

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Trabajo de Titulación Previo a la Obtención del Título de
Ingeniero Civil

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE
HORMIGÓN ARMADO, PERTENECIENTES AL SECTOR “LA MÉXICO”,
PARROQUIA CHIMBACALLE, CANTÓN QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA,
MEDIANTE LA NORMA TÉCNICA NEC-15.

Autor: Michael Alejandro Toapanta Castellanos

Tutor: Ing. Juan Patricio Chicaiza Fuentes.

Quito, marzo de 2025



DECLARACION JURAMENTADA

Yo, TOAPANTA CASTELLANOS MICHAEL ALEJANDRO, con cédula de identidad # 172585111-5, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual que correspondan relacionados a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

D. M. Quito, marzo de 2025

Toapanta Castellanos Michael Alejandro

Correo electrónico: michael.toapanta@uisek.edu.ec

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE
HORMIGÓN ARMADO, PERTENECIENTES AL SECTOR “LA MÉXICO”,
PARROQUIA CHIMBACALLE, CANTÓN QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA,
MEDIANTE LA NORMA TÉCNICA NEC-15.”**

Realizado por:

TOAPANTA CASTELLANOS MICHAEL ALEJANDRO

como Requisito para la Obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

JUAN PATRICIO CHICAIZA FUENTES

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

FIRMA

Análisis de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de hormigón armado, pertenecientes al sector “La México”, parroquia Chimbacalle, cantón Quito, provincia de Pichincha, mediante la norma técnica NEC-15.

Por

Michael Alejandro Toapanta Castellanos

Marzo 2025

Aprobado:

Tutor

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial, Presidente del Tribunal

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial, Miembro del Tribunal

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial, Miembro del Tribunal

Aceptado y Firmado: _____ día, mes, año
Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

Aceptado y Firmado: _____ día, mes, año
Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

Aceptado y Firmado: _____ día, mes, año
Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

_____ día, mes, año

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

Presidente(a) del Tribunal

Universidad Internacional SEK

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo en primer lugar a Dios por permitirme alcanzar uno de mis objetivos.

A mis padres Marco Vinicio Toapanta Pedraza, y Verónica Alexandra Castellanos Meza que sin ellos nada de esto sería posible. Gracias por siempre brindarme su apoyo incondicional y siempre estar presentes en cada etapa de mi vida.

A mi hermano Jhon, a mi Tía Paulina, a mi Abuelita María, quienes son un pilar fundamental en mi vida, y a todos quienes confiaron en mí y pusieron su granito de arena para poder culminar mis estudios.

Y, por último, a mi mascota Coquito, que aunque ya no se encuentre presente, siempre fue luz en medio de la oscuridad en mi vida, ¡Esto también va por ti!

Agradecimiento

Quiero agradecer a mis amigos del colegio Steven Morocho y Luis Oña, quienes han estado siempre en las buenas y en las malas. Su apoyo incondicional y sus sabios consejos han sido fundamentales para poder seguir adelante.

A cada una de las personas que se cruzaron en mi vida académica, y que sin duda han sido personas que han dejado una huella en mi aprendizaje y crecimiento personal.

Mi gratitud también va para cada uno de los docentes de esta prestigiosa Universidad, quienes generosamente me transmitieron sus conocimientos y experiencias de vida.

Finalmente, Gracias Universidad Internacional SEK.

Resumen

Ecuador es un país con una importante amenaza sísmica que afecta a diversas regiones, por lo que, si el desempeño de estas construcciones es deficiente, representaría una alta vulnerabilidad sísmica. En particular este problema se agrava en poblaciones de bajos recursos, donde predominan las edificaciones informales. La ausencia de supervisión técnica en los procesos de diseño y construcción conllevan a que las estructuras presenten un alto grado de vulnerabilidad sísmica. La ciudad de Quito se encuentra ubicada sobre una falla geológica activa, lo que la enfrenta a una serie de riesgos y desafíos sísmicos considerables. El objetivo de este estudio es determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica existente de las viviendas construidas con hormigón armado en el barrio La “México”, mediante un análisis de evaluación visual rápida. Para ello se llevó a cabo un levantamiento de información del sector, a través de encuestas y formularios conforme la guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras NEC-15. Posteriormente se seleccionó una tipología representativa de vivienda y se realizó el ensayo esclerométrico para determinar la resistencia del hormigón y se aplicó el método de análisis estructural estático lineal como no lineal con el fin de conocer el comportamiento de la estructura. Finalmente se correlacionaron los resultados del formulario de evaluación visual rápida con los estados de daño obtenidos de la curva de fragilidad, demostrando que las estructuras presentan alta vulnerabilidad sísmica y sufren daños progresivos a medida que aumentan los desplazamientos.

PALABRAS CLAVE:

Vulnerabilidad/hormigón/NEC-15/estructural/riesgo sísmico/daño

Abstract

Ecuador is a country with a significant seismic threat that affects various regions, so if the performance of these constructions is deficient, it would represent a high seismic vulnerability. In particular, this problem is exacerbated in low-income populations, where informal buildings prevail. The absence of technical supervision in design and construction processes leads to structures having a high degree of seismic vulnerability. The city of Quito is located on an active geological fault, which exposes it to a series of considerable seismic risks and challenges. The objective of this study is to determine the existing seismic vulnerability level of the houses built with reinforced concrete in the 'México' neighborhood, through a rapid visual assessment analysis. To achieve this, a sector information gathering was conducted through surveys and forms in accordance with the practical guide for seismic evaluation and rehabilitation of structures based on NEC-15. Subsequently, a representative housing typology was selected, and the rebound hammer test was performed to determine the concrete strength. The static and non-linear structural analysis method was applied to understand the behavior of the structure. Finally, the results from the rapid visual assessment form were correlated with the damage states obtained from the fragility curve, demonstrating that the structures present high seismic vulnerability and suffer progressive damage as displacements increase.

KEY WORDS:

Vulnerability/concrete/NEC-15/structural/seismic risk/damage

INDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN JURAMENTADA.....	II
DECLARATORIA.....	III
DECLARATORIA DE PROFESORES.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
INDICE DE TABLAS.....	12
INDICE DE FIGURAS.....	14
CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL CASO DE ESTUDIO	17
1.1 INTRODUCCIÓN	17
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	18
1.4 OBJETIVOS.....	19
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	19
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
1.5 HIPÓTESIS	20
1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL	20
1.5.2 HIPÓTESIS ESPECIFICAS	20
1.6 ALCANCES.....	21
1.7 LIMITACIONES	22
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	23
2.1 ACTIVIDAD SÍSMICA EN ECUADOR.....	23
2.2 VULNERABILIDAD SÍSMICA	23
2.2.1 TIPOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	25
2.3 MEDICIÓN DE LOS SISMOS.....	26
2.3.1 MÉTODO SUBJETIVO: ESCALA SÍSMICA DE INTENSIDAD	26
2.3.2 MÉTODO ANALÍTICO: ESCALA SÍSMICA DE MAGNITUD	27
2.4 METODOLOGÍA NEC-15 BASADA EN LA FEMA -154	28
2.4.1 MATRIZ DE ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE UNA EDIFICACIÓN	29
2.6 PELÍGRO SÍSMICO.....	29
2.7 RIESGO SÍSMICO	30
2.8 MÉTODOS DE ANÁLISIS	30
2.9 ANÁLISIS ESTÁTICO LINEAL.....	30
2.10 ZONIFICACIÓN SISMICA DE QUITO	31
2.11 ESPECTRO DE DISEÑO DE ACUERDO CON LA NEC-2015	33

2.12 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS SEGÚN LA NEC-2015	35
2.13 COEFICIENTES DE PERFIL DEL SUELO (Fa, Fd, Fs)	35
2.14 COEFICIENTE DE IMPORTANCIA I	37
2.15 CONFIGURACIÓN EN PLANTA Y ELEVACIÓN	38
2.16 FACTOR DE REDUCCIÓN “R”	39
2.17 CORTANTE BASAL	40
2.18 DERIVAS DE PISO.....	41
2.18.1 DERIVA INELASTICA	42
2.19 ACELERACIÓN ESPECTRAL DE DISEÑO	42
2.20 MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN	43
2.21 ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER)	44
2.22 CURVA DE CAPACIDAD	45
2.23 ESTADOS DE DAÑO	46
2.24 RÓTULA PLÁSTICA.....	47
2.25 NIVELES DE DESEMPEÑO DE UNA ESTRUCTURA.....	48
2.26 TIPOLOGIAS RESIDENCIALES DEL DMQ	48
2.27 ENSAYO NO DESTRUCTIVOS EN HORMIGÓN.....	50
2.27.1 ESCLERÓMETRO	50
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA	51
3.1 DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA DEL SECTOR.....	51
3.2 ESPECIFICACIONES DE LA EDIFICACIÓN.....	51
3.3 RECOLECCIÓN DE DATOS	52
3.4 ANÁLISIS DE EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA SUGERIDA POR LA NEC15 Y SU ENFOQUE PROPUESTO.	53
3.5 ENSAYOS Y MODELADO.....	55
3.5.1 EJECUCIÓN DEL ENSAYO	55
3.5.2 SOFTWARE PARA EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....	56
CAPÍTULO 4: RESULTADOS	57
4.1 RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA.	57
4.2 RESULTADOS OBTENIDOS DEL FORMULARIO DE EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA A TRAVES DE LA NEC-15.....	58
4.3 RESULTADOS DEL ENSAYO CON EL ESCLERÓMETRO.....	62
4.4 VERIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	65
4.4.1 COLUMNAS.....	66
4.4.2 VIGAS.....	69
CAPÍTULO 5: MODELACIÓN ESTRUCTURAL.....	74
5.1 ANÁLISIS LINEAL ESTÁTICO	74
5.1.1 CONDICIONES DE USO DE LA ESTRUCTURA.....	74
5.1.2 NORMATIVA DE REFERENCIA.....	74

5.1.3 DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	74
5.1.4 CARGAS DE DISEÑO	75
5.1.5 FACTOR DE SUELO	76
5.1.6 COEFICIENTE DE CORTANTE BASAL.....	76
5.2 MODELAMIENTO MATEMÁTICO	79
5.2.1 VISTA EN 3D DE LA ESTRUCTURA	79
5.2.2 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES	79
5.2.3 SECCIÓN DE LOS ELEMENTOS	81
5.2.4 PATRONES DE CARGA	83
5.2.5 CARGA SÍSMICA REACTIVA.....	85
5.2.6 ASIGNACIÓN DE CARGAS.....	85
5.2.7 DIAFRAGMAS DE PISO.....	86
5.2.8 ESPECTRO DE DISEÑO	87
5.2.9 COMBINACIONES DE CARGA	88
5.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTÁTICO LINEAL	89
5.3.1 PERÍODO DE VIBRACIÓN	89
5.3.2 MODOS DE VIBRACIÓN	90
5.3.3 PARTICIPACIÓN DE MASA.....	90
5.3.4 DERIVAS DE PISO.....	91
5.3.5 CORTANTES ESTÁTICOS Y DINÁMICOS	92
5.3.6 EXCENTRICIDAD.....	93
5.3.7 CUANTÍA DE ACERO EN VIGAS.....	94
5.3.8 CUANTÍA DE ACERO EN COLUMNAS	95
5.4 ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO (PUSHOVER).....	97
5.4.1 CARGA GRAVITACIONAL CON COMPORTAMIENTO NO LINEAL.....	97
5.4.2 ESPECTRO DE RESPUESTA PARA EL ANÁLISIS NO LINEAL.....	98
5.4.3 CASO PUSHOVER SENTIDO “X”.....	98
5.4.4 CASO PUSHOVER SENTIDO “Y”.....	99
5.4.5 ASIGNACIÓN DE CONTROL DE DESPLAZAMIENTO.....	101
5.4.6 ASIGNACIÓN DE RÓTULAS PLÁSTICAS.....	102
5.5 RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL.....	104
5.5.1 CURVA DE CAPACIDAD SENTIDO X.....	104
5.5.2 CURVA DE CAPACIDAD SENTIDO Y.....	104
5.5.3 PUNTO DE DESEMPEÑO DE LA ESTRUCTURA.....	105
5.5.4 FORMACIÓN DE RÓTULAS PLÁSTICAS	106
5.5.5 CURVA DE FRAGILIDAD.....	108
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES	111
CAPÍTULO 7: RECOMENDACIONES	113
CAPÍTULO 8: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	114
CAPÍTULO 9: ANEXOS.....	119

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de Z en función de la zona sísmica adoptada	32
Tabla 2. Tipos de suelo según la NEC-2015.....	35
Tabla 3. Tipo de suelo y factores de sitio Fa.....	36
Tabla 4. Tipos de suelo y factores de sitio Fd.....	36
Tabla 5. Tipos de suelo y factores de sitio Fs	37
Tabla 6. Tipos de uso e importancia de la estructura	37
Tabla 7. Configuración en Planta y elevación.....	38
Tabla 8. Irregularidades en planta y elevación.....	39
Tabla 9. Coeficientes de reducción sísmica	40
Tabla 10. Cortante basal.....	41
Tabla 11. Tabla de derivas máximas	41
Tabla 12. Coeficientes para calcular el periodo en función de la altura	43
Tabla 13. Formulario de evaluación visual rápida de vulnerabilidad sísmica de edificaciones	54
Tabla 14. Resumen del formulario de evaluación visual rápida	58
Tabla 15. Valor factor de corrección por edad (norma japonesa).....	62
Tabla 16. Resultados del ensayo con el esclerómetro para vigas perimetral y central – Planta baja.	63
Tabla 17. Resultados del ensayo con el esclerómetro para vigas perimetral y central – Segunda planta.	64
Tabla 18. Resultados promedio de resistencia a la compresión del hormigón para columnas, vigas y losa.....	65
Tabla 19. Armado de las columnas existentes.	66
Tabla 20. Sección mínima de columnas.....	67

Tabla 21. Chequeo de cuantía de refuerzo longitudinal.....	68
Tabla 22. Espaciamiento mínimo en columnas.....	69
Tabla 23. Armado de la viga existente.....	69
Tabla 24. sección mínima en viga.....	70
Tabla 25. Verificación del armado longitudinal para la viga.....	72
Tabla 26. Separación de estribos en vigas.....	73
Tabla 27. Cargas permanentes de la edificación.....	75
Tabla 28. Carga viva uso residencial.....	76
Tabla 29. Carga viva para cubiertas.....	76
Tabla 30. Factores de sitio.....	77
Tabla 31. Valores para el cálculo del cortante basal.....	78
Tabla 32. Modos de vibración de la estructura.....	90
Tabla 33. Participación de masa modal.....	90
Tabla 34. Cortantes estáticos y dinámicos.....	93
Tabla 35. Excentricidad.....	93
Tabla 36. Cuantía de acero en vigas.....	94
Tabla 37. Cuantía de acero en columnas.....	95
Tabla 38. Rótulas producidas en el sentido X.....	107
Tabla 39. Rótulas producidas en el sentido Y.....	108
Tabla 40. Estados de daño en función de la deriva de piso.....	109
Tabla 41. Parámetros estadísticos.....	109

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zona y área de estudio	22
Figura 2. Escala de Mercalli Modificada	26
Figura 3. Escala de Magnitud de Thomas C e Hiro Kanamori	27
Figura 4. Matriz de vulnerabilidad sísmica	29
Figura 5. Mapa de zonificación sísmica	31
Figura 6. Espectro sísmico elástico de aceleraciones	33
Figura 7. Secuencia del proceso de análisis no lineal (pushover)	45
Figura 8. Niveles de daños estructurales	46
Figura 9. Curva generalizada para elementos de hormigón armado.	47
Figura 10. Niveles de desempeño	48
Figura 11. Tipos de tipologías en el DMQ	49
Figura 12. Esquema típico de aplicación del esclerómetro	50
Figura 13. Descripción geográfica del Barrio La México.	51
Figura 14. Vista fachada principal de la edificación que será evaluada.	52
Figura 15. Modelo de encuesta	53
Figura 16. Ensayo de los elementos con el esclerómetro.	56
Figura 17. Detalle de datos obtenidos en la encuesta de vulnerabilidad	57
Figura 18. Detalle de resultados obtenidos en el formulario de evaluación visual rápida.	58
Figura 19. Número de pisos de las viviendas obtenidas a través de la encuesta.	59
Figura 20. Formulario de evaluación visual rápida de la vivienda seleccionada para su respectivo análisis y modelado.	60
Figura 21. Plano en planta de la vivienda.	61
Figura 22. Detalle del armado de una columna existente para su respectiva verificación.	66
Figura 23. Separación entre estribos establecido en la norma NEC-SE-HM.	68

Figura 22. Características de sección en vigas.....	70
Figura 25. Separación de estribos en vigas.....	73
Figura 26. Espectro de respuesta.....	78
Figura 27. Vista 3D del modelado de la estructura.....	79
Figura 28. Definición de material para elemento estructural (viga).....	80
Figura 29. Definición de material para acero de refuerzo.....	80
Figura 30. Dimensión y propiedades de vigas.....	81
Figura 31. Dimensión y propiedades de columnas.....	82
Figura 32. Detalle de losa tipo.....	83
Figura 33. Dimensión y propiedades de losa.....	83
Figura 34. Patrones de carga y cargas sísmicas de la estructura.....	84
Figura 35. Fuerza sísmica en el sentido “X”.....	84
Figura 36. Fuerza sísmica en el sentido “Y”.....	85
Figura 37. Asignación de fuente de masa sísmica.....	85
Figura 38. Asignación de carga viva.....	85
Figura 39. Asignación de sobrecarga.....	86
Figura 40. Asignación de diafragma de piso.....	86
Figura 41. Asignación de datos para el espectro de diseño con la norma NEC-SE-DS 2015.....	87
Figura 42. Espectro de respuesta sentido “X” y “Y”.....	88
Figura 43. Combinaciones de carga.....	88
Figura 44. Período de vibración obtenido en ETABS.....	89
Figura 45. Comparación del período de vibración estático con el dinámico.....	89
Figura 46. Deriva de piso sentido “X”.....	91
Figura 47. Deriva de piso sentido “Y”.....	92
Figura 48. Demanda de acero en vigas.....	95

Figura 49. Demanda de acero en columnas.....	96
Figura 50. Combinación de carga gravitacional no lineal.....	97
Figura 51. Espectro de respuesta para el análisis no lineal, $R=1$	98
Figura 52. Asignación del pushover en el sentido “X”.....	99
Figura 53. Asignación del pushover en el sentido “Y”.....	100
Figura 54. Número de pasos mínimos y máximos guardados para el análisis no lineal.....	100
Figura 55. Asignación del punto de control de desplazamiento.	101
Figura 56. Asignación de rotulas plásticas en vigas.....	102
Figura 57. Asignación de rotulas plásticas en columnas.....	103
Figura 58. Curva cortante vs desplazamiento sentido X.....	104
Figura 59. Curva cortante vs desplazamiento sentido Y.....	105
Figura 60. Punto de desempeño sentido X.....	106
Figura 61. Punto de desempeño sentido X.....	106
Figura 62. Rótulas plásticas en el sentido X.	107
Figura 63. Rótulas plásticas en el sentido Y.	108
Figura 64. Curva de fragilidad para cada estado de daño.	110
Figura 65. Resultados de vulnerabilidad según el formulario de evaluación visual.....	111

CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

En este capítulo se presentan generalidades sobre el caso de estudio y se justifica la necesidad de realizar un diagnóstico de vulnerabilidad sísmica, mediante el método de evaluación visual rápida, aplicado a las viviendas de hormigón de dos a tres pisos ubicadas en la manzana seleccionada del barrio “La México”.

