



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de las Edificaciones en la Urb. Villa
Universitaria, Tumbes, Método de Benedetti y Petrini, 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Coronel Ramirez, Christer Fernando (ORCID: 0000-0003-0219-4104)

Segura Vargas, Juan Diego (ORCID: 0000-0002-3542-460X)

ASESOR:

Dr. Lopez Carranza, Atilio Ruben (ORCID: 0000-0002-3631-2001)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A Dios, en primer lugar, por darme la dicha de estar en este punto de mi carrera, ayudándome a vencer cada obstáculo que se me presenta en la vida.

A mi familia, quienes con su apoyo infinito son los cimientos de mi vida, inculcándome valores y a nunca rendirme ante la adversidad

Christer Fernando

El presente trabajo lo dedico a Dios por inspirarme y darme fuerzas para lograr mis metas y objetivos.

A mi madre, esposa e hijos por su amor, paciencia y esfuerzo, acompañándome a cumplir con mis metas.

A los docentes que han ayudado en mi formación profesional como ingeniero civil

Juan Diego

AGRADECIMIENTO

A mi señorita enamorada que siempre estuvo conmigo apoyándome en todo momento para seguir adelante en la vida.

Estaré eternamente agradecido con todos los que de una forma u otra han contribuido en este esfuerzo.

Christer Fernando

A mi madre Ruby Vargas por brindarme siempre su apoyo y confiar en mí, guiándome y educándome a lo largo de toda mi vida.

Juan Diego

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	21
3.1 Tipo y diseño de la investigación.....	22
3.2 Variables y su operacionalización	22
3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis	23
3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos	24
3.5 Procedimientos	24
3.6 Método de análisis de datos	25
IV. RESULTADOS.....	26
V. DISCUSIÓN	41
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII. RECOMENDACIONES	48
REFERENCIAS	50
ANEXOS.....	47

Índice de tablas

Tabla 1: Criterios de calificación para el primer parámetro	14
Tabla 2: Criterios de calificación para el tercer parámetro	14
Tabla 3: Criterio de evaluación del tercer parámetro	15
Tabla 4: Criterios de evaluación del cuarto parámetro	16
Tabla 5: Criterios de evaluación del diafragma horizontal.....	17
Tabla 6: Baremo de calificación de la configuración en planta.....	18
Tabla 7: Baremo para la evaluación de la disposición en altura de la edificación	18
Tabla 8: Baremo para la evaluación del distanciado entre muros transversales	19
Tabla 9: Criterios para evaluar el estado de la cubierta	19
Tabla 10: Tabla de criterios para evaluar los elementos no estructurales	20
Tabla 11: Criterios de calificación del estado de conservación de la edificación	20
Tabla 12: Resultados de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones estudiadas ..	27
Tabla 13: Categorización por niveles de los índices normalizados de vulnerabilidad sísmica	28
Tabla 14: Estadígrafos de la categorización por niveles de la vulnerabilidad sísmica	29
Tabla 15: características de las viviendas observadas que aumentan su vulnerabilidad sísmica	31
Tabla 16: Recomendaciones técnicas que permiten reducir el nivel de vulnerabilidad de una edificación.....	39
Tabla 17: Resumen de áreas para edificación E - 2	105
Tabla 18: Las edificaciones estudiadas, el tipo de suelo correspondiente y sus características	123

Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Perfiles de disposición en planta	17
Figura 2: Esquemas para la evaluación en altura de las edificaciones	18
Figura 3: Diseño de la investigación.....	22
Figura 4: Índice de vulnerabilidad normalizado en las edificaciones observadas.....	28
Figura 5: Categorización por niveles de los índices de vulnerabilidad sísmica	30
Figura 6: Comportamiento del índice de vulnerabilidad según categorías por niveles	30
Figura 7: Los autores y la edificación E - 2	101
Figura 8: Distribución típica de una vivienda en la Región Tumbes.....	102
Figura 9: esquema para evaluar la configuración en planta de la edificación	110
Figura 10: Plano de Tumbes detallando la zona estudiada	116
Figura 11: Localización de las edificaciones estudiadas	118
Figura 12: Mapa geológico de la ciudad de Tumbes	120
Figura 13: Detalle de suelo en la zona estudiada.....	121
Figura 14: Edificaciones analizadas y tipo de suelo	122
Figura 15: Uno de los autores reconociendo la zona.....	125
Figura 16: Uno de los autores tomando notas previas	125
Figura 17: Verificando la lotización de la zona	126
Figura 18: Verificando ubicación de los predios	126
Figura 19: Los tesisistas frente a la edificación E-18	127
Figura 20: Durante un descanso del trabajo de campo en la edificación E-9.....	127
Figura 21: Los autores en un momento del trabajo de campo, cerca de E - 9	128
Figura 22: Los autores observando la construcción en volado en E - 6.....	128

Resumen

El dinámico sector construcción y sus obras, de larga vida, involucran una fuerte inversión dineraria, tiempo y recursos técnicos, debiendo entonces preverse los recaudos para protegerla sísmicamente, poniendo de otra forma en riesgo la vida de sus ocupantes o transeúntes. Con este criterio, se enfocó la problemática del desconocimiento del nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en la Urb. Villa Universitaria en la ciudad de Tumbes, y, la consecuente dificultad para sugerir ayudas técnicas que permitan enfocar acciones correctivas en el marco de una cultura de prevención. En atención a esta problemática, la investigación se enfocó en evaluar la vulnerabilidad sísmica en la referida zona. Los resultados muestran que un 80% de las edificaciones tiene una baja vulnerabilidad sísmica, un 20% media y ninguna alta, concluyéndose que, prevalentemente, la vulnerabilidad es baja en la zona y que las características que la acrecientan pueden mejorarse mediante técnicas recomendadas. La muestra consideró todos los modelos de edificaciones de albañilería confinada presentes en la zona, cubriéndose intencionadamente con 20 de ellas. La investigación, de tipo aplicativo, tiene alcance descriptivo y enfoque cuantitativo, habiendo sido realizada con metodología de observación–deducción en un diseño no experimental y transversal en su recojo de información.

Palabras clave: Albañilería confinada, Benedetti Petrini, Tumbes, vulnerabilidad sísmica

Abstract

The dynamic construction sector and its long-lived works involve a strong investment of money, time, and technical resources, and precautions must then be taken to protect it seismically, otherwise putting the lives of its occupants or passersby at risk. With this criterion, the problem of ignorance of the level of seismic vulnerability of buildings in the Urb. Villa Universitaria in the city of Tumbes was addressed, and the consequent difficulty in suggesting technical aids that allow to focus corrective actions within the framework of a culture prevention. In response to this problem, the research focused on evaluating the seismic vulnerability in the referred area. The results show that 80% of the buildings have a low seismic vulnerability, 20% medium and none of them, high, concluding that, prevalently, vulnerability is low in the area and that the characteristics that increase it can be improved through recommended techniques. The sample considered all the models of confined masonry buildings present in the area, being intentionally covered with 20 of them. The research, of an applicative type, has a descriptive scope and a quantitative approach, having been carried out with an observation-deduction methodology in a non-experimental and cross-sectional design in its collection of information.

Keywords: Benedetti Petrini, Confined masonry, Tumbes, seismic vulnerability

I. INTRODUCCIÓN

El prolongado silencio sísmico de más de 60 años en el Perú (INDECI, 2006) aunado a la elevada informalidad en el Perú (BCRP, S/F) configuran un problema potencial de consideración en atención al descuido que, por la compleja agenda nacional, no se valora y pondera de manera adecuada. En efecto, la construcción de viviendas ha experimentado gran auge en los últimos años merced a una indudable mejora en la calidad de vida en los últimos veinte años. Es así como el PBI nacional ha pasado de 150,000 de soles en el año 90 a 500,000 en el 2014 (en millones de soles del 2007) (Centro Nacional de Planeamiento Estratégico, 2016).

La mejoría en las cifras económicas se refleja también en la construcción. Es frecuente observar construcciones nuevas o remodelaciones orientadas a mejorar la calidad de vida o la posibilidad de dividir y arrendar predios para emprendimientos. En este sentido la producción de cemento en el Perú acompañó muy de cerca al PBI en los últimos diez años, alcanzando la producción 10724 Miles de Toneladas en el 2018, con un consumo per cápita de 333 Kg en el mismo año (Cementos Pacasmayo S.A.A., 2019).

La conjunción de factores señalada supra, silencio sísmico, informalidad, mejora económica y emprendimiento, configura un escenario propicio para edificaciones y autoconstrucción. El silencio sísmico y la alta sismicidad de la ciudad de Tumbes, lugar donde se han registrado los más fuertes sismos dentro del territorio nacional (Ministerio de Energía y Minas & INGEMMET, 2012), torna interesante y de justificada realización por parte de los involucrados en esta interesante rama de la ingeniería civil.

En la ciudad de Tumbes no se tiene publicado a la fecha estudios serios que evalúen directamente la vulnerabilidad sísmica en una de sus zonas de expansión o crecimiento urbano que permita adoptar las medidas correctivas del caso a fin de impulsar una cultura de prevención, en base a la identificación de características que degraden el desempeño sismorresistente de la edificación, y, que sirva de pivote a las autoridades municipales para reforzar las acciones preventivas en el ámbito de su competencia, afinando las estrategias articuladas en las licencias de construcción que hasta en un 75% de los casos no se cumple (Diario Correo, 2012).

Los antecedentes revisados para el desarrollo de la investigación refieren el empleo de métodos observacionales como los más adecuados cuando se estudia un número importante de edificaciones respecto de su vulnerabilidad sísmica, resaltando la alta confiabilidad y validez del método desarrollado por Benedetti y Petrini en Italia en el año 1984 (Guerrero, 2020). Este método se basa en la observación de 11 parámetros de la edificación relacionados con su desempeño sismorresistente a los cuales se les asigna una calificación de acuerdo con la observación y criterio del evaluador, permitiendo así analizar cantidades importantes de edificaciones. El método se ha aplicado en diversas partes del mundo, el proyecto europeo SERGIASI y en diferentes escenarios con resultados satisfactorios (Mena, 2002).

A la luz de lo encontrado en los antecedentes revisados, la investigación se enfocó en determinar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en la Urb. Villa Universitaria en la ciudad de Tumbes en virtud de ser una urbanización típica de la ciudad donde las construcciones se han desarrollado en terrenos regulares y en algunas zonas a partir de módulos básicos de vivienda. En la parte de planeamiento de la investigación se eligieron de manera intencionada veinte edificaciones en la zona indicada abarcando todo el abanico de posibilidades dentro de la tipología de albañilería confinada, procediendo a visitar la zona elegida, tomando anotaciones y placas fotográficas vaciando luego los datos a las fichas de observación como parte del trabajo de gabinete. A posteriori, se procedió a evaluar cada uno de los once parámetros en las veinte edificaciones de acuerdo con las directrices del método.

Al categorizar los resultados se observa que un 80% de las edificaciones observadas tienen baja vulnerabilidad sísmica y que el resto, 20% alcanzó la categoría de media. Ninguna edificación de las observadas calificó como de alta vulnerabilidad sísmica. Estos resultados permiten concluir, que, en la zona estudiada, la mayoría de las edificaciones se afectarían levemente ante una demanda sísmica de regular intensidad. De igual forma las observaciones realizadas a las edificaciones permitieron identificar en ellas factores comunes que incrementan su vulnerabilidad sísmica, agrupándolos a fin de presentarlos ordenadamente y formular las sugerencias técnicas

que permitan su remediación o previsión evitando así los yerros en futuras construcciones.

La metodología empleada en la investigación la refiere como de aplicación de conocimientos en la remediación de problemáticas específicas, mientras que la naturaleza numérica de la variable de estudio la define como de enfoque cuantitativo. De otro lado, el alcance o nivel investigativo es descriptivo puro y en consecuencia no correspondió el planteo de hipótesis (Hernández, 2013), siendo por tanto el método investigativo observacional deductivo implicando que las deducciones se realizaron en base a las observaciones realizadas. Las observaciones realizadas para operacionalizar la variable de estudio se realizaron mediante la técnica de la observación de la variable y como instrumento se empleó una ficha de observación elaborada de acuerdo con las referencias estudiadas (Guerrero, 2020).

El presente informe contiene el desarrollo lógico y secuencial del proceso de investigación, empezando por la introducción que describe de manera sucinta la integridad del proceso realizado, continuándose con el desarrollo del marco teórico, que considera diez antecedentes que aportan técnicas puntuales y referencias para el desarrollo del trabajo de campo y procesamiento de información; de forma concomitante, el marco teórico proporciona conocimientos generales sobre el tema así como sus bases científicas. Se continúa con el planteo metodológico que permite el diseño afinado del método que garantiza y da solidez a los resultados que constituyen la información generada en la investigación y que es mostrada en el capítulo siguiente ordenada de acuerdo con los objetivos que marcaron el camino de trabajo. De otro lado, la discusión posibilita el contraste de lo encontrado con las fuentes y bases teóricas, proceso que una vez culminado, permitió arribar a las conclusiones y la formulación de recomendaciones.

II. MARCO TEÓRICO

Recolectando las investigaciones dadas a la tesis se hacen en mención a los siguientes antecedentes Internacionales.

Marcillo (2019) defendió su tesis de titulación de ingeniero civil “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica empleando los métodos de Benedetti-P. y FEMA 154, del edificio de Ingeniería Agropecuaria-UNESUM” en la Universidad Estatal del Sur de Manabí. En ella, se evaluó la vulnerabilidad sísmica de la edificación señalada supra texto empleando los métodos BP y FEMA 154, comparando luego los resultados. Con ambas metodologías se encontró un bajo nivel potencial de daños por demanda sísmica para la edificación analizada (calificación de 19 para Benedetti Petri y 4 para FEMA 154). En las conclusiones se detalla la ventaja del método italiano, sustentando la apreciación en la valoración completa y conjunta de todos los parámetros de interés en el desempeño sísmico. Como resultado del estudio, la baja vulnerabilidad sísmica encontrada, se recomendó difundir entre los usuarios de la edificación, la recomendación de mantener la calma en caso de sismo, en prevención de posibles emergencias y daños por aglomeraciones y no por falla en la estructura. De igual modo se recomendó respetar la normativa de seguridad vigente en futuras edificaciones dentro del campus universitario. De acuerdo con las fotografías incluidas en la tesis, se desprende el buen estado de conservación de la edificación universitaria.

Echeverría y Monroy (2021) Sustentaron en la Universidad Santo Tomás – Colombia su tesis conducente a la obtención de su título de ingenieros civiles “Aplicación de método de índice de vulnerabilidad para evaluación de edificaciones de mampostería no reforzada en el barrio de Surinama”. Los autores emplearon el método de evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones indicadas en el título de la investigación. Se empleó la aplicación informática Tunja para identificar de una mejor manera las edificaciones a estudiar, completando el proceso con Google Maps y una inspección visual en la zona de estudio. La vulnerabilidad de las edificaciones estudiadas resultó de un nivel bajo, sin embargo, factores como corrosión y

otros deterioros no visibles no se consideró. Los autores sustentan la baja vulnerabilidad sísmica encontrada en los muros de gran espesor de las edificaciones

De otro lado, se considera un factor adverso importante, las continuas remodelaciones que experimentan las edificaciones producto de nuevas necesidades que se les impone. En la investigación, se observa que la mayoría de las edificaciones presenta una cantidad importante de elementos no estructurales, ponderados sin embargo, en la evaluación de la vulnerabilidad. Se recomienda el mantenimiento y cuidado de la edificación a fin de preservar su integridad así como la seguridad de sus ocupantes.

Kassem et al. (2019) publicaron su artículo en inglés “Development of seismic vulnerability index methodology for reinforced concrete buildings based on nonlinear parametric analyses” en el que refieren en el desarrollo de una metodología para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica basada en la GNDT de procedencia italiana y la de aproximaciones macro sísmicas de origen europeo. En esta propuesta se emplean 8 parámetros para la determinación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de concreto reforzado (C°R°). La calificación resultante es de naturaleza categórica, considerándose los niveles de bajo, medio y alto, de acuerdo con el potencial de daños que una experiencia sísmica podría causar. El método emplea análisis no lineal estático y no lineal tiempo historia en la evaluación y su aplicación práctica emplea muestras de aceleraciones reales de sismos a fin de predecir el comportamiento de la estructura y el consecuente nivel de daños esperado. Entre las ventajas del método se señala que, por su carácter numérico, el resultado no depende de la experiencia de la persona que aplica el método, en clara referencia a los métodos que sí lo hacen, donde una ponderación incorrecta puede conducir a un resultado erróneo. Entre las desventajas del método se refiere a la necesidad de tener acceso a la edificación y sus planos, así como no ser adecuado para evaluaciones de un número significativo de edificaciones.

Salazar y Ferreira (2020) en su artículo científico publicado en Inglés “Evaluación sísmica de construcciones históricas en el centro de Ciudad de México” en la revista Sustainability, señala, después de exponer sobre la vulnerabilidad sísmica y su importancia para la cultura de prevención, lo difícil de acceder a edificios históricos en términos de reparaciones estructurales debido a su valor intrínseco en un contexto social, institucional y de herencia cultural. Aún con estas limitaciones, es importante conocer el nivel de daños que pudiera sufrir en un episodio sísmico, todo orientado a prevenir y preservar el legado histórico.

La investigación concluye precisando, que, en la muestra de 166 edificaciones con 31 tipologías diferentes en la zona de La Merced, Ciudad de México, un 13% de la edificaciones colapsaría en un sismo de escala IX mientras que un 62% lo haría si el sismo tuviera escala X. En términos de personas, con un sismo de escala IX un 4% resultarían muertos o severamente damnificados, mientras que un 19% lo haría si el movimiento fuera de escala X, con pérdidas económicas bordantes en 80 millones de Euros.

Nisperuza (2019) en la Universidad Santo Tomás defendió su tesis “Análisis cualitativo y comparativo del método Benedetti Petrini y la NRS 2010, desarrollado en edificaciones de uno y dos pisos en el barrio Bijao, Municipio del Bagre Antioquia”. Para lograr su objetivo general, descrito en el título, el autor comparó las vulnerabilidades de las viviendas empleando dos metodologías diferentes, la de Benedetti – Petrini y la NRS 2010, identificando los ítems más importantes de ambas y estableciendo, luego, un cuadro con ambos resultados.

El autor encontró que ambos resultados son bastantes cercanos, con apenas 1% de diferencia porcentual en los resultados, y, a igualdad de condiciones, el método más sencillo y rápido es claro ganador. El autor explicó la diferencia porcentual por el riguroso análisis numérico de la NRS 2010 y el sumamente sencillo del método italiano. En el resultado de la investigación, en específico del objetivo de la investigación, se encontró alta vulnerabilidad sísmica en el 72.6% (NRS 2010) y 73.8% para Benedetti Petrini.

Recopilando las investigaciones en mención a la tesis se tiene los siguientes antecedentes Nacionales. Según Tucto (2018) en su tesis “Evaluación del riesgo sísmico utilizando el índice de vulnerabilidad de Benedetti Petrini en las viviendas de adobe existentes en la zona urbana del Distrito de Llacanora – Cajamarca” presentada para obtener su título de ingeniero civil por la Universidad Nacional de Cajamarca, encontró que la mayoría de las edificaciones estudiadas exhiben un riesgo sísmico alto con más del 60% de recurrencia, mientras que casi un 40% tiene un nivel intermedio. El peligro sísmico fue de nivel medio en su mayoría mientras que la vulnerabilidad mostró un nivel de frecuencia alto con 60% y un 39% con un nivel medio. Inusualmente, ninguna edificación mostró un nivel bajo de vulnerabilidad sísmica. Este escenario problemático motivó al autor a difundir los resultados encontrados a fin de motivar entre los usuarios a realizar labores de reforzamiento y mantenimiento de las edificaciones, orientadas a disminuir los potenciales resultados que una experiencia sísmica pudiera ocasionar en edificaciones cuya edad promedio bordeaba, a la fecha de estudio, los 50 años. No obstante, el autor señala la necesidad de emplear métodos más precisos de evaluación a fin de confirmar lo encontrado por medios puramente objetivos.

Quiroz (2020) defendió su tesis “Análisis de vulnerabilidad sísmica basado en el método Hirose para los colegios públicos secundarios del distrito de Chiclayo, Lambayeque” en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, presentada para obtener el título de ingeniero civil. En ella, se

encontraron valores altos de vulnerabilidad para las edificaciones estudiadas, en específico se encontró que no se cumplía con las derivas máximas recomendadas por la Norma E.030. En este escenario, el autor recomendó una propuesta de remediación para el caso de la edificación más vulnerable. El problema más frecuente fue el de las columnas cortas por la condición del uso de la edificación.

En este sentido el autor señala que un método observacional hubiera valorado este hecho, que en el caso de uno numérico podía no detectarlo. Por la naturaleza de la edificación, colegio, el autor no reporta irregularidades en planta ni en altura, señalando que esto se debe a su clasificación de esencial de cada edificación evaluada. El autor recomienda labores de reforzamiento a fin de asegurar la integridad de las edificaciones y por ende la de sus usuarios en el caso de una sollicitación sísmica.

Guerrero (2020) en su tesis “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti Petrini en el PPJJ San Martín de Porres, Lambayeque” presentada en la Universidad Nacional Pedro R. Gallo, estudió la vulnerabilidad sísmica en la localidad antes descrita. Para ello propuso además el planteo de base datos de vulnerabilidades y características constructivas con planos de zonificación de acuerdo con el nivel.

El autor concluye relevando la bondad del método de Benedetti Petrini que permitió una localidad con casi 3000 edificaciones de las cuales se estudiaron 1338. En ellas, las de adobe, el 12% presenta una vulnerabilidad media y un 88% una alta. En las de albañilería confinada, un 20% exhibió una vulnerabilidad baja, un 60% media y un 20%, alta. El autor señala que en el factor que aumenta la vulnerabilidad de manera significativa es el bajo nivel de arriostrado que tienen las edificaciones, problemas en planta y elevación, señalándose pisos débiles y blandos, debido a la usanza actual de disponer en el primer nivel de la edificación un área para alquilar con casi total carencia de arriostras que confieran consistencia a la edificación.

Criollo y Santisteban (2018) sustentaron su tesis “Vulnerabilidad sísmica aplicando índices de vulnerabilidad (Benedetti - Petrini) en la ciudad de San José, provincia de Lambayeque, departamento Lambayeque” en la Universidad Pedro R. Gallo. En ella se propusieron, aparte de lo indicado en el título de la investigación, señalar los daños que un sismo podría ocasionar en la zona en estudio y socializar la información del Sistema de Información Geográfica con los escenarios de acuerdo con los niveles de vulnerabilidad sísmica obtenidos de acuerdo con su tipología estructural.

Los autores concluyen que la mayoría de las viviendas presenta una alta vulnerabilidad, estimada en el 91% (adobe) de las estudiadas; estas corresponden a construcciones sin asesoramiento profesional y presentan componentes deteriorados. En cuanto a las de albañilería confinada, el 50% tiene una vulnerabilidad media mientras que para concreto armado, el 75% tiene una baja vulnerabilidad. En este último caso, se observa que son construcciones nuevas y que tienen asesoría profesional competente, materiales de buena calidad y buen proceso constructivo. Los problemas encontrados, señalan los autores, estriban en falta de muros transversales, irregularidades tanto en planta cuanto en altura y materiales y/o mantenimiento inadecuado o de diferentes resistencias o características mecánicas.

Oblitas y Villar (2019) sustentaron su tesis “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método italiano para determinar el riesgo sísmico en las viviendas de adobe de la quinta Los Virreyes en el Rímac” en la Universidad de San Martín de Porres. En ella, consideraron los once parámetros del método de Benedetti Petrini a las viviendas estudiadas, encontrando que la totalidad de las viviendas estudiadas tiene un nivel de riesgo medio por tener una vulnerabilidad media y reducido peligro sísmico. Casi la mitad de las viviendas tiene cubierta inestable, pero en buenas condiciones además de problemas de homogeneidad de materiales. Para las fisuras, cerca de un 40% tiene fisuras en elementos estructurales, otro 40% las tiene solo en

muros y el resto en forma leve, compensando este factor adverso, la totalidad de las viviendas cuenta con buena disposición de muros, pero no se observa asesoría profesional en su construcción ni diseño. En un 38% de las observaciones se recomendó la reparación del diafragma horizontal por encontrarse en estado de deterioro; finalmente, se recomendó la reubicación de las viviendas por el elevado número de sismos soportados, poniendo en riesgo de vida a sus ocupantes, señalando de no ser factible la reubicación, se recomienda el reforzamiento de las viviendas en riesgo, así como su debido mantenimiento.

Metodología evaluativa de Benedetti Petrini para determinar la Vulnerabilidad sísmica: El método empleado para determinar la vulnerabilidad es amplia y exitosamente probado a nivel mundial desde la década de 1980 en virtud de las ventajas que lo caracteriza:

- a. Se basa en observaciones de once características de las edificaciones relacionadas con su desempeño sismorresistente.
- b. Se puede aplicar con rapidez a un número elevado de edificaciones
- c. Requiere cálculos sencillos para su parte numérica
- d. Se puede actualizar considerando la normativa nacional específica en lo que respecta a la resistencia convencional de la edificación

La metodología se sustenta en observaciones de once características de la edificación a las cuales se les asigna una calificación de la A hasta la D, donde A es mejor, es decir añade 0 puntos a la vulnerabilidad mientras que D es la menos favorecida y añade el máximo puntaje que incrementa el conteo total. Es importante señalar que a mayor calificación de vulnerabilidad se tiene un nivel potencial mayor de daños en caso de una demanda sísmica.

Escalas de vulnerabilidad sísmica de Benedetti Petrini

En el cuadro siguiente se muestran los coeficientes del método italiano a aplicarse en el caso de edificaciones de albañilería confinada.

Para cada parámetro se obtiene una calificación, y, esta se afecta de un valor o peso W_i , que se toma de la columna de la izquierda en la tabla anterior. Habiendo completado luego los once parámetros, se suman a fin de obtener la calificación global mediante la siguiente relación.

$$K = \sum_{i=1}^{11} W_i K_i \dots \text{Ecuación 1}$$

En K_i denota cada una de las clases (A, B, C o D), mientras que W_i , hace lo propio con el peso asignado a cada parámetro en función de su impacto en la vulnerabilidad sísmica de la edificación.

Para determinar el Índice de vulnerabilidad Normalizado [IVN] se considera el máximo puntaje de vulnerabilidad que una edificación pudiera tener, 382.5, y se lleva al 100%, calculando por tanto el IVN como una fracción o % del máximo.

