



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y EL SER HUMANO

CARRERA DE INGENIERÍA EN RIESGOS DE DESASTRES

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN RIESGOS
DE DESASTRES**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**“EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL ANTE SISMOS
EN LA EDIFICACIÓN DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO
MUNICIPAL DEL CANTÓN CHILLANES EN EL PERIODO AGOSTO-DICIEMBRE
2025”**

AUTORES:

**GUAMBUGUETE AMANGANDI JOFFRE BLADIMIR
SALTOS OROZCO JEFFERSON DANIEL**

**TUTOR DE TESIS
ING. JAVIER CHELA**

GUARANDA – ECUADOR

2026

TEMA:

“EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL ANTE SISMOS EN LA EDIFICACIÓN DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN CHILLANES EN EL PERIODO AGOSTO-DICIEMBRE 2025”

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme salud, vida y perseverancia, quien ha sido guía en esta etapa a mi madre quien con su apoyo incondicional fue el motor para conseguir mis metas y a todos quienes formaron parte de este proceso por, su colaboración exigencia y conocimiento. Agradezco a mis hermanos Milton y Edwin por apoyarme en todo momento por brindarme su tiempo y darme ánimos para poder superar todo. A sí mismo a los docentes de la carrera de Ingeniería en Riesgos de Desastres quienes con su dedicación y nivel de confianza impulsaron mi crecimiento académico. A mis amig@s de la universidad que sin ellos la parte foránea hubiera sido aburrida y sin anécdotas que hoy me llevo innumerables historias que voy a recordar con alegría y gratitud.

Jefferson Daniel saltos Orozco.

Agradezco a Dios por haberme brindado salud, vida y perseverancia, guiado a lo largo de este camino para cumplir esta meta en mi vida. Agradezco a mis padres y familias quien igualmente me apoyaron en no rendirme también por apoyarme en todo momento, por su amor, apoyo incondicional, comprensión y motivación constante durante todo el proceso académico. Agradezco a mis docentes de la carrera Ingeniería en Riesgos de Desastres de la Universidad Estatal de Bolívar, quienes compartieron sus conocimientos, experiencias y orientación, contribuyendo significativamente a mi formación profesional y personal. De manera especial, agradezco a mi tutor por darnos su tiempo para poder desarrollar este trabajo, la cual nos brindó información, sugerencia que fue de apoyo necesario para nuestra culminación. Finalmente agradezco a mis compañeros y amigos por su apoyo, compañerismo y animo durante este camino, haciendo posible este importante logro.

Guambuquete Amangandi Joffre Bladimir.

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación lo dedico en primer lugar a Dios, por concederme la voluntad, la sabiduría, la salud, la paciencia y la fuerza necesarias para culminar este proceso de formación académica. A mi madre Norma Orozco, pilar fundamental de mi vida cuyo respaldo constante ha sido la base de mi formación. Ella me enseñó que, aunque nada en la vida es fácil con esfuerzo y fe los obstáculos siempre pueden superarse. A mis hermanos Milton y Edwin por su apoyo incondicional, por estar presentes en cada etapa y brindarme ánimo en los momentos más difíciles. A mis abuelitos, Jorge y Gabriela quienes siempre confiaron en mí y me transmitieron la importancia de la humildad y la perseverancia. A mis tíos y primos, por sus palabras de aliento y por recordarme que la unión familiar es una fuerza que impulsa a seguir adelante. Con profundo agradecimiento, dedico este logro a quienes han sido parte esencial de mi vida y formación, porque cada paso alcanzado.

Jefferson Daniel saltos Orozco.

Primeramente, dedico este trabajo a Dios, por guiar cada uno de mis pasos, brindarme salud, fortaleza y sabiduría para alcanzar una meta. En segundo lugar, a mis queridos padres, Franklin y Rosa, y mis hermanos por su apoyo incondicional sacrificio, esfuerzo y apoyo constante a lo largo de mi vida. A mi pareja María quien ha sido mi compañera de aventuras y confidente, fue mi motivación para alcanzar mis metas propuestas, por el apoyo incondicional y estar en los momentos más difíciles de mi vida. Por último, a mi compañero de tesis por su compromiso, dedicación y esfuerzo. Este logro es el resultado del esfuerzo compartido, de las largas jornadas de trabajo y de la colaboración que nos permitió culminar con éxito nuestra investigación.

Guambuquete Amangandi Joffre Bladimir.

**CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO
INVESTIGATIVO, EMITIDO POR EL TUTOR.**

Guaranda, 10 de junio de 2026.

El suscrito Ingeniero Javier Chela, Director del Proyecto de Investigación de Pre Grado de la carrera de Ingeniería en Riesgos de Desastres de la Universidad Estatal de Bolívar, en calidad de Docente – Tutor.

CERTIFICA:

Que el proyecto de investigación titulado: “EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL ANTE SISMOS EN LA EDIFICACIÓN DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN CHILLANES, EN EL PERIODO AGOSTO – DICIEMBRE 2025”; realizado por los señores: **Joffre Bladimir Guambuquete Amangandi** y **Jefferson Daniel Saltos Orozco**, pueden proceder a realizar el proceso del empaste de su proyecto de investigación

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.



ING. JAVIER CHELA

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE PRE GRADO

DERECHOS DE AUTOR

Yo/nosotros Joffre Bladimir Guambuquete Amangandi y Jefferson Daniel Saltos Orozco, portador/res de la Cédula de Identidad No 0202550786 y 0202201703 en calidad de autor/res y titular / es de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Titulación: EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL ANTE SISMOS EN LA EDIFICACIÓN DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN CHILLANES, EN EL PERIODO AGOSTO – DICIEMBRE 2025, modalidad, proyecto de investigación, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, concedemos a favor de la Universidad Estatal de Bolívar, una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservamos a mi/nuestro favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo/autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar, para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Digital, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El (los) autor (es) declara (n) que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Joffre Bladimir Guambuquete Amangandi

Jefferson Daniel Saltos Orozco

Joffre Guambuquete
0202550786

Jefferson Saltos
0202201703

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	V
DERECHOS DE AUTOR	VI
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. FORMULACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	3
1.1. Planteamiento del Problema	3
1.2. Formulación del Problema.....	4
1.3. Preguntas de Investigación	4
1.4. Justificación	4
1.5. Objetivos: General y Específicos.....	6
1.5.1. Objetivo general.....	6
1.5.2. Objetivos específicos.....	6
1.6. Hipótesis	6
1.7. Variables (Operacionalización)	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	9
2.1. Marco Georreferencial.....	9
2.2. Antecedentes.....	10
2.3. Científico (bases teóricas en la que fundamenta la investigación)	12
2.4. Marco legal.....	27
2.5. Marco Conceptual.....	29

Sismo	29
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	33
3.1. Tipo de Investigación	33
3.1.1. Investigación Aplicada.....	33
3.1.2. Investigación Descriptiva.....	33
3.2. Enfoque de la investigación.....	33
3.3. Métodos de la investigación.	34
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recopilación de Datos.....	35
3.5. Universo, población y muestra	36
3.6. Técnicas de análisis y procesamiento de la Información.....	37
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1. Análisis, Interpretación y Discusión de Resultados.....	43
4.1.1. Resultados acordes al objetivo 1.....	43
4.1.2. Resultado del Objetivo 2:.....	57
4.1.3. Análisis general del modelamiento ETABS.	86
4.1.4. Resultado del objetivo 3.....	87
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	91
CONCLUSIONES	91
5.1. Recomendaciones.	92
Bibliografía	94
ANEXOS	98
Anexo 1. Cronograma (Gantt).	98
Anexo 3. Oficio para hacer uso de las instalaciones.	100
Anexo 4. Oficio solicitando información.	101
Anexo 5. Oficio para hacer uso de las instalaciones.	102

Anexo 6. Esquemas preliminares del sistema estructural.....	103
Anexo 7. Toma de medidas y levantamiento de información	104
Anexo 8. Clave catastro predial.....	105
Anexo 9. Plantas simuladas en el software Etabs.....	106
Anexo 10. Metodología fema 154	107

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de Variables	7
Tabla 2. Puntaje final y grado de vulnerabilidad sísmica	23
Tabla 3. Descripción de las siglas de la ecuación de derivas	41
Tabla 4. Clasificación de la vulnerabilidad sísmica del edificio del GAD de Chillanes según FEMA P-154	44
Tabla 5. Aportes de la NEC-15 aplicados en la evaluación sísmica del edificio	45
Tabla 6. Áreas en Planta	59
Tabla 7. Peso de Mamposterías	61
Tabla 8. Peso total de carga muerta	61
Tabla 9. Coeficientes y factores para espectro.....	63
Tabla 10. Período de Vibración – Método 1	68
Tabla 11. Peso de la estructura	70
Tabla 12. Factores de amplificación	73
Tabla 13. Resultados del cálculo de deriva inelástica	74
Tabla 14. participación modal	78
Tabla 15. Participación modal después de incorporar muros de corte	80
Tabla 16. Parámetros de diagrama de carga	82
Tabla 17. Índice Q	83
Tabla 18. Propuesta de medidas de fortalecimiento estructural ante una amenaza sísmica	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del GAD del cantón Chillanes de la provincia de Bolívar (zona de estudio).	9
Figura 2. GAD del cantón Chillanes.	10
Figura 3. <i>GAD de Chillanes</i>	16
Figura 4. Diagrama de flujo del proceso.	58
Figura 5. Vista general del área	60
Figura 6. Esquema general del espectro elástico de diseño según la NEC-SE-DS.	63
Figura 7. Espectro de respuestas elástico	65
Figura 8. Configuración del patrón sísmico en X.....	69
Figura 9. Configuración del patrón sísmico en Y	69
Figura 11. Calculo basal corte mínimo.....	71
Figura 12. Deriva máxima en dirección X	73
Figura 13. Deriva máxima en dirección Y	74
Figura 14. Modo 1	76
Figura 15. Modo 2	76
Figura 16. Modo 3	77
Figura 17. Modo 1-Modificado	79
Figura 18.	79
Figura 19. Deflexiones	81
Figura 20. Deflexiones de vigas	82
Figura 21. Porcentaje de acero en vigas – Nivel 1	84
Figura 22. Porcentaje de acero en vigas – Nivel 2	85

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad evaluar la vulnerabilidad sísmica del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Chillanes mediante la aplicación de la metodología FEMA P-154 y el modelamiento estructural en el software ETABS. Inicialmente se realizó una inspección visual para identificar la tipología estructural, condiciones del suelo, irregularidades y estado general de la edificación. Los resultados obtenidos permitieron clasificar al edificio como una estructura tipo C1 de hormigón armado, construida antes de la normativa sísmica vigente, con un nivel de baja vulnerabilidad estructural. Posteriormente, se desarrolló el modelo estructural en ETABS considerando las cargas y parámetros establecidos en la NEC-15. El análisis evidenció inicialmente un problema de torsión en el tercer modo de vibración; sin embargo, los dos modos principales cumplen con lo establecido estando dentro de lo permitido, cumpliendo con los límites establecidos por la normativa ecuatoriana. Finalmente, se plantearon recomendaciones orientadas al mantenimiento y control estructural preventivo.

Palabras clave: vulnerabilidad sísmica, FEMA P-154, ETABS, NEC-15.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the seismic vulnerability of the building of the Decentralized Autonomous Government of Chillanes canton through the application of the FEMA P-154 methodology and structural modeling using ETABS software. Initially, a visual

inspection was carried out to identify the structural typology, soil conditions, irregularities, and general condition of the building. The results allowed the building to be classified as a C1 reinforced concrete structure, built before the current seismic regulations, with a low level of structural vulnerability. Subsequently, the structural model was developed in ETABS considering the loads and parameters established by NEC-15. The analysis initially revealed a torsional problem in the third vibration mode; however, the two main modes comply with established standards and are within permissible limits, meeting the requirements set by Ecuadorian regulations. Finally, recommendations were made regarding preventive structural maintenance and control.

Keywords: seismic vulnerability, FEMA P-154, ETABS, NEC-15.

INTRODUCCIÓN

Ecuador se encuentra ubicado en el Cinturón de Fuego del Pacífico, una zona de alta actividad sísmica debido a la interacción entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana. Este fenómeno de subducción genera esfuerzos tectónicos que se liberan en forma de eventos sísmicos, lo que produce sismos de diferente magnitud y profundidad. Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS), el país presenta varias zonas de amenaza sísmica, siendo más críticas algunas provincias de la Costa como Esmeraldas, Manabí, Santa Elena, Guayas y El Oro, además de provincias andinas expuestas a fallas activas como Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar. Esta condición vuelve oportuna evaluar las edificaciones existentes, sobre todo aquellas construidas antes de las normas actuales de diseño sismorresistente (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda & Cámara de la Industria de la Construcción, 2015).

Los eventos sísmicos recientes han demostrado que muchas construcciones en el país presentan daños por deficiencias en diseño, materiales o falta de mantenimiento. El terremoto del 16 de abril de 2016, con mayor afectación en Manabí y Esmeraldas, evidenció la vulnerabilidad de varias edificaciones públicas y privadas frente a movimientos fuertes del terreno. Por esta razón, la evaluación estructural se vuelve importante para reducir riesgos, proteger vidas humanas y evitar la interrupción de servicios esenciales después de un sismo (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2023).

La provincia Bolívar, ubicada en la región interandina del Ecuador, también se encuentra expuesta a amenaza sísmica por su ubicación geográfica y la presencia de sistemas de fallas cercanas. En este contexto, el cantón Chillanes requiere especial atención, ya que

cuenta con edificaciones públicas que cumplen funciones administrativas y de atención ciudadana. Entre ellas se encuentra el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Chillanes, construido aproximadamente en el año 1980, antes de la aplicación de normativas sísmicas modernas, lo que puede influir en su comportamiento ante un evento telúrico.

Para el desarrollo de esta investigación se aplicó la metodología FEMA P-154, la cual permite realizar una inspección visual rápida para identificar la tipología estructural, irregularidades, condiciones del entorno y posibles debilidades del edificio. Además, se elaboró un modelo estructural en el software ETABS, considerando las cargas y parámetros establecidos en la NEC-15. Con los resultados obtenidos se plantean medidas de mejora orientadas a reducir la vulnerabilidad estructural del edificio y fortalecer la seguridad de las personas que hacen uso de sus instalaciones.

CAPÍTULO I. FORMULACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

1.1. Planteamiento del Problema

Ecuador se encuentra ubicado en el Cinturón de Fuego del Pacífico, una zona donde la actividad sísmica es frecuente por la interacción de placas tectónicas. Esta condición ha provocado daños importantes en edificaciones e infraestructura, sobre todo cuando las construcciones no cumplen adecuadamente con criterios de diseño sismorresistente. Aunque el país cuenta con normativa técnica para reducir el riesgo sísmico, todavía existen edificaciones antiguas o construidas bajo criterios anteriores que pueden presentar un comportamiento desfavorable ante un evento telúrico (Courboulex et al., 2022).

En el territorio nacional, varios estudios señalan que existen edificaciones con vulnerabilidad estructural debido a fallas en el diseño, uso de materiales inadecuados, antigüedad o falta de mantenimiento. Estas condiciones aumentan la posibilidad de daños severos durante sismos de magnitud considerable y pueden afectar la seguridad de las personas, así como la continuidad de actividades públicas y privadas que se desarrollan en estos espacios (Ávila Guamán et al., 2024).

En el cantón Chillanes, el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado cumple una función importante en la gestión administrativa y en la atención diaria a la ciudadanía. Sin embargo, se desconoce con precisión su estado estructural actual y su capacidad real para responder frente a un sismo fuerte. Esta falta de información genera preocupación, ya que una falla estructural podría poner en riesgo a trabajadores y usuarios, además de interrumpir servicios municipales esenciales. Por ello, resulta necesario evaluar su vulnerabilidad

sísmica, identificar posibles puntos críticos y proponer acciones que ayuden a mejorar su seguridad y funcionamiento ante futuros eventos sísmicos.

1.2. Formulación del Problema

¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad estructural ante sismos del edificio del Gobierno autónomo Descentralizado del Cantón Chillanes?

1.3.Preguntas de Investigación

- ¿De qué manera las características estructurales del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Chillanes pueden influir en su vulnerabilidad sísmica, considerando la información obtenida mediante una inspección visual con la metodología FEMA 154?
- ¿Cuál es el comportamiento estructural del edificio del GAD de Chillanes ante distintos niveles de exigencia sísmica al ser modelado con el software ETABS?
- ¿Qué medidas de fortalecimiento estructural podrían implementarse para mejorar la resiliencia del edificio del GAD de Chillanes frente a futuros eventos telúricos?

1.4.Justificación

La presente investigación se enmarca en la Línea de Investigación: Gestión de Riesgos y Desastres Naturales, específicamente en la Sub-línea: Riesgos, amenazas y vulnerabilidades naturales, socionaturales y antrópicas, debido a que busca analizar la vulnerabilidad estructural de una edificación pública frente a la amenaza sísmica.

Ecuador presenta una alta actividad sísmica por la interacción de placas tectónicas, lo que hace necesario evaluar el estado de las edificaciones existentes, principalmente aquellas construidas antes de las normativas actuales. En el país aún existen estructuras que podrían no cumplir con los criterios modernos de diseño sismorresistente, situación que aumenta su nivel de exposición ante daños durante un sismo de gran magnitud (Courboulex et al., 2022).

En la provincia Bolívar, esta problemática también es relevante, ya que su ubicación geográfica y condiciones sísmicas obligan a identificar posibles riesgos en edificaciones de uso público. Estas infraestructuras cumplen funciones importantes para la población, por lo que su afectación podría generar pérdidas humanas, daños materiales e interrupción de servicios esenciales. En el caso del cantón Chillanes, el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado constituye un espacio clave para la gestión administrativa y la atención ciudadana. Por esta razón, resulta necesario determinar su nivel de seguridad estructural, considerando su tipología, estado actual, irregularidades y comportamiento ante cargas sísmicas.

Para ello, se aplicará la metodología FEMA 154, con el fin de reconocer de manera visual las posibles debilidades de la edificación. Además, se realizará un modelamiento estructural en ETABS, lo que permitirá analizar su respuesta ante eventos sísmicos mediante parámetros técnicos como derivas, desplazamientos, cortante basal y modos de vibración.

Finalmente, esta investigación permitirá proponer medidas de fortalecimiento estructural que contribuyan a reducir el riesgo sísmico, mejorar la resiliencia del edificio y proteger la seguridad de trabajadores y usuarios. De esta manera, el estudio aporta al desarrollo del cantón y sirve como referencia para futuras evaluaciones en edificaciones públicas similares.

1.5.Objetivos: General y Específicos

1.5.1. Objetivo general.

Determinar el nivel de vulnerabilidad estructural ante sismos del edificio del Gobierno autónomo Descentralizado del Cantón Chillanes.

1.5.2. Objetivos específicos.

- Identificar la tipología estructural física con una inspección visual con el fin de la obtención de información detallada del edificio, mediante la metodología del FEMA 154.
- Simular el comportamiento estructural del edificio ante eventos sísmicos, empleando herramientas especializadas como el software ETABS para llevar a cabo una evaluación detallada de su desempeño.
- Proponer medidas de fortalecimiento estructural que permitan la mejora y la resiliencia del edificio ante sismos.

1.6. Hipótesis

Se plantea que la aplicación de la metodología FEMA 154 junto con el modelamiento estructural en el software ETABS bajo la normativa NEC 2015 que permitirá determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Chillanes, evidenciando posibles deficiencias estructurales y facilitando la propuesta de medidas que mejoren su comportamiento ante eventos sísmicos.

1.7. Variables (Operacionalización)

Tabla 1.

Operacionalización de Variables

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos/Técnicas
Variable Dependiente				
Vulnerabilidad estructural	Se refiere a las características físicas, estado de conservación y diseño estructural que presenta la edificación, las cuales influyen de manera directa en su capacidad para responder ante un sismo. Incluye elementos como columnas, vigas, losas y conexiones, así como la calidad de los materiales empleados (Guamán et al., 2024).	<ul style="list-style-type: none"> • Tipología estructural • Estado de elementos estructurales • Año de construcción y normativa aplicada 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de sistema resistente utilizado • Presencia de fisuras, grietas, humedad o corrosión • Material predominante • Antigüedad del edificio 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual • Metodología FEMA 154 • Revisión de documentación técnica

Variable Independiente Sismos	<p>Un sismo es un fenómeno geológico que ocurre repentinamente producto de la liberación súbita de la energía acumulada, lo que genera fuerzas horizontales y verticales que impacta las edificaciones. (antisísmica, 2023)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desempeño estructural • Nivel de riesgo sísmico 	<ul style="list-style-type: none"> • Irregularidades en geometría y rigidez • Desplazamientos y derivas estructurales • Sección de la normativa sísmica con el mapa y el valor de la zona V 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelamiento estructural en ETABS • Resultados de análisis sísmico • Norma ecuatoriana vigente NEC-SE-DS
--	---	--	--	--

Fuente: Elaboración propia, 2026.