1.1 INTRODUCCIÓN

Ecuador se encuentra dentro del Cinturón de Fuego del Pacífico, siendo una región altamente propensa a la actividad sísmica. Un ejemplo notable es el terremoto de 1906, con una magnitud de 8.8 en la escala de momento (Mw), siendo uno de los más grandes registrados en la historia del Ecuador. Aparte del sismo de Bahía de Caráquez en agosto de 1997, de magnitud 7.1 en la escala de momento (Mw), con el que se evidencio problemas estructurales, sin embargo, aunque existe en vigencia la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC15, sigue ocurriendo deficiencias en el diseño sismorresistente. (Angulo, 2016)

El riesgo sísmico está determinado por tres factores: la amenaza sísmica, la exposición y la vulnerabilidad. La amenaza sísmica se refiere a los posibles movimientos telúricos en una zona; la exposición se relaciona con la cantidad de personas e infraestructuras presentes en ese lugar que podrían verse afectadas por un sismo; y la vulnerabilidad se refiere a la capacidad de las edificaciones para resistir los efectos de estos eventos sísmicos. (Elsa Moposita, 2021)

Las estructuras del sector del barrio “La México”, presentan una alta vulnerabilidad sísmica, en gran medida porque son estructuras informales. Este tipo de construcciones residenciales carecen de los estándares adecuados de ingeniería y planificación, lo que las hace particularmente susceptibles a daños severos en caso de un evento sísmico. La informalidad en su construcción contribuye a la fragilidad estructural, aumentando el riesgo para los habitantes y la integridad de las edificaciones.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El análisis de vulnerabilidad se lleva a cabo utilizando funciones de vulnerabilidad o fragilidad sísmica que asocian probabilísticamente un nivel de intensidad sísmica con una medida de daño en la edificación. En numerosos casos, estas funciones también consideran las consecuencias del daño en términos de pérdidas humanas y materiales. (NEC-SE-DS, 2015)

La mayor parte del territorio ecuatoriano se localiza en una zona de alto riesgo sísmico. Debido a este alto riesgo, el barrio de la ciudadela “La México” está expuesto a amenazas sísmicas significativas, con una aceleración sísmica simplificada estimada entre 450 y 550 cm/s^2 . Este riesgo se ve agravado por diferentes factores:

- **Malas prácticas constructivas:** El incumplimiento de la normativa de construcción, la falta de un técnico profesional en la inspección del proceso constructivo y el uso de técnicas constructivas inadecuadas.
- **Deficiencias estructurales:** El uso de materiales que no cumplen con los estándares de calidad y resistencia, una planificación inadecuada en los diseños estructurales.

En este contexto, es importante evaluar como estos factores inciden directamente en la vulnerabilidad del barrio, con el objetivo de tomar acciones para disminuir los impactos negativos ante futuros eventos sísmicos.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La ciudad de Quito ha sido propensa a sismos severos debido a la presencia de fallas corticales locales relacionadas con la estructura geológica del sistema de fallas de Quito. Esta investigación describe los estudios realizados para la evaluación de vulnerabilidad sísmica en términos de metodologías de análisis descriptivo cualitativo y cuantitativo.

En particular, este estudio se basa en los parámetros establecidos por la FEMA-154 para la evaluación de las estructuras, así como las disposiciones de la norma NEC-15 la cual establece requisitos de diseño estructural, por lo que seguir estas recomendaciones reduce la probabilidad de tener estructuras vulnerables, lo que a su vez permite abordar las metodologías propuestas.

La falta de estudios previos sobre la vulnerabilidad sísmica en estructuras de hormigón armado en el barrio “La México” resalta posibles deficiencias estructurales que deben ser analizadas y compartidas con los residentes.

Este análisis de vulnerabilidad sísmica tiene un impacto importante en la divulgación del riesgo sísmico, la identificación de deficiencias estructurales en el barrio “La México” proporciona un modelo que puede usarse en otras zonas de la ciudad de Quito que presenten similares características constructivas, como barrios con edificaciones antiguas, aquellas que presenten un bajo cumplimiento normativo y construcciones informales que no cuenten con planos estructurales y arquitectónicos adecuados.

Por lo que este estudio de evaluación de vulnerabilidad sísmica ayudara a crear conciencia a la comunidad sobre los patrones de diseño erróneos que deben evitarse en futuras construcciones para disminuir los impactos ante eventos sísmicos.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de hormigón armado de una manzana correspondiente al barrio “La México”, mediante una valoración visual rápida conforme a la metodología de la NEC-15 y un análisis estructural estático lineal y no lineal, con el fin de conocer su comportamiento real ante un evento sísmico.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un levantamiento de información de las estructuras presentes en el área de estudio, mediante encuestas y formularios, las cuales serán usadas como base para el análisis de vulnerabilidad sísmica.
- Efectuar ensayos no destructivos en los elementos estructurales mediante el uso del esclerómetro, para la obtención de la resistencia a la compresión del hormigón.
- Realizar un análisis modal espectral de la vivienda tipo mediante un programa estructural, verificando su cumplimiento normativo NEC-15.
- Evaluar el nivel de desempeño sísmico de la estructura mediante un análisis Pushover, para conocer su capacidad de resistencia ante cargas laterales.

1.5 HIPÓTESIS

1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL

- Las viviendas del sector presentan alta vulnerabilidad sísmica, lo que hace que se encuentren en zona de riesgo ante un probable evento sísmico. Este riesgo no se limita únicamente con la ubicación geográfica, sino que también está relacionado con la falta de un diseño estructural adecuado, el uso de materiales apropiados y el incumplimiento de la normativa de construcción, lo que resulta en un comportamiento deficiente de las edificaciones.

1.5.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Las edificaciones son de carácter informal, no cuentan con planos arquitectónicos ni estructurales.
- Falta de análisis técnico previo a la construcción y cumplimiento de la normativa para su respectiva ejecución.

- Los elementos estructurales como vigas, columnas, y losas no cumplen con los requerimientos normativos mínimos para poder resistir cargas laterales.
- Uso de materiales elaborados en sitio, falta de calidad técnica.

1.6 ALCANCES

Para este estudio, se seleccionó una manzana del sector como muestra representativa, centrándonos en la intersección de la calle Upano con los pasajes Chambo, Cutuchi y Paute, para realizar una evaluación detallada de las estructuras existentes en la zona mediante el método de evaluación visual rápida y así poder determinar el estado en la que se encuentran estas edificaciones. Posteriormente de las viviendas analizadas, se seleccionará una vivienda la cual tenga la mayoría de las características con respecto de las otras y con ello poder realizar un análisis cualitativo mediante tabulación, usando el formulario de la guía de evaluación visual rápida propuesto por la NEC-15 con base a los parámetros establecidos por la FEMA-154.

Además, se llevó a cabo un ensayo no destructivo utilizando el equipo llamado esclerómetro, con la finalidad de poder conocer la resistencia (f_c) de los elementos estructurales (vigas, columnas, losa) y con todos los resultados obtenidos poder evaluar la vulnerabilidad de las edificaciones mediante el método Pushover.

A través de la herramienta de Google Earth, como se muestra en la Figura 1, se ha identificado el área de estudio, que abarca 6416 m². Esta zona incluye edificaciones de hormigón armado, adobe y ladrillo; sin embargo, el enfoque se centra exclusivamente en las construcciones de hormigón armado. Estas edificaciones, son usadas como viviendas y muy pocos como locales comerciales, constan de entre dos y tres pisos. En nuestro estudio se evaluarán aproximadamente 20 de estas construcciones, y al final del proceso se seleccionará una vivienda como se mencionó anteriormente para su respectivo análisis y modelado mediante un software estructural.



Figura 1. Zona y área de estudio

Tomado de: Google Earth (2024)

1.7 LIMITACIONES

Las limitaciones del proyecto de investigación radican en la falta de datos como los planos arquitectónicos y estructurales de la vivienda en donde se llevó a cabo el análisis y estudio. Además, se descartaron los estudios geotécnicos para la evaluación del tipo de suelo, el análisis de la cimentación, estudios eléctricos e hidrosanitarios.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 ACTIVIDAD SÍSMICA EN ECUADOR

Los sismos son movimientos o vibraciones del suelo, se producen por la liberación repentina de energía a causa del desplazamiento de masas rocosas en una falla tectónica.

Los sismos pueden originarse de varias fuentes, incluyendo fallas tectónicas y geológicas, actividad volcánica, el impacto de meteoritos y acciones humanas como la minería o pruebas nucleares.

Nuestro país se encuentra en la zona donde la placa oceánica de Nazca choca con la placa continental sudamericana. Esta interacción provoca la generación de esfuerzos en la zona de contacto y en las áreas internas de las placas. Los sismos suceden cuando estos esfuerzos se liberan en la zona de subducción o en las fallas tectónicas.

Los sismos se detectan utilizando sismómetros y acelerómetros, los cuales registran el desplazamiento del suelo provocado por las ondas sísmicas. Estos aparatos funcionan basándose en la inercia, es decir, la resistencia de un objeto a cambiar su movimiento o modificar su velocidad. En términos generales un sismógrafo simple consiste en una masa suspendida en un resorte, el cual se encuentra suspendido sobre una base que se desplaza con los movimientos de la superficie terrestre. El movimiento relativo entre la masa y la base se registra en un sismograma. (IGEPN, 2024)

2.2 VULNERABILIDAD SÍSMICA

La vulnerabilidad sísmica de una estructura, grupo de estructuras o toda una zona urbana se refiere a su susceptibilidad intrínseca a sufrir daños durante un sismo, y está estrechamente relacionada con sus características físicas y de diseño estructural. (Chávez, 2016)

La vulnerabilidad también se describe como el grado de daño que una estructura puede experimentar debido a un sismo con características específicas. Esto posibilita categorizar las

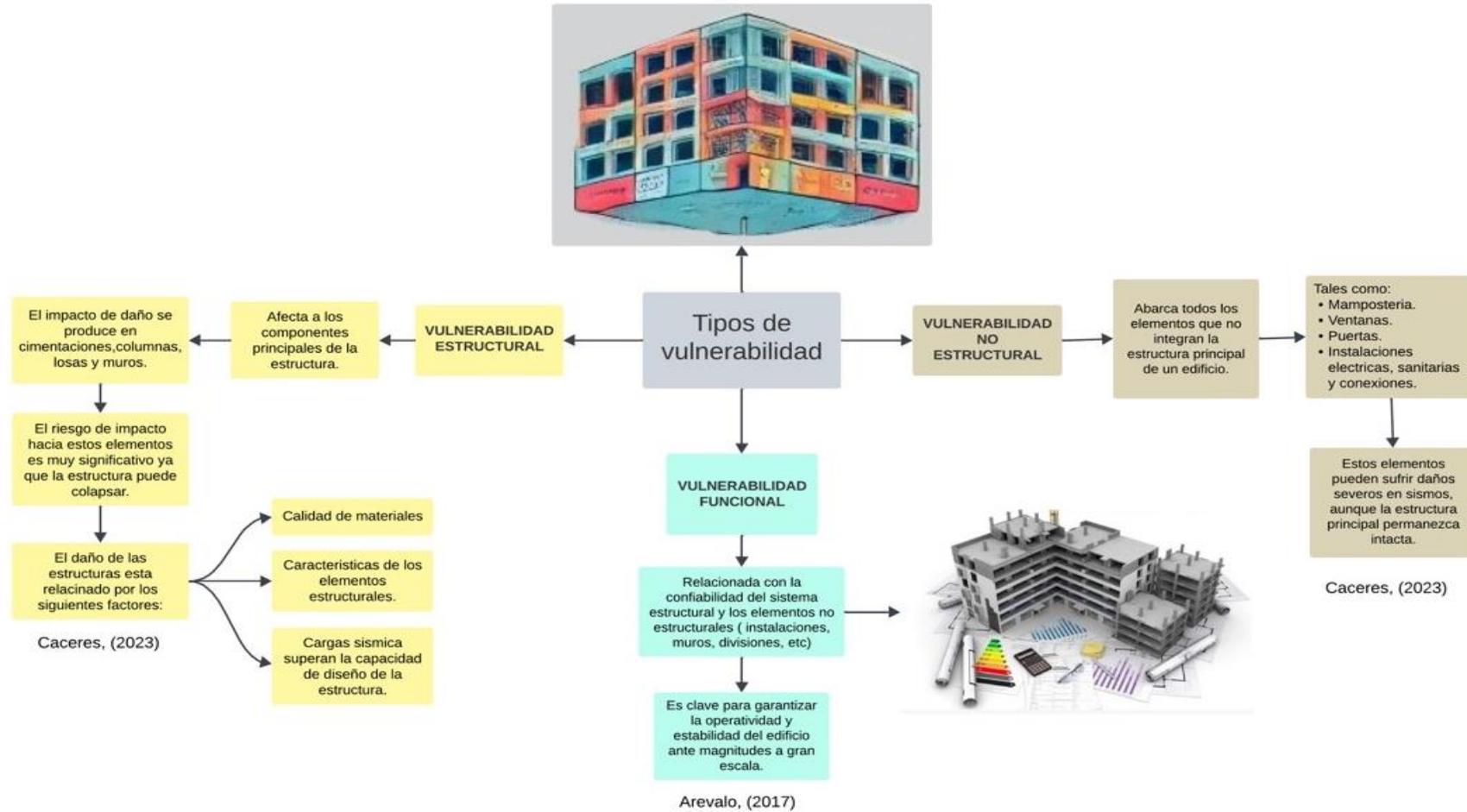
estructuras como “más vulnerables” o “menos vulnerables” ante un evento sísmico. (Espinoza, 2019)

Así pues, la vulnerabilidad sísmica es la falta de resistencia de un edificio, una zona o incluso una ciudad para resistir las fuerzas naturales, como las provocadas por un sismo. En el caso de las estructuras, esta vulnerabilidad se presenta cuando los edificios están contruidos y diseñados con materiales que no pueden resistir las tensiones máximas provocadas por los movimientos sísmicos. Por esta razón, es vital conocer, evaluar y cuantificar los posibles daños ante un sismo de determinada magnitud. Solo al ser capaz de prever esto en un contexto razonablemente factible, se podrá disminuir la vulnerabilidad y elaborar estrategias eficaces de mitigación y contingencia ante sucesos sísmicos. (Chávez, 2016)

La susceptibilidad de las edificaciones frente a daños sísmicos está relacionada por diversos factores, tal como la geometría de la construcción, su estructura, el tipo de suelo, los métodos de construcción y el entorno en el que se encuentran.

Para disminuir la vulnerabilidad de las edificaciones, es esencial utilizar diseños sísmos resistentes apropiados. Además, es crucial que la construcción sea llevada a cabo por mano de obra calificada y bajo supervisión de un profesional competente. Es indispensable realizar inspecciones periódicas para asegurar y garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas y normativas.

2.2.1 TIPOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA



2.3 MEDICIÓN DE LOS SISMOS

La medición de las fuerzas de un suceso sísmico se desarrolla por métodos subjetivos y analíticos.

Los métodos subjetivos estiman las consecuencias y daños ocasionados por el suceso sísmico a través de una escala de intensidad, mientras que los métodos analíticos estiman la magnitud del evento sísmico que se basan en una medida instrumental provocada por la energía elástica durante el evento sísmico.