Descripción y análisis de los parámetros del índice de vulnerabilidad

Organización de la estructura

En este parámetro se evalúa como está organizada la estructura de la edificación sin estudiar la calidad de los materiales empleados en el proceso constructivo. Se califica de acuerdo con el siguiente criterio:

Tabla 1

Criterios de calificación para el primer parámetro

Escala	Característica observable
A	Cumplimiento total / asesoría técnica
B	Arriostres completos / no asesoría
C	Carencias en confinamiento
D	Muros sin confinar

Calidad estructural

En este parámetro se estudia la calidad de los materiales y proceso constructivo, observándose detalles como el entramado del hilado, trabazón de elementos, verticalidad de muros y columnas, cangrejas expuestas, etc. Se califica de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 2

Criterios de calificación para el tercer parámetro

Escala	Característica observable
A	Materiales y proceso constructivo de buena calidad
B	Falta una característica de A
C	Faltan dos características de A
D	Ninguna característica de A

Resistencia convencional

En este parámetro se valora la resistencia convencional que ofrece el sistema resistente de la edificación ante la carga sísmica. En la investigación se emplea el indicador demanda de ductilidad (DD). En este parámetro se consideran las irregularidades en planta y en altura de la edificación, según afecte el valor de R o coeficiente de reducción de la fuerza sísmica. El método se detalla en el

Anexo 07 y evalúa según la siguiente tabla:

Tabla 3

Criterio de evaluación del tercer parámetro

Escala	Rango para la demanda de ductilidad
A	$DD \leq 0.5$
B	$0.5 \leq DD \leq 1.0$
C	$1.0 \leq DD \leq 1.5$
D	$DD \geq 1.5$

Suelo y cimentación

En este parámetro se considera el relieve, características del suelo y emplazamiento de la cimentación como factores influyentes en el grado de

daños que un a edificación puede sufrir a consecuencia de una solicitación sísmica. Se evalúa con la siguiente tabla:

Tabla 4

Criterios de evaluación del cuarto parámetro

Escala	Características del suelo
A	S. rígido y nivelado sin humedad ni sales, ciment. OK
B	S. medio/blando, a nivel sin humedad ni sales, ciment. OK
C	S. desnivelado con humedad, sales, ciment. no OK
D	S. no nivel, flexible, sales, humedad y ciment. no OK

Diafragmas horizontales

En esta sección se califican los diafragmas de la edificación, observando su continuidad, horizontalidad y conexión con los muros. Aplica la siguiente tabla:

Tabla 5

Criterios de evaluación del diafragma horizontal

Escala	Características de/los diafragma/s horizontal/es
A	Diafragma en buen estado
B	Diafragma con entradas importantes
C	Diafragma desnivelado
D	Diafragma discontinuo

Distribución en planta

En este apartado se compulsa la disposición en planta de la edificación, valorándose de manera significativa su forma externa, que, obtiene la mejor calificación cuando esta tiende a parecerse a un cuadrado. Las entradas se valoran negativamente, aplicando la siguiente tabla:

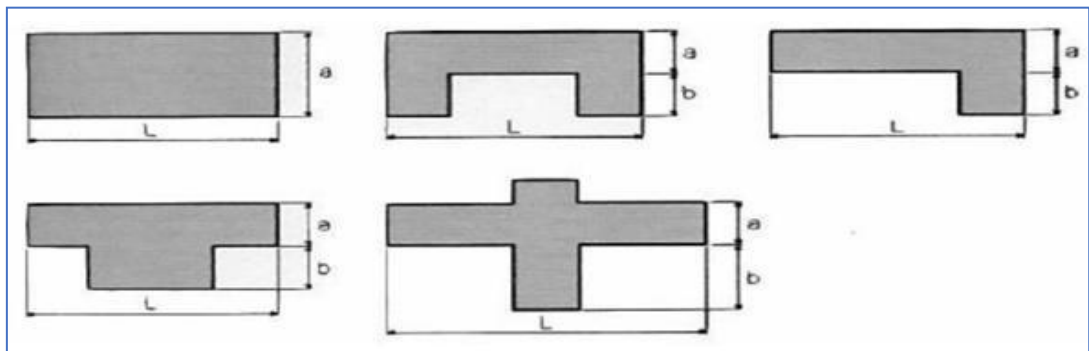


Figura 1: Perfiles de disposición en planta

Tabla 6*Baremo de calificación de la configuración en planta*

Escala	Características de la disposición en planta
A	Si se cumple que $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$
B	Si se cumple que $0.6 \leq \beta_1 < 0.8$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$
C	Si se cumple que $0.4 \leq \beta_1 < 0.6$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$
D	Si se cumple que $\beta_1 < 0.4$ o $\beta_2 > 0.3$

Distribución en elevación

Este parámetro considera las irregularidades (alejamiento de la forma de un cajón) observadas en la edificación conforme se avanza en altura. Se valora negativamente las variaciones positivas o negativas de área o masa con la altura, según el baremo de la **Tabla** .

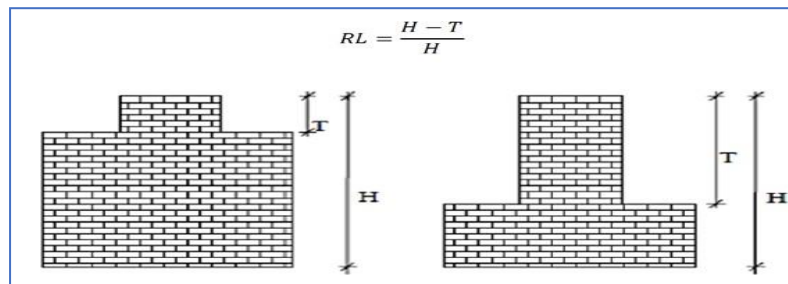


Figura 2: Esquemas para la evaluación en altura de las edificaciones
Fuente: Yépez et al., (1995)

Tabla 7*Baremo para la evaluación de la disposición en altura de la edificación*

Escala	Características de la disposición en elevación
A	Si se cumple que $-\Delta A/A$ o $-\Delta M/M \leq 0.1$
B	Si se cumple que $0.1 < -\Delta A/A$ o $-\Delta M/M \leq 0.2$
C	Si se cumple que $0.2 < -\Delta A/A < 0.5$ o $-\Delta M/M > 0.2$
D	Si se cumple que $-\Delta A/A > 0.5$ o $\Delta M/M > 0$

Distanciado entre muros

Los muros transversales o en el eje X le confieren solidez a la edificación, y, su carencia es frecuente habida cuenta de la forma alargada de los terrenos. Se evalúa en función del distanciamiento entre los muros transversales y su división entre el espesor de los muros longitudinales, evaluándose con la siguiente tabla:

Tabla 8

Baremo para la evaluación del distanciado entre muros transversales

Escala	Factor del distanciado entre muros (L/S)
A	Si se cumple que $L/S < 15$
B	Si se cumple que L/S entre 15 y 18
C	Si se cumple que L/S entre 18 y 25
D	Si se cumple que $L/S \geq 25$

Cubierta

Se valora la condición de liviana de la cubierta, su planitud, conservación e integridad. El siguiente baremo es aplicable:

Tabla 9

Criterios para evaluar el estado de la cubierta

Escala	Características de la cubierta
A	Liviana, buen estado, plana y bien fijada
B	Liviana, buen estado, plana y mal fijada
C	Liviana, mal estado, plana y mal fijada
D	Liviana, mal estado, combada y mal fijada

Parámetro 10: Elementos no pertenecientes al sistema estructural

En este parámetro se evalúan los elementos, que, sin pertenecer al sistema estructural, tales como tanques de agua, balcones, parapetos, etc. pueden provocar un daño en caso de sismo. Aplican los siguientes criterios:

Tabla 10

Tabla de criterios para evaluar los elementos no estructurales

Escala	Características de los elementos no estructurales
A	Liviana, buen estado, plana y bien fijada
B	Liviana, buen estado, plana y mal fijada
C	Liviana, mal estado, plana y mal fijada
D	Liviana, mal estado, combada y mal fijada

Conservación de la edificación

En este apartado se evalúa la conservación de la edificación, observan fisuras, grietas, asignando un puntaje a estas características. La siguiente aplica en este caso:

Tabla 11

Criterios de calificación del estado de conservación de la edificación

Escala	Características de conservación de la edificación
A	Bien conservada
B	Bien conservada, pero con fisuras
C	Regularmente conservada y grietas
D	Mal conservada, grietas y fisuras

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de la investigación

La investigación fue del tipo de aplicación de conocimientos a la solución de problemáticas específicas. En cuanto a su alcance, fue descriptiva por limitarse a describir una realidad para realizar evaluaciones en ella (Hernández, 2014). De igual forma, la investigación fue de enfoque cuantitativo en atención a la naturaleza numérica de la variable.

3.1.1 Diseño de la investigación

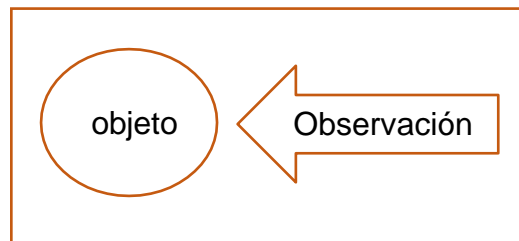


Figura 3: Diseño de la investigación
Fuente: elaboración propia

La investigación tuvo un diseño no experimental en la medida que los investigadores no modificaron la variable; en atención al diseño, enfoque y ausencia de hipótesis, el método de investigación fue observacional deductivo, lo que implicó que, en base a las observaciones de campo, se efectuaran las deducciones de acuerdo con la teoría revisada y los objetivos de la investigación (Pino, 2014).

3.2 Variables y su operacionalización

La investigación tuvo una sola variable: Nivel de vulnerabilidad sísmica

Definición conceptual: Dícese del grado de daño o deterioro que una edificación puede sufrir a causa de un sismo. Esta información es relevante en la toma de decisiones respecto de trabajos de prevención de daños personales y materiales a causa de una sollicitación sísmica (Yépez et al. 1995).

Definición operacional: En la investigación, la variable se operativizó en base a una ficha de observación.

Características de la variable

- a. Tipo de variable: Categórica
- b. Escala de medición: De intervalo
- c. Naturaleza: Numérica

3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

Población: estuvo compuesta por las edificaciones de tipología de albañilería confinada existentes en la Urb. Villa Universitaria en la ciudad de Tumbes.

Criterio de selección: El criterio empleado refiere a edificaciones construidas empleando la tipología constructiva preponderante en la ciudad, la de albañilería confinada.

Unidad de análisis: La unidad seleccionada fueron las edificaciones de la Urb. Villa Universitaria en la ciudad de Tumbes construidas con la tipología de albañilería confinada.

Muestreo: El muestreo realizado fue intencionado, en la medida que se han evitado redundancias innecesarias, pues a igualdad de condiciones, se tienen resultados idénticos.

Para el concretar el muestreo se razonó de la siguiente manera, considerando:

- a. Edificaciones de un piso con losa y cubierta
- b. Edificación de un piso con solo cubierta
- c. Edificación de más de un piso con losa y sin cubierta
- d. Edificación de más de un piso con solo cubierta en el último piso
- e. Edificación de más de un piso con losa y cubierta en el último piso

En atención a los modelos de edificación de un piso antes descritos, se observa que con 4 observaciones se cubrieron dos veces el mismo modelo. En los modelos de más de un piso, los de dos pisos son numerosos. Por ello puede asignarse 8 observaciones en este caso. Se consideró un saldo de 8 observaciones adicionales para modelos de más de dos pisos y casos especiales por sus características de planta, elevación y diversas irregularidades de interesante atención, totalizando 20 edificaciones con lo cual se cubrió el espectro de ellas en el área estudiada.

Muestra: En base al razonamiento anterior, se empleó una muestra intencionadas de 20 observaciones de edificaciones de tipología de albañilería confinada en la Urb. Villa Universitaria en la ciudad de Tumbes.

3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos

Se emplearon dos técnicas para la recolección de datos:

- a. La técnica de observación para la variable. El instrumento empleado en este caso fue la ficha de observación.
- b. La técnica de análisis documental para la recolección de información bibliográfica. El instrumento empleado fue la ficha de recolección documentaria.

3.5 Procedimientos

El procedimiento empleado consistió en:

- a: Reconocimiento de la zona a estudiar
- b. Demarcado de las edificaciones candidatas en un plano catastral de la zona
- c. Solicitud de permiso a los moradores de la zona para la toma de las fotografías
- d. Fotografiado de las edificaciones
- e. Anotación de las características atinentes al método de Benedetti y Petrini
- f. Registrado en el plano catastral a las edificaciones analizadas
- g. Vaciado de los datos en tablas
- h. Llenado de datos en la ficha de observación

3.6 Método de análisis de datos

En la investigación se dieron dos fases en los análisis de datos:

- a. En los cálculos de ingeniería. Para estos cálculos se empleó Microsoft Excel, permitiendo las evaluaciones de los parámetros 3, 4, 5 y 6 (numéricos) del método de Benedetti Petrini. De igual forma se realizó la suma de los parámetros, cada uno con su ponderación, arrojando finalmente el índice de vulnerabilidad normalizado.
- b. En el procesado de los resultados se empleó Microsoft Excel; los gráficos se generaron con Microsoft Word.
- c. Los promedios y desviaciones estándar de la Tabla se han obtenido con funciones internas de Microsoft Excel para un conjunto de datos.

IV. RESULTADOS

Objetivo general

El objetivo general de la investigación se enfocó en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en la Urb. Villa Universitaria en la ciudad de Tumbes.

En la tabla siguiente se muestra la evaluación realizada respecto de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones estudiadas, y, en la Figura 4 se muestra de forma integrada los resultados hallados. Se observa, que, a excepción de una edificación, E-20, el resto de ellas mostraron una tendencia similar.

Tabla 12

Resultados de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones estudiadas

Edificación	Índice de vulnerabilidad	Índice de vulnerabilidad normalizado
E – 1	37.50	9.80
E – 2	62.50	16.34
E – 3	102.50	26.80
E – 4	37.50	9.80
E – 5	37.50	9.80
E – 6	47.50	12.41
E – 7	27.50	7.19
E – 8	77.50	20.26
E – 9	68.75	17.97
E – 10	68.75	17.97
E – 11	28.75	7.52
E – 12	82.50	21.57
E – 13	32.50	8.50
E – 14	22.50	5.88
E – 15	48.75	12.75
E – 16	48.75	12.75
E – 17	22.50	5.88
E – 18	37.50	9.80
E – 19	48.75	12.75
E – 20	150.00	39.22

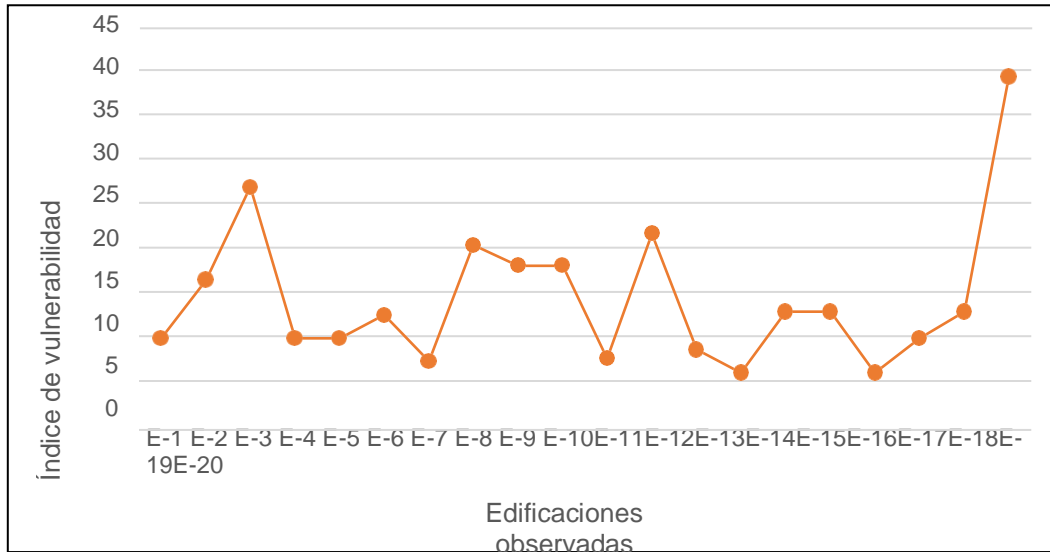


Figura 4: Índice de vulnerabilidad normalizado en las edificaciones observadas

Objetivo específico 1

Este objetivo se relaciona con la categorización de los niveles de vulnerabilidad sísmica en las edificaciones estudiadas.

En la tabla siguiente se muestra la vulnerabilidad sísmica categorizada de acuerdo con niveles bajo, medio y alto según las edificaciones observadas:

Tabla 13

Categorización por niveles de los índices normalizados de vulnerabilidad sísmica

Categoría	Edificaciones
Baja	E-1; E-2; E-4; E-5; E-6; E-7; E-9; E-10; E-11; E-13; E-14; E-15; E-16; E-17; E-18; E-19
Media	E-3; E-8; E-12; E-20
Alta	Ninguna

Tabla 14*Estadígrafos de la categorización por niveles de la vulnerabilidad sísmica*

Descripción	Índice de vulnerabilidad normalizado		
Categoría de vulnerabilidad	Baja	Media	Alta
Valores	9.8	26.80	--
	16.34	20.26	
	9.8	21.57	
	9.8	39.22	
	12.41		
	7.19		
	19.97		
	17.97		
	7.52		
	8.50		
	5.88		
	12.75		
	12.75		
	5.88		
	9.8		
12.75			
Promedio	11.07	26.96	--
Desviación estándar	3.90	8.64	--

En la tabla anterior se muestran los índices de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones categorizados de acuerdo con su nivel correspondiente. El promedio para el nivel bajo fue de 11.07 con 3.90 de desviación estándar, mientras que, para el nivel medio, el promedio fue 26.96 con una desviación estándar más elevada, de 8.64.

La interpretación de estos resultados muestra que para las edificaciones que mostraron baja vulnerabilidad sísmica, los resultados fueron similares, es decir su variabilidad interna fue baja, pudiéndose decir también que las edificaciones compartían aproximadamente las mismas características que definen su índice de vulnerabilidad.

En el caso de las edificaciones con vulnerabilidad sísmica media, la variabilidad interna fue mayor, indicando que las características observables que definieron su índice de vulnerabilidad fueron marcadamente diferentes.

En la figura siguiente se muestra categorizado por niveles la vulnerabilidad sísmica encontrada en la Urb. Villa Universitaria en la ciudad de Tumbes. Es claro que el 80% de ellas tiene un nivel bajo de vulnerabilidad, mientras que un 20% corresponde al nivel medio, no observándose edificaciones con valores altos de este indicador. La figura subsiguiente muestra el comportamiento del índice normalizado de vulnerabilidad de acuerdo con los valores puntuales correspondientes a cada edificación. Obsérvese la tendencia marcadamente regular en el nivel bajo y notoriamente variable en el nivel medio.

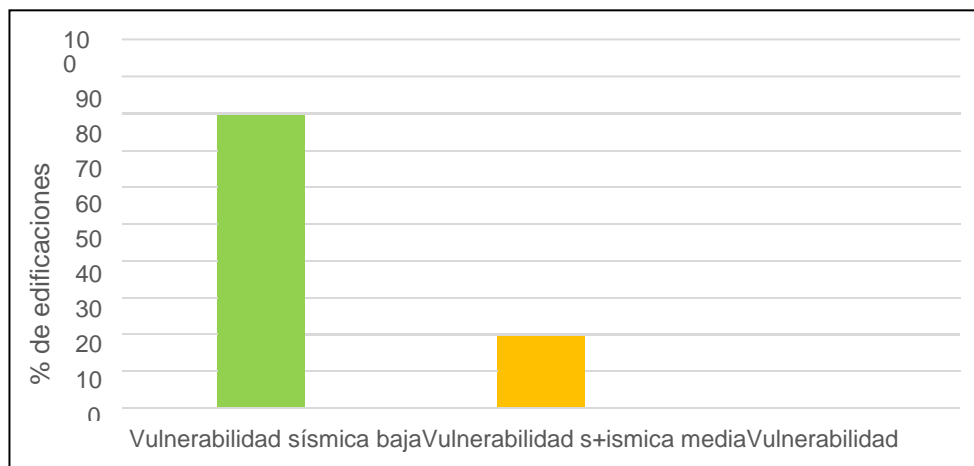


Figura 5: Categorización por niveles de los índices de vulnerabilidad sísmica

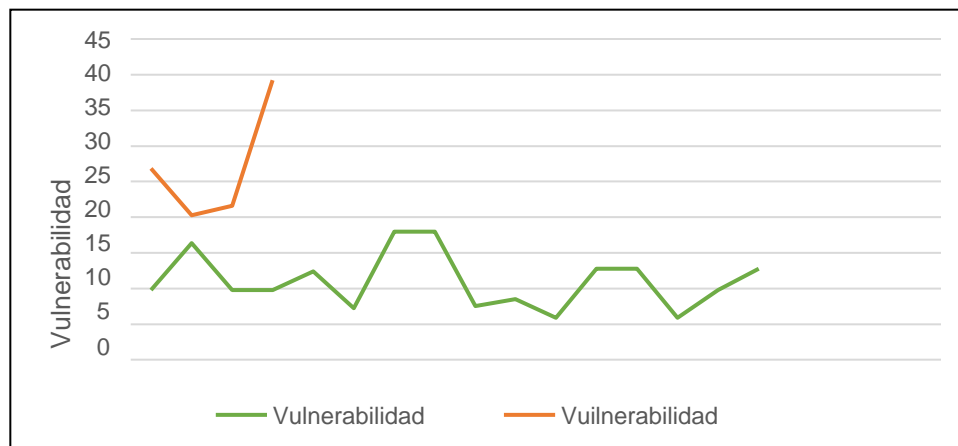


Figura 6: Comportamiento del índice de vulnerabilidad según categorías por niveles

Objetivo específico



Este objetivo específico versó sobre las características de las viviendas que acrecientan su vulnerabilidad sísmica.



Tabla 15



características de las viviendas observadas que aumentan su vulnerabilidad sísmica



Características	Sustento	Edificaciones
Falta de diafragma	La edificación no cuenta con diafragma en el segundo piso que distribuya y homogenice los esfuerzos en los elementos resistentes verticales, por lo que, en caso de sismo, la carga se va a repartir de manera desigual principalmente en el segundo piso. Este efecto se atenúa un poco con la viga collar en la parte alta del muro que completa el confinamiento	
Frecuencia	Observado en:	
20 %	E-1, E-8, E-11, E-20	
Forma alargada de la edificación	La forma alargada del terreno es calificada negativamente por el baremo de Benedetti Petrin, ya que cuanto más se aleje de la forma cuadrada su desempeño sismorresistente empeora. De otro lado, la forma alargada complica la distribución de los ambientes en la edificación con la consecuente reducción de muros transversales	
Frecuencia	Observado en:	
50 %	E-1, E-2, E-8, E-9, E-10, E-12, E-13, E-15, E-16, E-18	



<p>Construcción en volados/aleros, exceso en dimensión</p>	<p>En una edificación, el incremento de masa o área con la altura es una condición adversa ante un sismo, debido a que las zonas más altas de la edificación describirán movimientos más amplios que los realizados por las zonas bajas, y por tanto serán más acelerados con el consecuente aumento en la fuerza actuante sobre la estructura, de acuerdo con la 2da Ley de Newton. Aun que esta es una condición común en la Región Tumbes, -y en muchas zonas del País- no es recomendable, e inclusive, los registradores públicos no consideran el área de los aleros como área techada cuando excedan los linderos del terreno (SUNARP, 2020)</p>	
<p>Frecuencia</p>	<p>Observado en:</p>	
<p>75 %</p>	<p>E-1, E-2, E-3, E-4, E-6, E-7, E-10, E-11, E-12, E-13, E-14, E-15, E-16, E-18, E-19</p>	
<p>Construcción significativa en azotea</p>	<p>Una edificación de dimensiones importantes en una azotea significa una carga importante para el diafragma y la edificación en general, en especial si la edificación es de gran altura, debido a la mayor inercia que el diafragma tiene que acelerar durante el sismo. De igual forma, los elementos estructurales verticales cercanos a la protuberancia soportan una carga mayor que los demás, en especial las columnas donde se “inicia” la protrusión. Esta condición, si se proyecta a más pisos caracteriza una irregularidad geométrica vertical (E.030)</p>	
<p>Frecuencia</p>	<p>Observado en:</p>	
<p>5 %</p>	<p>E-2</p>	



<p>Construcción parcial/inconclusa</p>	<p>La condición de construcción inconclusa condiciona un comportamiento dinámico desigual por la diferencia de rigidez y resistencia del piso/parte de la estructura no confinada o carente de diafragma. Esto configura una reducción en el coeficiente R debido a la irregularidad en altura por masa o peso</p>	
<p>Frecuencia</p>	<p>Observado en:</p>	
<p>20 %</p>	<p>E-3, E-8, E-19, E-20</p>	
<p>Esquinas entrantes</p>	<p>La configuración típica de cochera incrustada en la edificación configura, si el diafragma sigue esta forma y la longitud de la entrada excede el 20 % de la longitud total en su dirección, una irregularidad en planta por esquinas entrantes, con el peligro de rotura o fractura de la estructura en las esquinas que subtienden la irregularidad, por los esfuerzos torsionales a los que son sometidos</p>	
<p>Frecuencia</p>	<p>Observado en:</p>	
<p>5 %</p>	<p>E-5</p>	

<p>Columnas en volados</p>	<p>Significa una sobrecarga que genera un momento importante sobre el sistema resistente que sostiene el volado, pudiendo dar lugar, en ciertos casos, a fallas en estas zonas de la edificación. Aparte de lo anterior, sobrecarga innecesariamente con peso la edificación deteriorando su desempeño sismorresistente</p>	
<p>Frecuencia</p>	<p>Observado en:</p>	
<p>10 %</p>	<p>E-6, E-11</p>	
<p>Diversos diseños del sistema resistente</p>	<p>Se presenta cuando la edificación se construye en diferentes momentos y de una manera no planificada, dando lugar a añadidas y colocación de columnas muy juntas y no simétricas o fuera del eje de la cimentación. Esta es una situación desfavorable que en un sismo origina zonas de la edificación con más resistencia que otras o distribución desigual del peso de la edificación, alejándose de su centro de masas, dando lugar a torsiones que sobrecargan los elementos estructurales</p>	
<p>Frecuencia</p>	<p>Observado en:</p>	
<p>10 %</p>	<p>E-6, E-12</p>	

<p>Falta de uniformidad (excesiva) en el distanciado de las columnas</p>	<p>Esta condición origina zonas de mayor resistencia que otras, pudiendo ocasionar escenarios como el descrito en el acápite anterior</p>	
<p>Frecuencia</p>	<p>Observado en:</p>	
<p>5 %</p>	<p>E-7</p>	
<p>Baja densidad muros transversales</p>	<p>Los muros transversales arriostan los longitudinales confiriéndoles solidez y por ende a la edificación. Esta es una condición que conduce a posibilidad de movimiento exagerado y fuera de fase con el movimiento del piso inferior, con lo que las columnas, principalmente en su zona baja, se someten a un sobre esfuerzo</p>	
<p>Frecuencia</p>	<p>Observado en:</p>	
<p>65 %</p>	<p>E-1, E-2, E-3, E-4, E-7, E-8, E-9, E-10, E-12, E-13, E-15, E-16, E-18</p>	

<p>Aumento en peso o área con la altura</p>	<p>Esta condición origina variación de fuerzas actuantes en la edificación de acuerdo con el peso o parte de ella, vale decir que la zona más pesada de la edificación experimentará una fuerza mayor que la menos pesada. Esto puede ocasionar que un piso tenga un movimiento mucho mayor que otro, originando distorsiones de entrepiso o derivas marcadamente diferentes, lo cual es una condición negativa para la edificación en un sismo</p>	
<p>Frecuencia</p>	<p>Observado en:</p>	
<p>5 %</p>	<p>E-9</p>	
<p>Muros y/o elementos resistentes combados o desplomados</p>	<p>El combado de muros origina que las fuerzas cambien su dirección saliéndose del eje del muro, provocando tensiones, compresiones y torsiones en zonas de muros que no están diseñadas para ello</p>	
<p>Frecuencia</p>	<p>Observado en:</p>	
<p>10 %</p>	<p>E-10, E-20</p>	

<p>Abertura excesiva o sin confinar del diafragma</p>	<p>Esta condición determina sobreesfuerzo innecesario de las columnas y/o vigas donde se inicia o termina la abertura del diafragma, además del debilitamiento de este último el cual normalmente se fisura en sus esquinas a consecuencia de ello</p>	
<p>Frecuencia</p>	<p>Observado en:</p>	
<p>5 %</p>	<p>E-12</p>	
<p>Pequeñas áreas de losas/diafragma</p>	<p>Esto origina sobreesfuerzo en las columnas que soportan la porción de la losa aligerada. Este sobreesfuerzo ocasiona resistencias marcadamente diferentes en ciertas partes de la estructura que deteriora su desempeño sismorresistente</p>	
<p>Frecuencia</p>	<p>Observado en:</p>	
<p>5 %</p>	<p>E-11</p>	

<p>No separación entre edificaciones</p>	<p>Esta condición obliga a las edificaciones a alterar su movimiento característico en el caso de un sismo, sacando de la zona segura a las derivas de entrepiso de la edificación. Esto es particularmente cierto cuando la diferencia en alturas de las edificaciones es muy acusada, condición que origina frecuencias naturales de oscilación diferentes para cada edificación, y, que de encontrarse juntas o con elementos resistentes vaciados empleando la edificación más antigua como uno de los encofrados de la columna, cambia todo el esquema de oscilación de la edificación.</p>	
<p>Frecuencia</p>	<p>Observado en:</p>	
<p>85 %</p>	<p>E-1, E-2, E-3, E-4, E-6, E-8, E-9, E-10, E-11, E-12, E-13, E-14, E-15, E-16, E-17, E-18, E-19</p>	
<p>Elementos no estructurales sueltos</p>	<p>En esta condición se encuentran elementos decorativos o de protección como tapiado de ventanas o puertas con ladrillos sujetos a presión los cuales en caso de un sismo pueden afectar a los ocupantes de la edificación o transeúntes.</p>	
<p>Frecuencia</p>	<p>Observado en:</p>	
<p>5 %</p>	<p>E-20</p>	

Objetivo específico

Este objetivo específico consideró la propuesta de recomendaciones técnicas orientadas a reducir la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones.

