	1.10	15	2.25
20	8.70	1.00	0.90	20	1.80
30	8.3	1.00	0.90	30	2.70
40	0.00	0.14	0.13	15	0.225
50	0.00	1.00	0.90		
T.M	27.00	4.06	3.60	Tota	5.211

CUADRO PARÁMETROS SÍSMICOS  
NTP E-030

Parámetro	Valor	Especificación
Z	0.35	Zona 3
U	1	Vivienda
S	1	Suelo tipo 1
C	2.5	Amplificación
R	3	Albañilería
Z.U.S.C./R	0.29166667	
<b>Ap</b>	<b>X-X</b>	<b>Y-Y</b>
135	4.06	5.511

"VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA EN EL BARRIO URUBAMBA, CAJAMARCA 2019"

NOMBRE: VIVIENDA 38

PLANO: DISTRIBUCIÓN MUROS ALBAÑILERÍA

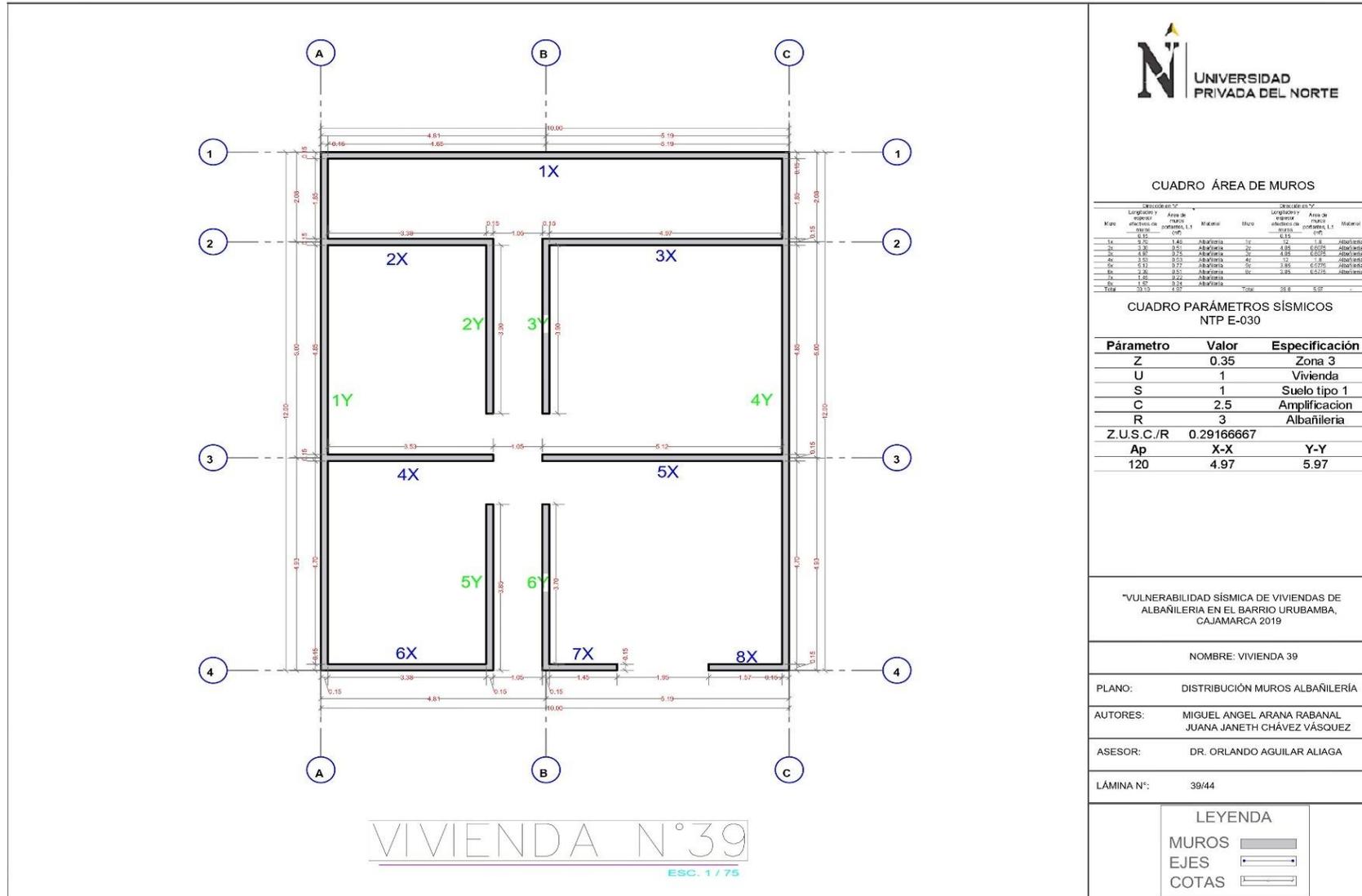
AUTORES: MIGUEL ANGEL ARANA RABANAL  
JUANA JANETH CHÁVEZ VÁSQUEZ

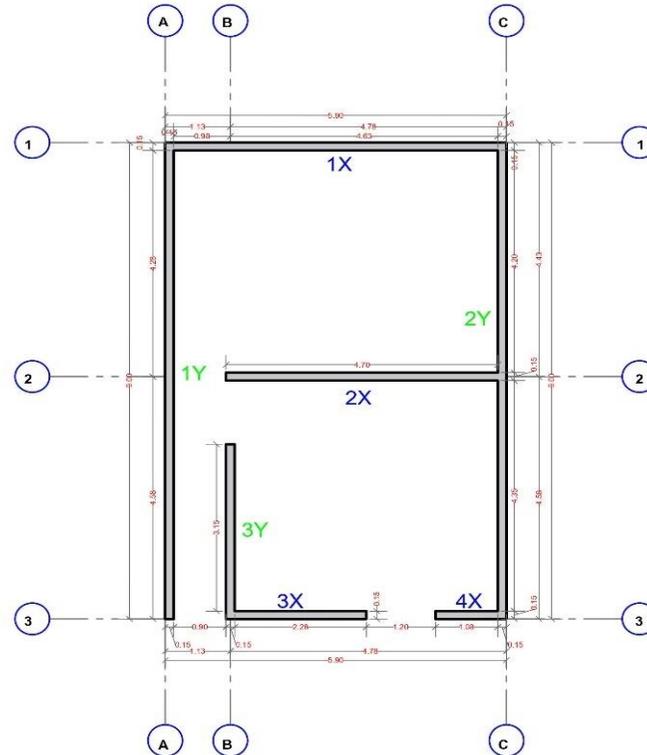
ASESOR: DR. ORLANDO AGUILAR ALIAGA

LÁMINA N°: 38/44

LEYENDA

MUROS	
EJES	
COTAS	





VIVIENDA N° 40  
ESC. 1 / 75

CUADRO ÁREA DE MUROS

Distribución de Muros		Distribución de Ejes		Distribución de Cotas	
Muro	Área de muros (m <sup>2</sup> )	Eje	Área de ejes (m <sup>2</sup> )	Cota	Área de cotas (m <sup>2</sup> )
1X	12.00	1Y	12.00	1.00	12.00
2X	12.00	2Y	12.00	2.00	12.00
3X	12.00	3Y	12.00	3.00	12.00
4X	12.00				
<b>Total</b>	<b>48.00</b>				

CUADRO PARÁMETROS SÍSMICOS  
NTP E-030

Parámetro	Valor	Especificación
Z	0.35	Zona 3
U	1	Vivienda
S	1	Suelo tipo 1
C	2.5	Amplificación
R	3	Albañilería
Z.U.S.C./R	0.29166667	
<b>Ap</b>	<b>X-X</b>	<b>Y-Y</b>
53.1	2.05	3.195

\*VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA EN EL BARRIO URUBAMBA, CAJAMARCA 2019