2.3.1 MÉTODO SUBJETIVO: ESCALA SÍSMICA DE INTENSIDAD

Las escalas de intensidad clasifican de manera empírica la magnitud del terremoto basándose en los efectos reportados por observadores no capacitados y se ajustan a los impactos que se podrían percibir en una zona específica. Al no necesitar medidas instrumentales, resultan efectivas para calcular la magnitud y localización de sismos históricos.

La escala que más se usa es la Escala Mercalli Modificada.

Grado	Descripción
I. Muy débil	Imperceptible para la mayoría excepto en condiciones favorables. Aceleración menor a 0.5 Gal.
II. Débil	Perceptible sólo por algunas personas en reposo, particularmente aquellas que se encuentran ubicadas en los pisos superiores de los edificios. Los objetos colgantes suelen oscilar. Aceleración entre 0.5 y 2.5 Gal.
III. Leve	Perceptible por algunas personas dentro de los edificios, especialmente en pisos altos. Muchos no lo reconocen como terremoto. Los automóviles detenidos se mueven ligeramente. Sensación semejante al paso de un camión pequeño. Aceleración entre 2.5 y 6.0 Gal.
IV. Moderado	Perceptible por la mayoría de personas dentro de los edificios, por pocas personas en el exterior durante el día. Durante la noche algunas personas pueden despertarse. Perturbación en cerámica, puertas y ventanas. Las paredes suelen hacer ruido. Los automóviles detenidos se mueven con más energía. Sensación semejante al paso de un camión grande. Aceleración entre 6.0 y 10 Gal.
V. Poco Fuerte	La mayoría de los objetos se caen, caminar es dificultoso, las ventanas suelen hacer ruido. Aceleración entre 10 y 20 Gal.
VI. Fuerte	Lo perciben todas las personas, muchas personas asustadas suelen correr al exterior, paso insostenible. Ventanas, platos y cristalería dañadas. Los objetos se caen de sus lugares, muebles movidos o caídos. Revoque dañado. Daños leves a estructuras. Aceleración entre 20 y 35 Gal.
VII. Muy fuerte	Pararse es dificultoso. Muebles dañados. Daños insignificantes en estructuras de buen diseño y construcción. Daños leves a moderados en estructuras ordinarias bien construidas. Daños considerables estructuras pobremente construidas. Mampostería dañada. Perceptible por personas en vehículos en movimiento. Aceleración entre 35 y 60 Gal.
VIII. Destructivo	Daños leves en estructuras especializadas. Daños considerables en estructuras ordinarias bien construidas, posibles colapsos. Daño severo en estructuras pobremente construidas. Mampostería seriamente dañada o destruida. Muebles completamente sacados de lugar. Aceleración entre 60 y 100 Gal.
IX. Ruinoso	Pánico generalizado. Daños considerables en estructuras especializadas, paredes fuera de plomo. Grandes daños en importantes edificios, con colapsos parciales. Edificios desplazados fuera de las bases. Aceleración entre 100 y 250 Gal.
X. Desastroso	Algunas estructuras de madera bien construida destruidas. La mayoría de las estructuras de mampostería y el marco destruido con sus bases. Rieles doblados. Aceleración entre 250 y 500 Gal.
XI. Muy desastroso	Pocas, si las hubiera, estructuras de mampostería permanecen en pie. Puentes destruidos. Rieles curvados en gran medida. Aceleración mayor a 500 Gal.
XII. Catastrófico	Destrucción total con pocos sobrevivientes. Los objetos saltan al aire. Los niveles y perspectivas quedan distorsionadas.

Figura 2. Escala de Mercalli Modificada

Tomado de: (Arteaga, 2016), p. 15.

2.3.2 MÉTODO ANALÍTICO: ESCALA SÍSMICA DE MAGNITUD

La magnitud representa una medida de la energía que el sismo libera, siendo único su valor.

La magnitud de un sismo es una medida cuantitativa y su valor esta vinculado directamente con la energía liberada durante un sismo. Además, gracias a su metodología analítica es posible comparar fuerzas de un sismo o su cantidad de energía liberada en eventos sísmicos que ocurren en diferentes tiempos y sitios diferentes. Hay diversas escalas para medir la magnitud de un sismo, siendo la de Richter la más conocida, ya que no posee limites inferiores ni superiores, además que sus valores se expresan en cifras decimales y logarítmicas. (Arteaga, 2016)

Thomas C. e Hiroo K. (1979) propusieron la Escala Sismológica de Magnitud de Momento (MW), parecida en su definición y cálculo a la escala de Richter, con el beneficio de no verse afectada por altos niveles de magnitud. Esta escala es empleada en la actualidad.

<i>Magnitud</i>	<i>Descripción</i>	<i>Efectos del sismo</i>	<i>Frecuencia de Ocurrencia</i>
Menos de 2,0	Micro	Los microsismos no son perceptibles.	Alrededor de 8.000 al día.
2,0 - 2,9	Menor	Generalmente no son perceptibles.	Alrededor de 1.000 al día.
3,0 - 3,9		Perceptibles a menudo, pero rara vez provocan daños.	49.000 al año.
4,9 - 4,9	Ligero	Objetos se mueven en las habitaciones / Daños poco probables.	6.200 al año.
5,0 - 5,9	Moderado	Daños mayores a edificaciones débiles y mal construidas / Daños leves en edificaciones bien diseñadas.	800 al año.
6,0 - 6,9	Fuerte	Pueden ser destructivos en áreas pobladas, en hasta unos 160km a la redonda.	120 al año.
7,0 - 7,9	Mayor	Puede causar serios daños en extensas zonas.	18 al año.
8,0 - 8,9	Gran	Puede causar graves daños en zonas de varios cientos de kilómetros.	1-3 al año.
9,0 - 9,9		Devastadores en zonas de varios miles de kilómetros.	1-2 cada 20 años.
10	Épico	Nunca registrado.	En la historia de la humanidad nunca ha sucedido un evento así

Figura 3. Escala de Magnitud de Thomas C e Hiro Kanamori

Tomado de: Idem, p. 16.

2.4 METODOLOGÍA NEC-15 BASADA EN LA FEMA -154

La metodología de evaluación de la vulnerabilidad estructural NEC-15 establece una serie de directrices y normas para identificar las edificaciones más susceptibles a los eventos sísmicos, calculando un índice de vulnerabilidad para cada estructura evaluada.

El principal propósito de esta evaluación es determinar qué edificaciones son más vulnerables a eventos sísmicos y necesitan estudios más detallados. Los resultados también pueden usarse para implementar programas de mitigación de riesgos en una región específica, crear un inventario de edificaciones según su uso, entre otros. Este manual para el uso del formulario de evaluación visual rápida de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones se enfoca en tres actividades clave: planificación, recopilación de datos mediante formularios e interpretación de los resultados.

Esta evaluación visual rápida de peligro sísmico para edificaciones se basa en la FEMA-154, diseñada para que los profesionales de la construcción puedan evaluar las estructuras existentes y clasificarlas en tres categorías: edificaciones con baja vulnerabilidad a daños y no riesgo para los ocupantes durante un sismo, edificaciones con vulnerabilidad media que se consideran dentro de parámetros aceptables, y edificaciones con alta vulnerabilidad que requieren un estudio más detallado por parte de un ingeniero experto en diseño estructural.

El método cualitativo FEMA-154 para analizar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones está diseñado para ser utilizado sin necesidad de realizar cálculos estructurales. Este procedimiento recopila información sobre la edificación en relación con la actividad sísmica de la zona y proporciona una puntuación que indica si es necesario realizar una evaluación más exhaustiva. (Cáceres, 2023)

2.4.1 MATRIZ DE ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE UNA EDIFICACIÓN

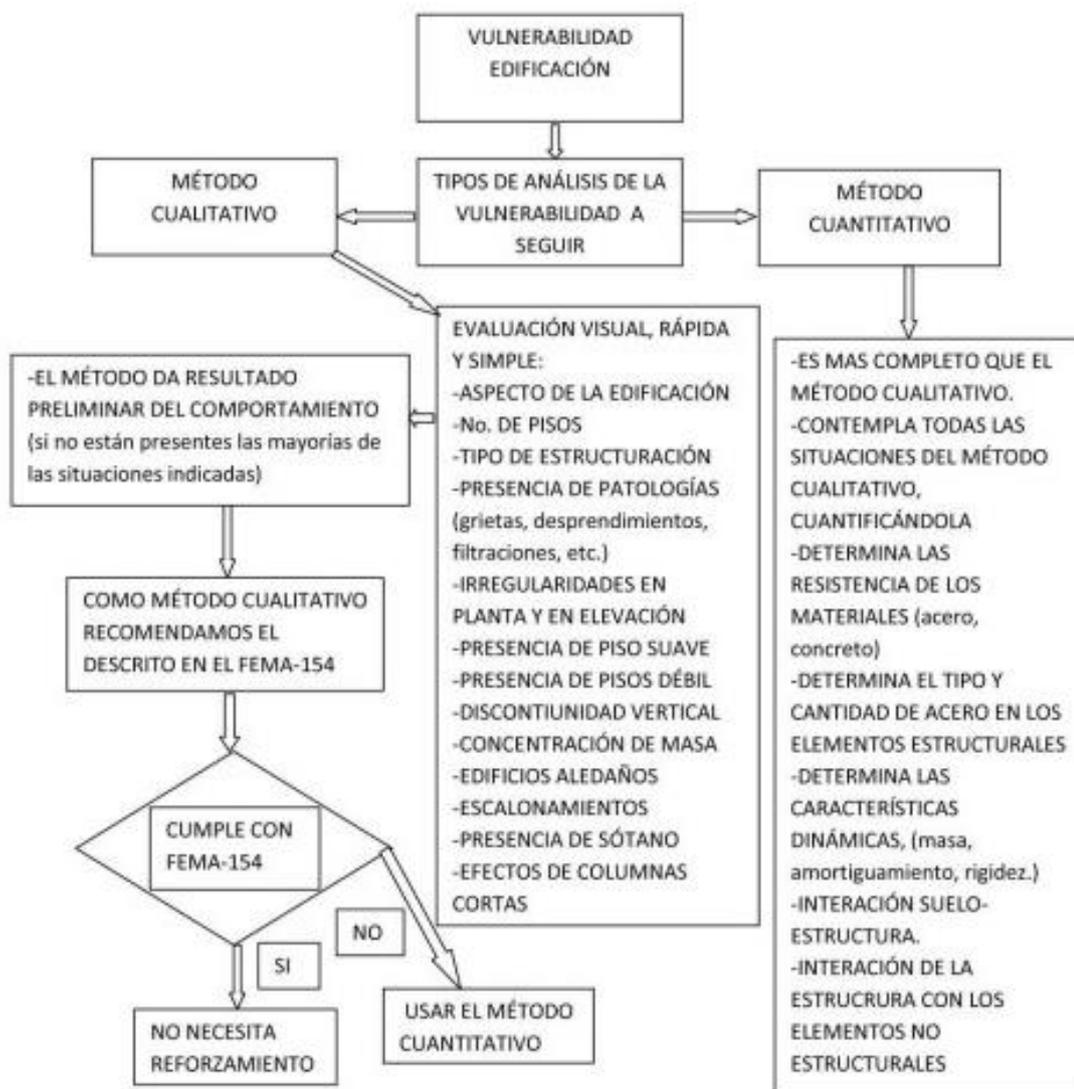


Figura 4. Matriz de vulnerabilidad sísmica

Tomado de: (Hernandez, 2011), p. 258.

2.6 PELÍGRO SÍSMICO

La peligrosidad sísmica es la probabilidad y causas que traen consigo los sismos a nivel económico y social. También abarca las consecuencias que estos eventos tienen en diferentes tipos de estructuras, proporcionando un parámetro específico que permite medir el movimiento del terreno. (Carpio, 2023)

Probabilidad de ocurrencia = $1 - (1 - 1/Tr)^t$

donde Tr es el tiempo de retorno y t es el número de años a analizar.

Podemos notar que el riesgo de que ocurra un terremoto en Ecuador es considerablemente alto debido a su ubicación geográfica, ya que está situado en una zona de alta actividad sísmica.

2.7 RIESGO SÍSMICO

El riesgo sísmico se refiere a la probabilidad de que ocurran pérdidas humanas y daños debido a un sismo en un período de tiempo determinado.

Mamposita (2021), señala que el riesgo sísmico es el resultado tres factores: amenaza sísmica, la cual está relacionada con los movimientos telúricos que pueden suceder en un sitio; exposición, el cual indica el número de personas e infraestructuras que hay en un lugar y que pueden verse afectados por el suceso de un evento sísmico, y por último la vulnerabilidad, el cual relaciona con la capacidad que tienen las edificaciones para resistir frente a un evento sísmico.

2.8 MÉTODOS DE ANÁLISIS

Según la NEC_SE_RE (2015). (Rehabilitación sísmica de estructuras) menciona que entre los métodos más usados en el análisis estructural se encuentran:

- Análisis lineal estático
- Análisis No-lineal estático

2.9 ANÁLISIS ESTÁTICO LINEAL

La mayoría de las estructuras de hormigón armado se diseñan considerando momentos, esfuerzos de corte y fuerzas axiales bajo suposiciones elásticas. Sin embargo, el dimensionamiento real de los elementos se realiza utilizando modelos de resistencia que

reconocen que tanto la sección como el elemento pueden presentar una respuesta inelástica bajo condiciones de sobrecarga.

El análisis estático lineal se establece mediante el método basado en fuerzas, y es esencial en el diseño sismorresistente de cualquier tipo de estructura. Este tipo de metodología sostiene que las estructuras deben ser diseñadas para soportar fuerzas sísmicas e identificar los efectos relacionados.

Cabrera (2021) señala que el análisis estático lineal determina los desplazamientos, las deformaciones unitarias, las tensiones y fuerzas de reacción bajo el efecto de cargas ejercidas.

Para llevar a cabo este método de análisis estructural, se aplica la norma sismo resistente NEC-15 de Ecuador.

2.10 ZONIFICACIÓN SISMICA DE QUITO

El mapa sísmico del Ecuador nos muestra cómo se encuentra la ciudad de Quito frente a la peligrosidad sísmica.

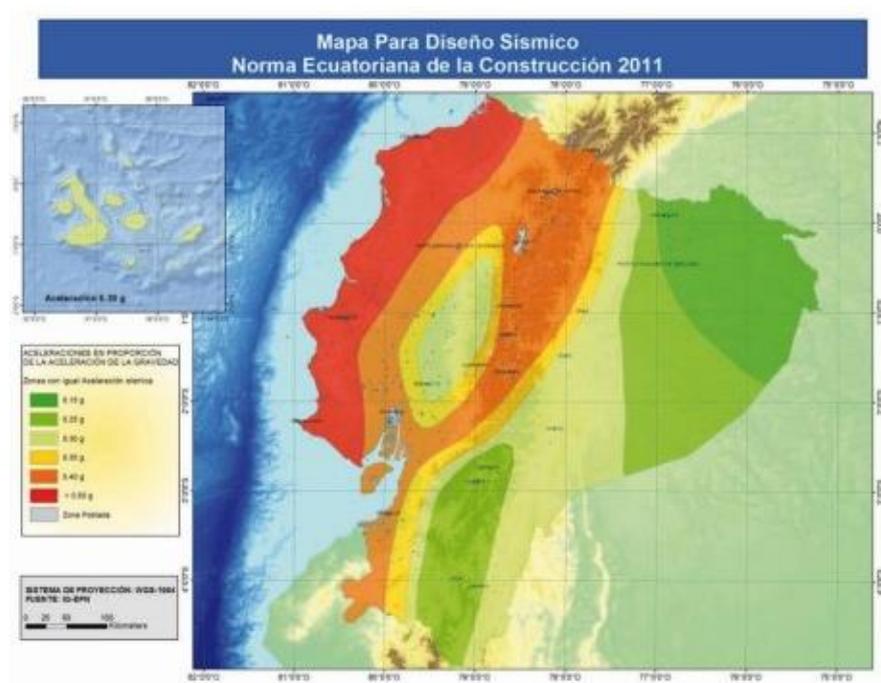


Figura 5. Mapa de zonificación sísmica

Tomado de: (NEC-SE-DS, 2015), p. 27.

La Tabla No.1 indica los valores del factor Z que se usan en diseño sismo resistente, según la zona sísmica correspondiente.

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Tabla 1. Valores de Z en función de la zona sísmica adoptada

Fuente: Idem, p. 27.

Según los valores de la Tabla No.1 y la ubicación geográfica de la Ciudad de Quito, el valor del factor z es de 0.40, lo que indica una alta amenaza sísmica. Esto se debe a las características locales del suelo, que influyen directamente en la respuesta de las estructuras.

Chavez (2016) menciona que los suelos duros reducen las amplitudes de las señales sísmicas, mientras que los suelos blandos las aumentan. Por esta razón, las normativas sísmicas incluyen un factor de amplificación que tienen en cuenta las condiciones locales del suelo.