En la siguiente tabla se describen recomendaciones técnicas orientadas a reducir la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones.

Tabla 16

Recomendaciones técnicas que permiten reducir el nivel de vulnerabilidad de una edificación

Factor adverso	Recomendación
Falta de diafragma	Priorizar la construcción del diafragma de la edificación, de preferencia completo a fin de lograr un comportamiento monolítico del sistema resistente.
Forma alargada de la edificación	Cuando la forma alargada del terreno no deja opciones se puede diseñar la edificación en dos bloques estructuralmente separados. De optarse por una única estructura, prever los peraltes de las columnas y vigas a fin de compensar la falta de muros transversales tan frecuentes en edificaciones angostas y alargadas.
Construcción en volados/aleros, exceso en dimensión	Cumplir la normativa y limitar el volado a lo indicado por la municipalidad del sector evitando la construcción en él.
Construcción significativa en azotea	La construcción en azoteas debe ser limitada a lo mínimo y realizarlo con el menor peso posible, de preferencia con DryWall
Construcción parcial/inconclusa	La condición de construcción inconclusa condiciona un comportamiento dinámico desigual por la diferencia de rigidez y resistencia del piso/parte de la estructura no confinada o carente de diafragma. Esto configura una reducción en el coeficiente R debido a la irregularidad en altura por masa o peso.
Esquinas entrantes	Si se debe integrar una cochera o porche en la entrada, mantener el sistema resistente completo, sin formar la esquina típica de las cocheras. De ser necesaria la entrada de la estructura formando la esquina, cuidar que su distancia sea la mínima, limitándola al 20% de la longitud Y de la edificación.
Columnas en volados	Evitar la construcción en los volados, y de hacerlo, mantener el peso al mínimo, empleando ladrillo maquinado hueco.

Diversos diseños del sistema resistente

Falta de uniformidad (excesiva) en el distanciado de las columnas

Planificar adecuadamente la construcción de la casa, con previsión de ampliaciones, a fin de evitar modificaciones que alteren la estructura y su orden.

Baja densidad muros transversales

Prever las dimensiones adecuadas del sistema resistente vertical y horizontal para compensar esta carencia.

Aumento en peso o área con la altura

Procurar que el peso de los pisos se mantenga constante o se reduzca con la altura. Evitar el aumento de masa o área con la altura.

Muros y/o elementos resistentes combados o desplomados

Supervisar adecuadamente el proceso constructivo garantizando su correcto desarrollo

Abertura excesiva o sin confinar del diafragma

En caso sea indispensable disponer de una abertura en el diafragma, proveer una viga peraltada circundante su perímetro completo.

Pequeñas áreas de losas/diafragma

Procurar y priorizar en la medida de lo posible la construcción monolítica del diafragma

No separación entre edificaciones

Respetar el distanciado entre las edificaciones, de acuerdo con su dimensión

Elementos no estructurales sueltos

Reconocer y evitar elementos precariamente adheridos a la edificación, priorizando su reemplazo con materiales o técnicas aprobadas por personal profesional.

V. DISCUSIÓN

Una edificación es una de las inversiones más importantes y significativas que se pueden realizar, y, como tal se espera que dure muchos años, sea segura y brinde comodidad, confort y utilidad a sus ocupantes o tenedores. En esta línea de criterios, mantener lo más bajo posible la vulnerabilidad sísmica o nivel de daños que la edificación puede experimentar ante una sollicitación telúrica es preocupación del profesional en ingeniería civil y arquitectura. Las modernas técnicas y aplicaciones tecnológicas permiten desarrollar edificaciones que se desempeñan cada vez mejor ante sollicitaciones sísmicas cada vez más importantes.

Los resultados de la investigación muestran que el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones es mayoritariamente bajo, seguido del nivel medio y ninguna edificación con nivel alto. Este es un resultado que invita a la reflexión sobre la mejora y acercamiento de las modernas técnicas de diseño y proceso constructivo de edificaciones a todos los interesados en el sector construcción, desde los ingenieros a los técnicos en este importante y dinámico campo de la economía nacional.

De otro lado, la auto construcción, actualmente, es el medio de realización de viviendas preferido por un amplio sector de la población; en efecto, las estadísticas muestran que la autoconstrucción representa 7 de 10 casas construidas actualmente (Universidad Católica San Pablo, 2021) lo que resulta preocupante de cara a la preservación de la integridad personal y patrimonial de la población. En esta línea de ideas, si bien los resultados de la evaluación del nivel de vulnerabilidad son alentadores, en las edificaciones se observan patrones repetitivos de características que incrementan sus posibilidades de experimentar daños por demanda sísmica, tales como incremento de peso con la altura en importante magnitud, construcción y plantado de columnas en aleros, falta de espacio entre las estructuras contiguas, entre otros aspectos.

Habiendo evaluado y categorizado el nivel de vulnerabilidad sísmica en la zona estudiada, se encontró que la categorización baja es prevalente en un 80% de las edificaciones observadas, contra un 20% que obtuvo la calificación media. Un muy buen síntoma del avance en autoconstrucción y construcción profesional es no tener ninguna edificación con nivel alto de vulnerabilidad sísmica.

Esta realidad puede significar una mejora en las habilidades de maestros de obra y la presencia de ingenieros civiles en la Región Tumbes, escenario que facilita la obtención de ayuda y asesoría profesional a la par de maestros de obra cada vez más capaces y mejor preparados por la competencia y la pujante presencia de empresas solventes del ramo de la construcción con charlas y seminarios en este amplio y dinámico campo de la ingeniería.

De acuerdo con los objetivos de la investigación se plantearon al detalle los aspectos que acrecientan la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones, señalando con precisión el aspecto negativo y la sustentación de su consideración, explicando puntualmente las causas y sustento físico de la observación realizada. En este árbol de factores se destaca por su elevada frecuencia la forma alargada de la edificación que sigue fielmente la forma del terreno. Para ello se propone la segmentación de la edificación en dos unidades, o, la adopción de una tipología adecuada con los peraltes adecuados a la aplicación específica, a fin de compensar la carencia de muros de arriostre transversales, escasos cuando la edificación es delgada y alargada. Otro factor importante son los aleros contruidos y/o de dimensiones que exceden la norma A.010 que fija un máximo de 50 cm. Esta realidad cotidiana, además de contravenir la normativa nacional, deteriora la armonía urbanística y no es considerado por SUNARP como área techada (SUNARP, 2020), representa una carga importante para el alero y edificación en su conjunto, por el fuerte momento que se genera en la unión viga-columna que lo soporta.

De otro lado el no espaciado entre edificaciones contiguas es una realidad de observación muy frecuente en la ciudad de Tumbes, y, que, normalmente no se relleva en toda su real importancia. El movimiento de las edificaciones en un sismo se afecta por la unión con sus edificaciones colindantes, alterando las derivas de los entresijos

y frecuencia natural de oscilación. Otro aspecto importante es la condición de construcción inconclusa, observándose muros de altura considerable sin confinar que, en una sollicitación sísmica, podrían colapsar ocasionando pérdida de vidas y daños importantes a la propiedad.

Contrastando con los autores consultados se coincide con Marcillo (2019) quien señaló que, si bien una edificación puede mostrar en un momento una baja vulnerabilidad, el cuidado y mantenimiento de la edificación representa una inversión en seguridad personal y patrimonial a largo plazo que reedita sobradamente la inversión en ella realizada. Con Echeverría y Monroy (2021) se concuerda en el sentido que, si bien una edificación puede presentar valores bajos de vulnerabilidad, factores ocultos como la corrosión del acero y remodelaciones continuadas, pueden permanecer latentes con potenciales riesgos no analizados en la evaluación. Estudiando a Kassem et al. (2019) se concuerda en que los métodos de evaluación de características observables son de naturaleza categórica, y, en que la evaluación por parámetros, apoyados por análisis numérico, brindan una base sólida para determinar el nivel de daños y recomendar las acciones orientadas a lograr una mejora segura y confiable. Con Salazar y Ferreira (2020) se coincide en lo referente a la aplicabilidad de los métodos observacionales en la evaluación conjunta de una cantidad considerable de edificaciones, previniendo de este modo daños en las edificaciones. De igual forma se comparte en la opinión de Nisperuza (2019) respecto de la aplicabilidad y nivel de precisión del método de Benedetti y Petrini en relación con complicados métodos numéricos como el NSR 10 de Colombia, habida cuenta que al comparar el nivel de precisión en las estimaciones de indicadores de vulnerabilidad los resultados de ambos métodos se encuentran dentro del 1%, siendo en consecuencia el método observacional italiano más ventajoso por su facilidad de aplicación.

Contrastando en el ámbito nacional, con Tucto (2018) se concuerda en lo oportuno de difundir los resultados de la evaluación de la vulnerabilidad en la medida que permite a los encargados de las edificaciones tomar las medidas correctivas adecuadas dentro de una cultura de prevención. Con Quiroz (2020) se reliva el hecho de que en cualquier estudio similar, es posible encontrar numerosas edificaciones que no

cumplen con las recomendaciones de la norma E.030; de otro lado, con el autor se concuerda en que el método observacional permite compulsar características de interés sismorresistente de las edificaciones que los métodos numéricos no reportan. Con Guerrero (2020) se coincide en la potencialidad del método de Benedetti y Petrini para la evaluación en campo de cantidades importantes de edificaciones basadas en observaciones enteramente externas. Se concuerda con el autor en que la baja densidad del arriostrado transversal de las edificaciones es un factor adverso importante en su comportamiento sismorresistente; de igual forma se concuerda en lo frecuentes que son las irregularidades tipo piso blando, resultante del uso comercial del primer piso, muy en boga actualmente. De otro lado, con Criollo y Santisteban (2018) se coincide -parcialmente- en que la mayoría de las edificaciones con alta vulnerabilidad son aquellas en las cuales no se ha tenido asesoría profesional; limitación sustentada en los relativos buenos resultados obtenidos en la presente investigación, donde se puede inferir una mejora en las habilidades de los maestros de obra, a decir del alto porcentaje encontrado de edificaciones con baja vulnerabilidad. Se coincide plenamente, sin embargo, en que el cuidado de la edificación es importante, pues permite reparar tempranamente zonas que presenten deterioro, preservando de esta forma su integridad estructural.

Asimismo, con Oblitas y Villar (2019) se concuerda en que la autoconstrucción puede ser un ahorro ficticio pues los resultados logrados de ese modo reportan luego enormes pérdidas no solo económicas y patrimoniales, sino que involucran la salud y la vida de los ocupantes; sin embargo se acota con respecto a este autor que una autoconstrucción realizada con personal adecuadamente capacitado puede ser considerada viable, a decir de los resultados obtenidos en la presente investigación. Se concuerda además con el autor en que la construcción civil en zonas de elevada actividad sísmica no es recomendable, y, que en todo caso, conviene adoptar las medidas correctivas a fin de prevenir daños originados por la actividad sísmica, tan frecuente e intensa en la costa peruana como parte integrante del círculo de fuego del Océano Pacífico, y que es un recordatorio para actuar oportunamente en un marco y cultura de prevención orientada a salvar vidas y la integridad personal y patrimonial.

VI. CONCLUSIONES

1. La vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en la Urb. Villa Universitaria en la ciudad de Tumbes, se categoriza prevalentemente en un nivel bajo con 80% de las edificaciones observadas, seguida del nivel medio con un 20% y ninguna con nivel alto.

2. Las edificaciones que presentan nivel bajo de vulnerabilidad sísmica comparten aproximadamente las mismas características que definieron su índice de vulnerabilidad, mientras que las categorizadas en un nivel medio, tienen características diferentes.

3. Las características que incrementan la vulnerabilidad de las edificaciones observadas corresponden a: Ausencia de juntas de expansión sísmica con un 85% de ocurrencias, seguido de la construcción en aleros con un 75% de observaciones, mientras que la baja densidad de muros transversales le correspondió un 65% de las observaciones, y, a la forma alargada de la edificación un 50% de ellas.

Asimismo, para: Falta de diafragma y construcción inconclusa, la frecuencia de observaciones fue del 20%. De otro lado, un 10% de las observaciones correspondió a: Columnas en volados; muros y/o elementos resistentes desplomados; y, la presencia de diversos diseños del sistema resistente en una misma edificación.

Finalmente, 5% de las observaciones correspondió a: Construcciones significativas en azotea; esquinas entrantes; distanciado no uniforme -en exceso- de las columnas; aumento en peso y/o área con la altura; aberturas significativas y/o sin confinar en diafragmas; losas/diafragmas pequeños, y, elementos no estructurales sueltos.

4. Las recomendaciones técnicas propuestas sugieren técnicas constructivas que buscan la remediación o prevención de las características que incrementan la vulnerabilidad sísmica, señaladas en la conclusión anterior.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los tenedores de las edificaciones considerar las sugerencias, de acuerdo con la normativa E.030, que apliquen para reducir la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones.
2. A las autoridades municipales se recomienda agudizar los controles propios de la dación de licencias de construcción a fin de reducir tempranamente los daños que una edificación pudiera experimentar en una solicitud sísmica.
3. A los involucrados en actividades de la construcción, en especial a los maestros de obra, se recomienda considerar en su praxis, las sugerencias técnicas contenidas en este informe respecto de la reducción de la vulnerabilidad sísmica, sin descuidar las capacitaciones permanentes en asuntos de interés profesional.
4. A las empresas vinculadas o afines al sector construcción se recomienda y exhorta a continuar, en esta etapa postpandemia, con los programas de capacitaciones al personal relacionado con actividades afines a la construcción, buscando mejorar sus destrezas en pro de mejores resultados en los procesos constructivos.
5. A las personas que se encuentren realizando actividades de construcción se recomienda asesorarse profesionalmente, reduciendo así errores que una vez concretada la obra son muy costosos de corregir.

REFERENCIAS

- Banco Central de Reserva del Perú. (S/F). Causas y consecuencias de la informalidad en el Perú. *Estudios Económicos*, 43-64. Obtenido de Estudios Económicos:
<https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Revista-Estudios-Economicos/15/Estudios-Economicos-15-3.pdf>
- Barbat, A. H., EERI, M., Moya, Y., & A., C. J. (1996). Damage scenarious simulations for seismic risk assessment in urban zones. *Earthquake Spectra*, 371 - 394.
- BBC News. (junio de 2021). *Terremoto en Perú: un sismo de magnitud 6,0 sacude Lima y la costa central del país sin que se hayan reportado víctimas*. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-57576883>
- BBC News. (2021). *Un sismo de magnitud 6.1 sacude el norte del Perú y deja daños materiales*. Obtenido de Noticias América Latina:
<https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-58035033>
- Cementos Pacasmayo S.A.A. (2019). *La industria del cemento en el Perú - Presente y Futuro*. Obtenido de Cementos Pacasmayo SAA:
<https://www.cooperacionsuiza.pe/wp-content/uploads/2019/10/03.-G.Mansilla-Ind.-cemento-Peru%CC%81.pdf>
- Centro Nacional de Planeamiento Estratégico. (2016). *Perú hacia el 2021*. Obtenido de
<https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/plan/files/Plan%20Peru%20PEDN-2021-15-07-2016-RM-138-2016-PCM2.pdf>
- Criollo Paucar, J. A., & Santisteban Jacinto, A. G. (2018). *Vulnerabilidad sísmica aplicando índices de vulnerabilidad (Benedetti - Petrini) en la ciudad de San José, provincia de Lambayeque, departamento Lambayeque*. Obtenido de Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo:
<https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/3153/BC-TES-TMP-1944.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Diario Correo. (2012). 75% de las edificaciones en Tumbes no cuentan con licencia de construcción. *Tumbes*. Obtenido de <https://diariocorreo.pe/peru/75-edificaciones-de-tumbes-no-cuentan-con-li-247184/>

Echeverría Rojas, J. J., & Monroy Botia, M. A. (2021). *Aplicación de método de índice de vulnerabilidad para evaluación de edificaciones de mampostería no reforzada en el barrio de Surinama*. Obtenido de Universidad Santo Tomás: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33800/2021jenifferecheverri%CC%81a-alejandramonroy.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Google Earth. (2020). *Vista aérea de la ciudad de Tumbes*. Recuperado el 10 de diciembre de 2021, de <https://earth.google.com/web/search/Tumbes/@-3.5572335,-80.43010783,21.06493795a,1233.73851485d,35y,0.00033129h,0t,0r/data=CigiJgokCSUcFzVbbwzAERdJZnw-eQzAGRTpEh5aG1TAIQqTfjKpG1TA>

Google Maps. (2013). *Google Maps*. Obtenido de https://www.google.com/maps/@-3.5685105,-80.4230608,3a,75y,129.03h,75.95t/data=!3m7!1e1!3m5!1sKsMubXf0vS6F_wjlhm0lYg!2e0!6shttps:%2F%2Fstreetviewpixels-pa.googleapis.com%2Fv1%2Fthumbnail%3Fpanoid%3DKsMubXf0vS6F_wjlhm0lYg%26cb_client%3Dmaps_sv.tactile.gps%

Guerrero Yrene, J. D. (2020). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti Petrini en el PPJJ San Martín de Porres, Lambayeque*. Obtenido de Universidad Pedro Ruiz Gallo: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/8205>

- Hernández Sampieri, R. (6 de junio de 2013). Las hipótesis. Celaya, México. Recuperado el 26 de marzo de 2021, de <https://www.youtube.com/watch?v=WDfQjBtRcro>
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGraw Hill. Recuperado el 2 de abril de 2021, de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- INDECI. (2006). *Compendio estadístico de prevención y atención de desastres 2006 -Sismos ocurridos en el Perú*. Obtenido de https://www.indeci.gob.pe/compend_estad/2006/7_otras_estad/7.1_sismos/7.1.4_hist_sismos.pdf
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2011). *Mapa de peligros geológicos de la ciudad de Tumbes*. Obtenido de <http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/3086>
- Kassem, M. M., Mohamed, N. F., & Noroozinejad, F. E. (2019). Development of seismic vulnerability index methodology for reinforced concrete buildings based on nonlinear parametric analyses. *ELSEVIER*, 199-211. Obtenido de Elsevier B.V.: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S221501611930007X?token=391D00DAE53C6CC24818FEC4C15014332F1A21A4FD8EF47619A2BA2203D75F33D5A726A486EC80E5A01839C2E10E43EC&originRegion=us-east-1&originCreation=20210409151927>
- Marcillo Gutiérrez, G. T. (2019). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica empleando los métodos de Benedetti-P. y FEMA 154, del edificio de Ingeniería Agropecuaria-UNESUM*. Obtenido de Universidad Estatal del Sur de Manabí: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2275>
- Mena Hernández, U. (Julio de 2002). *Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas*. Obtenido de Universidad Politécnica de Cataluña:

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/93534/01INDICE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ministerio de Energía y Minas & INGEMMET. (2012). *Riesgo Geológico en la Región Tumbes*. Obtenido de <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/292?locale=es>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019). *Norma Técnica E-030 Diseño Sismorresistente*.

Nisperuza López, D. A. (2019). *Análisis cualitativo y comparativo del método Benedetti Petrini y la NRS 2010, desarrollado en edificaciones de uno y dos pisos en el barrio Bijao, Municipio del Bagre Antioquia*. Obtenido de Universidad Santo Tomás: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/16713?show=full>

Oblitas Santa María, J. M., & Villar Gallardo, E. A. (2019). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método italiano para determinar el riesgo sísmico en las viviendas de adobe de la quinta Los Virreyes en el Rímac*. Obtenido de Universidad de San Martín de Porres: https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/5985/noel_vja.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pino Gotuzzo, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. Lima, Perú: Editorial San Marcos.

Quiroz Rodríguez, J. B. (2020). *Análisis de vulnerabilidad sísmica basado en el método Hirosawa para los colegios públicos secundarios del distrito de Chiclayo, Lambayeque*. Obtenido de Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo: <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/2959>

Salazar, G. F., & Ferreira, T. M. (2020). *Evaluación sísmica de construcciones históricas en el centro de Ciudad de México*.

Obtenido de Revista Sustainability:

<https://ideas.repec.org/a/gam/jsusta/v12y2020i3p1276-d318876.html>

SUNARP. (2020). *Aleros externos, o volados*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fscr.sunarp.gob.pe%2Frepositorio%2Factividades-predictibilidad%2Fdialogo-tribunal%2F2019%2Flima%2FDTR%252004%2520-%2520Tema%25202.pdf&clen=729538&chunk=true

Tressierra Aguilar, A. E. (2010). *Metodología de la Investigación Científica*. Trujillo, Perú: Biociencia.

Tucto Asencio, J. D. (2018). *Evaluación del riesgo sísmico utilizando el índice de vulnerabilidad de Benedetti Petrini en las viviendas de adobe existentes en la zona urbana del Distrito de Llanacora - Cajamarca*. Obtenido de Universidad Nacional de Cajamarca: <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2526/TESIS%20-%20TUCTO%20ASENCIO%20JUAN%20DENIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Universidad Católica San Pablo. (2021). *¿Qué tan grave es el problema de la autoconstrucción en el país?* Obtenido de San Pablo informa: <https://ucsp.edu.pe/que-tan-grave-problema-autoconstruccion-pais/>

Yépez Moya, F., Barbat, A. H., & Canas, J. A. (1995). *Simulación de escenarios de daño sísmico en zonas urbanas*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/271586799_Simulacion_de_escenarios_de_dano_para_estudios_de_riesgo_sismico

ANEXOS:

Anexo 03. Matriz de consistencia

Título	Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variable	Metodología
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en la Urb. Villa Universitaria, Tumbes, método de Benedetti y Petrini, 2021	General				<p>Tipo de investigación: De aplicación de conocimientos</p> <p>Alcance de la investigación: Se limitó a describir características relevantes de la vulnerabilidad sísmica</p> <p>Método de investigación: De observación - deducción</p> <p>Diseño de investigación: No experimental y transversal en el tiempo</p> <p>Población: Las edificaciones en la Urb. Villa Universitaria en Tumbes</p> <p>Muestra: se evaluaron 20 edificaciones</p> <p>Muestreo: el muestreo ha sido intencionado</p>
	General				
	¿Cómo es el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en la Urb. Villa Universitaria, Tumbes en el año 2021?	Evaluar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en la Urb. Villa Universitaria, Tumbes en el año 2021			
	Específicos				
	Problema específico 1	Objetivo específico 1	Por ser los objetivos netamente descriptivos, no corresponde el planteo de hipótesis (Hernández, 2013)	Nivel de vulnerabilidad sísmica	
	¿Cómo se categorizan los niveles de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones observadas?	Categorizar los niveles de vulnerabilidad sísmica observados			
	Problema específico 2	Objetivo específico 2			
	¿Qué características de las edificaciones observadas acrecientan su vulnerabilidad sísmica?	Determinar las características de las edificaciones observadas que acrecientan su vulnerabilidad sísmica			
	Problema específico 3	Objetivo específico 3			
	¿Cómo se puede contribuir en la reducción de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones?	Recomendar medidas técnicas que contribuyan a reducir la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones			

Anexo 04. Matriz de operacionalización de la variable

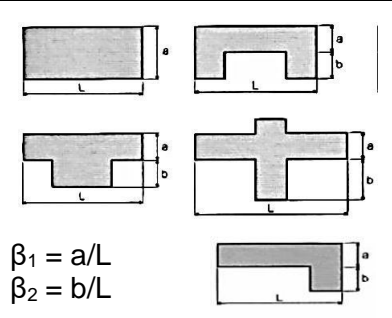
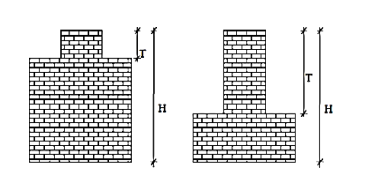
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Nivel de vulnerabilidad sísmica	Dícese del grado de daño o deterioro que una edificación puede sufrir a causa de un sismo. Esta información es información relevante en la toma de decisiones respecto de trabajos de prevención de daños personales y materiales a causa de una solicitud sísmica	En la investigación, una ficha de observación permitió operacionalizar la variable	Nivel bajo	Intervalo
			Nivel medio	Intervalo
			Nivel alto	Intervalo

Fuente: elaboración propia en base a Yépez et al. (1995)

Anexo 05: Instrumentos de recojo de datos



FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA
 Tipología albañilería confinada

