

# EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

---

Mediante la aplicación de **metodologías pre-evento sísmico** y con posicionamiento , empleando el sistema de **información geográfica** . Estudio de caso: edificaciones de la parroquia **Gil Ramírez Dávalos** y la parroquia **Yanuncay**.

Trabajo de titulación modalidad proyecto de investigación, previo a la obtención del título de arquitectos.

Autores **Doménica Abigail Cárdenas O. I Juan José Ruilova P.**

Director **Ing. Juan Medardo Sola Q.**

CUENCA-ECUADOR | 2021



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Carrera de Arquitectura

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones, mediante la aplicación de metodologías pre-evento sísmico y con posicionamiento empleando el sistema de información geográfica. Estudio de caso: edificaciones de la parroquia Gil Ramírez Dávalos y la parroquia Yanuncay.

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Arquitecto.

Modalidad: Proyecto de investigación

Autores:

Doménica Abigail Cárdenas Ortega

CI: 0104943782

Correo electrónico: cardenasortegaa@gmail.com

Juan Jose Ruilova Pesantez

CI: 0104600929

Correo electrónico: jjosepesantez@gmail.com

Director:

Juan Medardo Sola Quintuña

CI:0102613148

**Cuenca - Ecuador**

28-marzo-2022

# RESUMEN

---

Según (NEC, 2015b) la mayor parte del territorio ecuatoriano se encuentra localizado en una zona de alto peligro sísmico, razón por la cual las edificaciones existentes poseen un alto grado de vulnerabilidad de acuerdo a su ubicación. Específicamente en la ciudad de Cuenca, el problema se amplifica debido a que no existe una correcta aplicación del código de la construcción, el cual establece lineamientos básicos para el diseño de estructuras sismorresistentes. Esto sucede principalmente, por la informalidad en la construcción de edificaciones, sin mencionar aquellas edificaciones con mayor antigüedad que fueron concebidas sin ningún criterio sismorresistente, debido a la ausencia de una normativa.

La presente investigación evalúa el grado de vulnerabilidad sísmica de un determinado número de edificaciones de la ciudad, mediante la aplicación de tres metodologías pre-evento sísmico, siendo la primera, propuesta por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias FEMA, denominada RVS o Evaluación Visual Rápida; la segunda, propuesta en la Guía Práctica para Evaluación Sísmica y Rehabilitación de Estructuras, de Conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC y, finalmente, la tercera, propuesta por la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR) para la Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica en Edificaciones Existentes. Para la recolección de datos se emplean formularios pertenecientes a cada metodología, los cuales se completan a través de un levantamiento de información en campo y mediante el análisis de documentos disponibles como planos y fotografías.

Los hallazgos indican que la mayoría de edificaciones presentan vulnerabilidad sísmica alta. Se puede establecer entonces que los ciudadanos viven en un estado constante de riesgo, debido a la baja calidad estructural de sus edificaciones. En consecuencia, es necesario la creación de planes de acción que mitiguen los riesgos sísmicos presentes. Cabe recalcar que las dos primeras metodologías coinciden en estos resultados mientras que la tercera se opone a esta premisa. Esta contradicción muestra la necesidad de mejorar las metodologías existentes en el país para este tipo de análisis.

Finalmente, los resultados obtenidos servirán para crear una base de datos que se almacene en un sistema de información geográfico (ArcGIS), la que se encontrará disponible al público en general. Se pretende que en un futuro se pueda ampliar la información con resultados de más zonas de la ciudad de Cuenca hasta completar su totalidad.

*Palabras clave:* Vulnerabilidad sísmica, Peligro sísmico, Sistemas de Información Geográfica, Criterio sismorresistente.

# ABSTRACT

---

According to (NEC, 2015b) most of the Ecuadorian territory is located in an area of high seismic risk. Therefore, there are buildings that have a high degree of vulnerability based on where they are located. Specifically, in the city of Cuenca, the problem is amplified because there is no a right application of the building code, which establishes the necessary guidelines for the design of earthquake-resistant structures. This is mainly due to the informality in the construction of buildings. Not to mention, those older buildings that were constructed without any anti-seismic criteria, due to the lack of regulations.

The current research assesses the degree of seismic vulnerability of a certain number of buildings in the city, through the application of three pre-seismic event methodologies, the first being proposed by the Federal Emergency Management Agency FEMA, called RVS or Rapid Visual Assessment; the second, proposed in the Practical Guide for Seismic Evaluation and Rehabilitation of Structures, in accordance with the Ecuadorian Construction Standard NEC and, finally, the third, proposed by the National Risk Management System (SNGR) for the Vulnerability Assessment Seismic in Existing Buildings. For data collection, forms belonging to each methodology are used, which are completed through a field survey and the analysis of available documents such as drawings and photographs.

The findings indicate that most buildings present high seismic vulnerability. It can then be established that the occupants of the households live in a constant state of risk, due to the low structural quality of their buildings. Consequently, it is necessary to create action plans to mitigate the current seismic risks. It should be noted that the first two methodologies coincide in these results while the third opposes this premise. This contradiction shows the need to improve the existing methodologies in the country for this type of analysis.

Finally, the results obtained will be used to create a database that will be stored in a geographic information system (ArcGIS), which will be available to the general public. It is intended that in the future the information can be expanded with results from more areas of the city of Cuenca to complete its entirety.

*Keywords:* Seismic vulnerability, Seismic risk, Geographic Information System, Anti-seismic criteria

# ÍNDICE

## CAPÍTULO

# 01

<b>1.1 Introducción</b>	<b>14</b>
1.1.1 Antecedentes	14
1.1.2 Planteamiento del Problema	16
1.1.3 Justificación	19
1.1.4 Objetivos	20
1.1.4.1 Objetivo General	20
1.1.4.2 Objetivos Específicos	21
1.1.5 Hipótesis	21
<b>1.2 Conceptos</b>	<b>21</b>
1.2.1 Sismo	21
1.2.2 Vulnerabilidad Sísmica	22
1.2.3 Riesgo Sísmico	23
1.2.4 Peligrosidad Sísmica	24
1.2.5 Daño sísmico	24
1.2.6 Resistencia	25
1.2.7 Rigidez	25
1.2.8 Ductilidad	25

## CAPÍTULO

# 02

<b>2.1 Marco Teórico</b>	<b>28</b>
2.1.1 Introducción	28
2.1.2 Conceptos fundamentales de las estructuras	28
2.1.2.1 Concepto de estructura	28
2.1.2.2 Exigencias básicas de una estructura	29
2.1.2.3 Clasificación de las estructuras	30
2.1.2.4 Elementos básicos estructurales	33
2.1.2.5 Tipologías estructurales	35
2.1.3 Tipos de suelo	53
2.1.4 Métodos de análisis de vulnerabilidad sísmica	55
2.1.4.1 Metodología propuesta por la agencia FEMA p-154.	55
2.1.4.2 Metodología propuesta NEC 2015.	71
2.1.4.3 Metodología propuesta SNGR	82

## CAPÍTULO

# 03

<b>3.1 Casos de Estudio</b>	<b>90</b>
3.1.1 Metodología	90
3.1.2 Delimitación y descripción de los casos de estudio	91
3.1.3 Evaluación de vulnerabilidad sísmica de edificaciones mediante metodologías seleccionadas	96
3.1.3.1 Edificaciones pertenecientes a la Zona 1: Parroquia Gil Ramírez Dávalos.	96
3.1.3.2 Edificaciones pertenecientes a la zona 2: Parroquia Yanuncay.	126
3.1.4 Análisis de resultados	156
3.1.4.1 Grado de vulnerabilidad sísmica	156
3.1.4.2 Factores que determinan la vulnerabilidad sísmica.	158

## CAPÍTULO

# 04

<b>4.1 Aplicación de tecnologías de Sistemas de Información Geográfica</b>	<b>172</b>
4.1.1 Descripción de los Sistemas de Información Geográfica (SIG)	172
4.1.2 Aplicaciones del sistema de información geográfica (SIG)	173
4.1.3 Componentes del sistema de información geográfica (SIG)	176
4.1.4 Beneficios del sistema de información geográfica (SIG)	179
<b>4.2 ArcGIS</b>	<b>180</b>
<b>4.3 Ingreso de datos obtenidos, al programa ArcGIS</b>	<b>180</b>
4.3.1 Pasos a seguir para la implementación de datos en el programa ArcGIS	180
<b>4.4 Conclusiones y Recomendaciones</b>	<b>189</b>

## Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Doménica Abigail Cárdenas Ortega en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones , mediante la aplicación de metodologías pre-evento sísmico y con posicionamiento empleando el sistema de información geográfica . Estudio de caso : edificaciones de la parroquia Gil Ramírez Dávalos y la parroquia Yanuncay .", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS , CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita , intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 28 de marzo del 2022



---

Doménica Abigail Cárdenas Ortega

C.I: 0104943782

## Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Doménica Abigail Cárdenas Ortega, autora del trabajo de titulación "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones, mediante la aplicación de metodologías pre-evento sísmico y con posicionamiento empleando el sistema de información geográfica. Estudio de caso: edificaciones de la parroquia Gil Ramírez Dávalos y la parroquia Yanuncay.", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 28 de marzo del 2022



---

Doménica Abigail Cárdenas Ortega

C.I: 0104943782

## Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Juan José Ruilova Pesantez en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones, mediante la aplicación de metodologías pre-evento sísmico y con posicionamiento empleando el sistema de información geográfica. Estudio de caso: edificaciones de la parroquia Gil Ramírez Dávalos y la parroquia Yanuncay.", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 28 de marzo del 2022



---

Juan José Ruilova Pesantez

C.I: 0104600929

## Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Juan José Ruilova Pesantez, autor del trabajo de titulación "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones, mediante la aplicación de metodologías pre-evento sísmico y con posicionamiento empleando el sistema de información geográfica. Estudio de caso: edificaciones de la parroquia Gil Ramírez Dávalos y la parroquia Yanuncay .", certifico que todas las ideas , opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 28 de marzo del 2022



---

Juan José Ruilova Pesantez

C.I: 0104600929

# DEDICATORIA

---

A mi familia y a mi madre, quienes son mi ejemplo a seguir y mi apoyo incondicional.

Juan José

A Dios, a la vida y a mi abuela.

Abigail

# AGRADECIMIENTOS

---

Agradezco a toda mi familia, en especial a mi madre Maricela Pesantez, a mis profesores y amigos.

Juan José

Agradezco a toda mi familia, principalmente a mi excepcional abuela, Mercedes Ortega, quien ha sido mi apoyo incondicional, y de manera especial a aquellas personas que son parte fundamental de mi vida Pedro Estrella, Daniela Calle y Camila Valencia.

A mi profesor Ing. Juan Sola y a mis compañeros Juan José Ruilova, Samantha Carrión, Karla Peralta, Hugo Guaman y Nicolás Calle.

Abigail

# CAPÍTULO

---

1.1 Introducción	14
1.2 Conceptos	21

01

# CAPÍTULO I

## 1.1 Introducción

### 1.1.1 Antecedentes

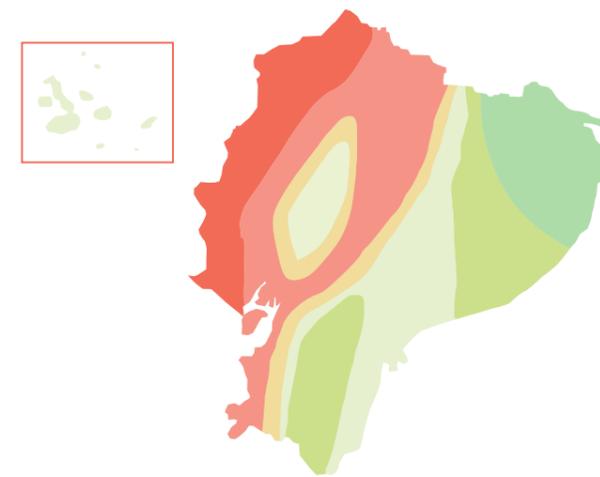
Un sismo hace referencia a todas las vibraciones producidas en la corteza terrestre cuando de forma inesperada las rocas que se han ido tensando se rompen y rebotan, dichas vibraciones pueden ser apenas apreciables o extremadamente catastróficas. Los sismos se pueden clasificar en: temblores, tsunamis y terremotos, siendo los últimos los más devastadores de todos los fenómenos naturales que afectan a la superficie de la Tierra. Se clasifican según su intensidad en macrosismos y microsismos, los primeros son apreciables para el ser humano y los segundos solo son percibidos por aparatos especializados. La intensidad de un terremoto es un elemento fundamental a considerar, pues define el peligro que representa para el ser humano y el grado de atención que requiere, esto se puede medir con la ayuda de un sismógrafo el cual arroja datos que pueden

ser medidos en diferentes escalas, una de las más utilizadas es la escala de Richter, la cual mide la energía de un temblor en su centro o foco, y la intensidad crece de forma exponencial de un número al siguiente, es decir, un sismo de siete grados en esta escala es diez veces más intenso que uno de seis. (Guerrero, 2007). El Ecuador tiene una larga historia de actividad sísmica que, en los últimos 460 años, ha provocado la destrucción de ciudades enteras como Riobamba en 1797, Ibarra en 1868 y la muerte de más de 60.000 personas por causa de terremotos, no existe en el país una conciencia real acerca del peligro sísmico que pesa sobre él (Yépes et al., 1994, p.161).

La mayor parte del territorio ecuatoriano se encuentra localizado en una zona de alto peligro sísmico, es por eso que muchas edificaciones poseen un alto grado de vulnerabilidad según su ubicación, existe alta peligrosidad en ciudades como Quito,

Guayaquil, Cuenca y todas las ciudades costeras (Norma Ecuatoriana de la Construcción [NEC], 2015b). Ver figura y tabla 01.

**Figura 01.** Zonas sísmicas de Ecuador



Fuente: Zonas sísmicas de Ecuador (NEC, 2015b). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

**Tabla 01.** Valores de factor z

Zona Sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.50
Caracterización del peligro sísmico	Inter-media	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

Fuente: Valores de factor z en función de la zona sísmica (NEC, 2015b). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

Un claro ejemplo de esta inevitable condición es el terremoto ocasionado el sábado 16 de abril del 2016 en Pedernales, el cual tuvo una magnitud de momento Mw7.8 convirtiéndose en el evento natural más catastrófico de lo que va del presente siglo, fue sentido en

localidades tan distantes como Bogotá en Colombia y Cajamarca en Perú.

El terremoto causó un sinnúmero de víctimas y una extensa destrucción especialmente en la Costa norte y centro del Ecuador. Es así, como consecuencia directa del terremoto y según los datos oficiales emitidos por las autoridades, se contabilizaron alrededor de 700 personas fallecidas, más de 7.000 heridos, 22.000 personas refugiadas, millares de edificaciones destruidas o inhabitables y pérdidas económicas estimadas en alrededor de tres mil millones de dólares (Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional [IGEPN], 2020).

En cuanto a la ciudad de Cuenca se sabe que a lo largo de su historia ha sufrido múltiples movimientos telúricos ocasionados a unos pocos kilómetros de la ciudad con magnitudes de hasta 5.1 grados en la escala de Richter que han puesto en riesgo la integridad de sus edificaciones. Esto se debe a la falla geológica de Girón la cual inicia a 30 kilómetros al sur del cantón Girón y se extiende por aproximadamente 200



kilómetros, atravesando en su totalidad la capital azuaya, pasando por la provincia de Cañar y finalizando al sur de la provincia de Chimborazo, con lo cual constituye la principal amenaza y fuente sísmica genética, que afecta directamente a la ciudad de Cuenca (Bustos, 2010).

Es por esto que resulta relevante definir una estimación del riesgo sísmico, con el fin de mitigar las pérdidas, sociales, económicas, materiales y sobre todo humanas. Sabiendo que el riesgo aumenta si las edificaciones existentes fueron construidas antes de la promulgación de los códigos de la construcción, han sido diseñadas de forma no apropiada, o incluso han sufrido reformas, ampliaciones o cambios de uso distinto al contemplado en el diseño original. Por lo que, el análisis de vulnerabilidad sísmica provee la base para mejores códigos de construcción, planes de respuesta emergente, protección de la infraestructura crítica, planeamiento del uso del suelo para desarrollo sostenible y estrategias para la contratación de seguros (NEC, 2015a).

Por otro lado, el conocimiento de los tipos de estructuras existentes o tipologías constructivas, constituye una base fundamental en este estudio ya que la vulnerabilidad sísmica depende de la fragilidad propia de una edificación frente a un evento natural como son los sismos.

### 1.1.2 Planteamiento del Problema

La vulnerabilidad sísmica hace referencia al nivel de fragilidad de una estructura en concreto, ya sea analizado de forma individual o en conjunto, es decir, la respuesta inadecuada que puede presentar una edificación, frente a eventos sísmicos que podrían repercutir en su comportamiento estructural (Martínez, 2014). En Ecuador existe alto riesgo sísmico debido a la convergencia entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana (Yépes et al., 1994). Durante el año 2019, la Red Nacional de Sismógrafos del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (RENSIG), localizó 4.770 eventos de origen tectónico en el territorio continental. Dentro de este contexto, con el fin de precautelar la vida e integridad de la ciudadanía, la NEC (2015b) establece lineamientos sismorresistentes que deberán

ser acatados en todas las edificaciones del país, sin embargo, en el caso específico de la ciudad de Cuenca, no se ha podido comprobar la correcta aplicación de dicha normativa, lo cual representa un constante estado de riesgo para la población. Moreno y Bairan (2012) afirman que, en los países subdesarrollados, en aquellos en donde el riesgo sísmico es moderado o en donde los periodos de retorno de un sismo son extensos, existe un mayor número de edificaciones sin diseño sismorresistente, debido a que la población no lo considera un riesgo, o por que las normativas no precisan de esta información al momento de construir una determinada obra.

Para superar esta problemática, se plantea evaluar dos manzanas de la ciudad de Cuenca, categorizando el nivel de vulnerabilidad sísmica de cada edificación mediante la utilización de métodos de análisis visual rápido, dos de ellos ecuatorianos y un extranjero, con el fin de obtener resultados más confiables y veraces. Esto permitirá generar una discusión y comparación entre los resultados finales y las metodologías presentadas.

El primer método constituye el Manual de detección visual rápido de edificios para posibles peligros sísmicos tomado de la normativa FEMA P-154. Este método fue escogido debido a que utiliza una metodología basada en el levantamiento de campo con la ayuda de un formulario de recolección de datos, el cual se completa mediante la observación visual del evaluador ya sea desde el exterior y solo de ser posible desde el interior de la edificación.

Las instrucciones de este manual están creadas para minimizar la ambigüedad y limitar la necesidad de juicio, haciendo que la metodología sea accesible para una amplia gama de posibles evaluadores.

Este procedimiento se puede implementar de manera relativamente rápida y económica, lo que permite evaluar más edificaciones, evitando los altos costos de realizar un análisis sísmico detallado, por lo tanto, esta metodología constituye un análisis rápido previo a un sismo, que nos permite identificar si la edificación necesita análisis profundos a posterior.



Resulta relevante mencionar que varios países utilizan el método FEMA, para crear sus metodologías adaptándolas a la situación de cada lugar. Este es el caso del Ecuador quien a través del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) plantea un método denominado: la inspección y evaluación sísmica simplificada de estructuras existentes pre-evento tomado de la Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras de conformidad con la norma ecuatoriana de la construcción NEC 2015.

El cual fue adaptado a las condiciones de nuestro país, pero basado en la metodología FEMA P-154. Dichas adaptaciones se realizan en base a las necesidades y características predominantes de las edificaciones del país, entre las cuales podemos nombrar: tipologías estructurales, en nuestro medio los materiales de construcción varían por lo que se reduce el número de tipologías de 17 a 13 en donde algunas se mantienen y otras se modifican, un ejemplo de esto es la implementación de aquellas construcciones en tierra que son parte de nuestra arquitectura vernácula, entre otras.

Se modifican ciertos parámetros para que se ajusten la realidad de nuestro país y se otorgan valores diferentes para realizar el cálculo final, esto se explicará a detalle en el capítulo II.

Por ello se decide utilizar esta metodología, con el fin de analizar su veracidad y adecuado funcionamiento en nuestro medio.

Finalmente, la tercera metodología constituye la evaluación de variables e indicadores de vulnerabilidad físico estructural de edificaciones urbanas según la amenaza, tomado del libro Propuesta Metodológica. Análisis de Vulnerabilidades a nivel Municipal de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR).

Esta metodología hace énfasis en la importancia de encontrar el nivel de vulnerabilidad de las edificaciones con el fin de generar un plan de gestión de riesgo para todo el país. De esta forma genera un formulario de análisis visual rápido, el cual puede ser utilizado para varias amenazas como: sismos, erupción de volcanes, inundaciones y desplazamiento de tierras. Cada formulario

presenta el mismo esquema central con la variación de los puntajes para cada amenaza, para la presente investigación se analizará el formulario correspondiente a los sismos, el cual se detallará en el capítulo II.

Decidimos utilizar esta metodología tomando en cuenta que constituye una herramienta fundamental dentro de los documentos creados por entidades gubernamentales del país y además, por su sistema de análisis, el cual resulta completamente diferente a los primeros, siendo de gran ayuda en cuanto a la comparación de resultados y análisis de metodologías utilizadas.

El levantamiento de información se realizará en dos zonas de la ciudad, la primera ubicada en el centro Histórico y la segunda en la parroquia Yanuncay, para lo cual se utilizará un muestreo no probabilístico denominado muestreo por conveniencia, lo cual se detalla en el capítulo III.

Esto contribuirá a la creación de una base de datos en donde las edificaciones se encuentren clasificadas por su nivel de

vulnerabilidad sísmica, dicha base de datos se ingresará en un sistema de información geográfico, en donde los resultados estarán disponibles para el público en general a través de la ubicación georreferenciada, esto se explica a detalle en el capítulo IV.

### 1.1.3 Justificación

En el mundo, durante este siglo XX han ocurrido más de 1.100 terremotos fuertes que han causado más de millón y medio de víctimas (Moreno y Bairan, 2012). Para reducir este riesgo sísmico incluso en lugares de baja o moderada sismicidad, es necesario evaluar los escenarios de daño, pérdidas humanas y materiales que pueden existir (Guardiola y Basset, 2014).

Los sismos constituyen eventos naturales que no pueden ser controlados ni evitados, razón por la cual, clasificar a las edificaciones según su nivel de vulnerabilidad sísmica resulta de vital importancia, puesto que, esto permitirá identificar aquellas que necesiten evaluaciones estructurales más detalladas y de esta forma establecer planes de acción que mitiguen los posibles daños a futuro. Además, el obtener



resultados de la aplicación de tres diferentes metodologías nos permite conseguir datos veraces y confiables a más de que se identificará la metodología más eficiente, con la posibilidad de mejorar o cambiar la actual en pro de los requerimientos básicos necesarios para las evaluaciones pre-evento.

Dentro de las posibles aplicaciones de los resultados podemos mencionar los análisis estructurales detallados y análisis de amenazas no estructurales observables, esto quiere decir que si una edificación presenta un grado de vulnerabilidad alto podremos continuar con un análisis profundo especializado, el primero analizara asuntos únicamente estructurales y el segundo aquellos externos a la estructura pero que afectan directamente a la misma.

El levantamiento de datos como se mencionó anteriormente se realizará en dos zonas de la ciudad, sin embargo se pretende que en un futuro no muy lejano se pueda realizar el levantamiento completo de la misma, lo que permitirá obtener un promedio general de vulnerabilidad de la ciudad de Cuenca

con el fin de crear políticas o resoluciones consecuentes respecto a los resultados que se puedan obtener, además, al conocer el nivel de vulnerabilidad sísmica, la ciudadanía mediante una socialización podrá tomar conciencia sobre las construcciones imprudentes o sin técnica que poseemos como ciudad para de esta manera proveer edificaciones seguras para todos.

El efecto de los sismos es una de las principales causas de daño en las edificaciones, esto se debe al inadecuado comportamiento de la estructura, por lo tanto, resulta necesario conocer el grado de vulnerabilidad que presentan las construcciones, con el fin de buscar soluciones y mejorar las respuestas de los inmuebles ante un sismo de mediana o gran intensidad. (Fernández et al., 2018)

#### 1.1.4 Objetivos

##### 1.1.4.1 Objetivo General

-Evaluar la vulnerabilidad sísmica de edificaciones, mediante la aplicación de metodologías pre-evento sísmico y con posicionamiento empleando el sistema de

información geográfica. Estudio de caso: edificaciones de la parroquia Gil Ramírez Dávalos y parroquia Yanuncay .

##### 1.1.4.2 Objetivos Específicos

-Analizar y comparar las tres diferentes metodologías utilizadas para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica.

-Examinar las edificaciones seleccionadas para la muestra, mediante la revisión de planos arquitectónicos y trabajo de campo, utilizando los formularios respectivos de cada metodología.

-Organizar y registrar la información previamente obtenida mediante un sistema de información geográfico, el cual permite obtener una base de datos espacial con el nivel de vulnerabilidad sísmica respectivo de cada edificación.

##### 1.1.5 Hipótesis

¿Mediante la aplicación de metodologías pre-evento sísmico se puede detectar anomalías en las viviendas y edificaciones, para luego mejorar su sistema estructural?

Con la revisión pre-evento sísmico, podemos generar una visión global de la edificación o vivienda, revisando si cumple la normativa, para posterior a una calificación de una matriz, dar una conclusión, con la que se determina si se necesita un estudio especializado en ingeniería sismorresistente o no. El proceso se aplicará para dos zonas de la ciudad de Cuenca, una en la parroquia Gil Ramírez Dávalos y otra en la parroquia Yanuncay .

## 1.2 Conceptos

### 1.2.1 Sismo

Según el IGEPN (s.f) "un sismo se refiere a la sacudida de la superficie terrestre por dislocación de la corteza. Las fuentes son de varios tipos (tectónicas, volcánicas, explosiones, meteoritos, etc.), siendo las más comunes las tectónicas."

En otras palabras, un sismo constituye la liberación espontanea de energía acumulada en el interior de la Tierra, esta liberación se manifiesta en su forma más general por el movimiento diferencial de bloques a lo largo de fallas. El movimiento por lo general se



debe a la reactivación de fallas ya existentes, sin embargo, puede deberse a la creación de una, de esta forma los sismos representan una expresión de la dinámica de la Tierra. La ocurrencia de un movimiento telúrico causa daños sobre las estructuras, terrenos y aquellos usuarios que se encuentran dentro del área afectada, estos daños pueden ser de mayor o menor escala según la intensidad del sismo y las propiedades sismorresistentes de las estructuras afectas. (Cañas et al., 1994).

### 1.2.2 Vulnerabilidad Sísmica

La vulnerabilidad sísmica es un parámetro que cuantifica la capacidad resistente de una estructura, por lo tanto, constituye una propiedad intrínseca de cada edificación, considerando su nivel de fragilidad o comportamiento propio frente a eventos sísmicos de diversas magnitudes (Pombo, 2018).

En los terremotos ocurridos en el pasado se observa que ciertas estructuras presentan daños más severos que otras que se encuentran ubicadas en la misma zona, esto indica que una edificación se puede clasificar

en más vulnerable o menos vulnerable frente a un mismo evento sísmico, y, además la vulnerabilidad sísmica actúa independiente de la peligrosidad del emplazamiento, por lo que una estructura puede ser vulnerable, pero no estar en riesgo si no se encuentra en un sitio con alta peligrosidad sísmica (Barbat et al., 2005).

Además, la vulnerabilidad debe relacionarse no solo con los posibles daños materiales o físicos hacia las estructuras, sino también con las distintas problemáticas que pueden surgir después de un evento sísmico como las fragilidades sociales, la falta de organización como comunidad, la inestabilidad política, la economía, la falta de preparativos para enfrentar una emergencia, la falta de resiliencia de la comunidad propensa, entre otros más que contribuyen a incrementar el riesgo. (Barbat et al., 2005).

Según Arteaga (2016) la vulnerabilidad se clasifica en dos tipos, la primera constituye la vulnerabilidad sísmica por origen, la cual se encuentra intrínseca en cada edificación y resulta del diseño y construcción deficiente

desde su planificación, son aquellas estructuras que fueron concebidas de forma inadecuada sin los debidos criterios sismorresistentes, estas edificaciones podrían ser modificadas mediante rehabilitación estructural.

Mientras que la segunda hace referencia a la vulnerabilidad sísmica progresiva, la cual se evidencia y acrecienta con el pasar de los años, es decir la pérdida de propiedades físico mecánicas de los materiales con los cuales fueron construidas las edificaciones, los fenómenos climáticos y naturales son los detonantes de esta vulnerabilidad, sin embargo, se podría contrarrestar esta condición mediante el mantenimiento preventivo o rutinario de las mismas.

### 1.2.3 Riesgo Sísmico

United Nations Disaster Relief Organization (UNDRP) y en español Organización de las Naciones Unidas para el socorro en casos de desastre y United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) y en español Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y

la Cultura promovieron una definición que se sintetiza a continuación a partir de los siguientes conceptos (Sandi, 1983, como se citó en Barbat et al., 2005, p. 5).w

- Amenaza, peligro o peligrosidad, H. Es la probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado.

- Vulnerabilidad, V. Es el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo como resultado de la probable ocurrencia de un suceso desastroso, expresada en una escala desde 0 sin daño a 1 pérdida total.

- Elementos en riesgo, E. Son la población, los edificios y obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, las utilidades y la infraestructura expuesta a una amenaza en un área determinada.

- Riesgo total, Rt . Se define como el número de pérdidas humanas, heridos, daños a las propiedades y efectos sobre la actividad económica debido a la ocurrencia de un desastre, es decir el producto del riesgo



específico, y los elementos en riesgo, E.

Con estas definiciones, la evaluación del riesgo total puede llevarse a cabo mediante la siguiente fórmula general:  $R. = H \times V \times E$

#### 1.2.4 Peligrosidad Sísmica

La peligrosidad sísmica representa la probabilidad de ocurrencia, dentro de un lugar determinado y durante un período de tiempo específico, de que se exceda un nivel de movimiento de suelo que dé como resultado un evento sísmico potencialmente desastroso (Martínez,2014). Esto quiere decir que la peligrosidad sísmica depende únicamente del lugar, por ello existen ciudades y países que no representan peligro sísmico para sus edificaciones y otras por el contrario que son altamente peligrosas para las edificaciones, las cuales se encuentran vulnerables frente a un posible sismo y más aún si la estructura no está diseñada para resistirlo.

Para evaluar la peligrosidad existen varios métodos que se clasifican en dos grupos, los deterministas y los probabilistas, los primeros consideran que los terremotos

futuros se producirán de forma análoga a los ocurridos en el pasado, es decir asumen la hipótesis de estacionariedad de la sismicidad, y los segundos deducen la recurrencia de los sismos de una zona determinada, partiendo de información ya existente mediante la cual se obtiene funciones de probabilidad de los parámetros que representan el movimiento esperado (Martínez,2014).

El Ecuador por desventaja se encuentra ubicado en una zona de alto peligro sísmico, debido a que se encuentra sobre una zona de subducción, que es el resultado del choque que existe entre la placa de Nazca y la placa Continental Sudamérica, además de la activación de fallas geológicas locales, lo cual genera una alta actividad sísmica (Albarracín,2019)

#### 1.2.5 Daño sísmico

Según (Martínez, 2014) el daño sísmico se refiere a la destrucción física de las estructuras o el impacto económico asociado. El daño físico se puede clasificar en estructural y no estructural, el primero depende del comportamiento estructural de aquellos

elementos que componen un determinado sistema, como: muros, columnas, vigas, etc. Se relaciona directamente con las propiedades físicas de los materiales utilizados en la obra. El segundo se refiere a aquellos elementos arquitectónicos que no intervienen en la estructura como: acabados, ventanas, cerramientos, revestimientos, etc. Estos elementos si bien no influyen de forma directa con la estructura principal, generan daños económicos elevados.

El daño económico se refiere a los costes de reparación y reposición de elementos propios de la estructura, incluyen costos directos e indirectos.

#### 1.2.6 Resistencia

La resistencia constituye una propiedad mecánica que se refiere a la capacidad que poseen los elementos estructurales de oponerse a la rotura al ser sometidos a una fuerza exterior (carga).

Depende de varios factores, sin embargo, entre los que destacan se encuentra el material empleado, su geometría y el tipo de unión

entre los elementos (Ortíz,1990).

#### 1.2.7 Rigidez

Se denomina rigidez a la propiedad que presentan los elementos de las estructuras de oponerse a las deformaciones, es decir resistir los esfuerzos sin perder su forma, manteniendo sus uniones. Se dice que las estructuras rígidas son indeformables mientras que las no rígidas pueden perder su forma tras un esfuerzo por lo tanto son deformables (Ortíz,1990).

#### 1.2.8 Ductilidad

La ductilidad representa la capacidad de un objeto para deformarse más allá del rango elástico, sin pérdida sustancial de su resistencia y rigidez, ante cargas laterales estáticas o cíclicas o ante la ocurrencia de una acción sísmica. Existe la ductilidad global la cual se refiere a la capacidad de deformación de toda una estructura o la ductilidad local la cual hace referencia a la capacidad de deformación de una sección transversal o de un elemento estructural (NEC,2015).

# CAPÍTULO

---

2.1 Marco Teórico

28

02



## CAPÍTULO II

### 2.1 Marco Teórico

#### 2.1.1 Introducción

Para poder realizar el respectivo análisis de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones pertenecientes a la parroquia Gil Ramírez Dávalos y parroquia Yanuncay determinadas previamente, resulta necesario revisar algunos conceptos fundamentales de las estructuras con el fin de identificar de forma correcta el sistema estructural perteneciente a cada edificación, el cual nos proporciona la información mínima necesaria para iniciar el análisis (SGR et al., 2012). También se necesita reconocer el tipo de suelo y su clasificación, ya que las propiedades geomecánicas y geotécnicas del mismo, tienen una influencia directa en los movimientos del terreno cuando se presenta un evento sísmico. Con lo cual se detallarán los sistemas estructurales existentes en cada metodología, conjuntamente con los tipos de suelos reconocidos en nuestro medio (NEC, 2015). Existen numerosas metodologías para determinar la vulnerabilidad sísmica

de una edificación, las tres que se pretende utilizar se detallaran a continuación. Estas se basan principalmente en un análisis visual denominado cualitativo, el cual analiza varias características físicas de las edificaciones que determinan el grado de respuesta frente a un sismo (Albarracín, 2019).

#### 2.1.2 Conceptos fundamentales de las estructuras

##### 2.1.2.1 Concepto de estructura

Escamilla (s.f) afirma que toda estructura se crea con un propósito definido que constituye su función, esta puede ser: encerrar un espacio o subdividirlo, contener un material, resistir cargas y transmitir las al suelo, generar formas, entre muchas otras. Otra definición establece que una estructura se crea a partir de la unión de elementos básicos, dicha unión deberá aprovechar las características individuales y peculiares de cada elemento con el fin de lograr la forma más eficiente del sistema estructural global, el cual debe poseer las tres características estructurales mas

importantes de un sistema: resistencia, rigidez y ductilidad (Piralla, 2011). Según la NEC (2014) una estructura constituye un "conjunto de elementos estructurales ensamblados para resistir cargas verticales, sísmicas y de cualquier otro tipo. Las estructuras pueden clasificarse en estructuras de edificación y otras estructuras distintas a las de edificación (puentes, tanques, etc.)" (p.9). Finalmente, si hablamos de las modernas tipologías de construcción, se entiende por estructura a aquella parte de la construcción que soporta el conjunto, dicho de otra manera, es capaz de resistir acciones que actúan sobre ella como peso propio, sobrecargas de uso, viento, movimientos telúricos, etc (Ruíz y Díaz, 2014).

##### 2.1.2.2 Exigencias básicas de una estructura

Como se establece en la definición anterior, las estructuras deben poseer como mínimo resistencia, rigidez y ductilidad, sin embargo, según Salvadori y Heller (1987) las estructuras deben satisfacer obligatoriamente ciertos requisitos básicos que constituyen los fundamentos de un buen proyecto arquitectónico o de ingeniería, entre los cuales podemos nombrar: equilibrio, estabilidad,

resistencia, funcionalidad, economía y estética, los cuales se explicaran a continuación.

#### Equilibrio

Hace referencia a la exigencia fundamental que garantiza que un determinado edificio o sus partes no se moverán. Sin embargo, dicha exigencia no puede imponerse de forma estricta, pues cierto grado de movimiento no solo resulta inevitable sino necesario, es decir toda estructura deberá presentar los denominados desplazamientos admisibles, los cuales comparados con las dimensiones totales del edificio pasan desapercibidos, por lo que a simple vista no se puede evidenciar deformación alguna.

#### Estabilidad

La exigencia de estabilidad se relaciona con los movimientos que puede presentar un edificio en su totalidad debido a la aplicación de fuerzas externas como vientos, sismos, asentamientos irregulares, deslizamientos en el terreno, etc. Así pues, las fuerzas que se aplican generan ciertos desplazamientos que convierten al edificio en inestable, siendo esta una condición no deseada. Se considera

estabilidad a la capacidad que poseen los elementos estructurales de resistir las fuerzas sin volcarse o caerse, aquellas estructuras que con una pequeña carga pierden el equilibrio se denominan inestables, esto depende de la forma de la estructura, de los apoyos y de la distribución de los pesos.

### Resistencia

Esta exigencia constituye la capacidad de la estructura y sus partes de resistir las cargas a las cuales están siendo sometidas o podrían ser sometidas, es por esto que el diseño estructural debe partir del conocimiento previo de aquellas cargas que actuarán sobre el sistema y además trabajarán con coeficientes de seguridad con el fin de tener presente las incertidumbres en cuanto a condiciones de carga y propiedades de los materiales.

### Funcionalidad

La funcionalidad estructural se refiere a las influencias de las estructuras sobre la finalidad para la cual fue construido el edificio, es decir, cada elemento que conforme el sistema requiere ser eficiente y cumplir a cabalidad la función a la que fue asignado, de esta forma

la construcción debe ser pensada con el fin de aprovechar al máximo las propiedades de los materiales.

### Economía

En cuanto a la economía, resulta necesario atenerse a un presupuesto estructural previamente establecido y de ser posible economizar gastos sin afectar al resto de propiedades necesarias de la edificación.

### Estética

La estructura sin lugar a duda influye sobre la estética del edificio, es por eso que se determina un sistema que vaya acorde con el concepto que se pretende proyectar, así pues, la estructura no solo debe ser resistente y segura, sino apoyar con sus características visuales al diseño del edificio.

#### 2.1.2.3 Clasificación de las estructuras

Las estructuras pueden clasificarse en varios grupos según los diversos puntos de vista de cada autor, sin embargo, para la presente investigación se utilizará la clasificación del autor Jairo Uribe en su libro *Análisis de Estructuras* segunda edición, el cual establece

que las estructuras se dividen en tres grandes grupos, según su destino, según su sistema estructural y según su análisis.

Según el destino se refiere a la finalidad de las estructuras, por ejemplo: estructuras para vivienda, para servicios educativos, hospitalarios, transporte, para contener líquidos o sólidos, para espectáculos públicos, para industrias, para comunicaciones, para transmisión de fluido eléctrico, entre otros (Escamilla, s.f).

Según el sistema estructural se dividen en: estructuras reticulares, estructuras laminares, estructuras masivas y finalmente estructuras especiales.

Según el punto de vista del análisis, las estructuras se dividen, en determinadas e indeterminadas

### Estructuras Reticulares

Las estructuras reticulares a su vez se subdividen en armaduras y pórticos o marcos. Las armaduras se forman a partir de la unión de varios elementos mediante articulaciones,

dichos elementos se encuentran dispuestos de tal forma que el área encerrada dentro de la estructura queda subdividida en figuras geométricas, por lo general triángulos. En nuestro medio se suele dar el nombre de cercha a una armadura empleada como estructura de cubierta. Ver figura 02.

Figura 02. Armazon de acero



Fuente: Armazon de acero (Maris,2015). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

En cuanto a los pórticos o marcos, podemos decir que constituyen estructuras formadas por elementos conocidos como vigas y columnas, los cuales están sometidos comúnmente a fuerzas axiales, cortantes, momentos flectores y en ciertos casos también sometidos a torsión, la estabilidad y capacidad portante de un pórtico depende en parte de la habilidad de una o mas de sus

uniones para resistir cargas y momentos.

Ver figura 03

### Estructuras Laminares

Estas estructuras se caracterizan por estar formadas con elementos que tienen una de sus dimensiones considerablemente menor que las otras dos, en este caso el espesor. Dichos elementos suelen ser planos o curvos como cascaras. Ver figura 04

### Estructuras Masivas

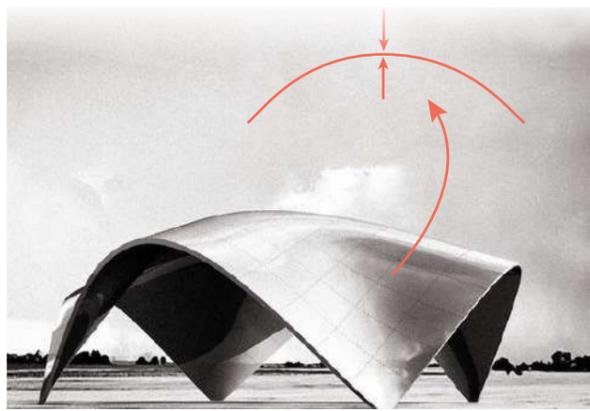
En las estructuras masivas las 3 dimensiones de los elementos que la componen no difieren en cantidades apreciables, existe continuidad en estos elementos estructurales, es decir forman un todo que opone su pesadez y masa material a las solicitaciones que actúan sobre las mismas, por lo general son idóneas cuando hay que esperar esfuerzos de compresión. Algunos ejemplos de estas son: los muros de contención y de algunas presas y, a otra escala, de muchos elementos de máquinas. Ver fig 05.

**Figura 03.** Edificio conformado con pórticos de hormigón armado.



Fuente: Edificio conformado con pórticos de hormigón armado (Cruz,2015). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

**Figura 04.** Estructura laminar



Fuente: Estructura laminar (Pofahl,2016). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

**Figura 05.** Represa, estructura masiva



Fuente: Represa, estructura masiva (Engineering discoveries, s.f.) Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

### Estructuras Especiales

Las estructuras especiales constituyen todas aquellas que no pertenecen a las clasificaciones anteriores o representan la unión de varias de ellas. Aquí estarían las estructuras colgantes, los arcos, las estructuras inflables, etc. Ver figura 06.

Finalmente, según el punto de vista del análisis, las estructuras se dividen en determinadas e indeterminadas. Se denomina a una estructura estáticamente determinada si se puede conocer sus fuerzas internas mediante las ecuaciones de equilibrio estático, esto sucede cuando la cantidad de condiciones de la estructura es igual a las ecuaciones que se deben plantear para

despejarlas, así pues, resulta posible encontrar su comportamiento. Por el contrario, una estructura resulta indeterminada cuando la cantidad de incógnitas es superior a las ecuaciones de equilibrio, para resolver estas estructuras se debe usar otros métodos de análisis estructural como las ecuaciones de compatibilidad de deformaciones y las de fuerzas y desplazamientos (o leyes constitutivas del material).

#### 2.1.2.4 Elementos básicos estructurales

Las estructuras están compuestas por la unión de varios elementos, los cuales poseen diferentes características y propiedades, entre los más relevantes tenemos a las barras, las vigas, las columnas y los apoyos. Las

**Figura 06.** Estructuras especiales: puente colgante, estructura inflable y arco



Fuente: Estructuras especiales, puente colgante (Da Silva,2009). Estructura inflable (Muños,2020). Arco (Universidad del país vasco,2016). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

barras constituyen elementos comúnmente de sección constante, con las cuales se pueden construir las armaduras. Estos elementos están sometidos principalmente a esfuerzos de tensión o compresión simples, y ocasionalmente a esfuerzos de flexión. En la figura 07 se observa las barras y los apoyos.

Las vigas constituyen elementos en donde una de sus dimensiones predomina sobre las otras dos, en este caso su eje longitudinal y a diferencia de las barras, las cargas o fuerzas actúan perpendiculares a dicho eje. Una viga simple o continua esta sometida principalmente a corte y flexión y algunas veces a torsión, sin embargo, las que forman parte de pórticos están sometidas también a fuerzas axiales, siendo los esfuerzos muy pequeños si los comparamos con los de flexión y corte. Ver figura 08.

**Figura 08.** Vivienda con vigas de acero.



Fuente: Vivienda con vigas de acero (Sudjic,2015).

**Figura 07.** Estructura con barras en la cubierta y apoyos que conectan las columnas y las vigas



Fuente: Estructura con barras en la cubierta y apoyos que conectan las columnas y las vigas (Navarro,2019). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

Las columnas son elementos que poseen las mismas características geométricas de las vigas, sin embargo, las fuerzas actúan de forma paralela a su eje, es decir estos elementos trabajan a compresión y las fuerzas coinciden con su línea de acción o eje longitudinal. En el primer caso los esfuerzos son de compresión simple; en el segundo, ésta va acompañada de flexión uni o biaxial. Además, pueden estar sometidas a corte, como es el caso de las columnas

pertenecientes a pórticos. Ver figura 09.

**Figura 09.** Edificio con columnas de hormigón.



Fuente: Edificio con columnas de hormigón . (Li,2017).

Los apoyos estructurales transmiten fuerzas entre la superestructura y la subestructura, facilitan rotaciones en torno a cada eje y movimientos en todas las direcciones, son los encargados de unir los elementos que forman las estructuras, se pueden clasificar en apoyos de primer, segundo o tercer género, según el número de componentes de reacción que puedan desarrollar.

Al primer genero se lo conoce también como apoyos simples, se refiere a los apoyos sobre rodillos o sus equivalentes: basculantes,

superficies lisas, etc. Los apoyos de segundo género se refieren aquellos articulados y finalmente el tercero está integrado por empotramientos (Escamilla, s.f).

#### 2.1.2.5 Tipologías estructurales

Luego de revisar los conceptos fundamentales de las estructuras se pretender analizar ciertas tipologías estructurales comunes, las cuales se encuentran dentro de las tres metodologías de análisis de vulnerabilidad sísmica, esto con el fin de comprender como funciona cada sistema y poder identificarlo correctamente.

##### 2.1.2.5.1 Tipologías estructurales de la primera metodología

La primera metodología constituye el Manual de detección visual rápido de edificios para posibles peligros sísmicos tomado de la normativa FEMA P-154. En la cual se establecen 17 tipologías estructurales las cuales se detallarán a continuación (Federal Emergency Management Agency [FEMA], 2015).

1. Viviendas unifamiliares o multifamiliares con estructura de madera liviana de uno o

más pisos de altura W1.Figura 10.

Las paredes se construyen con miembros verticales de madera colocados a 0.4 m de distancia aproximadamente, estos elementos verticales son de 0.05 m x 0.1 m y para pisos múltiples pueden ser de 0.05 m x 0.15 m. Los acabados exteriores suelen ser de madera, metal o estuco.

Este tipo de edificaciones puede sufrir grandes efectos durante un sismo debido a las cualidades inherentes del sistema, ya que son livianos y de poca altura, el daño estructural más común resulta de una falta de conexión entre la superestructura y los cimientos (FEMA,2015).

2. Edificios residenciales de varios pisos y unidades múltiples con estructura de madera liviana, con áreas en planta en cada piso de más de 280 metros cuadrados W1A. Fig 11

Estas edificaciones se caracterizan por ser de tipo residencial, aunque algunos pueden presentar un espacio comercial o de estacionamiento en planta baja, lo que ha

**Figura 10.** Vivienda de madera.



Fuente: Vivienda de madera (America's Best House Plans,2021).

**Figura 11.** Edificios residenciales de varios pisos y unidades múltiples con estructura de madera liviana.



Fuente: Edificios residenciales de varios pisos y unidades múltiples con estructura de madera liviana (Bereuter,2021).

causado que tengan un desempeño deficiente durante un evento sísmico, ya que las grandes aberturas crean un piso suave (FEMA,2015).

3. Edificios comerciales e industriales con estructura de madera con un área de piso mayor a 465 metros cuadrados W2. Ver figura 12.

Este tipo de estructuras generalmente son edificios comerciales o industriales de uno a tres pisos y algunas veces de hasta seis pisos. Para edificios comerciales e industriales de menos de 465 metros cuadrados también se puede asignar el tipo W2 (FEMA,2015).

**Figura 12.** Edificios comerciales e industriales con estructura de madera.



Fuente: Edificios comerciales e industriales con estructura de madera (Think Wood,2021).

4. Pórtico de acero resistente a momento S1. Ver figura 13.

Un pórtico resistente a momento se caracteriza por tener conexiones rígidas entre vigas y columnas (figura 14), por lo tanto, la resistencia a fuerzas laterales se da por flexión y cortante en estos dos elementos, dicho de otra manera, por acción de pórtico. Estos pórticos se dividen en pórticos especiales, intermedios y ordinarios.

Los pórticos especiales a momento se utilizan en zonas de alta sismicidad, puesto que están diseñados para resistir deformaciones inelásticas significativas con una ductilidad y disipación de energía elevada, para lo cual se requiere un estricto control de fallas frágiles (Chero, s.f).

Los pórticos intermedios a momento se utilizan en zonas de moderada sismicidad, ya que están diseñados con un factor de modificación de respuesta menor que los pórticos especiales, son capaces de incursionar en el rango inelástico con una ductilidad y disipación de energía moderada (Chero, s.f).

Los pórticos ordinarios a momento se

utilizan en zonas de baja sismicidad, debido a que se diseñan para que presenten un comportamiento elástico, con una capacidad limitada de ductilidad y disipación de energía (Chero, s.f). En un pórtico resistente a momento correctamente diseñado y de acero, la principal fuente de ductilidad proviene de la formación secuencial de nudos plásticos en las vigas (figura 14), para asegurar la formación de los mismos es necesario reducir las secciones del patín en ciertas zonas, el patín se corta con un radio de dimensiones controladas para reducir la capacidad de resistir flexión en esa zona de la viga, con lo cual se asegura el comportamiento dúctil del pórtico, estableciendo previamente los nudos plásticos en las zonas pertinentes (Secretaría de Gestión de Riesgos[SGR] et al.,2016).

Este tipo de estructuras se utiliza para edificios comerciales, institucionales y públicos, la rigidez relativamente baja del marco puede provocar daños no estructurales sustanciales (FEMA,2015).

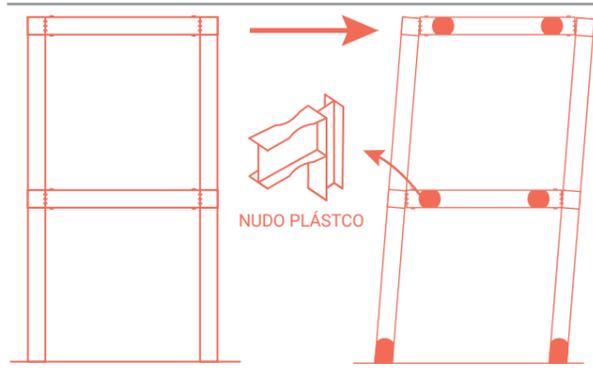
## 5. Pórtico de acero reforzado o pórtico arriostrado S2.

**Figura 13.** Pórtico de acero resistente a momento.



Fuente: Pórtico de acero resistente a momento (Van der Wee,2020).

**Figura 14.** Comportamiento de un pórtico resistente a momento sometido a cargas sísmicas.



Nota: En el gráfico podemos observar un pórtico resistente a momento sin deformar y un pórtico resistente a momento deformado por cargas laterales o sísmicas (SGR et al.,2016). Adaptación realizada por Cárdenas y Ruilova (2021).

Estos pórticos se encuentran reforzados con miembros diagonales que normalmente no se pueden detectar desde el exterior del edificio, este tipo de refuerzo se utiliza en edificios largos y estrechos debido a su rigidez. Desde

el exterior es difícil distinguir entre pórticos de momento de acero, pórticos reforzados de acero y pórticos de acero con muros de corte de concreto interiores (FEMA,2015).

Según la SGR et al. (2016) una riostra constituye un elemento constructivo, colocado de manera oblicua en un armazón con el fin de asegurar la inmovilidad o evitar la deformación de la estructura principal, de esta forma un pórtico arriostrado se caracteriza por tener elementos oblicuos colocados de diversas maneras, los cuales generan la resistencia necesaria frente a las fuerzas laterales o la posible inestabilidad de una estructura. Existen tres tipos de pórticos arriostrados entre los cuales se encuentran: pórticos arriostrados concéntricos, pórticos arriostrados excéntricos y pórticos arriostrados resistentes al pandeo. Figura 15

### 5.1. Pórticos arriostrados concéntricos

En estos pórticos como se explicó anteriormente, los arriostramientos se encargan de proveer a la estructura la resistencia necesaria para soportar cargas sísmicas, pero además al denominarse

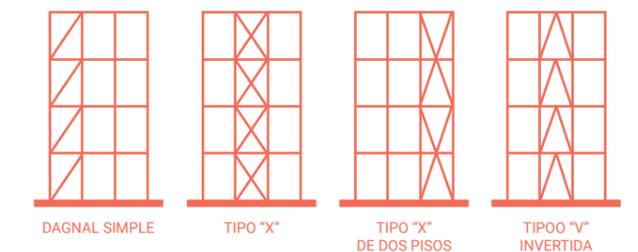
concéntricos constituyen elementos que se caracterizan por juntarse en un punto común, lo que les diferencia de los excéntricos que veremos a continuación. Pueden existir varias configuraciones de este tipo de pórtico, en donde las riostras no solo cumplen su papel estructural dentro de la edificación sino también aportan a la estética de la misma, ver figura 16 (SGR et al.,2016).

**Figura 15.** Pórtico de acero reforzado o pórtico arriostrado.



Fuente: Pórtico de acero reforzado o pórtico arriostrado (Luque,2017).

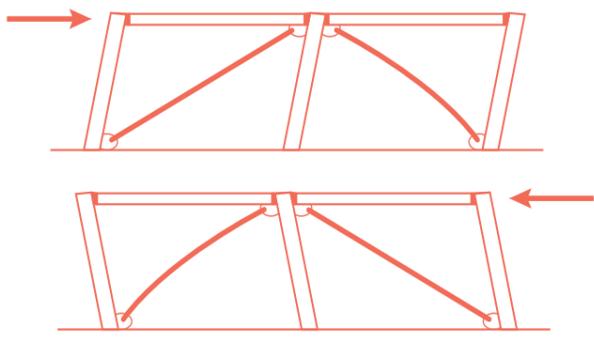
**Figura 16:** Tipos de pórticos con arriostramientos concéntricos.



Nota: Las riostras no necesariamente deben estar presentes en todos los vanos y tampoco está restringido su colocación. (SGR et al.,2016). Adaptación realizada por Cárdenas y Ruilova (2021).

Durante un evento sísmico las fuerzas actúan con una naturaleza bidireccional, lo que causa que las riostras trabajen a tracción y a compresión dependiendo del sentido de la carga, es decir, se encuentran sujetas a fluctuaciones de carga, además, cuando el sismo golpea a la estructura, la estabilidad de la misma depende de la resistencia del elemento sujeto a tracción como se puede observar en la figura 17. Está claro que, al depender completamente de la resistencia de los arriostramientos, estos deben estar diseñados para disipar efectivamente las cargas sísmicas, mientras que las vigas y columnas deben diseñarse para que su comportamiento sea esencialmente elástico durante la actividad sísmica.