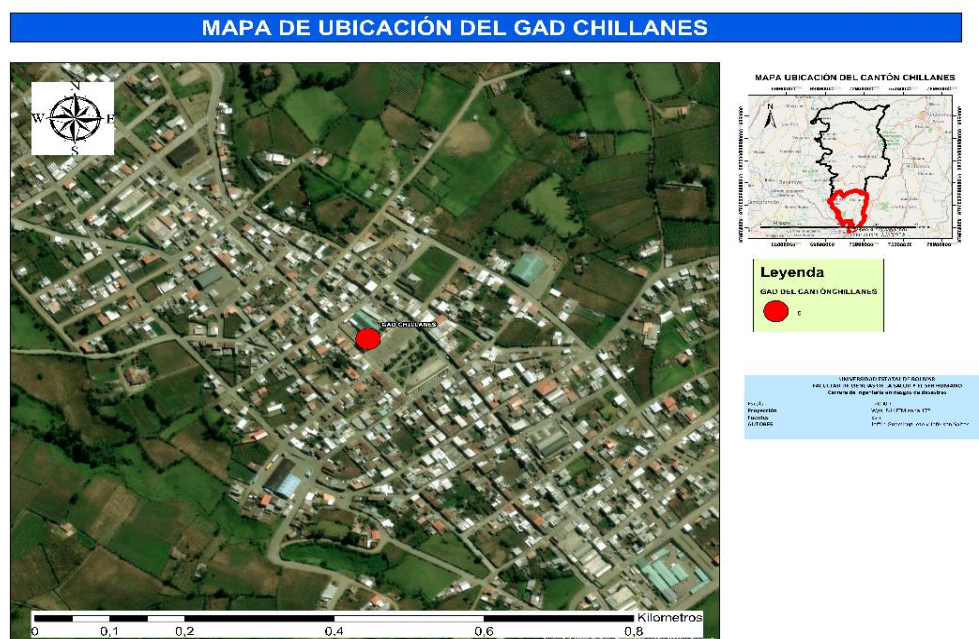
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Georreferencial.

El presente estudio se desarrolla en el cantón Chillanes, perteneciente a la provincia de Bolívar, en la región central del Ecuador. Este cantón se ubica a una altitud aproximada de 2.300 m s. n. m., con una superficie territorial de 334,8 km². Según los datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), para el año 2022, Chillanes cuenta con una población estimada de 18.045 habitantes, distribuidos entre áreas urbanas y rurales, cuya economía se basa principalmente en la agricultura y el comercio local (INEC, 2022).

Figura 1.

Ubicación del GAD del cantón Chillanes de la provincia de Bolívar (zona de estudio).



Nota. Ubicación del GAD del cantón Chillanes.

Fuentes: Elaborado en ARCGIS 10.5. Elaboración propia, 2026.

Figura 2.

GAD del cantón Chillanes.



Nota. GAD de cantón Chillanes. Elaboración propia, 2026.

El edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) del cantón Chillanes, objeto de esta investigación, se encuentra localizado en el centro urbano de la ciudad de Chillanes, frente al parque central y próximo a las principales instituciones públicas y bancarias del cantón, constituyéndose, así como un punto estratégico para el desarrollo administrativo y gestión de servicios municipales. Esta edificación registra una alta afluencia diaria de trabajadores, autoridades locales y ciudadanos que acuden a realizar trámites relacionados con el bienestar comunitario, por lo que su adecuado funcionamiento es esencial para garantizar una atención continua a la población.

2.2. Antecedentes.

Marcillo-Merino et al. (2023), en su investigación sobre la Capilla Nuestra Señora Virgen de Lourdes, aplicaron la metodología FEMA para conocer el índice de vulnerabilidad sísmica de una edificación existente. El estudio consideró factores como ubicación geográfica, tipo de suelo, antigüedad, calidad constructiva y posibles fallas estructurales. Esta

investigación es importante porque demuestra que una inspección visual bien aplicada permite reconocer zonas débiles y definir medidas preventivas antes de que ocurra un evento sísmico. Su aporte se relaciona con el presente trabajo, ya que el edificio del GAD de Chillanes también requiere una evaluación inicial que permita identificar su tipología estructural y sus posibles condiciones de riesgo (Marcillo-Merino et al., 2023).

Jiménez (2024) analizó la incidencia de la vulnerabilidad sísmica en instituciones públicas del cantón El Empalme, Ecuador, enfocándose en la funcionalidad y economía de estas edificaciones ante desastres. El autor identificó que la falta de mantenimiento, el deterioro de la infraestructura y la ausencia de planes de prevención pueden afectar la continuidad de los servicios públicos. Este antecedente se vincula directamente con el presente estudio porque el edificio del GAD de Chillanes cumple funciones administrativas y de atención ciudadana. Por ello, un posible daño estructural no solo afectaría la seguridad de los ocupantes, sino también la prestación de servicios municipales esenciales (Jiménez, 2024).

Guamán et al. (2024) evaluaron la vulnerabilidad sísmica de edificaciones típicas en la zona urbana de Cuenca mediante simulaciones y técnicas multivariadas. En su estudio compararon estructuras de adobe y ladrillo, obteniendo deformaciones promedio de 0,3059 % y 0,2348 %, respectivamente. Los resultados mostraron que ambas tipologías pueden presentar daños importantes frente a sismos de mediana y alta intensidad. Este trabajo aporta al presente proyecto porque evidencia la necesidad de complementar las inspecciones visuales con herramientas de análisis estructural, como el modelamiento en ETABS, para

conocer de manera más precisa el comportamiento de una edificación ante cargas sísmicas (Guamán et al., 2024).

Jibaja Lupaca (2023) evaluó la vulnerabilidad sísmica del Pabellón de Administración de la UNAM Moquegua aplicando FEMA 154. El estudio tomó en cuenta el tipo de suelo, las irregularidades, el sistema constructivo y la calidad de los materiales para clasificar el nivel de fragilidad de la edificación. Los resultados indicaron que la estructura no presentaba un comportamiento sísmico adecuado, por lo que se recomendó reforzar elementos verticales de carga. Este antecedente es relevante porque trabaja con una edificación administrativa y utiliza la misma metodología visual que se emplea en el edificio del GAD de Chillanes, lo que permite comparar criterios de evaluación y posibles medidas de mejora (Jibaja Lupaca, 2023).

Estos antecedentes muestran que la evaluación de vulnerabilidad sísmica permite identificar debilidades estructurales, estimar el nivel de riesgo y proponer acciones de reforzamiento. Además, respaldan el uso de la metodología FEMA 154 y el modelamiento estructural como herramientas útiles para analizar edificaciones públicas existentes y mejorar su seguridad frente a futuros sismos.

2.3. Científico (bases teóricas en la que fundamenta la investigación)

Vulnerabilidad estructural

En este estudio, la vulnerabilidad estructural del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Chillanes se entiende como la facilidad con la que la estructura puede sufrir daños cuando actúa un sismo. Esta vulnerabilidad está relacionada con el estado

de los elementos que resisten las cargas, como columnas, vigas, losas y muros, así como con la forma en que estos elementos están dispuestos dentro del edificio y la calidad de los materiales con los que fueron construidos.

La vulnerabilidad aumenta cuando existen problemas como fisuras, grietas, humedad, corrosión del acero o malas uniones entre elementos. También influye la edad de la construcción, el tipo de sistema estructural y si la edificación fue diseñada o no bajo normas sismorresistentes actualizadas. En otras palabras, mientras más deficiencias estructurales presente el edificio, mayor será el riesgo de daño durante un sismo (Páez-Moreno & Delgadillo, 2005).

Evaluación visual rápida – Metodología FEMA 154

Para evaluar de forma preliminar la vulnerabilidad del edificio del GAD de Chillanes se utilizará la metodología FEMA 154, que consiste en una inspección visual rápida. Este método permite clasificar las edificaciones según su nivel de riesgo sísmico, tomando en cuenta datos básicos como: tipo de sistema estructural, número de pisos, año de construcción, tipo de suelo, presencia de irregularidades y estado general de los elementos.

La metodología trabaja con formularios donde el evaluador registra la información del edificio y, a partir de ciertos parámetros y puntajes, se determina si la estructura presenta una vulnerabilidad baja, media o alta. Cuando el puntaje final es bajo, la edificación requiere estudios más detallados y, en muchos casos, propuestas de reforzamiento. Esta herramienta es muy útil para edificios públicos, ya que permite priorizar cuáles necesitan intervención primero (FEMA, 2021).

En el caso del edificio del GAD de Chillanes, la aplicación de FEMA 154 servirá como base para conocer su situación inicial frente al riesgo sísmico y para alimentar el modelo estructural que se elaborará en el software ETABS.

Tipología del sistema estructural

La tipología estructural se refiere al tipo de sistema resistente principal que tiene el edificio, es decir, cómo se organiza la estructura para soportar las cargas verticales (peso propio, personas, mobiliario) y las cargas horizontales (principalmente el sismo). Entre los sistemas más comunes están: pórticos de hormigón armado, pórticos de acero, muros estructurales, mampostería portante, entre otros (Cedeño Villarreal & Pachacama Chaguamate, 2024)

Identificar correctamente la tipología del edificio del GAD de Chillanes es fundamental porque de esto depende el puntaje básico que se asigne en la metodología FEMA 154 y también la forma en que se debe modelar la estructura en ETABS. Además, algunas tipologías son más vulnerables que otras si no fueron diseñadas adecuadamente o si presentan irregularidades importantes.

Datos de la edificación

Para aplicar la metodología FEMA 154 en el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Chillanes, primero es necesario registrar la información básica de la construcción. En esta parte se anotan datos como:

- Nombre del edificio.

- Dirección exacta y una referencia cercana (por ejemplo, frente al parque central).
- Código postal.
- Coordenadas geográficas (latitud y longitud) y, de ser posible, coordenadas UTM (zona, norte y este).

Además, se consideran los valores de aceleración sísmica de la zona, tanto en periodos cortos como largos, de acuerdo con la normativa sísmica vigente. Esta información ayuda a relacionar las características del edificio con el nivel de amenaza sísmica del lugar donde está construido.

Datos de construcción

Aquí se describen las principales características constructivas del edificio del GAD de Chillanes. Entre los datos que se registran están:

- Número de pisos sobre el nivel del suelo y, si los hubiera, pisos en subsuelo.
- Año aproximado de construcción.
- Si fue diseñado o no bajo una norma sismorresistente.
- Si ha tenido ampliaciones, remodelaciones o refuerzos estructurales.

También se puede anotar el número de predio y la clave catastral, en caso de contar con estos datos. Esta información ayuda a entender el contexto estructural general del edificio y su posible comportamiento ante un sismo.

Figura 3.

GAD de Chillanes



Nota. Levantamiento de datos. Elaboración propia, 2026.

Datos de ocupación

Los datos de ocupación se refieren al uso actual que se le da al edificio. En este estudio, el inmueble pertenece al sector público, ya que se trata de la sede del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Chillanes.

Este tipo de edificación se considera de uso oficina pública, debido a que en su interior se desarrollan actividades administrativas, de atención ciudadana y de gestión municipal. Conocer el uso de la edificación es importante, porque de ello depende el nivel de riesgo para las personas en caso de un sismo y la prioridad que debe darse a su evaluación y reforzamiento.

Datos de tipo de suelo

El tipo de suelo donde se apoya el edificio influye directamente en su respuesta sísmica. En la metodología FEMA 154, se clasifica el suelo en diferentes categorías (A, B, C, D, E, F), dependiendo de su rigidez o blandura.

En general:

- Los suelos más firmes (A y B) tienden a amplificar menos el movimiento sísmico.
- Los suelos más blandos (D y E) pueden aumentar las deformaciones en la estructura.
- Los suelos con condiciones especiales (F), como suelos muy blandos o con problemas geotécnicos, requieren estudios más detallados.

Si no se dispone de un estudio geotécnico, se suele asumir un tipo de suelo intermedio (por ejemplo, tipo D), dejando constancia de esta condición en las observaciones. En el caso del edificio del GAD de Chillanes, la identificación del tipo de suelo es clave para valorar correctamente su vulnerabilidad sísmica.

Datos de riesgos geológicos

Además del tipo de suelo, es importante conocer si en la zona existen riesgos geológicos adicionales, tales como:

- Posible licuefacción.
- Deslizamientos de tierra.
- Rupturas de superficie.

Estos datos se pueden obtener a través de visitas al lugar, consultas a moradores de la zona y revisión de información oficial de instituciones como la SNGRE u otros estudios previos. Si se identifican riesgos geológicos, esto puede aumentar la vulnerabilidad del edificio y la necesidad de tomar medidas de prevención.

Datos de adyacencia

La adyacencia se refiere a la relación del edificio con las construcciones vecinas. Se debe observar si el edificio del GAD de Chillanes se encuentra demasiado cerca de otras edificaciones, sin dejar una junta sísmica adecuada.

Cuando dos edificios están pegados o muy próximos entre sí, y uno es más alto que el otro, existe el riesgo de que durante un sismo se golpeen entre sí, provocando daños adicionales. Por eso, en la inspección visual se revisa:

- Distancia entre el edificio del GAD y las construcciones vecinas.
- Diferencias importantes de altura.
- Posibles puntos de impacto en caso de movimiento fuerte.

La información sobre adyacencia permite valorar no solo la vulnerabilidad propia del edificio, sino también el riesgo que puede recibir por efecto de las estructuras cercanas.

Irregularidades

Durante la evaluación estructural del edificio del GAD de Chillanes, es necesario identificar si existen irregularidades que puedan afectar el comportamiento del inmueble frente a un sismo. Estas irregularidades se clasifican en dos tipos: verticales y en planta, y

permiten conocer si la estructura tiene discontinuidades o cambios bruscos que influyan negativamente en su estabilidad.

- Irregularidades verticales graves (VL1): aparecen cuando existen pisos débiles, columnas cortas o cambios bruscos en la rigidez entre niveles. Estas situaciones reducen la capacidad de la estructura para resistir movimientos sísmicos.
- Irregularidades verticales moderadas (VL2): se presentan cuando hay ligeras variaciones en la rigidez o resistencia entre pisos, pero que aún no comprometen gravemente el comportamiento estructural.
- Irregularidades en planta (PL1): se dan cuando el edificio tiene formas en planta irregulares, como entrantes o vacíos grandes, aberturas mayores al 50% del área del piso o variaciones notables en la rigidez de las losas. Estas condiciones pueden generar torsiones o esfuerzos desiguales durante un sismo.

Detectar estas irregularidades en la inspección visual inicial es fundamental para aplicar correctamente los factores de corrección en la metodología FEMA 154, y determinar si el edificio requiere un análisis más detallado.

Código de construcción

El código de construcción utilizado al momento de diseñar la estructura influye directamente en su desempeño sísmico. Por ello, es indispensable conocer el año de construcción del edificio del GAD de Chillanes y si fue diseñado por un profesional con base en las normas sismorresistentes vigentes. De acuerdo con el Manual de Procedimiento Administrativo y Técnico para la Evaluación de las Edificaciones de Propiedad del

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI, 2022), las edificaciones se pueden clasificar según el periodo normativo de su construcción en:

- Pre-código (antes de 2001): comprende edificaciones construidas antes de la primera zonificación sísmica nacional o realizadas por autoconstrucción sin control técnico.
- Código de transición (2001–2015): incluye estructuras levantadas en el periodo en que se modernizaban las normas de diseño sísmico, pero aún no bajo los criterios actuales de la NEC.
- Post-código moderno (después de 2015): corresponde a edificaciones diseñadas con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015), que incorpora parámetros actualizados de seguridad y comportamiento sísmico.

El edificio del GAD de Chillanes debe clasificarse en una de estas categorías para asignar el modificador correspondiente en el cálculo del índice de vulnerabilidad.

Tipo de suelo

El tipo de suelo tiene una influencia decisiva en la respuesta sísmica de una edificación. Según la NEC 2015, los suelos se clasifican de acuerdo con la velocidad de propagación de las ondas sísmicas, su densidad y la resistencia al corte.

- Tipo C: corresponde a suelos muy densos o roca blanda, con velocidades de onda cortante entre 360 y 760 m/s y una resistencia al corte mayor o igual a 100 kPa

- Tipo D: suelos rígidos con velocidades entre 180 y 360 m/s y resistencia al corte entre 50 y 100 kPa.
- Tipo E: suelos blandos con velocidades menores a 180 m/s, alto contenido de humedad y baja resistencia al corte (menor a 50 kPa).

El cantón Chillanes se encuentra en una zona donde predominan suelos intermedios, por lo que es probable que el edificio del GAD esté asentado sobre un suelo tipo D, condición que debe verificarse mediante registros o estudios geotécnicos.

Tipos de sismos

Los sismos se clasifican de acuerdo con la profundidad del hipocentro, punto donde se libera la energía acumulada por el movimiento de las placas tectónicas. Esta clasificación es fundamental para comprender el impacto que pueden generar en la superficie y, por ende, en las edificaciones (United Nations, 2022).

Según Falconí y Vera (2024), la profundidad y el tipo de sismo determinan la magnitud de los daños estructurales, especialmente en edificaciones que no cuentan con sistemas sismo resistentes adecuados o presentan deterioro por antigüedad.

Sismos superficiales: se originan a menos de 70 km de profundidad. Suelen ser los más destructivos, pues la energía liberada se propaga rápidamente hacia la superficie, afectando directamente las estructuras urbanas.

Sismos intermedios: ocurren entre 70 y 450 km bajo la corteza terrestre. Aunque su energía es considerable, sus efectos destructivos son menores que los superficiales debido a la distancia del foco.

Sismos profundos: tienen su origen a más de 450 km de profundidad. La energía sísmica se disipa antes de llegar a la superficie, generando movimientos más suaves o imperceptibles.

Ondas sísmicas

Las ondas sísmicas son vibraciones que se propagan a través de la corteza terrestre como resultado de la liberación de energía durante un movimiento telúrico. Estas ondas se dividen en internas y superficiales, según su trayectoria y el medio por el cual se transmiten.

Ondas internas:

Se propagan por el interior de la Tierra y se subdividen en:

- Ondas P (primarias): son de tipo compresivo y se desplazan con mayor velocidad, atravesando tanto sólidos como líquidos.
- Ondas S (secundarias): se mueven de forma transversal a su dirección de propagación y solo se transmiten por materiales sólidos, siendo más lentas pero responsables de importantes deformaciones estructurales.

Ondas superficiales:

Viajan por la superficie terrestre y son las que ocasionan los mayores daños a las edificaciones. Se dividen en:

- Ondas Rayleigh (R): producen un movimiento elíptico de las partículas del terreno, similar al oleaje marino.

- Ondas Love (L): generan desplazamientos horizontales de gran amplitud, comprometiendo la estabilidad lateral de las estructuras.

Falconí y Vera (2024) destacan que la combinación de ambos tipos de ondas influye directamente en la respuesta sísmica de los edificios, especialmente cuando existen irregularidades estructurales o materiales con baja capacidad de disipar energía.

Puntaje final y grado de vulnerabilidad sísmica

En la metodología FEMA 154, cada tipología estructural tiene un puntaje básico que luego se ajusta según los modificadores de construcción, ocupación, tipo de suelo, irregularidades y código utilizado.

El puntaje final (S) se obtiene sumando estos valores, y se compara con el puntaje mínimo (S_{min}) establecido para cada tipo de estructura. De acuerdo con esta comparación, se determina el grado de vulnerabilidad sísmica:

Tabla 2.

Puntaje final y grado de vulnerabilidad sísmica

Puntaje Final (S)	Consideración	Clasificación
$S < S_{min}$	Alta vulnerabilidad: requiere evaluación especial o reforzamiento	Nivel 1
$S = S_{min}$	Vulnerabilidad media: cumple parcialmente los requisitos de seguridad	Nivel 1
$S > S_{min}$	Baja vulnerabilidad: comportamiento adecuado ante sismo	Nivel 1

Nota. Información adaptada de (FEMA, 2021). Elaboración propia, 2026.

Patologías estructurales

Las patologías estructurales son los daños o deterioros que presentan los elementos del edificio. Pueden manifestarse como fisuras, grietas, desprendimientos, corrosión del acero o deformaciones, y suelen deberse al paso del tiempo, deficiencias constructivas o efectos de sismos anteriores.