Parámetro		Elemento por evaluar	Datos generales
1	Organización estructural	Cumplimiento total / asesoría técnica	Fecha: Ubicación: Uso:
		Arriostres completos / no asesoría	
		Carencias en confinamiento	
		Muros sin confinar	
2	Calidad estructural	Materiales y proceso construc. de buena calidad (A)	<p>Regularidad en planta</p>  <p>$\beta_1 = a/L$ $\beta_2 = b/L$</p>
		Falta una característica de (A)	
		Faltan dos características de (A)	
		Ninguna característica de (A)	
3	Resistencia convencional	Número de pisos	
		Área de muros en X (m ²)	
		Área de muros en Y (m ²)	
		Altura promedio de entrepiso (m)	
		Número de diafragmas	
		Área diafragma (m ²)	
		Área de cubierta (m ²)	
4	Suelo y cimentación	S. rígido y nivelado sin humedad ni sales, ciment. OK	
		S. medio/blando y nivelado sin humedad ni sales, ciment. OK	
		S. desnivelado con humedad, sales, ciment. no OK	
		S. no nivel, flexible, sales, humedad y ciment. no OK	
5	Diafragmas horizontales	Diafragma en buen estado	
		Diafragma con entradas importantes	
		Diafragma desnivelado	
		Diafragma discontinuo	
6	Distribución en planta	a:	
		b:	
		L:	
7	Distribución en elevación	ΔA (variación de área) o ΔM (masa) =	<p>Regularidad en altura</p> 
		A =	
8	Distanciado de muros transversales	$\Delta A/A$ o $\Delta M/M$ =	
		L (distanciamiento de muros en X (m))	
		S (Espesor del muro longitudinal (m))	
9	Cubierta	Factor L/S	
		Liviana, buen estado, plana y bien fijada	
		Liviana, buen estado, plana y mal fijada	
		Liviana, mal estado, plana y mal fijada	
10	Elementos no estructurales (ENE)	Liviana, mal estado, combada y mal fijada	
		ENE bien fijos a la estructura	
		Algunos ENE están sueltos	
		Algunos ENE sueltos y deteriorados	
11	Conservación de la edificación	ENE sueltos y deteriorados	
		Bien conservada	
		Bien conservada pero con fisuras	
		Regularmente conservada y grietas	
11	Conservación de la edificación	Mal conservada, grietas y fisuras	


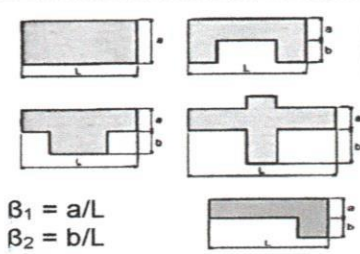
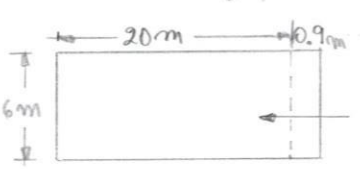
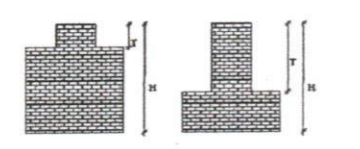
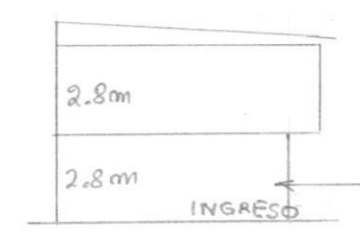
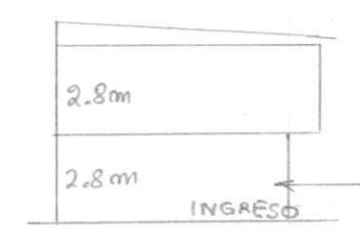
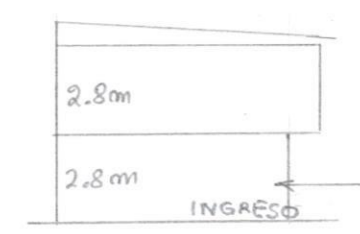
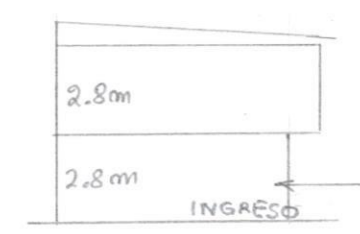
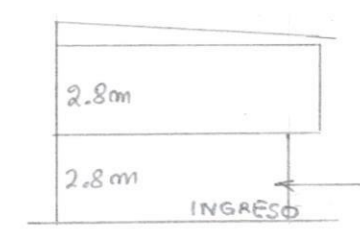
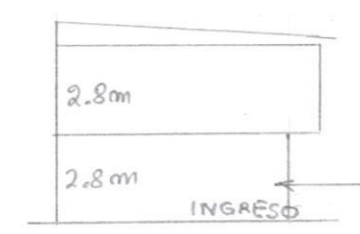
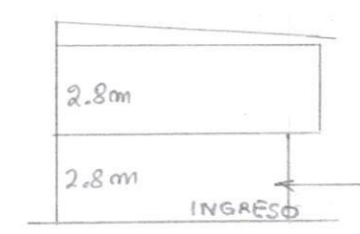
Ficha de observación

**FICHA DE RECOLECCIÓN DOCUMENTARIA**

Autor	Título	Año	Observaciones
Concepto 1	Anotación		
Concepto 2	Anotación		
Concepto 3	Anotación		

FICHA DE RECOLECCIÓN DOCUMENTARIA

Anexo 06. Evaluación de las edificaciones

 FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD TIPOLOGÍA ALBAÑILERÍA CONFINADA			E - 1	
Parámetro	Elemento por evaluar		Datos generales	
1	Organización estructural	Cumplimiento total / asesoría técnica		Fecha: 10 Dic 2021 Ubicación: PASAJE 2, MÉR- -15 URB. VILLA UNIVERSITA RIA - TUMBES Uso: NEGOCIO y VIVIENDA
		Arriostres completos / no asesoría	X	
		Carencias en confinamiento		
		Muros sin confinar		
2	Calidad estructural	Materiales y proceso construc. de buena calidad (A)	X	Regularidad en planta  $B_1 = a/L$ $B_2 = b/L$ $B_1 = \frac{6}{20} = 0.3$ $2 \rightarrow P_6 = D$
		Falta una característica de (A)		
		Faltan dos características de (A)		
		Ninguna característica de (A)		
3	Resistencia convencional	Número de pisos	2	
		Área de muros en X (m²)	110.54	
		Área de muros en Y (m²)	274.85	
		Altura promedio de entrepiso (m)	2.8	
		Número de diafragmas	1	
		Área diafragma (m²)	125.4	
4	Suelo y cimentación	S. rígido y nivelado sin humedad ni sales, ciment. N/OK	X	Regularidad en altura 
		S. medio y nivelado sin humedad ni sales, ciment. OK		
		S. desnivelado con humedad, sales, ciment. no OK		
		S. no nivel, flexible, sales, humedad y ciment. no OK		
5	Diafragmas horizontales	Diafragma en buen estado	X	
		Diafragma con entradas importantes		
		Diafragma desnivelado		
		Diafragma discontinuo		
6	Distribución en planta	a:	6m	Regularidad en altura 
		b:	-	
		L:	20m	
7	Distribución en elevación	ΔA (variación de área) o ΔM (masa) = 5.4m²		Regularidad en altura 
		A =	120 m²	
		$\Delta A/A$ o $\Delta M/M = 0.045$, $P_7 \geq A$		
8	Distanciado de muros transversales	L (distanciamiento de muros en X (m))	3.33	Regularidad en altura 
		S (Espesor del muro longitudinal (m))	0.15	
		Factor L/S	22.22	
9	Cubierta	Liviana, buen estado, plana y bien fijada	X	Regularidad en altura 
		Liviana, buen estado, plana y mal fijada		
		Liviana, mal estado, plana y mal fijada		
		Liviana, mal estado, combada y mal fijada		
10	Elementos no estructurales (ENE)	ENE bien fijados a la estructura	X	Regularidad en altura 
		Algunos ENE están sueltos		
		Algunos ENE sueltos y deteriorados		
		ENE sueltos y deteriorados		
11	Conservación de la edificación	Bien conservada	X	Regularidad en altura 
		Bien conservada pero con fisuras		
		Regularmente conservada y grietas		
		Mal conservada, grietas y fisuras		

FICHASUMENDELANÁLISISDELAEDIFICACIÓN-1



Dirección: Pasaje 2, Mz R – 15
Urb. Villa Universitaria, Tumbes
Uso: Vivienda y bodega

Ubicación



Dimensiones del predio: (6 x 20) m

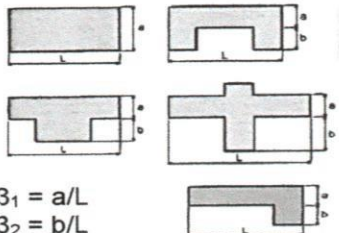
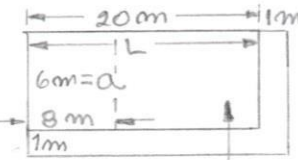
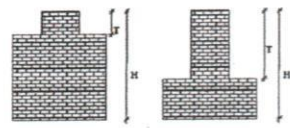
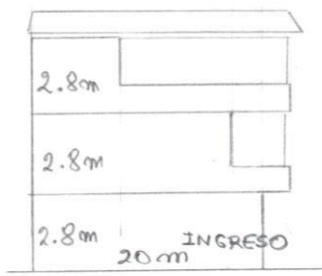
ANÁLISIS

Parámetros	Valor	Parámetros	
A_X	110.54	1	B
A_Y	274.85	2	A
V_R (Tn)	829.08	3	A
W (Tn)	189.71	4	B
CS_R	4.37	5	A
CS_E	0.41	6	D
Ro_X	3	7	A
Ro_Y	3	8	C
I_{PLANTA}	1	9	A
I_{ALTURA}	1	10	A
R_X	3	11	A
R_Y	3	Resultados	
V_X (Tn)	78.26	Iv	37.5 0
V_Y (Tn)	78.26	Ivn	9.80
C/R_X	0.83	Vulnerabilidad	
C/R_Y	0.83	Baja	
C/R	0.83		
DD	0.09		

La edificación tiene sus confinamientos terminados; en efecto, el sistema resistente está completo, aunque la falta de diafragma en el segundo nivel origina movimientos fuera de fase y esfuerzos desiguales en las columnas y muros en el segundo nivel en el caso de una exigencia sísmica de gran importancia. La variación en altura por el volado no es significativa, sin embargo, la forma alargada del terreno degrada la calificación del parámetro 6 a D.

De otro lado, el suelo es blando, con posibilidad de licuación en caso de sismo. Su forma es nivelada sin problema de napa freática superficial por ser zona alta y bajo contenido de sales y sulfatos.

La edificación se encuentra bien cuidada y sin elementos no estructurales sueltos

FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD TIPOLOGÍA ALBAÑILERÍA CONFINADA			E - 2		
Parámetro	Elemento por evaluar		Datos generales		
1	Organización estructural	Cumplimiento total / asesoría técnica	B	Fecha: 10 Dic 2021 Ubicación: PASAJE 10-M2-S-14 URB. WILLA UNIVERSITARIA TUMES Uso: VIVIENDA MULTIFAM.	
		Arriostres completos / no asesoría			X
		Carencias en confinamiento			
		Muros sin confinar			
2	Calidad estructural	Materiales y proceso construc. de buena calidad (A)	A	Regularidad en planta  $B_1 = a/L$ $B_2 = b/L$	
		Falta una característica de (A)			
		Faltan dos características de (A)			
		Ninguna característica de (A)			
3	Resistencia convencional	Número de pisos	A	 $B_1 = \frac{a}{L} = \frac{6m}{20m} = 0.3$ $2 \Rightarrow P_6 = D$	
		Área de muros en X (m ²)			147.39
		Área de muros en Y (m ²)			329.28
		Altura promedio de entrepiso (m)			2.8
		Número de diafragmas			2
		Área diafragma (m ²)			147.0
		Área de cubierta (m ²)			172.0
4	Suelo y cimentación	S. rígido y nivelado sin humedad ni sales, ciment. N/OK	B		
		S. medio y nivelado sin humedad ni sales, ciment. OK			X
		S. desnivelado con humedad, sales, ciment. no OK			
		S. no nivel, flexible, sales, humedad y ciment. no OK			
5	Diafragmas horizontales	Diafragma en buen estado	A		
		Diafragma con entradas importantes			
		Diafragma desnivelado			
		Diafragma discontinuo			
6	Distribución en planta	a: 6m	D		
		b: -			
		L: 20m			
7	Distribución en elevación	ΔA (variación de área) o ΔM (masa) = 27m	C	Regularidad en altura 	
		A = 120m ² $\Delta A/A$ o $\Delta M/M = 0.225; \Rightarrow P_7 \Rightarrow C$			
8	Distanciado de muros transversales	L (distanciamiento de muros en X (m))	C		
		S (Espesor del muro longitudinal (m))			0.15 m
		Factor L/S			22.2
9	Cubierta	Liviana, buen estado, plana y bien fijada	A		
		Liviana, buen estado, plana y mal fijada			
		Liviana, mal estado, plana y mal fijada			
		Liviana, mal estado, combada y mal fijada			
10	Elementos no estructurales (ENE)	ENE bien fijos a la estructura	A		
		Algunos ENE están sueltos			
		Algunos ENE sueltos y deteriorados			
		ENE sueltos y deteriorados			
11	Conservación de la edificación	Bien conservada	A		
		Bien conservada pero con fisuras			
		Regularmente conservada y grietas			
		Mal conservada, grietas y fisuras			

FICHARESUMENDELANÁLISISDELAEDIFICACIÓN- 2



Dirección: Pasaje 10 - Mz S -
14 Urb. Villa Universitaria,
Tumbes

Uso: Vivienda

Ubicación



Dimensión del predio: (6 x 20) m

ANÁLISIS


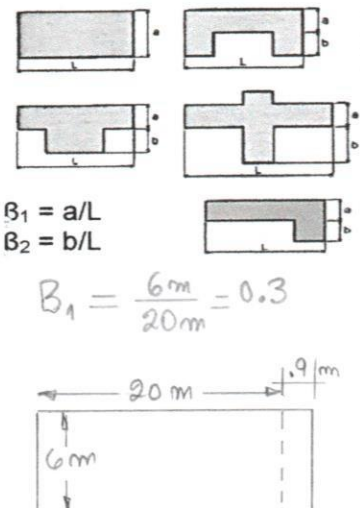
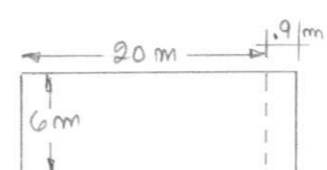
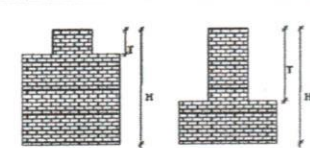
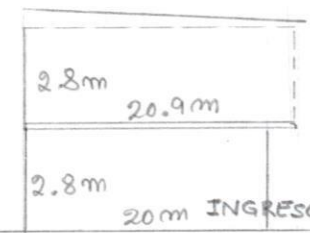
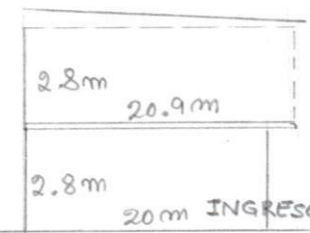
Parámetros	Valor	Parámetros	
A_x	147.3 9	1	B
A_y	329.2 8	2	A
V_R (T_n)	829.0 8	3	A
W (T_n)	356.6 7	4	B
CSR	2.32	5	A
CSE	0.41	6	D
R_{ox}	3	7	C
R_{oy}	3	8	C
I_{PLANTA}	1	9	A
I_{ALTURA}	1	10	A
R_x	3	11	A
R_y	3	Resultados	
V_x (T_n)	147.1 3	I _v	62.50
V_y (T_n)	147.1	I _{vn}	16.34
(DD)	0.38		
C/R_x	0.83	Vulnerabilidad	
C/R_y	0.83	Baja	
C/R	0.83	a	

La edificación de tres plantas presenta confinamientos completos, sin embargo, a decir del volado sobredimensionado y construido, se colige falta de asesoría profesional. La calidad de los materiales es adecuada de acuerdo, probablemente, a la disponibilidad al momento de la edificación.

La resistencia convencional se calificó con A aunque con un valor de la DD relativamente alto, 0.18 debido principalmente al peso de la edificación. Al evaluar con la norma E.030 la variación de peso del primer al segundo nivel se encontró que si bien no se llega al límite de 1.5 en la relación de pesos, sí que se obtiene un valor de 1.31, que no está tan alejado del límite. Esto confirmaría la asunción a priori de falta de asesoría técnica.

La relación β_1 que impulsa el cociente entre ancho y largo, resultó en 0.30, valor que califica el sexto parámetro con D debido a que esta configuración de forma determina carencia de muros transversales, restándole consistencia a la edificación.

Por lo demás el suelo, aunque es blando, se encuentra nivelado con relativamente poca humedad y sales. La edificación se encuentra bien mantenida y la cubierta es ligera, plana y está completa.

 FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD TIPOLOGÍA ALBAÑILERÍA CONFINADA			E - 3		
Parámetro		Elemento por evaluar	Datos generales		
1	Organización estructural	Cumplimiento total / asesoría técnica		D	Fecha: 10 Dic 2021
		Arriostres completos / no asesoría			Ubicación: Pst 2, M2S-Lt-17
		Carencias en confinamiento			URB. VILLA UNIVERSITARIA
		Muros sin confinar	X		TUMBE
2	Calidad estructural	Materiales y proceso construc. de buena calidad (A)	X	A	Uso: VIVIENDA
		Falta una característica de (A)			
		Faltan dos características de (A)			
3	Resistencia convencional	Ninguna característica de (A)		A	Regularidad en planta
		Número de pisos	01		
		Área de muros en X (m²)	70.39		
		Área de muros en Y (m²)	257.44		
		Altura promedio de entrepiso (m)	2.8		
		Número de diafragmas	01		
		Área diafragma (m²)	125.4		
Área de cubierta (m²)	127.8				
4	Suelo y cimentación	S. rígido y nivelado sin humedad ni sales, ciment. N/OK		B	$B_1 = \frac{6m}{20m} = 0.3$
		S. medio y nivelado sin humedad ni sales, ciment. OK	X		
		S. desnivelado con humedad, sales, ciment. no OK			
		S. no nivel, flexible, sales, humedad y ciment. no OK			
5	Diafragmas horizontales	Diafragma en buen estado	X	A	
		Diafragma con entradas importantes			
		Diafragma desnivelado			
		Diafragma discontinuo			
6	Distribución en planta	a:	6m	D	
		b:	-		
		L:	20m		
7	Distribución en elevación	ΔA (variación de área) o ΔM (masa) = $\cong 0$		C	Regularidad en altura
		$A = M = 157.68 T_m$			
		$\Delta A/A$ o $\Delta M/M \cong 1$, $R_f = C$			
8	Distanciado de muros transversales	L (distanciamiento de muros en X (m))	3.33	C	
		S (Espesor del muro longitudinal (m))	0.15		
		Factor L/S	22.22		
9	Cubierta	Liviana, buen estado, plana y bien fijada	X	A	
		Liviana, buen estado, plana y mal fijada			
		Liviana, mal estado, plana y mal fijada			
		Liviana, mal estado, combada y mal fijada			
10	Elementos no estructurales (ENE)	ENE bien fijos a la estructura	X	A	
		Algunos ENE están sueltos			
		Algunos ENE sueltos y deteriorados			
		ENE sueltos y deteriorados			
11	Conservación de la edificación	Bien conservada	X	A	
		Bien conservada pero con fisuras			
		Regularmente conservada y grietas			
		Mal conservada, grietas y fisuras			

FICHAS RESUMEN DE LA ANÁLISIS DE LA EDIFICACIÓN - 3



Dirección: Pasaje 2, Mz. S -17,
Urb Villa Universitaria, Tumbes

Uso: Vivienda

Ubicación



Dimensión del predio: (6 x 20) m

ANÁLISIS

Parámetros	Valor	Parámetros	
A_x	70.39	1	D
A_y	251.44	2	A
V_R (Tn)	829.08	3	A
W (Tn)	158.96	4	B
CS_R	5.22	5	A
CS_E	0.46	6	D
Ro_x	3	7	C
Ro_y	3	8	C
I_{PLANTA}	1	9	A
I_{ALTURA}	0.9	10	A
R_x	2.7	11	A
R_y	2.7	Resultados	
V_x (Tn)	72.86	I _v	102.5 0
V_y (Tn)	72.86	I _{vn}	26.80
C/R_x	0.93	Vulnerabilidad	
C/R_y	0.93	Media	
C/R	0.93		
DD	0.09		

La edificación de una sola planta se encuentra parcialmente construida, observándose en consecuencia falta de confinamiento y muros transversales en la segunda planta. Esta condición configura una irregularidad en altura de peso por lo que $I_{ALTURA} = 0.9$, incrementando así el valor de la demanda de ductilidad, que aun en estas condiciones es bastante bajo, 0.09.

La edificación se observa terminada estructuralmente en la primera planta, bien mantenida y sin elementos no estructurales sueltos.

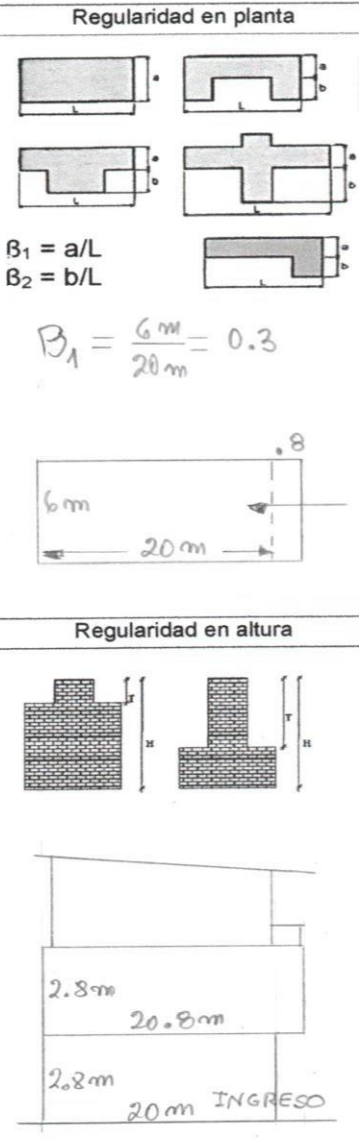
La edificación califica con vulnerabilidad media debido a su condición, se asume, transitoria, de construcción inconclusa, por lo que una vez superado este estado, la calificación puede mejorar a baja vulnerabilidad.

De otro lado, y al igual que con casi todas las edificaciones en la ciudad, el volado no cumple con la condición de máximo 80 cm y no estar construido, realidad que resulta de observar los dientes dejados en el asentado de ladrillos de la fachada del segundo piso.

La forma del terreno, rectangular con dimensiones de 6 x 20 m, también contribuye desfavorablemente en la calificación de la edificación, pues el método italiano empleado asigna D a esta condición, tal como se observa en el parámetro 6.

El tipo de suelo donde se ha edificado la vivienda es blando, con fuerte amplificación sísmica y posibilidad de licuación.

FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD TIPOLOGÍA ALBAÑILERÍA CONFINADA			E - 4		
Parámetro	Elemento por evaluar		Datos generales		
1	Organización estructural	Cumplimiento total / asesoría técnica		Fecha: 10 DIC 2021 Ubicación: Av. B (SAN PEDRO) M= L-23, URB. VILLA UNIVERSITARIA - TUMBES Uso: VIVIENDA	
		Arriostres completos / no asesoría	X		B
		Carencias en confinamiento			
		Muros sin confinar			
2	Calidad estructural	Materiales y proceso construc. de buena calidad (A)	X	A	
		Falta una característica de (A)			
		Faltan dos características de (A)			
3	Resistencia convencional	Ninguna característica de (A)			
		Número de pisos	02	A	
		Área de muros en X (m ²)	110.54		
		Área de muros en Y (m ²)	274.18		
		Altura promedio de entrepiso (m)	2.8		
		Número de diafragmas	02		
		Área diafragma (m ²)	124.8		
Área de cubierta (m ²)	129.0				
4	Suelo y cimentación	S. rígido y nivelado sin humedad ni sales, ciment. <i>no OK</i>		B	
		S. medio y nivelado sin humedad ni sales, ciment. <i>OK</i>	X		
		S. desnivelado con humedad, sales, ciment. no OK			
		S. no nivel, flexible, sales, humedad y ciment. no OK			
5	Diafragmas horizontales	Diafragma en buen estado	X	A	
		Diafragma con entradas importantes			
		Diafragma desnivelado			
		Diafragma discontinuo			
6	Distribución en planta	a:	6 m	D	
		b:	—		
		L:	20 m		
7	Distribución en elevación	ΔA (variación de área) o ΔM (masa) = 4.8 m ²		A	
		A = 120 m ²			
8	Distanciado de muros transversales	L (distanciamiento de muros en X (m))	3.33	C	
		S (Espesor del muro longitudinal (m))	0.15		
		Factor L/S	22.22		
9	Cubierta	Liviana, buen estado, plana y bien fijada	X	A	
		Liviana, buen estado, plana y mal fijada			
		Liviana, mal estado, plana y mal fijada			
		Liviana, mal estado, combada y mal fijada			
10	Elementos no estructurales (ENE)	ENE bien fijos a la estructura	X	A	
		Algunos ENE están sueltos			
		Algunos ENE sueltos y deteriorados			
11	Conservación de la edificación	ENE sueltos y deteriorados		A	
		Bien conservada	X		
		Bien conservada pero con fisuras			
		Regularmente conservada y grietas			
		Mal conservada, grietas y fisuras			



FICHARESUMENDELANÁLISISDELAEDIFICACIÓN - 4



Dirección: Avenida B (San Pedro) Mz L – 23, Urb. Villa Universitaria, Tumbes

Uso: Restaurante y vivienda

Ubicación



Dimensiones del predio: (6 x 20) m

ANÁLISIS

Parámetros	Valor	Parámetros	
A_x	110.54	1	B
A_y	274.18	2	A
V_R (Tn)	829.08	3	A
W (Tn)	267.18	4	B
CS_R	3.10	5	A
CS_E	0.41	6	D
R_{ox}	3	7	A
R_{oy}	3	8	C
I_{PLANTA}	1	9	A
I_{ALTURA}	1	10	A
R_x	3	11	A
R_y	3	Resultados	
V_x (Tn)	110.21	Iv	37.5 0
V_y (Tn)	110.21	Ivn	9.8
C/R_x	0.83	Vulnerabilidad	
C/R_y	0.83	Baja	
C/R	0.83		
DD	0.13		

FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD TIPOLOGÍA ALBAÑILERÍA CONFINADA			E - 5	
Parámetro	Elemento por evaluar		Datos generales	
1	Organización estructural	Cumplimiento total / asesoría técnica	Fecha: 10 Dic 2021 Ubicación: Av. UNIVERSITARIA Mz D-18, URB. VILLA UNIVERSITARIA TUMBES Uso: VIVIENDA	
		Arriostres completos / no asesoría		X
		Carencias en confinamiento		
		Muros sin confinar		
2	Calidad estructural	Materiales y proceso construc. de buena calidad (A)	X	
		Falta una característica de (A)		
		Faltan dos características de (A)		
		Ninguna característica de (A)		
3	Resistencia convencional	Número de pisos	02	
		Área de muros en X (m ²)	142.13	
		Área de muros en Y (m ²)	328.29	
		Altura promedio de entrepiso (m)	2.8	
		Número de diafragmas	0.2	
		Área diafragma (m ²)	171.5	
		Área de cubierta (m ²)	-	
4	Suelo y cimentación	S. rígido y nivelado sin humedad ni sales, ciment. N/OK	X	
		S. medio y nivelado sin humedad ni sales, ciment. OK		
		S. desnivelado con humedad, sales, ciment. no OK		
		S. no nivel, flexible, sales, humedad y ciment. no OK		
5	Diafragmas horizontales	Diafragma en buen estado	X	
		Diafragma con entradas importantes		
		Diafragma desnivelado		
		Diafragma discontinuo		
6	Distribución en planta	a:	7 m	
		b:	3 m	
		L:	20 m	
7	Distribución en elevación	ΔA (variación de área) o ΔM (masa) = 0		
		A =	171.5 m ²	
8	Distanciado de muros transversales	L (distanciamiento de muros en X (m))	3.7	
		S (Espesor del muro longitudinal (m))	0.15	
		Factor L/S	24.67	
9	Cubierta	Liviana, buen estado, plana y bien fijada	-	
		Liviana, buen estado, plana y mal fijada	-	
		Liviana, mal estado, plana y mal fijada	-	
		Liviana, mal estado, combada y mal fijada	-	
10	Elementos no estructurales (ENE)	ENE bien fijos a la estructura	X	
		Algunos ENE están sueltos		
		Algunos ENE sueltos y deteriorados		
		ENE sueltos y deteriorados		
11	Conservación de la edificación	Bien conservada	X	
		Bien conservada pero con fisuras		
		Regularmente conservada y grietas		
		Mal conservada, grietas y fisuras		

Regularidad en planta

$B_1 = a/L$
 $B_2 = b/L$

$B_1 = \frac{7}{20} = 0.35 \geq P_6: D \checkmark$
 $B_2 = \frac{3}{20} = 0.15 \geq P_6: B \times$

Regularidad en altura

FICHARESUMENDELANÁLISISDELAEDIFICACIÓN-5



Dirección: Av. Universitaria Mz D -18 Urb. Villa Universitaria, Tumbes

Uso: Vivienda

Ubicación



Dimensiones del predio: (10 x 20) m

ANÁLISIS

Parámetros	Valor	Parámetros	
A_X	142.13	1	B
A_Y	328.29	2	A
V_R (Tn)	1065.96	3	A
W (Tn)	348.79	4	B
CS_R	3.06	5	A
CS_E	0.44	6	D
Ro_X	3	7	A
Ro_Y	3	8	C
I_{PLANTA}	0.9	9	A
I_{ALTURA}	1	10	A
R_X	2.7	11	A
R_Y	2.7	Resultados	
V_X (Tn)	152.59	Iv	37.50
V_Y (Tn)	152.59	Ivn	9.80
C/R_X	0.93	Vulnerabilidad	
C/R_Y	0.93		
C/R	0.93	Baja	
DD	0.14		

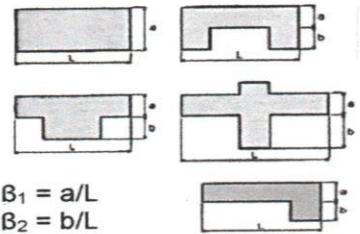
Esta edificación cumple con el retiro reglamentario, sin embargo, la entrada generada por la cochera, y que representa una irregularidad en planta por esquinas entrantes, sugiere una falta de asesoría técnica. Esta condición plantea en el análisis de Benedetti Petrini para el parámetro 6 una condición desfavorable con los indicadores β_1 y β_2 de los cuales se elige el más desfavorable según el baremo del referido parámetro.