**Figura 17:** Funcionamiento de un pórtico con arriostramientos excéntricos sometidos a un sismo.

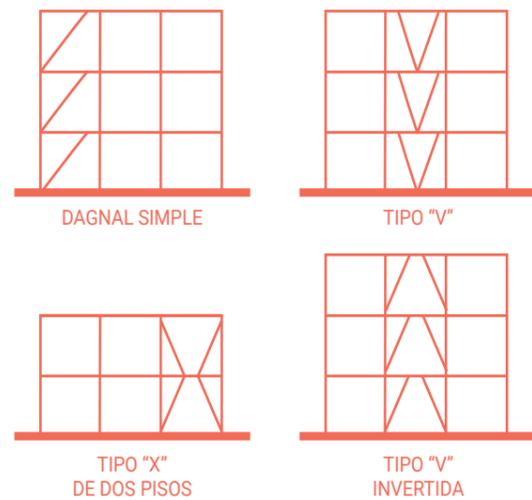


Nota: La principal desventaja de estos pórticos es la poca versatilidad desde el punto de vista arquitectónico, sin embargo, este sistema resulta realmente eficiente para el diseño de estructuras sismorresistentes (SGR et al.,2016).Adaptación realizada por Cárdenas y Ruilova (2021).

## 5.2. Pórticos arriostrados excéntricos

Este sistema se caracteriza por poseer excentricidad entre el eje del arriostramiento y el punto de intersección del resto de elementos del pórtico, es decir las líneas de eje entre riostras, vigas y columnas no se intersecan como se observa en la figura 18, con lo cual esta estructura se comporta diferente a un pórtico arriostrado concéntrico (SGR et al.,2016).

**Figura 18.** Tipos de pórticos con arriostramientos excéntricos.

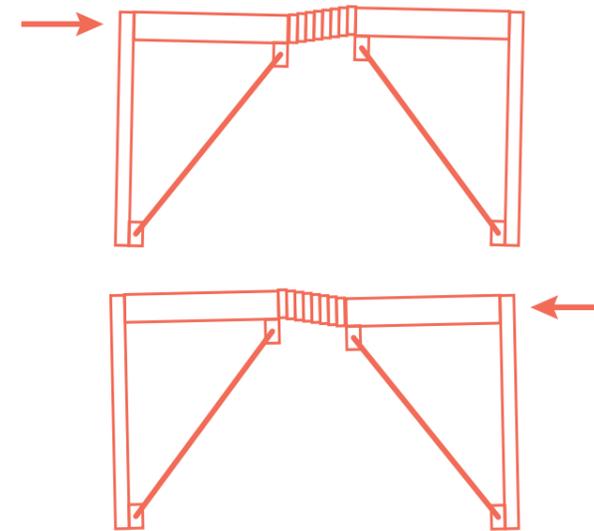


Nota: El segmento de viga que se crea en los extremos de las riostras se lo conoce como conector o link, y es el encargado de proveer ductilidad al sistema. (SGR et al.,2016).Adaptación realizada por Cárdenas y Ruilova (2021).

Cuando se produce un evento sísmico el pórtico se mueve formando triángulos en donde los elementos permanecen dentro del rango elástico, mientras que, el conector

experimenta deformaciones plásticas, y es el encargado de disipar la energía sísmica por cortante, flexión, o ambos, lo cual depende de la longitud del mismo. Este tipo de pórtico provee un alto grado de ductilidad, una alta rigidez lateral, y es considerado un híbrido entre los pórticos resistentes a momento y los pórticos arriostrados concéntricos. En la figura 19 se puede observar el comportamiento de este tipo de sistema (SGR et al.,2016).

**Figura19.** Comportamiento de un pórtico con arriostramientos excéntricos ante un evento sísmico.



Nota: La fabricación del conector debe ser controlada meticulosamente en cuanto a la calidad de las soldaduras, las conexiones emperradas, etc. (SGR et al.,2016).Adaptación realizada por Cárdenas y Ruilova (2021).

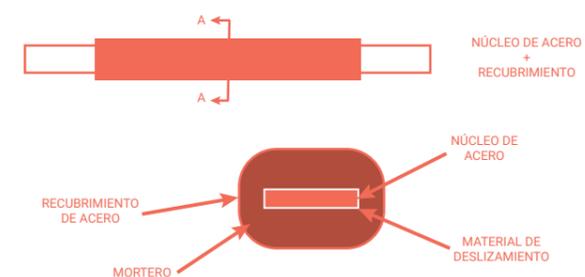
## 5.3.Pórtico arriostrado resistente al pandeo

Este tipo de sistema posee el mismo

comportamiento de los pórticos arriostrados concéntricos con la diferencia, de que su estabilidad estructural no solo depende de las riostras que trabajan a tracción sino también de aquellas que trabajan a compresión.

Esto se consigue mediante una riostra resistente al pandeo, la cual se configura de diferente manera a las comunes, pues consta de un núcleo de acero que se encuentra cubierto con una camisa de mortero. Entre el mortero y el núcleo existe un material que permite que los dos componentes no interactúen estructuralmente, por lo tanto, el núcleo no se pandea puesto que se encuentra confinado y funciona como un elemento dúctil que puede ser sometido al esfuerzo de fluencia (SGR et al.,2016).Ver figura 20.

**Figura 20:** Representación esquemática de un arriostramiento resistente al pandeo.



Nota: El núcleo se contrae y se expande según el esfuerzo con lo cual se considera que las propiedades tanto a tracción como a compresión son iguales (SGR et al.,2016).Adaptación realizada por Cárdenas y Ruilova (2021).

### 6 Edificios de metal ligero S3

Este tipo de sistema estructural generalmente consta de pórticos de momento en dirección transversal y pórticos arriostrados en dirección longitudinal, con revestimiento de chapa ondulada. Algunas veces estos edificios pueden tener paredes de mampostería de altura parcial. El interior de estos edificios no posee acabados y su esqueleto estructural puede verse fácilmente, la capacidad insuficiente de los tirantes de tensión puede provocar su alargamiento y el consiguiente daño del edificio durante un evento sísmico, también una inadecuada conexión a la base de una losa puede causar que las columnas del edificio se deslicen sobre la losa (FEMA,2015). Ver figura 21.

**Figura 21:** Edificios de metal ligero.



Fuente: Edificios de metal ligero (Unic Rotarex ,s.f).

### 7. Pórticos de acero con muros de corte de hormigón colocado in situ S4. Ver Figura 22.

En este tipo de estructuras las cargas laterales son resistidas por muros de corte,

que generalmente rodean los núcleos de los ascensores y las escaleras, se debe verificar el espesor del muro, si este es mayor a 0.15 m generalmente indica un muro de corte de concreto. Puede ocurrir grietas por corte en dichos muros debido a un evento sísmico (FEMA,2015).

**Figura 22.** Pórticos de acero con muros de corte de hormigón.



Fuente: Pórticos de acero con muros de corte de hormigón colocado in situ (Acerobsv,2020).

### 8. Pórticos de acero con mampostería no reforzada S5. Ver figura 23.

En este tipo de estructuras las columnas de acero son relativamente delgadas y pueden ocultarse en las paredes, generalmente la mampostería se encuentra expuesta en el

exterior mediante pilares estrechos (menos de 1,2 m de ancho) entre las ventanas. Las paredes solidas se alinean verticalmente y las paredes de relleno suelen tener un grosor de dos a tres ladrillos. La mampostería de enchapado alrededor de las columnas o vigas por lo general están mal ancladas y se desprenden fácilmente (FEMA,2015).

**Figura 23.** Edificio con porticos de acero con mamposteria no reforzada.



Fuente: Edificio con porticos de acero con mamposteria no reforzada (Otte, s.f).

### 9. Pórticos resistentes a momento de hormigón C1.

En los pórticos resistentes a momento de hormigón armado, al igual que en los de acero, se requiere conseguir una incursión inelástica estable en la estructura, para lo cual resulta necesario establecer eslabones débiles que

tengan un comportamiento dúctil, en este caso las vigas, manteniendo el resto de los miembros como eslabones fuertes, en el caso de las columnas y nudos. Los elementos débiles permitirán una disipación de energía y toda la estructura se comportará de forma dúctil, las vigas deberán desarrollar rótulas plásticas por flexión, con suficiente ductilidad para lo cual es necesario controlar la demanda por corte, además resulta fundamental limitar la cuantía de acero de refuerzo en tracción en una condición sub-reforzada, añadir acero de refuerzo a compresión y establecer un adecuado confinamiento a través del acero transversal que controle el pandeo de las barras longitudinales y mejore la adherencia en los traslapes (Chero, s.f). Ver figura 24.

**Figura 24.** Edificio con porticos resistentes a momento de hormigón.



Nita: Edificio con porticos resistentes a momento de hormigón (Müller,2014).

#### 10. Edificios con muros de corte de hormigón C2 .

Los edificios con muros de corte de hormigón generalmente se realizan in situ lo que significa que el hormigón necesita ser encofrado y fraguado en la obra, el espesor de los muros de corte varía entre 0.15 y 0.45 m. Generalmente estos edificios funcionan mejor que los edificios con estructura de hormigón y son más pesados que los edificios con estructura de acero, pero más rígidos debido a los muros cortantes. El daño comúnmente observado en edificios mas altos es causado por discontinuidades verticales, golpes y configuración irregular (FEMA,2015). Ver imagen 25.

**Figura 25.** Edificio con muros de corte de hormigón.



Fuente: Edificio con muros de corte de hormigón (Halbe, 2013).

#### 11. Pórticos de hormigón con mampostería no reforzada C3 .Ver figura 26.

En este tipo de estructuras las vigas y columnas de concreto pueden tener el espesor total de la pared y pueden quedar expuestos para su visualización en los lados y la parte trasera del edificio, generalmente la mampostería queda expuesta en el exterior con pilares estrechos (menos de 1.2m) entre las ventanas. Las paredes solidas se alinean verticalmente, y las paredes de relleno tienden a caerse fuera del plano cuando se someten a grandes fuerzas laterales, además la mampostería de enchapado alrededor de las columnas y vigas suele estar mal anclada por lo que puede desprenderse fácilmente (FEMA,2015).

**Figura 26:** Edificio con porticos de hormigón con mampostería no reforzada.



Figura 26: Edificio con porticos de hormigón con mampostería no reforzada (De Smet, s.f.).

#### 12. Edificios abatibles PC1. Ver figura 27.

Este tipo de edificaciones se caracteriza por tener uno o dos pisos de altura y son generalmente de planta regular, las paredes exteriores se realizan y se asientan sobre el suelo adyacentes a su posición final, para luego inclinarse hacia arriba y fijarse a la losa del piso. Por otro lado, el techo puede constituirse como un diafragma de madera contrachapada soportado sobre correas de madera y vigas de madera laminada o un sistema de acero ligero apoyado en el interior del edificio sobre columnas de tubería de acero. Un anclaje débil de las paredes da como resultado el colapso o caída de los paneles y por ende del techo soportado (FEMA,2015).

**Figura 27.** Edificio abatible.



Fuente: Edificio abatible (Concrete construcción of Houston, s.f.)

#### 13. Edificios de hormigón prefabricado PC2. Ver figura 28.

Las edificaciones de hormigón prefabricado son en esencia construcciones de postes y vigas de hormigón creadas previamente de forma industrial, por lo que necesitan ser ensamblados en la obra. Estas estructuras a menudo usan paredes de corte de hormigón o mampostería reforzada ya sea de ladrillo o bloque. Es relevante mencionar que las conexiones mal diseñadas entre elementos prefabricados pueden fallar. La pérdida de soporte vertical puede ocurrir debido a un área de apoyo inadecuada y una conexión insuficiente entre los elementos del piso y las columnas (FEMA,2015).

**Figura 28.** Edificio de hormigón prefabricado.



Fuente: Edificio de hormigón prefabricado (Becker, 2020).

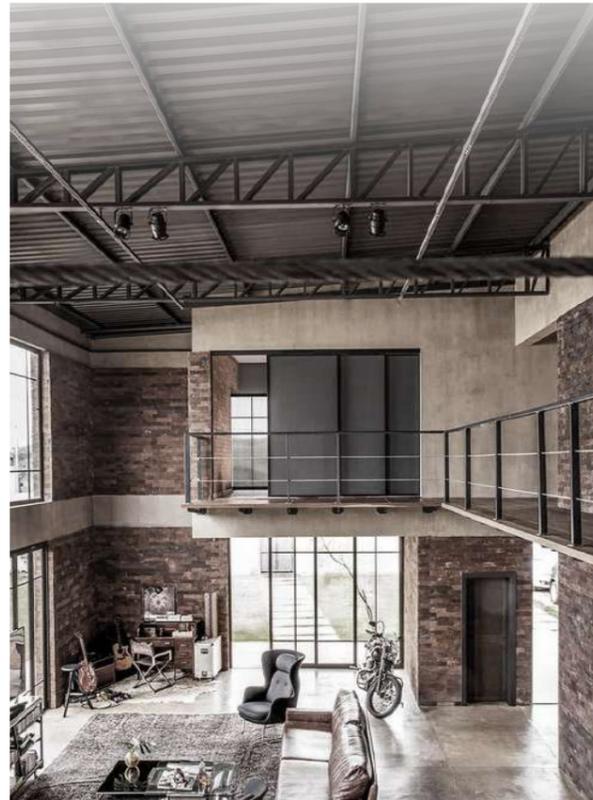
#### 14. Edificios de mampostería reforzada con diafragmas flexibles RM1.

En este tipo de edificios las paredes son de ladrillo o bloque de hormigón, el espesor suele ser de 0.20 a 0.30 m. Se requiere una inspección interior para determinar si los diafragmas son flexibles o rígidos. Los diafragmas se refieren a las losas o techos en donde se denominan flexibles aquellos contruidos con madera o acero ligero, esta clase de edificios pueden funcionar bien en terremotos moderados si están adecuadamente reforzados y con lechada, con suficiente anclaje de diafragma, además, una mala práctica de construcción puede dar como resultado paredes sin mortero y sin refuerzo, que fallaran fácilmente (FEMA,2015). Ver figura 29.

#### 15. Edificios de mampostería reforzada con diafragmas rígidos RM2. Ver figura 30.

En este tipo de edificios las paredes son de ladrillo o bloque de hormigón, el espesor suele ser de 0.20 a 0.30 m. Se requiere una inspección interior para determinar si los diafragmas son flexibles o rígidos. Los

**Figura 29.** Edificios de mampostería reforzada con diafragmas flexibles.



Fuente: Edificios de mampostería reforzada con diafragmas flexibles (Giacometti, 2019).

**Figura 30.** Edificio de mampostería reforzada con diafragmas rígidos.



Fuente: Edificio de mampostería reforzada con diafragmas rígidos (Finotti, 2017).

sistemas de diafragma de piso y techo rígidos más comunes son el hormigón prefabricado o el hormigón sobre plataforma metálica. Esta clase de edificios pueden funcionar bien en terremotos moderados si están adecuadamente reforzados y con lechada, con suficiente anclaje de diafragma, además, una mala práctica de construcción puede dar como resultado paredes sin mortero y sin refuerzo, que fallaran fácilmente (FEMA,2015).

#### 16. Edificios de mampostería no reforzada URM.

Estos edificios se caracterizan por usar mortero de cal débil para unir las piezas de mampostería, los arcos son una característica arquitectónica de los edificios con muros de carga de ladrillo mas antiguos. El desempeño de este tipo de construcción es pobre debido a la falta de anclaje de las paredes a los pisos y al techo, mortero blando y pilares estrechos entre las aberturas de las ventanas (FEMA,2015). Ver figura 31.

#### 17. Vivienda fabricada MH. Ver figura 32.

Esta clase de edificios pueden ser viviendas móviles o edificios modulares, como los

que se utilizan para aulas portátiles, por lo tanto, son elevados del suelo, no anclados al mismo, pueden o no, tener un sistema de arriostamiento sismorresistente. Estas viviendas prefabricadas son generalmente de un piso y vienen en diferentes tamaños,

**Figura 31.** Edificio de mampostería no reforzada.



Fuente: Edificio de mampostería no reforzada. Secretaría de cultura mexicana. (2018).

**Figura 32:** Vivienda fabricada.



Fuente: Vivienda fabricada (Small house bliss, 2014).

la unidad de ancho simple puede tener hasta 5,45m, la unidad de ancho doble tiene 6m o mas de ancho. Los pisos y techos usualmente se construyen con madera contrachapada o tablero de fibra orientada, mientras que las superficies exteriores están cubiertas con láminas de metal. La principal causa de daño se debe a la falta de conexión de cimentación permanente o un sistema de arriostamiento sismorresistente, con una sacudida moderada el edificio puede caerse de sus soportes, además las líneas de conexión de los servicios públicos se pueden cortar y el gas de escape puede provocar incendios (FEMA,2015).

#### 2.1.2.5.2 Tipologías estructurales de la segunda metodología

La segunda metodología constituye la inspección y evaluación sísmica simplificada de estructuras existentes pre-evento tomado de la Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015 .La cual establece 13 tipologías estructurales que serán detalladas a continuación.

#### 1. Madera W1

Se considera una estructura de madera cuando todos los elementos estructurales como vigas, viguetas, entablados, columnas, entramados, muros de corte y armaduras ligeras son de madera natural o laminada. Estas edificaciones tienen un peso ligero ya que generalmente son de uno o dos pisos, la falla más común se da en las uniones de los elementos estructurales. En la figura 10 podemos observar este tipo de estructura (SGR et al.,2016).

#### 2. Mampostería sin refuerzo URM. Ver figura 31.

A lo largo de la historia la mampostería ha constituido un material de gran importancia en las edificaciones patrimoniales de todo el mundo, siendo el más utilizado, hasta antes del hormigón armado y el acero, razón por la cual un gran número de monumentos y construcciones perteneciente a épocas antiguas han sido concebidos gracias a este material, sobreviviendo así, durante décadas a las diversas solicitaciones. Este tipo de construcción fue posible gracias a la acumulación de conocimiento empírico

transmitido de generación en generación (Cuellar,2014). Además, según la Guía Práctica para Evaluación Sísmica y Rehabilitación de Estructuras de Conformidad con la NEC, este tipo de mampostería hace referencia a aquellos muros de paredes portantes de diversos materiales como: ladrillo, bloque, adobe, bahareque, que no cuenten con refuerzos de varillas de acero (SGR et al.,2016).

#### 3. Mampostería reforzada RM. Ver figura 28.

Este tipo de estructura se encuentra conformada por piezas de mampostería con perforaciones verticales, reforzadas internamente con varillas o mallas generalmente de acero, embebidas en mortero, de tal manera que todos los materiales trabajan en conjunto. El mortero de relleno puede colocarse en todas las celdas verticales o solamente en aquellas donde está ubicado el refuerzo, los refuerzos pueden ser verticales y horizontales (NEC,2015).

#### 4. Mixta acero-hormigón o mixta madera-hormigón MX.

Este tipo de sistema se caracterizan por poseer entre sus elementos estructurales

(vigas columnas) piezas constituidas por diferentes materiales que trabajan solidariamente como una sola estructura, lo que permite aprovechar las características de cada material, limitando o eliminando sus aspectos desfavorables. Pueden existir variaciones como: acero-hormigón o madera-hormigón (SGR et al.,2016).ver figura 33 y 34

**Figura 33.** Estructura mixta de hormigón y acero.



Fuente: Estructura mixta de hormigón y acero. (Palma,2012).

**Figura 34.** Estructura de hormigón y madera.



Fuente:Estructura de hormigón y madera.(Gallardo,2021).

### 5. Pórtico de hormigón armado C1

Este sistema estructural se caracteriza por poseer vigas y columnas de hormigón armado. (SGR et al.,2016). Además, resulta necesario considerar que durante un sismo severo el cortante que se genera en vigas, columnas y muros, así como otras acciones internas dependen de la capacidad real a flexión de las rótulas plásticas que se han formado, las cuales se explicaron anteriormente en los pórticos resistentes a momento de hormigón armado (NEC,2015c). Ver figura 24.

### 6. Pórtico de hormigón armado con muros estructurales C2 . Ver figura 25.

Esta estructura está compuesta por pórticos de hormigón armado y muros estructurales, diseñados especialmente para resistir fuerzas sísmicas. Dichos muros se encuentran adecuadamente dispuestos en la edificación, es decir, se colocan de forma simétrica hacia la periferia, manteniendo su longitud en planta en todo lo alto de la estructura (NEC,2015c).

### 7. Pórtico de hormigón armado con mampostería confinada sin refuerzo C3. Ver imagen 26.

Esta estructura está compuesta por mampostería sin refuerzo construida rígidamente y rodeada en sus cuatro lados por pilares y vigas de hormigón armado no proyectados para que trabajen como pórticos resistentes a compresión (NEC,2015c).

### 8. Hormigón Armado prefabricado PC. Ver figura 28.

El hormigón armado prefabricado hace referencia a todos los elementos estructurales previamente elaborados de forma industrial y según las solicitaciones de diseño, es decir, cada pieza será creada con diferentes dimensiones y tipos acorde a las necesidades de la estructura. Finalmente, dichas piezas son trasladadas y ensambladas en obra, lo que ayuda a optimizar la producción, pues al ser una construcción en seco evitamos tiempos de fraguado y encofrado de piezas como suele realizarse normalmente, acortando de esta manera plazos de ejecución e incluso se logra disminuir el riesgo en el deterioro del material.

Al ser un sistema industrializado resulta ventajoso construir piezas en serie, por repetición masiva facilitando su armado y

montaje, además, mejora las características físicas del material como resistencia mecánica, resistencia a la corrosión, superficie de acabado superior y adherencia. Actualmente existen dos tipos de hormigón prefabricado: el pretensado y el postensado (Construpedia, s.f).

### 9. Pórtico de Acero laminado S1

Este sistema se caracteriza por tener elementos como vigas y columnas conformados por perfiles estructurales laminados en caliente o secciones armadas de placas laminadas en caliente, siendo sus conexiones las fallas más comunes frente a un sismo (SGR et al.,2016).Ver figura 13 y 14.

### 10. Pórtico de Acero laminado con diagonales S2. Ver figura 15.

La SGR (2016) afirma que este tipo sistema se refiere a un "pórtico de acero laminado en caliente y diagonales rigidizadores de acero a todo lo alto de la edificación" (p.134).

### 11. Pórtico de acero doblado en frío S3

Según la SGR (2016) este tipo de sistema se refiere a "elementos como vigas y columnas

conformadas por secciones de acero de lámina delgada doblada en frío" (p.134).Ver figura 21.

### 12. Pórtico de acero laminado con muros estructurales de hormigón armado S4

"Son pórticos de acero laminado en caliente con muros estructurales de hormigón armado a todo lo alto de la edificación. Las cargas laterales son resistidas por los muros que, por lo general, se ubican en el cajón de ascensores y gradas" (SGR et al.,2016, p.135). Ver figura 22.

### 13. Pórtico de Acero con paredes de mampostería S5

"Pórticos de acero laminado en caliente con paredes divisorias de mampostería de bloque de hormigón o ladrillo sin refuerzo" (SGR et al.,2016, p.135).Ver figura 23.

#### 2.1.2.5.3 Tipologías estructurales de la tercera metodología

La tercera metodología representa la evaluación de variables e indicadores de vulnerabilidad físico estructural de edificaciones urbanas según la Amenaza,

tomado del libro Propuesta Metodológica Análisis de Vulnerabilidades a nivel Municipal de la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR), en la cual se establecen siete sistemas estructurales que se detallarán a continuación.

### 1. Hormigón Armado

Hace referencia a la definición establecida en la sección 2.1.2.5.2. 5. Pórtico de hormigón armado C1.

### 2. Estructura metálica

Todas aquellas estructuras compuestas por elementos de acero en las vigas y columnas.

### 3. Estructura de madera

Hace referencia a la definición establecida en la sección 2.1.2.5.2. 1. Madera W1.

### 4. Estructura de caña

La caña Guadua angustifolia Kunth (GaK) es una de las más de mil doscientas especies de bambú que han sido identificadas en el mundo, es nativa de Colombia, Ecuador y Perú. Desde la época precolombina ha sido usada como material de construcción de

diferentes estructuras y actualmente existen testimonios de durabilidad en edificaciones que fueron construidas hace más de 100 años en ciudades como Guayaquil, Jipijapa y Montecristi en Ecuador además en Perú y Colombia. Este material sobresale por sus propiedades estructurales en sus tallos, como la relación peso- resistencia similar o superior al de algunas maderas siendo incluso comparado con el acero y con algunas fibras de alta tecnología, considerando que la capacidad para absorber energía y admitir una mayor flexión, hace que esta especie de bambú sea un material ideal para construcciones sismo resistente (NEC,2016). Ver figura 35.

### 5. Estructura de pared portante

Hace referencia a la definición establecida en la sección 2.1.2.5.2. 2. Mampostería sin refuerzo URM.

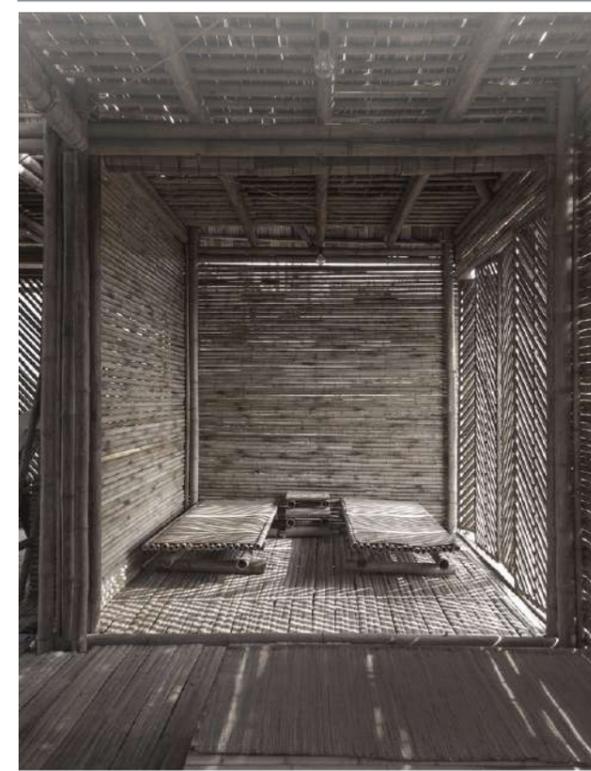
### 6. Mixta madera-hormigón

Hace referencia a la definición establecida en la sección 2.1.2.5.2. 4. Mixta acero-hormigón o Mixta madera- hormigón MX.

### 7. Estructura metal-hormigón

Hace referencia a la definición establecida en la sección 2.1.2.5.2. 4. Mixta acero-hormigón o Mixta madera- hormigón MX.

**Figura 35.** Estructura de caña.



Fuente: Estructura de caña (Thanh Ha,2013).

### 2.1.3 Tipos de suelo

Según la NEC (2014) en su normativa denominada Cargas Sísmicas Diseño Sismorresistente establece seis tipos de perfil de suelo, los cuales se clasifican desde la A a la E correspondientes a los 30 m superiores del

suelo. Aquellos perfiles que presenten estratos claramente diferenciados deben subdividirse, asignándoles un subíndice que va desde 1 en la superficie, hasta n en la parte inferior de los 30 m superiores del perfil. Para el perfil tipo F se aplican otros criterios específicos, este tipo de suelo requiere una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero en geotecnia.

#### 2.1.3.1 Tipo de suelo A

Se refiere a los suelos con roca competente, con velocidad de onda cortante de suelo entre  $V_s \geq 1500$  m/s

#### 2.1.3.2 Tipo de suelo B

Se refiere a los suelos con roca de rigidez media, con velocidad de onda cortante de suelo entre  $1500$  m/s  $> V_s \geq 760$  m/s

#### 2.1.3.3 Tipo de suelo C

Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, con velocidad de onda cortante de suelo entre 360 y 760 m/s o con suelos que cumplan con cualquiera de estos dos criterios: número medio de golpes del ensayo de penetración estándar mayor o igual a 50 ( $N \geq 50$ ) y la



resistencia al corte no drenado sea mayor o igual a 100 kPa ( $S_u \geq 100$ ).

#### 2.1.3.4 Tipo de suelo D

Perfiles de suelos rígidos, con velocidad de onda cortante de suelo mayores o iguales que 180 m/s pero menores que 360 m/s o con suelos que cumplan con cualquiera de estas dos condiciones: número medio de golpes del ensayo de penetración estándar mayores o iguales a 15 pero menores que 50 ( $50 > N \geq 15$ ) y la resistencia al corte no drenado sea mayor o igual a 50 kPa pero menor a 100 kPa ( $100 \text{ kPa} > S_u \geq 50 \text{ kPa}$ ).

#### 2.1.3.5 Tipo de suelo E

Perfiles con velocidad de onda cortante de suelo menores a 180 m/s ( $V_s < 180 \text{ m/s}$ ) o perfiles que contienen un espesor total H mayor a 3 metros de arcillas blandas con: índice de plasticidad mayor a 20 ( $IP > 20$ ), contenido de agua mayor o igual al 40% ( $w \geq 40\%$ ) y resistencia al corte no drenado menor a 50 kPa ( $S_u < 50 \text{ kPa}$ ).

#### 2.1.3.6 Tipo de suelo F

Este tipo de suelo se clasifica en 6 tipos:

F1. Son aquellos suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersos o débilmente encementados, etc. Se caracterizan por ser susceptibles a la falla o colapso causado por las fuerzas sísmicas.

F2. Este tipo de suelo se presenta cuando el espesor H es mayor a tres metros para turba, arcillas orgánicas y muy orgánicas.

F3. Se refiere a arcillas de muy alta plasticidad donde H es mayor a 7,5 m con índice de plasticidad IP mayor a 75.

F4. Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda donde H es mayor a 30 m.

F5. Suelos con contrastes de impedancia a ocurriendo dentro de los primeros 30 metros superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.

F6. Son aquellos rellenos colocados sin control ingenieril.

**Tabla 2.** Estaciones Acelerográficas de la RSA con ubicación y tipo de perfil de suelo.

Estación	Ubicación			Perfil de Suelo
	Latitud (°)	Longitud (°)	Altura msnm	
UNIVERSIDAD DE CUENCA	-2.8981	-79.0074	2480	B
REGISTRO CIVIL	-2.9003	-78.9996	2532	B
MIRAFLORES	-2.8816	-78.9909	2541	C
CHANLUD BASE	-2.6747	-79.0392	3350	A
PRESA D.P.-BASE	-2.5955	-78.5647	1835	A
MAZAR BASE	-2.5938	-78.6227	2120	A

Fuente: Tipo de perfil de suelo. (Red Sísmica del Austro, s.f., como se citó en Bermeo, 2016).

Para el presente estudio se determinó los tipos de suelo en base al siguiente cuadro con lo cual se estable que las dos zonas de estudio presentan un tipo de suelo B.

#### 2.1.4 Métodos de análisis de vulnerabilidad sísmica

2.1.4.1 Metodología propuesta por la agencia federal para el manejo de emergencias FEMA p-154.

El departamento de seguridad nacional de los estados unidos propone la metodología denominada: Evaluación visual rápida o RVS por sus siglas en inglés, se desarrolla con el objetivo de identificar y clasificar edificaciones de acuerdo a su nivel de vulnerabilidad sísmica. Utiliza una metodología basada en el

levantamiento de campo de un determinado edificio, mediante un formulario de recolección de datos. La persona encargada de realizar el levantamiento se denomina evaluador y es el encargado de completar la información requerida en el formulario a través de la observación visual del edificio desde el exterior, y solamente cuando sea posible desde el interior, es decir, no resulta vital para el análisis ingresar a la edificación.

Los evaluadores pueden ser ingenieros civiles, ingenieros estructurales, arquitectos, profesionales del diseño, funcionarios de la construcción, contratistas de la construcción, bomberos, estudiantes de arquitectura o ingeniería u otras personas con familiaridad general o experiencia en diseño o construcción



de edificios. Este manual está diseñado para minimizar la ambigüedad y limitar la necesidad de juicio, haciendo que la metodología sea accesible para cualquier evaluador.

Este procedimiento se caracteriza por ser rápido y económico con el fin de poder evaluar una lista considerable de edificios sin el alto costo de realizar un análisis sísmico detallado para cada edificio. Esta metodología nos permite determinar la vulnerabilidad sísmica de un determinado edificio de forma rápida, y en aquellas que sean potencialmente peligrosas se recomienda ser analizadas por un profesional del diseño con experiencia para determinar si las edificaciones están sísmicamente comprometidas (FEMA,2015).

El método RVS consta de un formulario como se mencionó anteriormente en donde se registra toda la información de la edificación, la cual se obtiene principalmente de un análisis visual de campo. Entre los datos necesarios para completar el formulario se encuentra: información de identificación del edificio, uso y tamaño, fotografía de la fachada, bocetos y

finalmente modificadores relacionados con el rendimiento sísmico (FEMA,2015).

El análisis inicia con la identificación del sistema estructural primario de resistencia a la fuerza sísmica y los materiales estructurales del edificio, el sistema estructural proporciona un puntaje básico el cual varía con la presencia de distintos modificadores, los valores designados a cada uno de los modificadores y al puntaje básico varían de acuerdo al nivel de peligro de la zona sísmica (FEMA,2015).

Mediante el análisis de los modificadores y sistema constructivo de la edificación se calcula un valor que representa el rendimiento sísmico esperado del edificio. Las puntuaciones finales suelen oscilar entre 0 y 7, con puntuaciones más altas correspondientes a un mejor rendimiento sísmico esperado y un menor potencial de colapso (FEMA,2015).

El análisis RVS consta de tres actividades principales: planificación, ejecución e interpretación de datos, las cuales se explicarán a continuación.

#### 2.1.4.1.1 Planificación

La planificación proporciona información detallada para realizar un análisis RVS, como primer paso la autoridad debe definir los objetivos del estudio y describir en que se utilizará sus resultados, posteriormente se define el alcance del análisis y se realiza el estudio de presupuesto, es decir, identificar cuantas edificaciones se van a estudiar y su nivel de análisis (FEMA,2015).

Una vez que el alcance del proyecto y el presupuesto están definidos, se procede a realizar actividades previas a la visita del campo, como: planificar un sistema de registro de información mediante el desarrollo de mapas que documenten la información local sobre los peligros sísmicos, seleccionar el formulario en función del peligro sísmico de la zona, capacitar y seleccionar personal para el llenado de fichas y revisión de información existente sobre los edificios, finalmente se debe identificar el tipo de suelo y revisar los planos en caso de ser posible (FEMA,2015).

#### 2.1.4.1.2 Ejecución

Esta etapa contiene la información necesaria

para poder analizar las edificaciones y poder completar los formularios correctamente, esta metodología consta de dos niveles de análisis visual rápido el nivel 1 y el nivel 2, a continuación se presentará las instrucciones para poder completar cada uno de los niveles empezando por el primero (FEMA,2015).

El formulario de análisis de nivel 1 se completa para cada edificio proyectado siguiendo los siguientes pasos:

1. Verificar y actualizar la información de identificación del edificio.
2. Caminar alrededor del edificio para identificar el número de pisos, su forma, y realizar un dibujo de planta y elevación en el formulario
3. Fotografar el edificio en su acceso principal.
4. Determinar y documentar la ocupación.
5. Revisar el tipo de suelo y los peligros geológicos identificados durante el proceso de planificación previo al campo.



6. Identificar irregularidades en la construcción y cualquier posible riesgo adyacente a la misma.

7. Agregar cualquier comentario sobre condiciones o circunstancias inusuales que puede afectar el análisis.

8. Colocar el puntaje básico de la edificación de acuerdo a su materialidad y sistema constructivo.

9. Seleccionar cada uno de los modificadores presentes en la edificación.

10. Determinar la puntuación final de nivel 1, SL1 ajustando el puntaje básico con los valores de cada modificador.

11. Completar la sección de resumen en la parte inferior del formulario.

El siguiente apartado proporciona indicaciones y orientación sobre la finalización de secciones del formulario.

#### Información de identificación del edificio

En la parte superior derecha del formulario se proporciona un espacio para documentar la información de identificación del edificio como su dirección, nombre del edificio, uso, latitud, longitud, y el tipo de suelo en el que está emplazado la edificación, en este apartado también se registra otra información necesaria como el nombre del evaluador, la fecha y hora de la evaluación (FEMA,2015).

#### Características de la edificación.

Debajo del apartado de información existe una casilla en donde se explicará las características de la edificación como el número de pisos, el número de sótanos, año de construcción, el año en el que se creó el código de construcción, el área total de piso y si la edificación presenta o no modificaciones (FEMA,2015).

En algunos lugares pueden no existir disposiciones de diseño sísmico o pueden haber sido implementadas recientemente, es por esto que se proporciona modificadores para ajustar las puntuaciones con el fin de reflejar los edificios construidos antes y después de que se implementaran las

disposiciones sísmicas, esto se lo puede determinar mediante el año de construcción de la edificación comparándolo con el año de implementación del código de construcción (FEMA,2015).

#### Año de construcción.

La información relacionada con el año de construcción de las edificaciones es de suma importancia porque evidencia el tipo de prácticas constructivas de cada época y por lo tanto puede ser un factor para determinar el tipo de edificación, lo cual afectaría al puntaje final.

Esta información no suele estar disponible en el sitio y, por lo tanto, debe obtenerse antes del trabajo de campo. Si la información sobre el "año de construcción" no está disponible durante la planificación previa al campo, se puede hacer una estimación aproximada de la edad del edificio sobre la base del estilo arquitectónico y el uso del edificio.

Una fuente adicional para obtener la antigüedad del edificio es a partir de un cartel o placa de dedicación. Estos son más comunes

para los edificios públicos y generalmente se encuentran cerca de la entrada principal del edificio. Si el año de construcción es solo una aproximación, se debe marcar la casilla "EST" para indicar que la entrada es estimada. El año del código es el año del código de construcción que se utilizó para diseñar el edificio.

El edificio puede haber sido diseñado varios años antes de que fuera construido y, por lo tanto, ser diseñado según un código anterior con diferentes requisitos para el detallado sísmico. Por lo general, el año del código solo se puede determinar a partir de los dibujos durante la planificación previa al campo. Si no se conoce el año del código, debe dejarse en blanco.

#### Fotografía de la edificación.

En el nivel 1 de análisis existe una casilla para colocar fotografías de la edificación, en la cual se deberá registrar sus fachadas, ingreso principal y cualquier característica relevante (FEMA,2015).

#### Boceto de la edificación.

De igual manera se dispone de una casilla

para dibujar un boceto de la edificación, como mínimo se deberá realizar un esquema de la planta de la edificación, aunque un esbozo de la elevación también puede ser de gran ayuda en algunos casos, si bien una fotografía tiene más detalle, el dibujo resalta las características importantes. (FEMA,2015).

#### Ocupación de la edificación.

Esta sección hace referencia al uso del edificio, aunque no interviene en su comportamiento frente a un sismo, es necesario para determinar la prioridad en el caso de un plan de gestión de riesgos. La metodología nos presenta 13 tipos distintos de ocupación para poder clasificar las edificaciones: Asamblea, comercial, servicios de emergencia, histórico, gobierno, protección, industrial, oficina, escuela, almacén y residencial (FEMA,2015).

#### Tipo de suelo.

Como se indicó en la etapa de planificación el tipo de suelo se debe identificar previo a la visita de campo, en el caso de no encontrar información sobre el tipo de suelo se deberá asumir que la edificación se encuentra en un suelo tipo "D" (FEMA,2015).

#### Peligros geológicos.

La licuefacción, el potencial de deslizamiento de tierra y la ruptura de fallas superficiales son tres tipos de peligros geológicos. Cualquiera de estas condiciones puede aumentar el riesgo de que un edificio sufra daños durante un sismo (FEMA,2015).

#### Edificaciones adyacentes.

La interacción entre edificios contiguos puede provocar varios tipos de daños al momento de un sismo, cuando no existe la separación suficiente entre edificios, se pueden golpear unos con otros mientras responden al movimiento del suelo (FEMA,2015).

Otra preocupación potencial son los peligros de caídas de un edificio adyacente o elementos del mismo como chimeneas, parapetos, paredes, apéndices, tanques, letreros o cualquier otro componente del edificio que podría perjudicar a la estructura analizada.

La guía proporciona espacios de separación mínimos entre edificios adyacentes. En regiones de muy alta sismicidad, el espacio mínimo entre los dos edificios es de 2 pulgadas

por piso. En las regiones de alta sismicidad, el espacio mínimo es de 1 1/2 pulgadas por piso. En regiones de sismicidad moderadamente alta, el espacio mínimo es de 1 pulgada por piso. En las regiones de sismicidad moderada y baja, el espacio mínimo es de 1/2 pulgada por piso (FEMA,2015).

#### Riesgos exteriores.

Hace referencia a los riesgos de caída de elementos no estructurales como chimeneas, parapetos, cornisas, enchapados, voladizos y revestimientos pesados, pueden representar un peligro para la seguridad de las personas si no se anclan adecuadamente al edificio (FEMA,2015).

#### Daños y deterioro.

El deterioro de los elementos estructurales puede tener un impacto significativo en el rendimiento esperado de un edificio, por lo tanto, debe ser tomado en cuenta al realizar una encuesta. Los edificios que están en mal estado y muestran signos evidentes de deterioro debido a la intemperie en sus principales elementos estructurales son candidatos para una mayor investigación

(FEMA,2015).

#### Irregularidades

Los edificios suelen presentar distintas irregularidades, estas pueden ser horizontales y verticales. A menudo, el primer piso de un edificio es más alto que los pisos de arriba, como en el caso de un edificio con espacio comercial en la planta baja y apartamentos en la parte superior. Un edificio en una esquina puede tener muchas ventanas en los dos lados que dan a la calle, pero tener paredes sólidas en los otros dos lados. Irregularidades como estas afectan negativamente el desempeño sísmico de un edificio al concentrar las demandas en ciertos niveles o elementos del piso. Las demandas concentradas pueden provocar daños, fallas y, en algunos casos, colapso (FEMA,2015). Ver figura 36.

**Figura 36.** Edificación con irregularidad vertical.

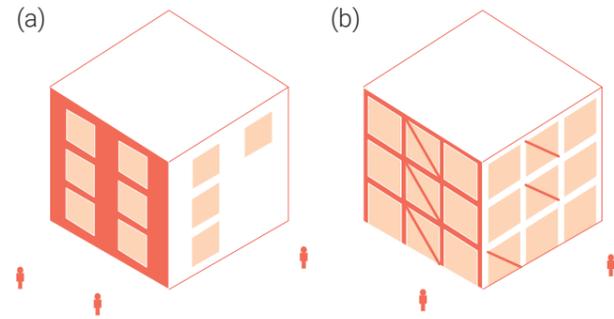


Fuente: Edificación con irregularidad vertical(LGM Studio,2021).



### Irregularidad vertical

Plano de retroceso



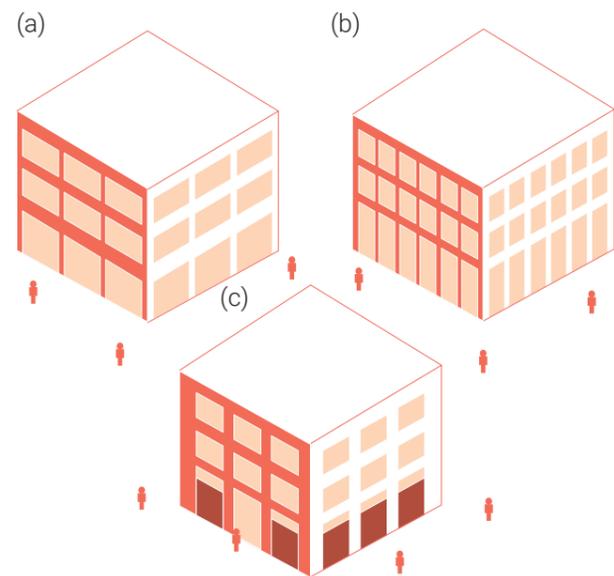
### Instrucciones

Gravedad: Moderada

Aplicar si hay un desplazamiento del sistema lateral en el plano. Por lo general, esto se puede observar en el marco arriostrado (Figura (a)) y edificios de muros de cortante (Figura (b)).

**Figura 37** Diagrama de edificación con desplazamiento del sistema lateral en el plano. (FEMA,2015). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

Columna corta/pilar

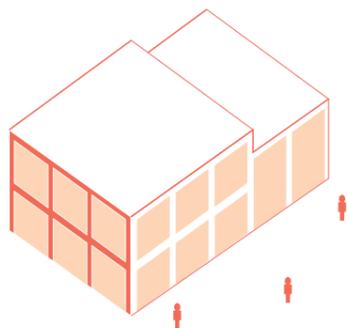


Gravedad: Grave

Aplica si: La figura (a): algunas columnas/pilar son mucho más cortas que las típicas columnas/pilares en la misma línea. La figura (b): Las columnas/pilares son estrechas en comparación con la profundidad de las vigas. La figura (c): Existen muros de relleno que acortan la altura libre de la columna. Tenga en cuenta que esta deficiencia se observa típicamente en hormigón y acero de construcción más antiguo.

**Figura 38** Diagrama de edificación con columna corta (FEMA,2015). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

Niveles de división



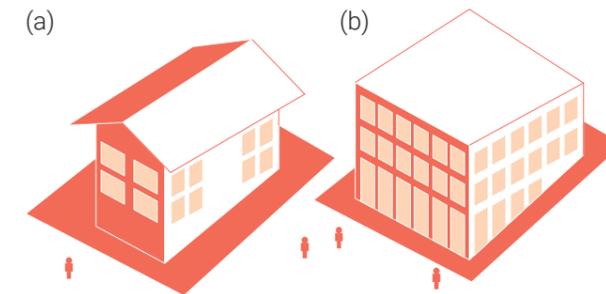
Gravedad: Moderada

Aplicará si los pisos del edificio no se alinean o si hay un paso en el nivel del techo.

**Figura 39** Diagrama de edificación con niveles desalineados. (FEMA,2015). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

### Irregularidad vertical

Declive del sitio



### Instrucciones

Gravedad: Varía

Aplicar si hay más de una pendiente de una sola planta de un lado del edificio a la otra. Evaluar como grave a los edificios W1 figura(a); evaluar como moderada a todos los demás tipos de construcción, como se muestra en la figura (b).

**Figura 40** Diagrama de edificio con declive de sitio. (FEMA,2015). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

Pared de sótanos sin refuerzo

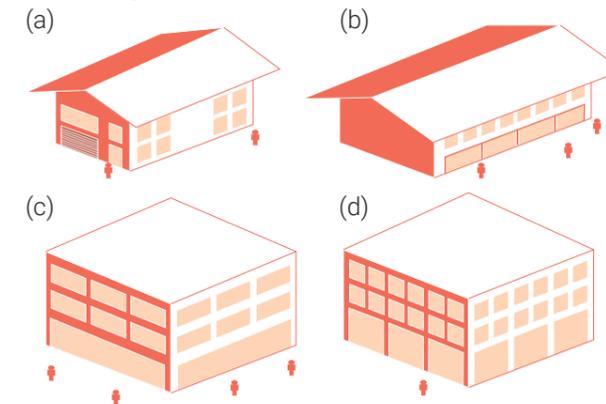


Gravedad: Moderada

Aplicar si se observan muros bajos sin refuerzo en el espacio de acceso al edificio. Eso se aplica a los edificios W1. Si está ocupado el sótano, tenga en cuenta esta condición como un piso suave.

**Figura 41** Diagrama de edificación con pared de sótanos sin refuerzo. (FEMA,2015). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

Planta baja débil o blanda

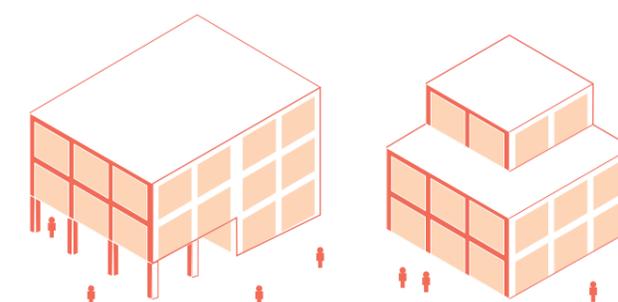


Gravedad: Grave

Aplicar: La figura (a): Para una casa W1 con el espacio ocupado sobre un garaje con longitudes de pared limitadas o cortos a ambos lados de la abertura del garaje. La figura (b): Para un edificio W1A con un frente abierto en la planta baja (por ejemplo, para el estacionamiento). La figura (c): Cuando uno de los pisos tiene menos de pared o menos de columnas que los demás (Por lo general el piso de abajo). La figura (d): Cuando uno de los pisos es más alto que los otros

**Figura 42** Diagrama de edificación con planta baja débil. (FEMA,2015). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

Fuera del plano de retroceso



Gravedad: Grave

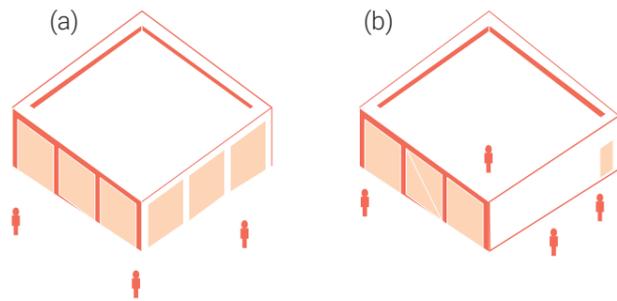
Aplica si las paredes del edificio no se apilan verticalmente en el plano. Esta irregularidad, es más grave cuando los elementos verticales del sistema lateral en los niveles superiores están por fuera de los que están en los niveles más bajos, como se muestra en las figuras (a) y (b).

**Figura 43.** Diagrama de edificación con muros fuera de plano. (FEMA,2015). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).



### Irregularidad en planta

#### Torsión

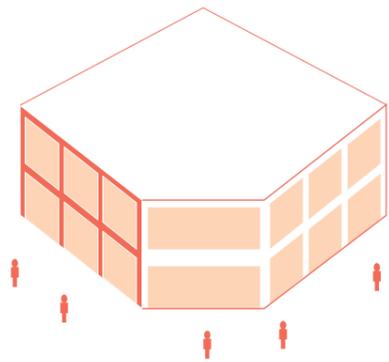


### Instrucciones

Aplica si hay una buena resistencia lateral en una dirección, pero no en la otra, o si hay rigidez excéntrica en la planta (como se muestra en las figuras (a) y (b)); paredes sólidas en dos o tres lados y paredes que presentan aberturas en los lados restantes.

**Figura 44.** Diagrama de edificación con torsión en planta. (FEMA,2015). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

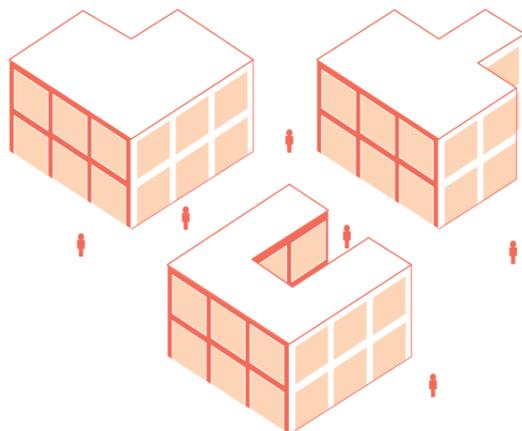
#### Sistemas no paralelos



Aplica si los lados del edificio no forman ángulos de 90 grados.

**Figura 45.** Diagrama de edificación con sistemas no paralelos. (FEMA,2015). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

#### Esquina interior

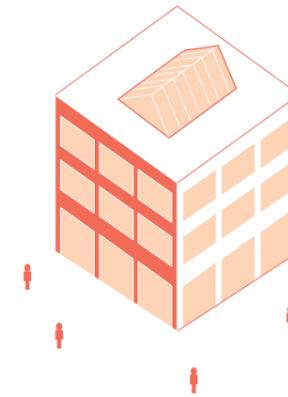


Aplicará si hay un rincón de reentrada, es decir, el edificio es L, T, U, o en forma de cruz, con proyecciones de más de 6 m. Siempre que sea posible, comprobar para ver si hay separaciones sísmicas donde las alas se encuentran.

**Figura 46.** Diagrama de edificación con esquina reentrada. (FEMA,2015). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

### Irregularidad en planta

#### Las aberturas de diafragma

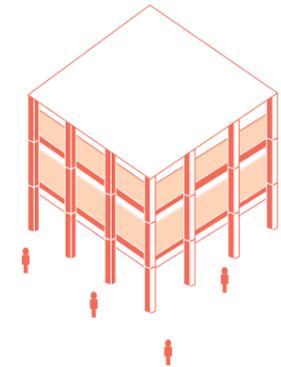


### Instrucciones

Aplica si hay una abertura que tiene un ancho de más de 50% de el ancho de la losa en cualquier nivel.

**Figura 47.** Diagrama de edificación con aberturas en el diafragma. (FEMA,2015). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

#### Vigas no alineadas con columnas



Aplicará si las vigas exteriores no se alinean con las columnas en la planta. Típicamente, esto se aplica a edificios de concreto, donde las columnas perimetrales están por fuera de las vigas perimetrales.

**Figura 48.** Diagrama de edificación con vigas no alineadas con columnas. (FEMA,2015). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).



### Identificación del tipo de edificación según FEMA.

Existen dos características clave del desempeño sísmico de una edificación: el material de construcción y el tipo de sistema de resistencia a la fuerza sísmica (FEMA,2015). Un sistema de clasificación de edificios permite agrupar edificios con materiales y sistemas constructivos similares, facilitando la identificación de la estructura, los tipos de edificación son 17 los cuales se detallaron en la sección 2.1.2.5. y se numeran a continuación

1. Viviendas unifamiliares o multifamiliares con estructura de madera liviana de uno o más pisos de altura (W1).
2. Edificios residenciales de varios pisos y unidades múltiples con estructura de madera liviana con áreas en planta en cada piso de más de 280 metros cuadrados (W1A).
3. Edificios comerciales e industriales con estructura de madera con un área de piso mayor a 465 metros cuadrados (W2).
4. Pórtico de acero resistente a momento (S1).
5. Pórtico de acero reforzado o pórtico arriostrado (S2)

6. Edificios de metal ligero (S3).
7. Pórticos de acero con muros de corte de hormigón colocado in situ (S4).
8. Pórtico de acero con mampostería no reforzada (S5).
9. Pórticos resistentes a momento de hormigón (C1).
10. Edificios con muros de corte de hormigón (C2).
11. Pórtico de hormigón con mampostería no reforzada (C3).
12. Edificios abatibles (PC1).
13. Edificios de hormigón prefabricado (PC2).
14. Edificios de mampostería reforzada con diafragmas flexibles (RM1).
15. Edificios de mampostería reforzada con diafragmas rígidos (RM2).
16. Edificios de mampostería no reforzada (URM).
17. Vivienda fabricada (MH).