Según Castillo Robles y Castillo Yumbo (2020), las patologías estructurales pueden evolucionar desde daños leves hasta fallas graves que comprometen la estabilidad total del edificio. En la misma línea, Zambrano (2022) indica que el estudio de patologías permite identificar las causas de los daños y proponer medidas correctivas o de reforzamiento.

En el caso del edificio del GAD de Chillanes, la detección de grietas, humedad o deterioro en elementos estructurales será clave para complementar el diagnóstico de vulnerabilidad sísmica.

Normas de construcción

Las normas aplicadas en este estudio son la FEMA 154 y la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015).

La FEMA 154 proporciona una guía para realizar inspecciones visuales rápidas y clasificar las edificaciones según su nivel de vulnerabilidad sísmica. Por su parte, la NEC 2015 establece los requisitos mínimos de diseño estructural, criterios de zonificación sísmica, clasificación de suelos y parámetros de seguridad.

De acuerdo con el MIDUVI (2016), las edificaciones se dividen en tres categorías según el nivel de vulnerabilidad observado:

- Baja vulnerabilidad: bajo riesgo de daño y adecuado nivel de seguridad.
- Media vulnerabilidad: riesgo moderado dentro de parámetros aceptables.
- Alta vulnerabilidad: requiere una evaluación más detallada por un ingeniero estructural.

La aplicación conjunta de estas normas permite identificar los riesgos y proponer medidas preventivas para reducir los daños estructurales en caso de un sismo.

Software ETABS

El ETABS es un software especializado en el análisis y diseño estructural, ampliamente utilizado para estudiar el comportamiento sísmico de edificaciones. Este programa permite modelar estructuras en dos y tres dimensiones, calcular las cargas aplicadas y simular el desempeño de los materiales frente a distintos escenarios sísmicos (ETABS, 2023).

Según Juárez (2021), ETABS brinda herramientas precisas para modelar edificaciones con base en parámetros reales como peso propio, módulo de elasticidad del hormigón, cargas muertas y vivas, y resistencia de los materiales. En este estudio, el programa se empleará para representar de forma digital la estructura del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Chillanes, aplicando los datos obtenidos durante la inspección visual y el levantamiento estructural.

Mediante la simulación sísmica, el software permite identificar las zonas con mayores esfuerzos, desplazamientos o deformaciones, ayudando a determinar si el edificio cumple

con los criterios mínimos de seguridad estructural establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015). Esta evaluación es fundamental para proponer medidas de refuerzo que mejoren la estabilidad y reduzcan la vulnerabilidad ante un evento sísmico.

Estado estructural

El estado o comportamiento estructural describe la manera en que una edificación reacciona ante fuerzas externas, especialmente las producidas por un sismo. Para evaluar el desempeño del edificio del GAD de Chillanes, se analizarán tres aspectos fundamentales: la seguridad estructural, el estado de los elementos constructivos y las condiciones del suelo donde se asienta la estructura.

De acuerdo con Carreño, Cardona y Barbat (2011), el análisis del comportamiento estructural debe considerar la calidad de los materiales, la regularidad del diseño y la interacción entre los distintos componentes. Los edificios con materiales deteriorados, irregularidades o deficiencias en su configuración son más propensos a presentar daños severos o colapsos parciales durante un evento sísmico.

Además, la NEC (2014) establece que toda edificación debe ser diseñada considerando las cargas que actúan sobre ella:

- Cargas permanentes o muertas: son el peso propio de la estructura, muros, losas, cubiertas, acabados y todos los elementos fijos del edificio.
- Cargas variables o vivas: se refieren al peso de personas, muebles y equipos que pueden cambiar de posición o retirarse.

- Cargas accidentales o sísmicas: son las fuerzas horizontales y verticales provocadas por un movimiento sísmico, cuya magnitud depende de la ubicación geográfica y del tipo de suelo.

El cumplimiento de estos criterios de diseño, junto con la correcta aplicación de la Norma Ecuatoriana de la Construcción y el Manual de Procedimiento del MIDUVI (2022), permite garantizar la estabilidad y seguridad de la estructura durante su vida útil.

2.4. Marco legal.

Constitución de la República del Ecuador (2008)

La Constitución de la República del Ecuador (2008) constituye el marco jurídico supremo que orienta toda política y acción pública relacionada con la prevención de riesgos, seguridad estructural y gestión ante desastres naturales. En su **artículo 389**, se establece que el Estado tiene la responsabilidad de proteger a la población frente a los desastres naturales y antrópicos, promoviendo acciones de prevención, mitigación, atención y reconstrucción de las zonas afectadas.

Asimismo, el **artículo 414** dispone que el Estado debe adoptar medidas adecuadas para mitigar los efectos del cambio climático y reducir la vulnerabilidad ante eventos naturales, garantizando la seguridad de las personas y la integridad de las infraestructuras públicas y privadas (Asamblea Nacional, 2008).

Estos principios sustentan la necesidad de evaluar periódicamente las edificaciones públicas, especialmente aquellas que albergan instituciones esenciales, como el edificio del

Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Chillanes, cuya función administrativa y social exige condiciones estructurales seguras y resilientes frente a la amenaza sísmica.

Norma Ecuatoriana de la Construcción – NEC (2015)

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS) constituye el principal instrumento técnico y jurídico para el diseño y evaluación estructural de edificaciones frente a eventos sísmicos en el Ecuador. Elaborada por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) junto con la Cámara de la Industria de la Construcción (CIC), esta normativa establece los criterios mínimos que deben cumplir las edificaciones para garantizar su seguridad estructural, desempeño sísmico y estabilidad ante cargas horizontales y verticales.

La sección “NEC-SE-DS: Peligro Sísmico – Diseño Sismo Resistente” define los parámetros que permiten calcular la respuesta de una estructura frente a un sismo, considerando variables como el tipo de suelo, la zona sísmica, la importancia de la edificación, la ductilidad de los materiales y el nivel de amenaza sísmica regional. Esta norma clasifica el territorio ecuatoriano en diferentes zonas de amenaza sísmica y provee los espectros de diseño que deben emplearse en los análisis estructurales tanto para edificaciones nuevas como existentes.

De acuerdo al presente estudio, la aplicación de la NEC-SE-DS resulta fundamental para determinar el comportamiento estructural del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Chillanes, dado que sus lineamientos técnicos permiten

cuantificar la vulnerabilidad y establecer las condiciones mínimas de refuerzo necesarias para cumplir con las exigencias de seguridad establecidas por la normativa nacional.

2.5. Marco Conceptual.

Sismo

Un sismo es el movimiento repentino del suelo causado por la liberación de energía acumulada en las capas internas de la Tierra. Este fenómeno genera ondas sísmicas que se propagan en diferentes direcciones y pueden ocasionar daños estructurales dependiendo de la magnitud, profundidad y características del terreno. Los sismos son eventos naturales impredecibles que ponen a prueba la capacidad de las edificaciones para resistir esfuerzos dinámicos y evitar colapsos (Falconí & Vera, 2024)

Riesgo

El riesgo se entiende como la posibilidad de que ocurra un daño o pérdida cuando una amenaza, como un sismo, interactúa con condiciones de vulnerabilidad. Este concepto combina tres elementos fundamentales: la amenaza, la exposición y la capacidad de respuesta. En ingeniería civil, el riesgo sísmico mide el grado de afectación potencial sobre las edificaciones y la población ante un evento de gran magnitud (CIIFEN, 2023)

Vulnerabilidad

La vulnerabilidad hace referencia al grado de fragilidad o susceptibilidad que tiene una estructura, comunidad o sistema frente a una amenaza. En el ámbito estructural, se asocia con las deficiencias en el diseño, la calidad de los materiales o la falta de mantenimiento que

reducen la capacidad de resistencia ante un sismo. Cuanto mayor sean estas debilidades, mayor será el riesgo de sufrir daños significativos (BBVA, 2025)

Resistente

El término resistente se relaciona con la capacidad que posee una estructura para soportar fuerzas externas sin perder estabilidad ni funcionalidad. En el diseño sismo resistente, se busca que los materiales y sistemas constructivos sean capaces de absorber energía y deformarse de manera controlada, evitando fallas repentinas o colapsos (Pessoa, 2025)

Irregularidades

Las irregularidades estructurales son variaciones en la forma, distribución o rigidez de una edificación que pueden afectar su comportamiento frente a cargas sísmicas. Estas pueden presentarse en planta o en altura, generando concentraciones de esfuerzo que aumentan la vulnerabilidad del edificio. Identificarlas permite corregir posibles puntos críticos en el diseño o reforzamiento estructural (Force, 2024)

Resiliencia

La resiliencia es la capacidad que tiene una persona, comunidad o infraestructura para resistir, adaptarse y recuperarse ante una situación adversa. En el contexto de las edificaciones, este concepto implica no solo soportar el impacto de un sismo, sino también recuperar la funcionalidad en el menor tiempo posible, contribuyendo a la continuidad operativa y al bienestar social (Arciniaga, 2005)

Mitigación

Comprende las acciones planificadas que buscan reducir los impactos negativos de un evento sísmico. Incluye medidas preventivas como la aplicación de normas de construcción, reforzamientos estructurales o planificación territorial segura. Su propósito es minimizar los daños materiales y humanos mediante una adecuada gestión del riesgo (United Nations, 2022)

Ductilidad

La ductilidad se refiere a la capacidad de un material o estructura para deformarse antes de fracturarse, lo que permite disipar energía durante un evento sísmico. En ingeniería estructural, una edificación dúctil puede resistir desplazamientos sin colapsar, garantizando la seguridad de los ocupantes y el desempeño adecuado del sistema constructivo (Santoro, 2023)

Hormigón armado

El hormigón armado es un material estructural compuesto por una mezcla de cemento, agua, áridos finos y gruesos, en el que se incorpora acero de refuerzo con el fin de resistir esfuerzos de tracción que el concreto por sí solo no puede soportar. La combinación de ambos materiales permite que el hormigón aporte resistencia a la compresión y el acero a la tracción, logrando estructuras más seguras y duraderas. Este sistema constructivo es ampliamente utilizado en edificaciones por su versatilidad, rigidez y capacidad de adaptarse a diferentes condiciones de carga y diseño (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2022)

Infraestructura

La infraestructura comprende el conjunto de obras, edificaciones y servicios que permiten el funcionamiento de una sociedad. En el ámbito urbano, incluye carreteras, puentes, redes de agua, electricidad y edificaciones públicas. Su planificación y mantenimiento adecuado resultan esenciales para garantizar la seguridad y sostenibilidad frente a fenómenos naturales como los sismos (Moran, 2021).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo de Investigación

3.1.1. Investigación Aplicada

Según Hernández Sampieri et al. (2014), la investigación aplicada se orienta a generar conocimientos dirigidos a resolver problemas específicos de la realidad. En este estudio, se busca evaluar la vulnerabilidad sísmica de un edificio público esencial como es el del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Chillanes, con la finalidad de proponer acciones de mejora estructural que contribuyan a salvaguardar la integridad de las personas y asegurar la continuidad de los servicios municipales ante un evento sísmico.

3.1.2. Investigación Descriptiva

Una investigación descriptiva permite analizar las características de un fenómeno tal como se presenta en su contexto natural (Hernández Sampieri et al. ,2014),. En este caso, se describen las propiedades del sistema estructural del edificio del GAD de Chillanes, considerando aspectos como su tipología, materiales empleados, estado de conservación y condiciones de su diseño estructural. Esta información permitirá comprender su comportamiento ante la acción sísmica.

3.2. Enfoque de la investigación.

El estudio adopta un enfoque de investigación mixto, combinando componentes cualitativos y cuantitativos para obtener una evaluación integral de la vulnerabilidad sísmica del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Chillanes. Según Santander (2021), la investigación cualitativa permite describir características y comportamientos que

no pueden ser medidos directamente, mientras que la investigación cuantitativa se enfoca en el análisis de datos numéricos que facilitan la comprobación objetiva de los resultados.

En la parte cualitativa, se llevará a cabo una inspección visual basada en la metodología FEMA 154, con la finalidad de identificar elementos estructurales deteriorados, irregularidades arquitectónicas y posibles patologías presentes en la edificación.

En la fase cuantitativa, se utilizará el software ETABS para modelar la estructura y simular el comportamiento del edificio frente a distintos escenarios sísmicos, obteniendo parámetros como derivas de piso, desplazamientos máximos y niveles de desempeño estructural.

3.3. Métodos de la investigación.

El método es no experimental, ya que no se manipulan las variables, sino que se evalúan las condiciones reales del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Chillanes en su estado actual. Además, corresponde a un diseño transversal, debido a que la recopilación de la información técnica se llevará a cabo en un momento específico del tiempo.

En la fase cualitativa se aplicará la metodología FEMA 154, permitiendo identificar patologías e irregularidades estructurales mediante una inspección visual directa. Posteriormente, en la fase cuantitativa, se realizará un modelamiento estructural con el software ETABS, con el fin de simular el desempeño del edificio ante diferentes demandas sísmicas, obteniendo indicadores numéricos que faciliten la valoración de su vulnerabilidad sísmica.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recopilación de Datos

Para la obtención de información técnica confiable sobre el estado estructural del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Chillanes, se emplearon técnicas e instrumentos de recopilación que permitieron evaluar de forma precisa las condiciones físicas, materiales y de comportamiento sísmico del inmueble. A continuación, se describen los procedimientos utilizados en la investigación.

Análisis estructural

Se aplicó la técnica de observación directa mediante la metodología FEMA 154, la cual consiste en una inspección visual rápida para identificar las características estructurales relevantes del edificio. Esta evaluación permitió registrar datos como el tipo de sistema resistente, número de pisos, irregularidades en planta y elevación, tipo de suelo, estado de los elementos portantes y presencia de patologías estructurales.

La información se recopiló en fichas estandarizadas del formulario FEMA 154, lo que facilitó la clasificación de la edificación según su nivel de vulnerabilidad sísmica preliminar.

Modelamiento estructural

El modelamiento estructural se realizó mediante el software ETABS, herramienta especializada en el análisis y diseño sismo resistente de edificaciones. Con esta técnica se simuló el comportamiento del edificio ante diferentes escenarios sísmicos, considerando parámetros establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS, 2015).

El programa permitió representar la geometría real de la estructura, aplicar cargas muertas, vivas y sísmicas, y obtener resultados como desplazamientos, derivas de piso y

esfuerzos internos, los cuales fueron fundamentales para determinar el nivel de desempeño estructural y proponer posibles medidas de reforzamiento.

3.5. Universo, población y muestra

El universo de estudio está conformado por las edificaciones públicas del cantón Chillanes, provincia de Bolívar, que pueden ser evaluadas frente a eventos sísmicos. Estas construcciones cumplen funciones importantes para la población, por lo que conocer su estado estructural resulta necesario para reducir riesgos y proteger a sus ocupantes.

La población de análisis corresponde al edificio principal del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Chillanes, debido a su importancia institucional y a las actividades administrativas que se desarrollan diariamente en sus instalaciones. Según López-Roldán y Fachelli (2015), la población se entiende como el conjunto de unidades que poseen características comunes y que forman parte del objeto de estudio. En este caso, la unidad de análisis es una edificación pública destinada a la atención ciudadana.

Para esta investigación se seleccionó una muestra no probabilística de tipo intencional o por conveniencia, la cual, debido a la naturaleza del estudio de caso, coincide con el 100% de la población seleccionada el edificio principal del GAD. Por lo tanto, se recolectaron los datos geométricos, mecánicos y patológicos de la totalidad de sus elementos estructurales principales como columnas, vigas, losas, muros y escaleras.

De esta manera, la muestra permite obtener información técnica suficiente para evaluar la vulnerabilidad sísmica del edificio, aplicar la metodología FEMA 154 y desarrollar la simulación estructural en ETABS.

3.6. Técnicas de análisis y procesamiento de la Información

Metodología FEMA

Para cumplir con el primer objetivo específico de este estudio, se aplicará la metodología FEMA 154, la cual consiste en una inspección visual rápida que permite identificar la tipología estructural y las posibles vulnerabilidades que presenta una edificación frente a eventos sísmicos. Este procedimiento es ampliamente utilizado en evaluaciones preliminares debido a su capacidad para reconocer factores que aumentan el riesgo estructural, tales como deficiencias constructivas, daños visibles, irregularidades en la geometría y materiales inadecuados (Collantes Delgado, 2025).

La aplicación de FEMA 154 se llevará a cabo directamente en el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Chillanes, utilizando fichas estandarizadas para registrar datos relevantes, como sistema estructural predominante, configuración en planta y elevación, estado de los elementos verticales y horizontales, así como la presencia de patologías que puedan comprometer su respuesta sísmica. Tal como señalan Malavé-Laínez y Pinoargote-Rovello (2023), este tipo de inspecciones preliminares permite obtener información fundamental que facilita la toma de decisiones técnicas para estudios posteriores más detallados.

Los resultados obtenidos mediante este método servirán de base para alimentar el modelo estructural en el software ETABS, contribuyendo a una valoración precisa del comportamiento del edificio ante diferentes escenarios sísmicos, por lo cual se cumpliría el tercer objetivo de la investigación. Con ello, será posible elaborar recomendaciones orientadas al fortalecimiento estructural y a la mejora de la resiliencia del edificio, asegurando su adecuado funcionamiento en beneficio de la comunidad que depende de sus servicios administrativos.

Modelamiento estructural con el software ETABS

Para cumplir con el segundo objetivo específico de esta investigación, se empleará el software ETABS, una herramienta especializada en el análisis y diseño estructural de edificaciones. Este programa permite simular el comportamiento sísmico de una estructura a través de modelos matemáticos precisos, considerando materiales, geometría, cargas y conexiones entre elementos como vigas, columnas y losas. Según Juárez (2021), ETABS facilita la evaluación del desempeño de un edificio frente a distintos escenarios de carga y es ampliamente utilizado en proyectos de ingeniería civil alrededor del mundo.

En este estudio, el modelamiento estructural se desarrollará a partir de los datos obtenidos en la inspección visual mediante la metodología FEMA 154, incorporando características reales de la edificación del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Chillanes tales como: tipo de sistema resistente, dimensiones estructurales, ubicación de elementos, rigidez lateral, entre otros parámetros relevantes. Con ello, se procederá a simular eventos sísmicos representativos que permitan determinar la respuesta del edificio ante

demandas propias de su zona geográfica, por lo cual se procederá a proponer medidas para mitigar esta problemática.

Norma NEC 15

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS 2015) constituye el principal marco técnico que regula el diseño y evaluación sismo resistente en el país. Este documento establece los parámetros mínimos que deben cumplir las edificaciones para garantizar su estabilidad estructural ante movimientos sísmicos, considerando la zonificación sísmica, el tipo de suelo y los factores de comportamiento de las estructuras. Su aplicación en esta investigación permitirá verificar si el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Chillan cumple con los requisitos de seguridad estructural exigidos por la normativa vigente.

Durante la fase de modelamiento estructural con el software ETABS, se emplearán los valores de aceleración espectral y coeficientes de comportamiento definidos por la NEC 15 para la zona sísmica correspondiente a la provincia de Bolívar. Estos parámetros serán fundamentales para determinar las fuerzas horizontales que actúan sobre la estructura y para calibrar los resultados obtenidos mediante la metodología FEMA 154, asegurando que el análisis refleje las condiciones reales del territorio ecuatoriano.

La incorporación de esta normativa también permitirá establecer recomendaciones de reforzamiento que se alineen con los estándares nacionales de diseño sismo resistente, garantizando la seguridad de los ocupantes y la continuidad funcional del edificio público frente a posibles eventos telúricos.

Ecuaciones empleadas para el análisis sísmico

Para el análisis estructural del edificio en el software ETABS se utilizaron las expresiones establecidas en la NEC-SE-DS 2015, las cuales permiten determinar el período de vibración, el cortante basal y las derivas de piso de la estructura frente a cargas sísmicas.

Período aproximado de vibración

El período fundamental de vibración de la estructura se obtuvo mediante la siguiente expresión:

$$T = C_t h_n^\alpha$$

Donde:

- T: Período fundamental de vibración de la estructura.
- Ct: Coeficiente que depende del tipo de sistema estructural.
- hn: Altura total de la edificación medida desde la base.
- α : Exponente relacionado con la rigidez estructural.

Esta expresión permite estimar el comportamiento dinámico inicial del edificio frente a un evento sísmico.

Cálculo del cortante basal

El cortante basal mínimo se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$V = C \times W_r$$

Donde:

- V: Cortante basal sísmico.

- C: Coeficiente sísmico de diseño.
- W_r : Peso sísmico efectivo de la estructura.

Este cálculo representa la fuerza lateral total que actúa sobre la edificación durante un sismo.