El valor de la demanda de ductilidad es relativamente alto para una edificación de estas características, principalmente, por la irregularidad en planta antes señalada, no obstante, califica A para el tercer parámetro 3 de Benedetti Petrini. El factor suelo en esta zona corresponde a un suelo medio, lo que reduce igualmente la DD.

Por lo demás la edificación, en fase de acabados en el proceso constructivo, se observa bien lograda y con materiales adecuados.

La cubierta muy probablemente sea instalada a posteriori, al igual que las puertas y ventanas.

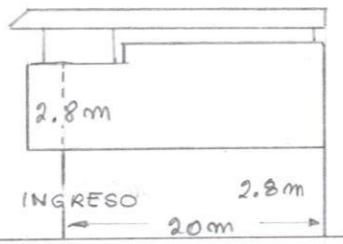
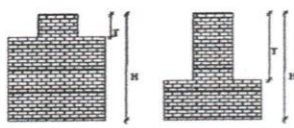
FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD TIPOLOGÍA ALBAÑILERÍA CONFINADA			E - 6		
Parámetro	Elemento por evaluar		Datos generales		
1	Organización estructural	Cumplimiento total / asesoría técnica	B	Fecha: 11.12.2021 Ubicación: Calle José S. Chocano Mz E-10 Urb. Villa Univers. Tumbes. Uso: VIVIENDA	
		Arriostres completos / no asesoría			X
		Carencias en confinamiento			
		Muros sin confinar			
2	Calidad estructural	Materiales y proceso construc. de buena calidad (A)	A		
		Falta una característica de (A)			X
		Faltan dos características de (A)			
		Ninguna característica de (A)			
3	Resistencia convencional	Número de pisos	02		A
		Área de muros en X (m ²)	165.82		
		Área de muros en Y (m ²)	367.36		
		Altura promedio de entrepiso (m)	2.8		
		Número de diafragmas	02		
		Área diafragma (m ²)	226		
		Área de cubierta (m ²)	258		
4	Suelo y cimentación	S. rígido y nivelado sin humedad ni sales, ciment. N/OK		B	
		S. medio y nivelado sin humedad ni sales, ciment. OK	X		
		S. desnivelado con humedad, sales, ciment. no OK			
		S. no nivel, flexible, sales, humedad y ciment. no OK			
5	Diafragmas horizontales	Diafragma en buen estado	X	B	
		Diafragma con entradas importantes			
		Diafragma desnivelado			
		Diafragma discontinuo			
6	Distribución en planta	a:	10m	C	
		b:	-		
		L:	20m		
7	Distribución en elevación	ΔA (variación de área) o ΔM (masa) = 26 m ²		B	
		A = 200 m ²			
		$\Delta A/A$ o $\Delta M/M = 0.13$; $R_f = B$			
8	Distanciado de muros transversales	L (distanciamiento de muros en X (m))	4m	D	
		S (Espesor del muro longitudinal (m))	0.15		
		Factor L/S	26.67		
9	Cubierta	Liviana, buen estado, plana y bien fijada	X	A	
		Liviana, buen estado, plana y mal fijada			
		Liviana, mal estado, plana y mal fijada			
		Liviana, mal estado, combada y mal fijada			
10	Elementos no estructurales (ENE)	ENE bien fijos a la estructura	X	A	
		Algunos ENE están sueltos			
		Algunos ENE sueltos y deteriorados			
		ENE sueltos y deteriorados			
11	Conservación de la edificación	Bien conservada		B	
		Bien conservada pero con fisuras	X		
		Regularmente conservada y grietas			
		Mal conservada, grietas y fisuras			



$$B_1 = \frac{10\text{ m}}{20\text{ m}} = 0.5$$



Regularidad en altura



FICHARESUMENDELANÁLISISDELAEDIFICACIÓN - 6



Google Maps (2013)

Dirección: Ca. José S. Chocano Mz E – 10, Urb. Villa Universitaria, Tumbes
Uso: Vivienda

Ubicación



Dimensiones del predio: (10 x 20) m

ANÁLISIS

Parámetros	Valor	Parámetros	
A_x	165.82	1	B
A_y	367.36	2	A
V_R (Tn)	1184.4	3	A
W (Tn)	437.49	4	B
CS_R	2.71	5	B
CS_E	0.39	6	C
Ro_x	3	7	B
Ro_y	3	8	D
I_{PLANTA}	1	9	A
I_{ALTURA}	1	10	A
R_x	3	11	B
R_y	3	Resultados	
V_x (Tn)	172.26	Iv	47.5 0
V_y (Tn)	172.26	Ivn	12.4 1
C/R_x	0.83	Vulnerabilidad	
C/R_y	0.83	Bajo	
C/R	0.83	o	
DD	0.15		

La edificación muestra sus muros confinados y materiales adecuados, observándose sin embargo, que el proceso constructivo se ha desarrollado de manera desordenada y con variaciones en la disposición de elementos resistentes verticales.

Un punto por considerar son las columnas de amarre plantadas en la parte distal de los aleros, disposición que los sobrecarga innecesariamente.

No se observan irregularidades en planta ni en altura que deterioren la evaluación de la resistencia convencional.

El suelo, de contextura media es plano y sin humedad ni sales excesivas, y, los elementos no estructurales se encuentran bien fijados al sistema resistente.

La edificación se encuentra bien mantenida, aunque se observan ligeras fisuras en los muros.

FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD TIPOLOGÍA ALBAÑILERÍA CONFINADA			E - 7		
Parámetro	Elemento por evaluar		Datos generales		
1	Organización estructural	Cumplimiento total / asesoría técnica		B	Fecha: 11.12.2021 Ubicación: CA. ENRIQUE L. ALBUJAR MZ D-4 URB. VILLA UNIVERSITARIA TUMB. Uso: VIVIENDA
		Arriostres completos / no asesoría	X		
		Carencias en confinamiento			
		Muros sin confinar			
2	Calidad estructural	Materiales y proceso construc. de buena calidad (A)	X	A	
		Falta una característica de (A)			
		Faltan dos características de (A)			
		Ninguna característica de (A)			
3	Resistencia convencional	Número de pisos	02	A	
		Área de muros en X (m ²)	170.52		
		Área de muros en Y (m ²)	367.36		
		Altura promedio de entrepiso (m)	2.8		
		Número de diafragmas	02		
		Área diafragma (m ²)	210		
		Área de cubierta (m ²)	215		
4	Suelo y cimentación	S. rígido y nivelado sin humedad ni sales, ciment. N/OK		B	$\beta_1 = \frac{10\text{m}}{20\text{m}} = 0.5$
		S. medio y nivelado sin humedad ni sales, ciment. OK	X		
		S. desnivelado con humedad, sales, ciment. no OK			
		S. no nivel, flexible, sales, humedad y ciment. no OK			
5	Diafragmas horizontales	Diafragma en buen estado	X	A	
		Diafragma con entradas importantes			
		Diafragma desnivelado			
		Diafragma discontinuo			
6	Distribución en planta	a:	10m	C	
		b:	-		
		L:	20m		
7	Distribución en elevación	ΔA (variación de área) o ΔM (masa) = 10m ²		A	
		A = 200m ²			
8	Distanciado de muros transversales	L (distanciamiento de muros en X (m))	3.33	C	
		S (Espesor del muro longitudinal (m))	0.15		
		Factor L/S = 22.2 ; P ₈ = C			
9	Cubierta	Liviana, buen estado, plana y bien fijada	X	A	
		Liviana, buen estado, plana y mal fijada			
		Liviana, mal estado, plana y mal fijada			
		Liviana, mal estado, combada y mal fijada			
10	Elementos no estructurales (ENE)	ENE bien fijos a la estructura	X	A	
		Algunos ENE están sueltos			
		Algunos ENE sueltos y deteriorados			
		ENE sueltos y deteriorados			
11	Conservación de la edificación	Bien conservada	X	A	
		Bien conservada pero con fisuras			
		Regularmente conservada y grietas			
		Mal conservada, grietas y fisuras			

FICHARESUMENDELANÁLISISDELAEDIFICACIÓN - 7



Dirección: Ca. Enrique López
Albújar E - 4, Urb. Villa
Universitaria, Tumbes
Uso: Vivienda

Ubicación



Dimensiones del predio: (10 x 20) m

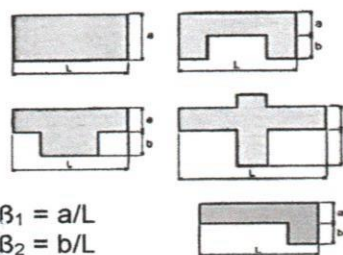
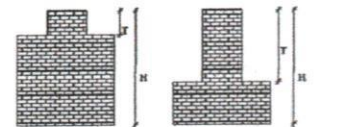
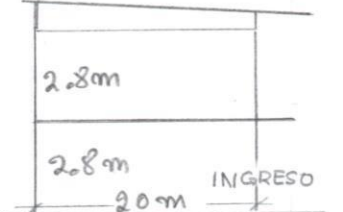
ANÁLISIS

Parámetros	Valor	Parámetros	
A_X	170.52	1	B
A_Y	367.36	2	A
V_R (Tn)	1381.80	3	A
W (Tn)	376.37	4	B
CS_R	3.67	5	A
CS_E	0.39	6	C
Ro_x	3	7	A
Ro_y	3	8	C
I_P	1	9	A
I_H	1	10	A
R_x	3	11	A
R_y	3	Resultados	
V_x (Tn)	148.19	lv	27.5 0
V_y (Tn)	148.19	lvn	7.19
C/R_x	0.83	Vulnerabilidad	
C/R_y	0.83	Bajo	
C/R	0.83	o	
DD	0.11		

La edificación muestra completo su sistema resistente y los materiales se observan de calidad adecuada, con buena trabazón en el hilado de muros. El número de columnas se considera adecuado para el largo, aunque el distanciamiento irregular presupone carencia de planificación en el diseño.

No se observan irregularidades ni en planta o en altura, aunque de tenerse carencia de muros transversales en el segundo piso, podría tenerse una irregularidad de peso.

No se observan elementos no estructurales sueltos y el mantenimiento de la edificación es bueno, sin fisuras visibles en las paredes exteriores. El suelo, de consistencia media, es nivelado y sin problemas de humedad o exceso de sales.

FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD TIPOLOGÍA ALBAÑILERÍA CONFINADA			E - 8
Parámetro	Elemento por evaluar		Datos generales
1 Organización estructural	Cumplimiento total / asesoría técnica		Fecha: 11 12 2021 Ubicación: Av. UNIVERSITARIA Mz E-14 URB. VILLA UNIVER SITARIA, TUMBES Uso: VIVIENDA
	Arriostres completos / no asesoría		
	Carencias en confinamiento		
	Muros sin confinar	X	
2 Calidad estructural	Materiales y proceso construc. de buena calidad (A)	X	Regularidad en planta  $B_1 = a/L$ $B_2 = b/L$ $B_1 = \frac{5m}{20m} = 0.25$
	Falta una característica de (A)		
	Faltan dos características de (A)		
	Ninguna característica de (A)		
3 Resistencia convencional	Número de pisos	01	A
	Área de muros en X (m ²)	52.64	
	Área de muros en Y (m ²)	134.40	
	Altura promedio de entrepiso (m)	2.80	
	Número de diafragmas	01	
	Área diafragma (m ²)	104	
	Área de cubierta (m ²)	106	
4 Suelo y cimentación	S. rígido y nivelado sin humedad ni sales, ciment. N/OK		B
	S. medio y nivelado sin humedad ni sales, ciment. OK	X	
	S. desnivelado con humedad, sales, ciment. no OK		
	S. no nivel, flexible, sales, humedad y ciment. no OK		
5 Diafragmas horizontales	Diafragma en buen estado	X	A
	Diafragma con entradas importantes		
	Diafragma desnivelado		
	Diafragma discontinuo		
6 Distribución en planta	a:	5m	D
	b:	-	
	L:	20m	
7 Distribución en elevación	ΔA (variación de área) o ΔM (masa) = 0 m ²		A
	A = 100 m ²		
	$\Delta A/A$ o $\Delta M/M$ = 0 m ² ; $P_2 = A$		
8 Distanciado de muros transversales	L (distanciamiento de muros en X (m))	2.86 m	C
	S (Espesor del muro longitudinal (m))	0.15 m	
	Factor L/S = 19.05; $P_8 = C$		
9 Cubierta	Liviana, buen estado, plana y bien fijada	X	A
	Liviana, buen estado, plana y mal fijada		
	Liviana, mal estado, plana y mal fijada		
	Liviana, mal estado, combada y mal fijada		
10 Elementos no estructurales (ENE)	ENE bien fijados a la estructura	X	A
	Algunos ENE están sueltos		
	Algunos ENE sueltos y deteriorados		
	ENE sueltos y deteriorados		
11 Conservación de la edificación	Bien conservada	X	A
	Bien conservada pero con fisuras		
	Regularmente conservada y grietas		
	Mal conservada, grietas y fisuras		
			Regularidad en altura  

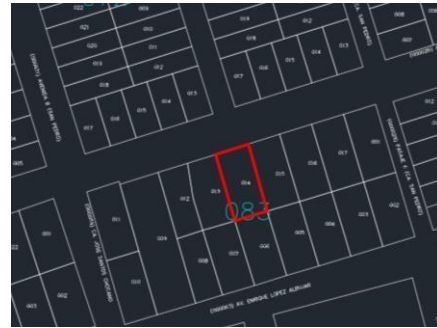
FICHARESUMENDELANÁLISISDELAEDIFICACIÓN - 8



Dirección: Av. Universitaria E - 14, Urb. Villa Universitaria, Tumbes

Uso: Vivienda

Ubicación



Dimensiones del predio: (5x20) m

Nota: Del predio demarcado en rojo, se ha construido la mitad izquierda, entrando.


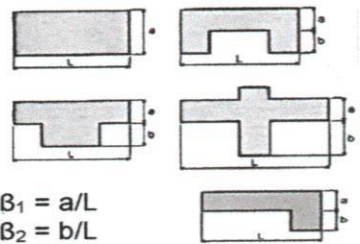
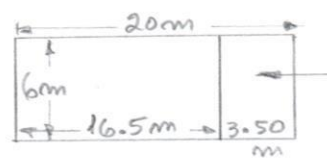
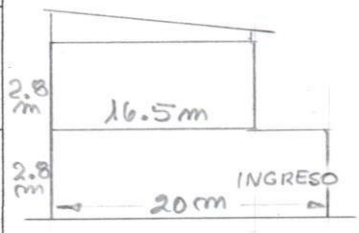
ANÁLISIS

Parámetros	Valor	Parámetros	
A_X	52.64	1	D
A_Y	134.4	2	A
V_R (Tn)	789.6	3	A
W (Tn)	109.07	4	B
CS_R	7.24	5	A
CS_E	0.39	6	D
Ro_X	3	7	A
Ro_Y	3	8	C
I_{PLANTA}	1	9	A
I_{ALTURA}	1	10	A
R_X	3	11	A
R_Y	3	Resultados	
V_X (Tn)	47.04	Iv	77.50
V_Y (Tn)	47.04	Ivn	20.26
C/R_X	0.83	Vulnerabilidad	
C/R_Y	0.83	Media	
C/R	0.83		
DD	0.06		

La edificación de una planta presenta en su segunda planta muros sin confinar, deteriorando el primer parámetro de evaluación a D, esta sin embargo es una condición transitoria debido a que la edificación se encuentra en construcción. De otro lado, se destaca el peralte adecuado de las columnas en el segundo nivel, considerando, probablemente, que, dado lo estrecho del terreno, la densidad de muros en X es siempre escasa.

El suelo, de consistencia media, es plano y a decir de la condición exterior de los muros, no hay problemas de sales o humedad.

No hay elementos estructurales sueltos y la conservación de la edificación es adecuada.

 FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD TIPOLOGÍA ALBAÑILERÍA CONFINADA			E - 9			
Parámetro	Elemento por evaluar		Datos generales			
1	Organización estructural	Cumplimiento total / asesoría técnica		C	Fecha: 11 Dic 2021	
		Arriostres completos / no asesoría			Ubicación: PASAJE 7 M2-I	
		Carencias en confinamiento	X		20 URB. VILLA UNIVERSITARIA-TUMBES	
		Muros sin confinar			Usó: VIVIENDA	
2	Calidad estructural	Materiales y proceso construc. de buena calidad (A)		B	Regularidad en planta	
		Falta una característica de (A)	X			 $B_1 = a/L$ $B_2 = b/L$
		Faltan dos características de (A)				
		Ninguna característica de (A)				
3	Resistencia convencional	Número de pisos	02	A	 $B_1 = \frac{6m}{20m} = 0.3$	
		Área de muros en X (m ²)	80.98			
		Área de muros en Y (m ²)	273.00			
		Altura promedio de entrepiso (m)	2.8			
		Número de diafragmas	02			
		Área diafragma (m ²)	99			
		Área de cubierta (m ²)	102			
4	Suelo y cimentación	S. rígido y nivelado sin humedad ni sales, ciment. N/OK		B		
		S. medio y nivelado sin humedad ni sales, ciment. OK	X			
		S. desnivelado con humedad, sales, ciment. no OK				
		S. no nivel, flexible, sales, humedad y ciment. no OK				
5	Diafragmas horizontales	Diafragma en buen estado	X	A		
		Diafragma con entradas importantes				
		Diafragma desnivelado				
		Diafragma discontinuo				
6	Distribución en planta	a:	6 m	D		
		b:	-			
		L:	20 m			
7	Distribución en elevación	ΔA (variación de área) o ΔM (masa) = 20.68 Tm		B		
		$A \approx M_1 = 113.78 Tm$				
		$\Delta A/A$ o $\Delta M/M = 0.18$; $P_2 = B$				
8	Distanciado de muros transversales	L (distanciamiento de muros en X (m))	4.12	D		
		S (Espesor del muro longitudinal (m))	0.15			
		Factor L/S = 27.5; $P_3 = D$				
9	Cubierta	Liviana, buen estado, plana y bien fijada	X	A		
		Liviana, buen estado, plana y mal fijada				
		Liviana, mal estado, plana y mal fijada				
		Liviana, mal estado, combada y mal fijada				
10	Elementos no estructurales (ENE)	ENE bien fijados a la estructura		B		
		Algunos ENE están sueltos	X			
		Algunos ENE sueltos y deteriorados				
		ENE sueltos y deteriorados				
11	Conservación de la edificación	Bien conservada		B		
		Bien conservada pero con fisuras	X			
		Regularmente conservada y grietas				
		Mal conservada, grietas y fisuras				

FICHARESUMENDELANÁLISISDELAEDIFICACIÓN-9



Dirección: Pasaje 7 Mz I – 20,
Villa Universitaria, Tumbes

Uso: Vivienda

Ubicación



Dimensiones del predio: (6x20) m

ANÁLISIS

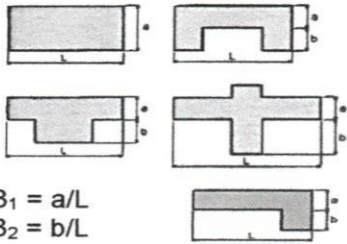
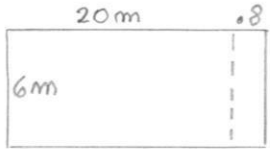
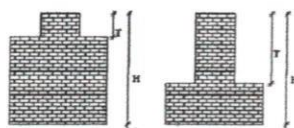
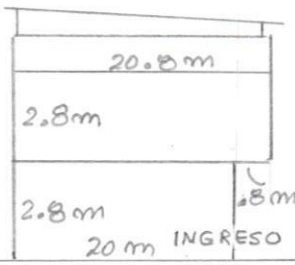
Parámetros	Valor	Parámetros	
A_X	80.98	1	C
A_Y	273.00	2	B
V_R (Tn)	710.64	3	A
W (Tn)	225.85	4	B
CS_R	3.15	5	A
CS_E	0.39	6	D
Ro_X	3	7	B
Ro_Y	3	8	D
I_{PLANTA}	1	9	A
I_{ALTURA}	1	10	B
R_x	3	11	B
R_y	3	Resultados	
V_x (Tn)	88.93	lv	68.7 5
V_y (Tn)	88.93	lvn	17.9 7
C/R_x	0.83	Vulnerabilidad	
C/R_y	0.83	Baja	
C/R	0.83		
DD	0.13		

La edificación se observa con dificultades en su sistema resistente, en efecto, el segundo piso, por simple inspección, se muestra carente de muros transversales y columnas peraltadas que posibiliten estructuralmente esta carencia. De construirse un tercer piso de albañilería, ciertamente se tendría una irregularidad de piso blando o de rigidez. No obstante, al momento de evaluar irregularidad por peso, para el primer piso se obtuvo 113.78 Tn y para el segundo 93.10 Tn, luego, el cociente resulta $1.22 < 1.5$ exigido por la norma E.030 para este caso.

Las irregularidades de piso blando, rigidez y resistencia, consideran el piso blando abajo y los resistentes arriba, situación inversa a la observada en este caso. Por ello, no se han hecho ajustes por irregularidades.

Aún que el resultado es favorable, es sugerible al responsable de la edificación, la adición de muros transversales a fin de otorgar resistencia al segundo piso.

La edificación se observa descuidada con fisuras en los exteriores con algunos elementos no estructurales sueltos.

FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD TIPOLOGÍA ALBAÑILERÍA CONFINADA			E - 10		
Parámetro	Elemento por evaluar		Datos generales		
1	Organización estructural	Cumplimiento total / asesoría técnica		Fecha: 11 DICIEMBRE 2021 Ubicación: Av. B (SAN PEDRO) Mz M-22. URB. VILLA UNJ. VERGATARIA - TUMBES Uso: VIVIENDA	
		Arriostres completos / no asesoría	X		
		Carencias en confinamiento			
		Muros sin confinar			
2	Calidad estructural	Materiales y proceso construc. de buena calidad (A)			
		Falta una característica de (A)			
		Faltan dos características de (A)	X		
		Ninguna característica de (A)			
3	Resistencia convencional	Número de pisos	02		Regularidad en planta  $B_1 = a/L$ $B_2 = b/L$ $B_1 = \frac{6m}{20m} = 0.3$
		Área de muros en X (m ²)	111.55		
		Área de muros en Y (m ²)	332.42		
		Altura promedio de entrepiso (m)	2.8		
		Número de diafragmas	02		
		Área diafragma (m ²)	124.6		
		Área de cubierta (m ²)	139.75		
4	Suelo y cimentación	S. rígido y nivelado sin humedad ni sales, ciment. N/OK			
		S. medio y nivelado sin humedad ni sales, ciment. OK	X		
		S. desnivelado con humedad, sales, ciment. no OK			
		S. no nivel, flexible, sales, humedad y ciment. no OK			
5	Diafragmas horizontales	Diafragma en buen estado			
		Diafragma con entradas importantes			
		Diafragma desnivelado	X		
		Diafragma discontinuo			
6	Distribución en planta	a:	6 m		
		b:	-		
		L:	20 m		
7	Distribución en elevación	ΔA (variación de área) o ΔM (masa) = 4.8 m ²		Regularidad en altura 	
		A = 120 m ²			
		$\Delta A/A$ o $\Delta M/M = 0.04$, $F_2 = A$			
8	Distanciado de muros transversales	L (distanciamiento de muros en X (m))	4 m		
		S (Espesor del muro longitudinal (m))	0.15 m		
		Factor L/S = 26.67, $P_2 = D$			
9	Cubierta	Liviana, buen estado, plana y bien fijada	X		
		Liviana, buen estado, plana y mal fijada			
		Liviana, mal estado, plana y mal fijada			
		Liviana, mal estado, combada y mal fijada			
10	Elementos no estructurales (ENE)	ENE bien fijados a la estructura			
		Algunos ENE están sueltos	X		
		Algunos ENE sueltos y deteriorados			
		ENE sueltos y deteriorados			
11	Conservación de la edificación	Bien conservada			
		Bien conservada pero con fisuras	X		
		Regularmente conservada y grietas			
		Mal conservada, grietas y fisuras			

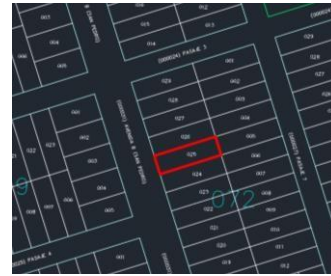
FICHARESUMENDELANÁLISISDELAEDIFICACIÓN - 10



Dirección: Av. B (San Pedro)
Mz M – 22 Urb. Villa
Universitaria, Tumbes

Uso: Vivienda

Ubicación



Dimensiones del predio: (6x20) m

ANÁLISIS

Parámetros	Valor	Parámetros	
A_x	111.5 5	1	B
A_y	332.4 2	2	C
V_R (Tn)	710.6 4	3	A
W (Tn)	284.1 8	4	B
CSR	2.50	5	C
CSE	0.39	6	D
R_{ox}	3	7	A
R_{oy}	3	8	D
IPLANTA	1	9	A
IALTURA	1	10	B
R_x	3	11	B
R_y	3	Resultados	
V_{Rx} (Tn)	14.3	Iv	68.7
V_{Ry} (Tn)	14.3	Vulnerabilidad	5
C/R	0.83	Ivn Baja	17.9
DD	0.16		7

La edificación se encuentra terminada a nivel casco contando además con puertas y ventanas en su condición de habitada. No se observan muros sin confinar o faltantes en el sistema resistente, no obstante, se observa curva en la pared lateral y diafragma, incluyendo el sistema resistente. El cual se observa fuera de plomo.