En los estudios de microzonificación se determinan los períodos de vibración del suelo, un dato crucial para los Proyectistas Estructurales. En sus diseños, deben asegurarse de que el período de vibración de la estructura esté significativamente separado del período de vibración del suelo, evitando así el efecto de resonancia durante un sismo. La resonancia ocurre cuando la estructura y el suelo vibran a la misma frecuencia, lo que provoca una amplificación constante de la amplitud del sistema oscilante y puede resultar en movimientos extremadamente grandes de la estructura. (Caicedo, 2014)

2.11 ESPECTRO DE DISEÑO DE ACUERDO CON LA NEC-2015

El espectro de diseño puede expresarse mediante un espectro de respuesta que toma en cuenta las condiciones geológicas, tectónicas, sismológicas y del tipo de suelo vinculadas con la localización de la estructura. (NEC-SE-DS, 2015)

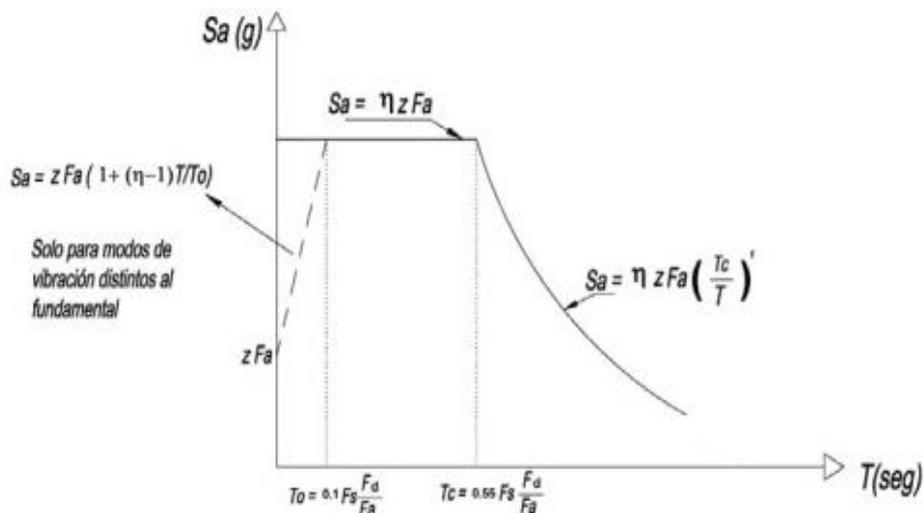


Figura 6. Espectro sísmico elástico de aceleraciones

Fuente: Idem, p. 33.

Para determinar el espectro de respuesta se tiene las siguientes ecuaciones:

- Espectro de respuesta elástico para $0 \leq T \leq T_c$.

Ecuación 1

$$S_a = \eta * Z * F_a$$

- Espectro de respuesta elástico para $T > T_c$.

Ecuación 2

$$S_a = \eta * Z * F_a * \left(\frac{T_c}{T}\right)^r$$

- Espectro de respuesta elástico para $0 \leq T \leq T_0$.

Ecuación 3

$$S_a = Z * F_a * \left[1 + (n + 1) * \left(\frac{T}{T_0}\right)\right]$$

- Periodo límite de vibración inicial.

Ecuación 4

$$T_o = 0,10 * F_s * \left(\frac{F_d}{F_a}\right)$$

- Periodo límite de vibración final.

Ecuación 5

$$T_c = 0,55 * F_s * \left(\frac{F_d}{F_a}\right)$$

Dónde:	
η	Razón entre la aceleración espectral S_a ($T = 0.1$ s) y el PGA para el periodo de retorno seleccionado.
F_s	Coefficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo cortó. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de aceleraciones para diseño en roca, considerando los efectos de sitio
F_d	Coefficiente de amplificación de suelo. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio
F_a	Coefficiente de amplificación de suelo. Considera el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del periodo del sitio que depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos
S_a	Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad g). Depende del periodo o modo de vibración de la estructura
T	Periodo fundamental de vibración de la estructura
T_o	Periodo limite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño
T_c	Periodo limite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño
Z	Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad g

Fuente: Idem, p. 33.

2.12 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS SEGÚN LA NEC-2015

Se reconocen seis clases de perfiles de suelo que se describen en la Tabla 2.

Tipo de Perfil.	Descripción	Definición.
A	Perfil de roca componente.	$V_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media.	1500 m/s > $V_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s > $V_s \geq 360$ m/s
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100$ Kpa
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $V_s \geq 180$ m/s
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ 100 kPa > $S_u \geq 50$ kpa
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180$ m/s
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50$ kPa
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:	
	F1—Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	
	F2—Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H >3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).	
	F3—Arcillas de muy alta plasticidad (H >7.5 m con índice de Plasticidad IP >75)	
	F4—Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H >30m)	
	F5—Suelos con contrastes de impedancia α ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.	
	F6—Rellenos colocados sin control ingenieril.	

Tabla 2. Tipos de suelo según la NEC-2015.

Fuente Idem, p. 30.

2.13 COEFICIENTES DE PERFIL DEL SUELO (Fa, Fd, Fs)

En la Tabla 3 se presentan los valores del coeficiente Fa, que incrementa las ordenadas de las aceleraciones del espectro de respuesta elástico para el diseño en roca, teniendo en cuenta los efectos del sitio. (NEC-SE-DS, 2015)

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.5.4					

Tabla 3. Tipo de suelo y factores de sitio F_a

Fuente: Idem, p. 31.

La Tabla 4 presenta los valores del coeficiente F_d , que eleva las ordenadas del espectro de respuesta elástico a los desplazamientos en el diseño de estructuras sobre roca, considerando los efectos del sitio. (NEC-SE-DS, 2015)

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Tabla 4. Tipos de suelo y factores de sitio F_d

Fuente: Idem, 31.

La Tabla 5 presenta los datos del coeficiente F_s , considerando el comportamiento no lineal de los suelos, además de la degradación del período del sitio, la cual se basa en la intensidad y frecuencia de la excitación sísmica, así como los desplazamientos relativos del suelo, aplicados a los espectros de aceleraciones y desplazamientos. (NEC-SE-DS, 2015)

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Tabla 5. Tipos de suelo y factores de sitio F_s

Fuente: Idem, p. 32.

2.14 COEFICIENTE DE IMPORTANCIA I

El objetivo del factor I es incrementar la demanda sísmica en el diseño de estructuras que, debido a su uso o importancia, deben mantenerse en funcionamiento o sufrir daños mínimos durante y después del sismo. (NEC-SE-DS, 2015)

Para el análisis estático lineal y no lineal, en este caso tomamos el valor de 1.

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coefficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Tabla 6. Tipos de uso e importancia de la estructura

Fuente: Idem, p. 39.

2.15 CONFIGURACIÓN EN PLANTA Y ELEVACIÓN

Arquitectos y diseñadores estructurales procuran que la configuración de la estructura sea sencilla y regular para conseguir un desempeño sísmico apropiado.

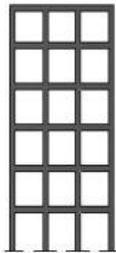
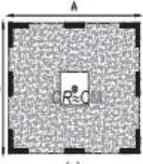
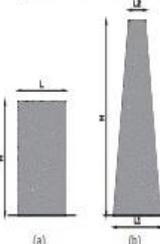
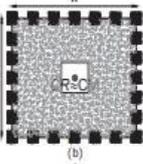
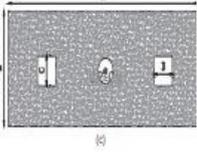
CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN $\phi_E=1$		CONFIGURACIÓN EN PLANTA $\phi_P=1$	
La altura de entresolio y la configuración vertical de sistemas apertados, es constante en todos los niveles. $\phi_E=1$		La configuración en planta ideal en un sistema estructural es cuando el Centro de Rigidez es semejante al Centro de Masa. $\phi_P=1$	
La dimensión del muro permanece constante a lo largo de su altura o varía de forma proporcional. $\phi_E=1$			
			

Tabla 7. Configuración en Planta y elevación

Fuente: Idem, p. 48.

Los coeficientes de configuración estructural incrementan el valor del cortante de diseño para proporcionar una resistencia superior a la estructura; no obstante, no aseguran que la edificación tenga un comportamiento sísmico apropiado. Por lo tanto, es recomendable reducir al mínimo la aparición de las irregularidades tanto en planta como en elevación. (NEC-SE-DS, 2015)

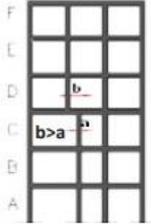
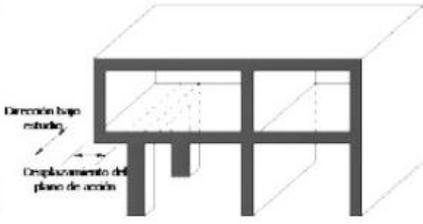
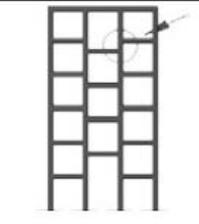
IRREGULARIDADES EN ELEVACIÓN		IRREGULARIDADES EN PLANTA
<p>Ejes verticales discontinuos o muros soportados por columnas. La estructura se considera irregular no recomendada cuando existen desplazamientos en el alineamiento de elementos verticales del sistema resistente, dentro del mismo plano en el que se encuentran, y estos desplazamientos son mayores que la dimensión horizontal del elemento.</p>		<p>Desplazamiento de los planos de acción de elementos vertical.</p> <p>Una estructura se considera irregular no recomendada cuando existen discontinuidades en los ejes verticales, tales como desplazamientos del plano de acción de elementos verticales del sistema resistente.</p> 
<p>Piso débil-Discontinuidad en la resistencia. La estructura se considera irregular no recomendada cuando la resistencia del piso es menor que el 70% de la resistencia del piso inmediatamente superior, (entendiéndose por resistencia del piso la suma de las resistencias de todos los elementos que comparten el cortante del piso para la dirección considerada).</p>		
<p>Columna corta Se debe evitar la presencia de columnas cortas, tanto en el diseño como en la construcción de las estructuras.</p>		

Tabla 8. Irregularidades en planta y elevación

Fuente: Idem, p. 49.

2.16 FACTOR DE REDUCCIÓN “R”

El factor R permite disminuir las fuerzas sísmicas consideradas en el diseño, siempre que las estructuras y sus conexiones se diseñen con un mecanismo de falla anticipado y una ductilidad apropiada. Esto implica que el daño debe enfocarse en zonas diseñadas específicamente para actuar como rótulas plásticas. (Velásquez, 2022)

Sistemas Estructurales de Ductilidad Limitada	R
Pórticos resistentes a momento	
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM , limitados a viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros.	3
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM con armadura electrosoldada de alta resistencia	2.5
Estructuras de acero conformado en frío, aluminio, madera, limitados a 2 pisos.	2.5
Muros estructurales portantes	
Mampostería no reforzada, limitada a un piso.	1
Mampostería reforzada, limitada a 2 pisos.	3
Mampostería confinada, limitada a 2 pisos.	3
Muros de hormigón armado, limitados a 4 pisos.	3

Tabla 9. Coeficientes de reducción sísmica

Fuente: Idem, p. 65.

2.17 CORTANTE BASAL

El cortante basal, denominado como cortante de base, es la fuerza que incide en la base de una estructura en situaciones de carga extremadamente alta. Esta fuerza se logra obtener al sumar las fuerzas laterales ejercidas en cada nivel de la estructura, y su cálculo puede realizarse mediante la fórmula siguiente:

Ecuación 6

$$V = \frac{I * S_a}{R * \phi_p * \phi_e} * W$$

Dónde	
$S_a(T_a)$	Espectro de diseño en aceleración; véase en la sección [3.3.2]
O_p y O_E	Coefficientes de configuración en planta y elevación; véase en la sección [5.3]
I	Coefficiente de importancia; se determina en la sección [4.1]
R	Factor de reducción de resistencia sísmica; véase en la sección [6.3.4]
V	Cortante basal total de diseño
W	Carga sísmica reactiva; véase en la sección [6.1.7]
T_a	Periodo de vibración; véase en la sección [6.3.3]

Tabla 10. Cortante basal

Fuente: Idem, p. 61.

2.18 DERIVAS DE PISO

Es importante evaluar el diseño lineal del edificio mediante derivas inelásticas para garantizar que la estructura no sufra desplazamientos relativos excesivos entre niveles consecutivos. Además, esto confirma que la rigidez estructural es adecuada para resistir el sismo de diseño. (Velásquez, 2022)

Según la normativa NEC-SE-DS (2015), no se deben exceder el 2% las derivas máximas de cada piso, lo que representa la deriva inelástica en estructuras de concreto armado.

Estructuras de:	Δ_M máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

Tabla 11. Tabla de derivas máximas

Fuente: Idem, p. 40.

2.18.1 DERIVA INELASTICA

La deriva máxima inelástica se calcula con la siguiente ecuación:

Ecuación 7

$$\Delta M = 0.75 * R * \Delta E$$

donde:

ΔM : Deriva máxima.

R : Factor de reducción de resistencia sísmica

ΔE : Desplazamiento obtenido en aplicación de fuerzas laterales de diseño. (NEC-SE-DS, 2015)

2.19 ACELERACIÓN ESPECTRAL DE DISEÑO

La aceleración espectral de diseño (S_a) está condicionada por el periodo de vibración de la estructura (T_a). Por lo tanto, se determina primero el período de vibración utilizando la siguiente formula:

Ecuación 8

$$T = Ct h_n^\alpha$$

donde:

T : Período de vibración.

h_n^α : Altura máxima de la edificación de n pisos, medida desde la base de la estructura, en metros.

Ct : Coeficiente que depende del tipo de edificio

Tipo de estructura	C_t	α
Estructuras de acero		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
Pórticos especiales de hormigón armado		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

Tabla 12. Coeficientes para calcular el periodo en función de la altura

Fuente: Idem, p. 62.

2.20 MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN

El Módulo de Elasticidad del Hormigón, también conocido como Módulo de Young es un indicador mecánico muy importante utilizado para evaluar la rigidez del material y los desplazamientos en el diseño estructural y se establece basándose en la resistencia a la compresión. (Chele, 2019)

La Norma Ecuatoriana de la Construcción, Estructura de Hormigón Armado NEC-SE-HM establece la ecuación $E_c = 4700 * \sqrt{f'c}$ [MPa) para determinar el valor del módulo de elasticidad en hormigón de densidad normal, derivada de la ecuación dictada por el Comité A.C.I. 318. (Chele, 2019)

Calderón (2021) menciona que la ecuación anterior no se ajusta a nuestra realidad, por lo que indica que el módulo de elasticidad de los agregados varía dependiendo el lugar donde se encuentre este.

Por esta razón, en nuestro estudio se analizó en diferentes tesis la determinación del módulo de elasticidad de los hormigones suministrados por parte de diferentes hormigoneras en distintas obras civiles de la ciudad de Quito.

Cabrera (2014) propuso las siguientes ecuaciones alternativas a las sugeridas por el A.C.I .318 para el cálculo del módulo de elasticidad del hormigón en función a su resistencia promedio, con base en los resultados experimentales obtenidos para diferentes resistencias de hormigones a edades de 7, 14 y 28 días, teniendo las siguientes ecuaciones:

- **Hormigonera Equinoccial**

Ecuación 9

$$E_c = 12380\sqrt{f'_c} \left(\frac{kg}{cm^2}\right)$$

- **Hormigonera Methorm**

Ecuación 10

$$E_c = 12315\sqrt{f'_c} \left(\frac{kg}{cm^2}\right)$$

- **Hormigonera Quito**

Ecuación 11

$$E_c = 12500\sqrt{f'_c} \left(\frac{kg}{cm^2}\right)$$

Para nuestro estudio, se optó utilizar cualquiera de las tres alternativas propuestas para el valor del módulo de elasticidad, en este caso tomaremos como referencia el valor $E_c = 12380\sqrt{f'_c} \left(\frac{kg}{cm^2}\right)$ de la hormigonera Equinoccial para el respectivo modelamiento estructural.

2.21 ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER)

El análisis estático no lineal, conocido como análisis pushover, es una metodología para evaluar la respuesta no lineal de una estructura. En este tipo de análisis, se determinan los valores máximos de respuesta de un edificio, en lugar de su comportamiento a lo largo del tiempo. (Mora, 2006)

Este análisis se basa en dos conceptos fundamentales: la capacidad y la demanda. La capacidad se refiere a las características inherentes del edificio, como la geometría de sus

componentes, la cantidad de refuerzo y las propiedades de los materiales, incluyendo rigidez y ductilidad. Por otro lado, la demanda está relacionada con un sismo específico, representado por un acelerograma o un espectro de diseño, e indica las fuerzas y deformaciones que este impone en la estructura. A diferencia de la capacidad, la demanda no es un valor constante, ya que varía según las fuerzas externas o las aceleraciones que afectan al edificio. (Mora, 2006)

2.22 CURVA DE CAPACIDAD

Para evaluar la capacidad de una edificación, es necesario construir la curva de capacidad. Esta curva se obtiene graficando los valores máximos del cortante basal y el desplazamiento en el último piso del edificio. El proceso para construir esta curva implica aplicar cargas laterales de manera monótonica, incrementándolas gradualmente hasta que la estructura colapse. En la figura 7 se puede ver un esquema de las fuerzas aplicadas en cada piso de la estructura, donde la suma de todas estas fuerzas es igual al cortante basal V . (Mora, 2006)

Con este método, es posible identificar la secuencia en la que se producen el agrietamiento, la fluencia y el fallo de los elementos estructurales y no estructurales. También permite determinar los estados límites de servicio y describir las deformaciones y cortes en la estructura, conforme a la curva de capacidad. (Ortega, 2022)

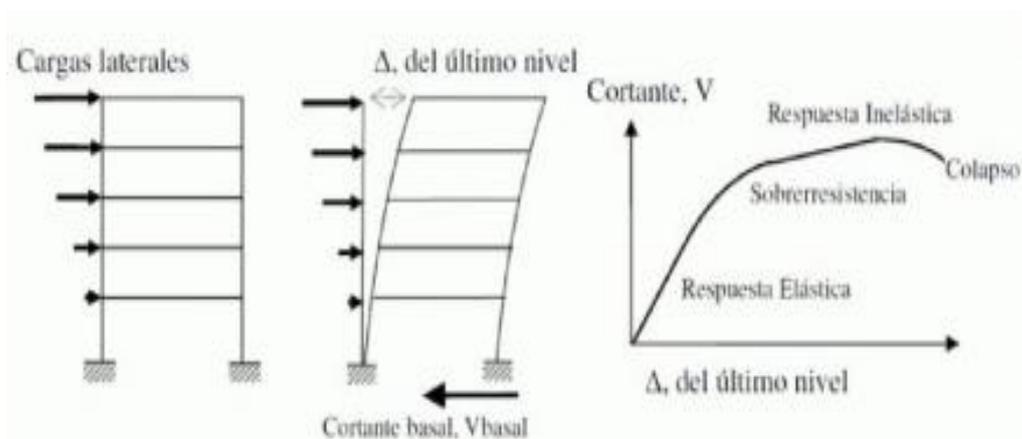


Figura 7. Secuencia del proceso de análisis no lineal (pushover)

Tomado de: Idem, p. 42.