Verificación de derivas de piso

Para verificar el cumplimiento de los límites de desplazamiento establecidos en la NEC-SE-DS, se emplearon las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned}
 \mathbf{Desp.} &= \mathbf{Desp(p1)} - \mathbf{Desp(p2)} \\
 \Delta e &= \frac{\mathbf{Desp}}{\mathbf{h}} \\
 \Delta ine &= 0.75 * R * \Delta e
 \end{aligned}$$

Donde:

Tabla 3.

Descripción de las siglas de la ecuación de derivas

Desp.	Desplazamiento relativo entre dos niveles
Desp(p1)	Desplazamiento del piso analizado
Desp(p2)	Desplazamiento del piso inferior
h	Diferencia de altura entre pisos
Δe	Deriva elástica
Δine	Deriva inelástica
R	Factor de reducción sísmica

Elaboración propia, 2026.

Cortante basal de diseño

El cortante basal de diseño se calcula mediante la siguiente expresión:

$$V = \frac{IS_a(Ta)}{R\phi P\phi E} W$$

Donde:

- V: Cortante basal de diseño.
- I: Factor de importancia de la estructura.
- Sa(Ta): Aceleración espectral correspondiente al período aproximado de vibración.
- R: Factor de reducción de resistencia sísmica.
- ϕ_p : Coeficiente de configuración estructural en planta.
- ϕ_E : Coeficiente de configuración estructural en elevación.
- W: Peso sísmico efectivo de la estructura.

Esta expresión permite determinar la fuerza sísmica lateral que actúa en la base del edificio, considerando la importancia de la edificación, su comportamiento estructural y las condiciones de configuración en planta y elevación.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis, Interpretación y Discusión de Resultados

4.1.1. Resultados acordes al objetivo 1.

La aplicación de la metodología FEMA P-154 permitió identificar la tipología estructural y las principales condiciones sísmicas del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Chillanes. Mediante la inspección visual se registraron características como el año de construcción, número de pisos, sistema estructural, tipo de suelo e irregularidades presentes en la edificación.

Se determinó que el edificio corresponde a una estructura tipo C1, conformada por pórticos de hormigón armado resistentes a momento. La edificación posee tres pisos y un área aproximada de 417.30 m². Además, al haber sido construida alrededor de 1980, se clasifica como una estructura pre-código, debido a que fue edificada antes de la aplicación de las normas sísmicas actuales.

La evaluación también permitió identificar que el edificio se encuentra sobre un suelo tipo D y presenta irregularidades en planta y elevación, así como presencia de parapetos y cercanía con edificaciones adyacentes que podrían generar efectos de golpeteo durante un sismo.

Con base en los criterios de FEMA P-154, la tipología C1 posee un puntaje inicial de 1,7 y un valor mínimo S_{min} de 0,3. Luego de aplicar los modificadores correspondientes por antigüedad e irregularidades, se obtuvo un puntaje final de 0,6. Este resultado supera el valor mínimo requerido, por lo que el edificio presenta una baja vulnerabilidad estructural y un

comportamiento aceptable frente a eventos sísmicos. La clasificación obtenida se resume en la siguiente tabla:

Tabla 4.

Clasificación de la vulnerabilidad sísmica del edificio del GAD de Chillanes según FEMA P-154

Relación entre S y S_{min}	Consideración	Clasificación	Selección
$S < S_{min}$	Alta vulnerabilidad: requiere evaluación especial o reforzamiento	Nivel 1	
$S = S_{min}$	Vulnerabilidad media: cumple parcialmente los requisitos de seguridad	Nivel 1	
$S > S_{min}$ (0,6 > 0,3)	Baja vulnerabilidad: comportamiento estructural aceptable ante sismo	Nivel 1	X

Nota. Clasificación de la vulnerabilidad sísmica del edificio del GAD de Chillanes según los criterios de la metodología FEMA P-154 (2015). Elaboración propia 2026.

Para complementar la inspección visual realizada con el método FEMA P-154, también se consideraron varios apartados de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15), ya que establecen criterios esenciales para analizar el comportamiento sísmico de edificaciones existentes. En primer lugar, los documentos NEC-SE-DS Peligro Sísmico (partes 1 al 4) aportan la clasificación de tipos de suelo, parámetros de aceleración, espectros de diseño y la identificación de zonas de amenaza sísmica, lo cual permitió confirmar la condición del suelo y el nivel de demanda sísmica en el cantón Chillanes. Además, la NEC incluye los criterios para reconocer irregularidades en planta y elevación, aspectos que también fueron evaluados en el formulario FEMA.

Tabla 5.

Aportes de la NEC-15 aplicados en la evaluación sísmica del edificio

DOCUMENTO ANALIZADO	CONTENIDO DE AL ESTUDIO	ACORDE	APLICACIÓN DURANTE LA EVALUACIÓN
NEC-15			
NEC-SE-DS PELIGRO SÍSMICO (PARTES 1–4)	– Define parámetros sísmicos, zonas de amenaza, espectros de diseño y clasificación de suelos.		Confirmar el nivel de sismicidad de Chillanes y asumir el tipo de suelo (D) para el formulario FEMA P-154.
NEC-SE-CG CARGAS SÍSMICAS	NO – Establece cargas muertas y vivas según el tipo de ocupación.		Identificar las cargas propias del uso administrativo del edificio (GAD) para modelaciones posteriores.
NEC-SE-HM HORMIGÓN ARMADO	– Describe requisitos mínimos para vigas, columnas, pórticos y ductilidad en estructuras de hormigón.		Relacionar la tipología C1 (pórticos de hormigón armado) con los criterios nacionales de diseño estructural.
NEC-SE-RE RIESGO SÍSMICO	– Lineamientos para evaluar edificaciones existentes, identificar vulnerabilidades y definir si requieren estudios detallados.		Respaldar la clasificación del nivel de vulnerabilidad obtenida con FEMA P-154 y justificar la necesidad de revisiones posteriores.

Nota. La información resume los puntos normativos utilizados como referencia para complementar la evaluación del método FEMA P-154. **Fuente.** Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-15, documentos SE-DS, SE-CG, SE-RE y SE-HM. Elaboración propia 2026. .


CONSEJO TÉCNICO DE USO Y GESTIÓN DEL SUELO

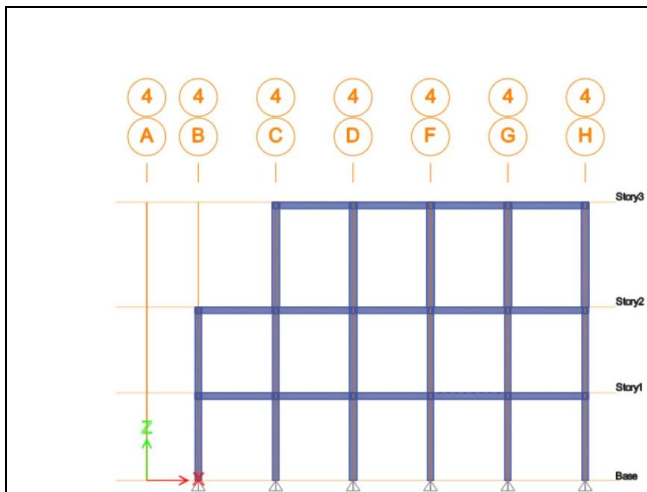
Anexo 1. FORMULARIO DE DETECCIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA EDIFICACIONES

Nivel 1

Formulario de recopilación de datos con base al FEMA P-154

Moderadamente Alta sismicidad

1	FOTOGRAFÍA Y ESQUEMA ESTRUCTURAL DEL INMUEBLE					101	DATOS EDIFICACIÓN								
						102	Nombre de la		Gobierno Autónomo Descentralizado Del Cantón Chillanes						
						103	Dirección:		Calle Guayas						
						104	Sitio de referencia:		Frente al parque	105	Código				
						106	Tipo de uso:		Publico, administrativo						
						107	Latitud:		-1.942456	108	Longitud:		-79.066926		
						107A	Zona	5	107	Norte:	9785166.53 m		108A	Este:	715016.92 m E
						109	Ss:				110	S1:			
						111	DATOS DEL PROFESIONAL								
						112	Nombre del evaluador:		Joffre Bladimir Guambugete Amangandi & Jefferson Daniel Saltos Orozco						
						113	Cédula del evaluador		0202550786	115	Fecha		24/10/2025		
114	Registro SENESCYT		0202201703	116	Hora:		09:00 am								
117	DATOS CONSTRUCCIÓN														
118	Número de Pisos:		3 pisos												
119	Sobre el Suelo		3 pisos	120	Bajo el Suelo		Ninguno								



ESQUEMA ESTRUCTURAL EN ELEVACIÓN

121	Año de construcción:		1980		122	Área de Construcción		306m ²	
123	Código Año:		Pre-código o Autoconstrucción		124	Año(s) Remodelación:		2022	
124	Adiones:		Ningun		X	SI	125	Número de Predio	
								126	Clave
200	OCUPACIÓN:								
201	Asambleas		X		Comercial		Servicio de Emergencia		
202	Industria				Oficina		X Educación		
203	Utilidad				Almacén		Residencial #		
203A	Histórico				Albergue		Público		x
204	TIPO DE SUELO:								
204A	A		B		C		D		E F DNK
204B	Roca		Roca		Suelo		Suelo		Suelo Si DNK,
204C	Dura		Débil		Denso		Duro		Blando Pobre Asumir tipo D
205	RIESGOS GEOLÓGICOS								
206	Licuefacción:			Deslizamiento:			Ruptura de Superficie:		
206A	SI				S		SI		
206B	NO		X		N		X		NO X
206	DNK				DNK		DNK		
207	Adyacencia								
	207A	Golpes		207	X	Peligro de caída del Edificio Adyacente			
208	Irregularidades:								

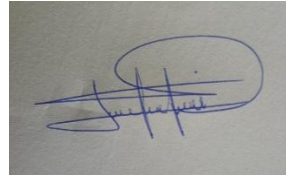
400		TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL																	
PARÁMETROS CALIFICATIVOS DE LA ESTRUCTURA (TIPO DE EDIFICIO FEMA)		W1	W	W	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC	PC	RM	RM	UR M	MH	
					(MR F)	(BR)	(L M)	(RC SW)	(UR M ING)	(MR F)	(S W)	(UR M INF)	(TU)		(FD)	(RD)			
401	PUNTAJE BÁSICO	4,1	3,7	3,2	2,3	2,20	2,9	2,2	2	1,7	2,1	1,4	1,8	1,5	1,8	1,8	1,2	2,2	
403	IRREGULARIDADES																		
403 ^a	Irregularidad vertical Grave, VL1	-1,3	-1,3	-1,3	-1,1	-1	-1,2	-1	-0,9	-1	-1,1	-0,8	-1	-0,9	-1		-0,8	NA	
403B	Irregularidad vertical Moderada, VL1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,7	-0,6	-0,8	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,5	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,5	NA	
404C	Irregularidad en planta, PL1	-1,3	-1,2	-1,1	-0,9	-0,8	-1	-0,8	-0,7	-0,7	-0,9	-0,6	-0,8	-0,7	-0,7	-0,7	-0,5	NA	
405	CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN																		
405A	Pre-código moderno (construido antes de 2001) o auto construcción	-0,8	-0,9	-0,9	-0,5	-0,5	-0,7	-0,6	-0,2	-0,4	-0,7	-0,1	-0,4	-0,3	-0,5	-0,5	-0,1	-0,3	
405B	Construido en etapa de transición (desde 2001 pero antes de 2015)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
405C	Post código moderno (construido a partir de 2015)	1,5	1,9	2,3	1,4	1,4	1	1,9	NA	1,9	2,1	NA	2,1	2,4	2,1	2,1	NA	1,2	
406	SUELO																		
406A	Suelo Tipo A o B	0,3	0,6	0,9	0,6	0,9	0,3	0,9	0,9	0,6	0,8	0,7	0,9	0,7	0,8	0,8	0,6	0,9	
406B	Suelo Tipo D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
406C	Suelo Tipo E (1-3 Pisos)	0	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5	0	-0,4	-0,5	-0,2	-0,2	-0,4	-0,5	-0,3	-0,4	-0,4	-0,3	-0,5	
406D	Tipo de suelo E (>3 Pisos)	-0,5	-,8	-1,2	-0,7	-0,7	NA	-0,7	-0,6	-0,6	-0,8	-0,4	NA	-0,5	-0,6	-0,7	-0,3	NA	
407	Puntaje Mínimo	1,6	1,2	0,8	0,5	0,5	0,9	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	1,4	
408	PUNTAJE FINAL NIVEL 1, SL1 > SMIN									0,6									

500	GRADO DE REVISIÓN	600	OTROS RIESGOS:	700	ACCIÓN REQUERIDA:
501	Exterior: <input type="checkbox"/> Parcial <input checked="" type="checkbox"/> Todos los Lados <input type="checkbox"/> Aereo	Hay peligro que ameriten una evaluación estructural detallada?		Requiere evaluación estructural detallada?	
502	Interior: <input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Visible <input checked="" type="checkbox"/> Completo	601	<input type="checkbox"/>	701	<input checked="" type="checkbox"/> Si, tipo de edificación FEMA desconocido u otro edificio
			Golpeo Potencial (a menor que SL2>limite, si es conocido)	702	<input type="checkbox"/> Si, puntaje menor que el límite
		602	<input type="checkbox"/>	703	<input type="checkbox"/> Si, otros peligros presentes
			Riesgo de caída de edificios adyacentes más altos	704	<input type="checkbox"/> NO
503	Planos revisados: <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No				
504	Fuente del Tipo de suelo: Tesis "Estimación del periodo dominante del suelo en la gestión de riesgos en la zona urbana de Chillanes, Ecuador"	603	<input type="checkbox"/>	¿Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque con una x)	
505	Fuente del Peligro Geológico: DNK			705	<input checked="" type="checkbox"/> Si, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados
506	Personas de Contacto: ING. BRAYAN CHAVEZ	604	<input type="checkbox"/>	706	<input type="checkbox"/> No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada
	Celular: 0983957305			707	<input type="checkbox"/> No, no se identifican peligros no estructurales
	Correo: 			708	<input type="checkbox"/> DNK= no conoce

Cuando los datos no pueden ser verificados, el inspector deberá anotar lo siguiente: EST=Estimado o dato no fiable O DNK= No conoce

800

OBSERVACIONES:



Joffre Bladimir Guambuquete Amangandi



Jefferson Daniel Saltos Orozco

FIRMA RESPONSABLE EVALUACIÓN

Referencia del formulario: FEMA P 154 (2015). Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards – A Handbook. 3th edition. FEMA & NEHRP report, ATC, California
Modificado: Diciembre, 2021

Modificado por: Ing. Paúl Olmedo
Revisado por: Ing. Jacobo Moral
Aprobado por: Ing. Jacobo Moral

SHEP-MIDUVI

<p>Anexo 1. FORMULARIO DE DETECCIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA EDIFICACIONES</p> <p>Formulario de recopilación de datos DE FEMA P-154</p> <p>Recopilación de datos de Nivel 2 opcional para ser realizada por un profesional de ingeniería civil o estructural, arquitecto o estudiante de posgrado con experiencia en evaluación sísmica o diseño de edificios.</p>		<p>Nivel 2 (Opcional)</p> <p>Moderamente Alta sismicidad</p>
Nombre de Bldg:	Puntuación de Nivel Final 1:	S_L $S_1 = 0,6$ <i>(no considere S_{MIN})</i>
Inspector	Modificadores de irregularidad de nivel 1:	<i>Irregularidad vertical, $V_{L1} =$ Irregularidad en Planta $P_{L1} =$</i>
Fecha/Hora:	PUNTAJÓN DE LÍNEA DE BASE AJUSTADA:	$S' (S_{L1} - V_{L1} - P_{L1}) ?$
MODIFICADORES ESTRUCTURALES PARA AGREGAR AL PUNTAJE BÁSICO AJUSTADO		

Tema	Instrucción (Si el enunciado es verdadero, encerrar el modificador "Si"; de lo contrario tache el modificador.)	S i	Subtotales	
Vertical Irregularidad , VL2	Sitio inclinado	Edificio W1: Hay al menos un piso completo con cambio de pendiente del suelo de un lado al otro del edificio.	-1,3	VL2 = _____ Límite:- 1.3 _
		Edificio que no es W1: Hay al menos un piso completo con cambio de pendiente del suelo de un lado al otro del edificio.	-0,3	
	Piso blando y/o débil (circule un máximo)	Edificio W1 muro atrofiado: Es visible a través del espacio de revisión un muro corto sin refuerzo.	-0,6	
		Casa W1 sobre garaje: Debajo de un piso ocupado, hay un garaje abierto sin un marco de momento de acero, y hay menos de 20cm de pared en la misma línea (para varios pisos ocupados por encima, utilizar 40cm de pared mínimo).	-1,3	
		Edificio W1A abierto frontalmente: Hay aberturas en la planta baja (por ejemplo, como un parqueadero) supera más del 50% del ancho total del edificio	-1,3	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso es menor al 50% del piso superior o la altura de cualquier piso 2,0 veces es mayor de la altura de piso anterior.	-1	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso está entre el 50% y el 75% la longitud del piso superior o la altura de cualquier piso es entre 1,3 y 2,0 veces la altura del piso superior.	-0,5	
	Entradas	Los elementos verticales del sistema lateral situados en un piso superior están afuera del piso inferior causando un diafragma en voladizo en el desfase.	-1	
		Los elementos verticales del sistema lateral en un piso superior están situados en el interior del piso inferior.	-0,5	
		Hay un desfase en plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.	-0,3	
	Columna corta / Pilar Corto	C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20% de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columna en el sistema lateral tienen relaciones de altura/profundidad inferiores al 50% de la longitud nominal en ese nivel.	-0,5	
		C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La altura de la columna (o pilar) es menor a la mitad de la altura del antepecho, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0,5	
	Nivel dividido	Hay un nivel dividido en uno de los niveles del suelo o en el techo.	-0,5	

	Otro	Hay otra irregularidad vertical grave observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.		-1	
	Irregularidad	Hay otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.		-0,5	
Irregularidad en Planta, PL2	Irregularidad torsional: El sistema lateral no parece relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. <i>(No incluir la irregularidad frontal abierta W1A enumerada anteriormente.)</i>			-0,8	PL2 = _____ Limite -1.3
	Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.			-0,4	
	Esquina entrante: Ambas proyecciones de una esquina interior superan el 25% de la dimensión total en planta en esa dirección.			-0,5	
	Apertura del diafragma: Hay una apertura en el diafragma con un ancho mayor al 50% de la anchura total del diafragma en ese nivel.			-0,3	
	Edificio C1, C2 con desfase fuera del plano: Las vigas exteriores no se alinean con las columnas del plano.			-0,4	
	Otra irregularidad: Hay otra irregularidad en planta observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.			-0,8	
Redundancia	El edificio tiene al menos dos vanos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección.			0,3	
Golpeteo	El edificio está separado de una estructura adyacente en menos del 0,5% de la altura del edificio más bajo y la estructura adyacente:	Los pisos no se alinean verticalmente dentro del rango de 0.60m.	<i>(Limite en la suma de modificadores de golpes en -1.3)</i>	-1,2	
		Un edificio es 2 o más pisos más alto que el otro.		-1,2	
		El edificio está al final de la cuadra o filas del edificio		-0,6	
Edificio S2	Es visible una geometría de arriostramiento "K".			-1,2	
Edificio C1	La losa plana sirve como viga en el marco de momento.			-0,5	
PC1/RM1 Bldg	Hay amarres de techo a pared que son visibles o conocidos a partir de planos que no dependen de la flexión de grano cruzado. <i>(No combinar con modificador posterior al punto de referencia o retrofit.)</i>			0,4	

PC1/RM1 Bldg	El edificio tiene paredes interiores estrechamente espaciadas y de altura completa (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).	0,4	M =	
URM	Las paredes a dos aguas están presentes.	-0,5		
MH	Hay un sistema de refuerzo sísmico suplementario previsto entre el transporte y el suelo.	1,2		
Modificación	El reacondicionamiento sísmico completo es visible o conocido a partir de planos	1,4		
NIVEL FINAL 2 SCORE, S_{L2} (S' + V_{L2} + P_{L2} + M) \geq S MIN: (Transferir al forma de Nivel 1)				
<p>Hay daños o deterioro observables u otra condición que afecta negativamente el desempeño sísmico del edificio:</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO </p> <p><i>En caso afirmativo, describa la condición en el cuadro de comentarios a continuación e indique en el formulario de Nivel 1 que se requiere una evaluación detallada independientemente de la puntuación del edificio.</i></p>				
PELIGROS NO ESTRUCTURALES OBSERVABLES				
Ubicación	Declaración (Marque "Sí" o "No")	Sí	No	Comentario
Exterior	Hay un parapeto de mampostería no reforzado o una chimenea de mampostería no reforzada sin anclaje		X	
	Hay revestimiento pesado o enchapado pesado.	X		Recubrimiento de columna para soporte de marco
	Hay un pabellón pesado puertas de salida o pasarelas peatonales que parece insuficientemente apoyado.		X	
	Hay un apéndice de mampostería no reforzado sobre las puertas de salida o pasarelas peatonales.		X	
	Hay un letrero en el edificio que indica que hay materiales peligrosos.		X	
	Hay un edificio adyacente más alto con una pared URM anclado o un parapeto URM no anclado.		X	