NOMBRE: VIVIENDA 40

PLANO: DISTRIBUCIÓN MUROS ALBAÑILERÍA

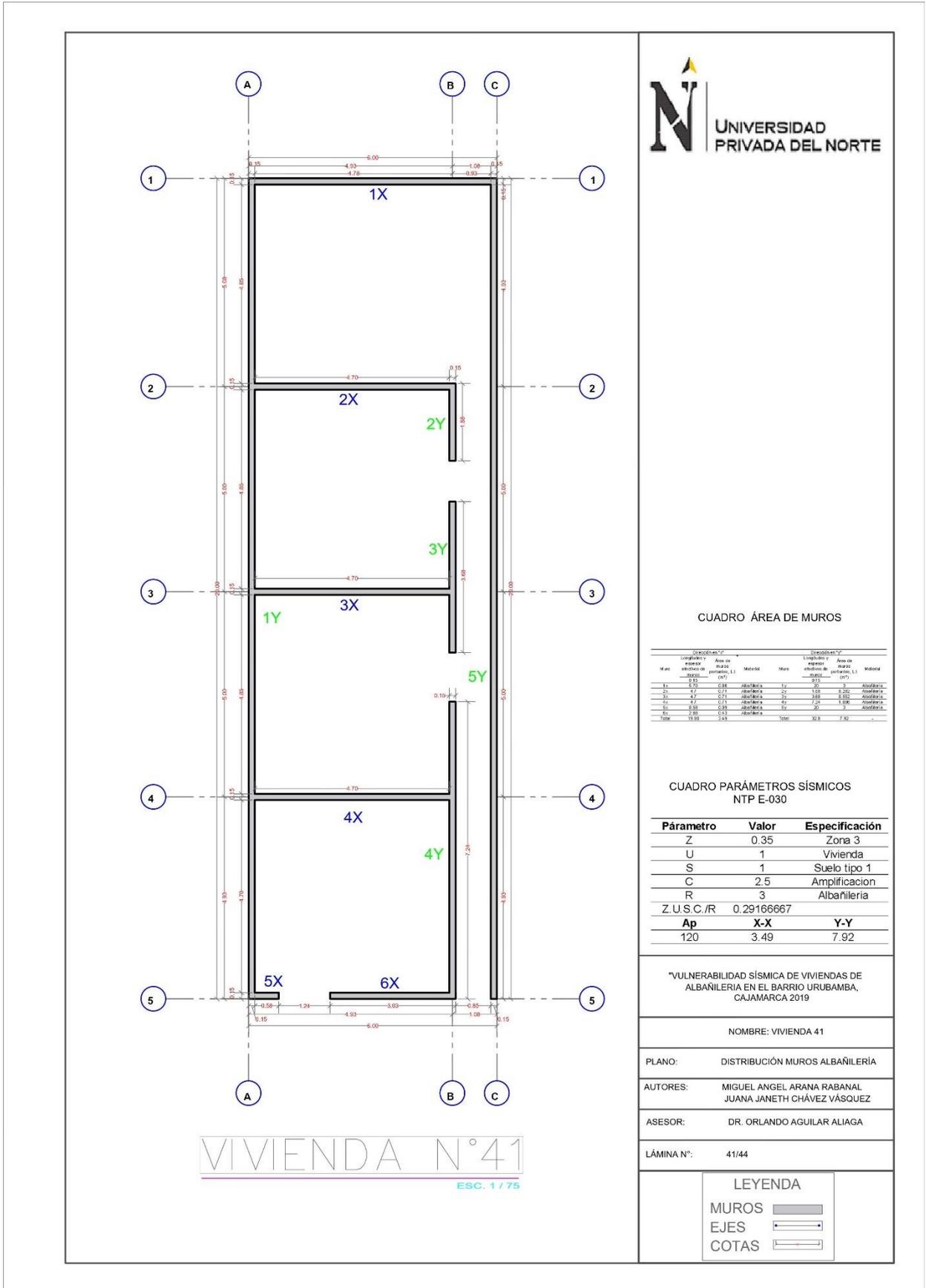
AUTORES: MIGUEL ANGEL ARANA RABANAL  