2.23 ESTADOS DE DAÑO

Las matrices de probabilidad de daño es una alternativa de relacionar la intensidad sísmica con los distintos estados de daño. Estas matrices representan la probabilidad de que una estructura alcance un nivel específico de daño cuando se ve expuesta a un sismo de determinada magnitud.

Estado de daño	Descripción
<p data-bbox="347 645 411 674">Leve</p> 	<p data-bbox="531 701 1353 801">Se observan fisuras en los extremos de los elementos, se producen por flexión y corte.</p>
<p data-bbox="320 891 438 920">Moderado</p> 	<p data-bbox="531 891 1353 1115">La mayor parte de vigas y columnas en sus extremos presentan fisuras. Adicionalmente en pórticos dúctiles se observa que algunos elementos han alcanzado el punto de fluencia. Es decir, llegaron al máximo límite elástico, por este motivo las fisuras son pronunciadas.</p>
<p data-bbox="339 1178 422 1207">Severo</p> 	<p data-bbox="531 1178 1353 1469">Algunos elementos estructurales alcanzan el momento en que el hormigón experimenta la máxima deformación útil bajo compresión. En los elementos no dúctiles, se observa que fallan por cortante, además de que las armaduras de ciertos elementos han sufrido deformaciones significativas o incluso se han roto. En estas circunstancias, la estructura se encuentra severamente dañada.</p>
<p data-bbox="323 1503 438 1532">Completo</p> 	<p data-bbox="531 1626 1353 1715">La estructura colapsa, en el caso que la estructura siga en pie después del evento sísmico debe ser demolida.</p>

Figura 8. Niveles de daños estructurales

Tomado de: (Santos, 2018), p. 18.

2.24 RÓTULA PLÁSTICA

Una rótula plástica se define como el punto donde la sección alcanza su capacidad máxima para resistir el mayor momento flector y a partir de ahí solo experimenta rotación.

La Norma Ecuatoriana de la construcción NEC-15, establece que las rótulas plásticas se forman en los estribos de confinamiento, cerca de la conexión viga-columna ya que en esta área la cantidad de estribos varía considerablemente.

En la siguiente figura se muestra el comportamiento de las rotulas para elementos de hormigón armado en función de la fuerza vs deformación, donde el significado de los puntos se detalla a continuación:

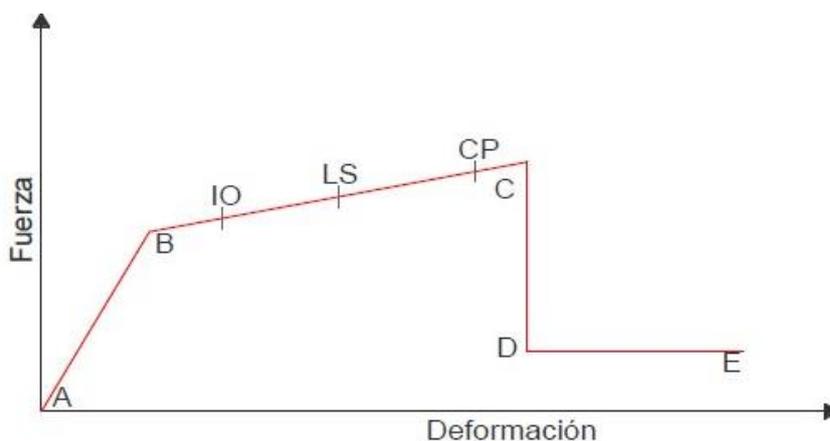


Figura 9. Curva generalizada para elementos de hormigón armado.

Tomado de: (Margoth, 2022), p. 8.

donde:

A: representa una condición sin carga lateral.

B: Inicio de fluencia efectiva.

C: Se observa una respuesta lineal con una disminución de la rigidez (momento en el que ocurre el endurecimiento por deformación).

D: Disminución de la resistencia lateral.

E: Colapso máximo.

2.25 NIVELES DE DESEMPEÑO DE UNA ESTRUCTURA

Esta metodología se enfoca en el diseño, construcción y mantenimiento de edificaciones que puedan tener un desempeño predecible durante un evento sísmico. El desempeño se mide por la cantidad de daños sufridos y cómo estos afectan las actividades posteriores al sismo. (Romero.P., 2023)

El nivel de desempeño determina los daños en la edificación y establece límites sobre los posibles fallos causados por el sismo. Existen cuatro niveles de desempeño, que se describen en la figura siguiente.

Estado de daño	Nivel de desempeño	Características principales
Despreciable	Totalmente	Daño estructural y no estructural despreciable o nulo.
	Operacional	Las instalaciones continúan prestando sus servicios y funciones después del sismo.
Ligero	Operacional	Daños ligeros. Las instalaciones esenciales continúan en servicio y las no esenciales pueden sufrir interrupciones de inmediata recuperación.
Moderado	Seguridad	Daños moderados. La estructura sufre daños, pero permanece estable. Seguridad de ocupantes. Algunos elementos no estructurales pueden dañarse.
Severo	Pre-Colapso	Daño estructural severo, en la proximidad del colapso estructural. Falla de elementos no estructurales. Seguridad de ocupantes comprometida.
Completo	Colapso	Colapso estructural

Figura 10. Niveles de desempeño

Tomado de: Idem, p. 16.

2.26 TIPOLOGIAS RESIDENCIALES DEL DMQ

“A finales de 2015, comenzó un proyecto para recolectar datos sobre la configuración geométrica y estructural de 11,556 edificios multifamiliares en Quito. Este proyecto se realizó

en colaboración con Global Earthquake Model (GEM), una organización que proporciona metodologías para analizar la vulnerabilidad sísmica en diversas ciudades del mundo. Primero, se llevó a cabo un análisis de zonificación del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) utilizando datos socioeconómicos y un muestreo inicial de las estructuras. Con esta información, se dividió el DMQ en zonas homogéneas y se seleccionaron las edificaciones que formarían parte del estudio, representando estructuras multifamiliares de hasta cuatro pisos. Al analizar los datos recolectados, se identificaron cuatro tipos de edificaciones recurrentes en la muestra, la cuales se muestran a continuación”. (Celi P.S.A., 2018)

Tipología	Anexo	Observaciones
Tipología 1		<ul style="list-style-type: none"> • Edificaciones de un piso con techos de zinc, eternit o hormigón. • Dimensiones entre ejes de 3 metros. • Rango de 2.40 a 3.20 metros. • Bloques de hormigón de 0.40 metros.
Tipología 2		<ul style="list-style-type: none"> • Edificaciones de dos a tres pisos. • Irregularidad en planta tipo “L”. • Entrepisos de hormigón.
Tipología 3		<ul style="list-style-type: none"> • Edificaciones de dos a tres pisos. • Forma en planta rectangular. • Entrepisos de hormigón.
Tipología 4		<ul style="list-style-type: none"> • Edificaciones de cuatro a seis pisos. • Forma en planta rectangular. • Entrepisos de hormigón.

Figura 11. Tipos de tipologías en el DMQ

Tomado de: Idem, p. 46-48.

2.27 ENSAYO NO DESTRUCTIVOS EN HORMIGÓN

2.27.1 ESCLERÓMETRO

El ensayo con el esclerómetro se lleva a cabo golpeando un pistón contra el elemento estructural para medir la fuerza del rebote, lo que ayuda a evaluar la resistencia del hormigón.

Este método utiliza un martillo de impacto compuesto por varias partes esenciales: un cuerpo externo, un émbolo, un martillo y un resorte.

Durante el procedimiento, se extiende el émbolo hasta que toca la superficie del hormigón, mientras un mecanismo de seguridad se activa en la parte superior del émbolo.

Luego, se presiona el cuerpo externo del equipo, manteniendo el émbolo en contacto con el hormigón, para que el resorte y el martillo se preparen para el impacto.

Cuando el cuerpo del instrumento alcanza el final de su recorrido, el seguro se libera, permitiendo que el resorte accione el martillo, el cual impacta la parte superior del émbolo. Este golpe transfiere parte de la energía al hormigón, provocando un rebote que se registra en un indicador para evaluar la dureza del material. (Cáceres, 2023)

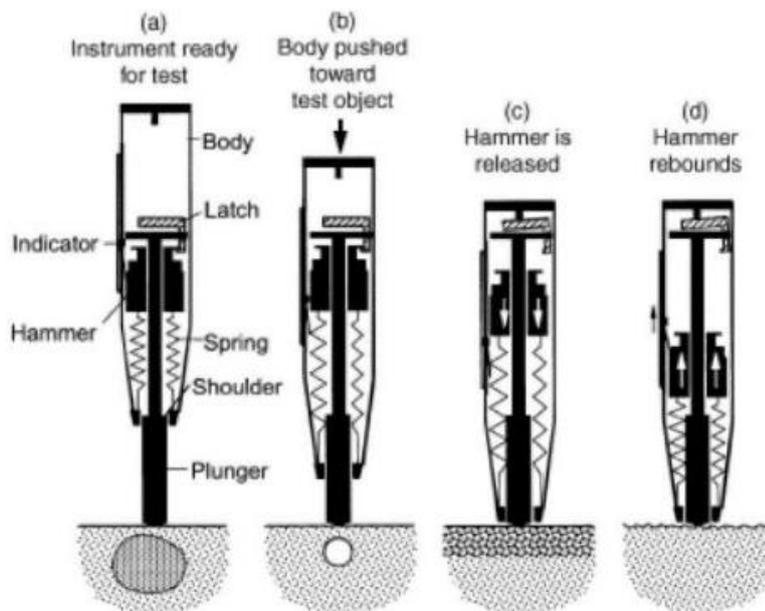


Figura 12. Esquema típico de aplicación del esclerómetro

Tomado de: (Loor, 2019), p. 95.

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

3.1 DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA DEL SECTOR

El barrio “La México” se encuentra ubicada en el sector sur de Quito en la parroquia de Chimbacalle, cuenta con una extensión de 34.5 hectáreas. Cada vivienda cuenta con alrededor de 300 metros de construcción.



Figura 13. Descripción geográfica del Barrio La México.

Fuente: (MDMQ, 2018), p. 11.

3.2 ESPECIFICACIONES DE LA EDIFICACIÓN

La vivienda analizada cuenta con las siguientes características:

- Sistema estructural pórtico hormigón armado.
- Dimensión de columnas:

Columna central: 25x30 cm (ambos pisos)

Otras columnas: 25x25cm (ambos pisos)

- Dimensión de vigas bandas de 25 x 20 cm (ambos pisos)
- Losa bidireccional con un peralte de 20 cm. (ambos pisos)
- Área aproximada de la vivienda: 49 m².



Figura 14. Vista fachada principal de la edificación que será evaluada.

Fuente: Propia

3.3 RECOLECCIÓN DE DATOS

Para llevar a cabo este estudio, se realizó una recopilación inicial de información sobre el estado de las estructuras. El objetivo fue entender su condición actual y realizar una evaluación más detallada mediante la encuesta que se presenta a continuación:

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	
N.-Piso :	
N.- Casa:	
Antigüedad de construcción:	
Referencia básica visual de la edificación:	
Realizado por:	
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	
Profesional <input type="checkbox"/>	Maestro Constructor <input type="checkbox"/>
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Dimensión: _____	
Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación: _____	
6. Ha realizado una reforzamiento en la estructura.	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Especifique: _____	
7. Que tipo de patologia (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique _____	

Figura 15. Modelo de encuesta

Fuente: Propia

3.4 ANÁLISIS DE EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA SUGERIDA POR LA NEC15 Y SU ENFOQUE PROPUESTO.

La Norma NEC-15 establece un procedimiento para evaluar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las estructuras mediante un formulario de inspección visual rápida. Este formulario consta con varios parámetros tal como el esquema de la edificación, la tipología del sistema estructural, modificadores y puntaje final para conocer el grado de vulnerabilidad de la estructura más vulnerable.

Una vez completada la evaluación visual, se tabulan los resultados y se selecciona la edificación que se considere más vulnerable entre las analizadas. Para profundizar en el diagnóstico, se realizan ensayos no destructivos utilizando un esclerómetro, que permite determinar la resistencia del hormigón ($f'c$) en columnas y vigas.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES														
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN		DATOS DE LA EDIFICACIÓN												
		Dirección:												
		Nombre de la edificación:												
		Sitio de referencia:												
		Tipo de uso:						Fecha de evaluación:						
		Año de construcción:						Año de remodelación:						
		Área de construcción :						Número de pisos:						
		DATOS DEL PROFESIONAL												
		Nombre del evaluador:												
		C.I:												
Registro SENESCYT:														
FOTOGRAFÍAS														
TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL														
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado				C1	Pórtico Acero Laminado				S1			
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales				C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales				S2			
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H.Armado con mampostería confinada sin refuerzo				C3	Pórtico Acero Doblado en frío				S3			
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX						Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado				S4			
		H. Armado prefabricado				PC	Pórtico Acero con paredes mampostería				S5			
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
Tipología del sistema estructural		W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico		4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN														
Baja altura (menor a 4 pisos)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)		N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)		N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN														
Irregularidad vertical		-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1	-1	-1
Irregularidad en planta		-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN														
Pre - Código(construido de 1977) o auto construcción		0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,8	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2001)		1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
TIPO DE SUELO														
Tipo de suelo C		0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D		0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
Tipo de suelo E		0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
PUNTAJE FINAL, S														
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
S < 2,0		Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												
2,0 > S > 2,5		Media vulnerabilidad												
S > 2,5		Baja vulnerabilidad												
												Firma responsable de evaluación		
OBSERVACIONES:														

Tabla 13. Formulario de evaluación visual rápida de vulnerabilidad sísmica de edificaciones

Fuente: (MIDUVI, 2015), p. 125.

3.5 ENSAYOS Y MODELADO

En esta sección describimos el método empleado para evaluar la resistencia del hormigón en la vivienda seleccionada, a través de un ensayo no destructivo que se describirá a continuación, posteriormente se realizará el modelamiento a través de un software que nos permita analizar el comportamiento de la estructura.

3.5.1 EJECUCIÓN DEL ENSAYO

El instrumento que se usó para realizar el ensayo fue un esclerómetro, este ensayo se lo realiza con la finalidad de no provocar daños, ni modificaciones en la estructura y su ágil procedimiento en cuanto a tiempo y costos.

Dicho ensayo se lo realizará en las vigas y columnas central, perimetral y esquinera de cada piso y así se obtendrá un promedio de la resistencia del hormigón para cada elemento estructural.

El procedimiento que se debe llevar a cabo para realiza el ensayo es el siguiente:

- Se debe limpiar la superficie de las columnas o vigas con la ayuda de la piedra lija.
- Colocamos la cuadrícula sobre la superficie, posteriormente el martillo se debe colocar de manera perpendicular hacia la superficie del elemento estructural a ser ensayado.
- Empujar gradualmente el martillo hacia la superficie del concreto hasta que este impacte y luego presionar el botón lateral para bloquear el embolo en su posición retraída.
- Finalmente registramos el número de rebote arrojado por el instrumento, este procedimiento se lo realiza en 10 puntos de la cuadrícula.



Figura 16. Ensayo de los elementos con el esclerómetro.

Fuente: Propia

3.5.2 SOFTWARE PARA EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL

El modelo matemático será desarrollado con el uso del software ETABS, dado a que es una herramienta que nos permite obtener los resultados deseados sobre el comportamiento de la estructura.

El proceso para obtener dichos resultados se sigue mediante los siguientes pasos:

- Establecer la geometría de la edificación, incluyendo los ejes de vigas y columnas.
- Introducimos los patrones de carga, tanto cargas vivas como cargas muertas.
- Determinamos el tipo de análisis.
- Finalmente se ejecuta y se obtiene los resultados requeridos.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA.

Una vez levantada la recopilación de datos de la encuesta realizada a los moradores del sector se pudo evidenciar que el uso de las viviendas es netamente residencial, además que el 85% de las edificaciones fueron construidas de manera informal, es decir no estuvieron a cargo de un técnico profesional y por lo tanto la mayoría de estas no cuentan con planos arquitectónicos, estructurales y de cimentación. Así mismo se pudo evidenciar que el 80% de las construcciones presentan una serie de patologías.