La resistencia convencional se observó con buen valor, debido a la ausencia de irregularidades en planta y en altura.

El suelo donde se ubica la edificación es del tipo medio, no presenta problema de humedad y sales en exceso, ni tampoco pendiente.

La cubierta se visualiza completa, liviana, plana y ligada al sistema resistente. A simple vista no se observan elementos no estructurales sueltos que puedan peligrar en caso de sismo.

La edificación se observa descuidada y con fisuras en los muros o recubrimiento exterior.

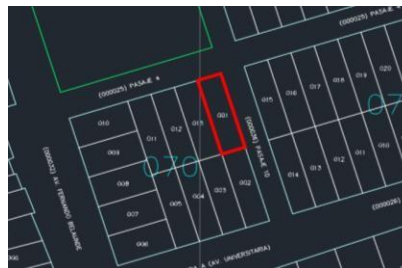
FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD TIPOLOGÍA ALBAÑILERÍA CONFINADA			E - 11				
Parámetro		Elemento por evaluar		Datos generales			
1	Organización estructural	Cumplimiento total / asesoría técnica		X	B	Fecha: 12 DICIEMBRE 2021	
		Arriostres completos / no asesoría				Ubicación: PASAJE 4 M ₂ V-01	
		Carencias en confinamiento				URB UNIVERSITARIA	
		Muros sin confinar				TUMBES	
2	Calidad estructural	Materiales y proceso construc. de buena calidad (A)		X	B	Uso: VIVIENDA + BODEGA	
		Falta una característica de (A)				Regularidad en planta	
		Faltan dos características de (A)					
		Ninguna característica de (A)				$B_1 = a/L$ $B_2 = b/L$ $B_1 = \frac{6m}{10m} = 0.6$	
3	Resistencia convencional	Número de pisos	02	A			
		Área de muros en X (m ²)	67.91				
		Área de muros en Y (m ²)	140.45				
		Altura promedio de entrepiso (m)	2.8				
		Número de diafragmas	01				
		Área diafragma (m ²)	70.71				
		Área de cubierta (m ²)	90				
4	Suelo y cimentación	S. rígido y nivelado sin humedad ni sales, ciment. N/OK		X	B		
		S. medio y nivelado sin humedad ni sales, ciment. OK					
		S. desnivelado con humedad, sales, ciment. no OK					
		S. no nivel, flexible, sales, humedad y ciment. no OK					
5	Diafragmas horizontales	Diafragma en buen estado		X	A		
		Diafragma con entradas importantes					
		Diafragma desnivelado					
		Diafragma discontinuo					
6	Distribución en planta	a:	6 m	B			
		b:	-				
		L:	10 m				
7	Distribución en elevación	ΔA (variación de área) o ΔM (masa) = 10.71 m ²		B			
		A = 60 m ²					
		$\Delta A/A$ o $\Delta M/M = 0.18$; $P_7 = B$					
8	Distanciado de muros transversales	L (distanciamiento de muros en X (m)) 3.33 m		C			
		S (Espesor del muro longitudinal (m)) 0.15					
		Factor L/S = 22.22; $P_8 = C$					
9	Cubierta	Liviana, buen estado, plana y bien fijada		X	A		
		Liviana, buen estado, plana y mal fijada					
		Liviana, mal estado, plana y mal fijada					
		Liviana, mal estado, combada y mal fijada					
10	Elementos no estructurales (ENE)	ENE bien fijados a la estructura		X	A		
		Algunos ENE están sueltos					
		Algunos ENE sueltos y deteriorados					
		ENE sueltos y deteriorados					
11	Conservación de la edificación	Bien conservada		X	B		
		Bien conservada pero con fisuras					
		Regularmente conservada y grietas					
		Mal conservada, grietas y fisuras					

FICHASUMENDELANÁLISISDELAEDIFICACIÓN - 11

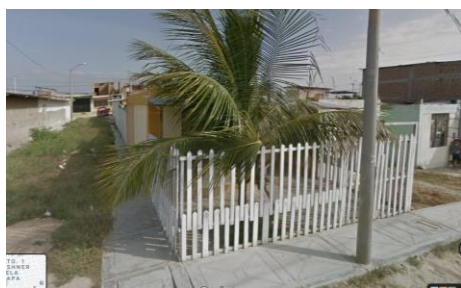


Dirección: Pasaje 4 Mz V – 01,
Urb. Villa Universitaria, Tumbes
Uso: Vivienda + bodega

Ubicación



Dimensiones del predio: 6 x 10 m



Google Maps (2013)

Nota: De los 20 m de longitud se observan construidos 10 m. Los 10 m restantes se han asignado a otra edificación

ANÁLISIS

Parámetros	Valor	Parámetros	
A_X	67.91	1	B
A_Y	140.45	2	B
V_R (Tn)	473.76	3	A
W (Tn)	106.42	4	B
CS_R	4.45	5	A
CS_E	0.41	6	B
Ro_X	3	7	B
Ro_Y	3	8	C
I_{PLANTA}	1	9	A
I_{ALTURA}	1	10	A
R_X	3	11	B
R_Y	3	Resultados	
V_X (Tn)	43.90	I_v	28.7 5
V_Y (Tn)	43.90	I_{vn}	7.52
C/R_X	0.83	Vulnerabilidad	
C/R_Y	0.83		
C/R	0.83		
DD	0.09		

En la edificación no se observan muros sin confinar y vigas o columnas faltantes. Se observa que la construcción se ha efectuado por fases a partir del módulo básico habitacional, por lo que cabría inferir la existencia de uniones entre ambas estructuras, escenario que podría ser tomado en cuenta en el desempeño sismorresistente.

La condición de diferentes momentos, materiales y mano de obra, la calidad de la edificación se calificó con B.

La demanda de ductilidad baja se debe a la existencia de un único diafragma, con lo cual se le resta peso a la edificación, aunque en el desempeño sísmico, la carencia de diafragma en el segundo piso podría resultar en muros resquebrajados, considerando que una de las funciones del diafragma es la de repartir las fuerzas sísmicas entre todas las columnas.

El tipo de suelo es blando, con posibilidad de licuación y alta amplificación sísmica, sin problema de excesivas sales o humedad. Su relieve es plano.

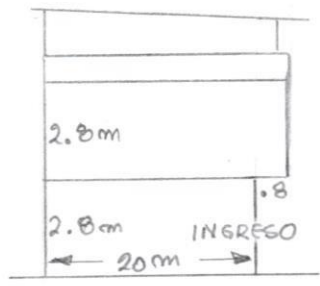
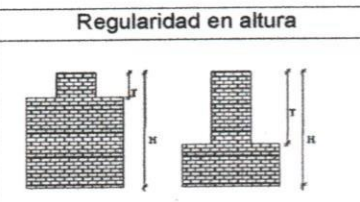
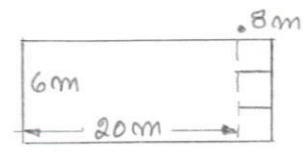
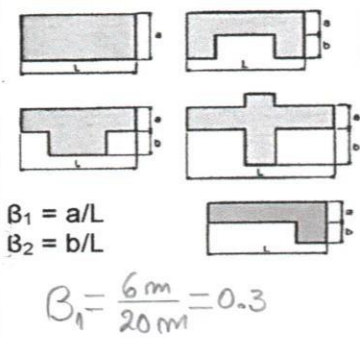
La cubierta es liviana, plana, completa y se observa bien fijada al sistema resistente de la edificación, no observándose elementos estructurales sueltos.



**FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA
MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD
TIPOLOGÍA ALBAÑILERÍA CONFINADA**

E - 12

Parámetro	Elemento por evaluar		Datos generales	
1	Organización estructural	Cumplimiento total / asesoría técnica	Fecha: 12 DICIEMBRE 21 Ubicación: PASAJE 2 M2 A-06 URB. VILLA UNIVERSITARIA - TUMBES Uso: VIVIENDA	
		Arriostres completos / no asesoría		X
		Carencias en confinamiento		
		Muros sin confinar		
2	Calidad estructural	Materiales y proceso construc. de buena calidad (A)	A	
		Falta una característica de (A)		
		Faltan dos características de (A)		
		Ninguna característica de (A)		
3	Resistencia convencional	Número de pisos	02	
		Área de muros en X (m ²)	127.34	
		Área de muros en Y (m ²)	332.42	
		Altura promedio de entrepiso (m)	2.8	
		Número de diafragmas	02	
		Área diafragma (m ²)	124.80	
		Área de cubierta (m ²)	126.00	
4	Suelo y cimentación	S. rígido y nivelado sin humedad ni sales, ciment. N/OK	B	
		S. medio y nivelado sin humedad ni sales, ciment. OK		X
		S. desnivelado con humedad, sales, ciment. no OK		
		S. no nivel, flexible, sales, humedad y ciment. no OK		
5	Diafragmas horizontales	Diafragma en buen estado	D	
		Diafragma con entradas importantes		
		Diafragma desnivelado		
		Diafragma discontinuo		X
6	Distribución en planta	a:	6 m	
		b:	—	
		L:	20 m	
7	Distribución en elevación	ΔA (variación de área) o ΔM (masa) = 4.8 m ²	A	
		A = 120 m ²		
		$\Delta A/A$ o $\Delta M/M = 0.04, P_2 \Rightarrow A$		
8	Distanciado de muros transversales	L (distanciamiento de muros en X (m))	3.33 m	
		S (Espesor del muro longitudinal (m))	0.15 m	
		Factor L/S = 22.22; $P_2 = C$		
9	Cubierta	Liviana, buen estado, plana y bien fijada	A	
		Liviana, buen estado, plana y mal fijada		
		Liviana, mal estado, plana y mal fijada		
		Liviana, mal estado, combada y mal fijada		
10	Elementos no estructurales (ENE)	ENE bien fijos a la estructura	A	
		Algunos ENE están sueltos		
		Algunos ENE sueltos y deteriorados		
		ENE sueltos y deteriorados		
11	Conservación de la edificación	Bien conservada	A	
		Bien conservada pero con fisuras		
		Regularmente conservada y grietas		
		Mal conservada, grietas y fisuras		



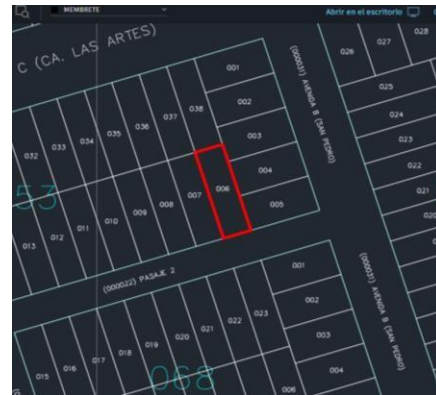
FICHAS RESUMEN DE LA ANÁLISIS DE LA EDIFICACIÓN - 12



Dirección: Pasaje 2 Mz R –
06, Urb. Villa Universitaria,
Tumbes

Uso: Vivienda

Ubicación:



Dimensiones del predio: (6x20) m

ANÁLISIS


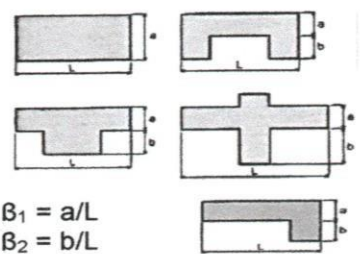

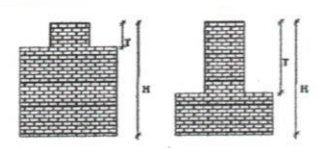
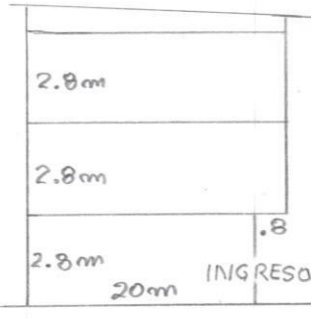
Parámetros	Valor	Parámetros	
A_x	127.34	1	B
A_y	332.42	2	A
V_R (Tn)	829.08	3	A
W (Tn)	288.54	4	B
CS_R	2.87	5	D
CS_E	0.41	6	D
RO_x	3	7	A
RO_y	3	8	C
I_{PLANTA}	1	9	A
I_{ALTURA}	1	10	A
R_x	3	11	A
R_y	3	Resultados	
V_x (Tn)	119.02	I _v	82.5
V_y (Tn)	119.02	I _{vn}	21.5
C/R_x	0.41	Vulnerabilidad Media	
C/R_y	0.41		
C/R	0.41		
DD	0.14		

La edificación se observa exteriormente terminada, con buenos materiales y proceso constructivo. Sin embargo, el diafragma, aunque no llega a configurar una irregularidad en planta, sí que sobre exige a las columnas que lo subtienden ya que su ruedo no cuenta con viga solera observable en la pared lateral de la segunda planta, lo cual se calificó con D en el parámetro 5 y una falta de asesoría técnica en el primero.

De otro lado, la edificación se encuentra bien cuidada sin elementos no estructurales sueltos, su cubierta está completa, es ligera, plana y bien sujeta al sistema resistente.

No se observan fisuras en los muros exteriores.

El suelo es del tipo SC, blando, con elevada amplificación de la onda sísmica. Su relieve es regular y sin excesiva humedad o superficialidad de la napa freática.

 FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD TIPOLOGÍA ALBAÑILERÍA CONFINADA			E - 13		
Parámetro	Elemento por evaluar		Datos generales		
1	Organización estructural	Cumplimiento total / asesoría técnica	X	A	Fecha: 12 Dic 2021 Ubicación: Av. B (SAN PEDRO) M=1-25 URB. VILLA UNIVERSITARIA-TUMBES Uso: VIVIENDA
		Arriostres completos / no asesoría			
		Carencias en confinamiento			
		Muros sin confinar			
2	Calidad estructural	Materiales y proceso construc. de buena calidad (A)	X	A	Regularidad en planta
		Falta una característica de (A)			
		Faltan dos características de (A)			
3	Resistencia convencional	Número de pisos	03	A	 $B_1 = a/L$ $B_2 = b/L$
		Área de muros en X (m ²)	135.74		
		Área de muros en Y (m ²)	332.42		
		Altura promedio de entrepiso (m)	2.8 m		
		Número de diafragmas	02		
		Área diafragma (m ²)	124.8		
		Área de cubierta (m ²)	133.3		
4	Suelo y cimentación	S. rígido y nivelado sin humedad ni sales, ciment. <i>no OK</i>		B	$B_1 = \frac{6m}{20m} = 0.3$
		S. medio y nivelado sin humedad ni sales, ciment. <i>OK</i>	X		
		S. desnivelado con humedad, sales, ciment. no OK			
		S. no nivel, flexible, sales, humedad y ciment. no OK			
5	Diafragmas horizontales	Diafragma en buen estado	X	A	
		Diafragma con entradas importantes			
		Diafragma desnivelado			
		Diafragma discontinuo			
6	Distribución en planta	a:	6 m	D	
		b:	-		
		L:	20 m		
7	Distribución en elevación	ΔA (variación de área) o ΔM (masa) = 4.8 m ²		A	Regularidad en altura
		A = 120 m			
8	Distanciado de muros transversales	$\Delta A/A$ o $\Delta M/M = 0.04$; $R_7 = A$		C	
		L (distanciamiento de muros en X (m))	3.33		
		S (Espesor del muro longitudinal (m))	0.15		
9	Cubierta	Liviana, buen estado, plana y bien fijada	X	A	
		Liviana, buen estado, plana y mal fijada			
		Liviana, mal estado, plana y mal fijada			
		Liviana, mal estado, combada y mal fijada			
10	Elementos no estructurales (ENE)	ENE bien fijados a la estructura	X	A	
		Algunos ENE están sueltos			
		Algunos ENE sueltos y deteriorados			
		ENE sueltos y deteriorados			
11	Conservación de la edificación	Bien conservada	X	A	
		Bien conservada pero con fisuras			
		Regularmente conservada y grietas			
		Mal conservada, grietas y fisuras			

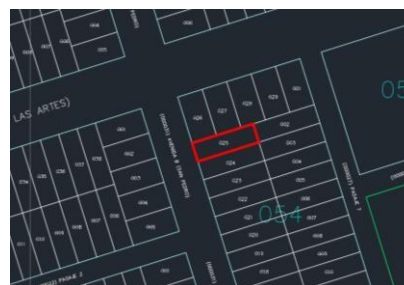
FICHAS RESUMEN DEL ANÁLISIS DE LA EDIFICACIÓN - 13



Google Maps (2013)

Dirección: Av. B (San Pedro)
Mz L – 25, Urb. Villa
Universitaria, Tumbes
Uso: Vivienda

Ubicación



Dimensiones: (6x20) m

ANÁLISIS

Parámetros	Valor	Parámetros		
A_x	135.74	1	A	La edificación se encuentra, externamente, terminada, sin fallas por confinamiento en muros o sistema resistente. La ampliación en el tercer piso con DryWall es una solución que sugiere asesoría profesional por no agregar peso, lo cual deteriora el desempeño sismorresistente de la edificación muy especialmente si la adición se realiza en las partes altas de la edificación
A_y	332.42	2	A	
V_R (Tn)	829.08	3	A	
W (Tn)	291.01	4	B	
C_S_R	2.85	5	A	
C_S_E	0.41	6	D	La resistencia convencional arrojó un valor bajo y esperable para esta edificación sin irregularidades externamente observables.
R_{Ox}	3	7	A	El suelo es del tipo SC, blando, con fuerte amplificación sísmica y posibilidad de licuación sísmica.
R_{Oy}	3	8	C	
I_{PLANTA}	1	9	A	
I_{ALTURA}	1	10	A	La cubierta se observa plana, ligera, completa y bien fija al sistema resistente; de otro lado, la edificación no presenta fisuras y las paredes y demás aditamentos se encuentran en buen estado.
R_x	3	11	A	
R_y	3	Resultados		
V_x (Tn)	120.04	I _v	32.5	
V_y (Tn)	120.04	I _{vn}	8.50	
C/R_x	0.83	Vulnerabilidad		
C/R_y	0.83	Baja		
C/R	0.83			
DD	0.14			

FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD TIPOLOGÍA ALBAÑILERÍA CONFINADA			E - 14
Parámetro	Elemento por evaluar		Datos generales
1	Organización estructural	Cumplimiento total / asesoría técnica	X
		Arriostres completos / no asesoría	
		Carencias en confinamiento	
		Muros sin confinar	
2	Calidad estructural	Materiales y proceso construc. de buena calidad (A)	X
		Falta una característica de (A)	
		Faltan dos características de (A)	
		Ninguna característica de (A)	
3	Resistencia convencional	Número de pisos	01
		Área de muros en X (m ²)	63.17
		Área de muros en Y (m ²)	100.80
		Altura promedio de entrepiso (m)	2.8
		Número de diafragmas	01
		Área diafragma (m ²)	126.40
		Área de cubierta (m ²)	—
4	Suelo y cimentación	S. rígido y nivelado sin humedad ni sales, ciment. N/OK	X
		S. medio y nivelado sin humedad ni sales, ciment. OK	
		S. desnivelado con humedad, sales, ciment. no OK	
		S. no nivel, flexible, sales, humedad y ciment. no OK	
5	Diafragmas horizontales	Diafragma en buen estado	X
		Diafragma con entradas importantes	
		Diafragma desnivelado	
		Diafragma discontinuo	
6	Distribución en planta	a:	8m
		b:	—
		L:	15m
7	Distribución en elevación	ΔA (variación de área) o ΔM (masa) =	—
		A =	—
		ΔA/A o ΔM/M =	—
8	Distanciado de muros transversales	L (distanciamiento de muros en X (m))	3.0m
		S (Espesor del muro longitudinal (m))	0.15m
		Factor L/S = 20, P _B = C	
9	Cubierta	Liviana, buen estado, plana y bien fijada	—
		Liviana, buen estado, plana y mal fijada	—
		Liviana, mal estado, plana y mal fijada	—
		Liviana, mal estado, combada y mal fijada	—
10	Elementos no estructurales (ENE)	ENE bien fijados a la estructura	—
		Algunos ENE están sueltos	X
		Algunos ENE sueltos y deteriorados	
		ENE sueltos y deteriorados	
11	Conservación de la edificación	Bien conservada	X
		Bien conservada pero con fisuras	
		Regularmente conservada y grietas	
		Mal conservada, grietas y fisuras	

Datos generales

Fecha: 12 12 2021

Ubicación: Av. LAS ARTES M² L-2^a URB. VILLA UNIVER-SITARIA, TUMBES

Uso: VIVIENDA

Regularidad en planta

$B_1 = a/L$
 $B_2 = b/L$

$B_1 = \frac{8m}{15m} = 0.53$

Regularidad en altura

INGRESO 15m 2.8m

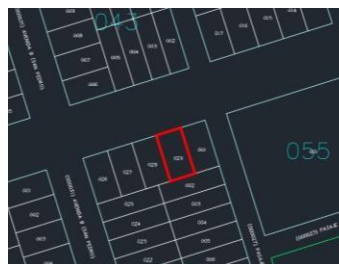
FICHARESUMENDELANÁLISISDELAEDIFICACIÓN - 14



Dirección: Av. Las Artes Mz L - 29, Urb. Villa Universitaria, Tumbes

Uso: Vivienda

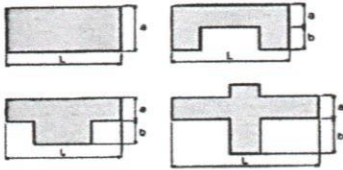
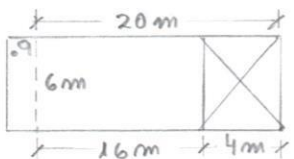
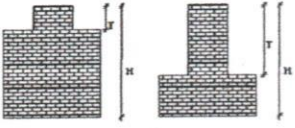
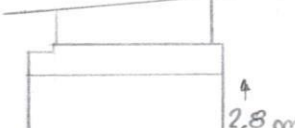



Ubicación



Dimensiones del predio: (8x15) m

A N Á L I S I S

Parámetros	Valor	Parámetros		
A_x	63.17	1	A	La edificación se encuentra, hasta el primer piso, acabada en cuanto al casco, por lo que no se observan muros sin confinar. Del lado de la calidad de materiales y proceso constructivo, estos sugieren ser adecuados, no existiendo mayor fuente de juicio que la observación.
A_y	100.8	2	A	
V_R (Tn)	947.52	3	A	
W (Tn)	125.86	4	B	
C_S R	7.53	5	A	La resistencia convencional resultó adecuada, no se observan irregularidades en planta o altura.
C_S E	0.41	6	C	
R_{Ox}	3	7	A	El suelo es blando y con fuerte amplificación sísmica, pero sin problemas de agua o sales en exceso.
R_{Oy}	3	8	C	
I_{PLANTA}	1	9	A	El mantenimiento de la edificación se sugiere adecuado, sin fisuras visibles en la fachada, y no hay elementos no estructurales sueltos, a excepción del sistema de tanque elevado observable en el techo de la edificación.
I_{ALTURA}	1	10	B	
R_x	3	11	A	
R_y	3	Resultados		
V_x (Tn)	51.92	Iv	22.5 0	
V_y (Tn)	51.92	Ivn	5.88	
C/R_x	0.83	Vulnerabilidad		
C/R_y	0.83	Baja		
C/R DD	0.83 0.05			

FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD TIPOLOGÍA ALBAÑILERÍA CONFINADA			E - 15	
Parámetro	Elemento por evaluar		Datos generales	
1	Organización estructural	Cumplimiento total / asesoría técnica		Fecha: 13 12 2021 Ubicación: PASAJE 7 Mz-I-18 URB. VILLA UNIVERSITARIA, TUMBES Uso: VIVIENDA
		Arriostres completos / no asesoría	X	
		Carencias en confinamiento		
		Muros sin confinar		
2	Calidad estructural	Materiales y proceso construc. de buena calidad (A)		Regularidad en planta 
		Falta una característica de (A)	X	
		Faltan dos características de (A)		
3	Resistencia convencional	Número de pisos	02	$B_1 = a/L$ $B_2 = b/L$ $B_1 = \frac{6m}{20m} = 0.3$ 
		Área de muros en X (m²)	103.66	
		Área de muros en Y (m²)	277.78	
		Altura promedio de entrepiso (m)	2.8	
		Número de diafragmas	02	
		Área diafragma (m²)	101.40	
		Área de cubierta (m²)	106.64	
4	Suelo y cimentación	S. rígido y nivelado sin humedad ni sales, ciment. N/OK		Regularidad en altura 
		S. medio y nivelado sin humedad ni sales, ciment. OK	X	
		S. desnivelado con humedad, sales, ciment. no OK		
		S. no nivel, flexible, sales, humedad y ciment. no OK		
5	Diafragmas horizontales	Diafragma en buen estado	X	
		Diafragma con entradas importantes		
		Diafragma desnivelado		
		Diafragma discontinuo		
6	Distribución en planta	a:	6m	
		b:	-	
		L:	20m	
7	Distribución en elevación	ΔA (variación de área) o ΔM (masa) = 5.4 m²		
		A = 120 m²		
		$\Delta A/A$ o $\Delta M/M = 0.045$; $P_2 = A$		
8	Distanciado de muros transversales	L (distanciamiento de muros en X (m))	4m	
		S (Espesor del muro longitudinal (m))	0.15	
		Factor L/S	26.67; $P_2 = D$	
9	Cubierta	Liviana, buen estado, plana y bien fijada	X	
		Liviana, buen estado, plana y mal fijada		
		Liviana, mal estado, plana y mal fijada		
		Liviana, mal estado, combada y mal fijada		
10	Elementos no estructurales (ENE)	ENE bien fijos a la estructura	X	
		Algunos ENE están sueltos		
		Algunos ENE sueltos y deteriorados		
		ENE sueltos y deteriorados		
11	Conservación de la edificación	Bien conservada		
		Bien conservada pero con fisuras	X	
		Regularmente conservada y grietas		
		Mal conservada, grietas y fisuras		

FICHARESUMENDELANÁLISISDELAEDIFICACIÓN - 15



Dirección: Pasaje 7 Mz I - 18,
Urb. Villa Universitaria, Tumbes

Uso: Vivienda

Ubicación



Dimensiones del predio: (6x20) m

ANÁLISIS


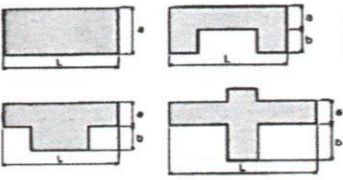
Parámetros	Valor	Parámetros	
A_X	103.66	1	B
A_Y	277.78	2	B
V_R (Tn)	710.64	3	A
W (Tn)	236.73	4	B
CS_R	3.00	5	A
CS_E	0.39	6	D
RO_X	3	7	A
RO_Y	3	8	D
IPLANTA	1	9	A
IALTURA	1	10	A
R_X	3	11	B
R_Y	3	Resultados	
V_X (Tn)	93.21	Iv	48.7
			5
V_Y (Tn)	93.21	Ivn	12.7
			5
C/R_x	0.83	Vulnerabilidad	
C/R_y	0.83		
C/R	0.83		
DD	0.13		

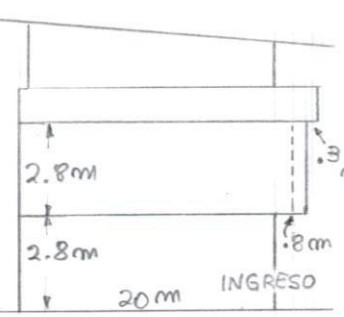
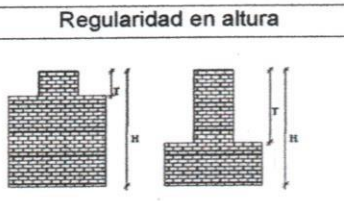
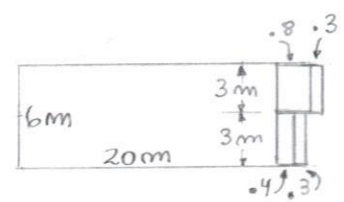
La edificación se observa terminada, sin muros sin confinar, excepto en los alfeizar de la azotea, los cuales deben haberse hilado al momento del vaciado de las columnas para garantizar su seguridad sismorresistente.