JUANA JANETH CHÁVEZ VÁSQUEZ

ASESOR: DR. ORLANDO AGUILAR ALIAGA

LÁMINA N°: 40/44

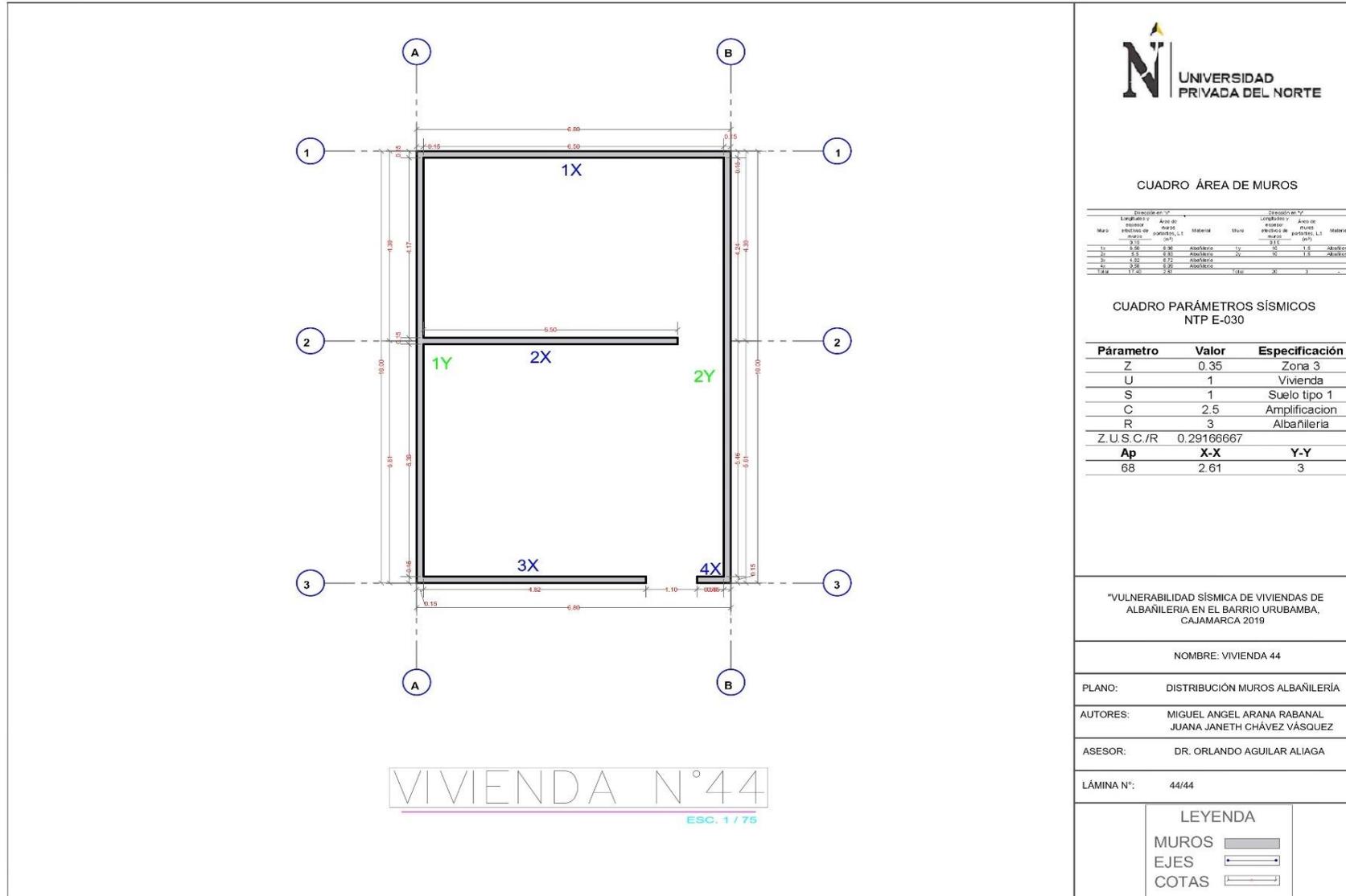
LEYENDA

MUROS	