Para identificar el tipo de edificación se realiza una inspección visual externa y si es posible una inspección interna la cual contribuye a corroborar el tipo de edificio, sin embargo, este requerimiento no es de suma importancia para el análisis, puesto que existirán edificaciones

en donde el acceso sea restringido y eso es completamente aceptable. Los 17 tipos de edificaciones que se muestran en el manual se detallan con características y ejemplos propios de cada uno, con el fin de facilitar su reconocimiento en campo, sin embargo, existirán algunos en donde no se pueda identificar el tipo de edificio de FEMA, debido a su tratamiento de fachada. En este caso, evaluador debe eliminar los tipos de edificios que no son posibles y asumir que cualquiera de los otros es posible. Si quedan dos o tres posibilidades, los puntajes básicos para todos los posibles tipos de edificios se marcarán con un círculo en el formulario de recopilación de datos. Si quedan más de tres posibilidades, el evaluador encierra en un círculo "No sé" y no calcula una puntuación para el edificio. A cada uno de los sistemas estructurales o tipos de edificios se le otorgó un valor numérico que representa el nivel de respuesta frente a un sismo, a este valor se lo denomina puntaje básico como se representa en la tabla 2

### Modificadores.

Una vez que el evaluador ha completado la

parte superior del formulario e identificado el tipo de edificio según FEMA, el siguiente paso es calcular la vulnerabilidad del edificio utilizando la matriz de puntuación. La matriz de puntuación, proporciona el puntaje básico y los modificadores de puntuación relacionados con las características del edificio y sus atributos. Las características del edificio que afectan el rendimiento son: la presencia de irregularidades, el uso del código de construcción y el tipo de suelo. A continuación, se presenta una tabla con los modificadores y cada uno de sus valores de acuerdo a cada uno de los sistemas constructivos, finalmente se calcula la vulnerabilidad de la edificación denominada con la letra "s" mediante una sumatoria del puntaje básico y todos los modificadores presentes en la estructura (FEMA,2015). Ver tabla 3

Con esto se culminaría el nivel 1 de análisis, sin embargo, la metodología nos da la posibilidad de realizar un análisis de nivel 2 opcional en el cual se consideran nuevamente las irregularidades presentes en la edificación, el golpeteo generado entre estructuras y otras características específicas para cada sistema



estructural que se describirán a continuación (FEMA,2015). Ver tabla 4.

El formulario de nivel 2 nos presenta una serie de enunciados los cuales deberán ser señalados en el caso de ser verdaderos, una vez considerado todas las irregularidades y los modificadores se realiza una última sumatoria para determinar el valor final s de la edificación.

**Tabla 2.** Cuadro de tipologías estructurales y puntajes básicos.

NOTA DE BASE, MODIFICADORES, Y ULTIMA Puntuación NIVEL 1, SL1																	
FE+B40:R40MA tipo de edificio	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
Puntaje Básico	3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5

Fuente: Cuadro de tipologías estructurales y puntajes básicos. (FEMA,2015). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

**Tabla 3.** Cuadro de modificadores y sus puntajes.

NOTA DE BASE, MODIFICADORES, Y ULTIMA Puntuación NIVEL 1, SL1																	
FE+B40:R40MA tipo de edificio	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
Puntaje Básico	3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5
I. Vertical Grave, VL1	-1.2	-1.2	-1.2	-0.1	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	N/A
I. V. Moderada, VL1	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.4	N/A	N/A
Irre. de planta, PL1	-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4	N/A
Pre-Código	-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	0.0	-0.1	-0.1
Post-año referencia	1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	N/A	1.9	2.1	N/A	2.0	2.4	2.1	2.1	N/A	1.2
Suelo tipo A o B	0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3
S.tipo E (>3 pisos)	0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4
S. tipo E (1-3 pisos)	-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	N/A	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	N/A	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	N/A

Fuente: Cuadro de modificadores y sus puntajes. (FEMA,2015). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

**Tabla 4** Formulario de análisis nivel 1 de vulnerabilidad de edificaciones propuesta por la agencia federal para el manejo de emergencias FEMA P-154. (FEMA,2015). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

Exploración rápida visual de los posibles riesgos sísmicos										NIVEL 1	
FEMA P-154 Formulario de Recolección de Datos										ALTA Sismicidad	
Dirección:											
Código postal:											
Otra identificación:											
Nombre de la edificación:											
Uso:											
Latitud:					Longitud:						
Ss:					Fecha/Hora:						
Inspector(s):											
No. pisos:			N. sup.:		N. infe.:		Año de const.:				
Superficie total del suelo:					Código de const.:						
Adiciones:			Ninguna		Si		Año de const.:				
Ocupación:											
Asamblea		Comercial		Emergencia		Histórico		Albergue			
Industrial		Oficina		Escuela		Gobierno					
Utilidad		Almacén		Residencial		# Unid:					
Tipo de suelo:											
A		B		C		D		E		F	
Roca		Roca		Suelo		Suelo		Blando		No se	
Dura		Débil		Denso		Duro		S.		Pobre	
Si no se sabe, asumir que el suelo es tipo D											
Riesgos geológicos:											
Licuefacción			Deslizamiento			Rup.Superf.					
Si			No			No,Sé			Si		
No			No,Sé			Si			No		
No,Sé			Si			No			No,Sé		
Adyacencia		Golpes		Peligro de caída del edificio a.							
Irregulari.		Vertical		Planta							
Peligros		Chimeneas sin soporte		Enchapado pesado							
Caída de Ext.		Parapetos		Apendices							
Otros:											
Comentarios:											

NOTA DE BASE, MODIFICADORES, Y ULTIMA Puntuación NIVEL 1, SL1																	
FE+B40:R40MA tipo de edificio	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
Puntaje Básico	3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5
I. Vertical Grave, VL1	-1.2	-1.2	-1.2	-0.1	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	N/A
I. V. Moderada, VL1	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.4	N/A	N/A
Irre. de planta, PL1	-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4	N/A
Pre-Código	-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	0.0	-0.1	-0.1
Post-año referencia	1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	N/A	1.9	2.1	N/A	2.0	2.4	2.1	2.1	N/A	1.2
Suelo tipo A o B	0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3
S.tipo E (>3 pisos)	0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4
S. tipo E (1-3 pisos)	-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	N/A	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	N/A	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	N/A
P. Mínimo SMIN	1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0

PUNTAJE FINAL "S"		
Alcance de Control:		
Exterior:	Parcial	Total
Interior:	Ninguna	Visible
Dibujo:	Si	No
Tipo de fuente del suelo:		
Tipo de fuente del p. geol.:		
Persona de contacto:		
¿Inspeccion de nivel 2 realizada?		
Si, puntuación final nivel 2, SL2		
Peligros no estruc.:		
Si		
No		
Otros Riesgos:		
¿Hay peligros que provocan una evaluación detallada estructural?		
"Golpeado potencial (a menos SL2>línea de cortes si se conoce"		
Riesgos Geológicos o Tipo de Suelo"		
Daños significativos al sistema estructura		
Acción Requerida		
¿Requiere una eval. det. estruc.?		
Si, Tipo de edificación desconocida por la fema u otro tipo de edifi.		
Si, Resultado menor al min. puntaje.		
Si, Presenta otros peligros		
No		
¿Requiere una eval. no estru.det.?		
Si, los peligros no estructurales identificados deben ser evaluados		
No, existen peligros no estructurales que pueden requerir mitigación		
No se		
Cuando la información no puede ser verificada, escriba: EST= estimado o dato no fiable o DNK un= No lo sé:		
Leyenda: MRF= Pórtico resistente a momento RC= Concreto Reforzado URM INF= Relleno de mamp. no ref.		
BR= Pórtico arriostrado SW= Muro de Corte TU= Tilt up		
MH= Vivienda		
LM= Metal Ligero		
RD= Diafragma rígido		

**Tabla 5. Nivel 2 de vulnerabilidad de edificaciones propuesta por la agencia federal para el manejo de emergencias FEMA P-145 (FEMA,2015). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).**

Nombre del edificio:		Puntaje final nivel 1: SL1=		(No considerar Smin.)	
Inspector:		Irreg. de nivel 1: l. vertical, VL1=		l. horizontal, PL1=	
Fecha/Hora:		Ajuste del P. básico: S'=(SL1-VL1-PL1)=			
<b>MOD. ESTRUCTURALES PARA AÑADIR AL P. BÁSICO AJUSTADO</b>				<b>NIVEL 2</b>	
Tema	Enunciado	(Si el enunciado es verdadero marque en la comuna "Si")	Si	Subtotal	
Irreg. vertical, VL2	Sitio con pendiente	Edif. W1: Hay al menos un cambio de nivel de un piso completo.	-1.2		
		Edif. noW1: Hay al menos un cambio de nivel de un piso completo.	-0.3		
	Piso débil o blando (Marque el valor máximo)	Edificio W1: Existe una pared de sotano sin refuerzo.	-0.6		
		Edificio W1: Existe debajo de un piso una abertura de garaje sin un pórtico resistente a momentos de acero y que tenga como mínimo 2.50m de pared continua o 5.00m de pared como mínimo para edificios que tengan múltiples pisos ocupados.	-1.2		
		Edif. WA1: Hay aberturas en la planta baja mayores al 50% de su longitud.	-1.2		
		Edif. que nos son W1: La longitud del lateral en cualquier piso es menor al 50% de el piso superior la altura de piso es el doble del piso anterior.	-0.9		
		Edificios que nos son W1: La longitud del lateral en cualquier piso esta entre el 50% y el 75% de el piso superior la altura de piso superior es 1.3 o 2.0 veces la altura del piso anterior.	-0.5		
		Retranqueo	Los elementos verticales de un piso superior se encuentran fuera del area del piso inferior lo que hace que los diafragmas tranjen en volado.		-1.0
			Los elementos verticales en los pisos superiores del sistema se encuentran dentro del piso inferior.		-0.5
			Hay un desplazamiento en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.		-0.3
Columna corta	Edificaciones tipo C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20% de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columnas en el sistema lateral tienen relaciones de altura / profundidad inferiores al 50% de la relación nominal de altura / profundidad en ese nivel.	-0.5			
	Edificaciones tipo C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La profundidad de la columna (o ancho del pilar) es menos de la mitad de la profundidad de la junta, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0.5			
Desnivel	Hay un desnivel en uno de los pisos o en la cubierta.	-0.5			
Otras irregularidades	Existe otra irregularidad vertical severa observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-1.0			
	Existe otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.	-0.5			
Irreg. horizontal, PL2	Irregularidad torsional: el sistema no parece estar relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad de frente abierto W1A indicada anteriormente).		-0.7		
	Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.		-0.4		
	Esquina interior. Ambas proyecciones de una esquina interior superan el 25% de la dimensión del plano general en esa dirección.		-0.4		
	Abertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con un ancho superior al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.		-0.2		
	Desplazamiento fuera del plano del edificio C1, C2: Las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano.		-0.4		
	Otra irregularidad: Existe otra irregularidad observable en el plano que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.		-0.7		
Simetria	El edificio tiene al menos dos tramos de elementos a cada lado del edificio en cada dirección.		0.3		
Golpeteo	El edificio está separado de una estructura adyacente por menos del 1% de la altura del edificio más corto y la estructura adyacente y:	Los pisos no se alinean verticalmente (mínimo 60cm de diferencia) (Puntaje máximo de el modificador de golpeteo -1.2)	-0.1		
		Una edificación es dos pisos mayor a la otra	-0.1		
	La edificación se encuentra al final de la manzana	-0.5			
Edif. S2	Geometria de riostra en forma de "K".		-1.0		
Edif. C1	La placa plana sirve como viga en el portico de momento.		-0.4		
Edif.PC1/RM1	Hay ataduras de techo a pared que son visibles o conocidas a partir de dibujos que no se basan en la flexión transversal.		0.3		
Edif.PC1/RM2	El edificio tiene paredes interiores de altura completa y poco espaciadas (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).		0.3		
URM	Hay muros a dos aguas.		-0.4		
MH	Sistema de arriostamiento sísmico suplementario provisto entre el carro y el suelo.		1.2		
Remod.	La modernización sísmica integral es visible o conocida por los dibujos.		1.4		
<b>PUNTAJE FINAL NIVEL 2, SL2=(S'+VL2+PL2+M)&gt;SMIN:</b>				<b>M=</b>	

2.1.4.2 Metodología propuesta en la Guía Práctica para Evaluación Sísmica y Rehabilitación de Estructuras, de Conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015.

La metodología propuesta por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, está basada en el modelo FEMA P-145, el método de evaluación visual rápido de vulnerabilidad sísmica de edificaciones busca analizar un gran número de construcciones con el fin de identificar aquellas que presenten mayor vulnerabilidad frente a un evento sísmico, de esta forma se puede reconocer las edificaciones que necesitan un estudio más detallado. La evaluación consta de tres etapas: planificación, recopilación de datos e interpretación, las cuales se explicarán a continuación (SGR et al., 2016).

#### 2.1.4.2.1 Planificación

La planificación de la evaluación visual rápida de vulnerabilidad sísmica consta de los siguientes pasos:

-Generar un presupuesto que tome en cuenta los costos de capacitación del personal que va

a realizar las evaluaciones, y que incluya una posible extensión del proyecto.

-Identificar el uso de los resultados obtenidos.

-Realizar el respectivo análisis de sitio donde se encuentra emplazada la edificación, esto incluye, determinación de tipologías constructivas, tipo de suelo, comportamiento sísmico del sitio, entre otros. Esta información se puede obtener a través de municipios, artículos científicos o criterios específicos de profesionales como arquitectos o ingenieros del sitio (SGR et al., 2016).

-Resulta indispensable conocer el funcionamiento del formulario en su totalidad, puesto que la información recopilada en el mismo permitirá obtener un puntaje final para la estructura, el cual representa el grado de vulnerabilidad de la edificación. Aquellas construcciones con mayores puntajes serán menos vulnerables a un sismo (SGR et al., 2016).

-Capacitar al personal encargado de realizar las evaluaciones, mediante cursos explicativos



donde se abordarán temas como: tipos de sistemas estructurales, tipos de suelo, comportamiento de estructuras, entre otros. Esto con el fin de garantizar la calidad de los datos recopilados en el sitio (SGR et al., 2016).

-Recopilar información previa a la visita como: área de construcción, sistema constructivo, antigüedad, y de ser posible planos arquitectónicos o estructurales de las edificaciones, lo cual facilitará el trabajo en el campo (SGR et al., 2016).

-Finalmente, es necesario visitar el lugar donde se verificará la información obtenida en los planos, realizando esquemas en planta y elevación, además, se tomará una fotografía de la fachada de la edificación, con el fin de determinar aquellas variables de las cuales no se pudo obtener información, así se logra completar el formulario y establecer el grado de vulnerabilidad de la edificación (SGR et al., 2016).

#### 2.1.4.2.2 Recopilación de datos

La siguiente fase del método hace referencia a la recopilación de datos en el sitio, es decir,

como llenar el formulario de evaluación visual rápida de vulnerabilidad sísmica de edificaciones, el manual está diseñado para que funcione de una manera secuencial y eficiente, a continuación, se detalla cada uno de los apartados que forman parte del formulario:

#### Datos de la edificación.

Se encuentra ubicado en la parte superior derecha del formulario, en este apartado se coloca la dirección de la edificación buscando ser lo más específico posible, el nombre de la edificación en caso de tenerlo, y el tipo de uso de la edificación, este último no modifica el comportamiento de la edificación ante una amenaza, pero permite generar una escala de prioridad al momento de realizar un plan de gestión de riesgos. El formulario presenta nueve tipos de usos fáciles de reconocer que se dan en las edificaciones y son: asamblea, comercial, servicios de emergencia, gobierno, histórico, industrial, oficina, residencial y educativo (SGR et al., 2016).

Otros datos que se inscriben en esta etapa son la fecha de realización de la evaluación, el

año de construcción de la edificación, el año de restauración o modificación en el caso de tenerla, así como el número de pisos y el área total de la construcción (SGR et al., 2016).

#### Datos del profesional.

Se presenta un espacio para registrar la información del profesional a cargo de la evaluación como su nombre completo, su cédula de identidad y el registro del SENESCYT que lo califica (SGR et al., 2016).

#### Esquema estructural en planta y elevación.

Está ubicado en la parte superior izquierda del formulario, en él se tendrá que colocar un esquema en planta, así como en elevación de la edificación y sus respectivas medidas; largo ancho y altura de entrepiso (SGR et al., 2016).

#### Fotografía

El lugar para la fotografía se encuentra en la parte derecha debajo de los datos del profesional, la fotografía será de la parte frontal de la edificación (acceso principal), procurando que se pueda observar en su totalidad (SGR et al., 2016).

#### Identificación del sistema estructural

El evaluador encargado de llenar el formulario deber ser capaz de reconocer el sistema estructural de la edificación, en caso de no poder determinar el tipo de estructura, y no poder acceder a la edificación, se deberá eliminar aquellos sistemas estructurales que sean imposibles para la estructura en estudio y calificar las posibles opciones que quedan. El resultado final S que se considere será el de menor valor. (SGR et al., 2016).

De igual manera el formulario facilita 13 tipologías de sistema estructural más comunes en el Ecuador:

1. Madera (W1),
2. Mampostería sin refuerzo (URM),
3. Mampostería reforzada (RM),
4. Mixta acero-hormigón o mixta madera-hormigón (MX),
5. Pórtico Hormigón Armado (C1),
6. Pórtico H. Armado con muros estructurales (C2),
7. Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin Refuerzo (C3),
8. H. Armado prefabricado (PC),



- 9. Pórtico Acero Laminado (S1),
- 10. Pórtico Acero Laminado con diagonales (S2),
- 11. Pórtico Acero Doblado en frío (S3),
- 12. Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado (S4),
- 13. Pórtico Acero con paredes mampostería (S5)

las cuales se detallan en la sección 2.1.2.5.2.

Para cada tipología de construcción se calculó un índice de peligro estructural o puntaje básico que refleja la probabilidad de daño y pérdida de una edificación ante un sismo, basándose en la FEMA 154 y 155 (SGR et al., 2016). Ver tabla 06.

**Modificadores.**

Constituyen las principales características

**Tabla 06.** Cuadro de tipologías estructurales y puntajes básicos.

TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL													
Madera	W1	Pórtico de hormigón armado		C1	P. de A. laminado		S1						
Mampostería sin refuerzo	URM	P. H°A° con m. estructurales		C2	P. de Acero L. con diagonales		S2						
Mampostería reforzada	RM	P H°A° con m. sin refuerzo		C3	P. de A. doblado en frío		S3						
Mixta acero-H°o madera-H°	MX	H. Armado prefabricado		PC	P. de A. con paredes de H°		S4						
							S5						
PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL													
Tipología estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2

Fuente: Cuadro de tipologías estructurales y puntajes básicos. (SGR et al., 2016). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

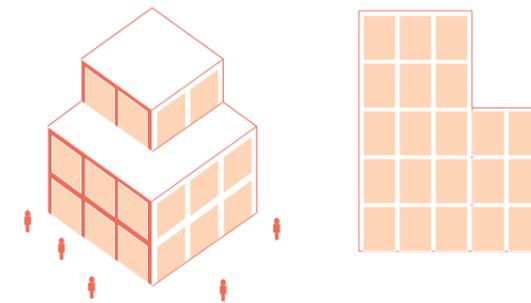
de una edificación o del sitio en el que se encuentra emplazado, intervienen en el comportamiento de la estructura, entre los cuales están: altura de la edificación, irregularidad de la edificación, código de la construcción y tipo de suelo (SGR et al., 2016).

La altura de la edificación se clasifica en tres tipos: baja altura de uno a tres pisos, mediana altura de cuatro a siete pisos y de gran altura de 8 pisos en adelante (SGR et al., 2016). En una construcción se puede presentar dos tipos de irregularidades: verticales en la elevación y horizontales en planta (SGR et al., 2016).

A continuación, se presentarán las irregularidades en elevación que se deben marcar en el formulario:

-Irregularidad geométrica: la construcción presenta irregularidad cuando la dimensión en planta de cualquier piso es mayor que 1.3 a un piso adyacente, excepto en el caso de los altillos de un solo piso ( $a > 1.3b$ ) (SGR et al., 2016). Ver figura 49.

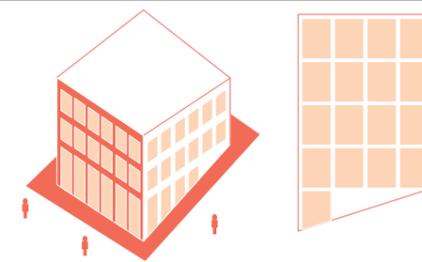
**Figura 49.** Diagrama de edificación con irregularidad geométrica.



Fuente: Diagrama de edificación con irregularidad geométrica. (SGR et al., 2016). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

-Irregularidad por ubicación: si la edificación se encuentra ubicada en una gran pendiente (SGR et al., 2016). Ver figura 50.

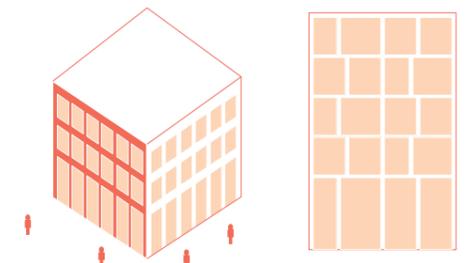
**Figura 50.** Diagrama de edificación con irregularidad por ubicación.



Fuente: Diagrama de edificación con irregularidad por ubicación. (SGR et al., 2016). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

-Piso débil: si la rigidez de un piso es drásticamente menor que la mayoría de los demás pisos. Disminución en mampostería portante o muros estructurales (SGR et al., 2016). Ver figura 51.

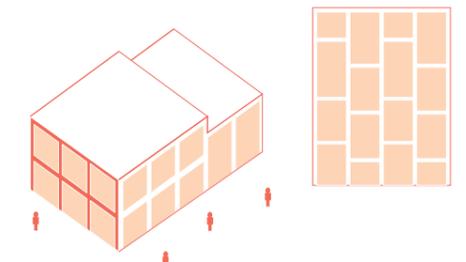
**Figura 51.** Diagrama de edificación con piso débil.



Fuente: Diagrama de edificación con piso débil. (SGR et al., 2016). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

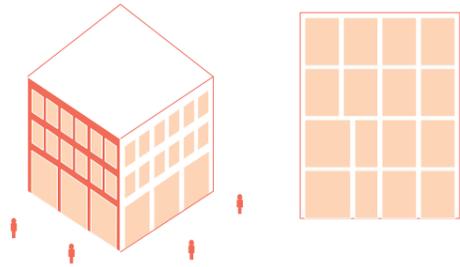
-Columna corta o larga: si la edificación presenta columnas cortas o demasiado largas (comúnmente en mezanines) (SGR et al., 2016). Ver figura 52.

**Figura 52.** Diagrama de edificación con columna corta.



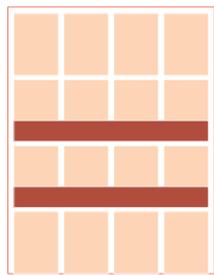
Fuente: Diagrama de edificación con columna corta. (SGR et al., 2016). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

**Figura 53.** Diagrama de edificación con ejes verticales discontinuos.



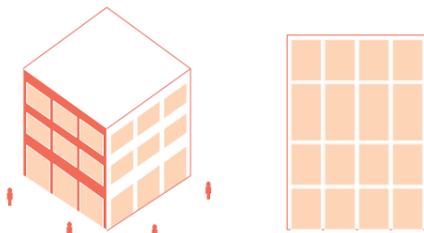
Fuente: Diagrama de edificación con ejes verticales discontinuos. (SGR et al., 2016). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova

**Figura 54.** Diagrama de edificación con mala distribución de masa.



Fuente: Diagrama de edificación con mala distribución de masa. (SGR et al., 2016). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

**Figura 55.** Diagrama de edificación con piso flexible.



Fuente: Diagrama de edificación con piso flexible. (SGR et al., 2016). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

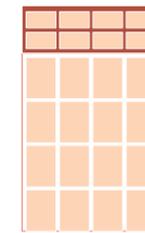
-Ejes verticales discontinuos o muros soportados por columnas: la estructura de la edificación es irregular cuando existen desplazamientos en la alineación de los elementos verticales y estos desplazamientos son más grandes que la dimensión horizontal del elemento (SGR et al., 2016). Ver figura 53.

-Distribución de masa: la estructura de la edificación es irregular cuando la masa de cualquier piso es mayor que 1.5 veces la masa de uno de los pisos adyacentes, con excepción del piso de cubierta que sea más liviano que el piso inferior (SGR et al., 2016). Ver figura 54.

-Piso flexible: la estructura de la edificación es irregular cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior, o menos que el 80% del promedio de la rigidez lateral de los tres pisos superiores (SGR et al., 2016). Ver figura 55.

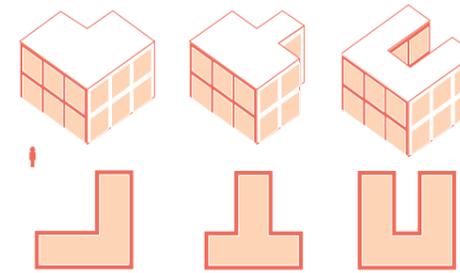
-Adiciones: la estructura de la edificación es irregular cuando existen adiciones fuera del diseño original, de un piso o más (SGR et al., 2016). Ver figura 56.

**Figura 56.** Diagrama de edificación con adiciones.



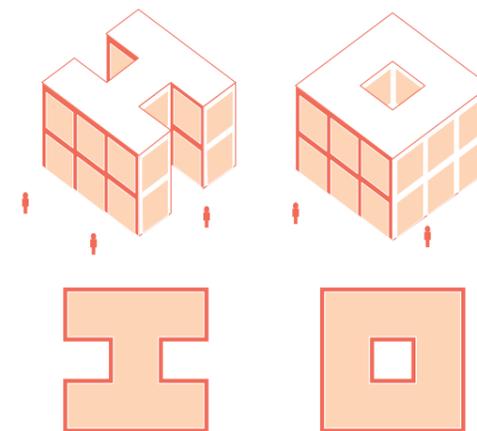
Fuente: Diagrama de edificación con adiciones. (SGR et al., 2016). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

**Figura 57.** Diagrama de edificación con plantas irregulares.



Fuente: Diagrama de edificación con plantas irregulares. (SGR et al., 2016). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

**Figura 58.** Diagrama de edificación con discontinuidades en el sistema de piso.



Fuente: Diagrama de edificación con discontinuidades en el sistema de piso. (SGR et al., 2016). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

A continuación, se presentarán las irregularidades en planta que se deben marcar en el formulario:

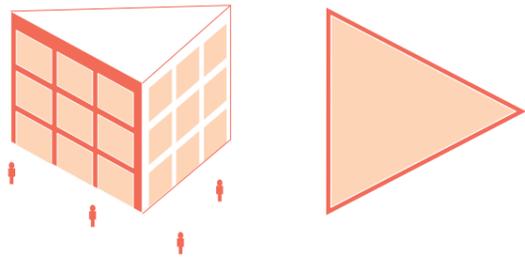
-Forma: la estructura de la edificación es irregular cuando su configuración en planta presenta las formas L, T, I, U, E, o forma de cruz, sin juntas de construcción (SGR et al., 2016). Ver figura 57.

-Discontinuidades en el sistema de piso: la estructura de la edificación es irregular cuando el sistema de piso tiene discontinuidades apreciables o variaciones significativas en su rigidez, causadas por aberturas, entrantes o huecos con áreas mayores al 50% del área total del piso (SGR et al., 2016). Ver figura 58.

-Ejes estructurales no paralelos: la estructura de la edificación es irregular cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura (SGR et al., 2016). Ver figura 59.

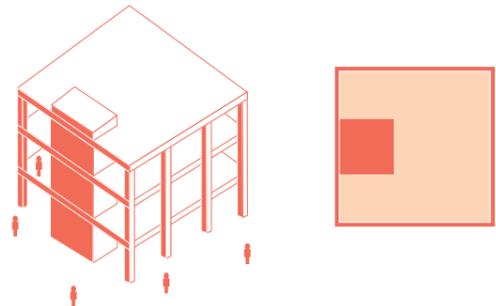
-Torsional: la estructura de la edificación es irregular cuando presenta buena resistencia

**Figura 59.** Diagrama de edificación con ejes estructurales no paralelos.



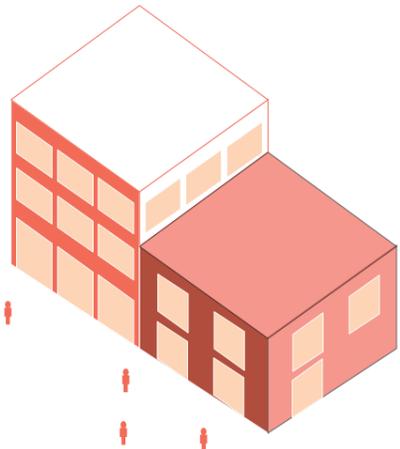
Fuente: Diagrama de edificación con ejes estructurales no paralelos. (SGR et al., 2016). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

**Figura 60.** Diagrama de edificación con torción en planta.



Fuente: Diagrama de edificación con torción en planta. (SGR et al., 2016). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

**Figura 61.** Diagrama de edificación con adiciones.



Fuente: Diagrama de edificación con adiciones. (SGR et al., 2016). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

lateral en una dirección, pero en la otra no, o si existe rigidez excéntrica en planta; o cuando su centro de rigidez no coincide con su centro de masa (SGR et al., 2016). Ver figura 60.

-Adiciones: la estructura de la edificación es irregular cuando existen adiciones, fuera del diseño original, sin su respectiva junta de construcción (SGR et al., 2016). Ver figura 61.

Las normas de construcción son otro de los modificadores que inciden en el comportamiento de la edificación, así pues, mediante el año de construcción se puede deducir si se utilizó un diseño sismorresistente o no. En Ecuador el primer código de la construcción que describe fuerzas laterales y diseño sísmico se creó en 1977 sin embargo, el año que se podría considerar como referencia de diseño sísmico en el Ecuador sería 2001 ya que en este año se introdujo el primer mapa de zonificación sísmica en el Ecuador y además se generó una nueva versión del código de construcción que incluía una serie de requisitos de diseño y modelado, similares al código americano UBC 1997 (SGR et al., 2016).

Es por esto que la metodología según el nivel de vulnerabilidad generado por el código de la construcción clasifica las edificaciones en tres grupos: edificaciones construidas antes de 1977, edificaciones construidas entre 1977 y 2001 y edificaciones construidas después del 2001 (SGR et al., 2016).

El último modificador analizado dentro del formulario constituye el tipo de suelo, la NEC clasifica los tipos de suelo en 6 categorías de la "A" a la "F" de acuerdo a la densidad del suelo y la velocidad de onda cortante, en los tipos de suelo A y B se considera que no afecta significativamente la edificación frente a un sismo, por el contrario las edificaciones cimentadas en un tipo de suelo F necesitan ser evaluadas por un especialista. Por lo tanto, los únicos tipos de suelo analizados son el C, D y E (SGR et al., 2016).

Cada uno de los modificadores mencionados anteriormente tienen un valor y dependen del tipo de estructura, a continuación, se presenta una tabla con los modificadores y sus valores respectivos (SGR et al., 2016)

#### 2.1.4.2.3 Interpretación de datos

El puntaje final se lo denomina S y se lo determina mediante la suma y/o resta de los valores de los modificadores antes explicados. Si S es mayor a 2.5 se considera que la estructura tiene una vulnerabilidad baja, si resultado de S está entre 2 y 2.5 se considera una edificación de vulnerabilidad media y si el puntaje final de S es menor a 2, entonces será una estructura de alta vulnerabilidad y requerirá una evaluación especial, realizada por un ingeniero experto en diseño estructural (SGR et al., 2016).

El puntaje final S, es la probabilidad que tiene una edificación de colapsar si se produce un evento sísmico. Esta estimación se basa en los modificadores antes mencionados y en la habilidad del profesional a cargo de la evaluación para tomar los datos correctos; por lo tanto, es una calificación de vulnerabilidad frente a eventos sísmicos aproximada (SGR et al., 2016).

Por ejemplo, un puntaje  $S = 2$  implica que hay una probabilidad de 1 en 100 de que la edificación se derrumbe (SGR et al., 2016)



**Tabla 07** Cuadro de modificadores y sus puntajes.

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL													
Tipología estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2
<b>ALTURA DE LA EDIFICACIÓN</b>													
Baja altura (menor a 4pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.3	0.4	0.6	0.8	N/A	0.8	0.8
<b>IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN</b>													
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
<b>CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN</b>													
Pre-código (antes de 1977)	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2
E. de transición (1977- 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código (a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1
<b>TIPO DE SUELO</b>													
Suelo tipo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Suelo tipo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
Suelo tipo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-1.2	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8

Fuente: Cuadro de modificadores y sus puntajes. (SGR et al., 2016). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

**Tabla 08.** Formulario de análisis de vulnerabilidad de edificaciones, propuesta en la Guía Práctica para Evaluación Sísmica y Rehabilitación de Estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015. (SGR et al., 2016). Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

### EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

DATOS DE LA EDIFICACIÓN													
Dirección:													
Nombre de la edificación:													
Sitio de referencia:													
Tipo de uso:							Fecha:						
Año de construcción:							Año de remodelación:						
Área de construcción:							Número de pisos:						
DATOS DEL EVALUADOR													
Nombre del evaluador:													
C.I.:													
Registro SENECYT:													
TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL													
Madera	W1	Pórtico de hormigón armado	C1	P. de A. laminado	S1								
Mampostería sin refuerzo	URM	P. H°A° con m. estructurales	C2	P. de Acero L. con diagonales	S2								
Mampostería reforzada	RM	P H°A° con m. sin refuerzo	C3	P. de A. doblado en frío	S3								
Mixta acero-H°o madera-H°	MX	H. Armado prefabricado	PC	P. de A.L. con muros de H°A°	S4								
				P. de A. con paredes de H°	S5								
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL													
Tipología estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2
<b>ALTURA DE LA EDIFICACIÓN</b>													
Baja altura (menor a 4pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.3	0.4	0.6	0.8	N/A	0.8	0.8
<b>IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN</b>													
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
<b>CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN</b>													
Pre-código (antes de 1977)	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2
E. de transición (1977- 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código (a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1
<b>TIPO DE SUELO</b>													
Suelo tipo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Suelo tipo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
Suelo tipo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-1.2	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
<b>PUNTAJE FINAL: "S"</b>													
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
S<2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad												
S>2.5	Baja vulnerabilidad												
													Firma

OBSERVACIONES:



2.1.4.3 Metodología propuesta por la secretaria Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR)

La metodología propuesta por la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR) para la evaluación de vulnerabilidad sísmica en edificaciones existentes, fue creada en el año 2012 y tiene como objetivo generar un proceso de calificación rápido, el cual utiliza información básica de las edificaciones para determinar su grado de vulnerabilidad. Al comparar los resultados obtenidos se podrá priorizar acciones sobre aquellas edificaciones que así lo requieran (SGR et al., 2012).

Esta metodología analiza todas aquellas edificaciones que presentan distintos comportamientos, dependiendo del nivel o tipo de amenaza a la que se encuentran expuestas, esta respuesta se la denomina vulnerabilidad sísmica y se entiende como la susceptibilidad de las edificaciones para sufrir daños ante una amenaza, o, como el nivel de debilidad de las construcciones para enfrentarse a un sismo (SGR et al., 2012). Con lo cual resulta necesario conocer y definir las amenazas y sus distintos niveles, conjuntamente con las características físicas de las edificaciones. La

relación entre vulnerabilidad física y amenaza es directa (SGR et al., 2012).

#### 2.1.4.3.1 Variables

Las variables de vulnerabilidad se definen como los parámetros que identifican las principales características estructurales de una edificación, estas inciden directamente en su comportamiento frente a una amenaza (SGR et al., 2012). Dichas características físicas se expresan a través de distintas condiciones o valores numéricos, es decir, cantidades medibles que se utilizan para realizar un estudio de orden cualitativo, el cual permite ponderar los resultados y encontrar un único valor o índice de vulnerabilidad para cada edificación (SGR et al., 2012).

Para analizar una edificación mediante este formulario, es necesario determinar cada variable mediante la observación, por lo tanto, resulta indispensable visitar el lugar y observar desde la parte exterior las características constructivas y estructurales del edificio, si es posible se recomienda ingresar a la edificación, sin embargo no es un requerimiento imprescindible. Todos los valores asignados

por el evaluador dependen de su criterio.

A continuación, se describirán cada una de las variables analizadas en esta metodología.

#### Sistema Estructural

Describe la tipología estructural predominante en la edificación, el sistema estructural es la variable básica a considerar ya que proporciona la información mínima necesaria para iniciar el análisis (SGR et al., 2012).

#### Tipo de Material de Paredes

Describe el material predominante utilizado en las paredes divisorias, y en los muros portantes (SGR et al., 2012).

#### Tipo de Cubierta

Describe el tipo de material utilizado como sistema de cubierta en la edificación, la cubierta de una estructura no solo aísla la estructura de agentes externos, sino que también proporciona confinamiento al sistema estructural (SGR et al., 2012).

#### Sistema de entrepisos

Describe el tipo de material utilizado para

el sistema de pisos diferentes a la cubierta, el sistema de entrepiso confina el resto de elementos estructurales y proporciona resistencia ante cierto tipo de fallas. (SGR et al., 2012).

#### Número de Pisos

Contabiliza el número de pisos presentes en la edificación, se considera el número de pisos como una variable de vulnerabilidad debido a que su altura incide en su comportamiento frente a las amenazas, las estructuras más altas típicamente son más vulnerables pues requieren mayores esfuerzos y cuidados para presentar un buen comportamiento. (SGR et al., 2012).

#### Año de Construcción

Representa la posible aplicación de criterios de diseño de defensa contra amenazas, el año de construcción está asociado con la existencia del código de la construcción apropiados para el cual se considera como inexistente para las construcciones hechas antes de 1970, y de inadecuada aplicación para las construidas antes de 1980. (SGR et al., 2012).



### Estado de Conservación

Describe el grado de deterioro de la edificación, calificando el posible daño a las propiedades mecánicas de los materiales y su resistencia a las amenazas. (SGR et al., 2012).

### Características del Suelo

Describe el tipo de terreno en el que se encuentra emplazada la edificación, el suelo donde se asienta es susceptible a facilitar que la amenaza deteriore la construcción. (SGR et al., 2012).

### Topografía del Sitio

Describe la topografía del sitio, indica posibles debilidades frente a ciertas amenazas, se toma en cuenta el tipo de relieve que tiene el terreno donde está construida una edificación, es decir, si el terreno es escarpado genera un alto grado de vulnerabilidad (SGR et al., 2012).

### Forma de la Construcción.

Describe la presencia de irregularidad en la morfología de la planta o elevación, si su forma es regular la edificación tiene menos vulnerabilidad ante un evento sísmico (SGR et al., 2012).

### 2.1.4.3.2 Indicadores

A las variables antes mencionadas se les otorga un valor que representa el grado de respuesta de la edificación ante una amenaza, estos valores son subjetivos ya que el método cualitativo se basa en el juicio de expertos y experiencias pasadas, lo cual causa cierto grado de incertidumbre en los resultados obtenidos. (SGR et al., 2012).

A cada indicador se le otorga un valor entre 0 y 10, el cual depende del nivel de debilidad que presenta una edificación frente a una amenaza, siendo 0 menor vulnerabilidad y 10 máxima vulnerabilidad. (SGR et al., 2012).

A continuación, se indica cada una de las variables con sus respectivos indicadores y valores otorgados.

Se puede observar en el cuadro que ciertas variables podrían adoptar el valor de 0 o 1 eventualmente, esto significa que dicho indicador es el menos vulnerable de todos los posibles indicadores de una variable, sin embargo, no significa que la edificación es menos vulnerable (SGR et al., 2012).

### 2.1.4.3.3 Índice de vulnerabilidad

Para finalizar el análisis se procede a calcular el índice de vulnerabilidad de la edificación, para lo cual se realiza una suma ponderada entre todos los posibles indicadores de una edificación, los valores utilizados en la suma ponderada tienen cierto grado de subjetividad ya que se deducen de forma empírica (SGR et al., 2012).

La ponderación se realiza por dos motivos, el primero para justificar el aporte numérico de las distintas variables en relación con el comportamiento global de la edificación ante un sismo y el segundo para que el índice de vulnerabilidad cumpla con una escala numérica del 0 al 100, siendo 0 el valor de vulnerabilidad mínima y 100 el de vulnerabilidad máxima (SGR et al., 2012).

PROYECTO: \_\_\_\_\_

EDIFICACIÓN: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

DIRECCIÓN: \_\_\_\_\_

EVALUADOR: \_\_\_\_\_

### FORMULARIO DE APLICACIÓN

VARIABLE DE VULNERABILIDAD	INDICADORES	VALOR	AMENAZA SÍSMICA		RESUL.
			SELECC.	PONDER.	
SISTEMA ESTRUCTURAL	HORMIGÓN ARMADO	0			
	ESTRUCTURA METÁLICA	1			
	ESTRUCTURA DE MADERA	1			
	ESTRUCTURA DE CAÑA	10		1.2	
	ESTRUCTURA DE PARED PORT. MIXTA MADERA/HORMIGÓN	5			
	MIXTA METÁLICA/HORMIGÓN	5			
TIPO DE MATERIAL DE PAREDES	PARED DE LADRILLO	1			
	PARED DE BLOQUE	1			
	PARED DE PIEDRA	10		1.2	
	PARED DE ADOBE	10			
	PARED DE TAPL./BAHARE./MADE.	5			
TIPO DE CUBIERTA	CUBIERTA METÁLICA	5			
	LOSA DE HORMIGÓN ARMADO	0			
	VIGAS DE MADERA Y ZINC	5		1	
	CAÑA Y ZINC	10			
	VIGAS DE MADERA Y TEJA	5			
TIPO DE ENTREPISO	LOSA DE HORMIGÓN ARMADO	0			
	VIGAS Y ENTRAM. DE MADERA	5			
	ENTRAMADO MADERA Y CAÑA	10		1	
	ENTRAMADO METÁLICO	1			
	ENTRAM. HORMIGÓN/METÁLICO	1			
NÚMERO DE PISOS	1 PISO	0			
	2 PISOS	1			
	3 PISOS	5		0.8	
	4 PISOS	10			
	5 PISOS O MÁS	1			
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	ANTES DE 1970	10			
	ENTRE 1971 Y 1980	5			
	ENTRE 1981 Y 1990	1		1	
	ENTRE 1991 Y 2010	0			
ESTADO DE CONSERVACIÓN	BUENO	0			
	ACEPTABLE	1			
	REGULAR	5		1	
	MALO	10			
CARACT. DEL SUELO BAJO LA EDIFICACIÓN	FIRME, SECO	0			
	INUNDABLE	1			
	CIÉNEGA	5		0.8	
	HÚMEDO, RELLENO ,BLANDO	10			
TOPOGRAFÍA DEL SITIO	A NIVEL, TERRENO PLANO	0			
	BAJO EL NIVEL DE LA CALZADA	1			
	SOBRE EL NIVEL DE LA CALZADA	5		0.8	
	ESCARPE POSITIVO O NEVATIVO	10			
FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN	REGULAR	0			
	IRREGULAR	1			
	IRREGULARIDAD SEVERA	5		1.2	

**GRADO DE VULNERABILIDAD**

# CAPÍTULO

---

3.1 Casos de Estudio

90

03

## CAPÍTULO III

### 3.1 Casos de Estudio

#### 3.1.1 Metodología

Así pues, la primera etapa comprende la delimitación de las edificaciones a ser analizadas. En este caso se utiliza el muestreo no probabilístico, el cual establece la posibilidad de elegir el objeto de estudio basado en un juicio subjetivo, este tipo de muestra se utiliza comúnmente en métodos de observación y en investigaciones cualitativas. En el presente estudio resulta pertinente utilizar el muestreo no probabilístico por conveniencia, ya que sería imposible analizar la ciudad completa por motivos de tiempo y costo, y además no está comprendido dentro del objetivo principal del mismo, con lo cual este estudio se denomina una investigación piloto en donde se recomienda que en un futuro se pueda realizar un análisis completo de la ciudad a través de más trabajos de titulación. Este tipo de muestreo permitió que se elijan 60 edificaciones, debido a la disponibilidad de documentos físicos y virtuales de la mayoría de edificaciones, proporcionados por el

Gobierno Autónomo Descentralizado de la ciudad de Cuenca.

Con lo cual se escogió dos zonas específicas de la Ciudad de Cuenca: la parroquia Gil Ramírez Dávalos y la parroquia Yanuncay, de estos dos lugares, se tomará una muestra de treinta edificaciones pertenecientes a cada una, las cuales serán evaluadas mediante las tres metodologías tomadas de la normativa FEMA, NEC Y GESTIÓN DE RIESGOS, con el fin de encontrar el nivel de vulnerabilidad sísmica de cada una. La segunda y última etapa comprende el análisis general de resultados, los cuales se sintetizan y se documentan mediante la ayuda de un software especializado llamado ArcGIS, el cual constituye un sistema de información geográfica que posibilita la creación de una base de datos georreferenciado, en donde los resultados del nivel de vulnerabilidad sísmica obtenidos previamente, estarán disponibles para cada edificación con la ayuda de sus respectivas coordenadas geográficas.

#### 3.1.2 Delimitación y descripción de los casos de estudio

Las edificaciones a ser analizadas fueron escogidas tomando en cuenta la diversidad constructiva que existe en la ciudad de Cuenca, razón por la cual se consideró pertinente evaluar aquellas construcciones que presenten diferencias notables en su materialidad, tipo de estructura, año de construcción, entre otros parámetros que inciden en el nivel de vulnerabilidad sísmica de las mismas. Así pues, resulta propicio estudiar dos zonas con características contrastantes, la primera corresponde a la parroquia urbana Gil Ramírez Dávalos perteneciente al Centro Histórico y la segunda a la parroquia urbana Yanuncay.

La zona 1 se ubica en el Centro Histórico de Cuenca en la parroquia Gil Ramírez Dávalos, específicamente en la manzana 01-02-031 entre las calles Bolívar, Sucre, Estevez de Toral y Juan Montalvo. Esta manzana esta compuesta por un total de 38 predios, contiene en su mayoría edificaciones antiguas de uso comercial y vivienda, con una altura promedio de 2 pisos, los años de construcción

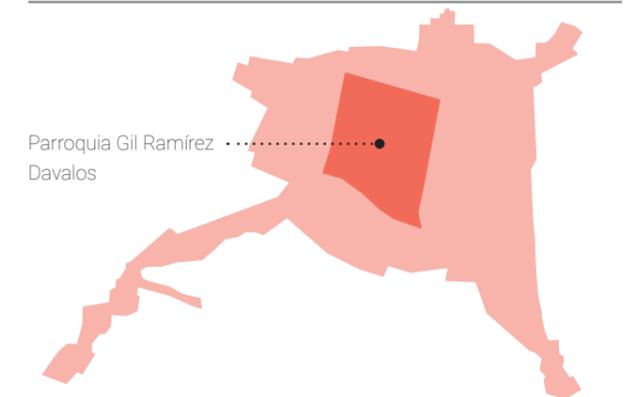
oscilan entre finales de 1800 a mediados de 1900, la tipología estructural predominante es muro portante de adobe o ladrillo y las edificaciones en su mayoría son consideradas patrimoniales. Ver Figura 62.

Figura 62.1 Mapa de Cuenca



Fuente: Mapa de Cuenca. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

Figura 62.2 Mapa del Centro Histórico.



Fuente: Mapa del Centro Histórico. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).



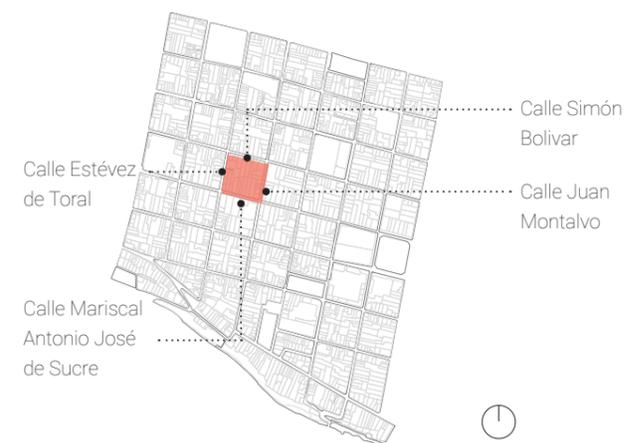
Figura 62.4 Ortofo de la manzana 0102031.



Fuente: Ortofo de la manzana 0102031. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

La zona 2 se ubica al oeste de la ciudad de Cuenca, en la parroquia Urbana Yanuncay, específicamente en las manzanas 09-01-097, 09-01-103, 09-01-104, 09-01-105, 09-01-106, 09-01-107, 09-01-111, 09-01-130, 09-01-146. De estas nueve manzanas se analizó 30 predios, los cuales en su mayoría contienen edificaciones nuevas de uso residencial, con una altura promedio de 3 pisos, los años de construcción oscilan entre el año 2000 hasta la actualidad, la tipología estructural predominante es pórtico de hormigón armado con mampostería no reforzada (C3).

Figura 62.3 Mapa de la Parroquia Gil Ramírez Davalos.



Fuente: Mapa de la Parroquia Gil Ramírez Davalos. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

Figura 63.1 Mapa de Cuenca.

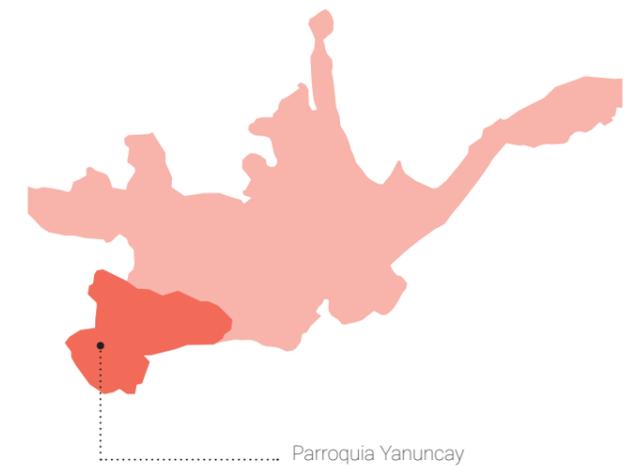


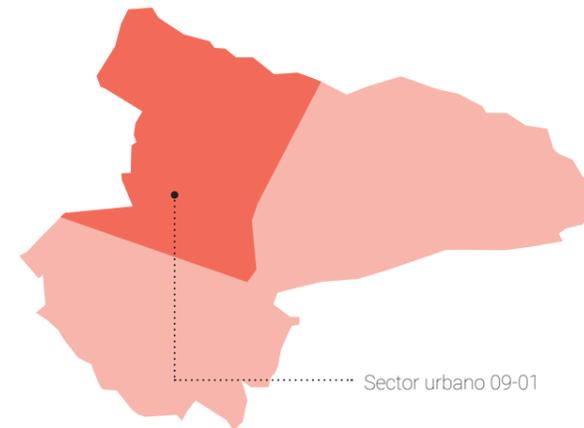
Figura 63.1 Mapa de Cuenca . Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

**Figura 63.4** Ortofo de las manzanas analizadas de la parroquia Yanuncay.



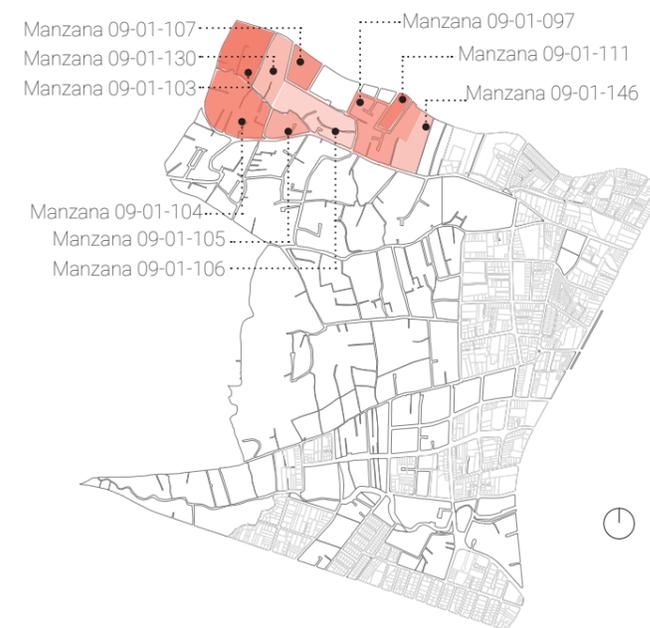
Fuente: Ortofo de las manzanas analizadas de la parroquia Yanuncay . Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

**Figura 63.2.** Mapa de la Parroquia Yanuncay.



Fuente: Mapa de la Parroquia Yanuncay . Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

**Figura 63.3** Mapa del sector urbano 09-01



Fuente: Mapa del sector urbano 09-01 perteneciente a la parroquia Yanuncay. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

**Nota:** Los planos físicos y virtuales de la mayoría de edificaciones fueron obtenidos del GAD municipal de Cuenca y analizados a cabalidad para la realización de los formularios , sin embargo por cuestiones de diagramación y calidad de los documentos, con el fin de no saturar el trabajo de titulación, se encuentran disponibles en la sección de anexos.