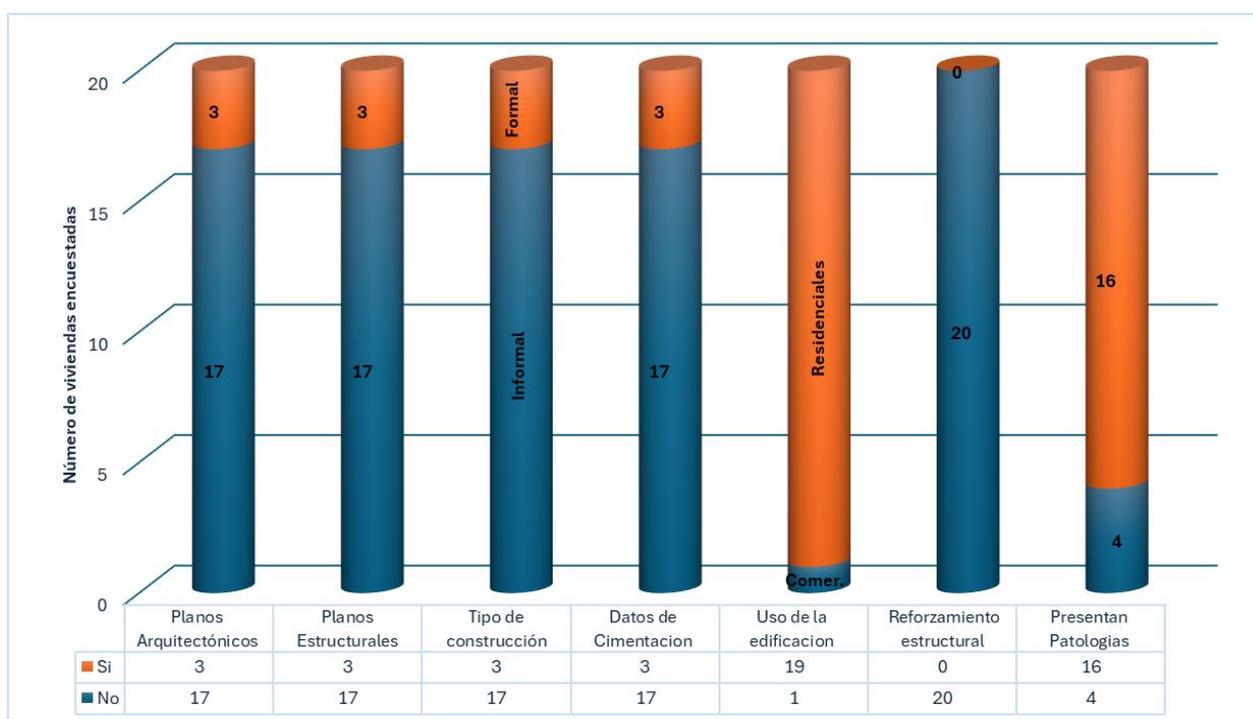


Figura 17. Detalle de datos obtenidos en la encuesta de vulnerabilidad

Fuente: Propia

4.2 RESULTADOS OBTENIDOS DEL FORMULARIO DE EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA A TRAVÉS DE LA NEC-15.

RESUMEN DEL FORMULARIO DE EVALUACIÓN RÁPIDA				
Número de viviendas	Tipología Estructural	Tipo de vulnerabilidad	Grado de vulnerabilidad sísmica	Patologías
Vivienda 1	Portico Hormigón Armado	Alta Vulnerabilidad	1,8	NO
Vivienda 2		Alta Vulnerabilidad	0,2	SI
Vivienda 3		Alta Vulnerabilidad	0,2	SI
Vivienda 4		Alta Vulnerabilidad	0,2	SI
Vivienda 5		Alta Vulnerabilidad	(-)0,8	SI
Vivienda 6		Alta Vulnerabilidad	0,7	SI
Vivienda 7		Alta Vulnerabilidad	0,7	SI
Vivienda 8		Alta Vulnerabilidad	0,7	SI
Vivienda 9		Alta Vulnerabilidad	0,2	SI
Vivienda 10		Alta Vulnerabilidad	0,7	SI
Vivienda 11		Alta Vulnerabilidad	0,7	SI
Vivienda 12		Alta Vulnerabilidad	0,7	SI
Vivienda 13		Baja Vulnerabilidad	2,8	NO
Vivienda 14		Alta Vulnerabilidad	0,2	SI
Vivienda 15		Alta Vulnerabilidad	0,7	SI
Vivienda 16		Alta Vulnerabilidad	0,4	SI
Vivienda 17		Alta Vulnerabilidad	0,7	NO
Vivienda 18		Baja Vulnerabilidad	2,8	SI
Vivienda 19		Baja Vulnerabilidad	2,8	NO
Vivienda 20		Alta Vulnerabilidad	0,7	SI

Tabla 14. Resumen del formulario de evaluación visual rápida

Fuente: Propia

La tabulación de los resultados obtenidos, hemos representado en un diagrama de pastel como se muestra a continuación:

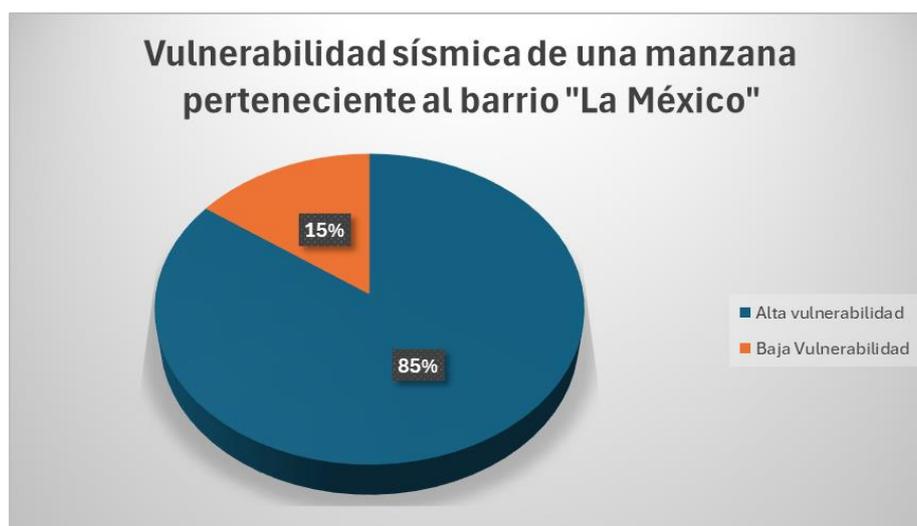


Figura 18. Detalle de resultados obtenidos en el formulario de evaluación visual rápida.

Fuente: Propia

Como resultado de las 20 viviendas evaluadas se determinó que el 85% de ellas presentan un alto grado de vulnerabilidad sísmica, debido al tipo de construcción informal que caracteriza la mayoría de las viviendas, mientras que solo el 15% de las viviendas presenta un bajo índice de vulnerabilidad sísmica.

La tabulación para determinar el número de pisos de las viviendas encuestas, se muestra a continuación:

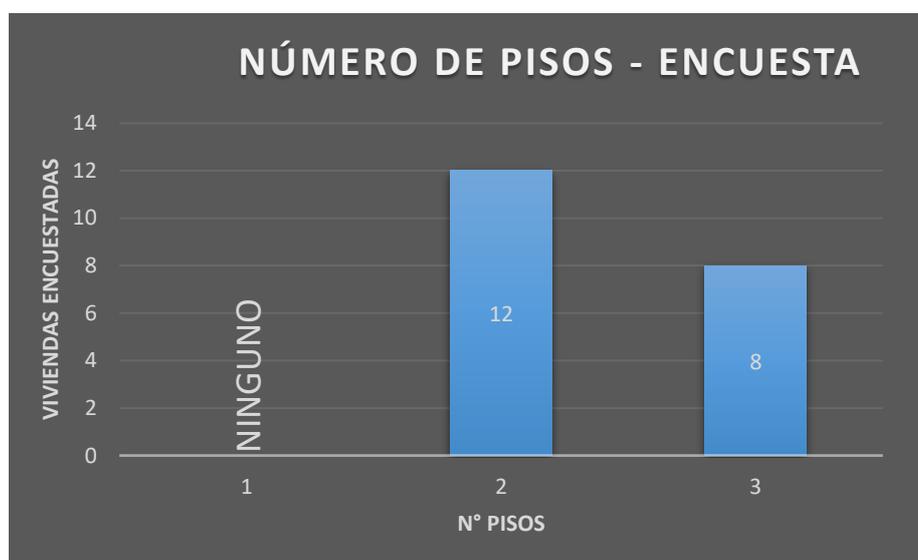


Figura 19. Número de pisos de las viviendas obtenidas a través de la encuesta.

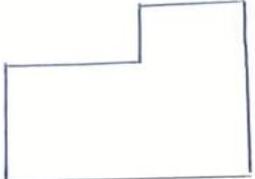
Fuente: Propia

A su vez la mayoría de las viviendas evaluadas son construcciones de entre 2 y 3 pisos, y algunas de ellas presentan irregularidades tanto en planta y elevación, afectando al sistema estructural lo que provoca un aumento de riesgo en el caso de un evento sísmico.

En consecuencia, las viviendas evaluadas corresponden a la tipología 2 según la clasificación establecida de acuerdo con el proyecto GEM-SARA, debido a sus características específicas. Por lo tanto, la vivienda que se estudiará para el análisis estructural tanto lineal y no lineal será la que se muestra en la figura 18.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

Planta.



Elevación



DATOS DE LA EDIFICACIÓN

Dirección: Cutuchi y UPUNS

Nombre de la edificación: Familia Tosquato

Sitio de referencia: _____ Fecha de evaluación: 10/11/2024

Tipo de uso: Residencial Año de remodelación: _____

Año de construcción: 2008 Número de pisos: 2

Area construida (m2): _____

DATOS DEL PROFESIONAL

Nombre del evaluador: Michael Tosquato

C.I. 1925071115

Registro SENESCYT _____



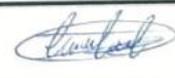
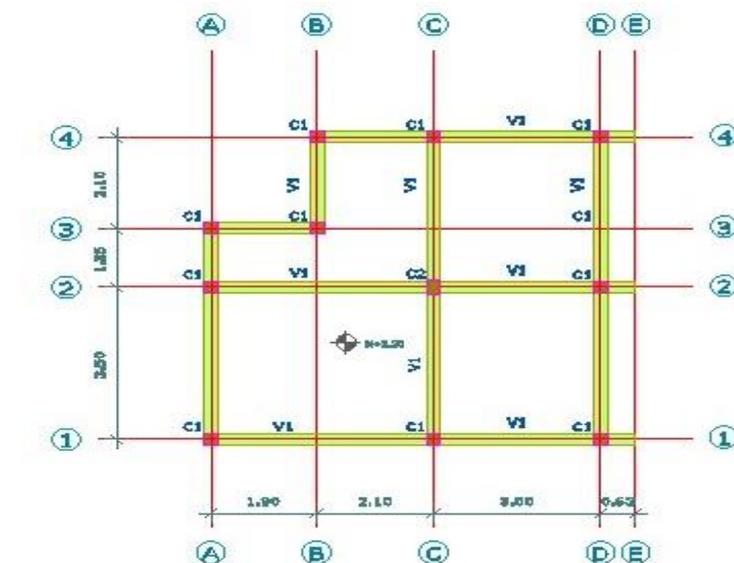
		TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL												
		W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Madera	W1					C1								S1
Mampostería sin refuerzo	URM					C2								S2
Mampostería reforzada	RM					C3								S3
Mixta acero-hormigón o mixta madera hormigón	MX					PC								S4
														S5
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5	
Tipología del sistema estructural	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2	
Puntaje básico														
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN														
Baja altura (menor 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4	
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.4	0.4	0.6	0.8	N/A	0.5	0.5	
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN														
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	
CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN														
Pre-código (construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2	
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1	
TIPO DE SUELO														
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-1.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	
Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-0.8	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8	
PUNTAJE FINAL, S														
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
S<2.4	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial										0,2			
2.0<S<2.5	Media vulnerabilidad													
S>2.5	Baja vulnerabilidad													
OBSERVACIONES														
Presenta humedad en el baño del primer piso.														

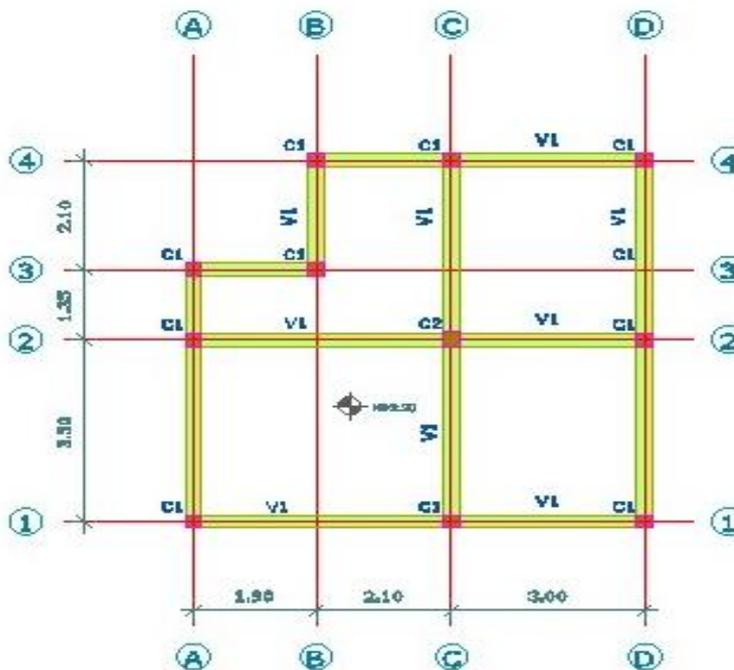
Figura 20. Formulario de evaluación visual rápida de la vivienda seleccionada para su respectivo análisis y modelado.

Fuente: Propia

A continuación, se presenta una referencia del plano de la vivienda visto desde una perspectiva en planta, el cual nos servirá para el respectivo modelamiento en ETABS.



PLANTA LOSA N+2.20
Ecc _____ 1:50



PLANTA LOSA N+4.80
Ecc _____ 1:50

Figura 21. Plano en planta de la vivienda.

Fuente: Propia

4.3 RESULTADOS DEL ENSAYO CON EL ESCLERÓMETRO

Para obtener el valor corregido de la resistencia a la compresión, se utilizó el factor de corrección por edad (α) especificado en la norma japonesa. Este factor está representado en años (días) y su correspondiente valor de corrección. Finalmente, el valor corregido se obtiene multiplicando el valor de rebote obtenido por el martillo por el factor mostrado en la siguiente tabla.

Años (días)	10	20	28	50	100	150	200	300	500	1000	3000
α_n	1.55	1.12	1.00	0.87	0.78	0.74	0.72	0.70	0.67	0.65	0.63

Tabla 15. Valor factor de corrección por edad (norma japonesa)

Fuente: Seiki (2015).

Ecuación 12

$$F_c \left(\frac{N}{mm^2} \right) = F \times \alpha_n$$

Ecuación (12) Factor de corrección

Fuente: Seiki (2015)

Los resultados obtenidos mediante el ensayo del esclerómetro fueron analizados en cada elemento estructural de la vivienda. Se realizaron seis ensayos en cada piso, dividiendo estos en dos columnas, dos vigas y dos paños de losa. A continuación, se presentan los resultados correspondientes a las vigas analizadas en la planta baja, donde se detalla el valor de impacto y la resistencia a la compresión en (kg/cm²) obtenida a través del ábaco.

El resto de los resultados obtenidos de columnas y losa se presentarán en la parte de Anexos.

Resultados de vigas perimetral y central planta baja.

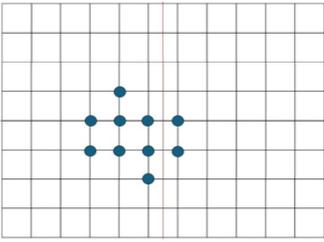
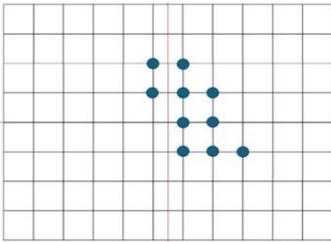
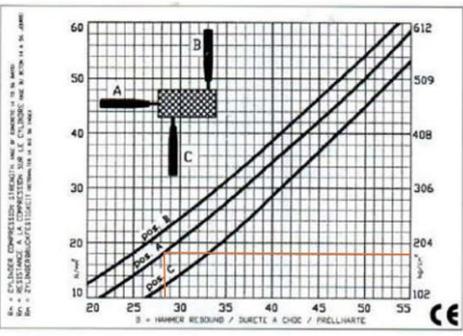
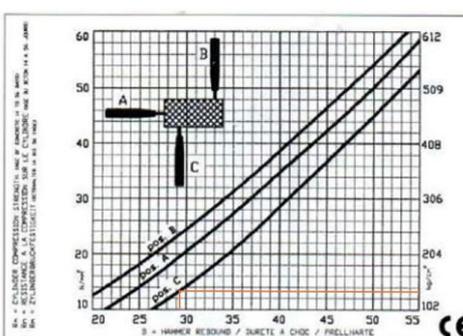
INFORMACIÓN DEL ELEMENTO ENSAYADO							
Fecha de prueba:	1/12/2024	Hora:	10:00	Temperatura:	18°C	Edad vivienda	3000 días
Piso				Planta baja			
Sección del elemento							
Viga perimetral				Viga central			
							
Lecturas del área de prueba	Elemento	Diferencia		Lecturas del área de prueba	Elemento	Diferencia	
1	30	1,4		1	30	0,6	
2	28	0,6		2	30	0,6	
3	28	0,6		3	29	0,4	
4	30	1,4		4	28	1,4	
5	28	0,6		5	31	1,6	
6	30	1,4		6	28	1,4	
7	28	0,6		7	30	0,6	
8	28	0,6		8	30	0,6	
9	28	0,6		9	30	0,6	
10	28	0,6		10	28	1,4	
Promedio de lecturas:		28,6		Promedio de lecturas:		29,4	
							
Factor por edad α (días):				0,63			
Resistencia f'c:	183,60	(kg/cm ²)		Resistencia f'c:	140,10	(kg/cm ²)	
Corrección por edad f'c:	115,67	(kg/cm ²)		Corrección por edad f'c:	88,26	(kg/cm ²)	

Tabla 16. Resultados del ensayo con el esclerómetro para vigas perimetral y central – Planta baja.