EJES	
COTAS	

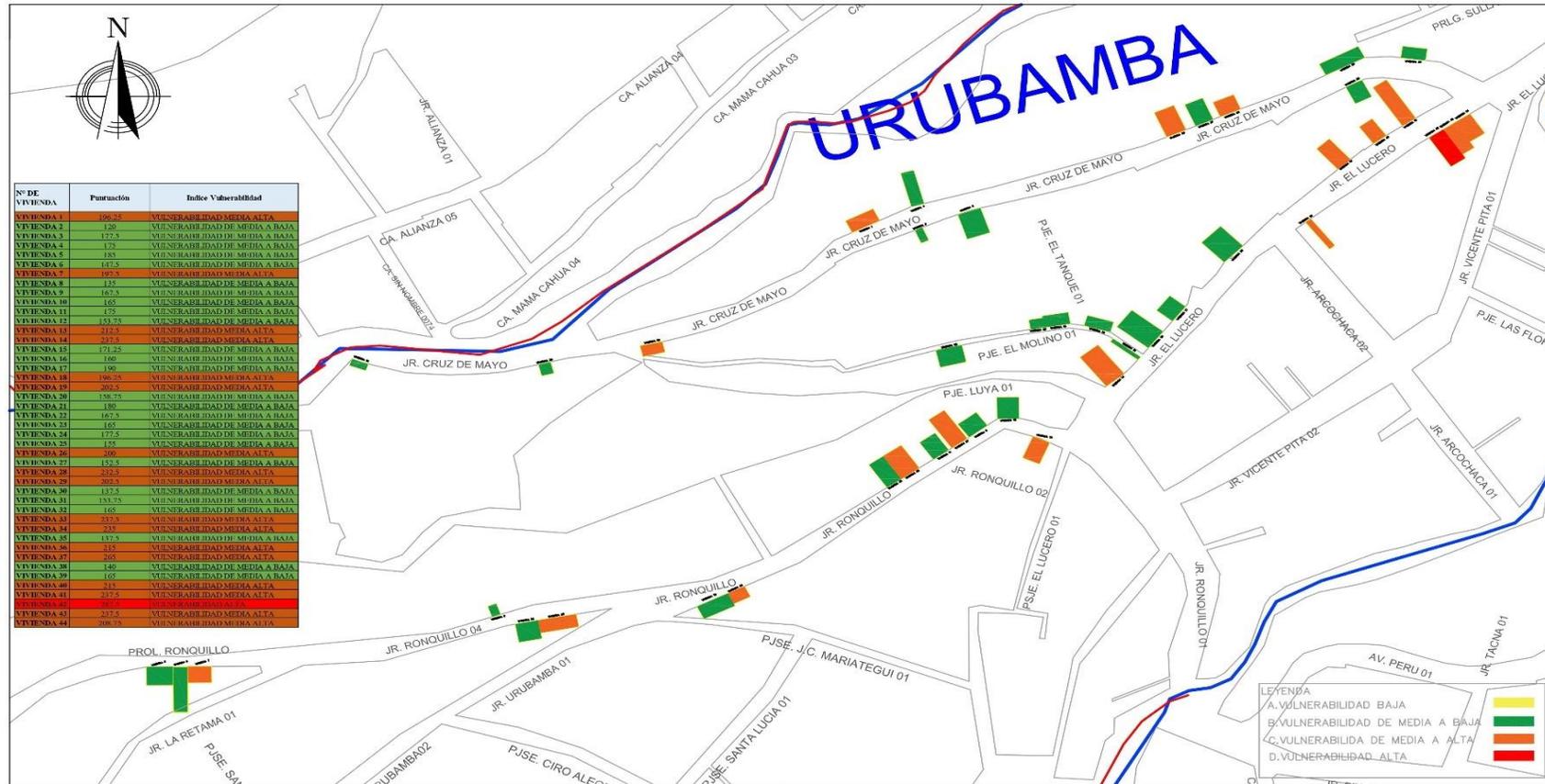








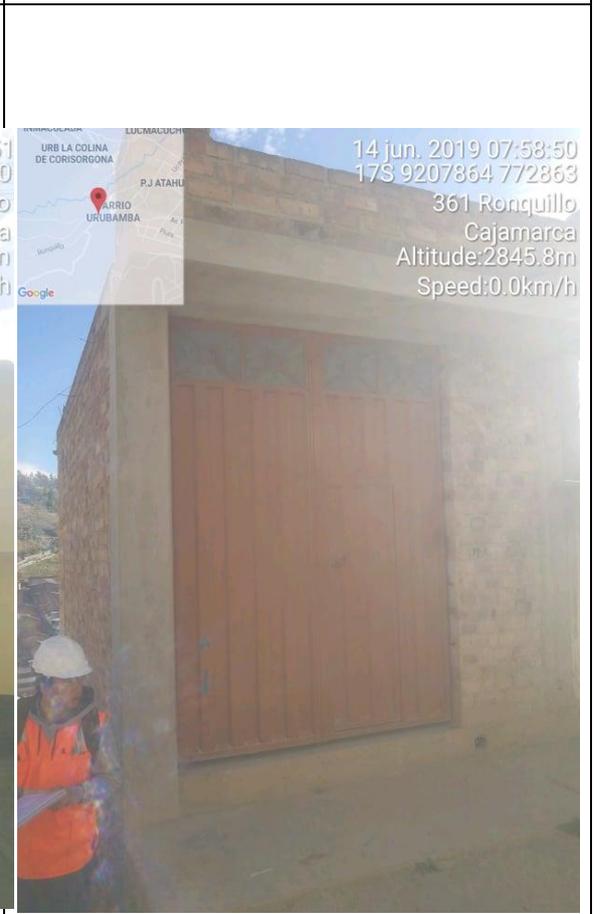
## Anexo N° 4: Plano de Vulnerabilidad