### 3.1.3 Evaluación de vulnerabilidad sísmica de edificaciones mediante metodologías seleccionadas

3.1.3.1 Edificaciones pertenecientes a la Zona 1: Parroquia Gil Ramírez Dávalos.

Edificación 2

Clave catastral: 0102031002000

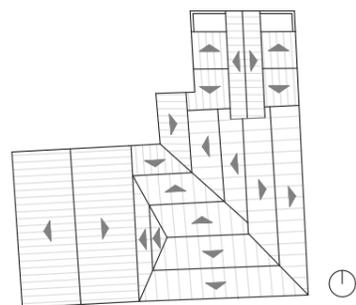
Dirección: Simón Bolívar 13-89 y

Área: Terreno: 218.4 m<sup>2</sup> Construcción: 432 m<sup>2</sup>

Frente: 14.1 m



UBICACIÓN



ESQUEMA DE CUBIERTAS



Figura 64.1 Fotografía aérea de la manzana 0102031. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

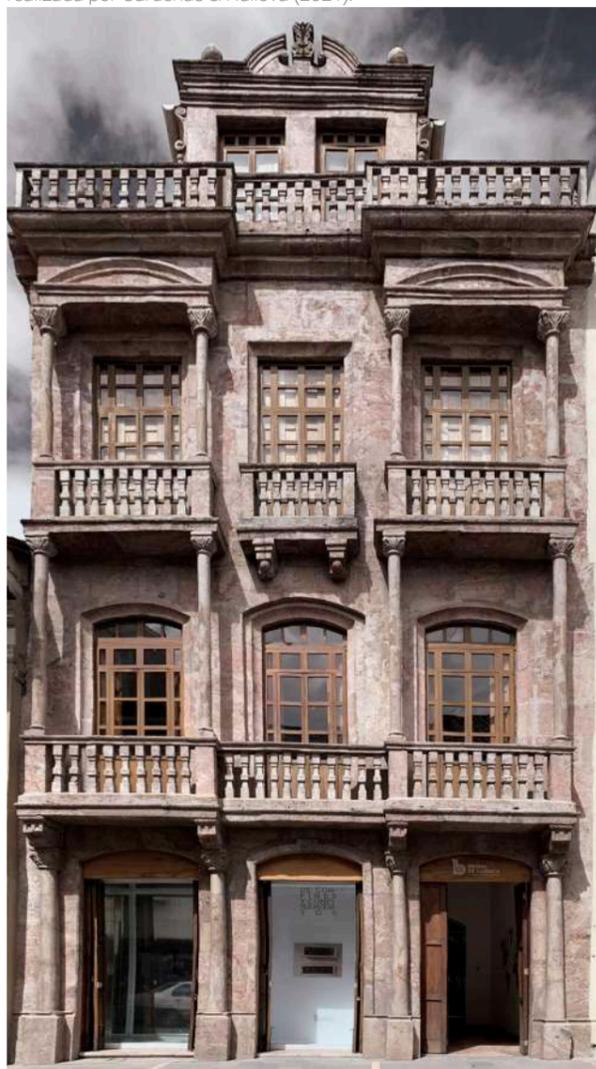


Figura 64.2. Fotografía de la edificación 02. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

### Exploración rápida visual de los posibles riesgos sísmicos

NIVEL 1

#### FEMA P-154 Formulario de Recolección de Datos

ALTA Sismicidad

Dirección: Simón Bolívar 13-89  
 Código postal: 010101  
 Clave catastral: 0102031002000  
 Nombre de la edificación: Casa Bienal de Cuenca  
 Uso: Oficina, Gubernamental e Histórico  
 Latitud: -2.894494 Longitud: -79.009531  
 Ss: Alta sismicidad Fecha/Hora: 03/07/2021 8:30 am  
 Inspectores: Cárdenas Abigail - Ruilova Juan José  
 No. pisos: 4 N. sup.: 4 N. infe.: 0 Año de const.: 1928  
 Superficie total del suelo: 562m<sup>2</sup> Código de const.: 2001  
 Adiciones: Ninguna Si Año de const.:  
 Ocupación:  
 Asamblea Comercial Emergencia Histórico Albergue  
 Industrial Oficina Escuela Gobierno



Tipo de suelo:

A	<u>B</u>	C	D	E	F	No se
Roca Dura	<u>Roca Débil</u>	Suelo Denso	Suelo Duro	Blando S.	Suelo Pobre	Si no se sabe, asumir que el suelo es tipo D

Riesgos geológicos:

Licuefacción	Deslizamiento	Rup. Superf.
Si <u>No</u> No, Sé	Si <u>No</u> No, Sé	Si <u>No</u> No, Sé

Adyacencia Golpes Peligro de caída del edificio a.  
 Irregulari. Vertical Planta  
 Peligros Chimeneas sin soporte Enchapado pesado  
 Caída de Ext. Parapetos Apéndices  
 Otros:

#### NOTA DE BASE, MODIFICADORES, Y ULTIMA PUNTUACIÓN NIVEL 1, SL1

FE+B40:R40MA	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	<u>URM</u>	MH
tipo de edificio	3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	<u>1.0</u>	1.5
Puntaje Básico	-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	N/A
I. Vertical Grave, VL1	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	<u>-0.4</u>	N/A
I. V. Moderada, VL1	-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	<u>-0.4</u>	N/A
Irre. de planta, PL1	-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	-0.5	<u>0.0</u>	-0.1
Pre-Código	1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	N/A	1.9	2.1	N/A	2.0	2.4	2.1	2.1	N/A	1.2
Post-año referencia	0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	<u>0.3</u>	0.3
Suelo tipo A o B	0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4
S.tipo E (>3 pisos)	-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	N/A	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	N/A	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	N/A
S. tipo E (1-3 pisos)	1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0

**PUNTAJE FINAL "S"** SL1= 0.5 Smin = 0.2 SL2=-1.0  
 Alcance de Control: Exterior: Parcial Total Aéreo  
 Interior: Ninguna Visible  
 Dibujo: Si No  
 Tipo de fuente del suelo: Tesis Universidad de Cuenca  
 Tipo de fuente del peligro geológico: Tesis UDC  
 Persona de contacto:  
 ¿Inspección de nivel 2 realizada? Si, puntuación final nivel 2, SL2 No  
 Peligros no estruc.: Si No  
 Otros Riesgos: ¿Hay peligros que generan la necesidad de una evaluación estructural detallada? Colpeteo potencial (separación escasa entre edificaciones)  
 Riesgos Geológicos o suelo tipo F  
 Daños significativos al sistema estructural  
 Acción Requerida: ¿Requiere una eval. det. estruc.? Si, Tipo de edificación desconocida por la fema u otro tipo de edificación Si, Resultado menor al min. puntaje. Si, Presenta otros peligros No  
 ¿Requiere una eval. no estruc. detallada.? Si, los peligros no estructurales identificados deben ser evaluados No, no existen peligros no estructurales que pueden requerir mitigación No se

Cuando la información no puede ser verificada, escriba: EST= estimado o dato no fiable o DNK un= No lo sé:

Leyenda: MRF= Pórtico resistente a momento ref. BR= Pórtico arriostrado MH= Vivienda prefabricada LM= Metal Ligero  
 RC= Concreto Reforzado SW= Muro de Corte TU= Tilt up  
 URM INF= Relleno de mamp. no FD= Diafragma Flexible RD= Diafragma rígido



Nombre del edificio: Casa Bienal de Cuenca Puntaje final nivel 1: SL1= 0,5 (No considerar Smin.)  
 Inspector: Abigail Cárdenas | Juan José Ruilova Irreg. de nivel 1: I. vertical, VL1= -0.4 II. horizontal, PL1= -0.4  
 Fecha/Hora: 03/07/2021 8:30 am Ajuste del P. básico: S'=(SL1-VL1-PL1)= 1.3

MOD. ESTRUCTURALES PARA AÑADIR AL PUNTAJE BÁSICO AJUSTADO			NIVEL 2	
Tema	Enunciado	(Si el enunciado es verdadero marque en la comuna "S")	Si	Subtotal
Irreg. vertical, VL2	Sitio con pendiente	Edif. W1: Hay al menos un cambio de nivel de un piso completo.	-1.2	
		Edif. noW1: Hay al menos un cambio de nivel de un piso completo.	-0.3	
	Piso débil o blando (Marque el valor máximo)	Edificio W1: Existe una pared de sótano sin refuerzo.	-0.6	
		Edificio W1: Existe debajo de un piso una abertura de garaje sin un pórtico resistente a momento de acero y que tenga como mínimo 2.50m de pared continua o 5.00m de pared como mínimo para edificios que tengan múltiples pisos ocupados.	-1.2	
		Edif. WA1: Hay aberturas en la planta baja mayores al 50% de su longitud.	-1.2	
		Edif. que nos son W1: La longitud del lateral en cualquier piso es menor al 50% de el piso superior, la altura de piso es el doble del piso anterior.	-0.9	
		Edificios que nos son W1: La longitud del lateral en cualquier piso esta entre el 50% y el 75% de el piso superior, la altura de piso superior es 1.3 o 2.0 veces la altura del piso anterior.	-0.5	
Retranqueo		Los elementos verticales de un piso superior se encuentran fuera del area del piso inferior lo que hace que los diafragmas trabajen en volado.	-1.0	
		Los elementos verticales en los pisos superiores del sistema se encuentran dentro del piso inferior.	-0.5	
		Hay un desplazamiento en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.	-0.3	
Columna corta		Edificaciones tipo C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20% de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columnas en el sistema lateral tienen relaciones de altura / profundidad inferiores al 50% de la relación nominal de altura / profundidad en ese nivel.	-0.5	
		Edificaciones tipo C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La profundidad de la columna (o ancho del pilar) es menos de la mitad de la profundidad de la junta, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0.5	
Desnivel		Hay un desnivel en uno de los pisos o en la cubierta.	-0.5	
Otras irregularidades		Existe otra irregularidad vertical severa observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-1.0	
		Existe otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.	-0.5	VL2= -1.0 Valor max. -1.2
Irreg. horizontal, PL2		Irregularidad torsional: el sistema no parece estar relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad de frente abierto W1A indicada anteriormente).	-0.7	
		Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.	-0.4	
		Esquina interior. Ambas proyecciones de una esquina interior superan el 25% de la dimensión del plano general en esa dirección.	-0.4	
		Abertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con un ancho superior al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.	-0.2	
		Desplazamiento fuera del plano del edificio C1, C2: Las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano.	-0.4	
	Otra irregularidad: Existe otra irregularidad observable en el plano que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.7	PL2= -1.3 Valor max. -1.1	
Simetría		El edificio tiene al menos dos tramos de elementos a cada lado del edificio en cada dirección.	0.3	
Golpeteo		El edificio está separado de una estructura adyacente por menos del 1% de la altura del edificio más corto y la estructura adyacente y:	-1.0	
		Los pisos no se alinean verticalmente (mínimo 60cm de diferencia) (Puntaje máximo de golpeteo -1.2)	-1.0	
		Una edificación es dos pisos mayor a la otra	-0.5	
		La edificación se encuentra al final de la manzana	-0.5	
Edif. S2		Geometría de riostra en forma de "K".	-1.0	
Edif. C1		La placa plana sirve como viga en el portico de momento.	-0.4	
Edif.PC1/RM1		Hay conexión de techo a pared que son visibles o conocidas a partir de dibujos que no se basan en la flexión transversal.	0.3	
Edif.PC1/RM2		El edificio tiene paredes interiores de altura completa y poco espaciadas (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).	0.3	
URM		Hay muros a dos aguas.	-0.4	
MH		Sistema de arriostamiento sísmico suplementario provisto entre la edif. prefabricada y el suelo.	1.2	
Remod.		La modernización sísmica integral es visible o conocida por los dibujos.	1.4	M=0.0

PUNTAJE FINAL NIVEL 2, SL2=(S'+VL2+PL2+M)>SMIN: -1.0

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES



DATOS DE LA EDIFICACIÓN	
Dirección:	Simón Bolívar 13-103
Nombre de la edificación:	Ortega Bravo Janneth Patricia
Sitio de referencia:	Iglesia de San Sebastian
Tipo de uso:	Comercio y Vivienda
Fecha:	02/07/2021
Año de construcción:	1928
Año de remodelación:	2006
Área de construcción:	562m <sup>2</sup>
Número de pisos:	4

DATOS DEL EVALUADOR	
Nombre del evaluador:	Cárdenas Abigail   Ruilova Juan José
C.I.:	0104943782   0104600929

Registro SENECYT:

ESQUEMA DE CUBIERTAS

ESQUEMA DE FACHADA FRONTAL

TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL					
Madera	W1	Pórtico de hormigón armado	C1	P. de A. laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	P. H°A° con m. estructurales	C2	P. de Acero L. con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	P. H°A° con m. sin refuerzo	C3	P. de A. doblado en frío	S3
Mixta acero-H°o madera-H°	MX	H. Armado prefabricado	PC	P. de A.L. con muros de H°A°	S4
				P. de A. con paredes de H°	S5

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL													
Tipología estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.3	0.4	0.6	0.8	N/A	0.8	0.8

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5

CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN													
Pre-código (antes de 1977)	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2
E. de transición (1977- 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código (a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1

TIPO DE SUELO													
Suelo tipo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Suelo tipo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
Suelo tipo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-1.2	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8

PUNTAJE FINAL: "S" 0.1

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA		
S<2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial	X
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad	
S>2.5	Baja vulnerabilidad	

Firma

OBSERVACIONES:



PROYECTO: Análisis de vulnerabilidad sísmica

EDIFICACIÓN: Casa Bienal de Cuenca

FECHA: 19/06/2021

DIRECCIÓN: Simon Bolivar 13-89

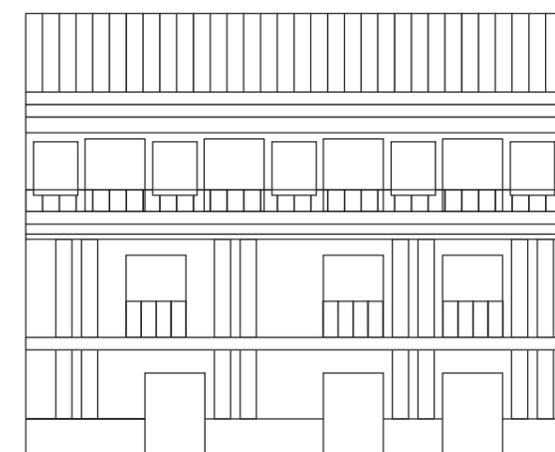
EVALUADOR: Cárdenas Abigail - Ruilova Juan José

## FORMULARIO DE APLICACIÓN

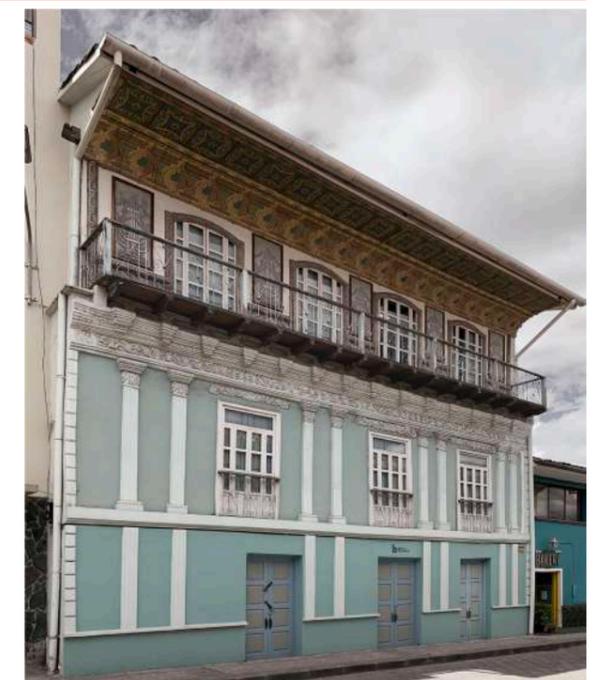
VARIABLE DE VULNERABILIDAD	INDICADORES	VALOR	AMENAZA SÍSMICA		RESUL.
			SELECC.	PONDER.	
SISTEMA ESTRUCTURAL	HORMIGÓN ARMADO	0	5	1.2	6
	ESTRUCTURA METÁLICA	1			
	ESTRUCTURA DE MADERA	1			
	ESTRUCTURA DE CAÑA	10			
	ESTRUCTURA DE PARED PORT. MIXTA MADERA/HORMIGÓN	5			
	MIXTA METÁLICA/HORMIGÓN	5			
TIPO DE MATERIAL DE PAREDES	PARED DE LADRILLO	1	10	1.2	12
	PARED DE BLOQUE	1			
	PARED DE PIEDRA	10			
	PARED DE ADOBE	10			
	PARED DE TAPL./BAHARE./MADE.	5			
TIPO DE CUBIERTA	CUBIERTA METÁLICA	5	5	1	5
	LOSA DE HORMIGÓN ARMADO	0			
	VIGAS DE MADERA Y ZINC	5			
	CAÑA Y ZINC	10			
	VIGAS DE MADERA Y TEJA	5			
TIPO DE ENTREPISO	LOSA DE HORMIGÓN ARMADO	0	5	1	5
	VIGAS Y ENTRAM. DE MADERA	5			
	ENTRAMADO MADERA Y CAÑA	10			
	ENTRAMADO METÁLICO	1			
	ENTRAM. HORMIGÓN/METÁLICO	1			
NÚMERO DE PISOS	1 PISO	0	10	0.8	8
	2 PISOS	1			
	3 PISOS	5			
	4 PISOS	10			
	5 PISOS O MÁS	1			
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	ANTES DE 1970	10	10	1	10
	ENTRE 1971 Y 1980	5			
	ENTRE 1981 Y 1990	1			
	ENTRE 1991 Y 2010	0			
ESTADO DE CONSERVACIÓN	BUENO	0	0	1	0
	ACEPTABLE	1			
	REGULAR	5			
	MALO	10			
CARACT. DEL SUELO BAJO LA EDIFICACIÓN	FIRME, SECO	0	0	0.8	0
	INUNDABLE	1			
	CIÉNEGA	5			
	HÚMEDO, RELLENO ,BLANDO	10			
TOPOGRAFÍA DEL SITIO	A NIVEL, TERRENO PLANO	0	0	0.8	0
	BAJO EL NIVEL DE LA CALZADA	1			
	SOBRE EL NIVEL DE LA CALZADA	5			
	ESCARPE POSITIVO O NEVATIVO	10			
FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN	REGULAR	0	5	1.2	6
	IRREGULAR	1			
	IRREGULARIDAD SEVERA	5			
<b>GRADO DE VULNERABILIDAD</b>					<b>52</b>

## CUADRO DE RESULTADOS

Formularios	Puntaje Final	Grado de Vulnerabilidad		
		Alto	Medio	Bajo
<b>FEMA P-154</b>	s=0,2	X		
El puntaje final (s) obtenido en el formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo utilizando la siguiente formula (1 en 10 <sup>s</sup> ), es decir, si el puntaje final es s=2 existe una probabilidad de 1 en 100 de que la edificación colapse. Para una mejor comprensión de los resultados se clasificó en tres categorías al grado de vulnerabilidad. Los valores menores a 1,5 representan alta vulnerabilidad. Los valores comprendidos entre 1,5 y 2,5 representan vulnerabilidad media. Y los valores mayores a 2,5 representan baja vulnerabilidad.				
<b>NEC</b>	s=0,1	X		
El puntaje final (s) obtenido en el formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo utilizando la siguiente formula (1 en 10 <sup>s</sup> ), es decir, si el puntaje final es s=2 existe una probabilidad de 1 en 100 de que la edificación colapse. Para una mejor comprensión de los resultados se clasificó en tres categorías al grado de vulnerabilidad. Los valores menores a 2 representan alta vulnerabilidad. Los valores comprendidos entre 2 y 2,5 representan vulnerabilidad media. Y los valores mayores a 2,5 representan baja vulnerabilidad.				
<b>SNGR</b>	s=52		X	
El puntaje final obtenido en este formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo, siendo 100 el valor mas alto de vulnerabilidad y 0 el mas bajo, por lo tanto se ha dividido en 3 categorías, aquellos valores entre 0 y 33 representan vulnerabilidad baja, entre 34 y 66 vulnerabilidad media y entre 67 y 100 vulnerabilidad alta.				



ELEVACIÓN LATERAL





Edificación 3

Clave catastral: 0102031003000

Dirección: Simón Bolívar 13-69

Área: Terreno: 920 m<sup>2</sup> Construcción: 1224 m<sup>2</sup>

Frente: 12.1 m



UBICACIÓN



Figura 65.1 Ortofotografía de la manzana 0102031. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).



Figura 65.2. Fotografía de la edificación 03. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

Exploración rápida visual de los posibles riesgos sísmicos

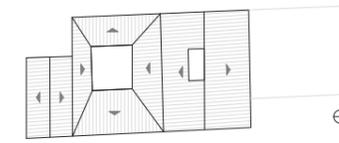
FEMA P-154 Formulario de Recolección de Datos

NIVEL 1

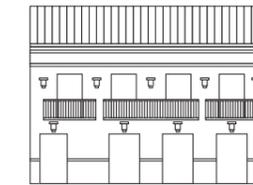
ALTA Sismicidad



Dirección: Simón Bolívar 13-69  
 Código postal: 010101  
 Clave catastral: 0102031003000  
 Nombre de la edificación: Tigre Torres Rafael María  
 Uso: Comercio  
 Latitud: -2.894684 Longitud: 79.009572  
 Ss: Alta sismicidad Fecha/Hora: 03/07/2021 9:00 am  
 Inspectores: Cárdenas Abigail - Ruilova Juan José  
 No. pisos: 2 N. sup.: 2 N. infe.: 0 Año de const.: Anterior a 1977  
 Superficie total del suelo: 1224 m<sup>2</sup> Código de const.: 2001  
 Adiciones: Ninguna (S) Año de const.: 2013  
 Ocupación:  
 Asamblea Comercial Emergencia Histórico Albergue  
 Industrial Oficina Escuela Gobierno  
 Utilidad Almacén Residencial # Unid:



ESQUEMA DE CUBIERTAS



ESQUEMA DE FACHADA FRONTAL

Tipo de suelo:  
 A B C D E F No se  
 Roca Roca Suelo Suelo Blando Suelo Si no se sabe, asumir que el  
 Dura Débil Denso Duro S. Pobre suelo es tipo D  
 Riesgos geológicos:  
 Licuefacción Deslizamiento Rup. Superf.  
 Si No No, Sé Si No No, Sé Si No No, Sé  
 Adyacencia Golpes Peligro de caída del edificio a.  
 Irregulari. Vertical Planta  
 Peligros Chimeneas sin soporte Enchapado pesado  
 Caída de Ext. Parapetos Apéndices  
 Otros:

Comentarios: Los años de construcción son aproximados debido a que esa información no consta en la documentación obtenida previamente.

NOTA DE BASE, MODIFICADORES, Y ULTIMA PUNTUACIÓN NIVEL 1, SL1

FE+B40:R40MA	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	<u>RM2</u>	URM	MH
tipo de edificio	3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	<u>1.7</u>	1.0	1.5
Puntaje Básico	-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	<u>-0.9</u>	-0.7	N/A
I. Vertical Grave, VL1	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	<u>-0.5</u>	-0.4	N/A
I. V. Moderada, VL1	-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	<u>-0.7</u>	-0.4	N/A
Irre. de planta, PL1	-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	<u>-0.5</u>	0.0	-0.1
Pre-Código	1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	N/A	1.9	2.1	N/A	2.0	2.4	2.1	<u>2.1</u>	N/A	1.2
Post-año referencia	0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	<u>0.5</u>	0.3	0.3
Suelo tipo A o B	0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	<u>-0.1</u>	-0.2	-0.4
S. tipo E (>3 pisos)	-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	N/A	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	N/A	-0.4	-0.5	<u>-0.6</u>	-0.2	N/A
S. tipo E (1-3 pisos)	1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	<u>0.3</u>	0.2	1.0

PUNTAJE FINAL "S" SL1= 0.5 Smin = 0.2 SL2= 0.9

Alcance de Control:	Otros Riesgos:	Acción Requerida
Exterior: <u>Parcial</u> Total <u>Aéreo</u>	¿Hay peligros que generan la necesidad de una evaluación estructural detallada?	¿Requiere una eval. det. estruc.?
Interior: <u>Ninguna</u> Visible	Si, Tipo de edificación desconocida por la fema u otro tipo de edificación	Si, Tipo de edificación desconocida por la fema u otro tipo de edificación
Dibujo: <u>S</u> No	Si, Resultado menor al min. puntaje.	Si, Resultado menor al min. puntaje.
Tipo de fuente del suelo: Tesis Universidad de Cuenca	¿Golpeteo potencial (separación escasa entre edificaciones)	Si, Presenta otros peligros
Tipo de fuente del peligro geológico: Tesis UDC	¿Requiere una eval. no estru. detallada.?	Si, Presenta otros peligros
Persona de contacto:	Riesgos Geológicos o suelo tipo F	Si, los peligros no estructurales identificados deben ser evaluados
¿Inspección de nivel 2 realizada?	Daños significativos al sistema estructural	No, no existen peligros no estructurales que pueden requerir mitigación
<u>Si, puntuación final nivel 2, SL2</u> No		No se
Peligros no estruc.: Si <u>No</u>		

Cuando la información no puede ser verificada, escriba: EST= estimado o dato no fiable o DNK un= No lo sé:

Leyenda: MRF= Pórtico resistente a momento ref.	BR= Pórtico arriostrado	RC= Concreto Reforzado	SW= Muro de Corte	URM INF= Relleno de mamp. no	TU= Tilt up
	MH= Vivienda prefabricada		FD= Diafragma Flexible		
	LM= Metal Ligero		RD= Diafragma rígido		



Nombre del edificio: Tigre Torres Rafael Maria Puntaje final nivel 1: SL1= 0.5 (No considerar Smin.)  
 Inspector: Abigail Cárdenas | Juan José Ruilova Irreg. de nivel 1: I. vertical, VL1= -0.4 II. horizontal, PL1= -0.4  
 Fecha/Hora: 03/07/2021 9:00 am Ajuste del P. básico: S'=(SL1-VL1-PL1)= 1.3

MOD. ESTRUCTURALES PARA AÑADIR AL PUNTAJE BÁSICO AJUSTADO			NIVEL 2	
Tema	Enunciado	(Si el enunciado es verdadero marque en la comuna "S")	Si	Subtotal
Irreg. vertical, VL2	Sitio con pendiente	Edif. W1: Hay al menos un cambio de nivel de un piso completo. Edif. noW1: Hay al menos un cambio de nivel de un piso completo.	-1.2	
	Piso débil o blando (Marque el valor máximo)	Edificio W1: Existe una pared de sótano sin refuerzo. Edificio W1: Existe debajo de un piso una abertura de garaje sin un pórtico resistente a momento de acero y que tenga como mínimo 2.50m de pared continua o 5.00m de pared como mínimo para edificios que tengan múltiples pisos ocupados. Edif. WA1: Hay aberturas en la planta baja mayores al 50% de su longitud. Edif. que nos son W1: La longitud del lateral en cualquier piso es menor al 50% de el piso superior, la altura de piso es el doble del piso anterior. Edificios que nos son W1: La longitud del lateral en cualquier piso esta entre el 50% y el 75% de el piso superior, la altura de piso superior es 1.3 o 2.0 veces la altura del piso anterior.	-0.3 -0.6 -1.2 -1.2 -0.9 -0.5	
	Retranqueo	Los elementos verticales de un piso superior se encuentran fuera del area del piso inferior lo que hace que los diafragmas trabajen en volado. Los elementos verticales en los pisos superiores del sistema se encuentran dentro del piso inferior. Hay un desplazamiento en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.	-1.0 -0.5 -0.3	
	Columna corta	Edificaciones tipo C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20% de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columnas en el sistema lateral tienen relaciones de altura / profundidad inferiores al 50% de la relación nominal de altura / profundidad en ese nivel. Edificaciones tipo C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La profundidad de la columna (o ancho del pilar) es menos de la mitad de la profundidad de la junta, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0.5 -0.5	
	Desnivel	Hay un desnivel en uno de los pisos o en la cubierta.	-0.5	
	Otras irregularidades	Existe otra irregularidad vertical severa observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio. Existe otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.	-1.0 -0.5	
Irreg. horizontal, PL2	Irregularidad torsional: el sistema no parece estar relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad de frente abierto W1A indicada anteriormente).		-0.7	
	Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.		-0.4	
	Esquina interior. Ambas proyecciones de una esquina interior superan el 25% de la dimensión del plano general en esa dirección.		-0.4	
	Abertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con un ancho superior al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.		-0.2	
	Desplazamiento fuera del plano del edificio C1, C2: Las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano.		-0.4	
	Otra irregularidad: Existe otra irregularidad observable en el plano que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.		-0.7	
Simetría	El edificio tiene al menos dos tramos de elementos a cada lado del edificio en cada dirección.		0.3	
Golpeteo	El edificio está separado de una estructura adyacente por menos del 1% de la altura del edificio más corto y la estructura adyacente y:	Los pisos no se alinean verticalmente (mínimo 60cm de diferencia) (Puntaje máximo de el modificador de golpeteo -1.2) Una edificación es dos pisos mayor a la otra La edificación se encuentra al final de la manzana	-1.0 -1.0 -0.5	
	Edif. S2	Geometría de riostra en forma de "K".	-1.0	
	Edif. C1	La placa plana sirve como viga en el portico de momento.	-0.4	
Edif. PC1/ RM1	Hay conexión de techo a pared que son visibles o conocidas a partir de dibujos que no se basan en la flexión transversal.		0.3	
Edif. PC1/ RM2	El edificio tiene paredes interiores de altura completa y poco espaciadas (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).		0.3	
URM	Hay muros a dos aguas.		-0.4	
MH	Sistema de arriostamiento sísmico suplementario provisto entre la edif. prefabricada y el suelo.		1.2	
Remod.	La modernización sísmica integral es visible o conocida por los dibujos.		1.4	M=0.2

PUNTAJE FINAL NIVEL 2, SL2=(S'+VL2+PL2+M)>SMIN: 0.9

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES



DATOS DE LA EDIFICACIÓN	
Dirección:	Simón Bolívar 13-69
Nombre de la edificación:	Tigre Torres Rafael Maria
Sitio de referencia:	Iglesia de San Sebastian
Tipo de uso:	Comercio
Fecha:	02/07/2021
Año de construcción:	Anterior a 1977
Año de remodelación:	
Área de construcción:	1224 m2
Número de pisos:	2

DATOS DEL EVALUADOR	
Nombre del evaluador:	Cárdenas Abigail   Ruilova Juan José
C.I.:	0104943782   0104600929



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL					
Madera	W1	Pórtico de hormigón armado	C1	P. de A. laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	P. H°A° con m. estructurales	C2	P. de Acero L. con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	P. H°A° con m. sin refuerzo	C3	P. de A. doblado en frío	S3
Mixta acero-H° o madera-H°	MX	H. Armado prefabricado	PC	P. de A.L. con muros de H°A°	S4
				P. de A. con paredes de H°	S5

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL													
Tipología estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.3	0.4	0.6	0.8	N/A	0.8	0.8

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5

CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN													
Pre-código (antes de 1977)	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2
E. de transición (1977- 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código (a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1

TIPO DE SUELO													
Suelo tipo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Suelo tipo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
Suelo tipo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-1.2	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8

PUNTAJE FINAL: "S" 0.1

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA		
S<2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial	X
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad	
S>2.5	Baja vulnerabilidad	

OBSERVACIONES:

Firma



PROYECTO: Análisis de vulnerabilidad sísmica

EDIFICACIÓN: Tigre Torres Rafael Maria

FECHA: 19/06/2021

DIRECCIÓN: Simon Bolivar 13-69

EVALUADOR: Cárdenas Abigail - Ruilova Juan José

FORMULARIO DE APLICACIÓN					
VARIABLE DE VULNERABILIDAD	INDICADORES	VALOR	AMENAZA SÍSMICA		RESUL.
			SELECC.	PONDER.	
SISTEMA ESTRUCTURAL	HORMIGÓN ARMADO	0	5	1.2	6
	ESTRUCTURA METÁLICA	1			
	ESTRUCTURA DE MADERA	1			
	ESTRUCTURA DE CAÑA	10			
	ESTRUCTURA DE PARED PORT. MIXTA MADERA/HORMIGÓN	5			
	MIXTA METÁLICA/HORMIGÓN	5			
TIPO DE MATERIAL DE PAREDES	PARED DE LADRILLO	1	10	1.2	12
	PARED DE BLOQUE	1			
	PARED DE PIEDRA	10			
	PARED DE ADOBE	10			
	PARED DE TAPL./BAHARE./MADE.	5			
TIPO DE CUBIERTA	CUBIERTA METÁLICA	5	5	1	5
	LOSA DE HORMIGÓN ARMADO	0			
	VIGAS DE MADERA Y ZINC	5			
	CAÑA Y ZINC	10			
	VIGAS DE MADERA Y TEJA	5			
TIPO DE ENTREPISO	LOSA DE HORMIGÓN ARMADO	0	5	1	8
	VIGAS Y ENTRAM. DE MADERA	5			
	ENTRAMADO MADERA Y CAÑA	10			
	ENTRAMADO METÁLICO	1			
	ENTRAM. HORMIGÓN/METÁLICO	1			
NÚMERO DE PISOS	1 PISO	0	1	0.8	0.8
	2 PISOS	1			
	3 PISOS	5			
	4 PISOS	10			
	5 PISOS O MÁS	1			
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	ANTES DE 1970	10	10	1	10
	ENTRE 1971 Y 1980	5			
	ENTRE 1981 Y 1990	1			
	ENTRE 1991 Y 2010	0			
ESTADO DE CONSERVACIÓN	BUENO	0	0	1	0
	ACEPTABLE	1			
	REGULAR	5			
	MALO	10			
CARACT. DEL SUELO BAJO LA EDIFICACIÓN	FIRME, SECO	0	0	0.8	0
	INUNDABLE	1			
	CIÉNEGA	5			
	HÚMEDO, RELLENO ,BLANDO	10			
TOPOGRAFÍA DEL SITIO	A NIVEL, TERRENO PLANO	0	0	0.8	0
	BAJO EL NIVEL DE LA CALZADA	1			
	SOBRE EL NIVEL DE LA CALZADA	5			
	ESCARPE POSITIVO O NEVATIVO	10			
FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN	REGULAR	0	1	1.2	1.2
	IRREGULAR	1			
	IRREGULARIDAD SEVERA	5			
<b>GRADO DE VULNERABILIDAD</b>					<b>43</b>

## CUADRO DE RESULTADOS

Formularios	Puntaje Final	Grado de Vulnerabilidad		
		Alto	Medio	Bajo
<b>FEMA P-154</b>	s=0,9	X		
El puntaje final (s) obtenido en el formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo utilizando la siguiente formula (1 en 10 <sup>s</sup> ), es decir, si el puntaje final es s=2 existe una probabilidad de 1 en 100 de que la edificación colapse. Para una mejor comprensión de los resultados se clasificó en tres categorías al grado de vulnerabilidad. Los valores menores a 1,5 representan alta vulnerabilidad. Los valores comprendidos entre 1,5 y 2,5 respresentan vulnerabilidad media. Y los valores mayores a 2,5 representan baja vulnerabilidad.				
<b>NEC</b>	s=0,1	X		
El puntaje final (s) obtenido en el formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo utilizando la siguiente formula (1 en 10 <sup>s</sup> ), es decir, si el puntaje final es s=2 existe una probabilidad de 1 en 100 de que la edificación colapse. Para una mejor comprensión de los resultados se clasificó en tres categorías al grado de vulnerabilidad. Los valores menores a 2 representan alta vulnerabilidad. Los valores comprendidos entre 2 y 2,5 respresentan vulnerabilidad media. Y los valores mayores a 2,5 representan baja vulnerabilidad.				
<b>SNGR</b>	s=43		X	
El puntaje final obtenido en este formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo, siendo 100 el valor mas alto de vulnerabilidad y 0 el mas bajo, por lo tanto se ha dividido en 3 categorías, aquellos valores entre 0 y 33 representan vulnerabilidad baja, entre 34 y 66 vulnerabilidad media y entre 67 y 100 vulnerabilidad alta.				



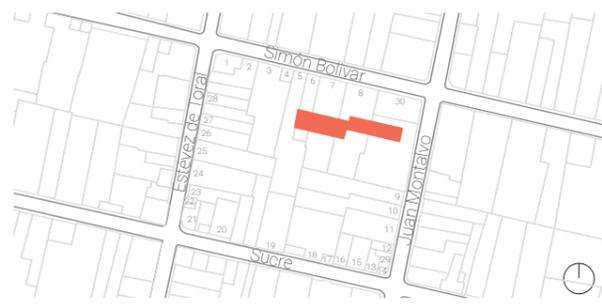
Edificación 10

Clave catastral: 0102031012000

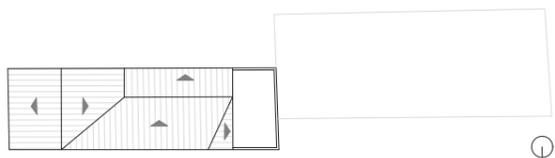
Dirección: Juan Montalvo 8-33

Área: Terreno: 459.2m<sup>2</sup> Construcción: 406m<sup>2</sup>

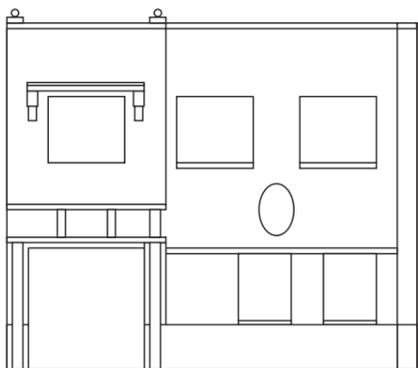
Frente: 7.7m



UBICACIÓN



ESQUEMA DE CUBIERTAS



ESQUEMA DE FACHADA FRONTAL



Figura 66.1 Ortofoto de la manzana 0102031. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).



Figura 66.2. Fotografía de la edificación 10. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

Exploración rápida visual de los posibles riesgos sísmicos

NIVEL 1

FEMA P-154 Formulario de Recolección de Datos

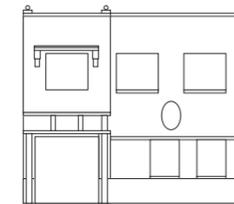
ALTA Sismicidad



Dirección: Juan Montalvo 8-33  
 Código postal: 010101  
 Clave catastral: 0102031012000  
 Nombre de la edificación: Merchan Larrea Sonia Magdalena  
 Uso: Comercio  
 Latitud: -2.895197 Longitud: -79.009375  
 Ss: Alta sismicidad Fecha/Hora: 03/07/2021 12:30 am  
 Inspectores: Cárdenas Abigail - Ruilova Juan José  
 No. pisos: 2 N. sup.: 0 Año de const.: 1850  
 Superficie total del suelo: 480m<sup>2</sup> Código de const.: 2001  
 Adiciones: Ninguna **Si** Año de const.: 1940  
 Ocupación:  
 Asamblea **Comercia** Emergencia **Histórico** Albergue  
 Industrial Oficina Escuela Gobierno  
 Utilidad Almacén Residencial # Unid:  
 Tipo de suelo:  
 A B C D E F No se  
 Roca **Roca Débil** Suelo Denso Suelo Duro Blando S. Pobre Si no se sabe, asumir que el suelo es tipo D  
 Riesgos geológicos:  
 Licuefacción Si **No** No, Sé Deslizamiento Si **No** No, Sé Rup. Superf. Si **No** No, Sé  
 Adyacencia Irregulari. Peligros Caida de Ext. Otros:  
**Golpes** Peligro de caída del edificio a. **Planta**  
 Chimeneas sin soporte Enchapado pesado  
 Parapetos Apéndices  
 Comentarios:



ESQUEMA DE CUBIERTAS



ESQUEMA DE FACHADA FRONTAL

NOTA DE BASE, MODIFICADORES, Y ULTIMA Puntuación NIVEL 1, SL1

FE+B40:R40MA	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
tipo de edificio	3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	<b>1.0</b>	1.5
Puntaje Básico	-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	N/A
I. Vertical Grave, VL1	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	<b>-0.4</b>	N/A
I. V. Moderada, VL1	-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	<b>-0.4</b>	N/A
Irre. de planta, PL1	-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	-0.5	<b>0.0</b>	-0.1
Pre-Código	1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	N/A	1.9	2.1	N/A	2.0	2.4	2.1	2.1	N/A	1.2
Post-año referencia	0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	<b>0.3</b>	0.3
Suelo tipo A o B	0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4
S.tipo E (>3 pisos)	-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	N/A	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	N/A	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	N/A
S. tipo E (1-3 pisos)	1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0
P. Mínimo SMIN	1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0

PUNTAJE FINAL "S" SL1= 0.5 Smin = 0.2 **SL2=0.5**

Alcance de Control: Exterior: **Parcial** Total **Aéreo** Interior: Ninguna **Visible** Dibujo: **Si** No  
 Tipo de fuente del suelo: Tesis Universidad de Cuenca  
 Tipo de fuente del peligro geológico: Tesis UDC  
 Persona de contacto:  
 ¿Inspección de nivel 2 realizada? **Si, puntuación final nivel 2, SL2** No  
 Peligros no estruc.: Si **No**  
 Otros Riesgos: ¿Hay peligros que generan la necesidad de una evaluación estructural detallada? **Colpeteo potencial (separación escasa entre edificaciones)**  
 Riesgos Geológicos o suelo tipo F  
 Daños significativos al sistema estructural  
 Acción Requerida: ¿Requiere una eval. det. estruc.? Si, Tipo de edificación desconocida por la fema u otro tipo de edificación Si, Resultado menor al min. puntaje. Si, Presenta otros peligros No  
 ¿Requiere una eval. no estruc. detallada.? Si, los peligros no estructurales identificados deben ser evaluados No, no existen peligros no estructurales que pueden requerir mitigacion No se

Cuando la información no puede ser verificada, escriba: EST= estimado o dato no fiable o DNK un= No lo sé:

- Leyenda: MRF= Pórtico resistente a momento ref. BR= Pórtico arriostrado MH= Vivienda prefabricada LM= Metal Ligero  
 RC= Concreto Reforzado SW= Muro de Corte TU= Tilt up  
 URM INF= Relleno de mamp. no ref. FD= Diafragma Flexible RD= Diafragma rígido



Nombre del edificio: Merchan Larrea Sonia Magdalena Puntaje final nivel 1: SL1= 0.5 (No considerar Smin.)  
 Inspector: Abigail Cárdenas | Juan José Ruilova Irreg. de nivel 1: I. vertical, VL1= -0.4 | I. horizontal, PL1= -0.4  
 Fecha/Hora: 03/07/2021 12:30 am Ajuste del P. básico: S'=(SL1-VL1-PL1)= 1.3

MOD. ESTRUCTURALES PARA AÑADIR AL PUNTAJE BÁSICO AJUSTADO			NIVEL 2	
Tema	Enunciado	(Si el enunciado es verdadero marque en la comuna "Si")	Si	Subtotal
Irreg. vertical, VL2	Sitio con pendiente	Edif. W1: Hay al menos un cambio de nivel de un piso completo.	-1.2	
	Piso débil o blando (Marque el valor máximo)	Edif. noW1: Hay al menos un cambio de nivel de un piso completo.	-0.3	
		Edificio W1: Existe una pared de sótano sin refuerzo.	-0.6	
	Retranqueo	Edificio W1: Existe debajo de un piso una abertura de garaje sin un pórtico resistente a momento de acero y que tenga como mínimo 2.50m de pared continua o 5.00m de pared como mínimo para edificios que tengan múltiples pisos ocupados.	-1.2	
		Edif. WA1: Hay aberturas en la planta baja mayores al 50% de su longitud.	-1.2	
		Edif. que nos son W1: La longitud del lateral en cualquier piso es menor al 50% de el piso superior, la altura de piso es el doble del piso anterior.	-0.9	
	Columna corta	Edificios que nos son W1: La longitud del lateral en cualquier piso esta entre el 50% y el 75% de el piso superior, la altura de piso superior es 1.3 o 2.0 veces la altura del piso anterior.	-0.5	
Los elementos verticales de un piso superior se encuentran fuera del area del piso inferior lo que hace que los diafragmas trabajen en volado.		-1.0		
Los elementos verticales en los pisos superiores del sistema se encuentran dentro del piso inferior.		-0.5		
Desnivel	Hay un desplazamiento en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.	-0.3		
	Edificaciones tipo C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20% de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columnas en el sistema lateral tienen relaciones de altura / profundidad inferiores al 50% de la relación nominal de altura / profundidad en ese nivel.	-0.5		
	Edificaciones tipo C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La profundidad de la columna (o ancho del pilar) es menos de la mitad de la profundidad de la junta, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0.5		
Otras irregularidades	Hay un desnivel en uno de los pisos o en la cubierta.	-0.5	VL2= -0.5 Valor max. -1.2	
Irreg. horizontal, PL2	Existe otra irregularidad vertical severa observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-1.0		
Irreg. horizontal, PL2	Existe otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.	-0.5	PL2= -0.4 Valor max. -1.1	
	Irregularidad torsional: el sistema no parece estar relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad de frente abierto W1A indicada anteriormente).	-0.7		
	Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.	-0.4		
	Esquina interior. Ambas proyecciones de una esquina interior superan el 25% de la dimensión del plano general en esa dirección.	-0.4		
	Abertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con un ancho superior al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.	-0.2		
Simetría	Desplazamiento fuera del plano del edificio C1, C2: Las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano.	-0.4	M= 0.4	
	Otra irregularidad: Existe otra irregularidad observable en el plano que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.7		
	El edificio tiene al menos dos tramos de elementos a cada lado del edificio en cada dirección.	0.3		
	El edificio está separado de una estructura adyacente por menos del 1% de la altura del edificio más corto y la estructura adyacente y:	-1.0		
Los pisos no se alinean verticalmente (mínimo 60cm de diferencia) (Puntaje máximo del modificador de golpeteo -1.2)				
Golpeteo	Una edificación es dos pisos mayor a la otra	-1.0	0.8	
	La edificación se encuentra al final de la manzana	-0.5		
Edif. S2	Geometría de riostra en forma de "K".	-1.0	0.8	
Edif. C1	La placa plana sirve como viga en el portico de momento.	-0.4		
Edif. PC1/ RM1	Hay conexión de techo a pared que son visibles o conocidas a partir de dibujos que no se basan en la flexión transversal.	0.3	0.8	
Edif. PC1/ RM2	El edificio tiene paredes interiores de altura completa y poco espaciadas (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).	0.3		
URM	Hay muros a dos aguas.	-0.4	0.8	
MH	Sistema de arriostamiento sísmico suplementario provisto entre la edif. prefabricada y el suelo.	1.2		
Remod.	La modernización sísmica integral es visible o conocida por los dibujos.	1.4	0.8	
<b>PUNTAJE FINAL NIVEL 2, SL2=(S'+VL2+PL2+M)&gt;SMIN:</b>				

**EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES**



**DATOS DE LA EDIFICACIÓN**

Dirección: Juan Montalvo 8-33  
 Nombre de la edificación: Merchan Larrea Sonia Magdalena  
 Sitio de referencia: Iglesia de San Sebastian  
 Tipo de uso: Comercio Fecha: 02/07/2021  
 Año de construcción: 1850 Año de remodelación: 2015  
 Área de construcción: 406m<sup>2</sup> Número de pisos: 2

**DATOS DEL EVALUADOR**

Nombre del evaluador: Cárdenas Abigail | Ruilova Juan José  
 C.I: 0104943782 | 0104600929  
 Registro SENECYT:



**TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL**

Madera	W1	Pórtico de hormigón armado	C1	P. de A. laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	P. H°A° con m. estructurales	C2	P. de Acero L. con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	P. H°A° con m. sin refuerzo	C3	P. de A. doblado en frío	S3
Mixta acero-H° o madera-H°	MX	H. Armado prefabricado	PC	P. de A.L. con muros de H°A°	S4
				P. de A. con paredes de H°	S5

**PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL**

Tipología estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2

**ALTURA DE LA EDIFICACIÓN**

Baja altura (menor a 4pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.3	0.4	0.6	0.8	N/A	0.8	0.8

**IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN**

Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5

**CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN**

Pre-código (antes de 1977)	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2
E. de transición (1977- 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código (a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1

**TIPO DE SUELO**

Suelo tipo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Suelo tipo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
Suelo tipo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-1.2	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8

**PUNTAJE FINAL: "S"** 0.1

**GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA**

S<2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial	X
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad	
S>2.5	Baja vulnerabilidad	

OBSERVACIONES:

*[Firma]*  
Firma



PROYECTO: Análisis de vulnerabilidad sísmica

EDIFICACIÓN: Merchan Larrea Sonia Magdalena

FECHA: 19/06/2021

DIRECCIÓN: Juan Montalvo 8-33

EVALUADOR: Cárdenas Abigail - Ruilova Juan José

FORMULARIO DE APLICACIÓN					
VARIABLE DE VULNERABILIDAD	INDICADORES	VALOR	AMENAZA SÍSMICA		RESUL.
			SELECC.	PONDER.	
SISTEMA ESTRUCTURAL	HORMIGÓN ARMADO	0	5	1.2	6
	ESTRUCTURA METÁLICA	1			
	ESTRUCTURA DE MADERA	1			
	ESTRUCTURA DE CAÑA	10			
	ESTRUCTURA DE PARED PORT. MIXTA MADERA/HORMIGÓN	5			
	MIXTA METÁLICA/HORMIGÓN	5			
TIPO DE MATERIAL DE PAREDES	PARED DE LADRILLO	1	10	1.2	12
	PARED DE BLOQUE	1			
	PARED DE PIEDRA	10			
	PARED DE ADOBE	10			
	PARED DE TAPL./BAHARE./MADE.	5			
TIPO DE CUBIERTA	CUBIERTA METÁLICA	5	5	1	5
	LOSA DE HORMIGÓN ARMADO	0			
	VIGAS DE MADERA Y ZINC	5			
	CAÑA Y ZINC	10			
	VIGAS DE MADERA Y TEJA	5			
TIPO DE ENTREPISO	LOSA DE HORMIGÓN ARMADO	0	5	1	5
	VIGAS Y ENTRAM. DE MADERA	5			
	ENTRAMADO MADERA Y CAÑA	10			
	ENTRAMADO METÁLICO	1			
	ENTRAM. HORMIGÓN/METÁLICO	1			
NÚMERO DE PISOS	1 PISO	0	1	0.8	0.8
	2 PISOS	1			
	3 PISOS	5			
	4 PISOS	10			
	5 PISOS O MÁS	1			
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	ANTES DE 1970	10	10	1	10
	ENTRE 1971 Y 1980	5			
	ENTRE 1981 Y 1990	1			
	ENTRE 1991 Y 2010	0			
ESTADO DE CONSERVACIÓN	BUENO	0	0	1	0
	ACEPTABLE	1			
	REGULAR	5			
	MALO	10			
CARACT. DEL SUELO BAJO LA EDIFICACIÓN	FIRME, SECO	0	0	0.8	0
	INUNDABLE	1			
	CIÉNEGA	5			
	HÚMEDO, RELLENO ,BLANDO	10			
TOPOGRAFÍA DEL SITIO	A NIVEL, TERRENO PLANO	0	0	0.8	0
	BAJO EL NIVEL DE LA CALZADA	1			
	SOBRE EL NIVEL DE LA CALZADA	5			
	ESCARPE POSITIVO O NEVATIVO	10			
FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN	REGULAR	0	1	1.2	1.2
	IRREGULAR	1			
	IRREGULARIDAD SEVERA	5			
<b>GRADO DE VULNERABILIDAD</b>					<b>40</b>

## CUADRO DE RESULTADOS

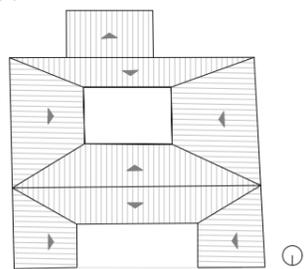
Formularios	Puntaje Final	Grado de Vulnerabilidad		
		Alto	Medio	Bajo
<b>FEMA P-154</b>	s=0,8	X		
El puntaje final (s) obtenido en el formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo utilizando la siguiente formula (1 en 10 <sup>s</sup> ), es decir, si el puntaje final es s=2 existe una probabilidad de 1 en 100 de que la edificación colapse. Para una mejor comprensión de los resultados se clasificó en tres categorías al grado de vulnerabilidad. Los valores menores a 1,5 representan alta vulnerabilidad. Los valores comprendidos entre 1,5 y 2,5 representan vulnerabilidad media. Y los valores mayores a 2,5 representan baja vulnerabilidad.				
<b>NEC</b>	s=0,1	X		
El puntaje final (s) obtenido en el formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo utilizando la siguiente formula (1 en 10 <sup>s</sup> ), es decir, si el puntaje final es s=2 existe una probabilidad de 1 en 100 de que la edificación colapse. Para una mejor comprensión de los resultados se clasificó en tres categorías al grado de vulnerabilidad. Los valores menores a 2 representan alta vulnerabilidad. Los valores comprendidos entre 2 y 2,5 representan vulnerabilidad media. Y los valores mayores a 2,5 representan baja vulnerabilidad.				
<b>SNGR</b>	s=40		X	
El puntaje final obtenido en este formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo, siendo 100 el valor mas alto de vulnerabilidad y 0 el mas bajo, por lo tanto se ha dividido en 3 categorías, aquellos valores entre 0 y 33 representan vulnerabilidad baja, entre 34 y 66 vulnerabilidad media y entre 67 y 100 vulnerabilidad alta.				



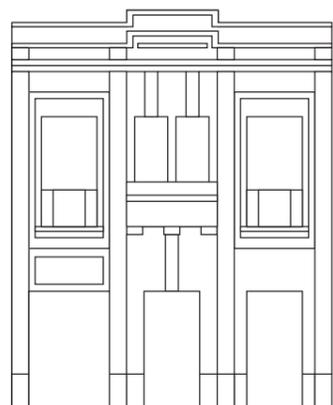
Edificación 18  
 Clave catastral: 0102031020000  
 Dirección: Antonio José de Sucre 13-40  
 Área: Terreno: 602.7 m<sup>2</sup> Construcción: 964 m<sup>2</sup>  
 Frente: 8.7m



UBICACIÓN



ESQUEMA DE CUBIERTAS



ESQUEMA DE FACHADA FRONTAL



Figura 67.1 Ortofoto de la manzana 0102031. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).