Fuente: Propia

Resultados de vigas perimetral y central segunda planta.

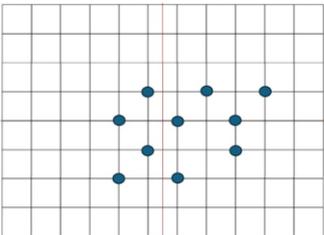
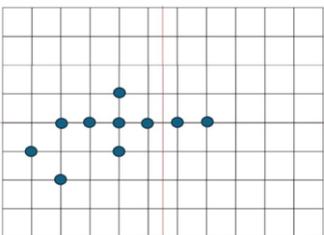
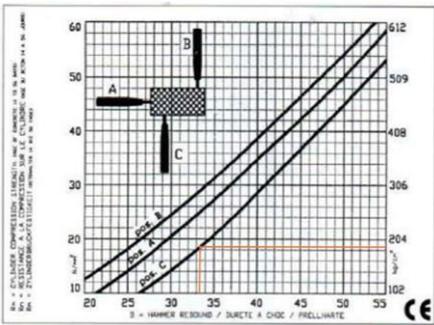
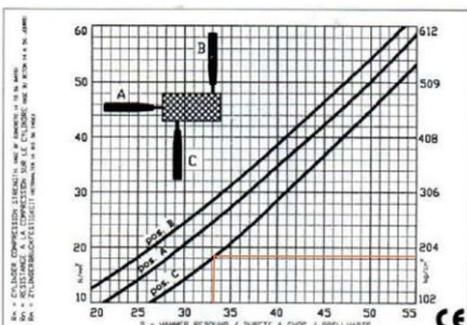
INFORMACIÓN DEL ELEMENTO ENSAYADO							
Fecha de prueba:	1/12/2024	Hora:	10:30	Temperatura:	18°C	Edad vivienda	3000 días
Piso				Segunda planta			
Sección del elemento							
Viga perimetral				Viga central			
							
Lecturas del área de prueba		Elemento	Diferencia	Lecturas del área de prueba		Elemento	Diferencia
1		32	1,2	1		34	0,9
2		34	0,8	2		34	0,9
3		34	0,8	3		34	0,9
4		32	1,2	4		33	0,1
5		34	0,8	5		34	0,9
6		33	0,2	6		32	1,1
7		34	0,8	7		32	1,1
8		33	0,2	8		32	1,1
9		33	0,2	9		34	0,9
10		33	0,2	10		32	1,1
Promedio de lecturas:		33,2		Promedio de lecturas:		33,1	
							
Factor por edad α (días):				0,63			
Resistencia $f'c$:		188,60	(kg/cm ²)	Resistencia $f'c$:		186,60	(kg/cm ²)
Corrección por edad $f'c$:		118,82	(kg/cm ²)	Corrección por edad $f'c$:		117,56	(kg/cm ²)

Tabla 17. Resultados del ensayo con el esclerómetro para vigas perimetral y central – Segunda planta.

Fuente: Propia

Finalmente se presenta una tabla resumen con los valores promedio de resistencia a la compresión del hormigón obtenidos en cada elemento estructural ensayado, los cuales se utilizarán para el respectivo modelado estructural.

TABLA RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS A TRAVES DEL ENSAYO CON EL ESCLERÓMETRO			
Elemento	Columnas		
Planta	Sección	Resistencia a la compresión	Resistencia promedio a la compresión (kg/cm²)
Primer piso	Perimetral	134.95	141.15
	Central	157.37	
Segundo Piso	Perimetral	115.98	
	Central	156.30	
Elemento	Vigas		
Planta	Sección	Resistencia a la compresión	Resistencia promedio a la compresión (kg/cm²)
Primer piso	Perimetral	115.67	110.08
	Central	88.26	
Segundo Piso	Perimetral	118.82	
	Central	117.56	
Elemento	Losa		
Planta	Sección	Resistencia a la compresión	Resistencia promedio a la compresión (kg/cm²)
Primer piso	Paño 1	116.05	121.43
	Paño 2	115.79	
Segundo Piso	Paño 1	126.95	
	Paño 2	126.95	

Tabla 18. Resultados promedio de resistencia a la compresión del hormigón para columnas, vigas y losa.

Fuente: Propia

4.4 VERIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

Para la revisión de los elementos estructurales se inspecciono el armado de columnas y vigas. Dado que no se dispone de un pachómetro para realizar el análisis previo y ensayo que permita identificar el acero de refuerzo, se observó a simple vista el armado de una columna en la terraza de la vivienda debido a una deficiencia en la colocación del hormigón, como se muestra en la siguiente figura.



Figura 22. Detalle del armado de una columna existente para su respectiva verificación.

Fuente: Propia

Este análisis se aplicará de igual manera para las vigas, ya que los dueños de la vivienda nos manifestaron que el armado tanto de vigas y columnas se realizó con el mismo diámetro de varilla para el refuerzo longitudinal y otro para el transversal, por lo tanto, las secciones para la revisión se muestran a continuación:

4.4.1 COLUMNAS

Columna 25 x 25 cm		Columna 25 x 30 cm	
	<p>6Ø12Mc110</p>		<p>6Ø12Mc111</p>

Tabla 19. Armado de las columnas existentes.

Fuente: Propia

- **Sección mínima**

La norma NEC-SE-HM establece que las columnas deben tener una dimensión mínima de 30cm del lado más corto de su sección transversal o un área de 900cm².

No se comparo estos valores con la norma NEC-SE-VIVIENDA debido a que la altura máxima de entepiso que establece es de 2.50 m, por lo que no cumple con la altura de nuestra estructura analizada.

Sección (bxh)	Sección mínima (30cm)
25 x 25 cm	NO CUMPLE
25 x 30 cm	NO CUMPLE

Tabla 20. Sección mínima de columnas

Fuente: Propia

Según lo expuesto en la Tabla 20 en ninguna de las dos secciones de columnas cumplen con lo estipulado en la norma.

- **Refuerzo Longitudinal**

En función del armado existente se revisa los límites de cuantía de refuerzo longitudinal establecidos por la NEC-15, la cual debe cumplir con el siguiente requisito:

Ecuación 13

$$0.01 < \frac{\rho_g}{A_g} < 0.03$$

donde:

ρ_g : Acero de refuerzo longitudinal

ρ_g : Área bruta de la sección.

Refuerzo longitudinal de columnas								
Sección	b (cm)	h (cm)	Ag (cm ²)	#varillas	Diámetro (mm)	Área de refuerzo ρ_g (cm ²)	Cuantía $\frac{\rho_g}{A_g}$	Chequeo
1	25	25	625	6	12	6.79	0.0108	CUMPLE
2	25	30	750	6	12	6.79	0.0090	NO CUMPLE

Tabla 21. Chequeo de cuantía de refuerzo longitudinal.

Fuente: Propia

Como se observar en la Tabla 21, la columna de 25x30 no cumple con los límites de cuantía establecido por la normativa, considerando el área de refuerzo $6\phi 12$ que está colocado.

- **Refuerzo transversal**

Para determinar el espaciamiento entre estribos se toma en cuenta lo establecido en la Norma NEC-SE-HM, se muestra a continuación:

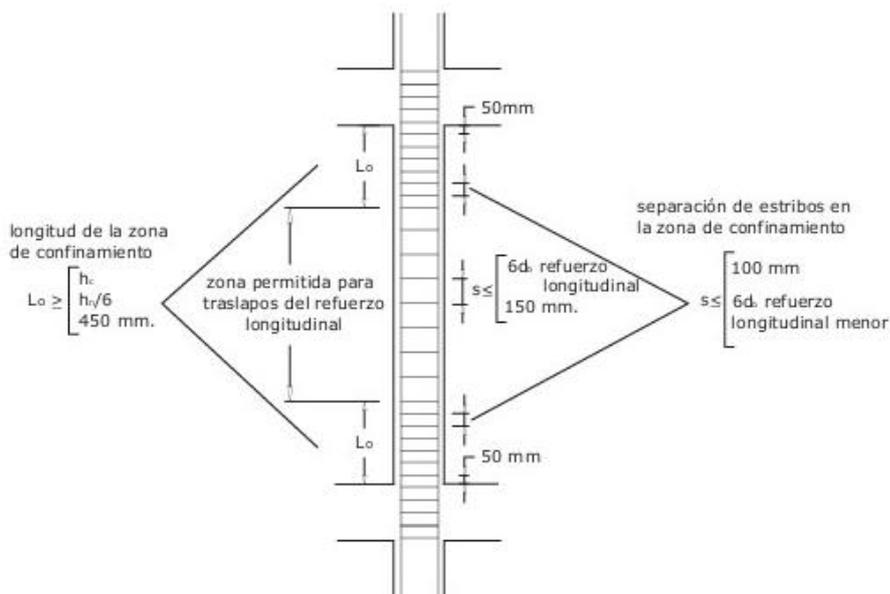


Figura 23. Separación entre estribos establecido en la norma NEC-SE-HM.

Fuente: (NEC-SE-HM, 2015), p. 55.

Espaciamiento		Unidad	C25X25	C25X30	
$S_{Confinada}$	mín.	$b/4$	cm	6.25	6.25
		$h/4$	cm	6.25	7.50
		$6\phi L$	cm	7.20	7.20
		10	cm	10	10
$S_{no\ confinada}$	mín.	$d/2$	cm	11	11
		$6\phi L$	cm	7.20	7.20
		15	cm	15	15

Tabla 22. Espaciamiento mínimo en columnas.

Fuente: Propia

La separación mínima en las zonas de confinamiento y no confinada se encuentra en $6\phi L$ haciendo referencia a la varilla longitudinal. Al comparar estos espaciamentos con lo medido en la columna de la Figura 18 que están en un rango de 12 a 15 cm aproximadamente, por lo tanto, cumple con el espaciamento estipulado en la norma.

4.4.2 VIGAS

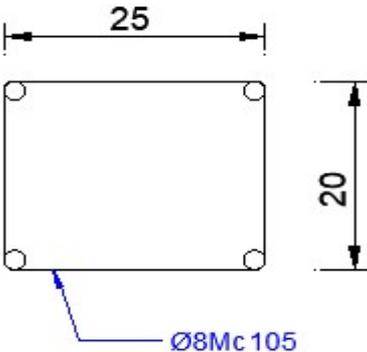
	$4\phi 12Mc112$
---	-----------------

Tabla 23. Armado de la viga existente.

Fuente: Propia

- **Sección mínima**

La norma NEC-SE-HD establece que la sección mínima para viga debe cumplir con los parámetros presentados en la siguiente figura.

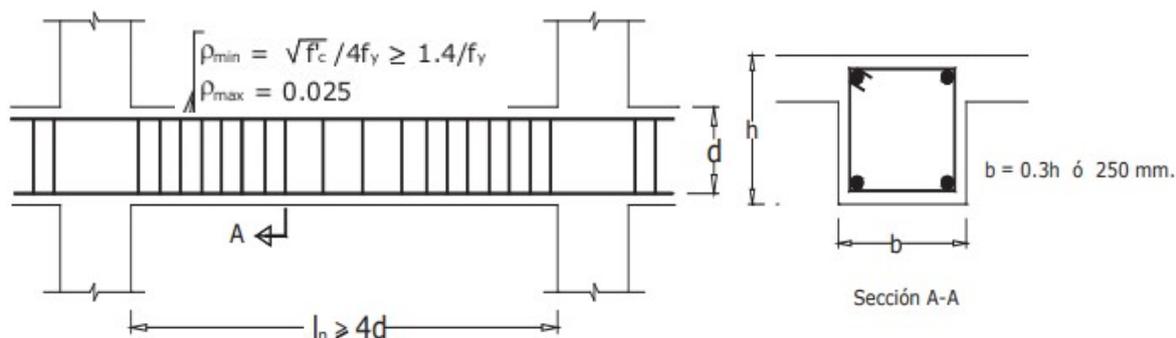


Figura 24. Características de sección en vigas.

Fuente: Idem, p. 44.

Sección (bxh)	Condición $b=0.3 h$ ó 250mm
25 x 20 cm	CUMPLE

Tabla 24. sección mínima en viga.

Fuente: Propia

- **Armado longitudinal**

Definimos los límites de refuerzo mínimo y máximo con las siguientes ecuaciones y se toma el valor más alto.

Ecuación 14

$$AS_{min1} = \frac{14}{fy} b * d$$

Ecuación 15

$$AS_{min2} = \frac{0.25\sqrt{f'c} b * d}{fy}$$

Ecuación 16

$$AS_{máx1} \leq 0.025 * b * d$$

Ecuación 17

$$A_{S_{\max 2}} \leq 0.75 * \rho_b * b * d$$

Al tener una sección de viga para toda la vivienda, se tiene la siguiente información:

- Viga: 25 x 20 cm
- Recubrimiento: 3 cm
- Diámetro de varilla: 12 mm

Por lo tanto, se tiene:

$$A_{S_{\min 1}} = \frac{14}{f_y} b * d$$

$$A_{S_{\min 1}} = \frac{14}{4200} * 25 * 15.6 = \boxed{1.30 \text{ cm}^2}$$

$$A_{S_{\min 2}} = \frac{0.25 \sqrt{f'c} b * d}{f_y}$$

$$A_{S_{\min 2}} = \frac{0.25 \sqrt{110.08} * 25 * 15.6}{4200} = 0.24 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{\max 1}} \leq 0.025 * b * d$$

$$A_{S_{\max 1}} \leq 0.025 * 25 * 15.6 = \boxed{9.75 \text{ cm}^2}$$

$$A_{S_{\max 2}} \leq 0.75 * \rho_b * b * d$$

$$A_{S_{\max 2}} \leq 0.75 * 0.0113 * 25 * 15.6 = 3.30 \text{ cm}^2$$

Para la cuantía balanceada se tiene la siguiente ecuación:

$$\rho_b = \frac{0.85 * \beta * f'c}{f_y} \left(\frac{6300}{6300 + f_y} \right)$$

$$\rho_b = \frac{0.85 * 0.85 * 110.08}{4200} \left(\frac{6300}{6300 + 4200} \right) = 0.0113$$

$$\rho_{\max} = 0.50 * \rho_b = 0.00568$$

Se obtiene el acero colocado y se verifica la cuantía para las solicitaciones de carga existente.

Armado longitudinal de viga										
Sección		Acero	Acero de		As	Cuantía	Cuantía	Condición		
b	h		refuerzo	existente					mínimo	existente
(cm)	(cm)	Ag	#varillas	Diámetro	As	(cm ²)	(cm ²)	ρ_{exist}	$\rho_{máx}$	$\rho_{exist} \leq \rho_{máx}$
25	20	500	2	12	(-)	2.26	1.30	0.0045	0.00568	CUMPLE
			2	12	(+)	2.26		0.0045	0.00568	CUMPLE

Tabla 25. Verificación del armado longitudinal para la viga.

Fuente: Propia

Se puede verificar que el área de acero existente es mayor al área de acero requerido, lo que garantiza su capacidad para soportar la condición de carga más crítica. Cumpliendo con la ecuación:

$$A_{S_{min}} < A_{S_{requerido}} < A_{S_{máx}}$$

$$1.30 \text{ cm}^2 < 2.26 \text{ cm}^2 < 9.75 \text{ cm}^2$$

Además, la cuantía existente es menor que la cuantía máxima, teniendo como resultado que las vigas poseen un comportamiento dúctil.

- **Armado transversal**

La norma NEC-SE-HM establece la siguiente disposición para la separación de estribos, como se muestra en la siguiente figura.

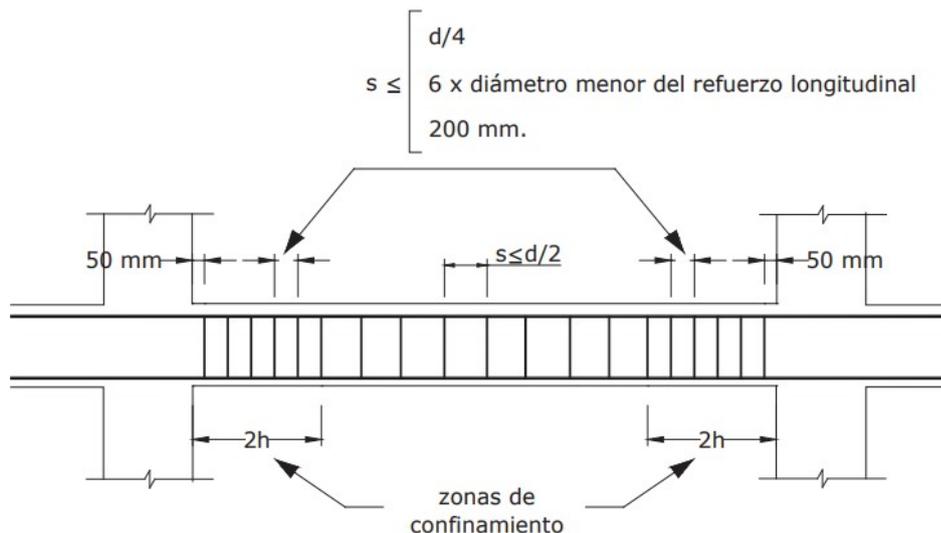


Figura 25. Separación de estribos en vigas.