La resistencia convencional tiene un valor bajo de DD por no observarse irregularidades. En efecto, la irregularidad por abertura del diafragma (E.030) exige que la abertura exceda el 50% del área bruta, siendo en el caso del 20% = $4 \times 6 / 20 \times 6$.

De otro lado tampoco existe irregularidad geométrica en altura ya que se verifica que $20/16 = 1.25 < 1.3$ exigido por la norma E.030.

La edificación se observa regularmente mantenida, con fisuras leves en los muros exteriores. No se observan elementos no estructurales sueltos y la cubierta se encuentra en buen estado, es liviana, completa y bien fijada a la estructura.

 FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD TIPOLOGÍA ALBAÑILERÍA CONFINADA		E - 16				
Parámetro	Elemento por evaluar	Datos generales				
1	Organización estructural	Cumplimiento total / asesoría técnica	B	Fecha: 13 12 2021 Ubicación: PASAJE 7 M2 M-08 URB. VILLA UNIVERSITARIA TUMBES Uso: VIVIENDA		
		Arriostres completos / no asesoría			X	
		Carencias en confinamiento				
		Muros sin confinar				
2	Calidad estructural	Materiales y proceso construc. de buena calidad (A)	C		Regularidad en planta	
		Falta una característica de (A)				
		Faltan dos características de (A)			X	$B_1 = a/L$ $B_2 = b/L$
		Ninguna característica de (A)				$B_1 = \frac{6m}{20m} = 0.3$
3	Resistencia convencional	Número de pisos	02		A	
		Área de muros en X (m ²)	151.54			
		Área de muros en Y (m ²)	360.14			
		Altura promedio de entrepiso (m)	2.8			
		Número de diafragmas	02			
		Área diafragma (m ²)	124.5			
		Área de cubierta (m ²)	139.75			
4	Suelo y cimentación	S. rígido y nivelado sin humedad ni sales, ciment. N/OK		B		
		S. medio y nivelado sin humedad ni sales, ciment. OK	X			
		S. desnivelado con humedad, sales, ciment. no OK				
		S. no nivel, flexible, sales, humedad y ciment. no OK				
5	Diafragmas horizontales	Diafragma en buen estado	X	A		
		Diafragma con entradas importantes				
		Diafragma desnivelado				
		Diafragma discontinuo				
6	Distribución en planta	a:	6m	D		
		b:	-			
		L:	20m			
7	Distribución en elevación	ΔA (variación de área) o ΔM (masa) = 3.6 m ²		A		
		A = 120 m ²				
		$\Delta A/A$ o $\Delta M/M = 0.03$ $P_7 = A$				
8	Distanciado de muros transversales	L (distanciamiento de muros en X (m))	2.86	C		
		S (Espesor del muro longitudinal (m))	0.15			
		Factor L/S	19.05			
9	Cubierta	Liviana, buen estado, plana y bien fijada	X	A		
		Liviana, buen estado, plana y mal fijada				
		Liviana, mal estado, plana y mal fijada				
		Liviana, mal estado, combada y mal fijada				
10	Elementos no estructurales (ENE)	ENE bien fijos a la estructura		B		
		Algunos ENE están sueltos	X			
		Algunos ENE sueltos y deteriorados				
		ENE sueltos y deteriorados				
11	Conservación de la edificación	Bien conservada		B		
		Bien conservada pero con fisuras	X			
		Regularmente conservada y grietas				
		Mal conservada, grietas y fisuras				



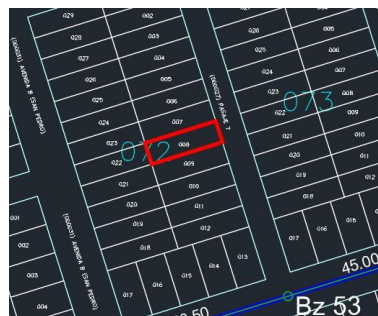
FICHARESUMENDELANÁLISISDELAEDIFICACIÓN-16



Dirección: Pasaje 7 Mz M – 08,
Urb. Villa Universitaria, Tumbes

Uso: Vivienda

Ubicación



Dimensiones del predio: (6x20) m

ANÁLISIS

Parámetros	Valor	Parámetros	
A_x	151.54	1	B
A_y	360.14	2	C
V_R (Tn)	947.52	3	A
W (Tn)	303.10	4	B
CS_R	3.13	5	A
CS_E	0.39	6	D
R_{ox}	3	7	A
R_{oy}	3	8	C
I_{PLANTA}	1	9	A
I_{ALTURA}	1	10	B
R_x	3	11	B
R_y	3	Resultados	
V_x (Tn)	119.35	lv	48.7 5
V_y (Tn)	119.35	lvn	12.7 5
C/R_x	0.83	Vulnerabilidad Baja	
C/R_y	0.83		
C/R DD	0.83 0.13		

La edificación de dos plantas más azotea presenta todos sus muros confinados, aunque los volados escalonados presuponen falta de asesoría profesional. La calidad de los materiales no se considera adecuada por existir diferencias notorias en ellos además de observarse depresiones en el muro lateral.

La resistencia convencional tiene una puntuación adecuada por no observarse irregularidades en planta ni en altura.

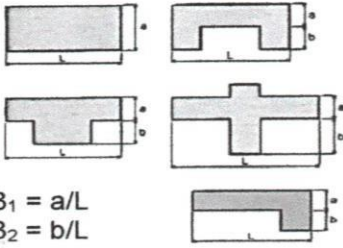
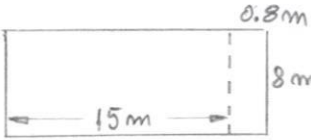
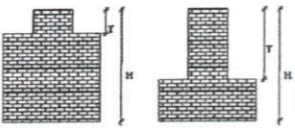
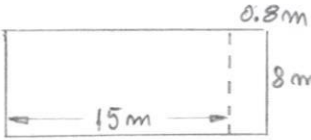
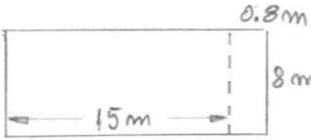
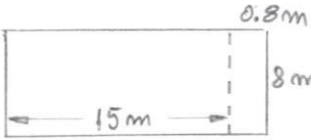
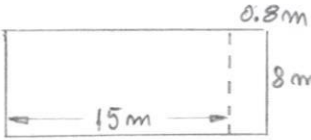
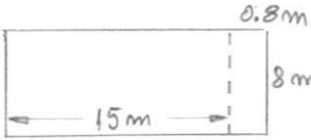
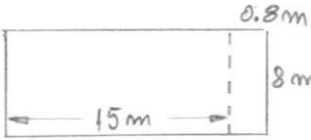
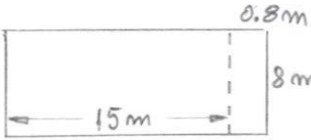
El suelo es del tipo medio, no tiene problemas de excesiva humedad, sales, a decir de la integridad de los muros.

Se observa la cubierta en buen estado, liviana, plana íntegra y bien fijada a la estructura de la edificación. Se observan, sin embargo, algunos elementos no estructurales sueltos y fisuras ligeras en los muros exteriores.



**FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA
MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD
TIPOLOGÍA ALBAÑILERÍA CONFINADA**

E - 17

Parámetro	Elemento por evaluar		Datos generales
1 Organización estructural	Cumplimiento total / asesoría técnica	X	Fecha: <u>13 Dic 2021</u> Ubicación: <u>AV. FERNANDO BELAUNDE M₂V-07 Urb VILLA UNIVERSIT TUMBES</u> Uso: <u>VIVIENDA</u>
	Arriostres completos / no asesoría		
	Carencias en confinamiento		
	Muros sin confinar		
2 Calidad estructural	Materiales y proceso construc. de buena calidad (A)	X	Regularidad en planta  $B_1 = a/L$ $B_2 = b/L$ $B_1 = \frac{8m}{15m} = 0.53$
	Falta una característica de (A)		
	Faltan dos características de (A)		
	Ninguna característica de (A)		
3 Resistencia convencional	Número de pisos	01	
	Área de muros en X (m ²)	63.17	
	Área de muros en Y (m ²)	134.40	
	Altura promedio de entrepiso (m)	2.80	
	Número de diafragmas	01	
	Área diafragma (m ²)	126.4	
	Área de cubierta (m ²)	-	
4 Suelo y cimentación	S. rígido y nivelado sin humedad ni sales, ciment. N/OK	X	Regularidad en altura 
	S. medio y nivelado sin humedad ni sales, ciment. OK	X	
	S. desnivelado con humedad, sales, ciment. no OK		
	S. no nivel, flexible, sales, humedad y ciment. no OK		
5 Diafragmas horizontales	Diafragma en buen estado	X	
	Diafragma con entradas importantes		
	Diafragma desnivelado		
	Diafragma discontinuo		
6 Distribución en planta	a:	8 m	
	b:	-	
	L:	15 m	
7 Distribución en elevación	ΔA (variación de área) o ΔM (masa) =	-	
	A =	-	
	$\Delta A/A$ o $\Delta M/M$ =	-	
8 Distanciado de muros transversales	L (distanciamiento de muros en X (m))	3.0 m	
	S (Espesor del muro longitudinal (m))	0.15 m	
	Factor L/S	20	
9 Cubierta	Liviana, buen estado, plana y bien fijada	-	
	Liviana, buen estado, plana y mal fijada	-	
	Liviana, mal estado, plana y mal fijada	-	
	Liviana, mal estado, combada y mal fijada	-	
10 Elementos no estructurales (ENE)	ENE bien fijados a la estructura	X	
	Algunos ENE están sueltos		
	Algunos ENE sueltos y deteriorados		
	ENE sueltos y deteriorados		
11 Conservación de la edificación	Bien conservada	X	
	Bien conservada pero con fisuras		
	Regularmente conservada y grietas		
	Mal conservada, grietas y fisuras		

FICHARESUMENDELANÁLISISDELAEDIFICACIÓN - 17



Dirección:, Av. Fernando Belaunde Mz V 07 Urb. Villa Universitaria, Tumbes

Uso: Vivienda

Ubicación



Dimensiones del predio: (8x15) m

ANÁLISIS

Parámetros	Valor	Parámetros	
A_X	63.17	1	A
A_Y	134.40	2	A
V_R(Tn)	947.52	3	A
W(Tn)	135.43	4	B
CSR	7.00	5	A
CSE	0.41	6	C
R_{OX}	3	7	A
R_{OY}	3	8	C
I_{PLANT}_A	1	9	A
I_{ALTURA}	1	10	A
R_X	3	11	A
R_Y	3	Resultados	
V_X(Tn)	55.87	lv	22.50
V_Y(Tn)	55.87	lvn	5.88
C/R_x	0.83	Vulnerabilidad	
C/R_y	0.83	Baja	
C/R	0.83	a	
DD	0.06		

La edificación de una planta se encuentra, aparentemente, acabada. No se observan muros sin confinar, y, el alero, a la fecha, no parece ser destinado a construcción, lo cual hace suponer asesoría profesional.

La resistencia convencional obtuvo una buena calificación en la medida que no hay irregularidades visibles en ninguno de los dos ejes de análisis.

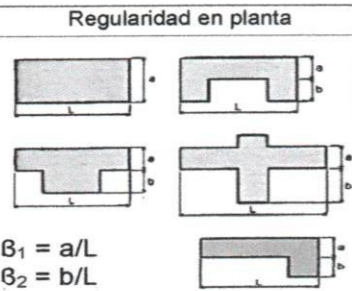
El suelo de la edificación es del tipo SC en la clasificación SUCS, de alta amplificación sísmica y licuación potencial en caso de sismo fuerte, aunque sin problemas aparentes de humedad y/o sales; de igual forma, no se observan elementos no estructurales sueltos ni fisuras en los muros.



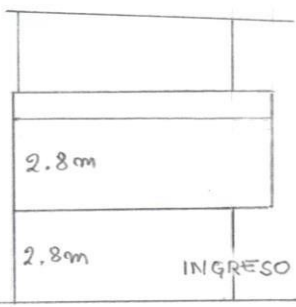
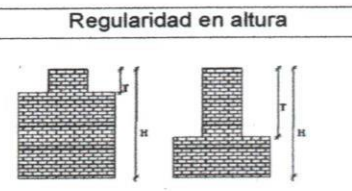
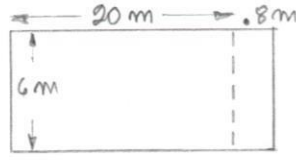
**FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA
MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD
TIPOLOGÍA ALBAÑILERÍA CONFINADA**

E - 18

Parámetro	Elemento por evaluar			Datos generales	
1	Organización estructural	Cumplimiento total / asesoría técnica		Fecha: 13 Dic 2021 Ubicación: PASAJE 2 M3 - A-19, URB. VILLA UNIVERSITARIA - TUMBES Uso: VIVIENDA - BODEGA	
		Arriostres completos / no asesoría	X		B
		Carencias en confinamiento			
		Muros sin confinar			
2	Calidad estructural	Materiales y proceso construc. de buena calidad (A)	X	A	
		Falta una característica de (A)			
		Faltan dos características de (A)			
3	Resistencia convencional	Número de pisos	02	A	
		Área de muros en X (m ²)	110.54		
		Área de muros en Y (m ²)	274.18		
		Altura promedio de entrepiso (m)	2.8		
		Número de diafragmas	02		
		Área diafragma (m ²)	124.8		
		Área de cubierta (m ²)	137.8		
4	Suelo y cimentación	S. rígido y nivelado sin humedad ni sales, ciment. <i>N/OK</i>		B	
		S. medio y nivelado sin humedad ni sales, ciment. <i>OK</i>	X		
		S. desnivelado con humedad, sales, ciment. no OK			
		S. no nivel, flexible, sales, humedad y ciment. no OK			
5	Diafragmas horizontales	Diafragma en buen estado	X	A	
		Diafragma con entradas importantes			
		Diafragma desnivelado			
		Diafragma discontinuo			
6	Distribución en planta	a: 6 m		D	
		b: -			
		L: 20 m			
7	Distribución en elevación	ΔA (variación de área) o ΔM (masa) = 4.8 m ²		A	
		A = 120 m ²			
8	Distanciado de muros transversales	$\Delta A/A$ o $\Delta M/M$ = 0.04; $P_1 = A$		C	
		L (distanciamiento de muros en X (m)) 3.33 m			
		S (Espesor del muro longitudinal (m)) 0.15 m			
9	Cubierta	Liviana, buen estado, plana y bien fijada	X	A	
		Liviana, buen estado, plana y mal fijada			
		Liviana, mal estado, plana y mal fijada			
		Liviana, mal estado, combada y mal fijada			
10	Elementos no estructurales (ENE)	ENE bien fijados a la estructura	X	A	
		Algunos ENE están sueltos			
		Algunos ENE sueltos y deteriorados			
		ENE sueltos y deteriorados			
11	Conservación de la edificación	Bien conservada	X	A	
		Bien conservada pero con fisuras			
		Regularmente conservada y grietas			
		Mal conservada, grietas y fisuras			



$B_1 = \frac{6\text{ m}}{20\text{ m}} = 0.3$



FICHARESUMENDELANÁLISISDELAEDIFICACIÓN - 18

Dirección: Pasaje 2 Mz R – 19
Urb. Villa Universitaria, Tumbes



Uso: Vivienda + bodega

Ubicación



Dimensiones del predio: (6x20) m

A N Á L I S I S


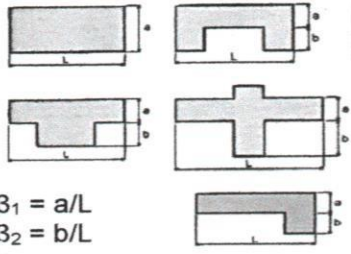
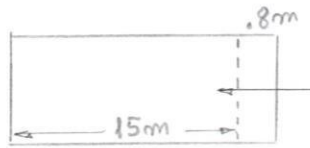
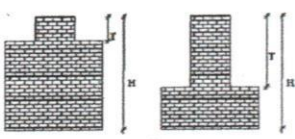
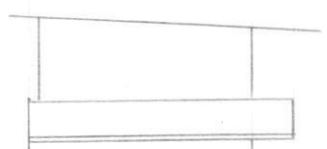

Parámetros	Valor	Parámetros	
A_x	110.54	1	B
A_y	274.18	2	A
V_R (Tn)	829.08	3	A
W (Tn)	267.27	4	B
CS_R	3.10	5	A
CS_E	0.41	6	D
Ro_x	3	7	A
Ro_y	3	8	C
I_{PLANTA}	1	9	A
I_{ALTURA}	1	10	A
R_x	3	11	A
R_y	3	Resultados	
V_x (Tn)	110.25	Iv	37.5 0
V_y (Tn)	110.25	Ivn	9.80
C/R_x	0.83	Vulnerabilidad	
C/R_y	0.83	Baja	
C/R	0.83	a	
DD	0.13		

La edificación se observa, externamente, acabada, sin falta de confinamiento en muros y con materiales de aparentemente buena calidad. No obstante, el alero excede la normativa en 30 cm y además está construido, lo que hace suponer no asesoría profesional.

La resistencia convencional es adecuada, resultado que se sustenta en la baja demanda de ductilidad, debido principalmente a la ausencia de irregularidades en planta y/o en altura.

La edificación se levanta sobre un suelo tipo SC, blando y con fuerte amplificación sísmica, aunque sin humedad ni sales en exceso.

La edificación no presenta elementos no estructurales sueltos y en general -externamente- no se observan fisuras ni indicadores que hagan presuponer deterioro del sistema resistente o muros.

 FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD TIPOLOGÍA ALBAÑILERÍA CONFINADA			E - 19		
Parámetro	Elemento por evaluar		Datos generales		
1	Organización estructural	Cumplimiento total / asesoría técnica	C	Fecha: 13.12.2021	
		Arriostres completos / no asesoría		Ubicación: Av. B (SAN PEDRO)	
		Carencias en confinamiento		M.C. - 03, URB. VILLA UNIVEL	
		Muros sin confinar		SITADA, TUMBES	
2	Calidad estructural	Materiales y proceso construc. de buena calidad (A)	B	Uso: VIVIENDA	
		Falta una característica de (A)			
		Faltan dos características de (A)			
3	Resistencia convencional	Ninguna característica de (A)	A	Regularidad en planta	
		Número de pisos		01	
		Área de muros en X (m²)		57.90	
		Área de muros en Y (m²)		184.24	
		Altura promedio de entrepiso (m)		2.8	
		Número de diafragmas		01	
		Área diafragma (m²)		126.40	
Área de cubierta (m²)	138.55				
4	Suelo y cimentación	S. rígido y nivelado sin humedad ni sales, ciment. N/OK	B	$B_1 = a/L$ $B_2 = b/L$ $B_1 = \frac{8m}{15m} = 0.53$	
		S. medio y nivelado sin humedad ni sales, ciment. OK			
		S. desnivelado con humedad, sales, ciment. no OK			
		S. no nivel, flexible, sales, humedad y ciment. no OK			
5	Diafragmas horizontales	Diafragma en buen estado	A		
		Diafragma con entradas importantes			
		Diafragma desnivelado			
		Diafragma discontinuo			
6	Distribución en planta	a: 8m	C		
		b: -			
		L: 15m			
7	Distribución en elevación	ΔA (variación de área) o ΔM (masa) = 0	A		
		A = 120 m²			
		$\Delta A/A$ o $\Delta M/M = 0$; $P_2 = A$			
8	Distanciado de muros transversales	L (distanciamiento de muros en X (m))	D		
		S (Espesor del muro longitudinal (m))			0.15
		Factor L/S = 25			
9	Cubierta	Liviana, buen estado, plana y bien fijada	A		
		Liviana, buen estado, plana y mal fijada			
		Liviana, mal estado, plana y mal fijada			
		Liviana, mal estado, combada y mal fijada			
10	Elementos no estructurales (ENE)	ENE bien fijados a la estructura	B		
		Algunos ENE están sueltos			
		Algunos ENE sueltos y deteriorados			
		ENE sueltos y deteriorados			
11	Conservación de la edificación	Bien conservada	A		
		Bien conservada pero con fisuras			
		Regularmente conservada y grietas			
		Mal conservada, grietas y fisuras			

FICHARESUMENDELANÁLISISDELAEDIFICACIÓN - 19



Dirección: Av. B (San Pedro)
Mz. S - 03 Urb. Villa
Universitaria, Tumbes

Uso: Vivienda

Ubicación



Dimensiones del predio: (8x15) m



A N Á L I S I S

Parámetros	Valor	Parámetros		
A_x	57.90	1	C	La edificación se encuentra inconclusa, situación que origina carencias en confinamiento, con la consecuente calificación en el primer parámetro. De otro lado los materiales se observan adecuados, aunque en el primer piso el hilado de ladrillos no es óptimo.
A_y	184.24	2	B	
V_R (Tn)	789.6	3	A	
W (Tn)	149.52	4	B	
CS_R	5.28	5	A	La resistencia convencional tiene un valor bajo debido al poco peso de la edificación y ausencia de irregularidades.
CS_E	0.41	6	C	
Ro_x	3	7	A	Al igual que en parte de las edificaciones en la zona estudiada, el suelo es blando con posible licuación sísmica, aunque plano y sin problemas de humedad y sales en exceso.
Ro_y	3	8	D	
IPLANTA	1	9	A	
IALTURA	1	10	B	La edificación presenta algunos elementos sueltos en el segundo nivel, lo cual se calificó con B para el noveno parámetro; la edificación se encuentra bien mantenida y sin fisuras visibles.
R_x	3	11	A	
R_y	3	Resultados		
V_x (Tn)	61.68	Iv	48.7 5	
V_y (Tn)	61.68	Ivn	12.7 5	
C/R_x	0.83	Vulnerabilidad		

<u>C/R_γ</u>	<u>0.83</u>	Baj a
<u>C/R</u>	<u>0.83</u>	
<u>DD</u>	<u>0.08</u>	

FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD TIPOLOGÍA ALBAÑILERÍA CONFINADA			E - 20		
Parámetro	Elemento por evaluar		Datos generales		
1	Organización estructural	Cumplimiento total / asesoría técnica	D	Fecha: 13 12 2021	
		Arriostres completos / no asesoría		Ubicación: Av. 2 (SAN PEDRO)	
		Carencias en confinamiento		M2-S-05 URB. VILLA UNIV	
		Muros sin confinar		VERSITARIA-TUMBES	
2	Calidad estructural	Materiales y proceso construc. de buena calidad (A)	D	Uso: VIVIENDA	
		Falta una característica de (A)			
		Faltan dos características de (A)			
		Ninguna característica de (A)			
3	Resistencia convencional	Número de pisos	A		
		Área de muros en X (m ²)			02
		Área de muros en Y (m ²)			105.28
		Área de muros en Y (m ²)			147.84
		Altura promedio de entrepiso (m)			2.8
		Número de diafragmas			01
		Área diafragma (m ²)			92.8
Área de cubierta (m ²)	101.70				
4	Suelo y cimentación	S. rígido y nivelado sin humedad ni sales, ciment. N/OK	B		
		S. medio y nivelado sin humedad ni sales, ciment. OK			
		S. desnivelado con humedad, sales, ciment. no OK			
		S. no nivel, flexible, sales, humedad y ciment. no OK			
5	Diafragmas horizontales	Diafragma en buen estado	A		
		Diafragma con entradas importantes			
		Diafragma desnivelado			
		Diafragma discontinuo			
6	Distribución en planta	a: 8 m	B		
		b: —			
		L: 11 m			
7	Distribución en elevación	ΔA (variación de área) o ΔM (masa) = 0	A		
		A = 88 m			
		$\Delta A/A$ o $\Delta M/M = 0$, $P_z = A$			
8	Distanciado de muros transversales	L (distanciamiento de muros en X (m))	C		
		S (Espesor del muro longitudinal (m))			
		Factor L/S = 24.44, $P_B = C$			
9	Cubierta	Liviana, buen estado, plana y bien fijada	C		
		Liviana, buen estado, plana y mal fijada			
		Liviana, mal estado, plana y mal fijada			
		Liviana, mal estado, combada y mal fijada			
10	Elementos no estructurales (ENE)	ENE bien fijos a la estructura	D		
		Algunos ENE están sueltos			
		Algunos ENE sueltos y deteriorados			
		ENE sueltos y deteriorados			
11	Conservación de la edificación	Bien conservada	D		
		Bien conservada pero con fisuras			
		Regularmente conservada y grietas			
		Mal conservada, grietas y fisuras			

FICHARESUMENDELANÁLISISDELAEDIFICACIÓN - 20



Dirección: Av. B (San Pedro)
Mz S – 05, Urb. Villa
Universitaria, Tumbes

Uso: Vivienda

Ubicación



Dimensiones del predio: (8x15) m

A N Á L I S I S

Parámetros	Valor	Parámetros		
A_x	105.28	1	D	<p>La edificación de dos plantas presenta muros son confinar, a lo cual corresponde una calificación de D para el primer parámetro. La calidad del proceso constructivo no es buena, se observan columnas desplomadas y mala trabazón de los ladrillos de los muros.</p> <p>La resistencia convencional, sin embargo, se benefició de la no presencia de irregularidades, poco peso debido por la única losa, resultando la DD en un valor de 0.07.</p> <p>La forma prácticamente cuadrada de la edificación se valoró con una B en el límite con la A, lo cual le favorece notablemente.</p> <p>La edificación se levanta sobre un suelo de consistencia media, sin problemas serios de humedad, sales y prácticamente plano.</p> <p>De otro lado, la edificación se observa, con los vanos de las ventanas cubiertos precariamente por ladrillos, constituyendo un peligro para sus habitantes o transeúntes en caso de sismo.</p> <p>Se observan también fisuras y desprendimientos en el recubrimiento del diafragma y otros, producto, probablemente de la corrosión del acero.</p>
A_y	147.84	2	D	
V_R (Tn)	789.6	3	A	
W (Tn)	131.25	4	B	
CS_R	6.02	5	A	
CS_E	0.39	6	B	
RO_x	3	7	A	
RO_y	3	8	C	
I_{PLANTA}	1	9	C	
I_{ALTURA}	1	10	D	
R_x	3	11	D	
R_y	3	Resultados		
V_x (Tn)	51.68	I _v	150.00	
V_y (Tn)	51.68	I _{vn}	39.22	
C/R_x	0.83	Vulnerabilidad		
C/R_y	0.83	Media		
C/R	0.83			
DD	0.07			

**Anexo 07: Proceso de cálculo de los once parámetros de Benedetti y Petrini
para la edificación E – 2**



Figura 7: Los autores y la edificación E - 2

Parámetro 1: Organización de la estructura

La edificación se encuentra -exteriormente- terminada, no se observan muros sin confinar ni columnas faltantes, empero, la condición de construcción en los volados con el consecuente incremento en la masa y área de la edificación, así como la importante edificación del tercer piso, sugiere falta de asesoría profesional. En estas condiciones:

$$P_1 = B$$

Parámetro 2: Calidad estructural

La edificación se observa, exteriormente, bien realizada: no hay desplome de muros, se observa ortogonalidad en las esquinas, así como horizontalidad y verticalidad en las líneas de muros; de igual forma las ventanas se encuentran alineadas y los derrames de vanos de puertas y ventanas se observan bien desarrollados y a escuadra. Ello hace asumir un buen proceso constructivo, que muy probablemente se corresponde con buenos materiales empleados en la edificación; por ello:

$$P_2 = A$$

Parámetro 3: Resistencia convencional

Demanda de ductilidad (DD) para el tercer parámetro de Benedetti Petrini

Generalidades

Factor de áreas de muros

La determinación de las áreas de los muros es un paso previo para el desarrollo del procedimiento. Debido a la imposibilidad del acceso a las edificaciones y considerando que el método aplicado se basa en observaciones externas, la medición de las áreas de muros se realizó empleando el criterio siguiente:

Considérese una edificación de 6 m de ancho y 20 metros de largo representada en la siguiente figura; en ella, cada línea vertical corresponde a una columna, lugar donde normalmente se planta un muro transversal:

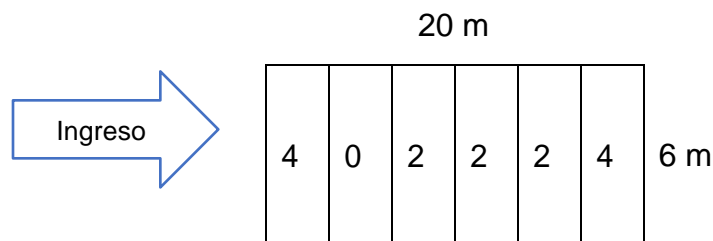


Figura 8: Distribución típica de una vivienda en la Región Tumbes

En la figura anterior se tienen las longitudes siguientes para los muros transversales, a saber: en la fachada se han dejado, de sus 6 m, 4 m para acceso, luego ninguno para la sala, tres ambientes con 2 m de muros para la cocina, estudio, etc., 4 m para un ambiente más privado, y, finalmente el cerramiento del fondo con los 6 m completos.