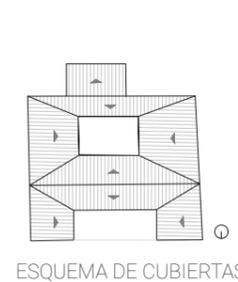
Figura 67.2. Fotografía de la edificación 18. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

Exploración rápida visual de los posibles riesgos sísmicos  
 FEMA P-154 Formulario de Recolección de Datos

NIVEL 1  
 ALTA Sismicidad



Dirección: Antonio José de Sucre 13-40  
 Código postal: 010101  
 Clave catastral: 0102031020000  
 Nombre de la edificación: Merchan Calderon Roberto Cornelio  
 Uso: Comercio  
 Latitud: -2.895253 Longitud: -79.009151  
 Ss: Alta sismicidad Fecha/Hora: 03/07/2021 16:30 pm  
 Inspectores: Cárdenas Abigail - Ruilova Juan José  
 No. pisos: 2 N. sup.: 2 N. infe.: 0 Año de const.: Anterior a 1977  
 Superficie total del suelo: 964m<sup>2</sup> Código de const.: 2001  
 Adiciones: Ninguna (Si) Año de const.:  
 Ocupación:  
 Asamblea Comercial Emergencia Histórico Albergue  
 Industrial Oficina Escuela Gobierno  
 Utilidad Almacén Residencial # Unid:



ESQUEMA DE CUBIERTAS



ESQUEMA DE FACHADA FRONTAL

Tipo de suelo:  
 A B C D E F No se  
 Roca Roca Suelo Suelo Blando Suelo Si no se sabe, asumir que el  
 Dura Débil Denso Duro S. Pobre suelo es tipo D

Riesgos geológicos:  
 Licuefacción Deslizamiento Rup. Superf.  
 Si (No) No, Sé Si (No) No, Sé Si (No) No, Sé  
 Adyacencia Golpes Peligro de caída del edificio a.  
 Irregular. Vertical Planta  
 Peligros Chimeneas sin soporte Enchapado pesado  
 Caída de Ext. Parapetos Apéndices  
 Otros:

Comentarios: Los años de construcción son aproximados debido a que esa información no consta en la documentación obtenida

NOTA DE BASE, MODIFICADORES, Y ULTIMA PUNTAJACIÓN NIVEL 1, SL1

FE+B40:R40MA	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	IRM	MH
tipo de edificio	3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5
Puntaje Básico	-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	N/A
I. Vertical Grave, VL1	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	N/A
I. V. Moderada, VL1	-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4	N/A
Irre. de planta, PL1	-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	-0.5	0.0	-0.1
Pre-Código	1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	N/A	1.9	2.1	N/A	2.0	2.4	2.1	2.1	N/A	1.2
Post-año referencia	0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3
Suelo tipo A o B	0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4
S. tipo E (>3 pisos)	-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	N/A	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	N/A	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	N/A
S. tipo E (1-3 pisos)	1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0
P. Mínimo SMIN	1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0

PUNTAJE FINAL "S" SL1= 0.5 Smin =0.2 SL2=0.6

Alcance de Control:  
 Exterior: Parcial Total Aéreo  
 Interior: Ninguna Visible  
 Dibujo: Si No  
 Tipo de fuente del suelo: Tesis Universidad de Cuenca  
 Tipo de fuente del peligro geológico: Tesis UDC  
 Persona de contacto:  
 ¿Inspección de nivel 2 realizada?  
 Si, puntuación final nivel 2, SL2 No  
 Peligros no estruc.: Si No  
 Otros Riesgos:  
 ¿Hay peligros que generan la necesidad de una evaluación estructural detallada?  
 ¿Golpeteo potencial (separación escasa entre edificaciones)?  
 Riesgos Geológicos o suelo tipo F  
 Daños significativos al sistema estructural  
 Acción Requerida  
 ¿Requiere una eval. det. estruc.?  
 Si, Tipo de edificación desconocida por la fema u otro tipo de edificación  
 Si, Resultado menor al min. puntaje.  
 Si, Presenta otros peligros No  
 ¿Requiere una eval. no estru. detallada?  
 Si, los peligros no estructurales identificados deben ser evaluados  
 No, no existen peligros no estructurales que pueden requerir mitigación  
 No se

Cuando la información no puede ser verificada, escriba: EST= estimado o dato no fiable o DNK un= No lo sé:  
 Leyenda: MRF= Pórtico resistente a momento ref. BR= Pórtico arriostrado MH= Vivienda prefabricada LM= Metal Ligero  
 RC= Concreto Reforzado SW= Muro de Corte FD= Diafragma Flexible  
 URM INF= Relleno de mamp. no TU= Tilt up RD= Diafragma rígido



Nombre del edificio: Merchan Calderon Roberto Cornelio Puntaje final nivel 1: SL1= 0,5 (No considerar Smin.)  
 Inspector: Abigail Cárdenas | Juan José Ruilova Irreg. de nivel 1: I. vertical, VL1= -0.4 II. horizontal, PL1= -0.4  
 Fecha/Hora: 03/07/2021 16:30 pm Ajuste del P. básico: S'=(SL1-VL1-PL1)= 1.3

MOD. ESTRUCTURALES PARA AÑADIR AL PUNTAJE BÁSICO AJUSTADO		NIVEL 2	
Tema	Enunciado (Si el enunciado es verdadero marque en la comuna "Si")	Si	Subtotal
Irreg. vertical, VL2	Sitio con pendiente	Edif. W1: Hay al menos un cambio de nivel de un piso completo. Edif. noW1: Hay al menos un cambio de nivel de un piso completo.	-1.2
	Piso débil o blando (Marque el valor máximo)	Edificio W1: Existe una pared de sótano sin refuerzo. Edificio W1: Existe debajo de un piso una abertura de garaje sin un pórtico resistente a momento de acero y que tenga como mínimo 2.50m de pared continua o 5.00m de pared como mínimo para edificios que tengan múltiples pisos ocupados.	-0.3 -0.6
		Edif. WA1: Hay aberturas en la planta baja mayores al 50% de su longitud. Edif. que nos son W1: La longitud del lateral en cualquier piso es menor al 50% de el piso superior, la altura de piso es el doble del piso anterior. Edificios que nos son W1: La longitud del lateral en cualquier piso esta entre el 50% y el 75% de el piso superior, la altura de piso superior es 1.3 o 2.0 veces la altura del piso anterior.	-1.2 -0.9 -0.5
	Retranqueo	Los elementos verticales de un piso superior se encuentran fuera del area del piso inferior lo que hace que los diafragmas trabajen en volado. Los elementos verticales en los pisos superiores del sistema se encuentran dentro del piso inferior. Hay un desplazamiento en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.	-1.0 -0.5 -0.3
	Columna corta	Edificaciones tipo C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20% de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columnas en el sistema lateral tienen relaciones de altura / profundidad inferiores al 50% de la relación nominal de altura / profundidad en ese nivel. Edificaciones tipo C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La profundidad de la columna (o ancho del pilar) es menos de la mitad de la profundidad de la junta, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0.5 -0.5
Desnivel	Hay un desnivel en uno de los pisos o en la cubierta.	-0.5	
Otras irregularidades	Existe otra irregularidad vertical severa observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-1.0	
	Existe otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.	-0.5	
Irreg. horizontal, PL2	Irregularidad torsional: el sistema no parece estar relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad de frente abierto W1A indicada anteriormente).	-0.7	
	Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.	-0.4	
	Esquina interior. Ambas proyecciones de una esquina interior superan el 25% de la dimensión del plano general en esa dirección.	-0.4	
	Abertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con un ancho superior al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.	-0.2	
	Desplazamiento fuera del plano del edificio C1, C2: Las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano. Otra irregularidad: Existe otra irregularidad observable en el plano que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.4 -0.7	
Simetría	El edificio tiene al menos dos tramos de elementos a cada lado del edificio en cada dirección.	0.3	
Golpeteo	El edificio está separado de una estructura adyacente por menos del 1% de la altura del edificio más corto y la estructura adyacente y: Los pisos no se alinean verticalmente (mínimo 60cm de diferencia) (Puntaje máximo del modificador de golpeteo -1.2) Una edificación es dos pisos mayor a la otra La edificación se encuentra al final de la manzana	-1.0 -1.0 -0.5	
	Edif. S2 Geometría de riostra en forma de "K".	-1.0	
Edif. C1	La placa plana sirve como viga en el portico de momento.	-0.4	
Edif.PC1/RM1	Hay conexión de techo a pared que son visibles o conocidas a partir de dibujos que no se basan en la flexión transversal.	0.3	
Edif.PC1/RM2	El edificio tiene paredes interiores de altura completa y poco espaciadas (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).	0.3	
URM	Hay muros a dos aguas.	-0.4	
MH	Sistema de arriostamiento sísmico suplementario provisto entre la edif. prefabricada y el suelo.	1.2	
Remod.	La modernización sísmica integral es visible o conocida por los dibujos.	1.4	

PUNTAJE FINAL NIVEL 2, SL2=(S'+VL2+PL2+M)>SMIN: 0.6

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES



DATOS DE LA EDIFICACIÓN  
 Dirección: Antonio José de Sucre 13-40

Nombre de la edificación: Merchan Calderon Roberto Cornelio  
 Sitio de referencia: Iglesia de San Sebastian  
 Tipo de uso: Comercio Fecha: 02/07/2021  
 Año de construcción: Anterior a 1977 Año de remodelación:  
 Área de construcción: 964m2 Número de pisos: 2

DATOS DEL EVALUADOR  
 Nombre del evaluador: Cárdenas Abigail | Ruilova Juan José  
 C.I: 0104943782 | 0104600929  
 Registro SENECYT:



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	Pórtico de hormigón armado	C1	P. de A. laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	P. H°A° con m. estructurales	C2	P. de Acero L. con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	P H°A° con m. sin refuerzo	C3	P. de A. doblado en frío	S3
Mixta acero-H° o madera-H°	MX	H. Armado prefabricado	PC	P. de A.L. con muros de H°A°	S4
				P. de A. con paredes de H°	S5

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL

Tipología estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN

Baja altura (menor a 4pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.3	0.4	0.6	0.8	N/A	0.8	0.8

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN

Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5

CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN

Pre-código (antes de 1977)	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2
E. de transición (1977- 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código (a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1

TIPO DE SUELO

Suelo tipo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Suelo tipo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
Suelo tipo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-1.2	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8

PUNTAJE FINAL: "S" 0.1

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

S<2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial	X
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad	
S>2.5	Baja vulnerabilidad	

Firma

OBSERVACIONES:



PROYECTO: Análisis de vulnerabilidad sísmica

EDIFICACIÓN: Merchan Calderon Roberto Cornelio

FECHA: 19/06/2021

DIRECCIÓN: Antonio Jose Sucre 13-40

EVALUADOR: Cárdenas Abigail - Ruilova Juan José

FORMULARIO DE APLICACIÓN					
VARIABLE DE VULNERABILIDAD	INDICADORES	VALOR	AMENAZA SÍSMICA		RESUL.
			SELECC.	PONDER.	
SISTEMA ESTRUCTURAL	HORMIGÓN ARMADO	0	5	1.2	6
	ESTRUCTURA METÁLICA	1			
	ESTRUCTURA DE MADERA	1			
	ESTRUCTURA DE CAÑA	10			
	ESTRUCTURA DE PARED PORT. MIXTA MADERA/HORMIGÓN	5			
	MIXTA METÁLICA/HORMIGÓN	5			
TIPO DE MATERIAL DE PAREDES	PARED DE LADRILLO	1	10	1.2	12
	PARED DE BLOQUE	1			
	PARED DE PIEDRA	10			
	PARED DE ADOBE	10			
	PARED DE TAPL./BAHARE./MADE.	5			
TIPO DE CUBIERTA	CUBIERTA METÁLICA	5	5	1	5
	LOSA DE HORMIGÓN ARMADO	0			
	VIGAS DE MADERA Y ZINC	5			
	CAÑA Y ZINC	10			
	VIGAS DE MADERA Y TEJA	5			
TIPO DE ENTREPISO	LOSA DE HORMIGÓN ARMADO	0	5	1	5
	VIGAS Y ENTRAM. DE MADERA	5			
	ENTRAMADO MADERA Y CAÑA	10			
	ENTRAMADO METÁLICO	1			
	ENTRAM. HORMIGÓN/METÁLICO	1			
NÚMERO DE PISOS	1 PISO	0	1	0.8	0.8
	2 PISOS	1			
	3 PISOS	5			
	4 PISOS	10			
	5 PISOS O MÁS	1			
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	ANTES DE 1970	10	10	1	10
	ENTRE 1971 Y 1980	5			
	ENTRE 1981 Y 1990	1			
	ENTRE 1991 Y 2010	0			
ESTADO DE CONSERVACIÓN	BUENO	0	1	1	1
	ACEPTABLE	1			
	REGULAR	5			
	MALO	10			
CARACT. DEL SUELO BAJO LA EDIFICACIÓN	FIRME, SECO	0	0	0.8	0
	INUNDABLE	1			
	CIÉNEGA	5			
	HÚMEDO, RELLENO ,BLANDO	10			
TOPOGRAFÍA DEL SITIO	A NIVEL, TERRENO PLANO	0	0	0.8	0
	BAJO EL NIVEL DE LA CALZADA	1			
	SOBRE EL NIVEL DE LA CALZADA	5			
	ESCARPE POSITIVO O NEVATIVO	10			
FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN	REGULAR	0	1	1.2	1.2
	IRREGULAR	1			
	IRREGULARIDAD SEVERA	5			
<b>GRADO DE VULNERABILIDAD</b>					<b>41</b>

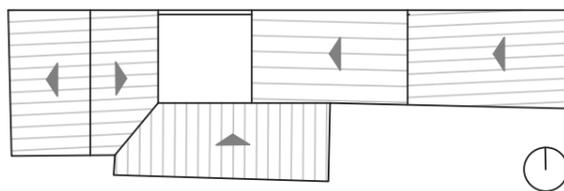
## CUADRO DE RESULTADOS

Formularios	Puntaje Final	Grado de Vulnerabilidad		
		Alto	Medio	Bajo
<b>FEMA P-154</b>	s=0,6	X		
El puntaje final (s) obtenido en el formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo utilizando la siguiente formula (1 en 10 <sup>s</sup> ), es decir, si el puntaje final es s=2 existe una probabilidad de 1 en 100 de que la edificación colapse. Para una mejor comprensión de los resultados se clasificó en tres categorías al grado de vulnerabilidad. Los valores menores a 1,5 representan alta vulnerabilidad. Los valores comprendidos entre 1,5 y 2,5 respresentan vulnerabilidad media. Y los valores mayores a 2,5 representan baja vulnerabilidad.				
<b>NEC</b>	s=0,1	X		
El puntaje final (s) obtenido en el formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo utilizando la siguiente formula (1 en 10 <sup>s</sup> ), es decir, si el puntaje final es s=2 existe una probabilidad de 1 en 100 de que la edificación colapse. Para una mejor comprensión de los resultados se clasificó en tres categorías al grado de vulnerabilidad. Los valores menores a 2 representan alta vulnerabilidad. Los valores comprendidos entre 2 y 2,5 respresentan vulnerabilidad media. Y los valores mayores a 2,5 representan baja vulnerabilidad.				
<b>SNGR</b>	s=40,8		X	
El puntaje final obtenido en este formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo, siendo 100 el valor mas alto de vulnerabilidad y 0 el mas bajo, por lo tanto se ha dividido en 3 categorías, aquellos valores entre 0 y 33 representan vulnerabilidad baja, entre 34 y 66 vulnerabilidad media y entre 67 y 100 vulnerabilidad alta.				

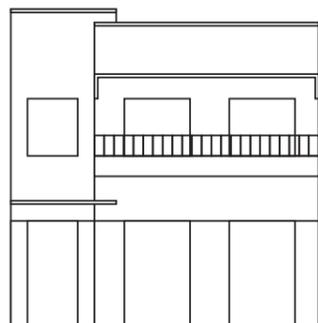
Edificación 23  
 Clave catastral: 0102031030000  
 Dirección: Estévez de Toral 8-94  
 Área: Terreno: 152m<sup>2</sup> Construcción: 304m<sup>2</sup>  
 Frente: 6.6m



UBICACIÓN



ESQUEMA DE CUBIERTAS



ESQUEMA DE FACHADA FRONTAL



Figura 68.1 Ortofoto de la manzana 0102031. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).



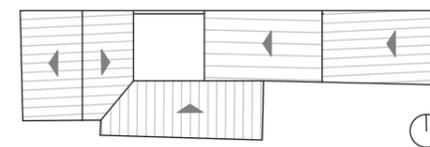
Figura 68.2. Fotografía de la edificación 23. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

Exploración rápida visual de los posibles riesgos sísmicos  
 FEMA P-154 Formulario de Recolección de Datos

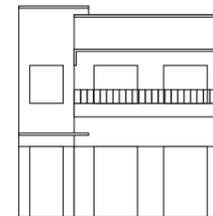
NIVEL 1  
 ALTA Sismicidad



Dirección: Estévez de Toral 8-94  
 Código postal: 010101  
 Clave catastral: 0102031030000  
 Nombre de la edificación: Brito Cadena Rochelle Sydney  
 Uso: Vivienda  
 Latitud: -2.895146 Longitud: -79.009608  
 Ss: Alta sismicidad Fecha/Hora: 04/07/2021 09:00 am  
 Inspectores: Cárdenas Abigail - Ruilova Juan José  
 No. pisos: 2 N. sup.: 0 Año de const.:  
 Superficie total del suelo: 304 m<sup>2</sup> Código de const.: 2001  
 Adiciones: Ninguna Si Año de const.: Anterior a 1977  
 Ocupación:  
 Asamblea Comercial Emergencia Histórico Albergue  
 Industrial Oficina Escuela Gobierno  
 Utilidad Almacén Residencia # Unid: 1



ESQUEMA DE CUBIERTAS



ESQUEMA DE FACHADA FRONTAL

Tipo de suelo:  
 A Roca Dura B Roca Débil C Suelo Denso D Suelo Duro E Blando S. F Suelo Pobre F Noise Si no se sabe, asumir que el suelo es tipo D

Riesgos geológicos:  
 Licuefacción Si No No, Sé Deslizamiento Si No No, Sé Rup. Superf. Si No No, Sé  
 Adyacencia Irregulari. Peligros Caidas de Ext. Otros: Tanque de reserva de agua.  
 Golpes Vertical Chimeneas sin soporte Parapetos Apéndices  
 Peligro de caída del edificio a. Planta Enchapado pesado

Comentarios: Los años de construcción son aproximados debido a que esa información no consta en la documentación obtenida previamente.

NOTA DE BASE, MODIFICADORES, Y ULTIMA Puntuación NIVEL 1, SL1

FE+B40:R40MA	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
tipo de edificio	3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5
Puntaje Básico	-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	N/A
I. Vertical Grave, VL1	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	N/A
I. V. Moderada, VL1	-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4	N/A
Irre. de planta, PL1	-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	-0.5	0.0	-0.1
Pre-Código	1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	N/A	1.9	2.1	N/A	2.0	2.4	2.1	2.1	N/A	1.2
Post-año referencia	0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3
Suelo tipo A o B	0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4
S.tipo E (>3 pisos)	-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	N/A	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	N/A	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	N/A
S. tipo E (1-3 pisos)	1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0
P. Mínimo SMIN	1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0

PUNTAJE FINAL "S" SL1= 0.5 Smin=0.3 SL2=-1.1

Alcance de Control: Exterior: Parcial Total Aéreo Interior: Ninguna Visible Dibujo: Si No  
 Otros Riesgos: ¿Hay peligros que generan la necesidad de una evaluación estructural detallada? ¿Hay peligros que generan la necesidad de una evaluación estructural detallada? ¿Hay peligros que generan la necesidad de una evaluación estructural detallada?  
 Acción Requerida: ¿Requiere una eval. det. estruc.? Si, Tipo de edificación desconocida por la fema u otro tipo de edificación Si, Resultado menor al min. puntaje. Si, Presenta otros peligros No ¿Requiere una eval. no estruc. detallada? Si, los peligros no estructurales identificados deben ser evaluados No, no existen peligros no estructurales que pueden requerir mitigación No se

Cuando la información no puede ser verificada, escriba: EST= estimado o dato no fiable o DNK un= No lo sé:

Leyenda: MRF= Pórtico resistente a momento ref. BR= Pórtico arriostrado MH= Vivienda prefabricada LM= Metal Ligero RC= Concreto Reforzado SW= Muro de Corte FD= Diafragma Flexible RD= Diafragma rígido URM INF= Relleno de mamp. no ref. TU= Tilt up



Nombre del edificio: Brito Cadena Rochelle Sydney Puntaje final nivel 1: SL1=0.5 (No considerar Smin.)  
 Inspector: Abigail Cárdenas | Juan José Ruilova Irreg. de nivel 1: I. vertical, VL1= -0.5 II. horizontal, PL1= -0.7  
 Fecha/Hora: 03/07/2021 09:00 am Ajuste del P. básico: S'=(SL1-VL1-PL1)= 1.7

**MOD. ESTRUCTURALES PARA AÑADIR AL PUNTAJE BÁSICO AJUSTADO NIVEL 2**

Tema	Enunciado	(Si el enunciado es verdadero marque en la comuna "Si")	Si	Subtotal
Irreg. vertical, VL2	Sitio con pendiente	Edif. W1: Hay al menos un cambio de nivel de un piso completo.	-1.2	
		Edif. noW1: Hay al menos un cambio de nivel de un piso completo.	-0.3	
	Piso débil o blando (Marque el valor máximo)	Edificio W1: Existe una pared de sótano sin refuerzo.	-0.6	
		Edificio W1: Existe debajo de un piso una abertura de garaje sin un pórtico resistente a momento de acero y que tenga como mínimo 2.50m de pared continua o 5.00m de pared como mínimo para edificios que tengan múltiples pisos ocupados.	-1.2	
Retranqueo		Edif. WA1: Hay aberturas en la planta baja mayores al 50% de su longitud.	-1.2	
		Edif. que nos son W1: La longitud del lateral en cualquier piso es menor al 50% de el piso superior, la altura de piso es el doble del piso anterior.	-0.9	
		Edificios que nos son W1: La longitud del lateral en cualquier piso esta entre el 50% y el 75% de el piso superior, la altura de piso superior es 1.3 o 2.0 veces la altura del piso anterior.	-0.5	
		Los elementos verticales de un piso superior se encuentran fuera del area del piso inferior lo que hace que los diafragmas trabajen en volado.	-1.0	
Columna corta		Los elementos verticales en los pisos superiores del sistema se encuentran dentro del piso inferior.	-0.5	
		Hay un desplazamiento en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.	-0.3	
		Edificaciones tipo C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20% de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columnas en el sistema lateral tienen relaciones de altura / profundidad inferiores al 50% de la relación nominal de altura / profundidad en ese nivel.	-0.5	
Desnivel		Edificaciones tipo C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La profundidad de la columna (o ancho del pilar) es menos de la mitad de la profundidad de la junta, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0.5	
		Hay un desnivel en uno de los pisos o en la cubierta.	-0.5	
Otras irregularidades		Existe otra irregularidad vertical severa observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-1.0	
		Existe otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.	-0.5	
Irreg. horizontal, PL2		Irregularidad torsional: el sistema no parece estar relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad de frente abierto W1A indicada anteriormente).	-0.7	
		Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.	-0.4	
		Esquina interior. Ambas proyecciones de una esquina interior superan el 25% de la dimensión del plano general en esa dirección.	-0.4	
		Abertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con un ancho superior al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.	-0.2	
		Desplazamiento fuera del plano del edificio C1, C2: Las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano.	-0.4	
		Otra irregularidad: Existe otra irregularidad observable en el plano que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.7	
Simetría		El edificio tiene al menos dos tramos de elementos a cada lado del edificio en cada dirección.	0.3	
Golpeteo		El edificio está separado de una estructura adyacente por menos del 1% de la altura del edificio más corto y la estructura adyacente y:	-1.0	
		Los pisos no se alinean verticalmente (mínimo 60cm de diferencia) (Puntaje máximo de golpeteo -1.2) Una edificación es dos pisos mayor a la otra La edificación se encuentra al final de la manzana	-1.0	
Edif. S2		Geometría de riostra en forma de "K".	-1.0	
Edif. C1		La placa plana sirve como viga en el portico de momento.	-0.4	
Edif.PC1/RM1		Hay conexión de techo a pared que son visibles o conocidas a partir de dibujos que no se basan en la flexión transversal.	0.3	
Edif.PC1/RM2		El edificio tiene paredes interiores de altura completa y poco espaciadas (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).	0.3	
URM		Hay muros a dos aguas.	-0.4	
MH		Sistema de arriostamiento sísmico suplementario provisto entre la edif. prefabricada y el suelo.	1.2	
Remod.		La modernización sísmica integral es visible o conocida por los dibujos.	1.4	

PUNTAJE FINAL NIVEL 2, SL2=(S'+VL2+PL2+M)>SMIN: -1.1

**EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES**

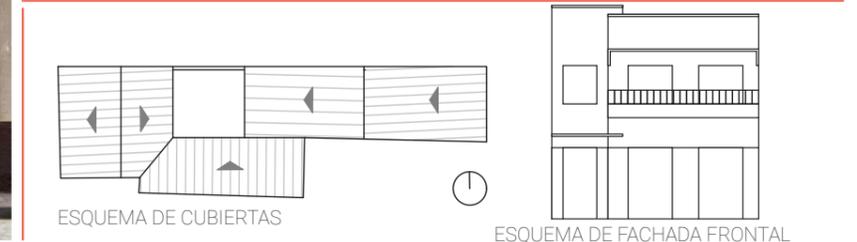


**DATOS DE LA EDIFICACIÓN**

Dirección: Estévez de Toral 8-94  
 Nombre de la edificación: Brito Cadena Rochelle Sydney  
 Sitio de referencia: Iglesia de San Sebastian  
 Tipo de uso: Vivienda Fecha: 02/07/2021  
 Año de construcción: Anterior a 1977 Año de remodelación:  
 Área de construcción: 304 m2 Número de pisos: 2

**DATOS DEL EVALUADOR**

Nombre del evaluador: Cárdenas Abigail | Ruilova Juan José  
 C.I: 0104943782 | 0104600929  
 Registro SENECYT:



**TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL**

Madera	W1	Pórtico de hormigón armado	C1	P. de A. laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	P. H°A° con m. estructurales	C2	P. de Acero L. con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	P. H°A° con m. sin refuerzo	C3	P. de A. doblado en frío	S3
Mixta acero-H° o madera-H°	MX	H. Armado prefabricado	PC	P. de A.L. con muros de H°A°	S4
				P. de A. con paredes de H°	S5

**PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL**

Tipología estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2

**ALTURA DE LA EDIFICACIÓN**

Baja altura (menor a 4pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.3	0.4	0.6	0.8	N/A	0.8	0.8

**IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN**

Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5

**CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN**

Pre-código (antes de 1977)	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2
E. de transición (1977- 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código (a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1

**TIPO DE SUELO**

Suelo tipo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Suelo tipo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
Suelo tipo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-1.2	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8

**PUNTAJE FINAL: "S"** 0.3

**GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA**

S<2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad
S>2.5	Baja vulnerabilidad

Firma

**OBSERVACIONES:**



PROYECTO: Análisis de vulnerabilidad sísmica

EDIFICACIÓN: Brito Cadena Rochelle Sydney

FECHA: 19/06/2021

DIRECCIÓN: Estevez De Toral 8-94

EVALUADOR: Cárdenas Abigail - Ruilova Juan José

FORMULARIO DE APLICACIÓN					
VARIABLE DE VULNERABILIDAD	INDICADORES	VALOR	AMENAZA SÍSMICA		RESUL.
			SELECC.	PONDER.	
SISTEMA ESTRUCTURAL	HORMIGÓN ARMADO	0	5	1.2	6
	ESTRUCTURA METÁLICA	1			
	ESTRUCTURA DE MADERA	1			
	ESTRUCTURA DE CAÑA	10			
	ESTRUCTURA DE PARED PORT. MIXTA MADERA/HORMIGÓN	5			
	MIXTA METÁLICA/HORMIGÓN	5			
TIPO DE MATERIAL DE PAREDES	PARED DE LADRILLO	1	1	1.2	1.2
	PARED DE BLOQUE	1			
	PARED DE PIEDRA	10			
	PARED DE ADOBE	10			
	PARED DE TAPL./BAHARE./MADE.	5			
TIPO DE CUBIERTA	CUBIERTA METÁLICA	5	5	1	5
	LOSA DE HORMIGÓN ARMADO	0			
	VIGAS DE MADERA Y ZINC	5			
	CAÑA Y ZINC	10			
	VIGAS DE MADERA Y TEJA	5			
TIPO DE ENTREPISO	LOSA DE HORMIGÓN ARMADO	0	5	1	5
	VIGAS Y ENTRAM. DE MADERA	5			
	ENTRAMADO MADERA Y CAÑA	10			
	ENTRAMADO METÁLICO	1			
	ENTRAM. HORMIGÓN/METÁLICO	1			
NÚMERO DE PISOS	1 PISO	0	1	0.8	0.8
	2 PISOS	1			
	3 PISOS	5			
	4 PISOS	10			
	5 PISOS O MÁS	1			
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	ANTES DE 1970	10	10	1	10
	ENTRE 1971 Y 1980	5			
	ENTRE 1981 Y 1990	1			
	ENTRE 1991 Y 2010	0			
ESTADO DE CONSERVACIÓN	BUENO	0	10	1	10
	ACEPTABLE	1			
	REGULAR	5			
	MALO	10			
CARACT. DEL SUELO BAJO LA EDIFICACIÓN	FIRME, SECO	0	0	0.8	0
	INUNDABLE	1			
	CIÉNEGA	5			
	HÚMEDO, RELLENO ,BLANDO	10			
TOPOGRAFÍA DEL SITIO	A NIVEL, TERRENO PLANO	0	0	0.8	0
	BAJO EL NIVEL DE LA CALZADA	1			
	SOBRE EL NIVEL DE LA CALZADA	5			
	ESCARPE POSITIVO O NEVATIVO	10			
FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN	REGULAR	0	1	1.2	1.2
	IRREGULAR	1			
	IRREGULARIDAD SEVERA	5			
<b>GRADO DE VULNERABILIDAD</b>					<b>39.2</b>

## CUADRO DE RESULTADOS

Formularios	Puntaje Final	Grado de Vulnerabilidad		
		Alto	Medio	Bajo
<b>FEMA P-154</b>	s=0,3	X		
El puntaje final (s) obtenido en el formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo utilizando la siguiente formula (1 en 10 <sup>s</sup> ), es decir, si el puntaje final es s=2 existe una probabilidad de 1 en 100 de que la edificación colapse. Para una mejor comprensión de los resultados se clasificó en tres categorías al grado de vulnerabilidad. Los valores menores a 1,5 representan alta vulnerabilidad. Los valores comprendidos entre 1,5 y 2,5 representan vulnerabilidad media. Y los valores mayores a 2,5 representan baja vulnerabilidad.				
<b>NEC</b>	s=0,3	X		
El puntaje final (s) obtenido en el formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo utilizando la siguiente formula (1 en 10 <sup>s</sup> ), es decir, si el puntaje final es s=2 existe una probabilidad de 1 en 100 de que la edificación colapse. Para una mejor comprensión de los resultados se clasificó en tres categorías al grado de vulnerabilidad. Los valores menores a 2 representan alta vulnerabilidad. Los valores comprendidos entre 2 y 2,5 representan vulnerabilidad media. Y los valores mayores a 2,5 representan baja vulnerabilidad.				
<b>SNGR</b>	s=37,2		X	
El puntaje final obtenido en este formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo, siendo 100 el valor mas alto de vulnerabilidad y 0 el mas bajo, por lo tanto se ha dividido en 3 categorías, aquellos valores entre 0 y 33 representan vulnerabilidad baja, entre 34 y 66 vulnerabilidad media y entre 67 y 100 vulnerabilidad alta.				



3.1.3.2 Edificaciones pertenecientes a la zona 2: Parroquia Yanuncay.

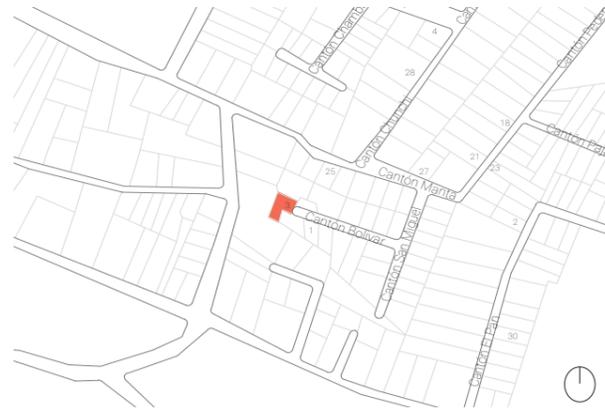
Edificación 3

Clave catastral: 0901097203000

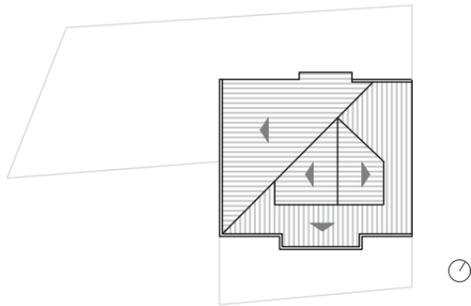
Dirección: Calle Cantón Bolívar /L:6

Área: Terreno: 181 m<sup>2</sup> Construcción: 165.1 m<sup>2</sup>

Frente: 17.1 m



UBICACIÓN



ESQUEMA DE CUBIERTAS



Figura 69.1 Ortofoto de la manzana 0901097. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).



Figura 69.2. Fotografía del la edificación 03. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

Exploración rápida visual de los posibles riesgos sísmicos

FEMA P-154 Formulario de Recolección de Datos

NIVEL 1

ALTA Sismicidad



Dirección: Calle Cantón Bolívar /L:6  
 Código postal: 010206  
 Clave catastral: 0901097203000  
 Nombre de la edificación: Astudillo Cedillo Xavier Leoncio  
 Uso: Vivienda  
 Latitud: -2.90384 Longitud: -79.044788  
 Ss: Alta sismicidad Fecha/Hora: 28/06/2021 9:00 am  
 Inspectores: Cárdenas Abigail - Ruilova Juan José  
 No. pisos: 3 N. sup.: 3 N. infe.: Año de const.: 2021  
 Superficie total del suelo: 165.1 m<sup>2</sup> Código de const.: 2001  
 Adiciones: Ninguna Si Año de const.:  
 Ocupación:  
 Asamblea Comercial Emergencia Histórico Albergue  
 Industrial Oficina Escuela Gobierno  
 Utilidad Almacén Residencia # Unid: 1



Tipo de suelo:

A	B	C	D	E	F	No se
Roca Dura	Roca Débil	Suelo Denso	Suelo Duro	Blando S.	Suelo Pobre	Si no se sabe, asumir que el suelo es tipo D

Riesgos geológicos:

Licuefacción	Deslizamiento	Rup. Superf.
Si No No, Sé	Si No No, Sé	Si No No, Sé

Adyacencia Irregulari. Peligros Caida de Ext. Otros:

Golpes	Peligro de caída del edificio a.
Vertical	Planta
Chimeneas sin soporte	Enchapado pesado
Parapetos	Apéndices

NOTA DE BASE, MODIFICADORES, Y ULTIMA Puntuación NIVEL 1, SL1

FE+B40:R40MA tipo de edificio	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
Puntaje Básico	3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5
I. Vertical Grave, VL1	-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	N/A
I. V. Moderada, VL1	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	N/A
Irre. de planta, PL1	-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4	N/A
Pre-Código	-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	0.0	-0.1	
Post-año referencia	1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	N/A	1.9	2.1	N/A	2.0	2.4	2.1	2.1	N/A	1.2
Suelo tipo A o B	0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3
S.tipo E (>3 pisos)	0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4
S. tipo E (1-3 pisos)	-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	N/A	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	N/A	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	N/A
P. Mínimo SMIN	1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0

PUNTAJE FINAL "S" SL1=0.8 Smin=0.5 SL2=0.1

Alcance de Control:	Exterior: Parcial Total Aéreo	Interior: Ninguna Visible	Dibujo: Si No	¿Inspección de nivel 2 realizada? Si, puntuación final nivel 2, SL2 No	Peligros no estruc.: Si No	Otros Riesgos:	Acción Requerida
Tipo de fuente del suelo:	Tesis Universidad de Cuenca	Tipo de fuente del peligro geológico:	Tesis UDC	¿Hay peligros que generan la necesidad de una evaluación estructural detallada? Si, Presenta otros peligros No	¿Requiere una eval. det. estruc.?	¿Hay peligros que generan la necesidad de una evaluación estructural detallada? Si, Resultado menor al min. puntaje. Si, Presenta otros peligros No	¿Requiere una eval. no estruc. detallada? Si, los peligros no estructurales identificados deben ser evaluados No, no existen peligros no estructurales que pueden requerir mitigación No se
Daños significativos al sistema estructural	No se	Daños significativos al sistema estructural	No se	Daños significativos al sistema estructural	No se	Daños significativos al sistema estructural	No se

Cuando la información no puede ser verificada, escriba: EST= estimado o dato no fiable o DNK un= No lo sé:

Leyenda: MRF= Pórtico resistente a momento ref. BR= Pórtico arriostrado MH= Vivienda prefabricada LM= Metal Ligero RC= Concreto Reforzado SW= Muro de Corte URM INF= Relleno de mamp. no ref. TU= Tilt up FD= Diafragma Flexible RD= Diafragma rígido



Nombre del edificio: Astudillo Cedillo Xavier Puntaje final nivel 1: SL1= 0.8 (No considerar Smin.)  
 Inspector: Abigail Cárdenas | Juan José Ruilova Irreg. de nivel 1: I. vertical, VL1= -0.8 II. horizontal, PL1=-0.6  
 Fecha/Hora: 28/06/2021 9:00 am Ajuste del P. básico: S'=(SL1-VL1-PL1)= 2.4

MOD. ESTRUCTURALES PARA AÑADIR AL PUNTAJE BÁSICO AJUSTADO			NIVEL 2	
Tema	Enunciado	(Si el enunciado es verdadero marque en la comuna "S")	Si	Subtotal
Irreg. vertical, VL2	Sitio con pendiente	Edif. W1: Hay al menos un cambio de nivel de un piso completo. Edif. noW1: Hay al menos un cambio de nivel de un piso completo.	-1.2	
	Piso débil o blando (Marque el valor máximo)	Edificio W1: Existe una pared de sótano sin refuerzo. Edificio W1: Existe debajo de un piso una abertura de garaje sin un pórtico resistente a momento de acero y que tenga como mínimo 2.50m de pared continua o 5.00m de pared como mínimo para edificios que tengan múltiples pisos ocupados.	-0.3	
		Edif. W1: Hay aberturas en la planta baja mayores al 50% de su longitud.	-0.6	
		Edif. que nos son W1: La longitud del lateral en cualquier piso es menor al 50% de el piso superior, la altura de piso es el doble del piso anterior.	-1.2	
		Edificios que nos son W1: La longitud del lateral en cualquier piso esta entre el 50% y el 75% de el piso superior, la altura de piso superior es 1.3 o 2.0 veces la altura del piso anterior.	-0.9	
			-0.5	
Retranqueo	Los elementos verticales de un piso superior se encuentran fuera del area del piso inferior lo que hace que los diafragmas trabajen en volado. Los elementos verticales en los pisos superiores del sistema se encuentran dentro del piso inferior. Hay un desplazamiento en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.		-1.0	
			-0.5	
			-0.3	
Columna corta	Edificaciones tipo C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20% de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columnas en el sistema lateral tienen relaciones de altura / profundidad inferiores al 50% de la relación nominal de altura / profundidad en ese nivel. Edificaciones tipo C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La profundidad de la columna (o ancho del pilar) es menos de la mitad de la profundidad de la junta, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.		-0.5	
			-0.5	
Desnivel	Hay un desnivel en uno de los pisos o en la cubierta.		-0.5	
Otras irregularidades	Existe otra irregularidad vertical severa observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio. Existe otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.		-1.0	
			-0.5	
Irreg. horizontal, PL2	Irregularidad torsional: el sistema no parece estar relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad de frente abierto W1A indicada anteriormente). Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí. Esquina interior. Ambas proyecciones de una esquina interior superan el 25% de la dimensión del plano general en esa dirección. Abertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con un ancho superior al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel. Desplazamiento fuera del plano del edificio C1, C2: Las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano. Otra irregularidad: Existe otra irregularidad observable en el plano que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.		-0.7	
			-0.4	
			-0.4	
			-0.2	
			-0.4	
			-0.7	
Simetría	El edificio tiene al menos dos tramos de elementos a cada lado del edificio en cada dirección.		0.3	
Golpeteo	El edificio está separado de una estructura adyacente por menos del 1% de la altura del edificio más corto y la estructura adyacente y: Los pisos no se alinean verticalmente (mínimo 60cm de diferencia) (Puntaje máximo de golpeteo -1.2) Una edificación es dos pisos mayor a la otra La edificación se encuentra al final de la manzana		-1.0	
			-1.0	
Edif. S2	Geometría de riostra en forma de "K".		-1.0	
Edif. C1	La placa plana sirve como viga en el portico de momento.		-0.4	
Edif.PC1/RM1	Hay conexión de techo a pared que son visibles o conocidas a partir de dibujos que no se basan en la flexión transversal.		0.3	
Edif.PC1/RM2	El edificio tiene paredes interiores de altura completa y poco espaciadas (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).		0.3	
URM	Hay muros a dos aguas.		-0.4	
MH	Sistema de arriostramiento sísmico suplementario provisto entre la edif. prefabricada y el suelo.		1.2	
Remod.	La modernización sísmica integral es visible o conocida por los dibujos.		1.4	
<b>PUNTAJE FINAL NIVEL 2, SL2=(S'+VL2+PL2+M)&gt;SMIN:</b>				0.1

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES



**DATOS DE LA EDIFICACIÓN**

Dirección: Calle Cantón Bolívar /L:6

Nombre de la edificación: Astudillo Cedillo Xavier Leoncio

Sitio de referencia: Iglesia de San Sebastian

Tipo de uso: Vivienda Fecha: 28/06/2021

Año de construcción: 2021 Año de remodelación:

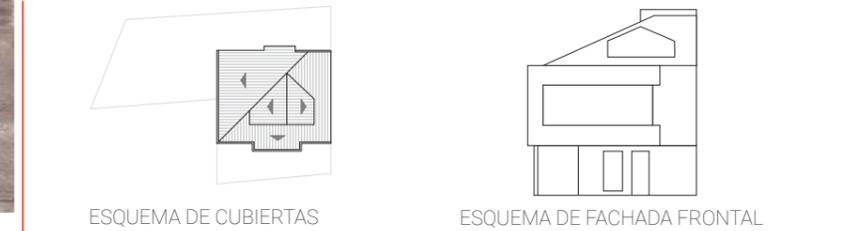
Área de construcción: 165.1 m2 Número de pisos: 3

**DATOS DEL EVALUADOR**

Nombre del evaluador: Cárdenas Abigail | Ruilova Juan José

C.I: 0104943782 | 0104600929

Registro SENECYT:



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	Pórtico de hormigón armado	C1	P. de A. laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	P. H°A° con m. estructurales	C2	P. de Acero L. con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	P H°A° con m. sin refuerzo	C3	P. de A. doblado en frío	S3
Mixta acero-H°o madera-H°	MX	H. Armado prefabricado	PC	P. de A.L. con muros de H°A°	S4
				P. de A. con paredes de H°	S5

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL

Tipología estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN

Baja altura (menor a 4pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.3	0.4	0.6	0.8	N/A	0.8	0.8

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN

Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5

CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN

Pre-código (antes de 1977)	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2
E. de transición (1977- 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código (a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1

TIPO DE SUELO

Suelo tipo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Suelo tipo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
Suelo tipo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-1.2	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8

PUNTAJE FINAL: "S" 0.3

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

S<2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad
S>2.5	Baja vulnerabilidad

X

*[Firma]*

Firma

OBSERVACIONES:



PROYECTO: Análisis de vulnerabilidad sísmica

EDIFICACIÓN: Astudillo Cedillo Xavier Leoncio

FECHA: 19/06/2021

DIRECCIÓN: Calle Cantón Bolívar /L:6

EVALUADOR: Cárdenas Abigail - Ruilova Juan José

FORMULARIO DE APLICACIÓN					
VARIABLE DE VULNERABILIDAD	INDICADORES	VALOR	AMENAZA SÍSMICA		RESUL.
			SELECC.	PONDER.	
SISTEMA ESTRUCTURAL	HORMIGÓN ARMADO	0			
	ESTRUCTURA METÁLICA	1			
	ESTRUCTURA DE MADERA	1			
	ESTRUCTURA DE CAÑA	10	1	1.2	1.2
	ESTRUCTURA DE PARED PORT. MIXTA MADERA/HORMIGÓN	5			
	MIXTA METÁLICA/HORMIGÓN	5			
TIPO DE MATERIAL DE PAREDES	PARED DE LADRILLO	1			
	PARED DE BLOQUE	1			
	PARED DE PIEDRA	10	1	1.2	1.2
	PARED DE ADOBE	10			
	PARED DE TAPL./BAHARE./MADE.	5			
TIPO DE CUBIERTA	CUBIERTA METÁLICA	5			
	LOSA DE HORMIGÓN ARMADO	0			
	VIGAS DE MADERA Y ZINC	5	5	1	5
	CAÑA Y ZINC	10			
	VIGAS DE MADERA Y TEJA	5			
TIPO DE ENTREPISO	LOSA DE HORMIGÓN ARMADO	0			
	VIGAS Y ENTRAM. DE MADERA	5			
	ENTRAMADO MADERA Y CAÑA	10	1	1	1
	ENTRAMADO METÁLICO	1			
	ENTRAM. HORMIGÓN/METÁLICO	1			
NÚMERO DE PISOS	1 PISO	0			
	2 PISOS	1			
	3 PISOS	5	5	0.8	4
	4 PISOS	10			
	5 PISOS O MÁS	1			
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	ANTES DE 1970	10			
	ENTRE 1971 Y 1980	5			
	ENTRE 1981 Y 1990	1	0	1	0
	ENTRE 1991 Y 2010	0			
ESTADO DE CONSERVACIÓN	BUENO	0			
	ACEPTABLE	1			
	REGULAR	5	0	1	0
	MALO	10			
CARACT. DEL SUELO BAJO LA EDIFICACIÓN	FIRME, SECO	0			
	INUNDABLE	1			
	CIÉNEGA	5	0	0.8	0
	HÚMEDO, RELLENO ,BLANDO	10			
TOPOGRAFÍA DEL SITIO	A NIVEL, TERRENO PLANO	0			
	BAJO EL NIVEL DE LA CALZADA	1			
	SOBRE EL NIVEL DE LA CALZADA	5	0	0.8	0
	ESCARPE POSITIVO O NEVATIVO	10			
FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN	REGULAR	0			
	IRREGULAR	1	5	1.2	6
	IRREGULARIDAD SEVERA	5			
<b>GRADO DE VULNERABILIDAD</b>					<b>18.4</b>

## CUADRO DE RESULTADOS

Formularios	Puntaje Final	Grado de Vulnerabilidad		
		Alto	Medio	Bajo
<b>FEMA P-154</b>	s=0,5	X		
El puntaje final (s) obtenido en el formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo utilizando la siguiente formula (1 en 10 <sup>s</sup> ), es decir, si el puntaje final es s=2 existe una probabilidad de 1 en 100 de que la edificación colapse. Para una mejor comprensión de los resultados se clasificó en tres categorías al grado de vulnerabilidad. Los valores menores a 1,5 representan alta vulnerabilidad. Los valores comprendidos entre 1,5 y 2,5 representan vulnerabilidad media. Y los valores mayores a 2,5 representan baja vulnerabilidad.				
<b>NEC</b>	s=0,3	X		
El puntaje final (s) obtenido en el formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo utilizando la siguiente formula (1 en 10 <sup>s</sup> ), es decir, si el puntaje final es s=2 existe una probabilidad de 1 en 100 de que la edificación colapse. Para una mejor comprensión de los resultados se clasificó en tres categorías al grado de vulnerabilidad. Los valores menores a 2 representan alta vulnerabilidad. Los valores comprendidos entre 2 y 2,5 representan vulnerabilidad media. Y los valores mayores a 2,5 representan baja vulnerabilidad.				
<b>SNGR</b>	s=18,4			X
El puntaje final obtenido en este formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo, siendo 100 el valor mas alto de vulnerabilidad y 0 el mas bajo, por lo tanto se ha dividido en 3 categorías, aquellos valores entre 0 y 33 representan vulnerabilidad baja, entre 34 y 66 vulnerabilidad media y entre 67 y 100 vulnerabilidad alta.				



Edificación 6

Clave catastral: 0901103033000

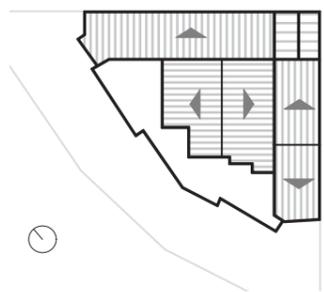
Dirección: Av Primero de Mayo /L:1

Área:Terreno: 275.9 m2 Construcción: 350.9m2

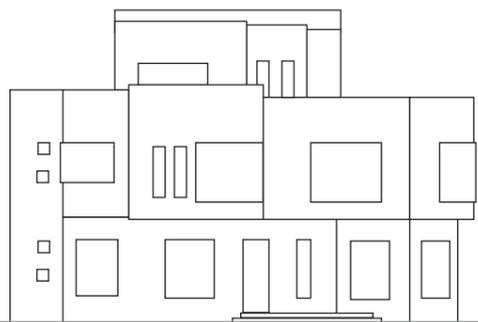
Frente: 30.04m



UBICACIÓN



ESQUEMA DE CUBIERTAS



ESQUEMA DE FACHADA FRONTAL



Figura 70.1 Ortofoto de la manzana 0901103. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).



Figura 70.2. Fotografía de la edificación 06. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

Exploración rápida visual de los posibles riesgos sísmicos

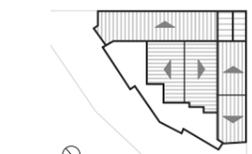
FEMA P-154 Formulario de Recolección de Datos

NIVEL 1

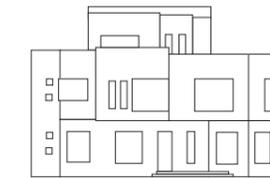
ALTA Sismicidad



Dirección: Av Primero de Mayo /L:1  
 Código postal: 010206  
 Clave catastral: 0901103033000  
 Nombre de la edificación: Tenesaca Tenesaca Zoila Lucia  
 Uso: Vivienda  
 Latitud: -2.900052 Longitud: -79.049539  
 Ss: Alta sismicidad Fecha/Hora: 28/06/2021 10:30 am  
 Inspectores: Cárdenas Abigail - Ruilova Juan José  
 No. pisos: 3 N. sup.: 3 N. infe.: 0 Año de const.: 2018  
 Superficie total del suelo: 350.9m2 Código de const.: 2001  
 Adiciones: Ninguna Si Año de const.:  
 Ocupación:  
 Asamblea Comercial Emergencia Histórico Albergue  
 Industrial Oficina Escuela Gobierno  
 Utilidad Almacén Residencia # Unid: 1



ESQUEMA DE CUBIERTAS



ESQUEMA DE FACHADA FRONTAL

Tipo de suelo:  
 A B C D E F No se  
 Roca Roca Suelo Suelo Blando Suelo Si no se sabe, asumir que el  
 Dura Débil Denso Duro S. Pobre suelo es tipo D

Riesgos geológicos:  
 Licuefacción Deslizamiento Rup. Superf.  
 Si No No, Sé Si No No, Sé Si No No, Sé

Adyacencia Golpes Peligro de caída del edificio a.  
 Irregular. Vertical Planta  
 Peligros Chimeneas sin soporte Enchapado pesado  
 Caída de Ext. Parapetos Apéndices  
 Otros:

Comentarios:

NOTA DE BASE, MODIFICADORES, Y ULTIMA Puntuación NIVEL 1, SL1

FE+B40:R40MA	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
tipo de edificio	3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5
Puntaje Básico	-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	N/A
I. Vertical Grave, VL1	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	N/A
I. V. Moderada, VL1	-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4	N/A
Irre. de planta, PL1	-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	0.0	-0.1	
Pre-Código	1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	N/A	1.9	2.1	N/A	2.0	2.4	2.1	2.1	N/A	
Post-año referencia	0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3
Suelo tipo A o B	0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4
S. tipo E (>3 pisos)	-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	N/A	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	N/A	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	N/A
S. tipo E (1-3 pisos)	1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0
P. Mínimo SMIN	1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0

PUNTAJE FINAL "S" SL1= 0.3 Smin = 0.3 SL2= 0.5

Alcance de Control: Exterior: Parcial Total Aéreo Interior: Ninguna Visible Dibujo: Si No  
 Tipo de fuente del suelo: Tesis Universidad de Cuenca  
 Tipo de fuente del peligro geológico: Tesis UDC  
 Persona de contacto:  
 ¿Inspección de nivel 2 realizada? Si, puntuación final nivel 2, SL2= No  
 Peligros no estruc.: Si No  
 Otros Riesgos: ¿Hay peligros que generan la necesidad de una evaluación estructural detallada? ¿Hay peligros que generan la necesidad de una evaluación estructural detallada?  
 Acción Requerida: ¿Requiere una eval. det. estruc.? Si, Tipo de edificación desconocida por la fema u otro tipo de edificación Si, Resultado menor al min. puntaje. Si, Presenta otros peligros No  
 ¿Requiere una eval. no estruc. detallada? Si, los peligros no estructurales identificados deben ser evaluados No, no existen peligros no estructurales que pueden requerir mitigación No se

Cuando la información no puede ser verificada, escriba: EST= estimado o dato no fiable o DNK un= No lo sé:  
 Leyenda: MRF= Pórtico resistente a momento ref. BR= Pórtico arriostrado MH= Vivienda prefabricada LM= Metal Ligero  
 RC= Concreto Reforzado SW= Muro de Corte FD= Diafragma Flexible  
 URM INF= Relleno de mamp. no ref. TU= Tilt up RD= Diafragma rígido



Nombre del edificio: Tenesaca Tenesaca Zoila Puntaje final nivel 1: SL1= 0.3 (No considerar Smin.)  
 Inspector: Abigail Cárdenas | Juan José Ruilova Irreg. de nivel 1: I. vertical, VL1= -0.7 | I. horizontal, PL1= -0.5  
 Fecha/Hora: 28/06/2021 10:30 am Ajuste del P. básico: S'=(SL1-VL1-PL1)= 1.5

MOD. ESTRUCTURALES PARA AÑADIR AL PUNTAJE BÁSICO AJUSTADO		NIVEL 2	
Tema	Enunciado (Si el enunciado es verdadero marque en la comuna "Si")	Si	Subtotal
Irreg. vertical, VL2	Sitio con pendiente	Edif. W1: Hay al menos un cambio de nivel de un piso completo. Edif. noW1: Hay al menos un cambio de nivel de un piso completo.	-1.2
	Piso débil o blando (Marque el valor máximo)	Edificio W1: Existe una pared de sótano sin refuerzo. Edificio W1: Existe debajo de un piso una abertura de garaje sin un pórtico resistente a momento de acero y que tenga como mínimo 2.50m de pared continua o 5.00m de pared como mínimo para edificios que tengan múltiples pisos ocupados.	-0.3
		Edif. W1: Hay aberturas en la planta baja mayores al 50% de su longitud.	-0.6
		Edif. que nos son W1: La longitud del lateral en cualquier piso es menor al 50% de el piso superior, la altura de piso es el doble del piso anterior.	-1.2
		Edificios que nos son W1: La longitud del lateral en cualquier piso esta entre el 50% y el 75% de el piso superior, la altura de piso superior es 1.3 o 2.0 veces la altura del piso anterior.	-0.9
Retranqueo		Edif. WA1: Hay aberturas en la planta baja mayores al 50% de su longitud.	-1.2
		Los elementos verticales de un piso superior se encuentran fuera del area del piso inferior lo que hace que los diafragmas trabajen en volado.	-0.9
		Los elementos verticales en los pisos superiores del sistema se encuentran dentro del piso inferior. Hay un desplazamiento en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.	-0.5
Columna corta		Edificios tipo C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20% de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columnas en el sistema lateral tienen relaciones de altura / profundidad inferiores al 50% de la relación nominal de altura / profundidad en ese nivel.	-1.0
		Edificios tipo C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La profundidad de la columna (o ancho del pilar) es menos de la mitad de la profundidad de la junta, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0.3
Desnivel	Hay un desnivel en uno de los pisos o en la cubierta.		-0.5
Otras irregularidades	Existe otra irregularidad vertical severa observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.		-0.5
	Existe otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.		-1.0
Irreg. horizontal, PL2	Irregularidad torsional: el sistema no parece estar relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad de frente abierto W1A indicada anteriormente).		-0.5
	Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.		-0.7
	Esquina interior. Ambas proyecciones de una esquina interior superan el 25% de la dimensión del plano general en esa dirección.		-0.4
	Abertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con un ancho superior al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.		-0.2
	Desplazamiento fuera del plano del edificio C1, C2: Las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano.		-0.4
	Otra irregularidad: Existe otra irregularidad observable en el plano que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.		-0.7
	Simetría	El edificio tiene al menos dos tramos de elementos a cada lado del edificio en cada dirección.	
Golpeteo	El edificio está separado de una estructura adyacente por menos del 1% de la altura del edificio más corto y la estructura adyacente y:	Los pisos no se alinean verticalmente (mínimo 60cm de diferencia) (Puntaje máximo de golpeteo -1.2) Una edificación es dos pisos mayor a la otra La edificación se encuentra al final de la manzana	-1.0
			-0.5
Edif. S2	Geometría de riostra en forma de "K".		-1.0
Edif. C1	La placa plana sirve como viga en el portico de momento.		-0.4
Edif.PC1/RM1	Hay conexión de techo a pared que son visibles o conocidas a partir de dibujos que no se basan en la flexión transversal.		0.3
Edif.PC1/RM2	El edificio tiene paredes interiores de altura completa y poco espaciadas (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).		0.3
URM	Hay muros a dos aguas.		-0.4
MH	Sistema de arriostamiento sísmico suplementario provisto entre la edif. prefabricada y el suelo.		1.2
Remod.	La modernización sísmica integral es visible o conocida por los dibujos.		1.4

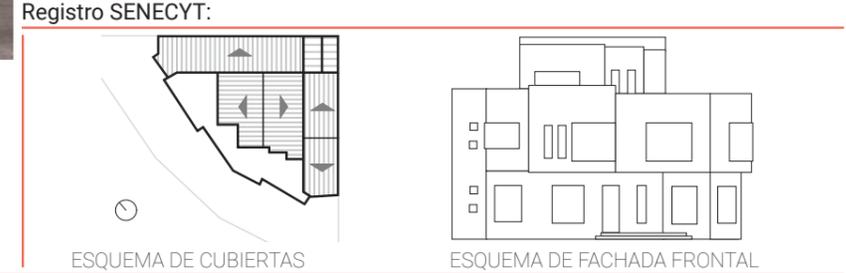
PUNTAJE FINAL NIVEL 2, SL2=(S'+VL2+PL2+M)>SMIN: -1.1

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES



DATOS DE LA EDIFICACIÓN	
Dirección:	Av Primero de Mayo /L:1
Nombre de la edificación:	Tenesaca Tenesaca Zoila Lucia
Sitio de referencia:	Iglesia de San Sebastian
Tipo de uso:	Vivienda
Año de construcción:	2018
Área de construcción:	350.9m2
Fecha:	28/06/2021
Año de remodelación:	
Número de pisos:	3

DATOS DEL EVALUADOR	
Nombre del evaluador:	Cárdenas Abigail   Ruilova Juan José
C.I:	0104943782   0104600929



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL					
Madera	W1	Pórtico de hormigón armado	C1	P. de A. laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	P. H°A° con m. estructurales	C2	P. de Acero L. con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	P H°A° con m. sin refuerzo	C3	P. de A. doblado en frío	S3
Mixta acero-H°o madera-H°	MX	H. Armado prefabricado	PC	P. de A.L. con muros de H°A°	S4
				P. de A. con paredes de H°	S5

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL													
Tipología estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.3	0.4	0.6	0.8	N/A	0.8	0.8

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5

CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN													
Pre-código (antes de 1977)	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2
E. de transición (1977- 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código (a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1

TIPO DE SUELO													
Suelo tipo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Suelo tipo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
Suelo tipo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-1.2	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8

PUNTAJE FINAL: "S" 1.5

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
S<2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad
S>2.5	Baja vulnerabilidad

Firma

OBSERVACIONES:



PROYECTO: Análisis de vulnerabilidad sísmica

EDIFICACIÓN: Tenesaca Tenesaca Zoila Lucia

FECHA: 19/06/2021

DIRECCIÓN: Av Primero de Mayo /L:1

EVALUADOR: Cárdenas Abigail - Ruilova Juan José

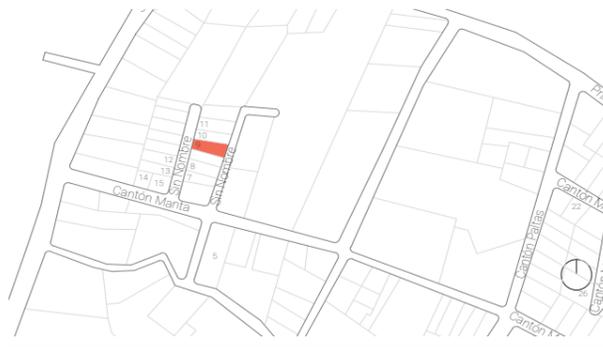
FORMULARIO DE APLICACIÓN					
VARIABLE DE VULNERABILIDAD	INDICADORES	VALOR	AMENAZA SÍSMICA		RESUL.
			SELECC.	PONDER.	
SISTEMA ESTRUCTURAL	HORMIGÓN ARMADO	0	0	1.2	0
	ESTRUCTURA METÁLICA	1			
	ESTRUCTURA DE MADERA	1			
	ESTRUCTURA DE CAÑA	10			
	ESTRUCTURA DE PARED PORT. MIXTA MADERA/HORMIGÓN	5			
	MIXTA METÁLICA/HORMIGÓN	5			
TIPO DE MATERIAL DE PAREDES	PARED DE LADRILLO	1	1	1.2	1.2
	PARED DE BLOQUE	1			
	PARED DE PIEDRA	10			
	PARED DE ADOBE	10			
	PARED DE TAPL./BAHARE./MADE.	5			
TIPO DE CUBIERTA	CUBIERTA METÁLICA	5	5	1	5
	LOSA DE HORMIGÓN ARMADO	0			
	VIGAS DE MADERA Y ZINC	5			
	CAÑA Y ZINC	10			
	VIGAS DE MADERA Y TEJA	5			
TIPO DE ENTREPISO	LOSA DE HORMIGÓN ARMADO	0	0	1	0
	VIGAS Y ENTRAM. DE MADERA	5			
	ENTRAMADO MADERA Y CAÑA	10			
	ENTRAMADO METÁLICO	1			
	ENTRAM. HORMIGÓN/METÁLICO	1			
NÚMERO DE PISOS	1 PISO	0	5	0.8	0.4
	2 PISOS	1			
	3 PISOS	5			
	4 PISOS	10			
	5 PISOS O MÁS	1			
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	ANTES DE 1970	10	0	1	0
	ENTRE 1971 Y 1980	5			
	ENTRE 1981 Y 1990	1			
	ENTRE 1991 Y 2010	0			
ESTADO DE CONSERVACIÓN	BUENO	0	0	1	0
	ACEPTABLE	1			
	REGULAR	5			
	MALO	10			
CARACT. DEL SUELO BAJO LA EDIFICACIÓN	FIRME, SECO	0	0	0.8	0
	INUNDABLE	1			
	CIÉNEGA	5			
	HÚMEDO, RELLENO ,BLANDO	10			
TOPOGRAFÍA DEL SITIO	A NIVEL, TERRENO PLANO	0	0	0.8	0
	BAJO EL NIVEL DE LA CALZADA	1			
	SOBRE EL NIVEL DE LA CALZADA	5			
	ESCARPE POSITIVO O NEVATIVO	10			
FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN	REGULAR	0	5	1.2	6
	IRREGULAR	1			
	IRREGULARIDAD SEVERA	5			
<b>GRADO DE VULNERABILIDAD</b>					12.6

## CUADRO DE RESULTADOS

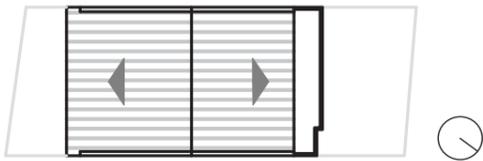
Formularios	Puntaje Final	Grado de Vulnerabilidad		
		Alto	Medio	Bajo
<b>FEMA P-154</b>	s=0,5	X		
El puntaje final (s) obtenido en el formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo utilizando la siguiente formula (1 en 10 <sup>s</sup> ), es decir, si el puntaje final es s=2 existe una probabilidad de 1 en 100 de que la edificación colapse. Para una mejor comprensión de los resultados se clasificó en tres categorías al grado de vulnerabilidad. Los valores menores a 1,5 representan alta vulnerabilidad. Los valores comprendidos entre 1,5 y 2,5 respresentan vulnerabilidad media. Y los valores mayores a 2,5 representan baja vulnerabilidad.				
<b>NEC</b>	s=1,5	X		
El puntaje final (s) obtenido en el formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo utilizando la siguiente formula (1 en 10 <sup>s</sup> ), es decir, si el puntaje final es s=2 existe una probabilidad de 1 en 100 de que la edificación colapse. Para una mejor comprensión de los resultados se clasificó en tres categorías al grado de vulnerabilidad. Los valores menores a 2 representan alta vulnerabilidad. Los valores comprendidos entre 2 y 2,5 respresentan vulnerabilidad media. Y los valores mayores a 2,5 representan baja vulnerabilidad.				
<b>SNGR</b>	s=12,6			X
El puntaje final obtenido en este formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo, siendo 100 el valor mas alto de vulnerabilidad y 0 el mas bajo, por lo tanto se ha dividido en 3 categorías, aquellos valores entre 0 y 33 representan vulnerabilidad baja, entre 34 y 66 vulnerabilidad media y entre 67 y 100 vulnerabilidad alta.				