	Otros peligros de caída no estructurales exteriores observados:	X										
Interior	Hay baldosas de arcilla hueca o tabiques de ladrillo en cualquier escalera o pasillo de salida.	X										
	Otro peligro de caída no estructural no estructural del interior observado:	X										
Desempeño sísmico no estructural estimado (Marque la casilla apropiada y transfiera a conclusiones del formulario de nivel 1)												
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="width: 45%;">Potenciales peligros no estructurales con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes</td> <td style="width: 40%; text-align: center;">Evaluación no estructural detallada recomendada</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Peligros no estructurales identificados con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes</td> <td style="text-align: center;">Pero no se requiere una evaluación no estructural detallada baja o ninguna amenaza }no estructural para la seguridad de la vida de los ocupantes</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Pocos o ningún peligro no estructural que amenaza la seguridad vital de los ocupantes</td> <td style="text-align: center;">No se requiere una evaluación no estructural detallada</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/>	Potenciales peligros no estructurales con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes	Evaluación no estructural detallada recomendada	<input type="checkbox"/>	Peligros no estructurales identificados con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes	Pero no se requiere una evaluación no estructural detallada baja o ninguna amenaza }no estructural para la seguridad de la vida de los ocupantes	<input checked="" type="checkbox"/>	Pocos o ningún peligro no estructural que amenaza la seguridad vital de los ocupantes	No se requiere una evaluación no estructural detallada
<input type="checkbox"/>	Potenciales peligros no estructurales con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes	Evaluación no estructural detallada recomendada										
<input type="checkbox"/>	Peligros no estructurales identificados con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes	Pero no se requiere una evaluación no estructural detallada baja o ninguna amenaza }no estructural para la seguridad de la vida de los ocupantes										
<input checked="" type="checkbox"/>	Pocos o ningún peligro no estructural que amenaza la seguridad vital de los ocupantes	No se requiere una evaluación no estructural detallada										
COMENTARIOS:												
El edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Chillanes, presenta en su estructura irregularidades tanto en planta como en elevación												
Referencia del formulario: FEMA P 154 (2015). Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards – A Handbook. 3th edition. FEMA & NEHRP report, ATC, California Modificado: Diciembre, 2021		Modificado por: Ing. Paúl Olmedo Revisado por: Ing. Jacobo Moral Aprobado por: Ing. Jacobo Moral										
SHEP-MIDUVI												

4.1.2. Resultado del Objetivo 2:

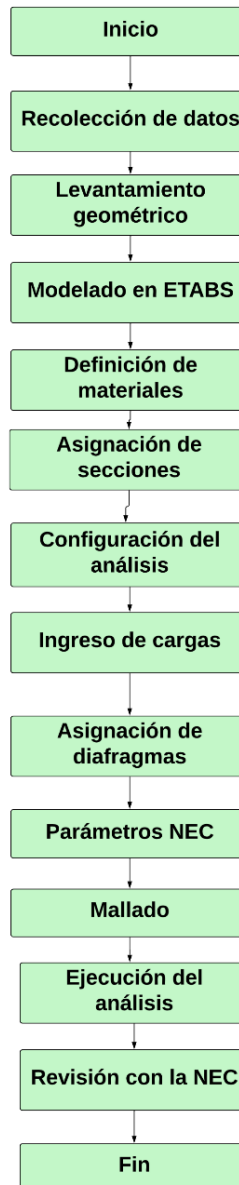
La recopilación de datos obtenida mediante la inspección visual y el formulario FEMA P-154 permitió definir las características necesarias para desarrollar el modelo estructural del edificio en ETABS. A partir de esta información se identificó la geometría de la edificación, el número de pisos y sus respectivas alturas, así como la tipología estructural y los materiales predominantes utilizados en la construcción.

Además, se determinaron las irregularidades presentes en planta y elevación, las condiciones del suelo del emplazamiento y el año aproximado de construcción, aspectos que influyen directamente en el comportamiento sísmico de la estructura. También se evaluó el estado general de la edificación para establecer parámetros más cercanos a sus condiciones reales. Toda esta información sirvió como base para recrear el modelo estructural en ETABS y analizar la respuesta del edificio frente a cargas gravitacionales y sísmicas.

Flujo del procedimiento a seguir

Figura 4.

Diagrama de flujo del proceso.



Nota. Diagrama elaborado para representar de manera ordenada el proceso aplicado durante el análisis estructural del modelado. Elaboración propia 2026.

Una vez realizada la inspección visual y la clasificación de la tipología estructural mediante FEMA P-154, se procedió a realizar la simulación del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Chillanes en el software ETABS. El análisis se efectuó siguiendo los lineamientos de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-15, en especial los capítulos NEC-SE-DS (peligro sísmico) y NEC-SE-CG (cargas no sísmicas), con el fin de estimar el comportamiento de la estructura de hormigón armado frente a cargas gravitacionales y sísmicas.

4.1.2.1. Análisis de la estructura.

El edificio analizado es una edificación de hormigón armado de tres plantas, destinada a uso público y administrativo. La superficie construida considerada en el modelo es de 417,30 m², distribuida en dos niveles tipo de losa, como se resume en la Tabla 5– Áreas en planta.

Tabla 6.

Áreas en Planta

Ubicación	U	Área (m²)	Cantidad	Total (m²)
LOSA N +3.4	m ²	208.65	1	208.65
LOSA N +6.7	m ²	208.65	1	208.65
Área Total				417.30

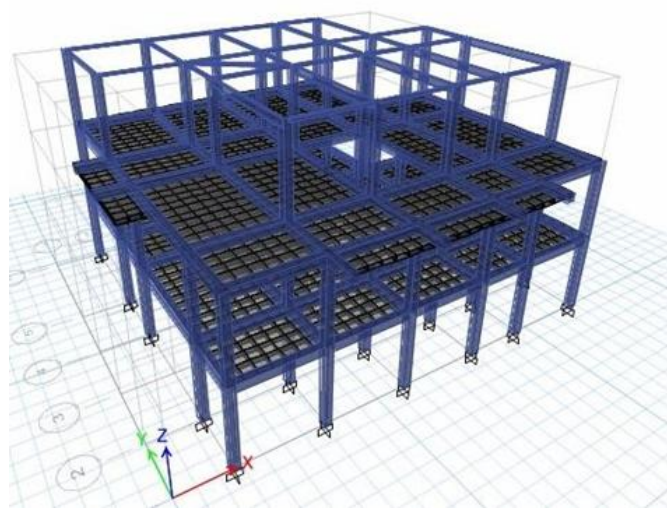
Elaborado por: Elaboración propia, 2026.

Las losas se modelaron como losas macizas de 18 cm de espesor, apoyadas en vigas de hormigón armado, mientras que el sistema resistente principal está conformado por pórticos de hormigón armado (tipología C1). En la Figura 5 – Vista general del modelo en

ETABS se observa la representación tridimensional de la estructura que sirvió de base para el análisis.

Figura 5.

Vista general del área



Elaborado por: Elaboración propia, 2026.

4.1.2.2. Definición de cargas en el modelo

Para el modelado se consideraron tres tipos de acciones principales: **carga muerta**, **carga viva** y **carga sísmica**, de acuerdo con los requerimientos de la NEC-SE-CG y NEC-SE-DS.

Carga muerta

La carga muerta incluye el peso propio de los elementos estructurales (losas, vigas y columnas), así como el peso de las mamposterías y recubrimientos. A partir del área de edificación de 417,30 m² se estimó el volumen de mampostería, considerando un espesor de 0,13 m y un factor de incidencia de 1,7 m²/m². Con un peso volumétrico de 800 kg/m³, se

obtuvo un peso total de mampostería de 73 778,64 kg, equivalente a 176,80 kg/m², tal como se muestra en la Tabla 7 – Peso de mamposterías.

Tabla 7.

Peso de Mamposterías

PESO DE MAMPOSTERÍA	VALOR
• ÁREA DE EDIFICACIÓN	417.30 m ²
• FACTOR DE INCIDENCIA	1.7 m ² /m ²
• ESPESOR DE MAMPOSTERÍA	0.13 m
• VOLUMEN DE MAMPOSTERÍA	92.22 m ³
• PESO VOLUMÉTRICO	800 kg/m ³
• PESO TOTAL DE MAMPOSTERÍA	73,778.64 kg
• PESO DE MAMPOSTERÍA	176.80 kg/m ²

Elaboración propia, 2026.

Luego se consolidaron los aportes de cada componente en la Tabla 8 – Total de carga muerta, donde se adoptaron los siguientes valores de diseño sobre las losas:

Tabla 8.

Peso total de carga muerta

CARGA MUERTA	VALOR
PESO PROPIO LOSA MACIZA	350 kg/m ²
MAMPOSTERÍAS	177 kg/m ²
RECUBRIMIENTOS	80 kg/m ²
TOTAL CALCULADO	576.8 kg/m ²
TOTAL ADOPTADO	580 kg/m ²

Elaboración propia, 2026.

El total de carga muerta considerada para el modelo es de 580 kg/m², valor que se ingresó en ETABS como carga uniforme sobre cada losa. La Figura 6. Asignación de cargas muertas en losas tipo (Losa N+3,44) muestra el patrón de carga CM (Carga Muerta) aplicado en el programa, correspondiente al peso propio de los elementos estructurales, mamposterías, recubrimientos y acabados permanentes de la edificación.

Carga viva

La carga viva se definió conforme a la NEC-SE-CG, que establece valores mínimos para edificaciones de uso administrativo y de oficinas. Para este tipo de ocupación se adoptó una carga viva de 480 kg/m², aplicada en las áreas de oficinas, circulación y recepción.

Este valor se ingresó en ETABS como patrón de carga CV sobre las losas de cada nivel, Asignación de cargas vivas en losas (Losa N+6,7), donde se distingue el patrón de carga CV (Cargas vivas) superpuesto a la carga muerta previamente definida.

4.1.2.3. Carga sísmica y espectro de diseño

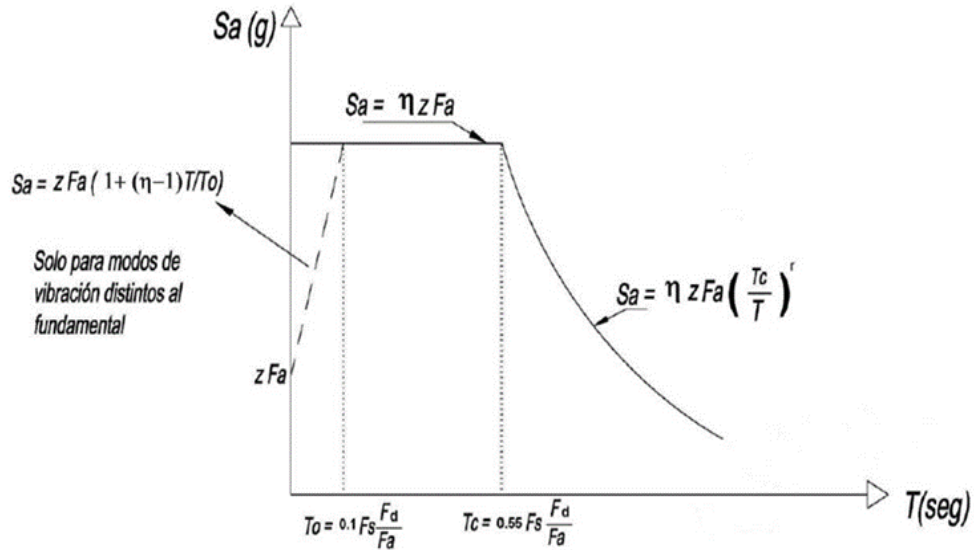
Para determinar la carga sísmica que actúa sobre la estructura, se utilizaron los lineamientos establecidos en la normativa NEC-SE-DS (Peligro Sísmico), la cual exige el uso de un espectro de respuestas elástico como base para obtener el espectro inelástico que se ingresa al software ETABS. Este espectro depende de los parámetros sísmicos definidos por la NEC: zona sísmica, tipo de suelo, factores de amplificación F_a y F_s , y coeficientes de reducción asociados al comportamiento estructural.

La Figura 6 muestra la forma general del espectro elástico según la NEC, donde se definen los tramos del comportamiento espectral: crecimiento inicial, meseta y descenso. En

esta figura también se identifican los periodos característicos T_0 y T_c , que dependen del tipo de suelo y del factor de amplificación correspondiente.

Figura 6.

Esquema general del espectro elástico de diseño según la NEC-SE-DS.



Fuente: NEC-SE-DS, 2015. Elaboración propia, 2026.

Los valores específicos de estos coeficientes se resumen en la Tabla. Coeficientes para el espectro de respuesta, donde se incluyen el valor del factor sísmico Z , los factores de amplificación del suelo y los parámetros para la reducción del espectro.

Tabla 9.

Coeficientes y factores para espectro

COEFICIENTES PARA ESPECTRO DE RESPUESTAS		
Zona sísmica	V	Tabla 1
Valor factor z	0.4	Tabla 1
Tipo de suelo	D	Estudio

Coefficiente de ampliación de suelo en zona de periodo corto f_a	1.19	Tabla 3
Ampliación de las ordenadas del espectro elástico de respuestas en roca f_d	1.28	Tabla 3
Comportamiento no lineal de los suelos f_s	1.28	Tabla 3
Relación de amplificación espectral r_a	2.48	Sección 6.3.1
Factor usado en el espectro elástico de diseño f	1	Sección 3.3.1
Período límite de vibración en el espectro elástico t_c	0.7	Sección 3.3.1
FACTORES PARA LA REDUCCIÓN DEL ESPECTRO		
Factor de reducción de resistencia sísmica r	6	Sección 6.3.2
Coefficiente de configuración en planta ϕ_p	0.9	Sección 6.6
Coefficiente de configuración en elevación ϕ_e	0.9	Sección 6.6
Factor de importancia de la estructura i	1.3	Tabla 6.0
PERÍODO DE VIBRACIÓN – MÉTODO 1		
Coefficiente que depende del tipo de edificio c_t	0.055	Sección 6.3.3

Altura del edificio h	9	Plano
Factor A	0.9	Sección 6.3.3
Período de vibración $t = ct \cdot h^\alpha$	0.397	Formula
Aceleración inelástica sa_{ine}	0.287	Cuadro
Valor K	1.000	Sección 6,3, 5

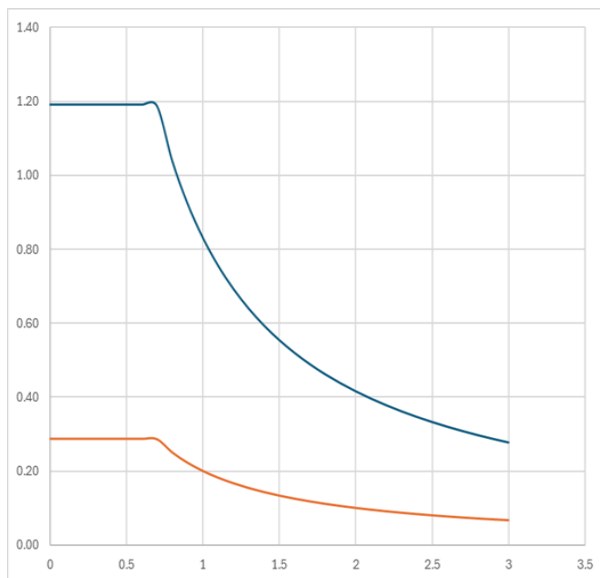
Elaboración propia 2026.

Con estos datos se construyó el espectro elástico de respuesta, que posteriormente se transformó en espectro inelástico mediante el factor de reducción dándonos como resultado un espectro de 0,41 segundos por ende recibirá el 100% de la fuerza sísmica calculada en la simulación.

El espectro resultante, que fue ingresado en ETABS para el análisis modal espectral en las direcciones X e Y, se muestra en la Figura 7 – Espectro de respuestas elástico utilizado en el modelo junto con los valores resumidos en la tabla de coeficientes.

Figura 7.

Espectro de respuestas elástico



Elaboración propia, 2026.

La figura 7 muestra el espectro de respuesta inelástico utilizado para el análisis sísmico del edificio. En el eje horizontal se representa el periodo estructural (T) en segundos, y en el eje vertical la aceleración espectral (S_a) en unidades de “g”.

Se observan dos curvas correspondientes a las direcciones principales del análisis:

- Curva superior (color azul): representa la demanda sísmica para la dirección con mayor rigidez dinámica.
- Curva inferior (color naranja): corresponde a la dirección ortogonal, donde la aceleración espectral es menor debido a una respuesta estructural más flexible.

En ambos casos se identifica el comportamiento típico de un espectro según la NEC-SE-DS:

- Tramo inicial casi constante: la aceleración permanece alta para periodos cortos, lo cual refleja la fuerte demanda sobre estructuras rígidas.
- Caída progresiva de la aceleración: a medida que aumenta el periodo, la demanda dinámica disminuye de manera significativa.
- Comportamiento estable a partir de $T \approx 2$ s: la energía transmitida por la acción sísmica se reduce, lo que coincide con la zona de respuesta más flexible.

La forma de ambas curvas confirma que el espectro fue generado correctamente de acuerdo con los parámetros sísmicos del emplazamiento, la cual sirve como base para evaluar desplazamientos, derivas y esfuerzos internos en el modelo estructural.

4.1.2.4. Combinaciones de Carga

Para el análisis estructural del edificio se emplearon las combinaciones de carga establecidas por la norma ACI 318M-08, las cuales permiten considerar los posibles escenarios de acción que podrían presentarse durante la vida útil de la estructura. Estas combinaciones aseguran que el diseño resista adecuadamente la carga muerta, la carga viva y los efectos sísmicos.

Las combinaciones aplicadas son:

- 1.4D
- 1.2D + 1.6L
- 1.2D + L + E
- 1.2D + L - E

Donde:

D: carga muerta

L: carga viva

E: carga sísmica

El ingreso de las combinaciones de carga en ETABS según la ACI 318M-08. En la primera combinación 1.4D, donde únicamente se amplifica la carga muerta para evaluar el efecto más desfavorable del peso propio. Se agregamos la segunda combinación 1.2D + 1.6L, utilizada para analizar el comportamiento de la estructura bajo una condición máxima de carga viva junto con el peso propio. Como tercera combinación se agregó 1.2D + L + E, que incorpora la acción sísmica en sentido positivo, permitiendo evaluar la respuesta del edificio ante fuerzas laterales. La última combinación 1.2D + L - E, donde el sismo actúa en sentido contrario, garantizando que el diseño considere ambos sentidos del movimiento sísmico.

Estas configuraciones permiten que el modelo estructural analice adecuadamente los escenarios críticos de carga para el diseño definitivo.

4.1.2.5. Cálculo del Cortante Basal

Para obtener el cortante sísmico que actúa sobre la estructura, primero se determina el período fundamental de vibración, ya que este parámetro influye directamente en las fuerzas sísmicas calculadas por la NEC-SE-DS.

La tabla utilizada para este cálculo es la siguiente:

Tabla 10.

Período de Vibración – Método 1

Periodo de vibración metodo 1		
Coeficiente que depende del tipo de edificio	0.055	Sección 6,3,3
Altura del edificio	9	Planos
Factor α	0.9	Sección 6,3,3
T periodo de vibración	0.397	Formula
Aceleración inelástica SAine	0.287	Cuadro
Valor k	1.000	Seccion 6,3,5

Elaboración propia 2026.

El valor del período $T = 0.397$ s confirma que la estructura tiene un comportamiento propio de un edificio de baja altura y rigidez moderada. Este período sirve de base para definir las fuerzas sísmicas, ya que determina la parte del espectro que corresponde aplicar. Al estar por debajo de 0.5 s, el edificio entra en la zona donde los esfuerzos sísmicos son más relevantes, por lo que el diseño debe ser conservador.

Carga reactiva (W_r)

- Según la NEC-SE-DS, la carga sísmica se relaciona con el 100% de la carga muerta.
- En ETABS se ingresa la carga sísmica como se muestra en las siguientes figuras.

Figura 8.