Sísmica del Barrio Urubamba – Cajamarca 20219

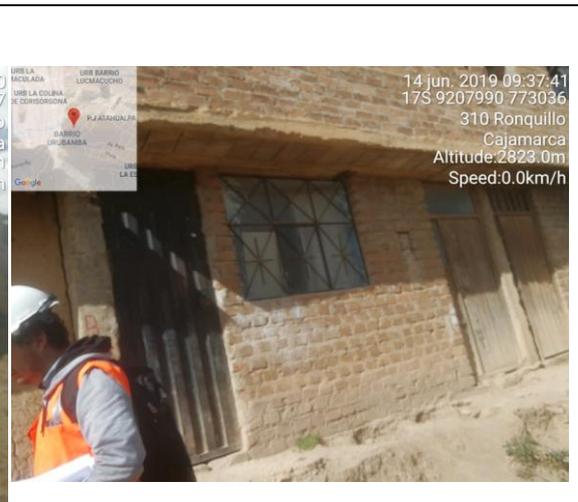
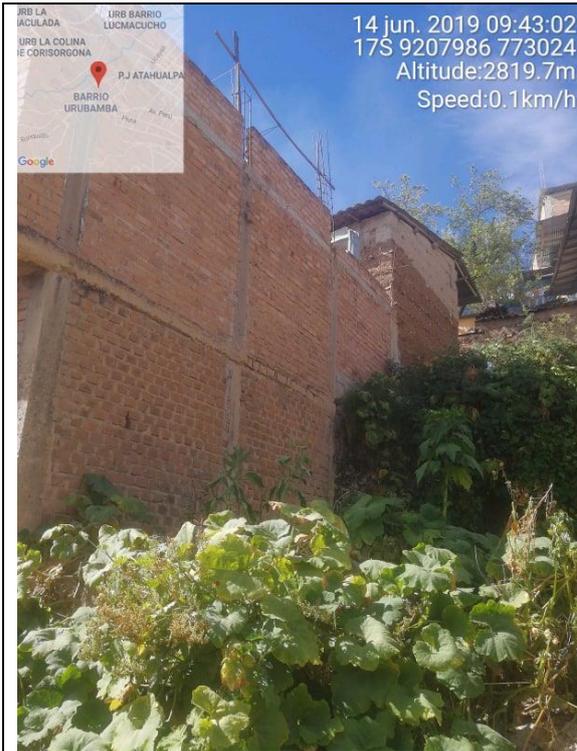