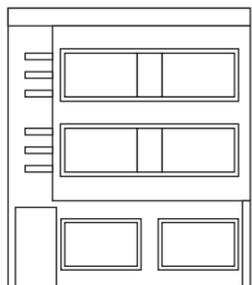
Edificación 9  
 Clave catastral:0901103049000  
 Dirección: Sin nombre/L:5  
 Área:Terreno:163.7m2 Construcción: 279m2  
 Frente: 7.8m



UBICACIÓN



ESQUEMA DE CUBIERTAS



ESQUEMA DE FACHADA FRONTAL



Figura 71.1 Ortofoto de la manzana 0901103. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).



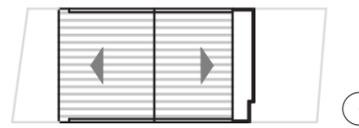
Figura 71.2. Fotografía de la edificación 09. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

Exploración rápida visual de los posibles riesgos sísmicos  
 FEMA P-154 Formulario de Recolección de Datos

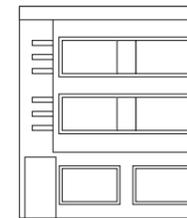
NIVEL 1  
 ALTA Sismicidad



Dirección: Sin nombre/L:5  
 Código postal: 010206  
 Clave catastral:0901103049000  
 Nombre de la edificación:Espinoza Guzman Doris Priscila  
 Uso:Vivienda  
 Latitud: -2.900805 Longitud: -79.049399  
 Ss: Alta sismicidad Fecha/Hora: 28/06/2021 12:00 am  
 Inspectores: Cárdenas Abigail - Ruilova Juan José  
 No. pisos:3 N. sup.: 3 N. infe.: 0 Año de const.: 2019  
 Superficie total del suelo: 479m2 Código de const.:2001  
 Adiciones: Ninguna Si Año de const.:  
 Ocupación:  
 Asamblea Comercial Emergencia Histórico Albergue  
 Industrial Oficina Escuela Gobierno  
 Utilidad Almacén Residencial # Unid: 1



ESQUEMA DE CUBIERTAS



ESQUEMA DE FACHADA FRONTAL

Tipo de suelo:  
 A B C D E F No se  
 Roca Roca Suelo Suelo Blando Suelo Si no se sabe, asumir que el  
 Dura Débil Denso Duro S. Pobre suelo es tipo D

Riesgos geológicos:  
 Licuefacción Deslizamiento Rup.Superf.  
 Si No No,Sé Si No No,Sé Si No No,Sé  
 Adyacencia Golpes Peligro de caída del edificio a.  
 Irregulari. Vertical Planta  
 Peligros Chimeneas sin soporte Enchapado pesado  
 Caída de Ext. Parapetos Apéndices  
 Otros:

Comentarios:Los años de construcción son aproximados debido a que esa información no consta en la documentación obtenida previamente.

NOTA DE BASE, MODIFICADORES, Y ULTIMA Puntuación NIVEL 1, SL1

FE+B40:R40MA	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
tipo de edificio	3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5
Puntaje Básico	-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	N/A
I. Vertical Grave, VL1	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	N/A
I. V. Moderada, VL1	-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4	N/A
Irre. de planta, PL1	-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	0.0	-0.1	
Pre-Código	1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	N/A	1.9	2.1	N/A	2.0	2.4	2.1	2.1	N/A	
Post-año referencia	0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3
Suelo tipo A o B	0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4
S.tipo E (>3 pisos)	-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	N/A	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	N/A	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	N/A
S. tipo E (1-3 pisos)	1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0
P. Mínimo SMIN	1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0

PUNTAJE FINAL "S" SL1=1.1 Smin =0.3 SL2=0.5

Alcance de Control: Exterior: Parcial Total Aéreo Interior: Ninguna Visible Dibujo: Si No  
 Tipo de fuente del suelo: Tesis Universidad de Cuenca  
 Tipo de fuente del peligro geológico.:Tesis UDC  
 Persona de contacto:  
 ¿Inspección de nivel 2 realizada? Si, puntuación final nivel 2, SL2 No  
 Peligros no estruc.: Si No  
 Otros Riesgos: ¿Hay peligros que generan la necesidad de una evaluación estructural detallada? ¿Hay peligros que generan la necesidad de una evaluación estructural detallada? Si, Presenta otros peligros No  
 ¿Requiere una eval. det. estruc.? Si, Tipo de edificación desconocida por la fema u otro tipo de edificación Si, Resultado menor al min. puntaje. Si, Presenta otros peligros No  
 ¿Requiere una eval. no estru. detallada.? Si, los peligros no estructurales identificados deben ser evaluados No, no existen peligros no estructurales que pueden requerir mitigación No se  
 Daños significativos al sistema estructural No se

Cuando la información no puede ser verificada, escriba: EST= estimado o dato no fiable o DNK un= No lo sé:

Leyenda: MRF= Pórtico resistente a momento ref. BR= Pórtico arriostrado MH= Vivienda prefabricada LM= Metal Ligero  
 RC= Concreto Reforzado SW= Muro de Corte URM INF= Relleno de mamp. no ref. TU= Tilt up  
 FD= Diafragma Flexible RD= Diafragma rígido



Nombre del edificio: Merchan Larrea Sonia Magdalena Puntaje final nivel 1: SL1= 1.1 (No considerar Smin.)  
 Inspector: Abigail Cárdenas | Juan José Ruilova Irreg. de nivel 1: I. vertical, VL1= -0.4 II. horizontal, PL1= 0.0  
 Fecha/Hora: 28/06/2021 12:00 am Ajuste del P. básico: S'=(SL1-VL1-PL1)= 1.5

MOD. ESTRUCTURALES PARA AÑADIR AL PUNTAJE BÁSICO AJUSTADO			NIVEL 2	
Tema	Enunciado	(Si el enunciado es verdadero marque en la comuna "Si")	Si	Subtotal
Irreg. vertical, VL2	Sitio con pendiente	Edif. W1: Hay al menos un cambio de nivel de un piso completo.	-1.2	
	Piso débil o blando (Marque el valor máximo)	Edif. noW1: Hay al menos un cambio de nivel de un piso completo.	-0.3	
		Edificio W1: Existe una pared de sótano sin refuerzo.	-0.6	
		Edificio W1: Existe debajo de un piso una abertura de garaje sin un pórtico resistente a momento de acero y que tenga como mínimo 2.50m de pared continua o 5.00m de pared como mínimo para edificios que tengan múltiples pisos ocupados.	-1.2	
		Edif. WA1: Hay aberturas en la planta baja mayores al 50% de su longitud.	-1.2	
Retranqueo	Los elementos verticales de un piso superior se encuentran fuera del área del piso inferior lo que hace que los diafragmas trabajen en volado. Los elementos verticales en los pisos superiores del sistema se encuentran dentro del piso inferior. Hay un desplazamiento en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.	Edif. que nos son W1: La longitud del lateral en cualquier piso es menor al 50% de el piso superior, la altura de piso es el doble del piso anterior.	-0.9	
		Edificios que nos son W1: La longitud del lateral en cualquier piso esta entre el 50% y el 75% de el piso superior, la altura de piso superior es 1.3 o 2.0 veces la altura del piso anterior.	-0.5	
			-1.0	
Columna corta	Edificaciones tipo C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20% de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columnas en el sistema lateral tienen relaciones de altura / profundidad inferiores al 50% de la relación nominal de altura / profundidad en ese nivel. Edificaciones tipo C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La profundidad de la columna (o ancho del pilar) es menos de la mitad de la profundidad de la junta, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.		-0.5	
			-0.5	
Desnivel	Hay un desnivel en uno de los pisos o en la cubierta.		-0.5	
Otras irregularidades	Existe otra irregularidad vertical severa observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio. Existe otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.		-1.0	
			-0.5	
Irreg. horizontal, PL2	Irregularidad torsional: el sistema no parece estar relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad de frente abierto W1A indicada anteriormente). Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí. Esquina interior. Ambas proyecciones de una esquina interior superan el 25% de la dimensión del plano general en esa dirección. Abertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con un ancho superior al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel. Desplazamiento fuera del plano del edificio C1, C2: Las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano. Otra irregularidad: Existe otra irregularidad observable en el plano que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.		-0.7	
			-0.4	
			-0.4	
			-0.2	
			-0.4	
Simetría	El edificio tiene al menos dos tramos de elementos a cada lado del edificio en cada dirección.		0.3	
Golpeteo	El edificio está separado de una estructura adyacente por menos del 1% de la altura del edificio más corto y la estructura adyacente y: Los pisos no se alinean verticalmente (mínimo 60cm de diferencia) (Puntaje máximo del modificador de golpeteo -1.2) Una edificación es dos pisos mayor a la otra La edificación se encuentra al final de la manzana		-1.0	
			-1.0	
Edif. S2	Geometría de riostra en forma de "K".		-1.0	
Edif. C1	La placa plana sirve como viga en el portico de momento.		-0.4	
Edif.PC1/RM1	Hay conexión de techo a pared que son visibles o conocidas a partir de dibujos que no se basan en la flexión transversal.		0.3	
Edif.PC1/RM2	El edificio tiene paredes interiores de altura completa y poco espaciadas (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).		0.3	
URM	Hay muros a dos aguas.		-0.4	
MH	Sistema de arriostramiento sísmico suplementario provisto entre la edif. prefabricada y el suelo.		1.2	
Remod.	La modernización sísmica integral es visible o conocida por los dibujos.		1.4	M= -1.0

PUNTAJE FINAL NIVEL 2, SL2=(S'+VL2+PL2+M)>SMIN: 0.5

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

**DATOS DE LA EDIFICACIÓN**

Dirección: Sin nombre/L:5

Nombre de la edificación: Espinoza Guzman Doris Priscila

Sitio de referencia: Iglesia de San Sebastian

Tipo de uso: Vivienda Fecha: 28/06/2021

Año de construcción: 2019 Año de remodelación:

Área de construcción: 279m2 Número de pisos: 3

**DATOS DEL EVALUADOR**

Nombre del evaluador: Cárdenas Abigail | Ruilova Juan José

C.I: 0104943782 | 0104600929

Registro SENECYT:

ESQUEMA DE CUBIERTAS

ESQUEMA DE FACHADA FRONTAL

TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Madera					Pórtico de hormigón armado		C1	P. de A. laminado					S1
Mampostería sin refuerzo					P. H°A° con m. estructurales		C2	P. de Acero L. con diagonales					S2
Mampostería reforzada					P. H°A° con m. sin refuerzo		C3	P. de A. doblado en frío					S3
Mixta acero-H° o madera-H°					H. Armado prefabricado		PC	P. de A.L. con muros de H°A°					S4
								P. de A. con paredes de H°					S5

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL

Tipología estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN

	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Baja altura (menor a 4pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.3	0.4	0.6	0.8	N/A	0.8	0.8

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN

	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5

CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN

	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Pre-código (antes de 1977)	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2
E. de transición (1977- 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código (a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1

TIPO DE SUELO

	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Suelo tipo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Suelo tipo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
Suelo tipo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-1.2	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8

PUNTAJE FINAL: "S" 2

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

S<2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad
S>2.5	Baja vulnerabilidad

X

Firma

OBSERVACIONES:



PROYECTO: Análisis de vulnerabilidad sísmica

EDIFICACIÓN: Espinoza Guzman Doris Priscila

FECHA: 19/06/2021

DIRECCIÓN: Sin nombre/L:5

EVALUADOR: Cárdenas Abigail - Ruilova Juan José

FORMULARIO DE APLICACIÓN					
VARIABLE DE VULNERABILIDAD	INDICADORES	VALOR	AMENAZA SÍSMICA		RESUL.
			SELECC.	PONDER.	
SISTEMA ESTRUCTURAL	HORMIGÓN ARMADO	0	0	1.2	0
	ESTRUCTURA METÁLICA	1			
	ESTRUCTURA DE MADERA	1			
	ESTRUCTURA DE CAÑA	10			
	ESTRUCTURA DE PARED PORT. MIXTA MADERA/HORMIGÓN	5			
	MIXTA METÁLICA/HORMIGÓN	5			
TIPO DE MATERIAL DE PAREDES	PARED DE LADRILLO	1	1	1.2	1.2
	PARED DE BLOQUE	1			
	PARED DE PIEDRA	10			
	PARED DE ADOBE	10			
	PARED DE TAPL./BAHARE./MADE.	5			
TIPO DE CUBIERTA	CUBIERTA METÁLICA	5	5	1	5
	LOSA DE HORMIGÓN ARMADO	0			
	VIGAS DE MADERA Y ZINC	5			
	CAÑA Y ZINC	10			
	VIGAS DE MADERA Y TEJA	5			
TIPO DE ENTREPISO	LOSA DE HORMIGÓN ARMADO	0	0	1	0
	VIGAS Y ENTRAM. DE MADERA	5			
	ENTRAMADO MADERA Y CAÑA	10			
	ENTRAMADO METÁLICO	1			
	ENTRAM. HORMIGÓN/METÁLICO	1			
NÚMERO DE PISOS	1 PISO	0	5	0.8	4
	2 PISOS	1			
	3 PISOS	5			
	4 PISOS	10			
	5 PISOS O MÁS	1			
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	ANTES DE 1970	10	0	1	0
	ENTRE 1971 Y 1980	5			
	ENTRE 1981 Y 1990	1			
	ENTRE 1991 Y 2010	0			
ESTADO DE CONSERVACIÓN	BUENO	0	1	1	1
	ACEPTABLE	1			
	REGULAR	5			
	MALO	10			
CARACT. DEL SUELO BAJO LA EDIFICACIÓN	FIRME, SECO	0	0	0.8	0
	INUNDABLE	1			
	CIÉNEGA	5			
	HÚMEDO, RELLENO ,BLANDO	10			
TOPOGRAFÍA DEL SITIO	A NIVEL, TERRENO PLANO	0	0	0.8	0
	BAJO EL NIVEL DE LA CALZADA	1			
	SOBRE EL NIVEL DE LA CALZADA	5			
	ESCARPE POSITIVO O NEVATIVO	10			
FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN	REGULAR	0	1	1.2	1.2
	IRREGULAR	1			
	IRREGULARIDAD SEVERA	5			
<b>GRADO DE VULNERABILIDAD</b>					<b>12.4</b>

## CUADRO DE RESULTADOS

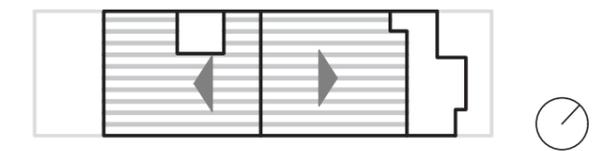
Formularios	Puntaje Final	Grado de Vulnerabilidad		
		Alto	Medio	Bajo
<b>FEMA P-154</b>	s=0,5	X		
El puntaje final (s) obtenido en el formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo utilizando la siguiente formula (1 en 10 <sup>s</sup> ), es decir, si el puntaje final es s=2 existe una probabilidad de 1 en 100 de que la edificación colapse. Para una mejor comprensión de los resultados se clasificó en tres categorías al grado de vulnerabilidad. Los valores menores a 1,5 representan alta vulnerabilidad. Los valores comprendidos entre 1,5 y 2,5 representan vulnerabilidad media. Y los valores mayores a 2,5 representan baja vulnerabilidad.				
<b>NEC</b>	s=2		X	
El puntaje final (s) obtenido en el formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo utilizando la siguiente formula (1 en 10 <sup>s</sup> ), es decir, si el puntaje final es s=2 existe una probabilidad de 1 en 100 de que la edificación colapse. Para una mejor comprensión de los resultados se clasificó en tres categorías al grado de vulnerabilidad. Los valores menores a 2 representan alta vulnerabilidad. Los valores comprendidos entre 2 y 2,5 representan vulnerabilidad media. Y los valores mayores a 2,5 representan baja vulnerabilidad.				
<b>SNGR</b>	s=12.2			X
El puntaje final obtenido en este formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo, siendo 100 el valor mas alto de vulnerabilidad y 0 el mas bajo, por lo tanto se ha dividido en 3 categorías, aquellos valores entre 0 y 33 representan vulnerabilidad baja, entre 34 y 66 vulnerabilidad media y entre 67 y 100 vulnerabilidad alta.				



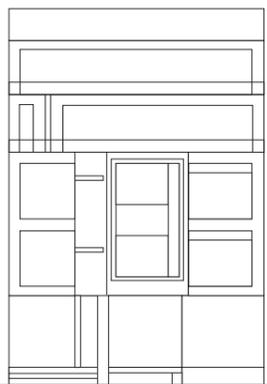
Edificación 21  
 Clave catastral: 0901111025000  
 Dirección: Cantón Chunchi /L:4  
 Área: Terreno: 302.5m<sup>2</sup>      Construcción: 1050.3m<sup>2</sup>  
 Frente: 10m



UBICACIÓN



ESQUEMA DE CUBIERTAS



ESQUEMA DE FACHADA FRONTAL



Figura 72.1 Ortofoto de la manzana 0901111. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).



Figura 72.2. Fotografía de la edificación 21. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

Exploración rápida visual de los posibles riesgos sísmicos  
 FEMA P-154 Formulario de Recolección de Datos

NIVEL 1  
 ALTA Sismicidad



Dirección: Cantón Chunchi /L:4  
 Código postal: 010206  
 Clave catastral: 0901111025000  
 Nombre de la edificación: Heredia Idrovo Sonia Alexandra  
 Uso: Vivienda  
 Latitud: -2.903486      Longitud: -79.04407  
 Ss: Alta sismicidad      Fecha/Hora: 28/06/2021 08:00 am  
 Inspectores: Cárdenas Abigail - Ruilova Juan José  
 No. pisos: 6      N. sup.: 5      N. infe.: 1      Año de const.: 2019  
 Superficie total del suelo: 1050.3m<sup>2</sup>      Código de const.: 2001  
 Adiciones: Ninguna      Si      Año de const.:  
 Ocupación:  
 Asamblea      Comercial      Emergencia      Histórico      Albergue  
 Industrial      Oficina      Escuela      Gobierno  
 Utilidad      Almacén      Residencial      # Unid: 5



Tipo de suelo:  
 A      B      C      D      E      F      No se  
 Roca      Roca      Suelo      Suelo      Blando      Suelo      Si no se sabe, asumir que el  
 Dura      Débil      Denso      Duro      S.      Pobre      suelo es tipo D  
 Riesgos geológicos:  
 Licuefacción      Deslizamiento      Rup. Superf.  
 Si      No      No, Sé      Si      No      No, Sé      Si      No      No, Sé  
 Adyacencia      Golpes      Peligro de caída del edificio a.  
 Irregulari.      Vertical      Planta  
 Peligros      Chimeneas sin soporte      Enchapado pesado  
 Caída de Ext.      Parapetos      Apéndices  
 Otros:

Comentarios: los años de construcción son aproximados debido a que esa información no consta en la documentación obtenida previamente.

NOTA DE BASE, MODIFICADORES, Y ULTIMA Puntuación NIVEL 1, SL1

FE+B40:R40MA	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	<u>C2</u>	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
tipo de edificio	3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	<u>2.0</u>	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5
Puntaje Básico	-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	<u>-1.0</u>	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	N/A
I. Vertical Grave, VL1	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	<u>-0.6</u>	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	N/A
I. V. Moderada, VL1	-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	<u>-0.8</u>	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4	N/A
Irre. de planta, PL1	-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	<u>-0.7</u>	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	0.0	-0.1	N/A
Pre-Código	1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	N/A	1.9	<u>2.1</u>	N/A	2.0	2.4	2.1	2.1	N/A	1.2
Post-año referencia	0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	<u>0.5</u>	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3
Suelo tipo A o B	0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	<u>0.0</u>	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4
S.tipo E (>3 pisos)	-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	N/A	-0.6	-0.4	-0.5	<u>-0.7</u>	-0.3	N/A	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	N/A
S. tipo E (1-3 pisos)	1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	<u>0.3</u>	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0

P. Mínimo SMIN

**PUNTAJE FINAL "S"**      SL1= 3.6 Smin = 0.3      SL2=1.9

Alcance de Control:      Otros Riesgos:      Acción Requerida

Exterior:      Parcial      Total      Aéreo      ¿Hay peligros que generan      ¿Requiere una eval. det. estruc.?

Interior:      Ninguna      Visible      la necesidad de una      Si, Tipo de edificación desconocida por

Dibujo:      Si      No      evaluación      ción estructural detallada?      la fema u otro tipo de edificación

Tipo de fuente del suelo: Tesis Universidad de Cuenca      Golpeteo potencial (separación      Si, Resultado menor al min. puntaje.

Tipo de fuente del peligro geológico: Tesis UDC      escasa entre edificaciónes)      Si, Presenta otros peligros      No

Persona de contacto:      ¿Inspección de nivel 2 realizada?      Si, los peligros no estructurales identifi-      ¿Requiere una eval. no estru. detallada.?

Si, puntuación final nivel 2, SL2      No      cados deben ser evaluados      Si, no existen peligros no estructurales

Peligros no estruc.:      Si      No      que pueden requerir mitigación

Daños significativos al sistema estructural      No se

Cuando la información no puede ser verificada, escriba: EST= estimado o dato no fiable o DNK un= No lo sé:

Leyenda: MRF= Pórtico resistente a momento      RC= Concreto Reforzado      URM INF= Relleno de mamp. no ref.  
 BR= Pórtico arriostrado      SW= Muro de Corte      TU= Tilt up  
 MH= Vivienda prefabricada      FD= Diafragma Flexible  
 LM= Metal Ligero      RD= Diafragma rígido



Nombre del edificio: Heredia Idrovo Sonia Puntaje final nivel 1: SL1= 3,6 (No considerar Smin.)  
 Inspector: Abigail Cárdenas | Juan José Ruilova Irreg. de nivel 1: I. vertical, VL1= -1.0 II. horizontal, PL1= -0.4  
 Fecha/Hora: 28/06/2021 8:00 am Ajuste del P. básico: S'=(SL1-VL1-PL1)= 4.6

MOD. ESTRUCTURALES PARA AÑADIR AL PUNTAJE BÁSICO AJUSTADO		NIVEL 2	
Tema	Enunciado (Si el enunciado es verdadero marque en la comuna "Si")	Si	Subtotal
Irreg. vertical, VL2	Sitio con pendiente	Edif. W1: Hay al menos un cambio de nivel de un piso completo. Edif. noW1: Hay al menos un cambio de nivel de un piso completo.	-1.2
	Piso débil o blando (Marque el valor máximo)	Edificio W1: Existe una pared de sótano sin refuerzo. Edificio W1: Existe debajo de un piso una abertura de garaje sin un pórtico resistente a momento de acero y que tenga como mínimo 2.50m de pared continua o 5.00m de pared como mínimo para edificios que tengan múltiples pisos ocupados.	-0.3 -0.6
		Edif. WA1: Hay aberturas en la planta baja mayores al 50% de su longitud. Edif. que nos son W1: La longitud del lateral en cualquier piso es menor al 50% de el piso superior, la altura de piso es el doble del piso anterior. Edificios que nos son W1: La longitud del lateral en cualquier piso esta entre el 50% y el 75% de el piso superior, la altura de piso superior es 1.3 o 2.0 veces la altura del piso anterior.	-1.2 -0.9 -0.5
	Retranqueo	Los elementos verticales de un piso superior se encuentran fuera del area del piso inferior lo que hace que los diafragmas trabajen en volado. Los elementos verticales en los pisos superiores del sistema se encuentran dentro del piso inferior. Hay un desplazamiento en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.	-1.0 -0.5
	Columna corta	Edificaciones tipo C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20% de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columnas en el sistema lateral tienen relaciones de altura / profundidad inferiores al 50% de la relación nominal de altura / profundidad en ese nivel. Edificaciones tipo C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La profundidad de la columna (o ancho del pilar) es menos de la mitad de la profundidad de la junta, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0.3 -0.5
Desnivel	Hay un desnivel en uno de los pisos o en la cubierta.	-0.5	
Otras irregularidades	Existe otra irregularidad vertical severa observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-1.0	
	Existe otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.	-0.5	
Irreg. horizontal, PL2	Irregularidad torsional: el sistema no parece estar relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad de frente abierto W1A indicada anteriormente).	-0.7	
	Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.	-0.4	
	Esquina interior. Ambas proyecciones de una esquina interior superan el 25% de la dimensión del plano general en esa dirección.	-0.4	
	Abertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con un ancho superior al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.	-0.2	
	Desplazamiento fuera del plano del edificio C1, C2: Las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano. Otra irregularidad: Existe otra irregularidad observable en el plano que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.4 -0.7	
Simetría	El edificio tiene al menos dos tramos de elementos a cada lado del edificio en cada dirección.	0.3	
Golpeteo	El edificio está separado de una estructura adyacente por menos del 1% de la altura del edificio más corto y la estructura adyacente y:	(Puntaje máximo de golpeteo -1.2)	
	Los pisos no se alinean verticalmente (mínimo 60cm de diferencia) el modificador de golpeteo -1.2) Una edificación es dos pisos mayor a la otra La edificación se encuentra al final de la manzana	-1.0 -1.0 -0.5	
Edif. S2	Geometría de riostra en forma de "K".	-1.0	
Edif. C1	La placa plana sirve como viga en el portico de momento.	-0.4	
Edif.PC1/RM1	Hay conexión de techo a pared que son visibles o conocidas a partir de dibujos que no se basan en la flexión transversal.	0.3	
Edif.PC1/RM2	El edificio tiene paredes interiores de altura completa y poco espaciadas (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).	0.3	
URM	Hay muros a dos aguas.	-0.4	
MH	Sistema de arriostamiento sísmico suplementario provisto entre la edif. prefabricada y el suelo.	1.2	
Remod.	La modernización sísmica integral es visible o conocida por los dibujos.	1.4	

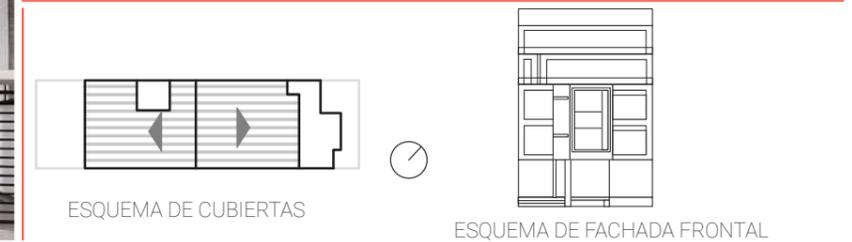
PUNTAJE FINAL NIVEL 2, SL2=(S'+VL2+PL2+M)>SMIN: 1.9

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES



**DATOS DE LA EDIFICACIÓN**  
 Dirección: Cantón Chunchi /L:4  
 Nombre de la edificación: Heredia Idrovo Sonia Alexandra  
 Sitio de referencia: Iglesia de San Sebastian  
 Tipo de uso: Vivienda Fecha: 28/06/2021  
 Año de construcción: 2019 Año de remodelación:  
 Área de construcción: 1050.3m2 Número de pisos: 5

**DATOS DEL EVALUADOR**  
 Nombre del evaluador: Cárdenas Abigail | Ruilova Juan José  
 C.I: 0104943782 | 0104600929  
 Registro SENECYT:



**TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL**

Material	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Madera	W1	Pórtico de hormigón armado	C1	P. de A. laminado	S1								
Mampostería sin refuerzo	URM	P. H°A° con m. estructurales	C2	P. de Acero L. con diagonales	S2								
Mampostería reforzada	RM	P H°A° con m. sin refuerzo	C3	P. de A. doblado en frío	S3								
Mixta acero-H°o madera-H°	MX	H. Armado prefabricado	PC	P. de A.L. con muros de H°A°	S4								
				P. de A. con paredes de H°	S5								

**PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL**

Tipología estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2

**ALTURA DE LA EDIFICACIÓN**

Baja altura (menor a 4pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.3	0.4	0.6	0.8	N/A	0.8	0.8

**IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN**

Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5

**CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN**

Pre-código (antes de 1977)	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2
E. de transición (1977- 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código (a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1

**TIPO DE SUELO**

Suelo tipo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Suelo tipo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
Suelo tipo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-1.2	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8

**PUNTAJE FINAL: "S"** 4.2

**GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA**

S<2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial	<input type="checkbox"/>
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad	<input type="checkbox"/>
S>2.5	Baja vulnerabilidad	<input checked="" type="checkbox"/>

Firma:

OBSERVACIONES:



PROYECTO: Análisis de vulnerabilidad sísmica

EDIFICACIÓN: Heredia Idrovo Sonia Alexandra

FECHA: 19/06/2021

DIRECCIÓN: Cantón Chunchi /L:4

EVALUADOR: Cárdenas Abigail - Ruilova Juan José

FORMULARIO DE APLICACIÓN					
VARIABLE DE VULNERABILIDAD	INDICADORES	VALOR	AMENAZA SÍSMICA		RESUL.
			SELECC.	PONDER.	
SISTEMA ESTRUCTURAL	HORMIGÓN ARMADO	0	0	1.2	0
	ESTRUCTURA METÁLICA	1			
	ESTRUCTURA DE MADERA	1			
	ESTRUCTURA DE CAÑA	10			
	ESTRUCTURA DE PARED PORT. MIXTA MADERA/HORMIGÓN	5			
	MIXTA METÁLICA/HORMIGÓN	5			
TIPO DE MATERIAL DE PAREDES	PARED DE LADRILLO	1	1	1.2	1.2
	PARED DE BLOQUE	1			
	PARED DE PIEDRA	10			
	PARED DE ADOBE	10			
	PARED DE TAPL./BAHARE./MADE.	5			
TIPO DE CUBIERTA	CUBIERTA METÁLICA	5	5	1	5
	LOSA DE HORMIGÓN ARMADO	0			
	VIGAS DE MADERA Y ZINC	5			
	CAÑA Y ZINC	10			
	VIGAS DE MADERA Y TEJA	5			
TIPO DE ENTREPISO	LOSA DE HORMIGÓN ARMADO	0	0	1	0
	VIGAS Y ENTRAM. DE MADERA	5			
	ENTRAMADO MADERA Y CAÑA	10			
	ENTRAMADO METÁLICO	1			
	ENTRAM. HORMIGÓN/METÁLICO	1			
NÚMERO DE PISOS	1 PISO	0	1	0.8	0.8
	2 PISOS	1			
	3 PISOS	5			
	4 PISOS	10			
	5 PISOS O MÁS	1			
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	ANTES DE 1970	10	0	1	0
	ENTRE 1971 Y 1980	5			
	ENTRE 1981 Y 1990	1			
	ENTRE 1991 Y 2010	0			
ESTADO DE CONSERVACIÓN	BUENO	0	0	1	0
	ACEPTABLE	1			
	REGULAR	5			
	MALO	10			
CARACT. DEL SUELO BAJO LA EDIFICACIÓN	FIRME, SECO	0	0	0.8	0
	INUNDABLE	1			
	CIÉNEGA	5			
	HÚMEDO, RELLENO ,BLANDO	10			
TOPOGRAFÍA DEL SITIO	A NIVEL, TERRENO PLANO	0	0	0.8	0
	BAJO EL NIVEL DE LA CALZADA	1			
	SOBRE EL NIVEL DE LA CALZADA	5			
	ESCARPE POSITIVO O NEVATIVO	10			
FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN	REGULAR	0	1	1.2	1.2
	IRREGULAR	1			
	IRREGULARIDAD SEVERA	5			
<b>GRADO DE VULNERABILIDAD</b>					<b>8.2</b>

## CUADRO DE RESULTADOS

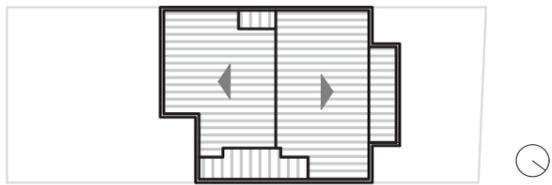
Formularios	Puntaje Final	Grado de Vulnerabilidad		
		Alto	Medio	Bajo
<b>FEMA P-154</b>	s=1,9		X	
El puntaje final (s) obtenido en el formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo utilizando la siguiente formula (1 en 10 <sup>s</sup> ), es decir, si el puntaje final es s=2 existe una probabilidad de 1 en 100 de que la edificación colapse. Para una mejor comprensión de los resultados se clasificó en tres categorías al grado de vulnerabilidad. Los valores menores a 1,5 representan alta vulnerabilidad. Los valores comprendidos entre 1,5 y 2,5 representan vulnerabilidad media. Y los valores mayores a 2,5 representan baja vulnerabilidad.				
<b>NEC</b>	s=4,2			X
El puntaje final (s) obtenido en el formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo utilizando la siguiente formula (1 en 10 <sup>s</sup> ), es decir, si el puntaje final es s=2 existe una probabilidad de 1 en 100 de que la edificación colapse. Para una mejor comprensión de los resultados se clasificó en tres categorías al grado de vulnerabilidad. Los valores menores a 2 representan alta vulnerabilidad. Los valores comprendidos entre 2 y 2,5 representan vulnerabilidad media. Y los valores mayores a 2,5 representan baja vulnerabilidad.				
<b>SNGR</b>	s=8.2			X
El puntaje final obtenido en este formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo, siendo 100 el valor mas alto de vulnerabilidad y 0 el mas bajo, por lo tanto se ha dividido en 3 categorías, aquellos valores entre 0 y 33 representan vulnerabilidad baja, entre 34 y 66 vulnerabilidad media y entre 67 y 100 vulnerabilidad alta.				

Edificación 24  
 Clave catastral: 0901107037000  
 Dirección: Cantón Milagro /L:34  
 Área: Terreno: 197.9m<sup>2</sup> Construcción: 164.7m<sup>2</sup>  
 Frente: 8.5m

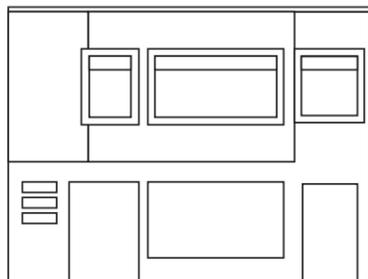


Figura 73.1 Ortofotografía de la manzana 0901107. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

UBICACIÓN



ESQUEMA DE CUBIERTAS



ESQUEMA DE FACHADA FRONTAL



Figura 73.2. Fotografía de la edificación 24. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

Exploración rápida visual de los posibles riesgos sísmicos  
 FEMA P-154 Formulario de Recolección de Datos

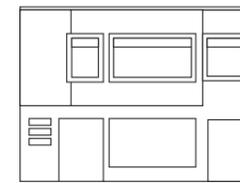
NIVEL 1  
 ALTA Sismicidad



Dirección: Cantón Milagro /L:34  
 Código postal: 010206  
 Clave catastral: 0901107037000  
 Nombre de la edificación: Gonzales Orellana Ana Del Rocio  
 Uso: Vivienda  
 Latitud: -2.901658 Longitud: -79.047312  
 Ss: Alta sismicidad Fecha/Hora: 28/06/2021 09:30 am  
 Inspectores: Cárdenas Abigail - Ruilova Juan José  
 No. pisos: 2 N. sup.: 2 N. infe.: 0 Año de const.: 2018  
 Superficie total del suelo: 164.76m<sup>2</sup> Código de const.: 2001  
 Adiciones: Ninguna Si Año de const.:  
 Ocupación:  
 Asamblea Comercial Emergencia Histórico Albergue  
 Industrial Oficina Escuela Gobierno  
 Utilidad Almacén Residencia # Unid: 1



ESQUEMA DE CUBIERTAS



ESQUEMA DE FACHADA FRONTAL

Tipo de suelo:  
 A B C D E F No se  
 Roca Roca Suelo Suelo Blando Suelo Si no se sabe, asumir que el  
 Dura Débil Denso Duro S. Pobre suelo es tipo D  
 Riesgos geológicos:  
 Licuefacción Deslizamiento Rup. Superf.  
 Si No No, Sé Si No No, Sé Si No No, Sé  
 Adyacencia Golpes Peligro de caída del edificio a.  
 Irregulari. Vertical Planta  
 Peligros Chimeneas sin soporte Enchapado pesado  
 Caída de Ext. Parapetos Apéndices  
 Otros:  
 Comentarios:

NOTA DE BASE, MODIFICADORES, Y ULTIMA Puntuación NIVEL 1, SL1

FE+B40:R40MA	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
tipo de edificio	3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5
Puntaje Básico	-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	N/A
I. Vertical Grave, VL1	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	N/A
I. V. Moderada, VL1	-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4	N/A
Irre. de planta, PL1	-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	-0.5	0.0	-0.1
Pre-Código	1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	N/A	1.9	2.1	N/A	2.0	2.4	2.1	2.1	N/A	1.2
Post-año referencia	0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3
Suelo tipo A o B	0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4
S.tipo E (>3 pisos)	-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	N/A	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	N/A	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	N/A
S. tipo E (1-3 pisos)	1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0

PUNTAJE FINAL "S" SL1= 1.7 Smin=0.5 SL2=1.7

Alcance de Control: Exterior: Parcial Total Aéreo Interior: Ninguna Visible Dibujo: Si No

Otros Riesgos: ¿Hay peligros que generan la necesidad de una evaluación estructural detallada? ¿Golpeteo potencial (separación escasa entre edificaciones) Riesgos Geológicos o suelo tipo F Daños significativos al sistema estructural

Acción Requerida: ¿Requiere una eval. det. estruc.? Si, Tipo de edificación desconocida por la fema u otro tipo de edificación Si, Resultado menor al min. puntaje. Si, Presenta otros peligros ¿Requiere una eval. no estru. detallada.? Si, los peligros no estructurales identificados deben ser evaluados No, no existen peligros no estructurales que pueden requerir mitigacion No se

¿Inspección de nivel 2 realizada? Si, puntuación final nivel 2, SL2 No

Peligros no estruc.: Si No

Cuando la información no puede ser verificada, escriba: EST= estimado o dato no fiable o DNK un= No lo sé:

Leyenda: MRF= Pórtico resistente a momento ref. BR= Pórtico arriostrado MH= Vivienda prefabricada LM= Metal Ligero RC= Concreto Reforzado SW= Muro de Corte URM INF= Relleno de mamp. no ref. TU= Tilt up FD= Diafragma Flexible RD= Diafragma rígido



Nombre del edificio: Guerrero Velastegui Ivan Puntaje final nivel 1: SL1= 1.7 (No considerar Smin.)  
 Inspector: Abigail Cárdenas | Juan José Ruilova Irreg. de nivel 1: I. vertical, VL1= 0.5 | I. horizontal, PL1= 0.0  
 Fecha/Hora: 28/06/2021 09:30 am Ajuste del P. básico: S'=(SL1-VL1-PL1)= 2.2

**MOD. ESTRUCTURALES PARA AÑADIR AL PUNTAJE BÁSICO AJUSTADO NIVEL 2**

Tema	Enunciado	(Si el enunciado es verdadero marque en la comuna "S")	Si	Subtotal
Irreg. vertical, VL2	Sitio con pendiente	Edif. W1: Hay al menos un cambio de nivel de un piso completo.	-1.2	
	Piso débil o blando (Marque el valor máximo)	Edif. noW1: Hay al menos un cambio de nivel de un piso completo.	-0.3	
		Edificio W1: Existe una pared de sótano sin refuerzo.	-0.6	
		Edificio W1: Existe debajo de un piso una abertura de garaje sin un pórtico resistente a momento de acero y que tenga como mínimo 2.50m de pared continua o 5.00m de pared como mínimo para edificios que tengan múltiples pisos ocupados.	-1.2	
		Edif. WA1: Hay aberturas en la planta baja mayores al 50% de su longitud.	-1.2	
Retranqueo	Edif. que nos son W1: La longitud del lateral en cualquier piso es menor al 50% de el piso superior, la altura de piso es el doble del piso anterior.	-0.9		
	Edificios que nos son W1: La longitud del lateral en cualquier piso esta entre el 50% y el 75% de el piso superior, la altura de piso superior es 1.3 o 2.0 veces la altura del piso anterior.	-0.5		
	Los elementos verticales de un piso superior se encuentran fuera del area del piso inferior lo que hace que los diafragmas trabajen en volado.	-1.0		
Columna corta	Los elementos verticales en los pisos superiores del sistema se encuentran dentro del piso inferior.	-0.5		
	Hay un desplazamiento en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.	-0.3		
Desnivel	Edificaciones tipo C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20% de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columnas en el sistema lateral tienen relaciones de altura / profundidad inferiores al 50% de la relación nominal de altura / profundidad en ese nivel.	-0.5		
	Edificaciones tipo C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La profundidad de la columna (o ancho del pilar) es menos de la mitad de la profundidad de la junta, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0.5		
Otras irregularidades	Hay un desnivel en uno de los pisos o en la cubierta.	-0.5		
Irreg. horizontal, PL2	Existe otra irregularidad vertical severa observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-1.0		
	Existe otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.	-0.5	VL2= -0.5 Valor max. -1.2	
Simetría	Irregularidad torsional: el sistema no parece estar relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad de frente abierto W1A indicada anteriormente).	-0.7		
	Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre si.	-0.4		
	Esquina interior. Ambas proyecciones de una esquina interior superan el 25% de la dimensión del plano general en esa dirección.	-0.4		
	Abertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con un ancho superior al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.	-0.2		
Golpeteo	Desplazamiento fuera del plano del edificio C1, C2: Las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano.	-0.4		
	Otra irregularidad: Existe otra irregularidad observable en el plano que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.7	PL2= 0.0 Valor max. -1.1	
Edif. S2	El edificio tiene al menos dos tramos de elementos a cada lado del edificio en cada dirección.	0.3		
	El edificio está separado de una estructura adyacente por menos del 1% de la altura del edificio más corto y la estructura adyacente y:	-1.0		
Edif. C1	Los pisos no se alinean verticalmente (mínimo 60cm de diferencia) (Puntaje máximo de el modificador de golpeteo -1.2)	-1.0		
	Una edificación es dos pisos mayor a la otra	-0.5		
Edif. PC1/RM1	La edificación se encuentra al final de la manzana	-1.0		
	Geometría de riostra en forma de "K".	-1.0		
Edif. PC1/RM2	La placa plana sirve como viga en el portico de momento.	-0.4		
	Hay conexión de techo a pared que son visibles o conocidas a partir de dibujos que no se basan en la flexión transversal.	0.3		
URM	El edificio tiene paredes interiores de altura completa y poco espaciadas (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).	0.3		
	Hay muros a dos aguas.	-0.4		
Remod.	Sistema de arriostramiento sísmico suplementario provisto entre la edif. prefabricada y el suelo.	1.2		
	La modernización sísmica integral es visible o conocida por los dibujos.	1.4	M=0.0	

**PUNTAJE FINAL NIVEL 2, SL2=(S'+VL2+PL2+M)>SMIN: 1.7**

**EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES**



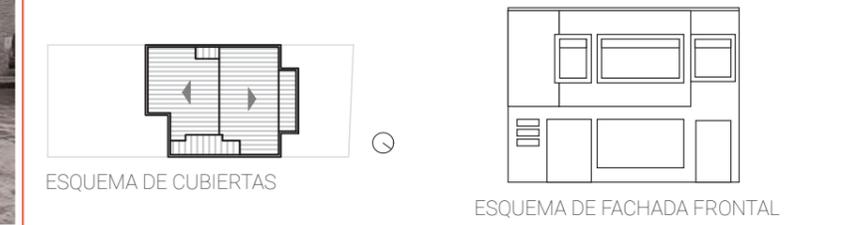
**DATOS DE LA EDIFICACIÓN**

Dirección: Cantón Milagro /L:34  
 Nombre de la edificación: Gonzales Orellana Ana Del Rocio  
 Sitio de referencia: Iglesia de San Sebastian  
 Tipo de uso: Vivienda Fecha: 28/06/2021  
 Año de construcción: 2018 Año de remodelación:  
 Área de construcción: 164.76m2 Número de pisos: 2

**DATOS DEL EVALUADOR**

Nombre del evaluador: Cárdenas Abigail | Ruilova Juan José  
 C.I: 0104943782 | 0104600929

Registro SENECYT:



**TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL**

Materia	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Madera	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Mampostería sin refuerzo	URM												
Mampostería reforzada	RM												
Mixta acero-H° o madera-H°	MX												

**PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL**

Tipología estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2

**ALTURA DE LA EDIFICACIÓN**

Baja altura (menor a 4pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.3	0.4	0.6	0.8	N/A	0.8	0.8

**IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN**

Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5

**CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN**

Pre-código (antes de 1977)	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2
E. de transición (1977- 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código (a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1

**TIPO DE SUELO**

Suelo tipo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Suelo tipo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
Suelo tipo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-1.2	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8

**PUNTAJE FINAL: "S" 2**

**GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA**

S<2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad
S>2.5	Baja vulnerabilidad

Firma

**OBSERVACIONES:**



PROYECTO: Análisis de vulnerabilidad sísmica

EDIFICACIÓN: Gonzales Orellana Ana Del Rocio

FECHA: 19/06/2021

DIRECCIÓN: Cantón Milagro /L:34

EVALUADOR: Cárdenas Abigail - Ruilova Juan José

FORMULARIO DE APLICACIÓN					
VARIABLE DE VULNERABILIDAD	INDICADORES	VALOR	AMENAZA SÍSMICA		RESUL.
			SELECC.	PONDER.	
SISTEMA ESTRUCTURAL	HORMIGÓN ARMADO	0	1	1.2	1.2
	ESTRUCTURA METÁLICA	1			
	ESTRUCTURA DE MADERA	1			
	ESTRUCTURA DE CAÑA	10			
	ESTRUCTURA DE PARED PORT. MIXTA MADERA/HORMIGÓN	5			
	MIXTA METÁLICA/HORMIGÓN	5			
TIPO DE MATERIAL DE PAREDES	PARED DE LADRILLO	1	1	1.2	1.2
	PARED DE BLOQUE	1			
	PARED DE PIEDRA	10			
	PARED DE ADOBE	10			
	PARED DE TAPL./BAHARE./MADE.	5			
TIPO DE CUBIERTA	CUBIERTA METÁLICA	5	5	1	5
	LOSA DE HORMIGÓN ARMADO	0			
	VIGAS DE MADERA Y ZINC	5			
	CAÑA Y ZINC	10			
	VIGAS DE MADERA Y TEJA	5			
TIPO DE ENTREPISO	LOSA DE HORMIGÓN ARMADO	0	1	1	1
	VIGAS Y ENTRAM. DE MADERA	5			
	ENTRAMADO MADERA Y CAÑA	10			
	ENTRAMADO METÁLICO	1			
	ENTRAM. HORMIGÓN/METÁLICO	1			
NÚMERO DE PISOS	1 PISO	0	1	0.8	0.8
	2 PISOS	1			
	3 PISOS	5			
	4 PISOS	10			
	5 PISOS O MÁS	1			
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	ANTES DE 1970	10	0	1	0
	ENTRE 1971 Y 1980	5			
	ENTRE 1981 Y 1990	1			
	ENTRE 1991 Y 2010	0			
ESTADO DE CONSERVACIÓN	BUENO	0	1	1	1
	ACEPTABLE	1			
	REGULAR	5			
	MALO	10			
CARACT. DEL SUELO BAJO LA EDIFICACIÓN	FIRME, SECO	0	0	0.8	0
	INUNDABLE	1			
	CIÉNEGA	5			
	HÚMEDO, RELLENO ,BLANDO	10			
TOPOGRAFÍA DEL SITIO	A NIVEL, TERRENO PLANO	0	0	0.8	0
	BAJO EL NIVEL DE LA CALZADA	1			
	SOBRE EL NIVEL DE LA CALZADA	5			
	ESCARPE POSITIVO O NEVATIVO	10			
FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN	REGULAR	0	1	1.2	1.2
	IRREGULAR	1			
	IRREGULARIDAD SEVERA	5			
<b>GRADO DE VULNERABILIDAD</b>					<b>11.4</b>

## CUADRO DE RESULTADOS

Formularios	Puntaje Final	Grado de Vulnerabilidad		
		Alto	Medio	Bajo
<b>FEMA P-154</b>	s=1,7		X	
El puntaje final (s) obtenido en el formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo utilizando la siguiente formula (1 en 10 <sup>s</sup> ), es decir, si el puntaje final es s=2 existe una probabilidad de 1 en 100 de que la edificación colapse. Para una mejor comprensión de los resultados se clasificó en tres categorías al grado de vulnerabilidad. Los valores menores a 1,5 representan alta vulnerabilidad. Los valores comprendidos entre 1,5 y 2,5 representan vulnerabilidad media. Y los valores mayores a 2,5 representan baja vulnerabilidad.				
<b>NEC</b>	s=2		X	
El puntaje final (s) obtenido en el formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo utilizando la siguiente formula (1 en 10 <sup>s</sup> ), es decir, si el puntaje final es s=2 existe una probabilidad de 1 en 100 de que la edificación colapse. Para una mejor comprensión de los resultados se clasificó en tres categorías al grado de vulnerabilidad. Los valores menores a 2 representan alta vulnerabilidad. Los valores comprendidos entre 2 y 2,5 representan vulnerabilidad media. Y los valores mayores a 2,5 representan baja vulnerabilidad.				
<b>SNGR</b>	s=11.2			X
El puntaje final obtenido en este formulario, representa la probabilidad de colapso de la edificación frente a un sismo, siendo 100 el valor mas alto de vulnerabilidad y 0 el mas bajo, por lo tanto se ha dividido en 3 categorías, aquellos valores entre 0 y 33 representan vulnerabilidad baja, entre 34 y 66 vulnerabilidad media y entre 67 y 100 vulnerabilidad alta.				