Configuración del patrón sísmico en X

The screenshot shows the 'Seismic Load Pattern - User Defined' dialog box. In the 'Direction and Eccentricity' section, the 'X Dir + Eccentricity' checkbox is checked. The 'Ecc. Ratio (All Diaph.)' is set to 0.05. In the 'Factors' section, the 'Base Shear Coefficient, C' is 0.29 and 'Building Height Exp., K' is 1. In the 'Story Range' section, 'Top Story' is 'Story3' and 'Bottom Story' is 'Base'. 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom.

Elaboración propia 2026.

Figura 9.

Configuración del patrón sísmico en Y

The screenshot shows the 'Seismic Load Pattern - User Defined' dialog box. In the 'Direction and Eccentricity' section, the 'Y Dir + Eccentricity' checkbox is checked. The 'Ecc. Ratio (All Diaph.)' is set to 0.05. In the 'Factors' section, the 'Base Shear Coefficient, C' is 0.29 and 'Building Height Exp., K' is 1. In the 'Story Range' section, 'Top Story' is 'Story3' and 'Bottom Story' is 'Base'. 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom.

Elaboración propia 2026.

Aquí se activa la dirección X con excentricidad, y se asigna un coeficiente sísmico inicial de 0.29, lo que representa el valor preliminar antes de la verificación con el cortante mínimo.

De igual forma se aplica la acción sísmica en Y con coeficiente 0.29, manteniendo excentricidad accidental de 5%, tal como exige la NEC.

Peso de la estructura (W_r)

Para continuar con el cálculo del cortante basal, es necesario conocer primero el peso total que la estructura transmite a lo largo de todos sus niveles. ETABS realiza automáticamente la sumatoria de las cargas asignadas como carga muerta, y el resultado obtenido se muestra en la Figura.

Tabla 11.

Peso de la estructura

Output case	Case type	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX	MY
CM	LindStatic	0	0	311.6499	2177.2677	0

Elaboración propia 2026.

El programa arroja un peso total $FZ = 311.6499$ toneladas, el cual corresponde al peso sísmico de la edificación. Este valor incluye el peso propio de los elementos estructurales (losa, vigas, columnas), además de la carga muerta adicional incorporada en el modelo.

Este parámetro es fundamental porque la NEC-SE-DS establece que la acción sísmica debe relacionarse con el 100% de la carga muerta, motivo por el cual el cálculo del cortante basal parte directamente de W_r . Una vez conocido este peso, se procede a multiplicarlo por

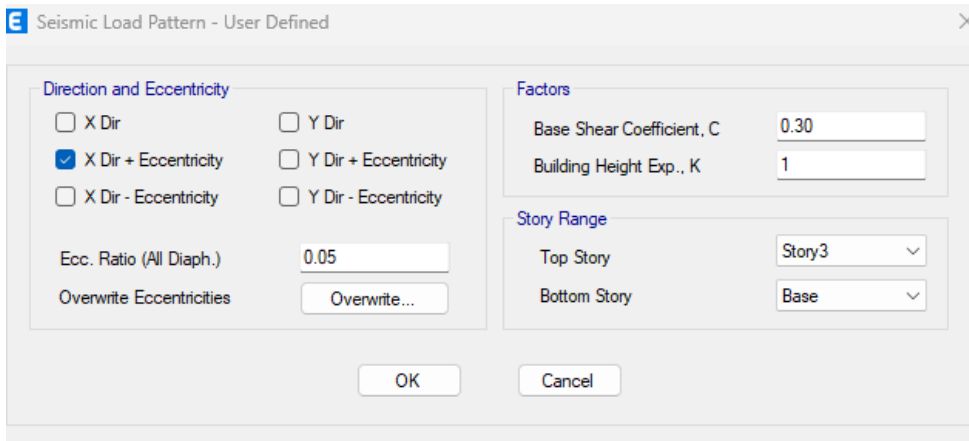
el coeficiente sísmico C, lo que permite obtener el cortante basal teórico que se usará como referencia para comparar con el valor proporcionado por ETABS.

El cortante basal obtenido del programa es:

- $V_{\text{programa}} = 87.07 \text{ t}$
- $V_{\text{mínimo requerido}} = 90.07 \text{ t}$

Figura 10.

Calculo basal corte mínimo



Elaboración propia, 2026.

El valor calculado por ETABS es menor que el mínimo exigido por NEC; por lo tanto, se debe ajustar el coeficiente sísmico para que el cortante del modelo cumpla con el valor requerido.

Corrección del coeficiente sísmico

$$\frac{90.38}{87.07} = 1.05$$

Se actualiza el coeficiente sísmico:

$$C \text{ nuevo} = 0.29 \times 1.05 = 0.30$$

Se incrementa el coeficiente sísmico a 0.30 para que el cortante basal del modelo alcance el mínimo obligatorio.

El programa entrega:

$$V \text{ nuevo} = 90.07 \text{ t}$$

$$90.07 \text{ t} > 87.07 \text{ t}$$

Tras ajustar el coeficiente sísmico, el modelo cumple con el cortante mínimo requerido. El valor corregido es coherente con el peso total de la estructura y el período calculado. Esto garantiza que el diseño sísmico se realiza bajo las condiciones más desfavorables, cumpliendo con la norma NEC-SE-DS y asegurando un comportamiento adecuado frente a un sismo severo.

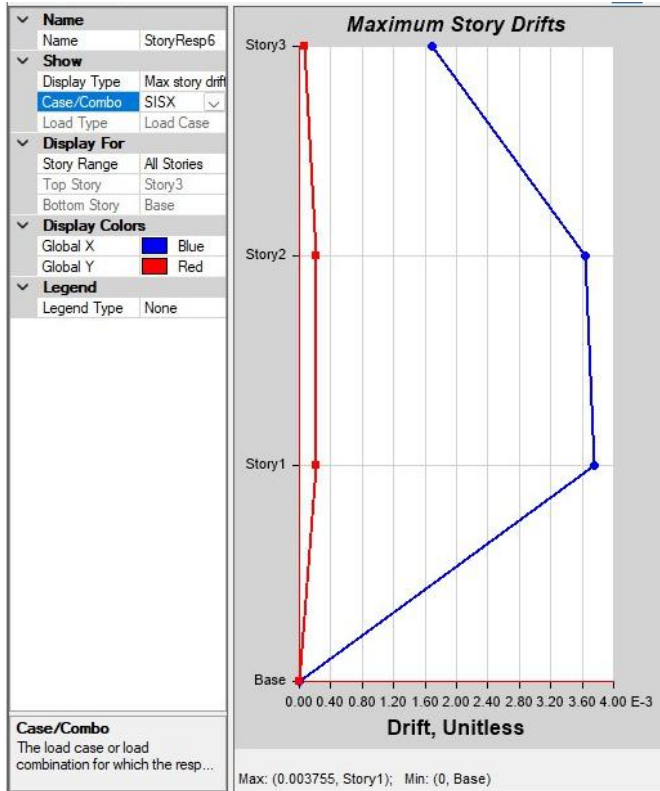
4.1.2.6. Verificación de Derivas de Piso y Desplazamientos Laterales.

Una vez aplicadas todas las cargas verticales y laterales en el modelo, se verifica que los desplazamientos entre pisos (derivas) no superen los límites establecidos por la NEC-SE-DS. El programa ETABS proporciona los valores de deriva elástica, pero la normativa exige verificar la deriva inelástica, la cual no debe superar el 2% de la altura entre pisos según NEC-SE-DS.

Resultados de Derivas – Dirección X

Figura 11.

Deriva máxima en dirección X



Fuente: Elaboración propia, 2026.

ETABS muestra una deriva elástica máxima en dirección X igual a:

- $\Delta e = 0.0038$

Aplicando el factor de amplificación inelástica:

Tabla 12.

Factores de amplificación

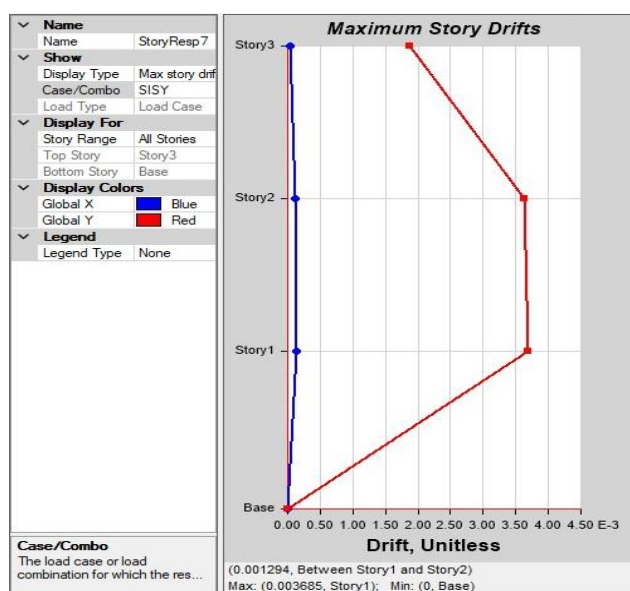
	<i>elast</i>	<i>inelt</i>	
<i>Der x</i>	0.0038	1.69%	OK

Fuente: Elaboración propia, 2026

La gráfica 13 muestra que las derivas aumentan progresivamente hacia los niveles superiores, lo cual es un comportamiento típico en edificaciones de baja altura. El valor inelástico del 1.69% se mantiene por debajo del límite del 2%, por lo que la estructura cumple en la dirección X.

Resultados de Derivas – Dirección Y

Figura 12. Deriva máxima en dirección Y



Fuente: *Elaboración propia, 2026.*

El valor máximo de deriva elástica en dirección Y obtenido por el programa es:

$$\Delta e = 0.0037$$

Cálculo de deriva inelástica:

Tabla 13.

Resultados del cálculo de deriva inelástica

	<i>ELAST</i>	<i>INELT</i>
<i>DER X</i>	0.0038	1.69%
<i>DER Y</i>	0.0037	1.66%

Fuente: *Elaboración propia, 2026*

El comportamiento en dirección Y es muy similar al observado en dirección X, presentando un incremento gradual en los niveles superiores. La deriva inelástica calculada es 1.66%, por debajo del límite permitido, por lo que la estructura también cumple en esta dirección.

Con los valores obtenidos se demuestra que la estructura cumple con los requisitos de derivas establecidos por la NEC-SE-DS, ya que:

- Deriva inelástica X = 1.69% < 2% = Cumple
- Deriva inelástica Y = 1.66% < 2% = Cumple

Esto indica que la edificación tiene una adecuada rigidez lateral y su deformación frente a un evento sísmico se mantiene dentro de los parámetros de seguridad.

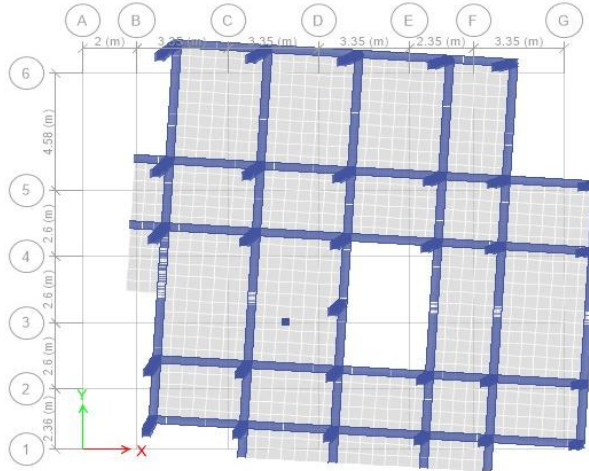
Verificación de Torsión

Para garantizar un comportamiento sísmico adecuado, la NEC establece que los dos primeros modos de vibración de la estructura deben presentar una torsión menor al 10%. A partir del tercer modo se permiten valores mayores, siempre que no comprometan la estabilidad global.

A continuación, se presentan los modos de vibración obtenidos en el análisis modal realizado en ETABS.

Figura 13.

Modo 1



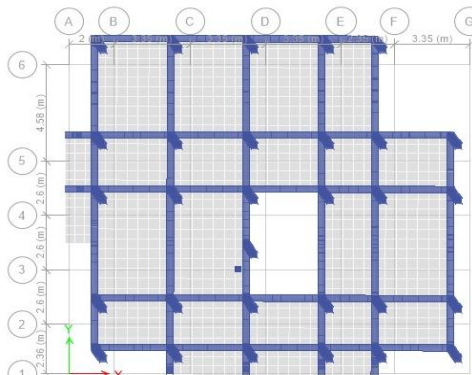
Fuente: Elaboración propia, 2026.

Modo de Vibración 1 – $T = 0.49$ s

El primer modo corresponde principalmente a un desplazamiento traslacional lateral del edificio. La estructura experimenta un movimiento dominante en un eje principal, pero también se observa un giro leve de la planta, lo cual indica la presencia de cierta torsión. Esta torsión debe verificarse para asegurar que no exceda el límite permitido por la norma.

Figura 14.

Modo 2



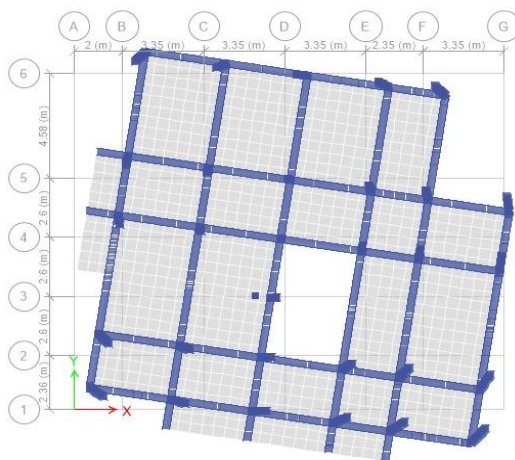
Fuente: Elaboración propia, 2026.

Modo de vibración $T=0.48s$

El segundo modo presenta una traslación en el eje ortogonal al primero. La similitud entre los períodos de los modos 1 y 2 refleja que la edificación tiene características relativamente simétricas en su rigidez lateral.

Figura 15.

Modo 3



Fuente: *Elaboración propia, 2026.*

Modo de vibración 3 $T=0.44s$

El tercer modo tiene un comportamiento marcadamente torsional. Este giro más pronunciado es esperado, ya que partir del tercer modo la norma permite torsiones mayores. El valor se revisa únicamente para control general, pero no aplica el límite estricto del 10%.

En la tabla de participación modal se observa la contribución de cada modo de vibración en las direcciones X, Y y en la rotación alrededor del eje Z (RZ), lo que permite identificar el comportamiento dinámico de la estructura.

Tabla 14.

Participación modal

Modo	Participación RZ	Valor (%)	Cumple
1	0.005	2%	OK
2	0.016	5%	OK
3	0.844	84%	No

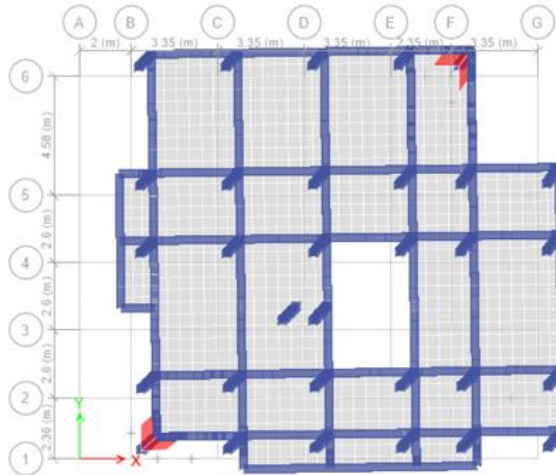
Fuente: Elaboración propia, 2026.

En el primer modo de vibración, la participación torsional es del 2%, valor que se encuentra por debajo del límite del 10% establecido, por lo que no presenta problemas de torsión significativa. Sin embargo, en el tercer modo se observa una participación torsional elevada (84%), lo que indica la presencia de efectos torsionales en la estructura, asociados a una distribución no uniforme de rigidez o masa. Debido a que se evidenció que la participación torsional en los modos de vibración no cumplía con el criterio establecido, ya que superaba el límite del 10%, lo que indicaba la presencia de irregularidad torsional en la estructura. Esta condición está asociada a una distribución no uniforme de rigidez y masa, lo que puede generar un comportamiento desfavorable ante acciones sísmicas.

Debido a esto, fue necesario implementar medidas correctivas en el modelo estructural, tales como la incorporación de elementos que aumenten la rigidez lateral. En este caso, se optó por la inclusión de dos muros de corte estratégicamente ubicados, con el fin de mejorar el comportamiento dinámico de la edificación y reducir los efectos torsionales.

Figura 16.

Modo 1-Modificado



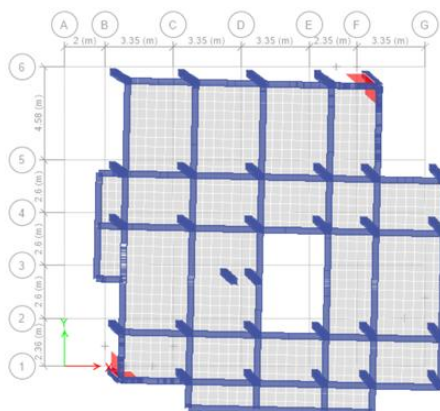
Fuente: Elaboración propia, 2026.

Modo de vibración $T = 0.3654$

Como se muestra en la Figura 25, correspondiente al modo de vibración 1 ($T = 0.3654$ s), se observa un comportamiento predominante en la dirección principal, con una respuesta más controlada gracias a la incorporación de los muros de corte.

Figura 17.

Modo de vibración 2



Fuente: Elaboración propia, 2026

De igual manera, en la Figura 26, correspondiente al modo de vibración 2 ($T = 0.31$ s), se evidencia que la estructura presenta un desplazamiento en la dirección ortogonal, manteniendo una distribución más uniforme y reduciendo los efectos de torsión.

Tabla 15.

Participación modal después de incorporar muros de corte

Modo	Periodo (s)	UX	UY	RZ	Participación torsional (%)	Cumple
1	0,365	0,376	0,242	0,005	2 %	OK
2	0,314	0,430	0,658	0,016	5 %	OK
3	0,246	0,003	0,025	0,762	100 %	

Fuente: Elaboración propia 2026

Después de incorporar los muros de corte en el modelo, la torsión en los dos primeros modos de vibración se redujo a valores menores al 10 %. En el modo 1 se obtuvo una participación torsional del 2 %, mientras que en el modo 2 fue del 5 %, por lo que ambos cumplen con el criterio establecido.

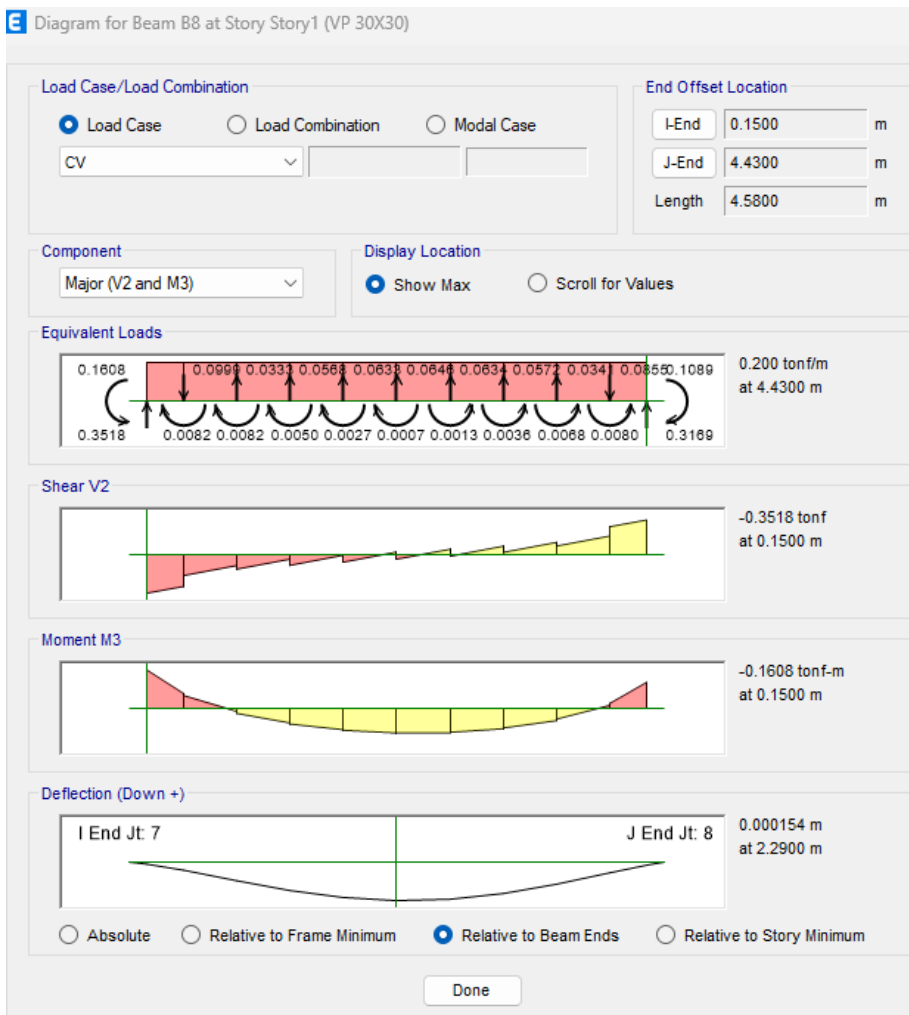
El tercer modo presenta mayor participación torsional, con un valor de 100 %; sin embargo, esto no representa un incumplimiento directo, ya que la torsión principal aparece recién después de los dos primeros modos. Esto indica que la estructura logró controlar mejor su comportamiento dinámico, mejorando la rigidez lateral y reduciendo la torsión inicial.