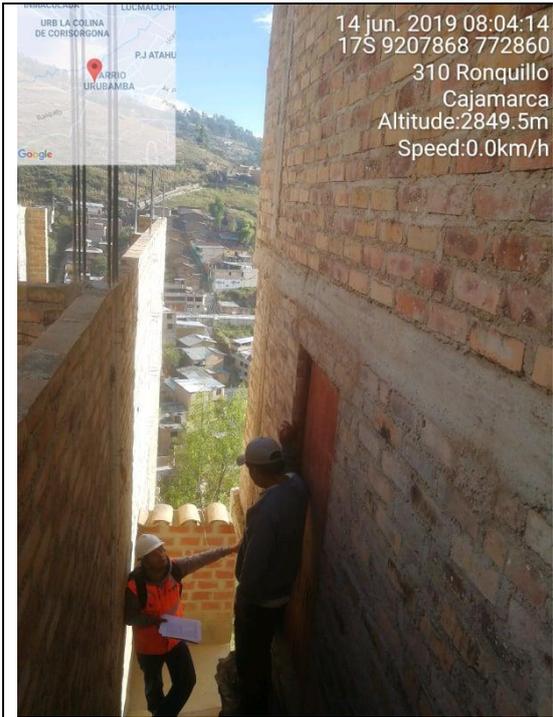
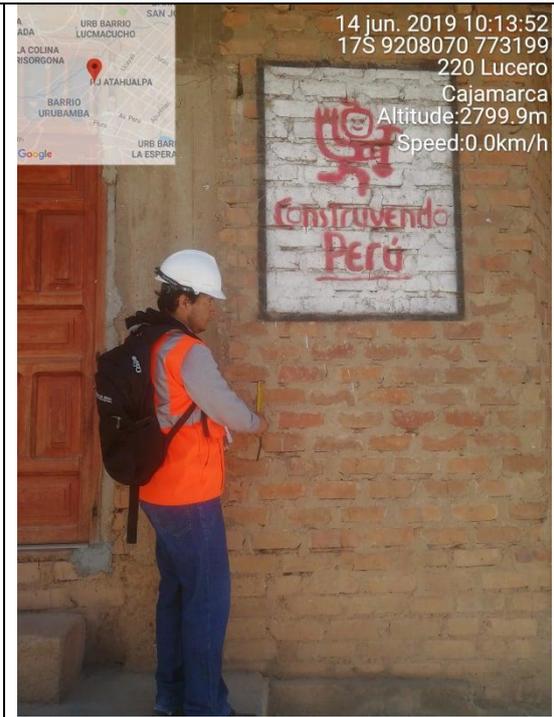
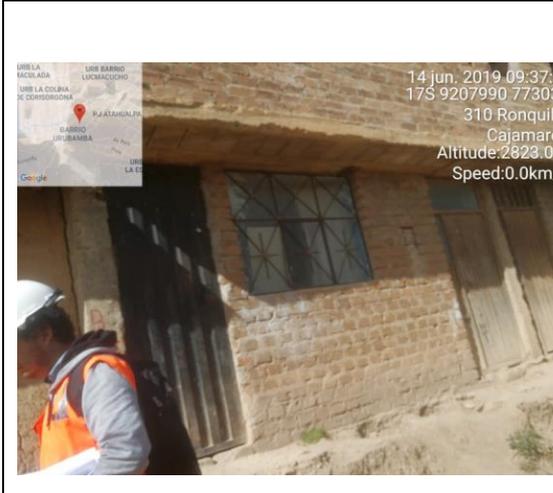
## Anexo N° 5: Panel Fotográfico









 <p>14 jun. 2019 08:04:14 17S 9207868 772860 310 Ronquillo Cajamarca Altitude:2849.5m Speed:0.0km/h</p>	 <p>14 jun. 2019 10:13:52 17S 9208070 773199 220 Lucero Cajamarca Altitude:2799.9m Speed:0.0km/h</p>
 <p>14 jun. 2019 09:37:41 17S 9207990 773036 310 Ronquillo Cajamarca Altitude:2823.0m Speed:0.0km/h</p>	 <p>14 jun. 2019 09:38:01 17S 9207990 773036 310 Ronquillo Cajamarca Altitude:2820.8m Speed:0.0km/h</p>