### 3.1.4 Análisis de resultados

#### 3.1.4.1 Grado de vulnerabilidad sísmica

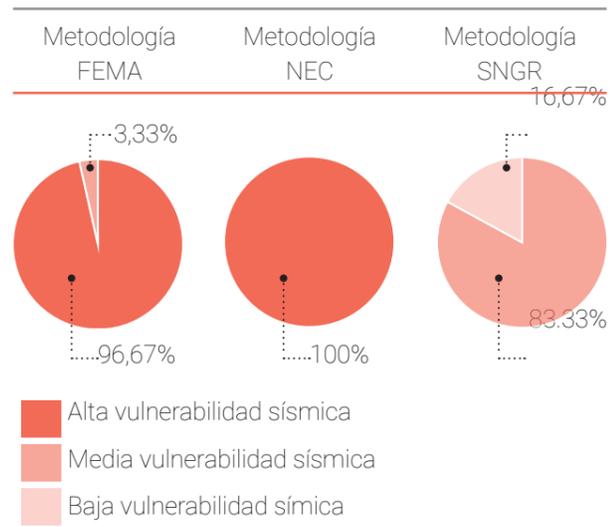
Luego de haber analizado sesenta edificaciones de la ciudad de Cuenca mediante las tres metodologías previamente planteadas ( FEMA, NEC Y SNGR) se logró obtener los resultados detallados a continuación. Cabe mencionar que todos los formularios realizados, se encuentran disponibles en los anexos, mientras que en la sección 3.1.3.1 y 3.1.3.2 únicamente encontraremos 10 edificaciones del total analizado, las cuales fueron escogidas por sus características relevantes, y con el fin de no saturar el presente capítulo con una gran cantidad de información.

Las treinta edificaciones pertenecientes a la parroquia Gil Ramírez Dávalos en la manzana 0102031 fueron analizadas con la primera metodología RVS o evaluación visual rápida de la FEMA P-154 concluyendo que 29 edificaciones presentan un alto grado de vulnerabilidad sísmica y solo una presenta vulnerabilidad sísmica media. Ver tabla 10 y figura 74. En cuanto a la segunda metodología

propuesta en la Guía Práctica para Evaluación Sísmica y Rehabilitación de Estructuras, de Conformidad con la norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015, se concluye que las treinta edificaciones presentan un alto grado de vulnerabilidad sísmica es decir la totalidad de la muestra. Ver tabla 10 y figura 74

Finalmente con la tercera metodología propuesta por la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR) para la evaluación de vulnerabilidad sísmica en edificaciones existentes se encontró que 25 edificaciones presentan vulnerabilidad sísmica media y las 5 restantes vulnerabilidad sísmica baja. Ver tabla 10 y figura 74.

**Figura 74.** Gráficos de porcentajes de vulnerabilidad sísmica de la zona 1



Fuente: Gráficos de porcentajes de vulnerabilidad sísmica de la zona 1. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

**Tabla 10.** Cuadro de resultados. Parroquia Gil Ramírez Dávalos. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

CUADRO DE RESULTADOS - PARROQUIA GIL RAMÍREZ DÁVALOS													
#	Clave Catastral	Grado de Vulnerabilidad											
		FEMA P-154			NEC			SNGR					
		Punt.f	Alto	Medio	Bajo	Punt.f	Alto	Medio	Bajo	Punt.f	Alto	Medio	Bajo
1	0102031001000	0,3	X			0,3	X			26,2			X
2	0102031002000	0,2	X			0,1	X			52		X	
3	0102031003000	0,9	X			0,1	X			43		X	
4	0102031004000	0,3	X			0,6	X			38		X	
5	0102031005000	0,3	X			0,3	X			28,8			X
6	0102031006000	0,5	X			0,3	X			34,8		X	
7	0102031007000	1,5		X		0,3	X			34,8		X	
8	0102031008000	0,2	X			0,1	X			40		X	
9	0102031011000	0,2	X			0,1	X			40		X	
10	0102031012000	0,6	X			0,1	X			29,2			X
11	0102031013000	0,2	X			0,1	X			48,8		X	
12	0102031014000	0,2	X			0,1	X			43,2		X	
13	0102031015000	0,3	X			0,7	X			35,4		X	
14	0102031016000	0,3	X			0,7	X			39,2		X	
15	0102031017000	0,3	X			0,1	X			33			X
16	0102031018000	0,3	X			0,3	X			40,8		X	
17	0102031019000	0,3	X			0,3	X			39,2		X	
18	0102031020000	0,6	X			0,1	X			40,8		X	
19	0102031022000	0,2	X			0,1	X			44		X	
20	0102031025000	0,3	X			0,7	X			32,2			X
21	0102031028000	0,2	X			0,1	X			52,8		X	
22	0102031029000	0,2	X			0,1	X			46,8		X	
23	0102031030000	0,3	X			0,3	X			37,2		X	
24	0102031031000	0,2	X			0,1	X			40		X	
25	0102031032000	0,2	X			0,1	X			40		X	
26	0102031033000	0,2	X			0,1	X			40,8		X	
27	0102031034000	0,2	X			0,1	X			40		X	
28	0102031036000	0,2	X			0,1	X			39,8		X	
29	0102031038000	0,3	X			0,3	X			36,4		X	
30	0102031040000	0,3	X			0,3	X			36,4		X	
<b>TOTAL</b>			29	1	0		30	0	0		0	25	5



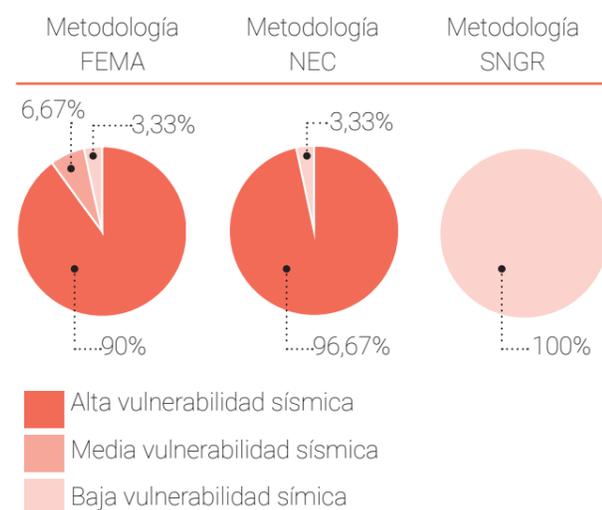
Las treinta siguientes edificaciones pertenecientes a la parroquia yanuncay en las manzanas 09-01-097, 09-01-103, 09-01-104, 09-01-105, 09-01-106, 09-01-107, 09-01-111, 09-01-130, 09-01-146 fueron analizadas con la primera metodología RVS o evaluación visual rápida de la FEMA P-154, con lo cual se concluye que veinte y siete presentan alta vulnerabilidad sísmica, dos media vulnerabilidad sísmica y solamente una presenta baja vulnerabilidad sísmica. Ver tabla 11 y figura 75.

En cuanto a la segunda metodología propuesta en la guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la norma ecuatoriana de la construcción NEC 2015, se concluye que veinte y nueve presentan alta vulnerabilidad sísmica y solamente una presenta baja vulnerabilidad sísmica. Ver tabla 11 y figura 75.

Finalmente con la tercera metodología propuesta por la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR) para la evaluación de vulnerabilidad sísmica en edificaciones existentes se encontró que las treinta

edificaciones presentan baja vulnerabilidad sísmica. Ver tabla 11 y figura 75.

**Figura 75.** Gráficos de porcentajes de vulnerabilidad sísmica de la zona 2.



Fuente: Gráficos de porcentajes de vulnerabilidad sísmica de la zona 2. (2021).

### 3.1.4.2 Factores que determinan la vulnerabilidad sísmica.

Resulta relevante mencionar aquellos factores que influyen en los grados de vulnerabilidad sísmica, dichos factores son diferentes para cada metodología, tanto en sus características como en sus valoraciones, a continuación se indicarán los resultados obtenidos de cada uno de ellos. Iniciando con las edificaciones pertenecientes a la zona 1, y finalmente las edificaciones de la zona 2.

**Tabla 11.** Cuadro de resultados. Parroquia Yanuncay. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

CUADRO DE RESULTADOS - PARROQUIA YANUNCAY													
#	Clave Catastral	Grado de Vulnerabilidad											
		FEMA P-154			NEC			SNGR					
		Punt.f	Alto	Medio	Bajo	Punt.f	Alto	Medio	Bajo	Punt.f	Alto	Medio	Bajo
1	0901097205000	1,4	X			2	X			12,2			X
2	0901097119000	0,3	X			0,4	X			12,4			X
3	0901097203000	0,5	X			0,3	X			18,4			X
4	0901097218000	3,3			X	1,2	X			20			X
5	0901103011000	0,3	X			2	X			12			X
6	0901103033000	0,5	X			1,5	X			12,6			X
7	0901103046000	0,5	X			2	X			4			X
8	0901103047000	0,3	X			2	X			11,4			X
9	0901103049000	0,5	X			2	X			12,2			X
10	0901103050000	0,3	X			2	X			17			X
11	0901103051000	0,5	X			2	X			12,2			X
12	0901103058000	0,5	X			2	X			9			X
13	0901103059000	0,5	X			2	X			12,2			X
14	0901103060000	0,5	X			2	X			18,4			X
15	0901103061000	0,3	X			1,5	X			17			X
16	0901097171000	1,1	X			1,5	X			16,2			X
17	0901097174000	0,5	X			1,5	X			16,2			X
18	0901111022000	0,3	X			2	X			16,2			X
19	0901106095000	1,5	X			2	X			8,2			X
20	0901106096000	1,5	X			1,5	X			13,6			X
21	0901111025000	1,9		X		4,2			X	8,2			X
22	0901107021000	1,2	X			2	X			10,4			X
23	0901097125000	0,3	X			2	X			8,2			X
24	0901107037000	1,7		X		2	X			11,2			X
25	0901097198000	1	X			2	X			15,4			X
26	0901107065000	0,5	X			2	X			11,4			X
27	0901111026000	1,1	X			1,5	X			16,2			X
28	0901097164000	1,1	X			1,5	X			13			X
29	0901111020000	0,3	X			1,5	X			13			X
30	0901146025000	0,3	X			1,3	X			11,2			X
<b>TOTAL</b>			27	2	1		29	0	1		0	0	30

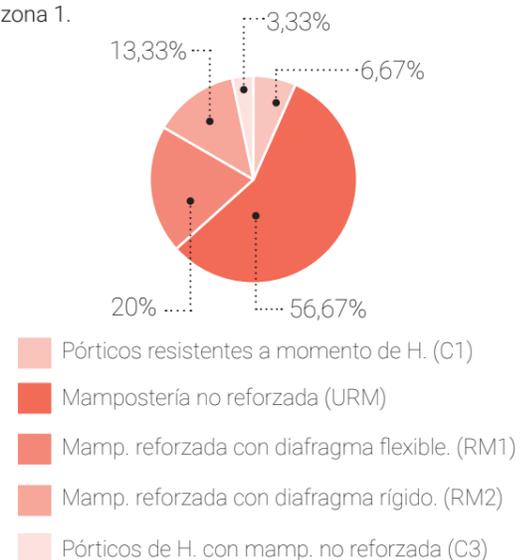
### 3.1.4.2.1 Factores de la metodología FEMA

La metodología FEMA utiliza cinco factores principales para analizar la vulnerabilidad de las edificaciones, entre ellas tenemos: Tipología estructural, Irregularidad vertical, Irregularidad en planta, Código de la construcción y Tipo de suelo, para las edificaciones de la zona 1 se encontró lo siguiente. En cuanto a la tipología estructural el 3,33% de las edificaciones son pórticos de hormigón con mampostería no reforzada (C3), el 6,66% son pórticos resistentes a momento de hormigón (C1), el 13,33% son edificios de mampostería reforzada con diafragmas rígidos (RM2), el 20% son edificios de mampostería reforzada con diafragmas flexibles (RM1) y finalmente el 56,66% son edificios de mampostería no reforzada (URM). Ver figura 76.

En cuanto a la irregularidad vertical presentada en las edificaciones podemos encontrar irregularidad moderada, irregularidad severa o irregularidad vertical inexistente. Para el caso de las edificaciones del Centro Histórico un 60% presenta irregularidad moderada, un 26,66% irregularidad severa y un 13,33% irregularidad inexistente. Mientras que, para la irregularidad en planta se obtuvo un 96,66% de

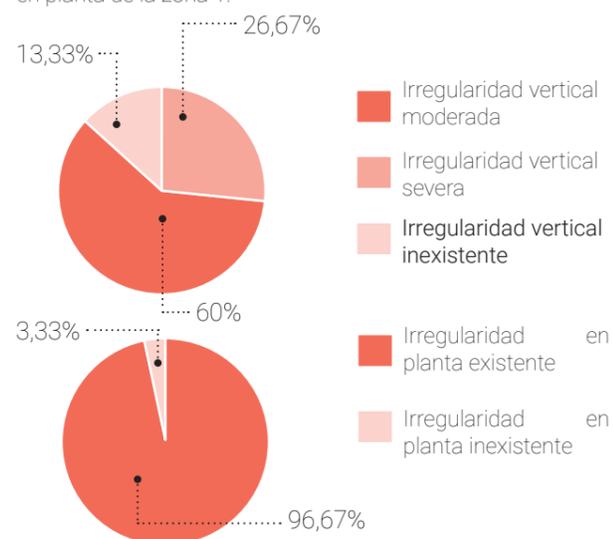
irregularidad existente y solo el 3,33% presenta irregularidad inexistente. Ver figura 77.

**Figura 76.** Gráfico de porcentajes de tipología estructural de la zona 1.



Fuente: Gráfico de porcentajes de tipología estructural de la zona 1. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

**Figura 77.** Gráfico de porcentajes de irregularidad vertical y en planta de la zona 1.



Fuente: Gráfico de porcentajes de irregularidad vertical y en planta de la zona 1. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

El cuarto factor denominado código de la construcción, determina si una edificación fue creada bajo los requerimientos básicos sismorresistentes presentes en las normativas de construcción de cada país. La metodología FEMA establece dos categorías para este factor, las edificaciones pre-código y post código, esto significa aquellas construidas, antes o después de que exista un código de construcción.

El 100% de las edificaciones analizadas en el Centro Histórico son pre-código. Finalmente el quinto factor analiza el tipo de suelo sobre el cual se encuentran construidas las edificaciones, la metodología FEMA establece tres categorías: suelo tipo A o B, Suelo tipo E con edificaciones de tres pisos en adelante y Suelo tipo E con edificaciones de 1 a 3 pisos.

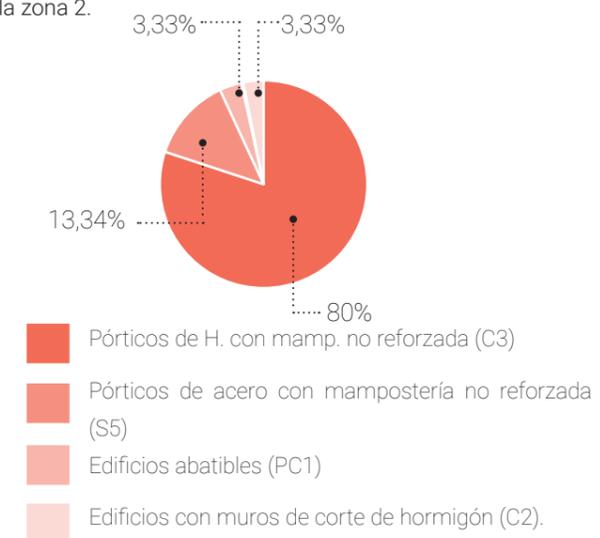
El 100% de las edificaciones analizadas están construidas sobre el tipo de suelo B que es propio de la parroquia Gil Ramírez Dávalos.

Las edificaciones de la zona 2 presentan los siguientes resultados. En cuanto a la tipología estructural el 80% son pórticos de hormigón

con mampostería no reforzada (C3), el 13,33% son pórticos de acero con mampostería no reforzada (S5), el 3,33% son edificios abatibles (PC1), y finalmente el 3,33% son edificios con muros de corte de hormigón (C2). Ver figura 78.

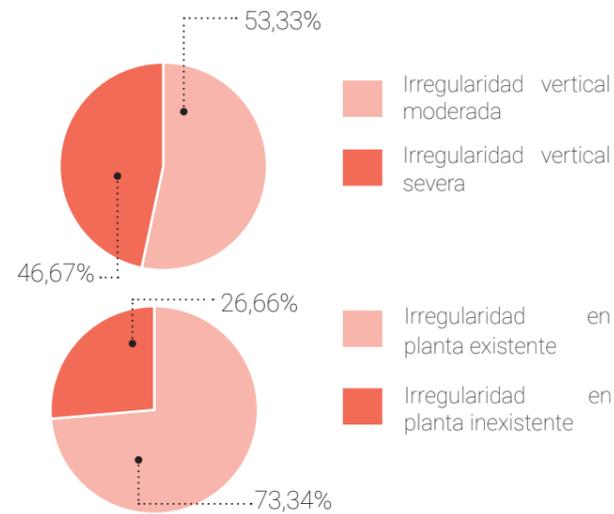
En cuanto a la irregularidad vertical presentada para el caso de las edificaciones de la parroquia Yanuncay se encontró que el 53,33% presenta irregularidad moderada y un 46,66% irregularidad severa. Mientras que, para la irregularidad en planta se obtuvo un 26,66% de irregularidad existente y un 73,33% presenta irregularidad inexistente. Ver figura 79.

**Figura 78** Gráfico de porcentajes de tipología estructural de la zona 2.



Fuente: Gráfico de porcentajes de tipología estructural de la zona 2. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

**Figura 79.** Gráfico de porcentajes de irregularidad vertical y en planta de la zona 2.



Fuente: Gráfico de porcentajes de irregularidad vertical y en planta de la zona 2. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

En cuanto al cuarto factor del código de la construcción el 100% de las edificaciones analizadas en la parroquia Yanuncay son post-código.

El 100% de las edificaciones analizadas están construidas sobre el tipo de suelo B que es propio de la parroquia Yanuncay.

### 3.1.4.2.2 Factores de la metodología NEC

La segunda metodología NEC, fue creada en base a la metodología FEMA, por lo tanto presenta el mismo número de factores con unas ligeras variaciones, siendo estos: Tipología del sistema estructural, Altura de

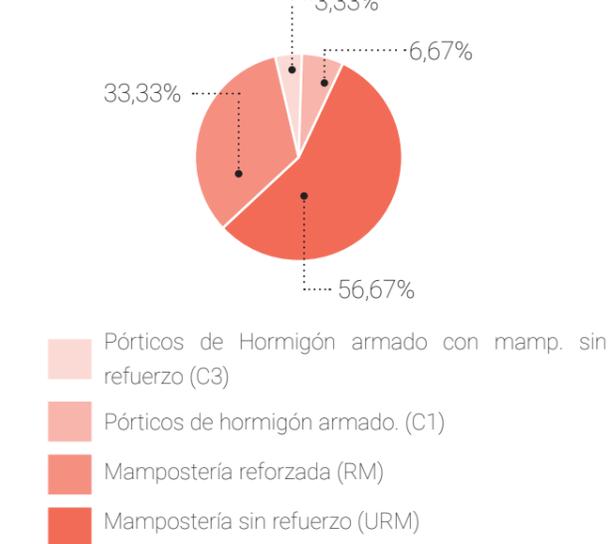
la edificación, Irregularidad de la edificación, Código de la construcción y Tipo de Suelo.

El resultado obtenido para las edificaciones de la zona 1, con la metodología NEC fue el siguiente. En cuanto a la tipología estructural se encontró un 3,33% de pórticos de hormigón armado con mampostería sin refuerzo (C3), un 6,66% para pórticos de hormigón armado (C1), un 33,33% para mampostería reforzada (RM) y un 56,66 % para mampostería sin refuerzo (URM). Ver figura 80.

En cuanto a la altura de las edificaciones la metodología NEC establece tres categorías: baja altura (menor a 4 pisos), mediana altura (4 a 7 pisos) y gran altura (mayor a 7 pisos). Las edificaciones de baja altura constituyen el 80% del total y solo el 20% son edificaciones de mediana altura. Ver figura 81.

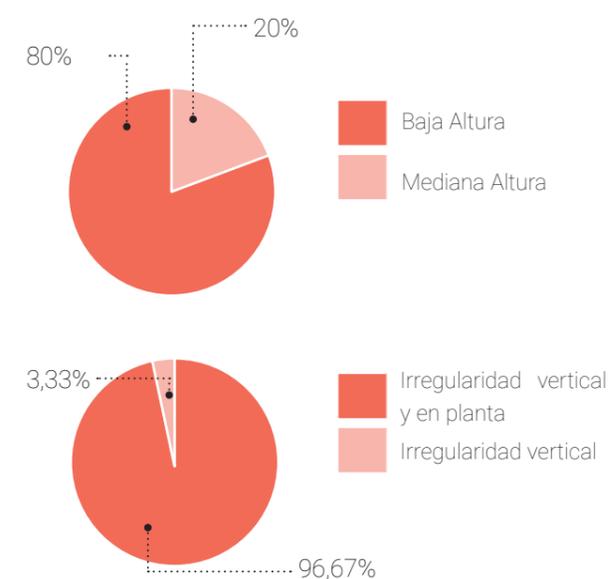
En cuanto a la irregularidad de la edificación la metodología NEC establece dos categorías: irregularidad vertical e irregularidad en planta. El 96,66 % de las edificaciones de la zona 1 posee ambas irregularidades y solo el 3,33 % posee irregularidad vertical. Ver figura 81.

**Figura 80.** Gráfico de porcentajes de tipología estructural de la zona 1



Fuente: Gráfico de porcentajes de tipología estructural de la zona 1. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

**Figura 81.** Gráfico de porcentajes de altura e irregularidad de las edificaciones zona 1.



Fuente: Gráfico de porcentajes de altura e irregularidad de las edificaciones zona 1. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

El cuarto factor representa el código de la construcción, la metodología NEC establece tres categorías: Pre-código (antes de 1977), Etapa de transición (1977 -2001) y Post-código (a partir de 2001) estas fechas obedecen a la creación de los códigos de construcción en el Ecuador. Para el caso de las edificaciones analizadas de la zona 1 se encontró que el 100 % de ellas fueron construidas durante el pre-código es decir antes de 1977.

Finalmente el quinto factor de la metodología NEC, denominado Tipo de suelo, establece tres categorías: Suelo tipo C, Suelo tipo D y Suelo tipo E. Para las edificaciones de la zona 1 se encontró que el 100% está construido sobre un suelo tipo B, por lo tanto en el formulario NEC no se marca ninguna casilla ya que esta metodología establece que los suelos tipo A y B no aportan vulnerabilidad a la edificación.

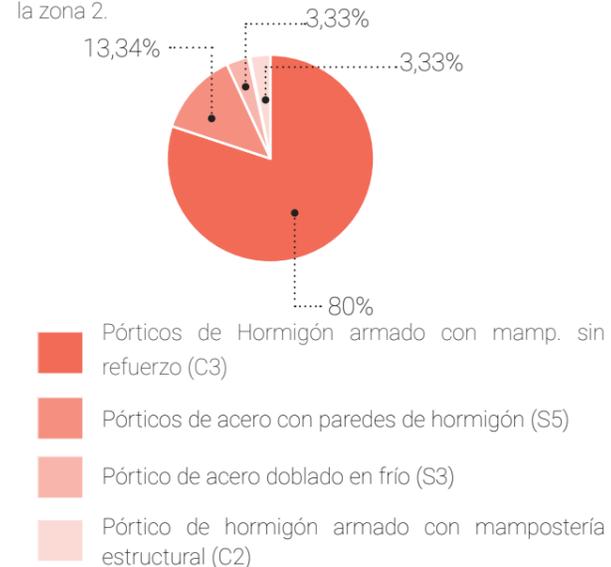
El resultado obtenido para las edificaciones de la zona 2, con la metodología NEC fue el siguiente. En cuanto a la tipología estructural se encontró un 80% de pórticos de hormigón armado con mampostería sin refuerzo (C3), un 13,33% para pórticos de acero con paredes de

hormigón (S5), un 3,33% para pórtico de acero doblado en frío. (S3) y un 3,33 % para pórtico de hormigón armado con mampostería estructural (C2). Ver figura 82.

En cuanto a la altura de las edificaciones de la zona 2. Las edificaciones de baja altura constituyen el 93,33% del total y solo el 6,66% son edificaciones de mediana altura. Ver figura 83.

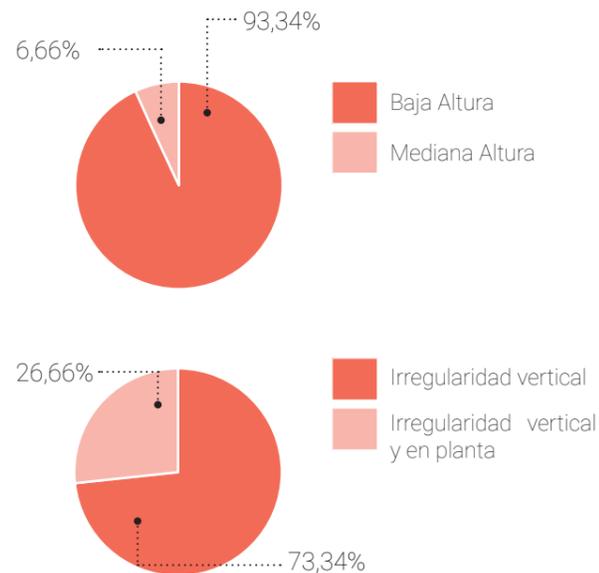
En cuanto a la irregularidad de las edificaciones de la zona 2, el 73,33 % posee irregularidad vertical y el 26,66 % posee ambas irregularidades. Ver figura 83.

**Figura 82.** Gráfico de porcentajes de tipología estructural de la zona 2.



Fuente: Gráfico de porcentajes de tipología estructural de la zona 2. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

**Figura 83.** Gráfico de porcentajes de altura e irregularidad de las edificaciones zona 2.



Fuente: Gráfico de porcentajes de altura e irregularidad de las edificaciones zona 2. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

Para el caso de las edificaciones analizadas de la zona 2 se encontró que el 100 % de ellas fueron construidas durante el post-código es decir todas después del año 2001.

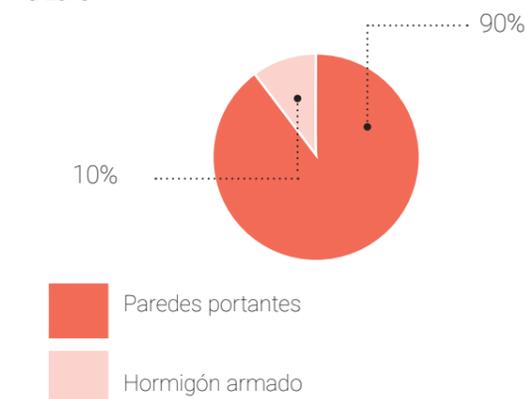
Para las edificaciones de la zona 2 se encontró que el 100% está construido sobre un suelo tipo B, por lo tanto en el formulario NEC no se marca ninguna casilla ya que esta metodología establece que los suelos tipo A y B no aportan vulnerabilidad a la edificación analizada.

### 3.1.4.2.3 Factores de la metodología SNGR

La tercera y última metodología establece diez factores, de los cuales solo se indicará los resultados de los siete más relevantes: Sistema Estructural, Tipo de material de paredes, Tipo de entrepiso, Número de pisos, Año de construcción, Estado de conservación y Forma de la construcción.

La metodología SNGR establece 7 categorías para el sistema estructural, entre ellas tenemos: Hormigón armado, Estructura metálica, Estructura de madera, Estructura de caña, Estructura de pared portante, Estructura mixta madera/hormigón y Estructura mixta metálica/hormigón. Para la zona 1 se encontró que el 90% de las edificaciones posee paredes portantes, y un 10% utiliza el sistema estructural de hormigón armado. Ver figura 84.

**Figura 84.** Gráfico de porcentajes del sistema estructural de la zona 1.

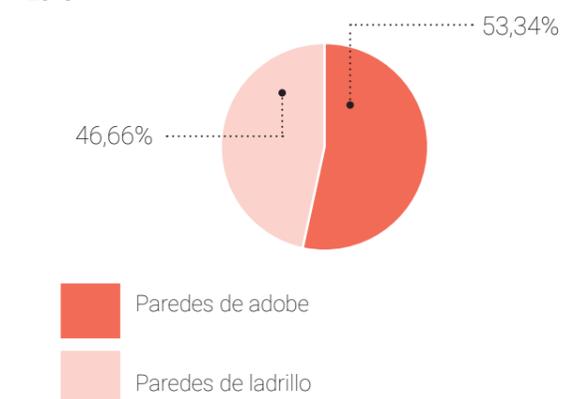


Fuente: Gráfico de porcentajes del sistema estructural de la zona 1. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

En cuanto al tipo de material de paredes la metodología SNGR establece 5 categorías, entre las cuales tenemos: Pared de ladrillo, Pared de bloque, Pared de piedra, Pared de adobe y Pared de tapial/bahareque/madera. Para la zona 1 se encontró un 53,33 % paredes de adobe y un 46,55% paredes de ladrillo. Ver figura 85.

En cuanto al tipo de entrepiso la metodología SNGR establece 5 categorías, entre las cuales tenemos: Losas de hormigón armado, Vigas y entramado de madera, Entramado de madera y caña, Entramado metálico y Entramado de hormigón/metálico. Para la zona 1 se encontró que el 93,33% de las edificaciones posee entramado de madera y solo el 6,66% losa de hormigón. Ver figura 86.

**Figura 85.** Gráfico de porcentajes del tipo de paredes de la zona 1.



Fuente: Gráfico de porcentajes del tipo de paredes de la zona 1. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

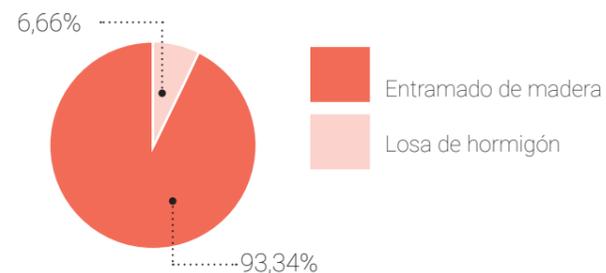
En cuanto al cuarto factor del número de pisos, para la zona 1 se encontró que un 20% de las edificaciones son de 4 pisos, un 17% son de 3 pisos, un 53% son de 2 pisos y un 10% son de 1 piso. Ver figura 87

En cuanto al quinto factor: año de construcción la metodología SNGR establece 4 categorías, entre las cuales tenemos: Antes de 1970, Entre 1971 y 1980, entre 1981 y 1990 y entre 1991 y 2010. Para la zona 1 se encontró que el 100% de las edificaciones fueron construidas antes de 1970.

En cuanto al sexto factor: estado de conservación, la metodología SNGR establece 4 categorías, entre las cuales tenemos: Bueno, Aceptable, Regular y Malo. Para la zona 1 se encontró que el 23,33% de las edificaciones presenta un estado de conservación bueno, el 46,66 % aceptable, el 20% regular y el 10% malo. Ver figura 88.

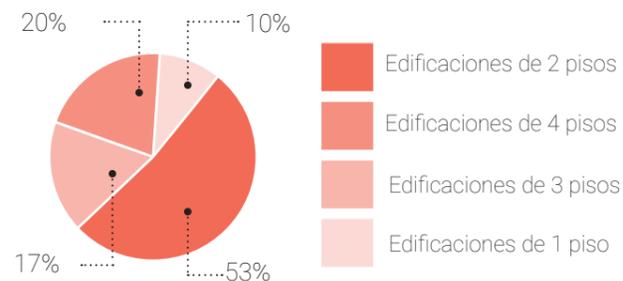
El séptimo y último factor constituye la forma de la construcción, para lo cual la metodología SNGR establece 3 categorías, entre las cuales tenemos: Regular, Irregular e Irregularidad

**Figura 86.** Gráfico de porcentajes del tipo de entrecimpo de la zona 1



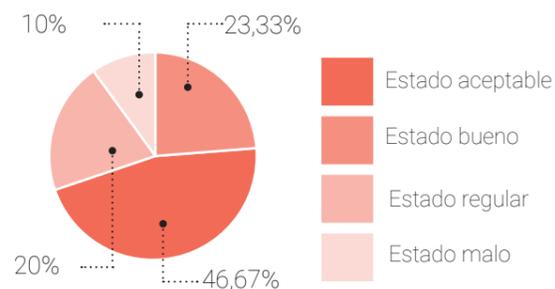
Fuente: Gráfico de porcentajes del tipo de entrecimpo de la zona 1 Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

**Figura 87.** Gráfico de porcentajes de la altura de las edificaciones de la zona 1



Fuente: Gráfico de porcentajes de la altura de las edificaciones de la zona 1 Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

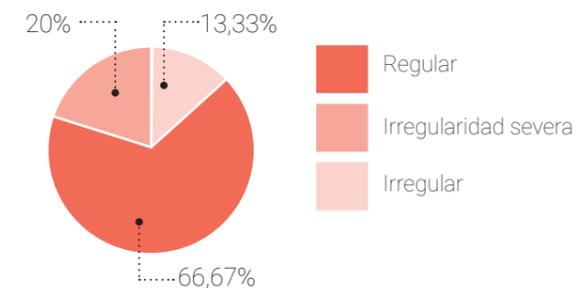
**Figura 88.** Gráfico de porcentajes del estado de conservación de las edificaciones de la zona 1



Fuente: Gráfico de porcentajes del estado de conservación de las edificaciones de la zona 1 Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

severa. Para la zona 1 se encontró que el 13,33% de las edificaciones es regular, el 66,66 es irregular y el 20% presenta irregularidad severa. Ver figura 89.

**Figura 89.** Gráfico de porcentajes de la forma de la construcción de la zona 1.



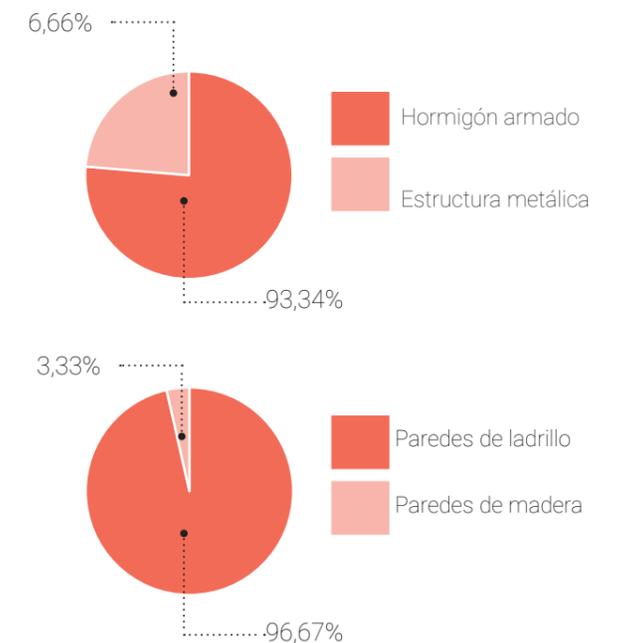
Fuente: Gráfico de porcentajes de la forma de la construcción de la zona 1. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

Para la zona 2 se encontró que el 76,66% de las edificaciones tiene estructura de hormigón armado, y un 23,33% utiliza estructura metálica. Ver figura 90.

En cuanto al tipo de material de paredes para la zona 2 se encontró un 96,66 % de edificaciones con paredes de ladrillo y un 3,33% paredes de madera. Ver figura 90.

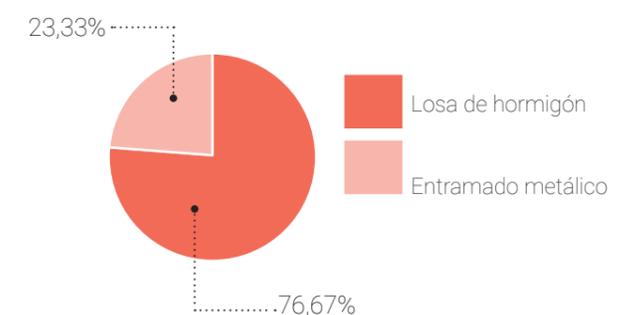
En cuanto al entrecimpo, para la zona 2 se encontró que el 76,66% de las edificaciones posee entrecimpo de hormigón armado y solo el 23,33% entrecimpo metálico. Ver figura 91.

**Figura 90.** Gráfico de porcentajes del sistema estructural y el tipo de paredes de la zona 2.



Fuente: Gráfico de porcentajes del sistema estructural y el tipo de paredes de la zona 2. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

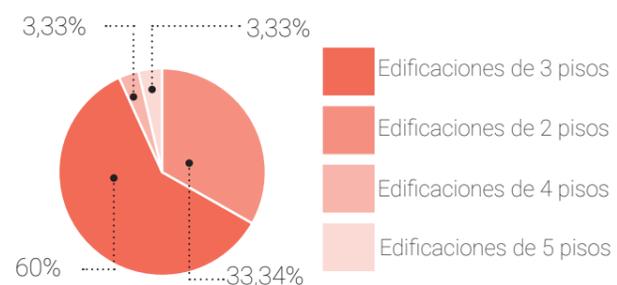
**Figura 91.** Gráfico de porcentajes del tipo de entrecimpo de la zona 2.



Fuente: Gráfico de porcentajes del tipo de entrecimpo de la zona 2 Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

En cuanto al cuarto factor del número de pisos, para la zona 2 se encontró que un 3,33% de las edificaciones son de 5 pisos, un 3,33% de las edificaciones son de 4 pisos, un 60% son de 3 pisos, y un 33,33% son de 2 pisos. Ver fig 92.

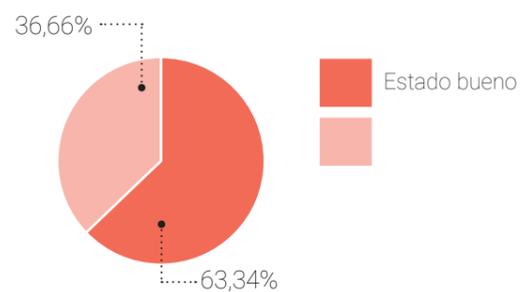
**Figura 92.** Gráfico de porcentajes de la altura de las edificaciones de la zona 2.



Fuente: Gráfico de porcentajes de la altura de las edificaciones de la zona Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021). 2.

Para la zona 2 se encontró que el 100% de las edificaciones fueron construidas después del año 2000 por lo tanto no corresponde a ninguna clasificación de la metodología SNGR. Para la zona 2 se encontró que el 63,33% de las edificaciones presenta un estado de conservación bueno, y el 36,66% un estado aceptable.

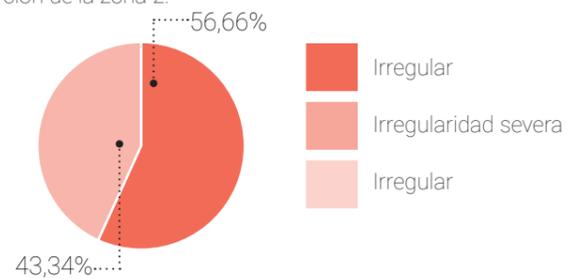
**Figura 93.** Gráfico de porcentajes del estado de conservación de las edificaciones de la zona 2.



Fuente: Gráfico de porcentajes del estado de conservación de las edificaciones de la zona 2. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

Ver figura 93. Para la zona 1 se encontró que el 56,66% de las edificaciones es irregular, y el 43,33% presenta irregularidad severa. Ver figura 94.

**Figura 94.** Gráfico de porcentajes de la forma de la construcción de la zona 2.



Fuente: Gráfico de porcentajes de la forma de la construcción de la zona 2. Adaptación realizada por Cárdenas & Ruilova (2021).

# CAPÍTULO

---

4.1 Aplicación de tecnologías SIG	172
4.2 ArcGis	180
4.3 Ingreso de datos obtenidos, al programa ArcGis	180
4.4 Conclusiones y Recomendaciones	189

04



## CAPÍTULO IV

### 4.1 Aplicación de tecnologías de Sistemas de Información Geográfica

#### 4.1.1 Descripción de los Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Según (Ali, 2020) "Un Sistema de Información Geográfica (SIG) o geographic informationsystem (GIS) se refiere a un sistema de software, hardware y datos de computadora, que permite ingresar, manipular, analizar y presentar información, que estará ligada a una ubicación específica en la superficie terrestre" (p.1).

Sin embargo, existen otras definiciones para los SIG, las cuales surgen a partir de diferentes disciplinas. Algunos centran su atención en la conexión del mapa, otros en la base de datos o el kit de herramientas de software, y otros hacen énfasis en la ayuda que brinda para la toma de decisiones, así pues, se puede explicar la definición de los SIG desde sus funciones o desde sus componentes. A continuación, se expondrán dos definiciones más, las cuales

contribuyen a un mejor entendimiento. Un SIG constituye un sistema asistido por una computadora para la recolección, almacenamiento, gestión, análisis y representación de datos georreferenciados para apoyar la toma de decisiones.

Un SIG representa una herramienta informática para las cosas que existen y los eventos que suceden en la tierra. La tecnología GIS integra operaciones de bases de datos comunes, como consultas y análisis estadísticos, con los beneficios únicos de visualización y análisis geográfico (Ali, 2020).

Luego de revisar algunas definiciones resulta pertinente exponer el significado exacto del acrónimo SIG en español o GIS en inglés.

G: Geográfico: Hace referencia a la identidad espacial o localidad de ciertas entidades sobre, o debajo de la superficie de la Tierra.

I: Información: Surge a partir de la necesidad de estar informados, es decir son aquellos

datos o hechos que se interpretan para crear información valiosa que influye en la toma de decisiones.

S: Sistema: Se refiere al personal, hardware y procedimientos informáticos necesarios para producir la información, dicho de otra manera, la recopilación, el procesamiento y la presentación de datos (Ali, 2020).

#### 4.1.2 Aplicaciones del sistema de información geográfica (SIG)

Existe un gran número de aplicaciones para los SIG, esto se debe a que el mapa se ha convertido en un documento legal cada día más relevante, pues se encarga de transmitir la propiedad de la tierra y los límites jurisdiccionales, actuando como una herramienta para la toma de decisiones como es el caso de la planificación urbana. Los SIG entre sus aplicaciones nos brinda la oportunidad de modelar completamente las redes de servicios básicos, como agua, energía eléctrica y telecomunicaciones de un lugar determinado. A continuación, se explicará brevemente algunas de las aplicaciones de los SIG en las diferentes áreas, siendo la mas

relevante para la presente investigación la relacionada con posibles eventos sísmicos o terremotos. (Ali, 2020).

##### 4.1.2.1 Sistema mundial de información sobre terremotos

Resulta indispensable conocer acerca de las tendencias en la ocurrencia de terremotos en todo el mundo, es por eso que un sistema de interfaz de usuario basado en SIG, en donde se pueda consultar el catálogo de terremotos será de gran ayuda para los ingenieros de terremotos y sismólogos. Esto contribuirá a la comprensión del patrón de comportamiento de los terremotos en el dominio espacial y temporal. Además, un catálogo con el grado de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones construidas, aporta de forma significativa a la creación de planes de acción sobre edificaciones que puedan comprometer la seguridad de los ciudadanos.

##### 4.1.2.2. Navegación

Los mapas de navegación basados en la web fomentan la navegación segura en vías fluviales. Las rutas de ferry y las rutas de envío están identificadas para una mejor ruta.



#### 4.1.2.3. Topografía

La topografía es la medida de la ubicación de objetos en las superficies de la tierra, en la actualidad un número cada vez mayor de organizaciones nacionales gubernamentales y regionales utiliza levantamientos topográficos que se pueden incorporar al sistema SIG, brindando herramientas de estimación de área, mapas digitales, entre otros.

#### 4.1.2.4 Geología

Los geólogos utilizan el SIG en varias aplicaciones como: análisis de suelos y estratos, evaluación sísmica, creación de pantallas 3D de características geográficas, información de rocas, entre otros.

#### 4.1.2.5. Planificación y desarrollo comunitario

La creación y aplicación de conocimientos y herramientas SIG nos permite integrar la inteligencia geográfica en nuestra forma de pensar y comportarnos.

#### 4.1.2.6. Sistema de información turística

Los SIG proporcionan una amplia gama de herramientas para el desarrollo del turismo sostenible. Al hacer un clic los usuarios pueden

medir distancias, encontrar restaurantes, hoteles, museos, etc. La información es de vital importancia para la planificación de viajes y por ende trae ventajas representativas a la industria del turismo.

#### 4.1.2.7 Seguimiento y planificación del uso de energía

Los SIG contribuyen en la organización de la planificación y el crecimiento futuro de la industria de energía y servicios públicos.

#### 4.1.2.8. SIG para industrias pesqueras y oceánicas

Se usa en el área de la industria oceánica, obteniendo información precisa de las diversas actividades comerciales.

#### 4.1.2.9. Estudios de densidad de tráfico

La población actual junto con el tráfico rodado está aumentando exponencialmente, razón por la cual los SIG pueden ser utilizados para solucionar de cierta forma los problemas de tráfico. Al crear una base de datos con información de velocidad, flujo de tráfico, y otros datos especiales se puede obtener una imagen gráfica más amplia que ayude a crear

planes de actuación.

#### 4.1.2.10. Identificación de ubicación

Una ubicación se puede describir de muchas maneras, utilizando, por ejemplo, el nombre del lugar, el código postal o la referencia geográfica, como longitud o latitud o X / Y. Cada lugar tiene su punto específico georreferenciado.

#### 4.1.2.11. Planificación regional

Todos los días, los planificadores utilizan la tecnología del Sistema de Información Geográfica (SIG) para investigar, desarrollar, implementar y monitorear el progreso de sus planes. GIS proporciona a los planificadores, topógrafos e ingenieros las herramientas que necesitan para diseñar y mapear sus vecindarios y ciudades. Los planificadores tienen la experiencia técnica, el conocimiento político y el conocimiento fiscal para transformar la visión del mañana en un plan de acción estratégico para el presente, y utilizan SIG para facilitar el proceso de toma de decisiones.

#### 4.1.2.12. Infraestructura municipal

Dibujos de líneas centrales para calles, servicios de agua y alcantarillado vinculados a bases de datos para la gestión integrada de planificación, construcción y mantenimiento.

#### 4.1.2.13 Planificación territorial

Mapas, registros de tierras, carreteras, planes de reurbanización analizados para impacto regional.

#### 4.1.2.14 Gestión Tributaria

Mapas de la propiedad, registros tributarios, tasación para recaudación y planificación tributaria.

#### 4.1.2.15 Planificación del desarrollo urbano

Modelado de la difusión de los procesos de desarrollo para predecir patrones de crecimiento inmobiliario.

#### 4.1.2.16. Usos gubernamentales

Los diferentes gobiernos internacionales, nacionales, regionales y locales utilizan SIG para una serie de aplicaciones, entre ellas: registro de la propiedad, impuestos sobre la propiedad, ruta de tráfico entre otros. En la ciudad, el GAD Municipal del



Cantón Cuenca utiliza los SIG para brindar información territorial con datos geográficos a la ciudadanía mediante su página web a través de geoportales, en los cuales podemos encontrar diversa información.

#### 4.1.2.17. Fines sociales

Los SIG pueden ser utilizados para analizar las características de la población que varía espacialmente como, delincuencia, salud, calidad de la vivienda, densidad poblacional, usos de suelo, entre otros.

#### 4.1.2.18. Usos ambientales

Los SIG se utilizan también en los problemas ambientales, desde calentamiento global, aumento del nivel mar, hasta erosión, inundaciones y contaminación del suelo, aire y agua.

### 4.1.3 Componentes del sistema de información geográfica (SIG)

Los SIG están compuestos por 5 componentes: hardware, software, datos, usuarios y métodos, a continuación se explicará cada uno de ellos.

#### 4.1.3.1 Hardware

Se refiere al dispositivo utilizado por los usuarios finales, es decir, la computadora en la que el software SIG se ejecuta, puede ser desde un servidor de computadora centralizado hasta computadoras de escritorio y en configuraciones independientes o en red. (Ali, 2020).

#### 4.1.3.2 Software

Se refiere al programa que nos proporciona las funciones y herramientas necesarias para almacenar, analizar y mostrar información geográfica, en la actualidad existen docenas de paquetes de software SIG, está disponible en diferentes plataformas de hardware y viene con una amplia variedad de capacidades funcionales. Entre los programas más conocidos están: Arc Gis, MapInfo, Global Mapper, AutoCAD Map, etc. (Ali, 2020).

#### 4.1.3.3 Datos

Se refiere a la información que ingresa al software, los datos geográficos y los datos tabulares relacionados pueden recopilarse internamente o comprarse a un proveedor de datos comerciales, el SIG integra datos

espaciales con otros recursos de datos e incluso puede usar un sistema de gestión de bases de datos (DBMS) utilizado por la mayoría de las organizaciones para organizar y mantener sus datos.

#### Tipos de Datos

Los datos geográficos se dividen en dos grupos: vectoriales y ráster. Los datos vectoriales o capas en SIG se refieren a objetos discretos representados por puntos, líneas y polígonos. Las líneas se forman conectando dos o más puntos y los polígonos son un conjunto cerrado de líneas. Las capas representan geometrías que comparten un conjunto común de atributos. Las fuentes vectoriales incluyen mapas digitalizados, características extraídas de estudios de imágenes y muchos más.

Los datos ráster son una cuadrícula continua de celdas en dos dimensiones o el equivalente a celdas cúbicas en tres dimensiones. Los datos ráster se dividen conceptualmente en categóricos y continuos. En un ráster categórico, cada valor de celda está vinculado a una categoría en una tabla separada.

Ejemplos: Tipo de suelo, tipos de vegetación. Idoneidad del terreno, etc. Las imágenes ráster continuas generalmente describen fenómenos continuos en el espacio, como el modelo de elevación digital, donde cada píxel es un valor de elevación. Los datos son uno de los componentes más importantes y, a menudo, más caros de un SIG.

Todos los datos de un SIG son datos espaciales o datos de atributos. Los datos espaciales nos dicen dónde ocurre algo. Los datos de atributos dicen lo que ocurre; nos dice la naturaleza o características de los datos espaciales.

Los datos geográficos, que se componen de características geográficas y su información de atributo correspondiente, se ingresan en un SIG utilizando una técnica llamada digitalización. Este proceso implica la codificación digital de características geográficas, como edificios, carreteras o límites de condados. La digitalización se realiza trazando la ubicación, la ruta o el límite de las características geográficas, ya sea en una pantalla de computadora usando un mapa



escaneado en el fondo o un mapa de papel que se adjunta a una tableta digitalizadora. El proceso de digitalización puede ser muy tedioso y lento, especialmente cuando se capturan grandes conjuntos de datos como polígonos de suelo, arroyos o contornos topográficos. (Ershad, Mr y Ali, Ershad,2020).

#### 4.1.3.4 Usuarios

El termino usuario se refiere a cualquier individuo u organización que utilizará los SIG para respaldar información, dichos usuarios pueden ser desde especialistas técnicos que diseñan y mantienen el sistema hasta aquellos que lo utilizan en muchos campos diferentes como una herramienta que les permite realizar su trabajo diario de manera más eficaz. Por ejemplo: La policía usa los SIG para resolver crímenes, los operadores de Emergencias 911 usan los SIG para enviar personal de emergencia a una persona en peligro. Los biólogos usan los SIG para proteger especies de plantas y animales, los profesores usan los SIG para enseñar lecciones de geografía, historia o ingeniería. La lista de usuarios de los SIG en el siglo XXI sigue creciendo, pues son la clave para un SIG exitoso. (Ali, 2020).

#### 4.1.3.5 Métodos

Los SIG son principalmente un paquete de software de computadora para organizar datos con dimensión de ubicación. Sin embargo, su capacidad para asimilar los conceptos y algoritmos de muchas disciplinas como cartografía, geografía, topografía, estadística, técnicas de investigación operativa y matemática computacional la convierten en una herramienta versátil para el manejo de datos georreferenciados.

Establece una correspondencia uno a uno entre los datos espaciales y no espaciales y, por lo tanto, realiza un análisis integrado. Los datos espaciales podrían estar en forma de gráficos, fotos, imágenes satelitales, mapas topográficos de mesa plana y observaciones generadas por el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), es decir, bases de datos esencialmente mapeadas.

Entonces, los datos no espaciales o de atributos podrían estar en forma de palabras, números y símbolos obtenidos por ejemplo de censos, encuestas secundarias y otras fuentes. Un SIG exitoso opera con un plan bien diseñado y reglas comerciales, que son los modelos y las prácticas operativas exclusivas

de cada organización. (Ali, 2020).

#### 4.1.4 Beneficios del sistema de información geográfica (SIG)

1. Ayuda a mejorar la toma de decisiones, por lo general con respecto a la ubicación. Un ejemplo de esto puede ser la selección de un sitio para bienes raíces, zonificación, planificación, conservación, extracción de recursos naturales, etc. Tomar la decisión correcta resulta estratégico para el éxito de una organización.

2. Constituyen un nuevo lenguaje que mejora la comunicación entre diferentes equipos, departamentos, disciplinas, campos profesionales, organizaciones y público, con la ayuda de mapas y visualizaciones que facilitan la comprensión de situaciones y narraciones.

3. Se consigue un mejor mantenimiento de registros de información geográfica, esto es servicial para aquellas organizaciones que tienen la responsabilidad principal de mantener registros autorizados sobre el estado y el cambio de geografía (contabilidad geográfica). Los ejemplos de geografía cultural son la

zonificación, el censo de población, la tierra. Los ejemplos de geografía física incluyen inventarios forestales, inventarios biológicos, mediciones ambientales, flujos de agua y una gran cantidad de cuentas geográficas. Los SIG proporcionan un marco sólido para gestionar estos tipos de propiedad y límites administrativos.