4.1.2.7. Deflexiones en Vigas

A continuación, se muestra la verificación de deflexión en una viga representativa mediante los diagramas entregados por ETABS.

Figura 18.

Deflexiones



Fuente: Elaboración propia 2026

Para una viga de longitud:

$$L = 4,58 \text{ m}$$

Figura 19.

Deflexiones de vigas



Fuente: Elaboración propia, 2026

La deflexión real obtenida en ETABS es:

Tabla 16.

Parámetros de diagrama de carga

Longitud de viga	458 CM
Deflexión máxima permitida	1.27 cm
Deflexión real	0.20 cm
Cumple	Sí/OK

Fuente: Elaboración propia, 2026

La viga presenta una deflexión muy por debajo del límite permitido. Esto significa que su rigidez es adecuada y no se producirán deformaciones excesivas que afecten la funcionalidad en servicio, como fisuras visibles o vibraciones molestas.

El edificio muestra un comportamiento estructural adecuado, aunque requiere ajustes para mejorar la regularidad torsional en los primeros modos, se detectó lo siguiente:

- La estructura cumple con derivas en ambas direcciones, manteniéndose por debajo del 2%.
- La distorsión está controlada, lo cual es favorable.
- Las deflexiones cumplen ampliamente con los límites establecidos por ACI.

4.1.2.8. Índice de Estabilidad de pisos Q

Para evaluar la estabilidad lateral del edificio frente a efectos de segundo orden (P- Δ), la NEC-SE-DS establece la verificación del Índice de Estabilidad Q .

Valor de P (Carga Vertical del Piso)

Los valores de carga vertical muestran un incremento natural hacia los pisos inferiores, ya que reciben su propio peso más el de los niveles superiores. Esta distribución es coherente con un edificio regular de baja altura y permite realizar un análisis estable del parámetro Q .

Cálculo del Índice de piso Q

Tabla 17.

Índice Q

Piso	P (tonf)	Δe (m)	V (tonf)	h (m)	Q	Fc
3	59.6877	0.024543	8.1858	3.00	0.054	1.00
2	235.9675	0.020146	63.2219	3.00	0.023	1.00
1	429.3964	0.011089	90.0761	3.00	0.016	1.00

Fuente: Elaboración propia, 2026

Si $Q \leq 0.01$ se considera excelente.

Si $Q \leq 0.10$ cumple con estabilidad.

Los valores de Q se mantienen muy por debajo del límite del 0.10 en todos los pisos. Aunque solo el nivel 1 se acerca ligeramente al 0.016, sigue cumpliendo ampliamente. Esto indica:

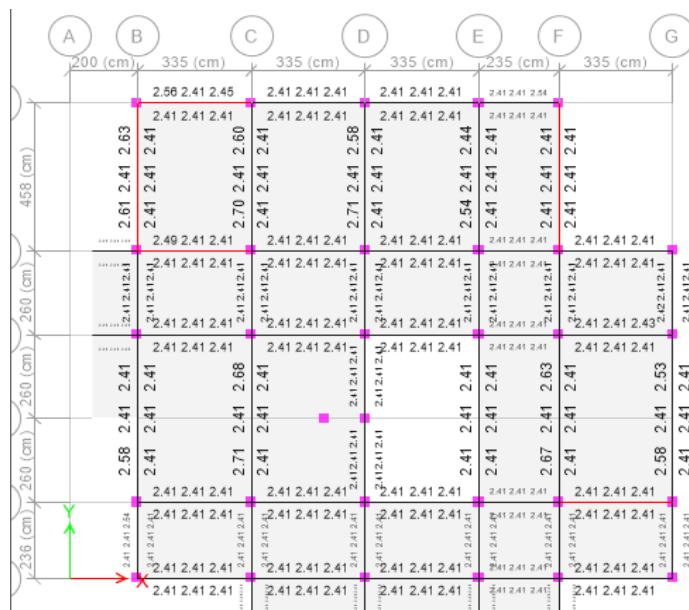
- La estructura no presenta inestabilidad por efectos P-Δ.
- La rigidez lateral es suficiente para evitar amplificaciones excesivas.
- No se requieren análisis de segundo orden adicionales.

4.1.2.9. Distribución de Porcentajes de Acero en Vigas

A continuación, se muestran los porcentajes de acero resultantes del diseño en ETABS, donde se grafica el porcentaje requerido respecto al área de concreto.

Figura 20.

Porcentaje de acero en vigas – Nivel 1



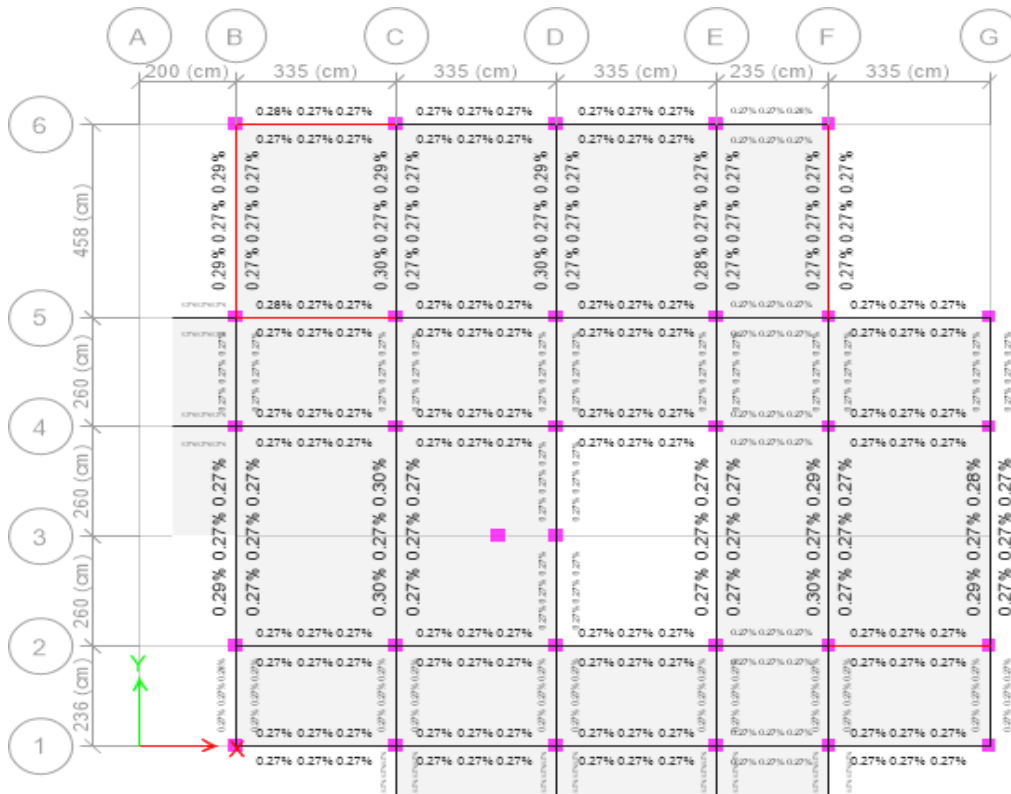
Fuente: Elaboración propia, 2026

En este nivel los porcentajes de acero oscilan entre 2.41% y 2.70%, valores completamente aceptables para vigas que resisten flexión y momentos sísmicos. El requisito mínimo de cuantidad de acero según ACI es 1%, por lo que todos los elementos cumplen sin dificultades.

La distribución del acero es homogénea, lo cual demuestra que la demanda de momento es relativamente uniforme en todo el entrepiso.

Figura 21.

Porcentaje de acero en vigas – Nivel 2



Fuente: *Elaboración propia, 2026*

En este nivel se observa una reducción significativa de los porcentajes de acero, con valores entre 0.27% y 0.39%, lo cual es coherente porque la demanda de momento disminuye en niveles superiores.

Sin embargo, aquí es importante observar que algunos valores están cerca del mínimo requerido por ACI (0.27 – 0.30%).

4.1.3. Análisis general del modelamiento ETABS.

El modelamiento realizado en ETABS permitió cumplir con el segundo objetivo específico, verificando el comportamiento estructural del edificio frente a cargas verticales y sísmicas. Durante el análisis se evaluaron parámetros como el peso total de la estructura, cortante basal, derivas, torsión, estabilidad global y deflexiones de los elementos estructurales. El programa determinó un peso total de 311.65 toneladas, valor utilizado como base para el cálculo del cortante sísmico. Este fue comparado con el cortante obtenido en el modelo, ajustando el coeficiente sísmico hasta cumplir con los requerimientos establecidos en la normativa NEC-SE-DS.

Las derivas estructurales se mantuvieron dentro del límite permitido del 2%, tanto en dirección X como en Y, lo que indica un adecuado control de desplazamientos y una rigidez suficiente de la estructura. En cuanto al comportamiento torsional, inicialmente se evidenció una irregularidad en el último modos de vibración; sin embargo, mediante la incorporación de dos muros de corte en el modelo, se logró reducir la participación torsional en el primer y segundo modo a valores del 2% y 5% respectivamente, cumpliendo con el límite del 10% establecido por la normativa.

El índice de estabilidad global Q se mantuvo dentro de los valores permitidos en todos los niveles, indicando que los efectos de segundo orden no comprometen la estabilidad de la estructura. Asimismo, las distorsiones entre pisos se encuentran controladas. En relación con

las deflexiones, las vigas cumplen con el límite de servicio $L/360$, evidenciando un adecuado comportamiento en condiciones de uso. Por otra parte, el análisis de cuantías de acero muestra que los elementos estructurales cumplen con los requisitos mínimos establecidos en el ACI, presentando mayor demanda en los niveles inferiores debido a los efectos sísmicos.

En general, el modelamiento confirma que la estructura presenta un comportamiento adecuado frente a cargas gravitacionales y sísmicas. La incorporación de muros de corte permitió mejorar la rigidez lateral, garantizando un desempeño estructural seguro y acorde a la normativa vigente.

4.1.4. Resultado del objetivo 3.

El análisis realizado en ETABS, junto con los criterios de evaluación sísmica establecidos en FEMA 154, permitió identificar las principales condiciones estructurales del edificio y plantear medidas para mejorar su comportamiento frente a sismos.

Durante el análisis dinámico del edificio del GAD del cantón Chillanes se detectó una irregularidad torsional en uno de los modos de vibración, lo que indicaba una distribución no uniforme de rigidez en la estructura. Para corregir este comportamiento, se incorporaron muros de corte en el modelo estructural, logrando reducir la torsión y cumplir con los límites establecidos por la normativa NEC-SE-DS.

Con base en los resultados obtenidos, se plantean las siguientes medidas de fortalecimiento estructural orientadas a mejorar la estabilidad, rigidez y seguridad sísmica de la edificación.

Tabla 18.

Propuesta de medidas de fortalecimiento estructural ante una amenaza sísmica

VARIABLE EVALUADA	MEDIDAS DE FORTALECIMIENTO RECOMENDADAS	RESPONSABLE PROPUESTO
RESULTADOS FEMA	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Completar evaluaciones detalladas en caso de cambios o ampliaciones. ✓ Verificar interacción de mampostería con la estructura. ✓ Mejorar anclajes de elementos no estructurales. 	Unidad de Gestión de Riesgos / Consultoría estructural
TORSIÓN MODAL (NEC-SE-DS)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se comprobó que la torsión cumple (<10%) dándonos como resultado una baja vulnerabilidad ✓ Mantener la distribución adecuada de rigidez en futuras intervenciones. 	Dirección de Infraestructura
CONTROL DE DERIVAS (NEC-SE-DS, LÍMITE 2%)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mantener rigidez en niveles inferiores. ✓ Optimizar conexiones viga-columna para mejorar ductilidad. 	Área de Proyectos
ESTABILIDAD P-Δ (ÍNDICE Q)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Verificar columnas con mayor carga axial. ✓ Garantizar continuidad del sistema estructural. 	Supervisión técnica

DEFLEXIONES DE VIGAS (ACI 318)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mantener control de deformaciones en servicio. ✓ Reforzar solo si se incrementan cargas futuras. 	Equipo de mantenimiento
CUANTÍA DE ACERO (ACI 318)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Verificar refuerzo en zonas críticas. ✓ Mantener criterios adecuados de diseño sísmico. 	Diseño estructural
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Inspecciones periódicas del sistema estructural. ✓ Control de fisuras y corrosión. 	Departamento de mantenimiento
INSPECCIÓN POST-SISMO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aplicar protocolos FEMA ATC-20. ✓ Clasificación de daños estructurales. 	Unidad de Gestión de Riesgos
ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Actualizar modelo ETABS ante cambios. ✓ Mantener planos estructurales actualizados. 	Coordinación de Infraestructura

Nota: Medidas propuestas según resultados ETABS y criterios normativos NEC15 y FEMA.

Fuente: *Elaboración propia, 2026*

Las medidas propuestas integran los resultados del modelamiento numérico con los criterios de seguridad establecidos por las normas vigentes:

- NEC-SE-DS para la demanda sísmica, derivas, torsión y estabilidad.
- ACI 318 para cuantías, deflexiones y ductilidad en concreto armado.

- FEMA 356 / 440 para evaluación por desempeño y vulnerabilidades no estructurales.

La estructura presenta un comportamiento adecuado en derivas, estabilidad y deflexiones.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES

La evaluación realizada mediante la metodología FEMA 154 permitió identificar que el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Chillanes corresponde a una estructura tipo C1 de hormigón armado resistente a momento, construida en el año 1980, es decir, antes de la aplicación de las normativas sísmicas actuales. Además, se determinó que la edificación se encuentra sobre un suelo tipo D y presenta irregularidades en planta y elevación, factores que influyen directamente en su comportamiento sísmico. A pesar de estas condiciones, el puntaje final obtenido de 0,6 superó el valor mínimo establecido por FEMA ($S_{min} = 0,3$), clasificando al edificio con un nivel de baja vulnerabilidad estructural.

El modelamiento estructural desarrollado en ETABS permitió analizar el comportamiento dinámico de la edificación frente a cargas gravitacionales y sísmicas conforme a los parámetros establecidos en la NEC-15. Los resultados obtenidos evidenciaron que la estructura cumple con los requisitos normativos de cortante basal, derivas máximas permisibles y estabilidad global. Durante el análisis modal no se identificaron problemas significativos de torsión en los primeros modos de vibración; sin embargo, en el último modo se presentó una irregularidad torsional asociada a una distribución no uniforme de rigidez. Esta condición fue corregida mediante la incorporación de muros de corte en el modelo estructural, logrando reducir la participación torsional y mantenerla dentro de los límites permitidos por la NEC-SE-DS.

En términos generales, la estructura presenta un comportamiento sísmico adecuado, con desplazamientos laterales, deflexiones y derivas dentro de rangos aceptables para edificaciones de hormigón armado. No obstante, debido a la antigüedad del edificio y a las irregularidades identificadas, se recomienda mantener un control estructural periódico, ejecutar medidas de mantenimiento preventivo y considerar futuras intervenciones de reforzamiento local, con el fin de garantizar la seguridad de los ocupantes y prolongar la vida útil de la edificación frente a posibles eventos sísmicos.

5.1. Recomendaciones.

Se recomienda mantener un control periódico del estado estructural del edificio, considerando que es una construcción anterior a la normativa actual. Es importante actualizar y conservar la documentación estructural, lo que permitirá facilitar futuras evaluaciones y tomar decisiones técnicas adecuadas.

Se recomienda realizar inspecciones visuales periódicas basadas en criterios FEMA, con el fin de identificar posibles daños en elementos estructurales y no estructurales, especialmente después de un evento sísmico. Dado que la simulación la torsión del tercer modulo fue corregida mediante la incorporación de muros de corte en el modelo estructural, se recomienda mantener este criterio en cualquier intervención futura, evitando modificaciones que alteren la distribución de rigidez en planta.

Además, es importante verificar las conexiones viga-columna y zonas de mayor demanda sísmica, asegurando que cumplan con los requisitos de ductilidad establecidos en

la NEC y el ACI. Se sugiere implementar un plan de mantenimiento preventivo que incluya revisión de fisuras, control de corrosión y estado del concreto, con la finalidad de poder prolongar la vida útil de la estructura.

Por último, cualquier cambio o modificación de uso, ampliación o incremento de cargas debe ser evaluado mediante una actualización del modelo estructural, para así garantizar que el edificio continúe cumpliendo con los niveles de seguridad exigidos por la normativa vigente.

Bibliografía

- Arciniega, J. de D. U. (2005). *La resiliencia. Una nueva perspectiva en psicopatología del desarrollo*. *Revista de Psicodidáctica*, 10(2), 61–79.
- Asamblea Nacional. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*.
https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
- BBVA. (2025). *Vulnerabilidad: Qué es, características y factores clave*.
<https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-vulnerabilidad-y-cuales-son-sus-caracteristicas/>
- Berrios Larico, A. A., & Escriba Choque, G. J. (2024). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y económica de edificaciones autoconstruidas con sistema estructural dual en la ciudad de Tacna, 2024* [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna].
Repositorio Institucional UPT.
<http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/3837>
- Cedeño Villarreal, A. X., & Pachacama Chaguamate, E. S. (2024). *Incidencia técnica-económica en el diseño estructural del proyecto “Edificio Amy’s House” de la ciudad de Sangolquí como consecuencia de la variación del factor de reducción de resistencia sísmica “R” con sistemas estructurales dúctiles* [Tesis de pregrado].
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/29230>
- CIIFEN. (2023). *Definición de riesgo*. <https://ciifen.org/definicion-de-riesgo/>
- Collantes Delgado, D. G. (2025). Aplicación de diversos métodos de evaluación para detectar vulnerabilidad sísmica en instituciones educativas en Perú. *Gaceta Técnica*, 26(2), 95–103. <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica262.8>
- Courboux, F., Castro-Cruz, D. A., Laurendeau, A., Bonilla, L. F., Alvarado, A., & Bertrand, E. (2022). Ground motion simulations in Quito (Ecuador) due to major earthquakes

- from the subduction zone. *Geophysical Journal International*, 229(3), 2192–2208.
<https://doi.org/10.1093/gji/ggac044>
- ETABS. (2023). *CSI Spain / ETABS*. <http://www.csiespana.com/software/5/etabs>
- Falconí, R. A., & Vera, J. R. (2024). Estudios post terremoto de estructuras afectadas por el sismo de 2016. *Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras*, 29(1), 75–141.
<https://doi.org/10.24133/9drgfe50>
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). (2021, junio 9). *FEMA P-154, inspección visual rápida de edificios para detectar posibles riesgos sísmicos*.
<https://www.fema.gov/emergency-managers/risk-management/earthquake/training/fema-p-154>
- Force. (2024). *¿Qué es la denuncia de irregularidades?* <https://peopleforce.io/es/hr-glossary/whistleblowing>
- Guamán, L. O. A., Pulla, D. N. B., & Guamán, J. A. Á. (2024). Evaluation of the seismic vulnerability of typical buildings in the urban area of Cuenca by means of simulation and multivariate techniques. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 10538–10551. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14427
- Guamán, L. O. A., Pulla, D. N. B., & Guamán, J. A. Á. (2024b). Evaluation of the seismic vulnerability of typical buildings in the urban area of Cuenca by means of simulation and multivariate techniques. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 10538–10551. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14427
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill España.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008>

- Jibaja Lupaca, G. F. (2023). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando la metodología FEMA 154 en el Pabellón de Administración de la UNAM Moquegua 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Continental].
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/13887>
- Jiménez, G. P. I. (2024). Incidencia de la vulnerabilidad sísmica en la funcionalidad y economía de instituciones públicas del cantón El Empalme, Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 11(1), 42–52.
<https://doi.org/10.26423/rctu.v11i1.776>
- Juarez, A. (2021, octubre 13). *¿Qué es ETABS y qué puedes hacer con este software?* Arcux.
<https://arcux.net/blog/que-es-etabs-y-que-puedes-hacer-con-este-software/>
- López-Roldán, P., & Fachelli, S. (2015). *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Luis Octavio Ávila Guamán, Delia Narcisca Bueno Pulla, & James Andrés Ávila Guamán. (2024). Evaluation of the seismic vulnerability of typical buildings in the urban area of Cuenca by means of simulation and multivariate techniques. *ResearchGate*.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14427
- Malavé-Laínez, J., & Pinoargote-Rovello, V. (2023). Análisis de vulnerabilidad sísmica en estructuras de la parroquia Manglaralto del cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena. 593 *Digital Publisher CEIT*, 8(1-1), 122–143.
<https://doi.org/10.33386/593dp.2023.1-1.1542>
- Marcillo-Merino, G. L. (2023). Análisis de vulnerabilidad sísmica mediante la aplicación del método FEMA en la Capilla Nuestra Señora Virgen de Lourdes. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, 6(12 Ed. esp.), 2–16.

- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, & Cámara de la Industria de la Construcción. (2015). *NEC-SE-DS peligro sísmico: Diseño sismo resistente*. Norma Ecuatoriana de la Construcción. https://www.cicp-ec.com/documentos/NEC_2015/NEC_SE_DS_Peligro_Sismico.pdf
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2022). *Manual de procedimiento administrativo y técnico para la evaluación de las edificaciones de propiedad del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda*. https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2022/03/0.-Manual_procedimiento_evaluacio%CC%81n_edificaciones_MIDUVI.pdf
- Moran, M. (2021). *Infraestructura*. Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infrastructure/>
- Páez-Moreno, D. F., & Delgadillo, J. H. H. (2005). Metodología para el estudio de la vulnerabilidad estructural de edificaciones. *Facultad de Ingeniería*, 14(19), 78–87.
- Pessoa, E. G. (2025). Utilizing recycled construction and demolition waste in permeable pavements for sustainable urban infrastructure. *Brazilian Journal of Development*, 11(4), e79277–e79277. <https://doi.org/10.34117/bjdv11n4-046>
- Santander. (2021). *Investigación cualitativa y cuantitativa: Características y ventajas*. Santander Open Academy. <https://www.santanderopenacademy.com/es/blog/cualitativa-y-cuantitativa.html>
- Santoro, M. (2023, diciembre 15). *Ductilidad estructural*. BibLus. <https://biblus.accasoftware.com/es/ductilidad-estructural/>
- United Nations. (2022). *Introducción a la mitigación*. CMNUCC. <https://unfccc.int/es/temas/introduccion-a-la-mitigacion>.

ANEXOS

Anexo 1. Cronograma (Gantt).

Cronograma tentativo de actividades																																											
Meses	Febrero			Marzo				abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
Actividad/Semas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4							
Determinación del tema del proyecto de investigación	■	■	■																																								
Delimitación del proyecto de investigación				■	■																																						
Planteamiento del problema					■	■																																					
Planteamientos del objetivo general y específicos						■	■																																				
Determinar la metodología de estudio							■	■	■	■																																	
Determinar las técnicas e instrumentos de recopilación de datos									■	■	■	■																															
Revisión del primer avance del proyecto										■	■	■																															
Aprobación del proyecto													■	■																													
Realizar una inspección visual mediante FEMA 154														■	■	■	■																										
Determinar la tipología estructural de la edificación del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Chillanes																	■	■	■	■																							
Levantamiento de datos estructurales de la edificación																		■	■	■	■																						
Tomar medidas de elementos estructurales																					■	■	■	■																			
Modelar el comportamiento del edificio ante un sismo, mediante el software, (ETABS)																						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
Proponer medidas de fortalecimiento estructural																																											
Elaboración de conclusiones y recomendaciones																																											
Redacción y corrección del informe final																																											

Anexo 2

Presupuesto Ejecutado en el Trabajo de Titulación.

Material	Cantidad	Precio unitario	Valor total
Impresión fichas	2	0.50	1
Celular	2	220 \$	440 \$
Cuaderno	2	1.50 \$	3 \$
Esferos	4	0.35 \$	1.40 \$
Cinta métrica de 30 m	1	15 \$	15 \$
Flexómetro 5 m	1	5.50 \$	5.50 \$
Transporte	6	3 \$	18 \$
Impresiones	5	0.5 \$	0.25 \$
Mochila	2	22 \$	44 \$
Licencia del Software ETABS	1	150\$	150\$
Computador	2	930 \$ 600 \$	1530 \$
Alimentación	4	3.50	14 \$
Total:			2.222,15 \$

Anexo 3. Oficio para hacer uso de las instalaciones.



GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO
MUNICIPAL DEL CANTÓN CHILLANES
ADMINISTRACIÓN 2023-2027
ALCALDÍA



OFICIO N°0498-ALC-GADMCH-2025
Chillanes, 30 de octubre de 2025 2025

Ingeniera
María Vallejo
COORDINADORA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN RIESGOS DE
DESASTRES
Guaranda. -

De mi consideración:


Reciban un cordial y atento saludo en nombre del Gobierno Autónomo
Descentralizado Municipal del Cantón Chillanes.

En atención a su comunicación mediante la cual se informa que los estudiantes
Jefferson Daniel Saltos Orozco, con cédula de identidad N° 0202201703, y
Joffre Bladimir Guambuquete Amangandi, con cédula de identidad N°
0202550786, pertenecientes a la Carrera de Ingeniería en Riesgos de Desastres,
se encuentran desarrollando el Trabajo de Titulación denominado:
**“Evaluación de la vulnerabilidad estructural ante sismos en la edificación
del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Chillanes,
en el período agosto – diciembre 2025”**,

me permito autorizar el ingreso de los mencionados estudiantes a las
instalaciones municipales y el acceso a la información técnica que requieran para
el desarrollo de su investigación, dentro del marco de las normativas
institucionales y de confidencialidad vigentes.

Los resultados de dicho trabajo serán de gran aporte para la institución, motivo
por el cual agradecemos la iniciativa académica y el compromiso con el
fortalecimiento de la gestión del riesgo en nuestro cantón.

Atentamente,


Lcda. Mirián Isabel Galarza Yépez
ALCALDESA DEL CANTÓN CHILLANES.



Escaneado con Ca

Anexo 4. Oficio solicitando información.



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR

Chillanes 14/Noviembre/2025

GAD Municipal del Cantón Chillanes
Presente. -

De mi consideración:

Mediante la presente, me permito solicitar el acompañamiento institucional para el día martes 18 de noviembre de 2025 a partir de las 9h00 a.m., y la entrega de información oficial necesaria para el desarrollo de mi proyecto de investigación, denominado "Evaluación de la Vulnerabilidad Estructural ante Sismos de la Edificación del GAD Municipal del Cantón Chillanes que actualmente me encuentro ejecutando.

Con el fin de garantizar la veracidad, precisión y exactitud de los datos técnicos, solicito cordialmente se facilite la siguiente información referente a la infraestructura institucional:

1. Antecedentes del edificio institucional.
2. Año de construcción de la edificación.
3. Años en los que se han realizado mantenimientos.
4. Año(s) de remodelación o intervenciones estructurales.
5. Número de personas que laboran actualmente en la institución.

La información requerida permitirá fortalecer el análisis técnico y contribuirá al cumplimiento de los objetivos establecidos para la evaluación estructural, orientada a mejorar la seguridad y resiliencia de la infraestructura pública.

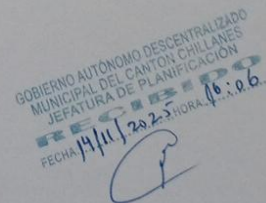
Agradezco de antemano su apoyo y colaboración.

Atentamente:

Joffre Guambuguete

Jefferson Saltos

Estudiantes



Anexo 5. Oficio para hacer uso de las instalaciones.



**CARRERA INGENIERÍA EN RIESGOS DE
DESASTRES**

**FACULTAD DE
CIENCIAS DE
LA SALUD Y
DEL SER HUMANO**

Guaranda, 04 de septiembre del 2025
Oficio N.º 094-2025-UEB-FCS-CRdD

Licenciada
Mirian Galarza
ALCALDESA DEL CANTÓN CHILLANES
Presente

De mi consideración

Reciba un cordial y afectuoso saludo a nombre de la Universidad Estatal de Bolívar, Carrera de Ingeniería en Riesgos de Desastres; mediante el presente me permito dar a conocer que los estudiantes Señores: Jefferson Daniel Saltos Orozco, portador de la cédula de identidad Nro. 0202201703 y Joffre Bladimir Guambuquete Amangandi, portador de la cédula de identidad Nro. 0202550786, estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Riesgos de Desastres, se encuentran desarrollando el Trabajo de Titulación denominado: "Evaluación de la vulnerabilidad estructural ante sismos en la edificación del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Chillanes, en el período agosto – diciembre 2025". Por lo que solicito comedidamente autorice el ingreso a la institución que acertadamente dirige y facilite la información para el efecto:

Los resultados de este trabajo se pondrán a su disposición y se realizará las correspondientes citas y referencias de donde proviene la información.

Atentamente,


Ing. Maria Vallejo
COORDINADORA
CARRERA DE INGENIERÍA EN RIESGOS DE DESASTRES




**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO
MUNICIPAL DEL CANTÓN CHILLANES**
RECIBIDO
HORA
13:43 05 SEP 2025

SECRETARÍA GENERAL

MYRA

Dirección: Av. Ernesto Che Guevara y Gabriel Secaira
Guaranda-Ecuador
Teléfono: (593) 3220 6059
www.ueb.edu.ec


Escaneado con CamScanner

Anexo 7. Toma de medidas y levantamiento de información

Para el cumplimiento del objetivo 1

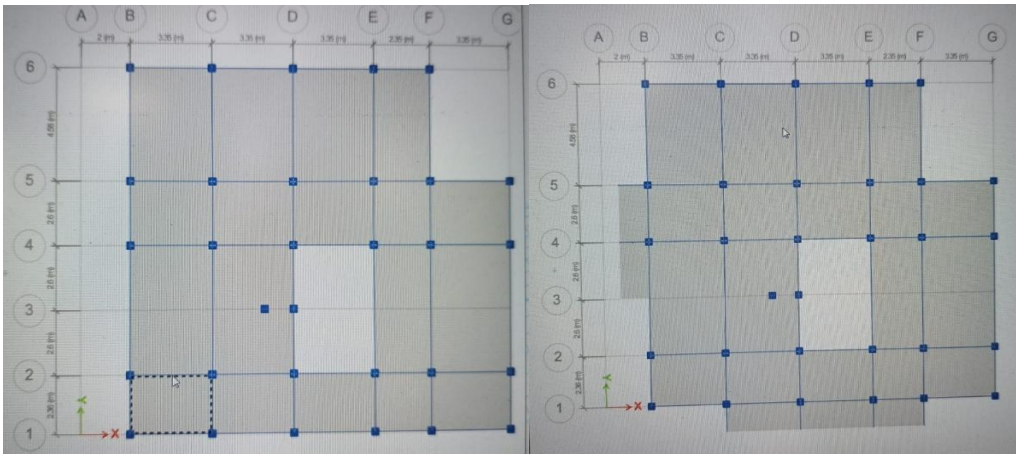


Anexo 8. Clave catastro predial

 G.A.D MUNICIPAL DEL CANTÓN CHILLANES CATASTRO PREDIAL URBANO FICHA DE RELEVAMIENTO PREDIAL URBANO		21/11/2025																		
1. CLAVE CATASTRAL: 0202500101003001000 CODIGO NACIONAL CODIGO LOCAL CODIGO ANTERIOR <table border="1"> <tr> <td>02</td> <td>02</td> <td>50</td> <td>01</td> <td>01</td> <td>003</td> <td>001</td> <td>000</td> <td>0101030100</td> </tr> <tr> <td>PROVINCIA</td> <td>CANTON</td> <td>PARROQUIA</td> <td>ZONA</td> <td>SECTOR</td> <td>MANZANA</td> <td>PREDIO</td> <td>P. HORIZONTAL</td> <td></td> </tr> </table>			02	02	50	01	01	003	001	000	0101030100	PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	ZONA	SECTOR	MANZANA	PREDIO	P. HORIZONTAL	
02	02	50	01	01	003	001	000	0101030100												
PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	ZONA	SECTOR	MANZANA	PREDIO	P. HORIZONTAL													
2. UBICACION CALLE: GUAYAS Y ENRIQUE VILLAGOME NUMERO: * BARRIO/SITIO: CENTRAL																				
3. PROPIETARIO APELLIDOS: GAD MUNICIPAL DEL CANTON CHILLANES NOMBRES: GAD MUNICIPAL DEL CANTON CHILLANES - PALACIO MUNICIPAL CEDULA/RUC: 0000000000305 TELEFONO: CORREO ELECTRONICO: PASAPORTE: DOMICILIO: CIUDAD: CHILLANES DIRECCION: GUYAS 352 Y ENRIQUE VILLAGOMEZ																				
3.1 REPRESENTANTE LEGAL APELLIDOS Y NOMBRES: 0000000000 CEDULA/RUC: DIRECCION:																				
4. PROPIETARIO ANTERIOR APELLIDOS Y NOMBRES: DF																				
5. REFERENCIAS CARTOGRAFICAS C. TOPOGRAFICA: NINGUNO FOTO AEREA: NINGUNO OTROS: NINGUNO		COORDENADAS PLANAS DE REFERENCIA: E: NINGUNO N: NINGUNO																		
5. SUPERFICIES DEL PREDIO AREA TOTAL TERRENO: 1,030.1200 FRENTE PRINCIPAL: 19.0000 AREA CONSTRUCCION: 666.8100		7. EMPLAZAMIENTO DEL PREDIO N <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">INFORMACION DE BLOQUES</th> </tr> <tr> <th>No. Bloque</th> <th>Area</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.00</td> <td>666.8100</td> </tr> </tbody> </table>	INFORMACION DE BLOQUES		No. Bloque	Area	1.00	666.8100												
INFORMACION DE BLOQUES																				
No. Bloque	Area																			
1.00	666.8100																			
8. DELIMITACION Y DIMENSIONAMIENTO DEL PREDIO N		ESCALA 1:																		

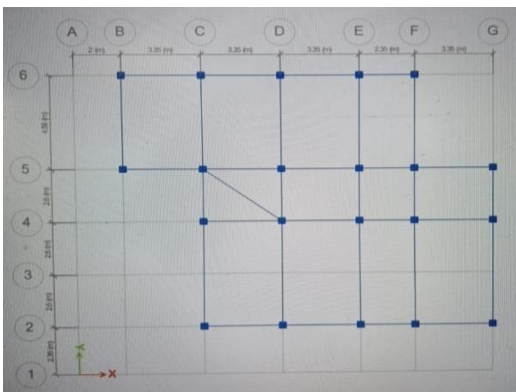
Anexo 9. Plantas simuladas en el software Etabs.

Para el cumplimiento del objetivo 2

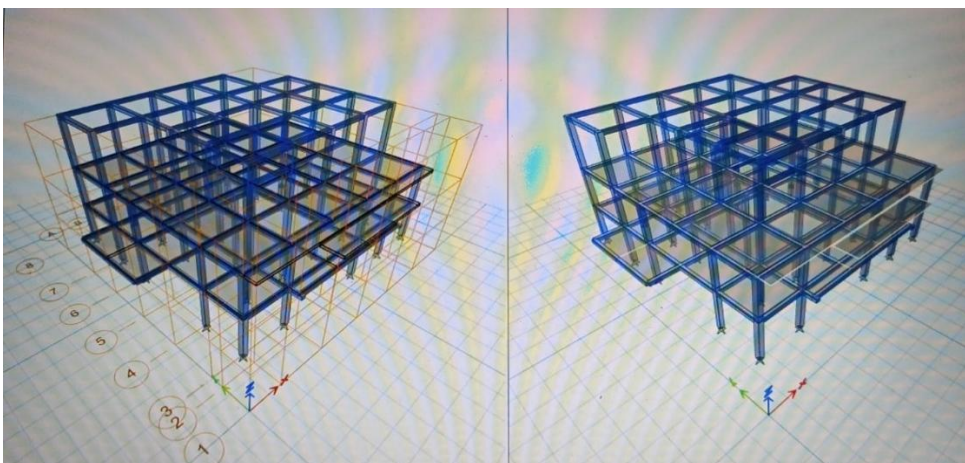


Planta N 1

Planta N 2



Planta N 3



Visualización general del edificio en el software ETABS.

Anexo 10. Metodología fema 154

Moderada sismicidad														
101	DATOS EDIFICACIÓN													
102	Nombre de la Edificación: <input type="text"/>													
103	Dirección:													
104	Sitio de referencia:					105	Código Postal							
106	Tipo de uso:													
107	Latitud:					108	Longitud:							
107A	Zona:		107B	Norte:		108A	Este:							
109	Ss:													
110	S1:													
111	DATOS DEL PROFESIONAL													
112	Nombre del evaluador:													
113	Cédula del evaluador:					115	Fecha							
114	Registro SENESCYT					116	Hora:							
117	DATOS CONSTRUCCION													
118	Número de Pisos:													
119	Sobre el Suelo					120	Bajo el Suelo							
121	Año de construcción:					122	Área de Construcción							
123	Código Año:					124	Año(s) Remodelación:							
124	Adiciones:		Ninguna		SI									
125	Número de Predio					126	Clave Catastral							
200	OCUPACION:													
201	Asambleas		Comercial		Servicio de Emergencia									
202	Industria		Oficina		Educación									
203	Utilidad		Almacén		Residencial #									
203A	Histórico		Albergue		Público						x			
204	TIPO DE SUELO:													
204A	A		B		C		D		E		F		DNK	
204B	Roca Dura		Roca Débil		Suelo Denso		Suelo Duro		Suelo Blando		Suelo Pobre		SI DNK, ASumar tipo D	
204C														
205	RIESGOS GEOLOGICOS													
206	Licuefacción:			Deslizamiento:			Ruptura de Superficie:							
206A	SI		SI		SI									
206B	NO		NO		NO						x			
206C	DNK		DNK		DNK									

401	PARÁMETROS CALIFICATIVOS DE LA ESTRUCTURA (TIPO DE EDIFICIO FEMA)	TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL																
		W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
				(MRF)	(BR)	(LM)	(RC SV)	(URM ING)	(MRF)	(SV)	(URM INF)	(TU)		(FD)	(RD)			
402	PUNTAJE BÁSICO	5.1	4.5	3.8	2.7	2.60	3.5	2.5	2.7	2.1	2.5	2	2.1	1.9	2.1	2.1	1.7	2.9
403	IRREGULARIDADES																	
403A	Irregularidad vertical Grave,VL1	-1.4	-1.4	-1.4	-1.2	-1.2	-1.4	-1.1	-1.2	-1.1	-1.2	-1	-1.1	-1	-1.1	-1.1	-1	NA
403B	Irregularidad vertical Moderada,VL1	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.6	NA
404C	Irregularidad en planta, PL1	-1.4	-1.3	-1.2	-1	-0.9	-1.2	-0.9	-0.9	-0.8	-1	-0.8	-0.9	-0.8	-0.8	-0.8	-0.7	NA
405	CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN																	
405A	Pre-código moderno (construido antes de 2001) o auto construcción	-0.3	-0.5	-0.6	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.5
405B	Construido en etapa de transición (desde 2001 pero antes de 2015)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
405C	Post código moderno (construido a partir de 2015)	1.4	2	2.5	1.5	1.5	0.8	2.1	NA	2	2.3	NA	2.1	2.5	2.3	2.3	NA	1.2
406	SUELO																	
406A	Suelo Tipo A o B	0.7	1.2	1.8	1.1	1.4	0.6	1.5	1.6	1.1	1.5	1.3	1.6	1.3	1.4	1.4	1.3	1.6
406B	Suelo Tipo D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
406C	Suelo Tipo E (1-3Pisos)	-1.2	-1.3	-1.4	-0.9	-0.9	-1	-0.9	-0.9	-0.7	-1	-0.7	-0.8	-0.7	-0.8	-0.8	-0.6	-0.9
406D	Tipo de suelo E (>3 Pisos)	-1.8	-1.6	-1.3	-0.9	-0.9	NA	-0.9	-1	-0.8	-1	-0.8	NA	-0.7	-0.7	-0.8	-0.6	NA
407	Puntaje Mínimo	1.6	1.2	0.9	0.6	0.6	0.8	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	1.5
408	PUNTAJE FINAL NIVEL 1,SL1> SMIN																	