Para el eje X

En estas condiciones, la longitud promedio se obtiene:

$$\square\square\square\square\square\square = \frac{4+0+2+2+2+4+6}{7} = 2.86 \text{ m}$$

A fin de normalizar el resultado, es decir poderlo aplicar en cualquier edificación, este se divide entre 6, la unidad adoptada, luego.

$$\begin{array}{l} \square\square\square \\ = \end{array} \frac{2.86\square}{6\square} = 0.47$$

Para el eje Y

El proceso realizado es análogo, obteniéndose:

$$\square\square\square = 0.80$$

Anexo 08: Vista lateral y posterior de la edificación E - 2



Figura 8: Desarrollo del tercer parámetro (evaluado con la DD) para la edificación E
– 02

1. Cálculo de áreas¹

Para el cálculo de áreas se considera: las dimensiones del lote 6 m x 20 m, la altura del entrepiso, 2.8 m, el número de muros (en la figura anterior se observan 7 columnas y sus posibles muros transversales), y, el factor de muros. Luego:

$$A_x = 6 \times 7 \times 2.8 \times 0.47 = 55.27 \text{ m}^2$$

De manera análoga:

$$A_y = 20 \times 3 \times 2.8 \times 0.80 = 134.40 \text{ m}^2$$

Completando para todos los pisos de la edificación, se obtiene la siguiente tabla resumen:

Tabla 17

Resumen de áreas para edificación E - 2

Piso	Area en X (m ²)	Area en Y (m ²)
Primero	55.27	134.4
Segundo	64.48	141.12
Tercero	27.64	53.76
Total	147.39	329.28

¹ Los cálculos con dos decimales pueden variar en centésimas respecto de los resultados mostrados que corresponden a lo reportado por Excel, trabajando a rango completo en cifras significativas.

2. Cálculo de la resistencia a la fuerza cortante basal

Para este cálculo se emplea la siguiente relación:

$$V_R = \alpha \cdot I \cdot (A_x, A_y) \cdot V \dots \text{Ecuación 2}$$

Donde:

V_R = Resistencia a la cortante basal

A_x, A_y = Áreas de muros en ambos ejes (55.27, 134.4)

$V = 15 \text{ Tn/m}^2$ valor unitario por área para muros de albañilería confinada (Guerrero, 2020).

Efectuando los cálculos se tiene:

$$V_R = 829.08 \text{ Tn}$$

3. Cálculo del peso de la edificación:

Se emplea la relación siguiente:

$$W = (W_1 + W_2) \cdot h \cdot \rho + 0.2 \cdot W_3 + W_4 \dots \text{Ecuación 3}$$

Donde:

$$(W_1 + W_2) = \text{Área de muros} \cdot \text{altura} \cdot \text{peso unitario} = 476.67 \text{ Tn}$$

$$h = \text{altura} = 0.15 \text{ m}$$

$$\rho = \text{peso unitario} = 1.9 \text{ Tn/m}^3$$

$$W_3 = \text{Área de pisos} = 147 \text{ m}^2$$

$$W_4 = \text{peso de losa} = 2 \text{ Tn/m}^2 \cdot \text{área} = 294 \text{ Tn}$$

$$W = \text{peso total} = 866.67 \text{ Tn}$$

$$0.2 = \text{coeficiente} = 0.2$$

$$W = \text{peso total} = 866.67 \text{ Tn}$$

$$= 2.38(1 + 1 + 0.38 \cdot 294) = 356.67 \text{ Tn}$$

$$W_5 = \text{Área de muros} \cdot \text{altura} \cdot \text{peso unitario} = 172 \text{ Tn}$$

$$W_6 = \text{peso de losa} = 0.01 \text{ Tn/m}^2$$

Efectuando las operaciones indicadas se tiene:

$$W = 356.67 \text{ Tn}$$

4. Cálculo del Coeficiente Sísmico Resistente (CSR)

Este valor se define por:
$$Y = \frac{829.08 \text{ Tn}}{356.67 \text{ Tn}} = 2.32$$

Y, representa la fracción de la fuerza resistente en la base respecto del peso de la edificación.

5. Coeficiente Sísmico Exigido.

Este valor se determina empleando la relación:

$$Y_{exigido} = \frac{W_2}{W_1} \dots \text{Ecuación 4}$$

Donde:

W_2 = peso del segundo piso
 W_1 = peso del primer piso
 $W_2 = 171.20 \text{ Tn}$
 $W_1 = 130.85 \text{ Tn}$
 $Y_{exigido} = \frac{171.20}{130.85} = 1.31 < 1.5$ (E.030)
 Se observa que el segundo piso es notoriamente mayor que el primero, por lo que se procede a verificar si existe una irregularidad de masa o peso en altura. Así:

En el caso de la edificación, se observa que el segundo piso es notoriamente mayor que el primero, por lo que se procede a verificar si existe una irregularidad de masa o peso en altura. Así:

Se calcula, empleando la Ecuación 3, el peso del segundo piso el cual resulta en 171.20Tn. De igual forma se calcula el peso del primer piso, obteniéndose 130.85 Tn.

Con estos datos, se evalúa el cociente:

$$Y = \frac{W_2}{W_1} = \frac{171.20 \text{ Tn}}{130.85 \text{ Tn}} = 1.31 < 1.5 \text{ (E. 030)}$$

En este caso, se observa que, si bien no se alcanza el valor indicado para considerarse una irregularidad, está bastante cerca de ello, por lo cual se asume que no ha habido asesoría técnica en el diseño y/o proceso constructivo de la edificación.

Es oportuno efectuar un análisis sobre la construcción de albañilería del 3er piso, ya que la norma E.030 señala que existe irregularidad geométrica vertical cuando la

dimensión resistente a cargas laterales excede en 1.3 veces la dimensión del piso contiguo, se observa que la medida de 21 m/7 m = 3 excede el valor el valor límite, sin embargo, la condición de azotea impide aplicar tal criterio.

Habiendo definido que no hay irregularidades ni en planta o altura, se procede a precisar:

$$I_{PLANTA} = I_{ALTURA} = 1$$

Con ello, $\alpha = \alpha * I_{PLANTA} = \alpha * I_{ALTURA} = 3$

Luego: $\alpha = 0.45 * 1 * 1.1^{2.5} = 0.41$

Además $\frac{\alpha}{\alpha} = 0.83$ á

La norma E.030 requiere que:

$$\frac{\sigma}{\sigma_{\text{adm}}} > 0.1 \quad \sigma_{\text{adm}} = \frac{\sigma_{\text{adm}}}{\sigma_{\text{adm}}} = 0.41/2.32 = 0.18$$

6. Demanda de ductilidad

Se evalúa con:

$$\mu = \frac{\sigma_{\text{adm}}}{\sigma_{\text{adm}}} = 0.41/2.32 = 0.18$$

Confrontando el resultado para la DD en el baremo de la **Tabla** se tiene:

$$0.18 < 0.5 \rightarrow \text{se califica con A}$$

7. Valor de las cortantes en las direcciones de análisis

Se determinan mediante:

$$V = \sigma_{\text{adm}} \left(\frac{\sigma}{\sigma_{\text{adm}}} \right)$$

Donde los términos se refieren a los señalados en la $\sigma_{\text{adm}} = \sigma_{\text{adm}} \dots$ Ecuación 4.

□□

Con los datos antes encontrados, se tiene:

$$\sigma_{\text{adm}} = \sigma_{\text{adm}} = 147.13 \text{ □□}$$

Parámetro 4: Suelo y cimentación

El suelo donde se localiza la zona en estudio, y, en específico la edificación analizada según el plano de la

Figura es tipo SC en la clasificación SUCS, tiene relieve regular, sin pendiente, no presenta problemas de humedad ni sales en exceso, además la cimentación de la edificación se encuentra en buen estado; con estos datos se recurre al baremo de la **Tabla**, por lo que para este parámetro:

$$P_4 = B$$

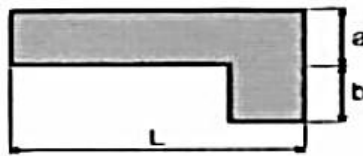
Parámetro 5: Diafragmas horizontales

El diafragma, no observable a simple vista, se asume en base a la apreciación general de la edificación, en buen estado; en consecuencia y en base a la **Tabla** :

$$P_5 = A$$

Parámetro 6: Distribución en planta

Para determinar este parámetro se estudian los parámetros $\beta_1 = a/L$ y $\beta_2 = b/L$ donde a, b y L se expresan y estiman en base a la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.:**



Esquema para evaluar la configuración en planta de la edificación

Fuente: Yépez (1995)

Para la forma rectangular en planta de la edificación, $a=6\text{m}$, $b=0\text{m}$ y $L=20\text{m}$, luego:

$$\beta_1 = 6\text{m}/20\text{m} = 0.3$$

Con este valor se recurre al baremo de la **Tabla** , con lo que:

$$P_6 = D$$

Parámetro 7: Distribución en elevación

Para evaluar este parámetro se evalúa el incremento de área o masa del primer al segundo piso, dividiéndola luego contra el área o masa del primer piso ($\Delta A/A$ o $\Delta M/M$), comparándose finalmente con lo mostrado en la **Tabla** , eligiéndose la situación más desfavorable. Esto es:

Evaluación de variación de área:

El área del segundo piso es, considerando el volado de 1 m que bordea media edificación:

$$A_{2\text{DO PISO}} = (6\text{m} + 1\text{m}) \times (20\text{m} + 1\text{m}) = 147\text{m}^2$$

El área del primer piso es:

$$A_{1ER\ PISO} = 6m \times 20m = 120\ m^2$$

$$\Delta A/A = (147m^2 - 120m^2)/120m^2 = 0.225$$

Comprobando este valor en la **Tabla** se tiene que, tentativamente $P_7 = C$

Se procede a evaluar ahora la variación de masas del primer al segundo piso con un proceso análogo al seguido para las áreas. En este procedimiento se emplea la Ecuación 3 para hallar el peso tanto del primer piso como el del segundo. Así:

$$W_{2DO\ PISO} = 171.20\ Tn\ y\ W_{1ER\ PISO} = 130.85\ Tn$$

$$\Delta M/M = (171.20\ Tn - 130.85\ Tn)/130.85\ Tn = 0.31$$

Comparando este valor en la **Tabla** se obtiene tentativamente que $P_7 = C$

Resta ahora de las dos soluciones tentativas anteriores (área y masa) encontrar la más desventajosa; empero, como ambas son iguales e iguales a "C" se concluye que:

$$P_7 = C$$

Parámetro 8: Distanciado entre muros

Observando el lateral de la edificación, se deduce que tiene 7 filas transversales de columnas, con lo que el espaciado probable de muros transversales debe ser igual a:

$$L = 20m/6 = 3.33m; y, S(\text{anchodelosmurosen } Y = 0.15m) L/S =$$

$$3.33m/0.15m = 22.20$$

Comprobando este valor en la **Tabla** se concluye que:

$$P_8 = C$$

Parámetro 9: Cubierta

Observando la edificación, la cubierta es ligera, está completa, plana y está bien fijada a la edificación; luego, de la **Tabla** se tiene:

$$P_9 = A$$

Parámetro 10: Elementos no pertenecientes al sistema estructural

Los elementos que no pertenecen al sistema estructural como balcones, parapetos y demás aditamentos se observan bien fijados al sistema resistente de la edificación, luego remitiéndose a la **Tabla** se tiene que:

$$P_{10} = A$$

Parámetro 11: Conservación de la edificación

La conservación de la edificación, a decir de la inspección externa, se considera buena, por lo que de la **Tabla** se concluye que:

$$P_{11} = A$$

Anexo 09: Acceso a la zona estudiada

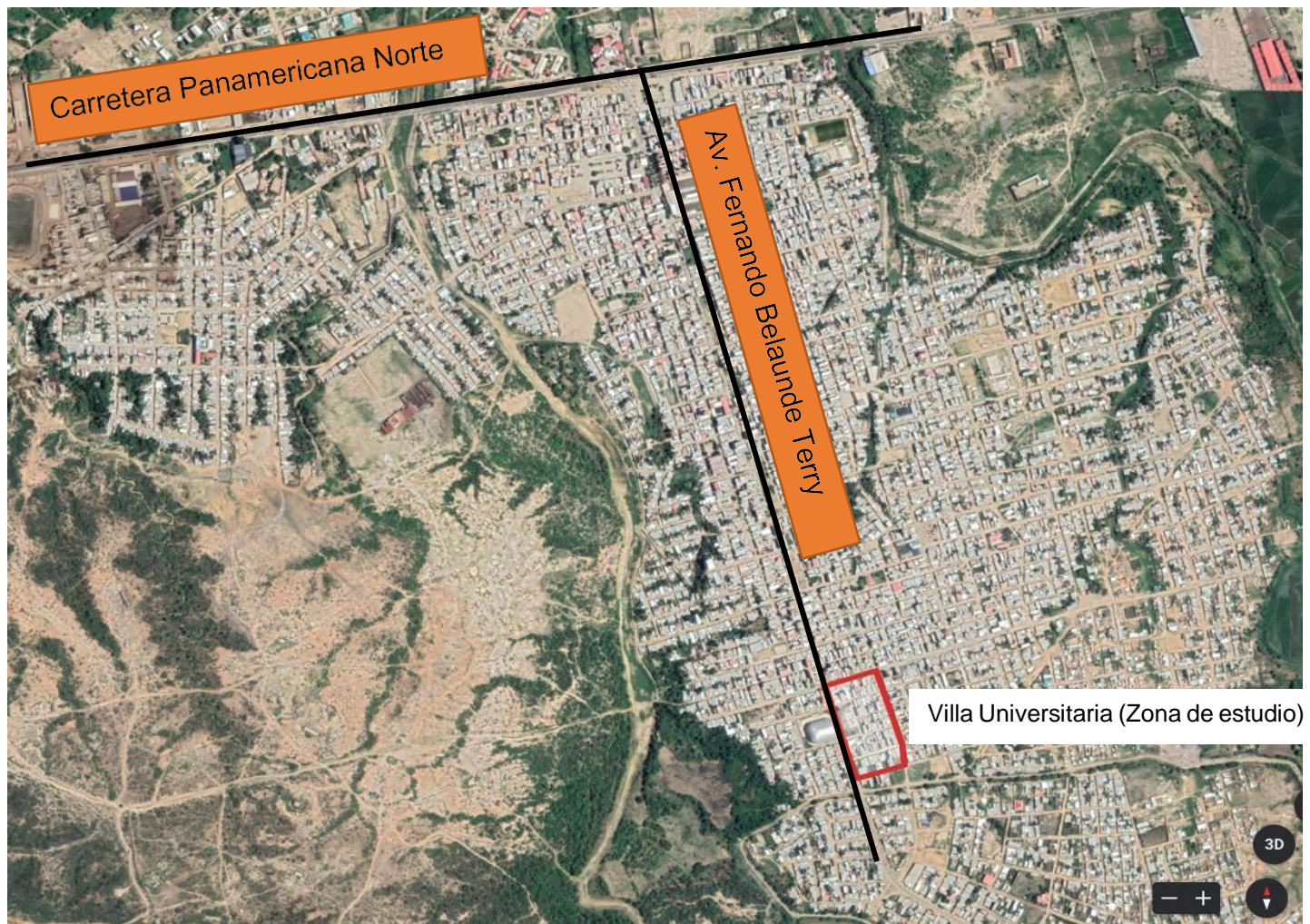


Figura 9: Acceso a Zona de estudio

Anexo 10: Zona estudiada en la ciudad de Tumbes



Figura 10: Plano de Tumbes detallando la zona estudiada

Anexo 11: Localización de las edificaciones estudiadas



Figura 11: Localización de las edificaciones estudiadas

Anexo 12. Conformación geológica en la Región Tumbes

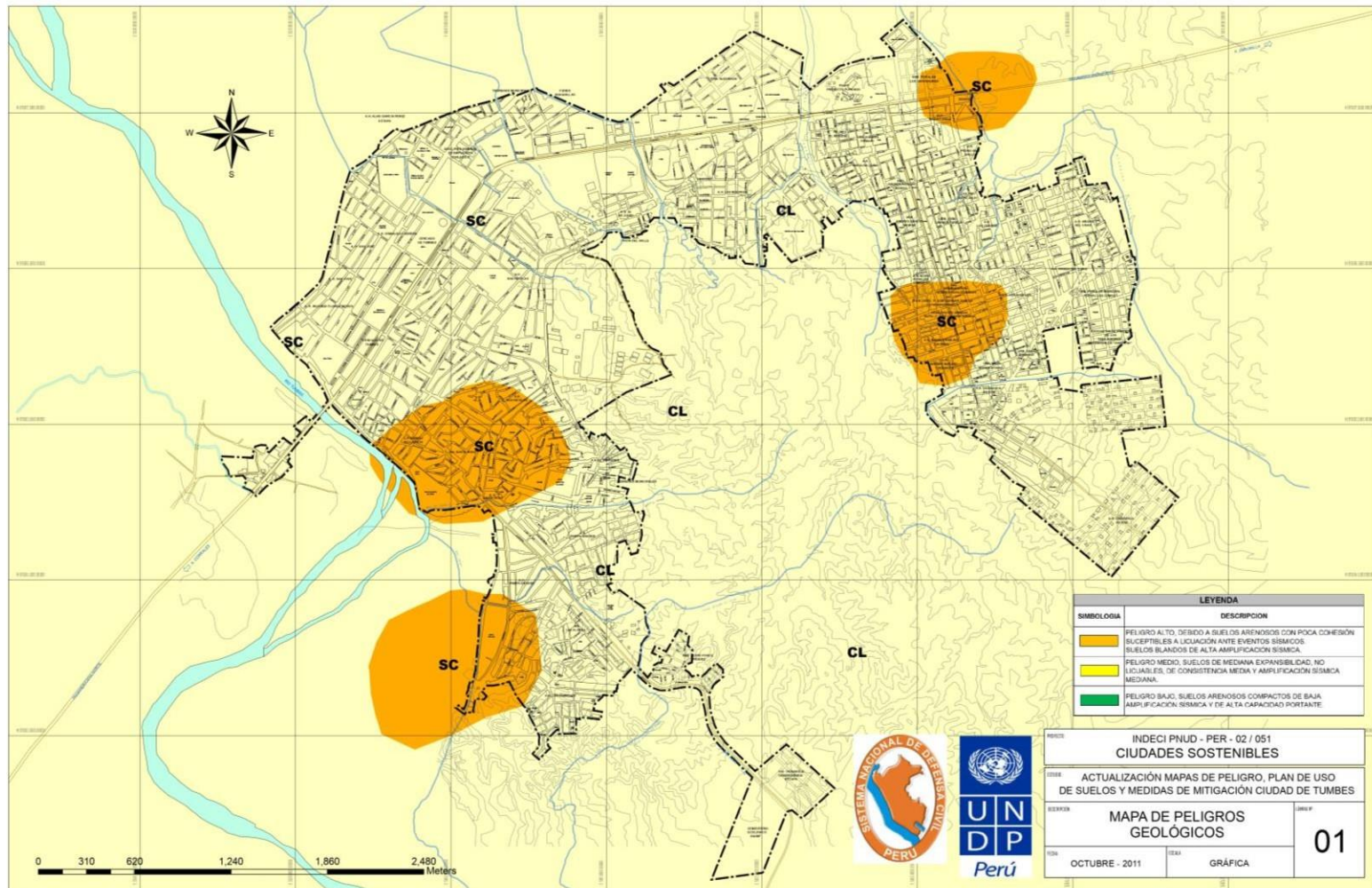


Figura 12: Mapa geológico de la ciudad de Tumbes

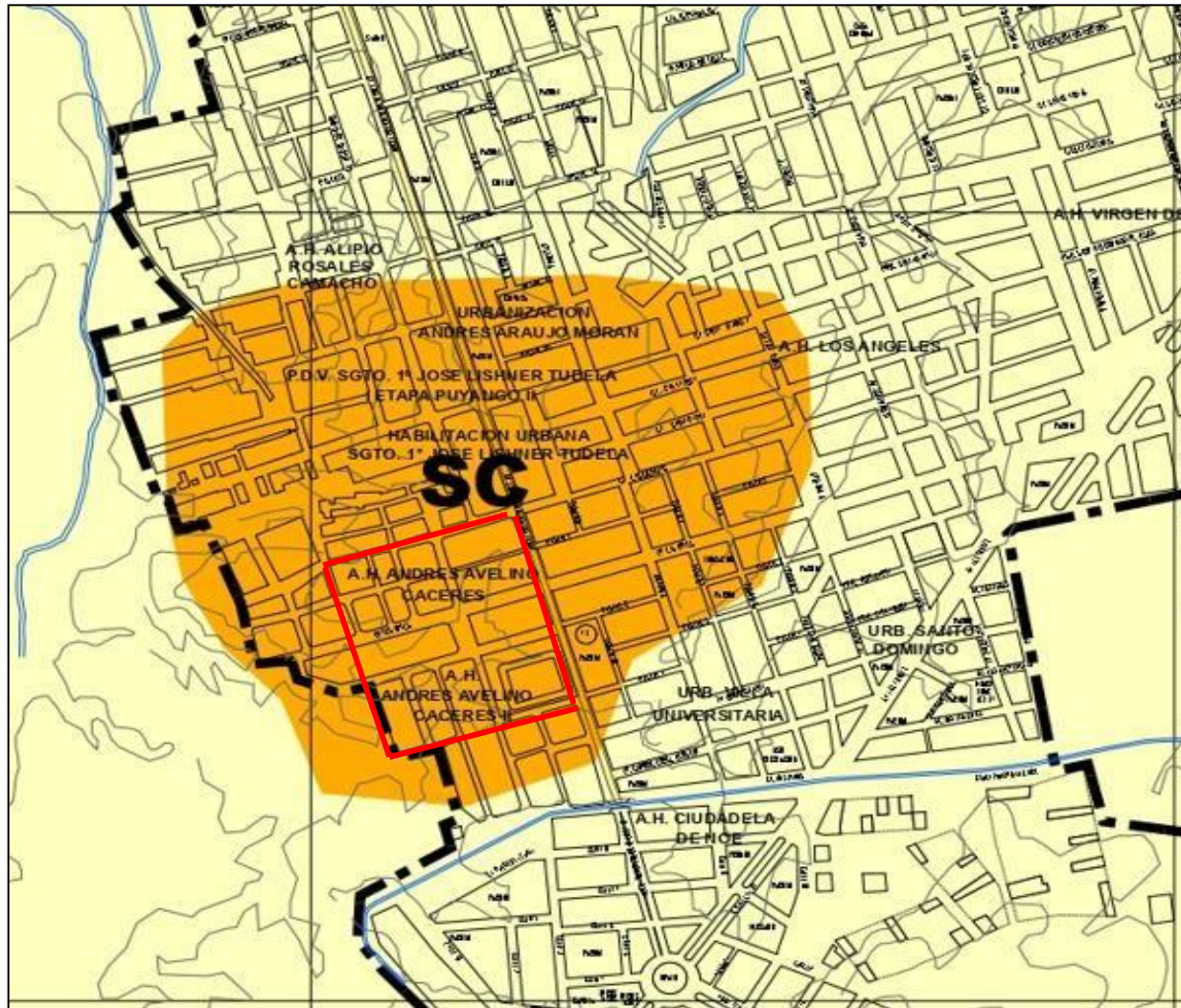




Figura 13: Detalle de suelo en la zona estudiada



Leyenda:

Vulnerabilidad encontrada

-  Baja vulnerabilidad
-  Media vulnerabilidad

Tipo de suelo

-  Suelo SC
-  Suelo CL

Figura 14: Edificaciones analizadas y tipo de suelo

Tabla 18

Las edificaciones estudiadas, el tipo de suelo correspondiente y sus características

Edificación	Tipo de suelo SUCS	Clasificación E.030	Factor suelo E.030	Características	Peligro
E-1, E-2, E-3, E-4, E-11, E12, E-13, E-14, E-17, E-18 y E-19	SC	S3 Blando	1.10	Suelos arenosos de escasa cohesión, posible licuación ante demanda sísmica y elevada amplificación sísmica.	Alto
E-5, E-6, E-7, E-8, E-9, E-10, E-15, E-16, E-20	CL	S2 Intermedio	1.05	Suelos de expansibilidad mediana y no licuables. Presentan una amplificación sísmica mediana	Medio

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil (2011); Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2019)

Anexo 13: Panel fotográfico

Reconocimiento de la zona de estudio



Figura 15: Uno de los autores reconociendo la zona



Figura 16: Uno de los autores tomando notas previas



Figura 17: Verificando la lotización de la zona



Figura 18: Verificando ubicación de los predios

Levantamiento de información



Figura 19: Los tesisistas frente a la edificación E-18



Figura 20: Durante un descanso del trabajo de campo en la edificación E-9



Figura 21: Los autores en un momento del trabajo de campo, cerca de E - 9



Figura 22: Los autores observando la construcción en volado en E - 6