4. Agrega un grado de inteligencia y sofisticación a una base de datos de transporte que antes se desconocía. Es posible realizar consultas geográficas de forma sencilla e intuitiva.

5. El analista puede hacer una serie de preguntas geográficas y obtener las respuestas rápidamente en una visualización codificada por colores en la pantalla, copia impresa o archivo de disco.

6. Integra diferentes bases de datos en un entorno. Cada capa en una base de datos SIG puede representar una base de datos completa (una capa puede contener un censo geográfico con información demográfica asociada. Se elimina la redundancia y otros

problemas de múltiples conjuntos de mapas.

7. Los datos de mapas son más fáciles de buscar, analizar y presentar.

8. Ahorro de costos como resultado de una mayor eficiencia. Asociados con la realización de la misión (es decir, ahorros de mano de obra al automatizar o mejorar un flujo de trabajo) o mejoras en la misión en sí.

## 4.2 ArcGIS

ESRI (Environmental Systems Research Institute) es una empresa estadounidense fundada en 1969 que inicialmente dedicó su esfuerzo a la consultoría del territorio. En la actualidad, ESRI, es líder mundial en el desarrollo y comercialización de software especializado en Sistemas de Información Geográfica.

ArcGIS es un programa creado por ESRI, el cual constituye una plataforma mundial para crear y utilizar Sistemas de Información Geográfica (SIG), consiste en un sistema completo que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información

geográfica. En esta plataforma la mayoría de las personas utilizan mapas para trabajar con información geográfica, pero no solo mapas impresos, sino mapas en línea interactivos que permiten comprender la información de su organización, las herramientas de análisis, tareas y flujos de trabajo (Environmental Systems Research Institute [ESRI],s.f.).

## 4.3 Ingreso de datos obtenidos, al programa ArcGIS

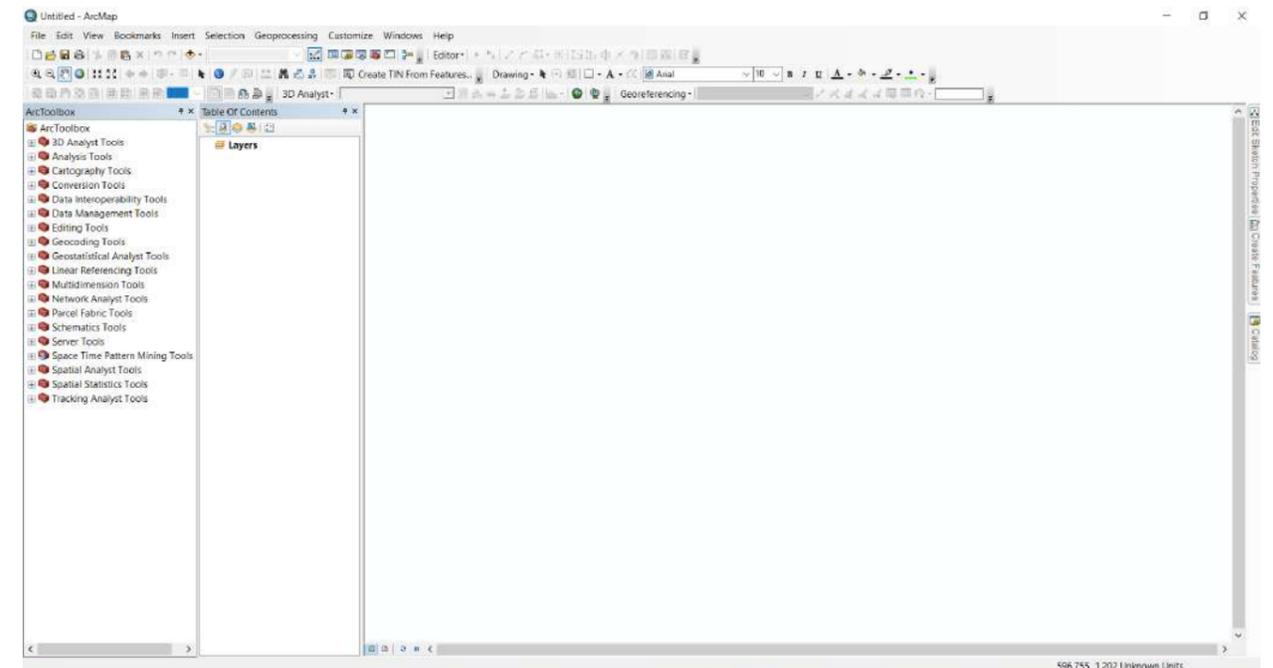
El grado de vulnerabilidad sísmica previamente obtenido en la sección 3.1.4.1 de las edificaciones de la zona 1 (parroquia Gil Ramírez Dávalos), y la zona 2 (Parroquia Yanuncay) se ingresaron en el programa ArcGIS con el fin de distribuir dicha información de manera geográfica.

### 4.3.1 Pasos a seguir para la implementación de datos en el programa ArcGIS

#### 4.3.1.1 Configuración del área de trabajo

El área de trabajo de ArcMap requiere de un sistema de coordenadas determinado, en el cual se podrá observar, editar, crear y analizar los datos geoespaciales. Ver figura 95.

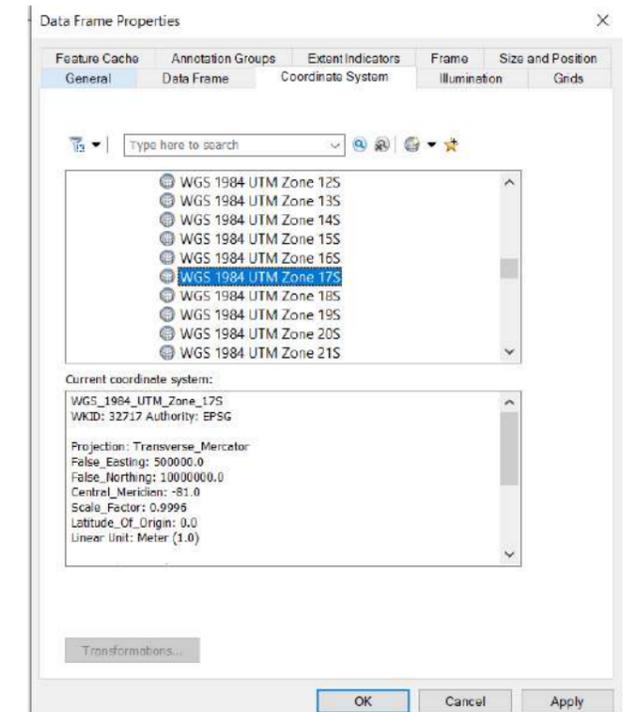
Figura 95. Área de trabajo de ArcMap.



Fuente: ESRI.

Para el presente proyecto, se trabajó en coordenadas proyectadas UTM, específicamente en el sistema WGS 1984 UTM Zona 17S, ya que en esa zona se encuentra ubicada la ciudad de Cuenca-Ecuador. Para obtener lo mencionado: dar clic derecho en el área de trabajo, e ingresar en la opción "Data Frame Properties". Una vez ahí, en la pestaña "Coordinate System", buscar en los sistemas de coordenadas proyectados el sistema "WGS 1984 UTM Zone 17S". Ver figura 96

Figura 96. Selección de sistema de coordenadas WGS 1984 UTM Zone 17S.



Fuente: ESRI



#### 4.3.1.2. Ingreso de datos

Para el ingreso de datos en ArcMap, se recopiló previamente la información en una hoja de EXCEL, con los siguientes campos: ID Edificación, Clave Catastral, Coordenada Este, Coordenada Norte, Grado de Vulnerabilidad Sísmica (FEMA), Grado de Vulnerabilidad Sísmica (NEC). Los datos fueron llenados para cada una de las viviendas analizadas. El archivo debe ser grabado en la versión Libro de Excel 97-2003.(\*xls). Esto es debido a la compatibilidad del ArcGIS. En el ArcMap se ingresa los datos desde la pestaña de "File", seguido de la opción "Add Data" "Add XY Data". Ver figura 97.

Figura 97. Proceso para ingreso de coordenadas.

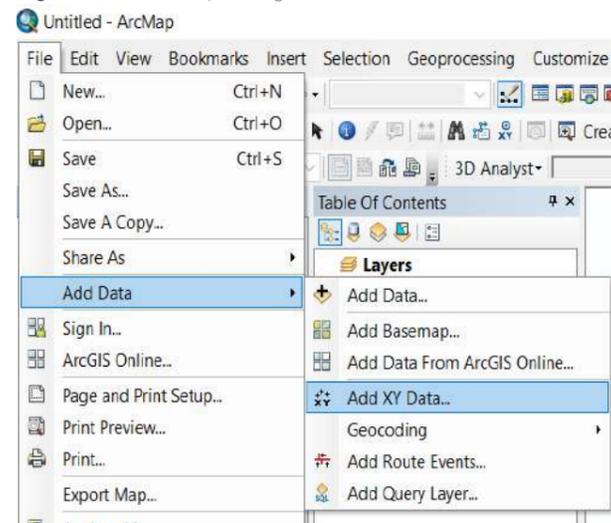
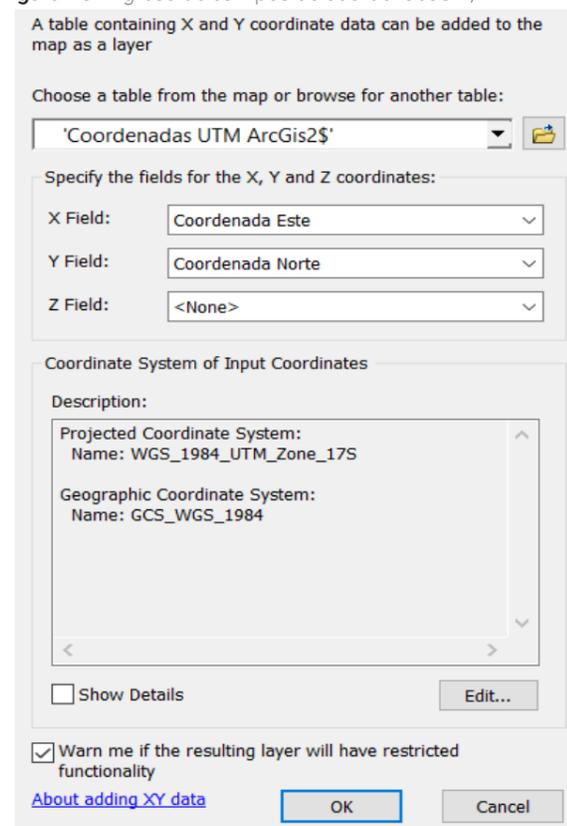


Figura 97: Proceso para ingreso de coordenadas. Fuente: ESRI.

Ingresado a esta opción, el programa solicita cargar el archivo de Excel, donde se han recopilado los datos a exportar, así mismo, el programa requiere especificar los campos de las coordenadas "X" y "Y", los cuales deben ser asignados a los campos de Coordenada Este y Coordenada Norte, respectivamente. Por último, se debe verificar que el sistema de coordenadas de los datos ingresados sea el escogido en el paso 1 y se da en "OK". Ver fig 98.

Figura 98. Ingreso de campos de coordenadas X,Y.



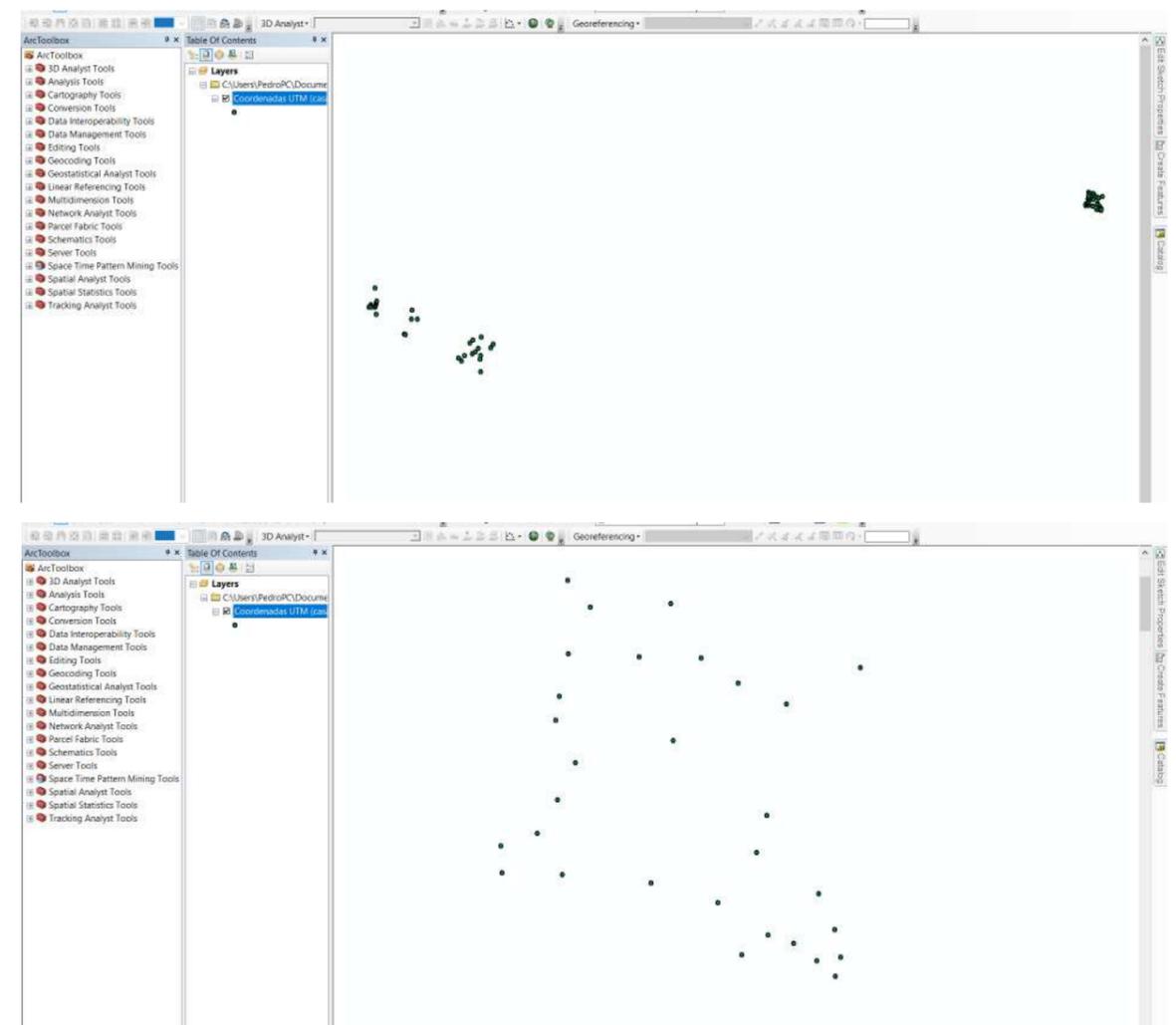
Fuente: ESRI

Las viviendas aparecerán por defecto en el programa, simbolizados a manera de puntos de un solo color. En la figura 99 y 100 se puede observar las casas de la zona 1 y 2. Mediante el scroll del ratón, se puede acercar a cada una de las casas.

#### 4.3.1.3. Exportación de datos

Exportar de los datos ingresados a un formato "shapefile", este es un archivo de formato vectorial que guarda la localización de elementos geográficos y atributos asociados a ellos. Para obtener la capa en dicho formato, se da clic sobre los datos cargados

Figura 99 y 100. Distribución espacial de los datos. Acercamiento a los datos de la parroquia Gíl Ramirez Dávalos.

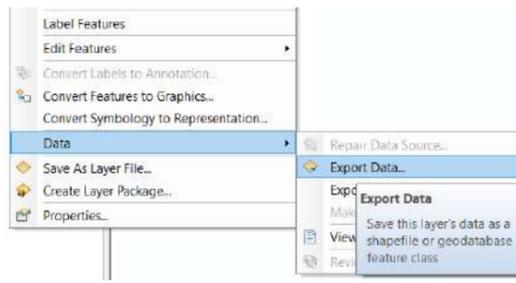


Fuente: ESRI

anteriormente, y en la opción "Data" Export Data".Ver figura 101.

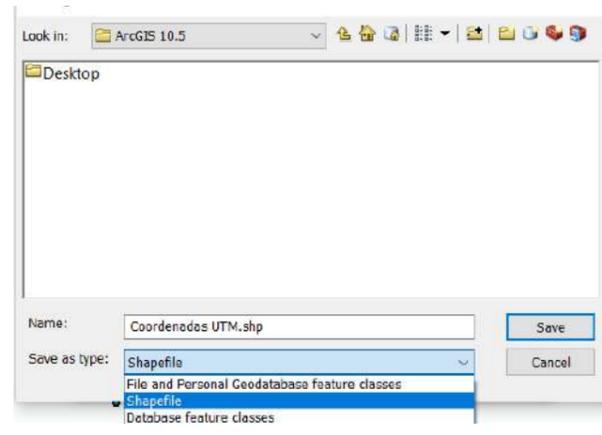
Se guarda el archivo en la carpeta con la cual se trabaja con un nombre relacionado a la información. Ver figura 102.

Figura 101. Proceso para la exportación de datos.



Fuente: ESRI.

Figura 102. Guardar los datos en formato shapefile.

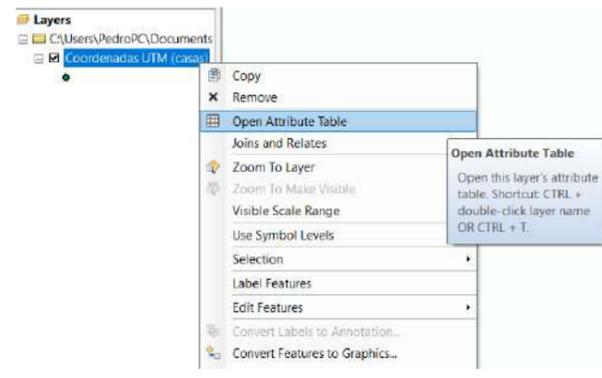


Fuente: ESRI.

#### 4.3.1.4. Visualización de tabla de atributos

La tabla de atributos muestra de manera tabular los campos ingresados por el usuario, con los datos correspondientes. Para ingresar a esta tabla, se debe dar clic derecho en la capa de coordenadas de tipo shapefile creada en el paso previo, y en la opción "Open Attribute

Figura 103. Proceso para abrir la tabla de atributos.



Fuente: ESRI.

Figure 104. Visualización de la tabla de atributos.

ID	Clave_Cata	ESTE	NORTE	FEMA	NEC
1	0102031001000	721238.112297	9679745.96401	Alto	Alto
2	0102031002000	721244.496449	9679738.42867	Alto	Alto
3	0102031003000	721258.266468	9679724.3315	Alto	Alto
4	0102031004000	721267.240931	9679739.4257	Alto	Alto
5	0102031005000	721267.918441	9679700.61265	Alto	Alto
6	0102031006000	721275.714415	9679724.00458	Alto	Alto
7	0102031007000	721286.290316	9679716.87544	Medio	Alto
8	0102031008000	721300.000073	9679710.92589	Alto	Alto
9	0102031011000	721254.427024	9679679.53067	Alto	Alto
10	0102031012000	721251.575039	9679669.01797	Alto	Alto
11	0102031013000	721309.152077	9679657.28429	Alto	Alto
12	0102031014000	721313.757218	9679647.05476	Alto	Alto
13	0102031015000	721308.671372	9679638.32362	Alto	Alto
14	0102031016000	721313.883189	9679633.87036	Alto	Alto
15	0102031017000	721301.969013	9679643.22391	Alto	Alto
16	0102031018000	721254.814834	9679645.60667	Alto	Alto
17	0102031019000	721287.34834	9679639.99058	Alto	Alto
18	0102031020000	721280.514022	9679654.66813	Alto	Alto
19	0102031022000	721261.584129	9679680.33057	Alto	Alto
20	0102031025000	721236.534097	9679662.74475	Alto	Alto
21	0102031028000	721219.384686	9679663.21927	Alto	Alto
22	0102031029000	721219.099688	9679670.77475	Alto	Alto
23	0102031030000	721229.396045	9679674.31195	Alto	Alto
24	0102031031000	721235.079973	9679683.93086	Alto	Alto
25	0102031032000	721240.168933	9679694.4396	Alto	Alto

Fuente: ESRI

Table". Ver figura 103. La tabla se visualiza como muestra la figura 104.

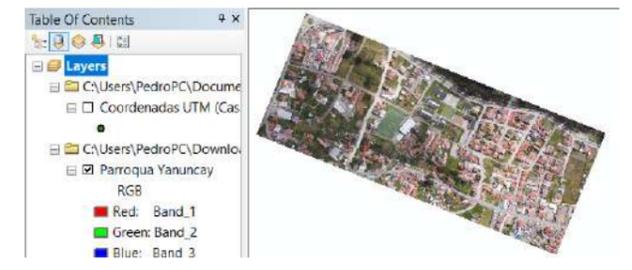
#### 4.3.1.5. Ingreso y georreferenciación de ortofoto

Se procede a subir una ortofoto tomada por medio de un dron. El objetivo es presentar los datos con una foto aérea de base, para así mejorar la visualización de los datos que se busca enseñar. La imagen debe ser posteriormente georreferenciada mediante puntos de control. El proceso es el siguiente: Se arrastra la foto en formato .jpg al área de trabajo. Ver figura 105.

Mediante la herramienta "Georeferencing" se carga la ortofoto, y con la opción "Add Control Points", se va ingresando las coordenadas de los puntos de control. Mientras mas puntos se ingresan, mayor precisión se va a obtener en la georreferenciación de la imagen. Ver figura 106. Para este proceso, los puntos de control fueron los centros geométricos de los predios de las viviendas analizadas. Las coordenadas se encuentran en el visor en la pagina web del Municipio de Cuenca. Ver figura 107.

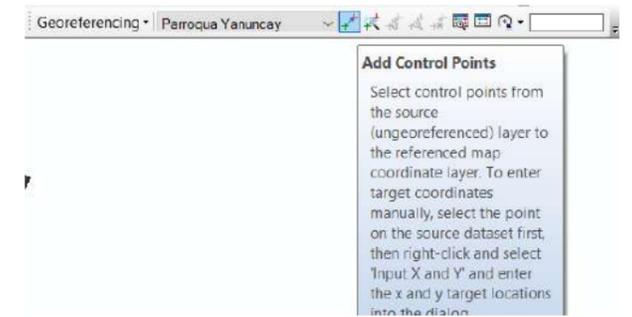
Como paso final se guarda la imagen georreferenciada en formato Tiff, con la opción "Rectify". Ver figura 108 y 109.

Figura 105. Ortofoto subida al área de trabajo de ArcMap.



Fuente: ESRI

Figure 106. Proceso de georreferenciación de imagen.



Fuente: ESRI

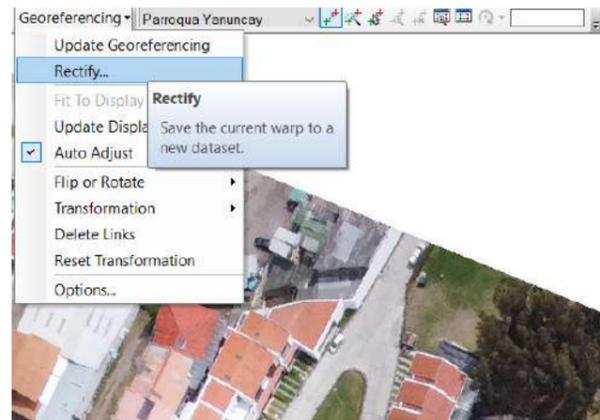
Figure 107. Ingreso de puntos de control, coordenada X, Y.



Fuente: ESRI.

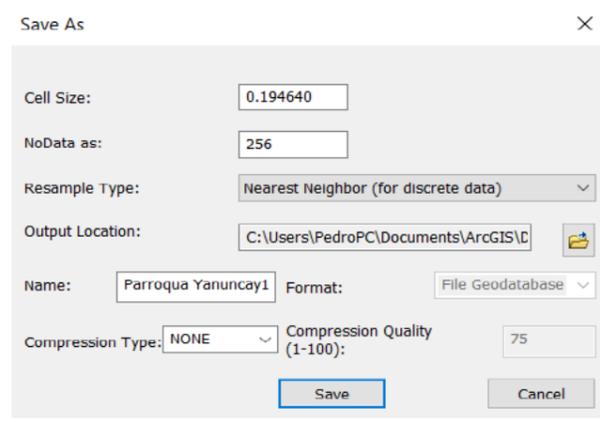


**Figure 108.:** Grabar la imagen georreferenciada en un conjunto de datos nuevo.



Fuente: ESRI

**Figure 109.** Guardar imagen en formato Tiff.



Fuente: ESRI.

Como producto final tenemos a la imagen georreferenciada con las coordenadas de las viviendas simbolizadas por un icono de una casa de color rojo. Ver figura 110. El proceso fue similar para la foto aérea de la parroquia Gil Ramírez Dávalos.

**Figure 110.** Imagen georreferenciada.



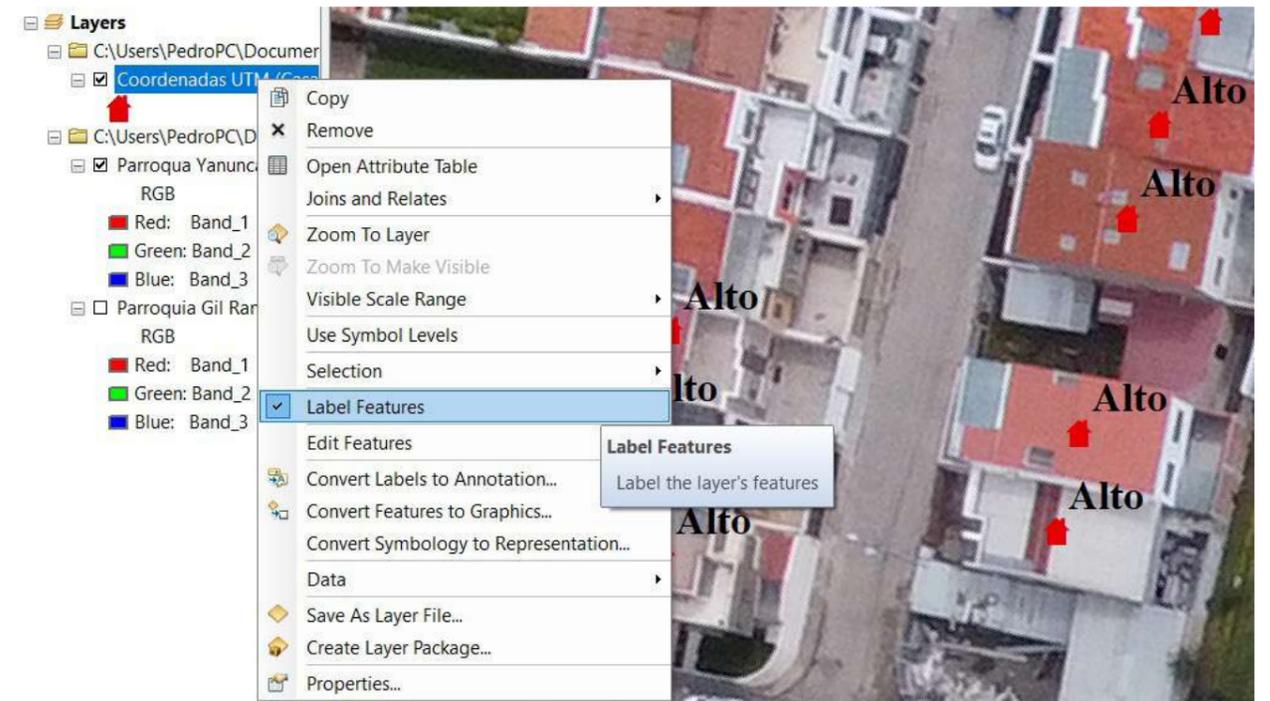
Fuente: ESRI

#### 4.3.1.6. Visualización de etiquetas

La herramienta ArcMap, también permite el etiquetado de las viviendas, en las cuales se puede observar el grado de vulnerabilidad sísmica, según la FEMA, o la NEC. El proceso es dar clic derecho en la capa de las coordenadas y activar la opción "Label Features". Ver figura 111.

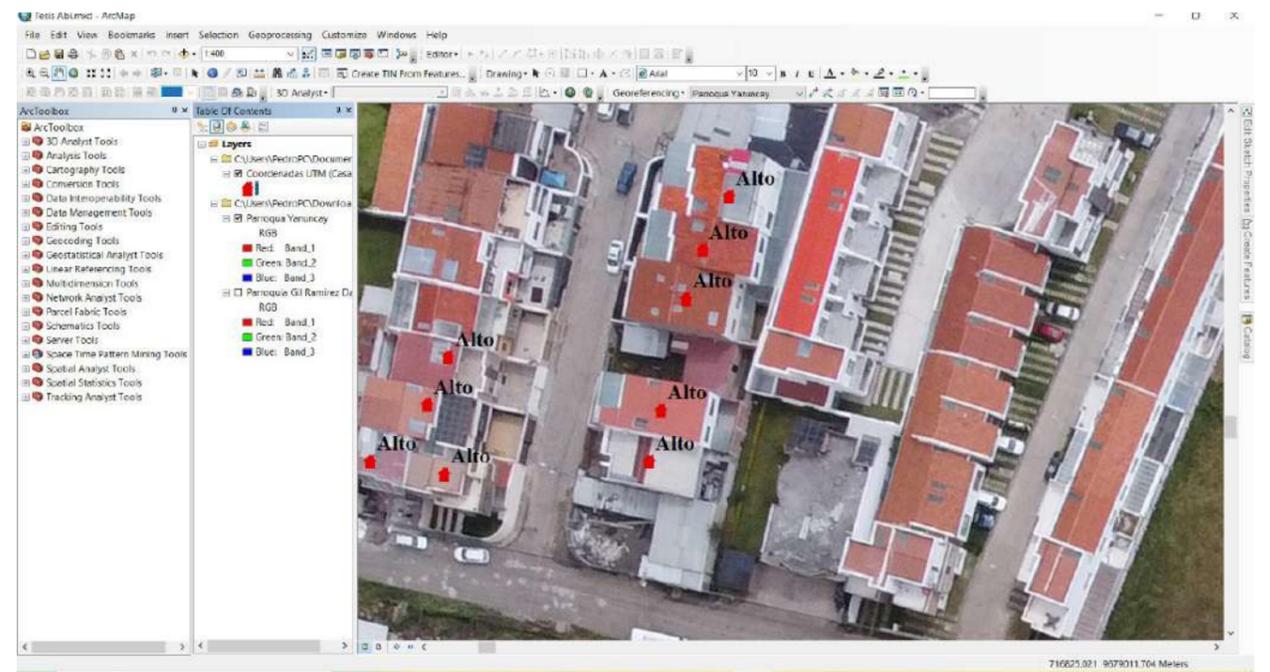
Para configurar la etiqueta que se quiere mostrar ingresamos a "Properties" "Labels" "Label Field". Ver figura 112.

**Figure 111.** Proceso para activar la opción de etiquetado.



Fuente: ESRI.

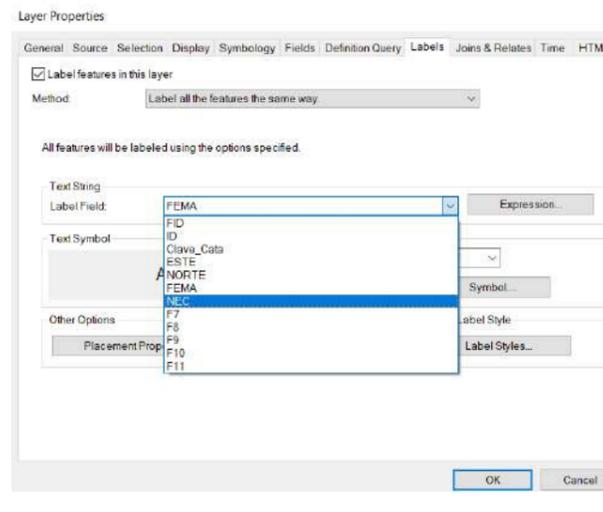
**Figure 113.** Producto final de la imagen georreferenciada con etiquetado de grado de vulnerabilidad sísmica (FEMA).



Fuente: ESRI.



**Figure 112.** Herramienta de edición de campo y texto de etiquetado.



Fuente: ESRI.

Con esta herramienta también se puede editar, el tipo de texto, tamaño de letra, ubicación de la etiqueta, etc. En la figura 113 se muestra el resultado final.

#### 4.4 Conclusiones y Recomendaciones

Siendo el principal objetivo evaluar la vulnerabilidad sísmica de un determinado número de edificaciones, clasificándolas en grados de vulnerabilidad: alto, medio y bajo. Se encontró como resultado del análisis de la muestra que según la metodología FEMA en promedio el 93% de las edificaciones presentan un alto grado de vulnerabilidad sísmica, un 3,33% presenta vulnerabilidad media y tan solo 3,34% presenta vulnerabilidad baja. Por otro lado, la metodología NEC arrojó que el 98,4 % de las edificaciones presenta un alto grado de vulnerabilidad sísmica, 1,6% presenta vulnerabilidad media y un nulo porcentaje de las edificaciones presenta vulnerabilidad sísmica baja. Finalmente, con la metodología SNGR se obtuvieron los siguientes resultados: 0% de las edificaciones presentó alto grado de vulnerabilidad sísmica, 41,6% presentó vulnerabilidad media y, 58,4% presentó baja vulnerabilidad sísmica. De esta manera, se puede afirmar que la mayoría de edificaciones analizadas se encuentra bajo un gran riesgo sísmico, por tal motivo, resulta imperativo realizar análisis estructurales sismorresistentes detallados

que permitan tomar decisiones sobre cada edificación con el fin de precautelar la vida y seguridad de los ocupantes.

Con respecto a las metodologías utilizadas para los análisis, se encontró similitud en cuanto a los resultados de la metodología FEMA Y NEC, pues éstas establecen que las edificaciones presentan alto grado de vulnerabilidad sísmica, sin embargo, la tercera metodología SNGR contradice a las dos primeras presentando valores que clasifican a la mayoría de edificaciones con vulnerabilidad media y baja, lo cual nos indica que esta última no arroja resultados del todo confiables. Esto podría deberse a que la metodología SNGR otorga valores en una escala del 0 al 10 a los factores que determinan la vulnerabilidad sísmica siendo 0 el menos vulnerable y 10 el más vulnerable, a diferencia de las otras dos metodologías que otorgan valores específicos a cada factor, los cuales representan el impacto que tienen sobre el comportamiento sísmico.

Por lo tanto, la metodología propuesta por la SNGR resulta deficiente, poco confiable, y limitada en varios aspectos, ya que la misma



no establece pautas para identificar ciertas variables que influyen en la respuesta de una edificación ante eventos telúricos. Esto provoca que el evaluador se encuentre en situaciones ambiguas que debe resolver mediante criterio propio, lo cual genera resultados basados en apreciaciones subjetivas.

En cuanto a la metodología FEMA P-154, al tener dos niveles de evaluación busca analizar las edificaciones de manera exhaustiva, con el fin de que sus resultados sean reales y confiables, sin embargo, no se adapta completamente a las condiciones locales que presentan las diversas edificaciones del Ecuador.

Por último, la metodología propuesta por la NEC, se adapta a las necesidades y características del medio locales, sin embargo, no considera varios factores que pueden alterar el comportamiento de la edificación, como es el caso del golpeteo o simetría. Por tal motivo, se recomienda implantar una línea de investigación sobre metodologías pre-evento sísmico propias del país.

En cuanto a la socialización de los resultados, se encontró factible la utilización de Sistemas de Información Geográficos (SIG), específicamente el paquete computacional ArcGIS, puesto que constituye una herramienta que nos permite georreferenciar los datos obtenidos, con el fin de crear una base de datos en donde se pueda consultar el grado de vulnerabilidad sísmica de una edificación que se encuentre localizada en un determinado lugar. A sí mismo, este programa nos brinda la posibilidad de aumentar fácilmente la base de datos para que en un futuro se pueda conseguir la información de toda la ciudad, a través de proyectos similares. Esto constituiría un gran aporte a la ciudadanía, debido a que permitiría que cada usuario pueda consultar el grado de vulnerabilidad sísmica de una vivienda en específico, con la finalidad de exhortar a las autoridades componentes a generar planes de acción para mitigar el riesgo presente.

Es importante recalcar que, tanto la metodología FEMA como la NEC cumplen su función principal de establecer una visión global del grado de vulnerabilidad de las edificaciones, a partir de la cual se puede iniciar

un análisis más detallado dependiendo de los resultados obtenidos para cada edificación.

Partiendo de las conclusiones mencionadas resulta relevante implantar las siguientes recomendaciones:

- Creación de planes de mitigación de riesgo para aquellas edificaciones que presentan alto grado de vulnerabilidad sísmica, como análisis estructurales detallados, y en el caso de ser necesario intervenciones de reforzamiento a la estructura.
- Se recomienda utilizar la metodología FEMA y NEC para los análisis de vulnerabilidad sísmica, puesto que estas cuentan con análisis más rigurosos, a diferencia de la metodología SNGR que presenta un análisis deficiente y poco confiable.
- Resulta conveniente crear una base de datos que contenga el grado de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad, y que se encuentre disponible para todos.

## REFERENTES BIBLIOGRAFICOS

---



- Albarracín, A. (2019). *Aplicación de metodologías simplificadas pre-evento sísmico, para la determinación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática de la UCE*. [Tesis de pregrado]. Universidad Central del Ecuador.
- Ali, E. (2020). *Geographic Information System (GIS): Definition, Development, Applications & Components*. Department of Geography, Ananda Chandra College, Jalpaiguri. [https://www.researchgate.net/publication/340182760\\_Geographic\\_Information\\_System\\_GIS\\_Definition\\_Development\\_Applications\\_Components](https://www.researchgate.net/publication/340182760_Geographic_Information_System_GIS_Definition_Development_Applications_Components)
- Arteaga, P. (2016). *Estudio de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y evaluación del índice de daño de una edificación perteneciente al patrimonio central edificado en la ciudad de Cuenca Ecuador*. [Tesis de pregrado]. Universidad de Cuenca.
- Barbat, H., Oller, S. y Vielma, J. C. (2005). *Cálculo y diseño sismorresistente de edificios*. Editor A. H. Barbat.
- Bermeo, H. V. (2016). *Determinación de espectros de respuesta y espectros de diseño elásticos e inelásticos para la ciudad de Cuenca* [Tesis de maestría, Universidad de Cuenca]. Repositorio institucional Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/26283>
- Bustos, J. D. (2010). *Los movimientos telúricos en la ciudad de Cuenca, estrategias de comunicación no convencionales*. [Tesis de pregrado]. Universidad de Cuenca.
- Cañas, J.A., Pujades, L. y Banda, E. (1994). *Sismología y peligrosidad sísmica*. Editor A. H. Barbat.
- Cañizal A. (6ª ed.). (2008). *Estadística para Administración y Economía*. PEARSON EDUCACIÓN, S.A.
- Construmatica. (s.f). *Construpedia.Hormigón prefabricado*. [https://www.construmatica.com/construpedia/Hormigón%C3%B3n\\_Prefabricado#Descripci.C3.B3n\\_Ampliada](https://www.construmatica.com/construpedia/Hormigón%C3%B3n_Prefabricado#Descripci.C3.B3n_Ampliada)

- Cuellar, M. D (2014). *Análisis de estructuras de mampostería sin refuerzo*. [Tesis de maestría]. Universidad Autónoma de Puebla.
- Chero, J.M. (s.f). *Diseño de pórticos resistentes a momentos en concreto armado (A.C.I.318-14)*. JMSTRUCTURES.
- Escamilla, J.U. (s.f). *Análisis de Estructuras*. (2ª ed.). Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Federal Emergency Management Agency FEMA, (2015). *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook*. (3ª ed.). California, Estados Unidos.
- Fernández, I., Ramón, A., Carchipulla, N., Bonucci, Y., y Pavón, M. (2018). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de 97 edificaciones de la "Comuna Santa Clara de San Millán"*, Quito. Universidad Internacional SEK.
- Guardiola Vllora, A. y Basset Salom, L. (2014). *Escenarios de riesgo sísmico del distrito del Eixample de la ciudad de Valencia*. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, 31(2),81–90.
- Guerrero, A. R. C. (2007). *Determinación de la vulnerabilidad sísmica por medio del método del índice de vulnerabilidad en las estructuras ubicadas en el centro histórico de la ciudad de Sincelejo, utilizando la tecnología del sistema de información geográfica*. [Tesis de maestría]. Universidad del Norte.
- Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional. (16 de abril de 2020). *Cuatro años después del terremoto de pedernales: un testimonio sobre el peligro sísmico en el Ecuador*. <https://igepn.edu.ec/interactuamos-con-usted/1810-cuatro-anos-después-del-terremoto-de-pedernales-un-testimonio-sobre-el-peligro-sísmico-en-el-ecuador>
- Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional. (s.f). *Glosario.Sismo*. <https://igepn.edu.ec/glosario?letter=s>



Martínez, S. (2014). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica urbana basada en tipología constructivas y disposición urbana de la edificación. Aplicación en la ciudad de Lorca, Región Murcia*. [Tesis Doctoral]. Universidad Politécnica de Madrid.

Meli, R. (2011). *Diseño Estructural*. (2ª ed.). Limusa Noriega.

Ministerio de desarrollo urbano y vivienda. (2014). *Cargas sísmicas diseño sismo resistente*, de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, Código NEC - SE - DS. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/NEC-SE-DS.pdf>

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015a). *Riesgo sísmico, evaluación, rehabilitación de estructuras*, de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, Código NEC - SE - RE. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-RE-Riesgo-s%C3%ADsmico.pdf>

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015b). *Peligro sísmico y requisitos de diseño sismo resistente*, de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, Código NEC-SE-DS. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-DS-Peligro-S%C3%ADsmico-parte-1.pdf>

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015c). *Estructuras de hormigón armado*, de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, Código NEC - SE - HM. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-HM-Hormig%C3%B3n-Armado.pdf>

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015d). *Mampostería estructural*, de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, Código NEC - SE - MP. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-MP-Mamposteria-Estructural.pdf>

Ministerio de desarrollo urbano y vivienda. (2016). *Estructuras de guadúa (GaK)*, de la Norma

Ecuatoriana de la Construcción, Código NEC – SE – GUADÚA. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/04/NEC-SE-GUADUA-VERSION-FINAL-WEB-MAR-2017.pdf>

Moreno González, R. y Bairán García, J.M. (2012). *Evaluación sísmica de los edificios de mampostería típicos de Barcelona aplicando la metodología Risk-UE*. Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería, 28(3),161–169.

Ortíz, L. (1990). *Resistencia de Materiales*. McGraw-Hill.

Pombo, A. (2018). *Riesgo sísmico en el área metropolitana de Valencia*. [Tesis doctoral]. Universidad de Carabobo.

Ruíz, M.C y Díaz, E.B. (2014). *Mecánica de Estructuras*. CIMNE.

Salvadori, M. Y Heller,R.(1987).*Estructuras para Arquitectos*.CP67Editorial.

Secretaría de Gestión de Riesgos, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Oficina de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea. (2016a). *Guía práctica para el diseño de estructuras de acero*. Imprenta activa. (Ed.). <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>

Secretaría de Gestión de Riesgos, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Oficina de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea. (2016b). *Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras*.(Ed.). Imprenta activa. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>

Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Oficina de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea. (2012). *Propuesta*

*metodológica análisis de vulnerabilidades a nivel municipal.* AH/editorial. <https://biblioteca.gestionderiesgos.gob.ec:8443/items/show/122>.

Uribe, J. (2002). *Análisis de estructuras.* (2ª ed.). ECOE

Yépes, H, Chatelain, J y Guillier, B. (1994). *Estudio del riesgo sísmico en el Ecuador.* Escuela Politécnica Nacional.

## FIGURAS

Figura 01 Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015b). *Peligro sísmico y requisitos de diseño sísmico resistente*, de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, Código NEC-SE-DS. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-DS-Peligro-S%C3%ADsmico-parte-1.pdf>

Figura 02. Maris, J. (2015). *Archipl-Architects converts former washing machine factory into light-filled workplace.* Dezeen. <https://www.dezeen.com/2015/08/22/archipl-architects-former-factory-conversion-renovation-offices-ghent-belgium/>

Figura 03. Cruz, D. (2015). *En construcción: Nuevo centro urbano en la Ciudad de México por Legorreta + Legorreta.* Plataforma Arquitectura. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/766817/conjunto-de-usos-mixtos-miyana-legorreta-plus-legorreta/55513342e58e-ce92c70001f0-conjunto-de-usos-mixtos-miyana-legorreta-plus-legorreta-foto>

Figura 04. Pofahl, T. (2016). *Manufacturing of Sheet Metal Panels for Complex Freeform Structures.* RWTH AACHEN university. <https://trako.arch.rwth-aachen.de/cms/TRAKO/Forschung/Leichtbau/~jmlt/Feinblechpaneele/?lidx=1>

Figura 05. Engineering discoveries. (s.f.). *Different types of engineering dam.* <https://engineering-discoveries.com/different-types-of-engineering-dam>

Figura 06.1. Da Silva, R. (2009). *Akashi Kaikyo Bridge.* Flickr. <https://www.flickr.com/photos/tioguerre/3883258478/in/photostream>

Figura 06.2. Muños, F. (2020). *Air mountain, un pabellón inflable multifuncional.* Elle decor. <https://www.elledecor.com/es/arquitectura/a28192513/air-mountain-pabellon-inflable-multifuncional-festival/>

Figura 06.3. Universidad del país vasco. (2016). *Catenarias en las artes plásticas.* Cuaderno de cultura científica. <https://culturacientifica.com/2016/04/06/catenarias-las-artes-plasticas/>

Figura 07. Navarro, J. (2019). *Casa Vertientes / JJRR/Arquitectura + Area.* Plataforma arquitectura. [https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/914740/casa-vertientes-jjrr-arquitectura-plus-area-5cacdd44284dd12be30001c3-casa-vertientes-jjrr-arquitectura-plus-area-foto?next\\_project=no](https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/914740/casa-vertientes-jjrr-arquitectura-plus-area-5cacdd44284dd12be30001c3-casa-vertientes-jjrr-arquitectura-plus-area-foto?next_project=no)

Figura 08. Li, Y. (2017). *Cultural Center of Beicheng Central Park in Hefei / Shenzhen Huahui Design.* Plataforma arquitectura. [https://www.archdaily.com/879809/cultural-center-of-beicheng-central-park-in-hefei-shenzhen-huahui-design?ad\\_medium=gallery](https://www.archdaily.com/879809/cultural-center-of-beicheng-central-park-in-hefei-shenzhen-huahui-design?ad_medium=gallery)

Figura 09. Sudjic, D. (2015). *Deyan Sudjic in conversation with Norman Foster.* Architects Journal. <http://media.gettyimages.com/photos/stansted-airport-stansted-united-kingdom-architect-foster-and-picture-id157877874>

Figura 10. America's Best House Plans, Inc. (2021). *Traditional house plan.* <https://www.house-plans.net/floorplans/04100150/traditional-plan-2203-square-feet-4-bedrooms-2.5-bathrooms?epik=dj0yJnU9ZzZ4T3V5LWxtajZqa0swbWpnWUJjX2JZUjVmOWY4SEU-mcD0wJm49UVh3VzdYSWlzYTJFNXlnbF81Tm5BdyZ0PUFBQUFBR0RCU3dJ>

Figura 11. Bereuter, A. (2021). *The Light Wood Used Throughout The Interior Of This Duplex Home Keeps It Bright And Modern.* Contemprst. <https://www.contemporist.com/light-wood-used->

throughout-the-interior-of-this-duplex-home-keeps-it-bright-and-modern/

Figura 12. Think Wood. (2021). *Designing Sustainable, Prefabricated Buildings*. <https://www.thinkwood.com/light-frame-and-prefab>

Figura 13. Van der Wee, L. (2020). *Building D(emountable) / architectenbureau cepezed*. Plataforma arquitectura. [https://www.archdaily.com/936389/building-d-emountable-architectenbureau-cepezed/5e7d4089b357658bc3000150-building-d-emountable-architectenbureau-cepezed-photo?next\\_project=no](https://www.archdaily.com/936389/building-d-emountable-architectenbureau-cepezed/5e7d4089b357658bc3000150-building-d-emountable-architectenbureau-cepezed-photo?next_project=no)

Figura 14. Secretaría de Gestión de Riesgos, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Oficina de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea. (2016a). *Guía práctica para el diseño de estructuras de acero*. (Ed.). Imprenta activa. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>

Figura 15 Luque, O. (2017). *Jardín y Restaurante Tierra Adentro / Fernanda Reyes*. Plataforma arquitectura. <https://www.archdaily.mx/mx/885279/jardin-y-restaurante-tierra-adentro-fernanda-reyes/5a2f5e2fb22e38ea3400004f-jardin-y-restaurante-tierra-adentro-fernanda-reyes-foto>

Figura 16 a la 20 Secretaría de Gestión de Riesgos, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Oficina de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea. (2016a). *Guía práctica para el diseño de estructuras de acero*. (Ed.). Imprenta activa. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>

Figura 21. Unic Rotarex. (s.f.) <https://www.rotarex.ro/portofoliu/>

Figura 22. Acerobsv. (2020). *La celanese* (semarnat). <https://acerobsv.com/blog/celanese.html>

Figura 23. Otte, S. (s.f.). *Sven otte fotografie*. <http://svenotte.com/port2/>

Figura 24. Müller, S. (2014). *Edificio de oficinas Richtiring / Max Dudler*. Plataforma arquitectura. [https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/758225/edificio-de-oficinas-richtiring-max-dudler/546bcda9e58ece78db000024?next\\_project=no](https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/758225/edificio-de-oficinas-richtiring-max-dudler/546bcda9e58ece78db000024?next_project=no)

Figura 25. Halbe, R. (2013). *46 Viviendas Sociales / Gabriel Verd*. Plataforma arquitectura. <https://www.archdaily.mx/mx/02-250265/46-viviendas-sociales-gabriel-verd/5164c5fab3fc4b92fe00003d-46-social-houses-gabriel-verd-photo>

Figura 26. De Smet, D. (s.f.). *Korth tielens*. Afasa. <https://afasiaarchzine.com/2019/10/korth-tielens/de-boeg-golvenstraat-oostende-by-korth-tielens-architects-2/>

Figura 27. Concrete construction of Houston. (s.f.). *Warehouse Construction in Houston*. <https://concreteconstructionofhouston.com/warehouse-construction/>

Figura 28. Beker, D. (2020). *Berlin's Wohnregal Brings Design Flexibility and Style to Prefabricated Housing*. Azure. <https://www.azuremagazine.com/article/berlins-wohnregal-brings-design-flexibility-and-style-to-prefabricated-housing/>

Figura 29. Giacometti, A. (2019). *Loft Industrial. Casa de valentina*. <https://www.casadevalentina.com.br/projeto/loft-industrial/>

Figura 30. Finotti, L. (2017). *Urbanización del Jardim Vicentina / Vigliecca & Asociados*. Plataforma Arquitectura [https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/805449/urbanizacion-del-jardim-vicentina-vigliecca-and-associados/58916985e58ece6ec7000029-jardim-vicentina-urbanization-vigliecca-and-associados-photo?next\\_project=no](https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/805449/urbanizacion-del-jardim-vicentina-vigliecca-and-associados/58916985e58ece6ec7000029-jardim-vicentina-urbanization-vigliecca-and-associados-photo?next_project=no)

Figura 31. Secretaría de cultura mexicana. (2018). *La Arquitectura De Tierra Como Salvavidas Ante El Cambio Climático*. <https://inahchihuahua.wordpress.com/2018/07/16/la-arquitectura-de-tierra-como-salvavidas-ante-el-cambio-climatico/>



Figura 32. Small house bliss. (2014). *Gallery: dubldom, a modular tiny house from russia | bio architects*. <https://smallhousebliss.com/2014/10/23/bio-architects-dubldom/bio-architects-dubldom-exterior-with-veranda-via-smallhousebliss/>

Figura 33. Palma, C. (2012). *Edificio Cruz del Sur / Izquierdo Lehmann*. Plataforma arquitectura. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/733942/edificio-cruz-del-sur-izquierdo-lehmann>

Figura 34. Gallardo, L. (2021). *Casa Moulat / CCA Centro de Colaboración Arquitectónica*. Plataforma arquitectura. [https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/929487/casa-moulat-cca-centro-de-colaboracion-arquitectonica?ad\\_medium=gallery](https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/929487/casa-moulat-cca-centro-de-colaboracion-arquitectonica?ad_medium=gallery)

Figura 35. Thanh Ha, D. (2013). *Casa Bb / H&P Architects*. Plataforma arquitectura. [https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-297672/casa-bb-h-and-p-architects?ad\\_medium=gallery](https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-297672/casa-bb-h-and-p-architects?ad_medium=gallery)

Figura 36. LGM Studio. (2021) *Estación San José / FRPO Rodriguez & Oriol*. Plataforma arquitectura. [https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/963440/estacion-san-jose-frpo-rodri-guez-and-oriol?ad\\_medium=gallery](https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/963440/estacion-san-jose-frpo-rodri-guez-and-oriol?ad_medium=gallery)

Figura 37 a la 48. Federal Emergency Management Agency FEMA, (2015). *Rapid Visual Screening of Buildings for Potencial Seismic Hazards: A Handbook*. (3ª ed.). California, Estados Unidos.

Figura 49 a la 61. Secretaría de Gestión de Riesgos, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Oficina de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea. (2016b). *Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras*. (Ed.). Imprenta activa. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construcción/>

Figura 62 a la 94. Fuente propia: Abigail Cárdenas, Juan José Ruilova.

Figura 95 a las 113. Arc GIS (10.5) [Software] (2016). Esri.

## TABLAS

Tabla 01. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015b). *Peligro sísmico y requisitos de diseño sismo resistente*, de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, Código NEC-SE-DS. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-DS-Peligro-S%C3%ADsmico-parte-1.pdf>

Tabla 02 a la 05. Federal Emergency Management Agency FEMA, (2015). *Rapid Visual Screening of Buildings for Potencial Seismic Hazards: A Handbook*. (3ª ed.). California, Estados Unidos.

Tabla 06 a la 08. Secretaría de Gestión de Riesgos, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Oficina de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea. (2016b). *Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras*. (Ed.). Imprenta activa. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construcción/>

Tabla 09. Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Oficina de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea. (2012). *Propuesta metodológica análisis de vulnerabilidades a nivel municipal*. AH/editorial. <https://biblioteca.gestionderiesgos.gob.ec:8443/items/show/122>.

Tabla 10-11. Fuente Propia: Abigail Cárdenas, Juan José Ruilova.

# ANEXOS

---

En el siguiente código QR se presenta los análisis de vulnerabilidad sísmica de las treinta edificaciones de la zona 1 (Parroquia Gil Ramírez Dávalos) y las treinta edificaciones de la zona 2 (Parroquia Yanuncay), con su respectiva metodología FEMA, NEC Y SNGR.