Fuente: Idem, p. 49.

Acorde a lo mencionado previamente en el apartado 4.4 “Verificación de los elementos estructurales” y dado que únicamente se pudo obtener información sobre el diámetro y espaciado de varilla de una columna, se asume como referencia que las vigas presenten los mismos parámetros y posteriormente, se verifica si cumplen con las especificaciones de la norma.

Sección (cm)	\varnothing Long. (mm)	S_{exist} (cm)	d (cm)	S_{min}		Condición
				d/4 (cm)	6 \varnothing Long. (cm)	$S_{exist} \leq S_{min}$
25 x 20	12	12	15.6	3.90	7.2	NO CUMPLE

Tabla 26. Separación de estribos en vigas.

Fuente: Propia

La NEC-15 determina que para estribos en la zona de confinamiento el diámetro debe no ser menor a 10 mm, por lo tanto, no cumple dicho parámetro ya que se esta asumiendo estribos de 8 mm tal como en las columnas.

Además, la separación de estribos no cumple con la distancia permitida por la normativa.

CAPÍTULO 5: MODELACIÓN ESTRUCTURAL

5.1 ANÁLISIS LINEAL ESTÁTICO

5.1.1 CONDICIONES DE USO DE LA ESTRUCTURA

La estructura calculada se encuentra conformada por dos pisos de altura, con una terraza accesible, su uso se detalla a continuación:

- Nivel N+0.00 planta baja, uso vivienda familiar.
- Nivel N+2.20 segunda planta, uso vivienda familiar.
- Nivel N+4.80 terraza accesible.

5.1.2 NORMATIVA DE REFERENCIA

El cálculo estructural de la vivienda se ha sujeto y/o guiado en base a las estipulaciones y/o recomendaciones obtenidas en la siguiente norma:

- NEC-SE-CG (No sísmicas)
- NEC-SE-DS (Peligro sísmico, diseño sismo resistente)

5.1.3 DESCRIPCIÓN DE MATERIALES

Para el diseño se consideraron las siguientes especificaciones:

❖ **Hormigón:** La resistencia a la compresión del hormigón adoptada para el cálculo será la siguiente:

- Columnas: 141.15 kg/cm²
- Vigas: 110.08 kg/cm²
- Losa: 121.43 kg/cm²

El módulo de elasticidad del hormigón que usaremos para nuestro análisis será el siguiente:

$$E_c = 12380\sqrt{f'_c} \left(\frac{kg}{cm^2}\right)$$

❖ **Acero de refuerzo:** El acero de refuerzo utilizado tendrá una fluencia de f_y : 4200 kg/cm².

5.1.4 CARGAS DE DISEÑO

Las combinaciones de cargas se estiman conforme a lo establecido en la norma NEC-SE-CG sección 2. Estas combinaciones se aplican para garantizar que las construcciones sean diseñadas para resistir diferentes condiciones de cargas, clasificándolas a continuación:

❖ **Carga permanente:**

Carga muerta: Representan el peso propio de todos los elementos estructurales.

La vivienda elegida presenta cargas adicionales según los acabados, los que se detalla a continuación:

Piso: Planta baja		
	Cantidad	Unidad
Instalaciones	0.01	t/m ²
Enlucidos	0.08	t/m ²
Paredes	0.20	t/m ²
Pisos (cerámica)	0.02	t/m ²
Total	0.31	t/m²
Piso: Segunda planta		
	Cantidad	Unidad
Instalaciones	0.01	t/m ²
Enlucidos	0.08	t/m ²
Paredes	0.10	t/m ²
Pisos (cerámica)	0.02	t/m ²
Total	0.21	t/m²

Tabla 27. Cargas permanentes de la edificación

Fuente: Propia

❖ **Cargas variables:**

Carga viva: dependerá del tipo de uso de la estructura. En este caso al ser una residencia familiar se tomará los valores mostrados en las siguientes tablas:

Residencias	Carga (KN/m²)
Viviendas (unifamiliares y bifamiliares)	2.00
Hoteles y residencias multifamiliares	
Habitaciones	2.00
Salones de uso público y sus corredores	4.80

Tabla 28. Carga viva uso residencial

Fuente: Idem, p. 29.

Ocupación o Uso	Carga uniforme (KN/m²)
Cubiertas	
Cubiertas planas, inclinadas y curvas	0.70
Cubiertas destinadas para áreas de paseo	3.00
Cubiertas destinadas en jardinería o patios de reunión	4.80

Tabla 29. Carga viva para cubiertas.

Fuente: Idem, p. 27.

5.1.5 FACTOR DE SUELO

Para el desarrollo de los diferentes elementos de cimentación se utilizará los datos de un suelo en condiciones normales tipo D.

5.1.6 COEFICIENTE DE CORTANTE BASAL

Del estudio de suelos se desprenden los siguientes valores correspondientes a los coeficientes sísmicos:

Zona sísmica	V
Factor Z	0.4
Perfil del suelo	D
Coefficiente Fa	1.20
Coefficiente Fd	1.19
Coefficiente Fs	1.28

Tabla 30. Factores de sitio

Fuente: Propia

Para la determinación del coeficiente de cortante basal se utilizarán las siguientes fórmulas que se muestran a continuación:

$$V = \frac{IS_a}{R\phi_p\phi_e}W$$

Por lo tanto, primero calcularemos el valor de Sa:

Como $0 \leq T \leq T_c$, se tiene lo siguiente:

$$S_a = \eta * Z * F_a$$

$$S_a = 2.48 * 0.4 * 1.20$$

$$S_a = 1.19$$

El valor del coeficiente R se utilizó de 3 debido a que la norma ecuatoriana de la construcción nos especifica que este valor es usado para estructuras de hormigón armado con secciones menores limitados a viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros.

Así mismo al presentar irregularidad en planta se tomará un valor de 0.9.

$$V = \frac{IS_a}{R\phi_p\phi_e}$$

$$V = \frac{1 * 1.19}{3 * 0.9 * 1}$$

$$V = 0.4409$$

CORTANTE BASAL	
CIUDAD	QUITO
FACTOR Z	0.40
TIPO DE SUELO	D
Fa	1.20
Fd	1.19
Fs	1.28
r	1.50
Qe	1.00
Qp	0.90
Coefficiente de importancia I	1.00
Ct	0.055
α	0.900
ALTURA MAX DEL EDIFICIO hn	4.800
PERIODO DE VIBRACION T	0.226
R	3.00
R etabs	2.70
n	2.480
PERIODO LIMITE DE VIBRACION (Tc)	0.698
PERIODO LIMITE DE VIBRACION ESPECTRAL (TI)	2.856
PERIODO LIMITE SISMICO ELASTICO (To)	0.127
ACELERACION ESPECTRAL (Sa)	1.190
CORTE BASAL V=%W	0.4409

Tabla 31. Valores para el cálculo del cortante basal

Fuente: Propia

- **Espectro de respuesta de aceleración**

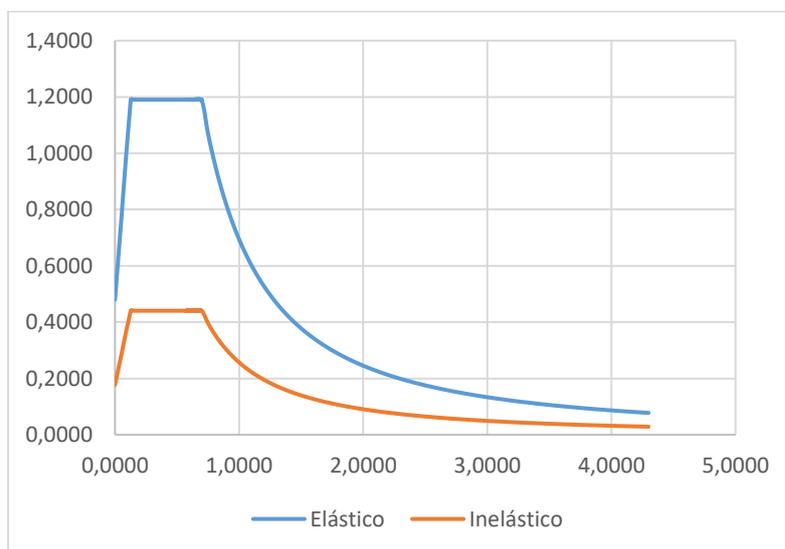


Figura 26. Espectro de respuesta

Fuente: Propia

5.2 MODELAMIENTO MATEMÁTICO

5.2.1 VISTA EN 3D DE LA ESTRUCTURA

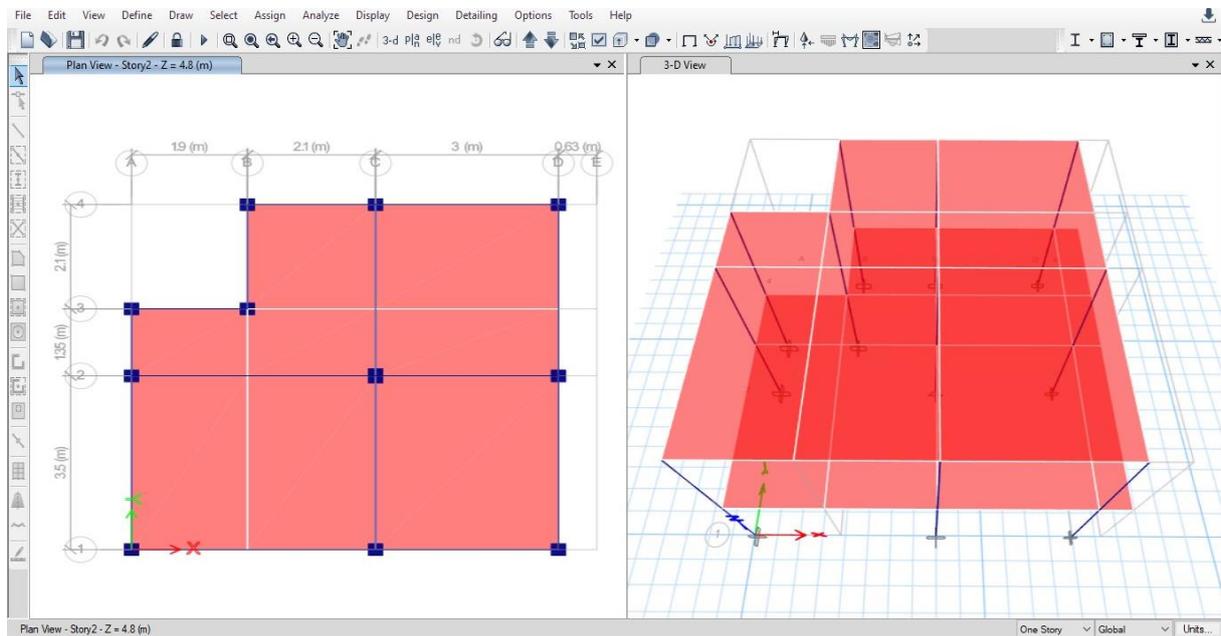


Figura 27. Vista 3D del modelado de la estructura

Fuente: Propia

5.2.2 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

- **Elementos estructurales**

Se muestra las propiedades del material de las vigas, para lo cual se coloca el módulo de elasticidad y la resistencia a la compresión obtenida por el esclerómetro, lo mismo se realiza con las columnas y losa respectivamente.

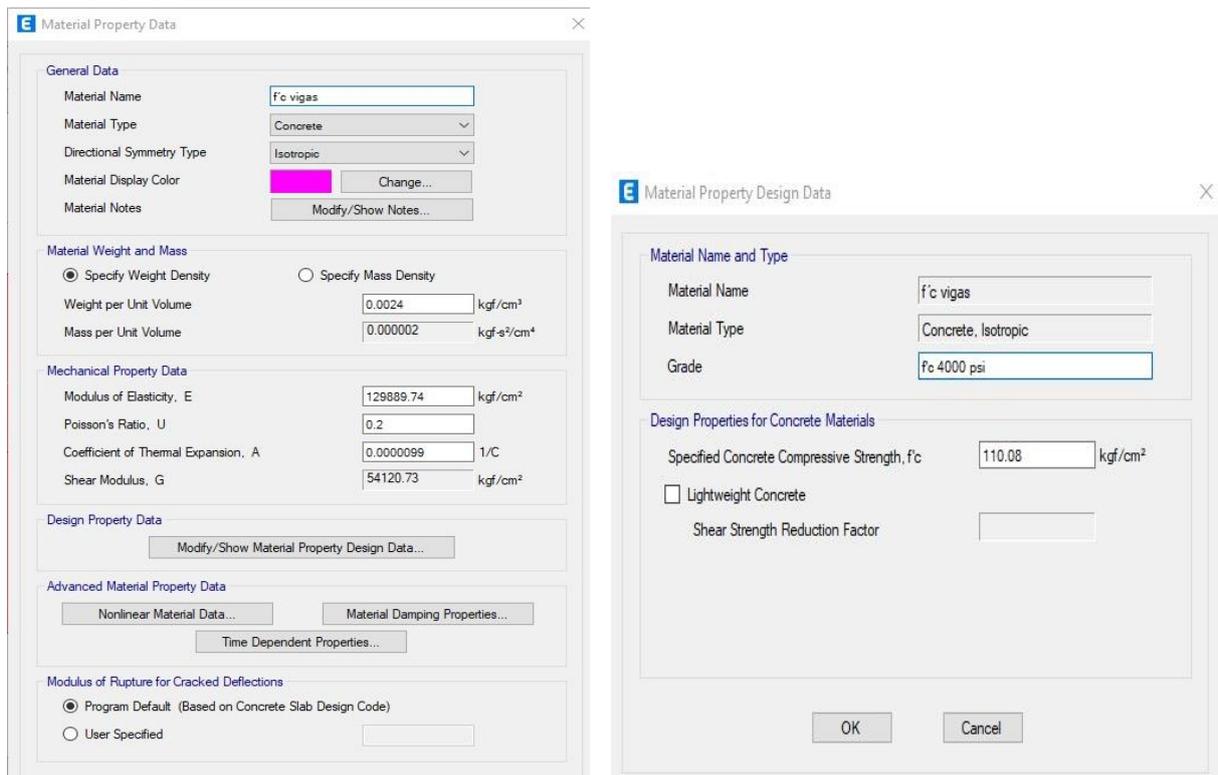


Figura 28. Definición de material para elemento estructural (viga).

Fuente: Propia

- **Acero de fluencia**

fy:4200 kg/cm², varillas corrugadas grado 60.

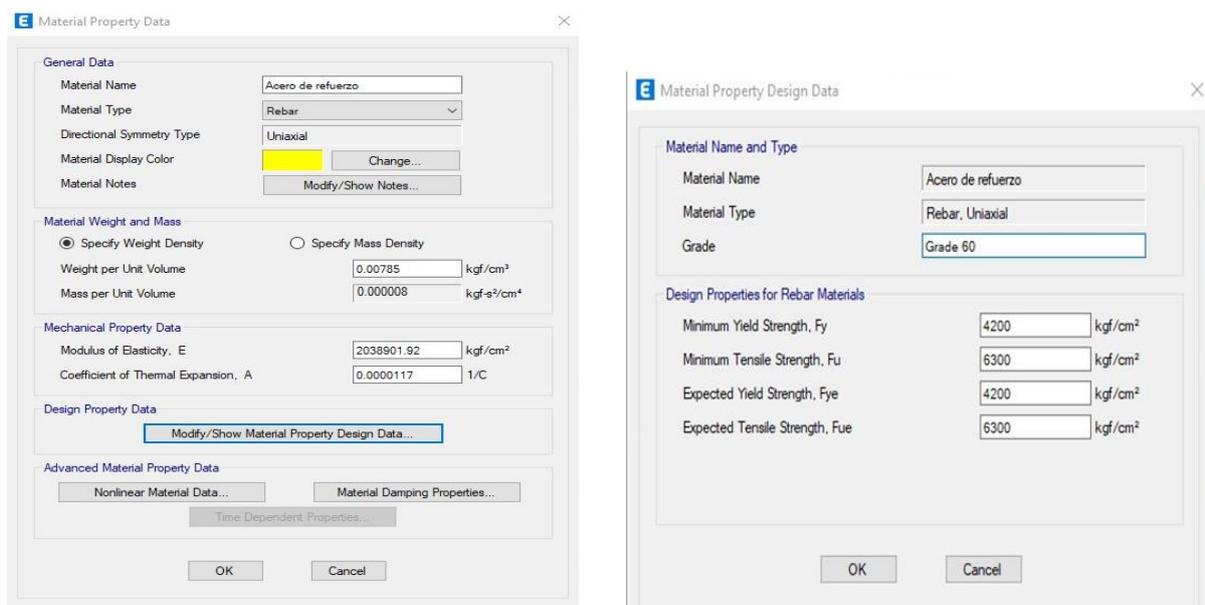


Figura 29. Definición de material para acero de refuerzo

Fuente: Propia

5.2.3 SECCIÓN DE LOS ELEMENTOS

- Vigas

La dimensión de nuestra viga será de 25x20cm para ambos pisos. El factor de agrietamiento será de “1” ya que son vigas banda, es decir que el concreto mantiene su rigidez completa.

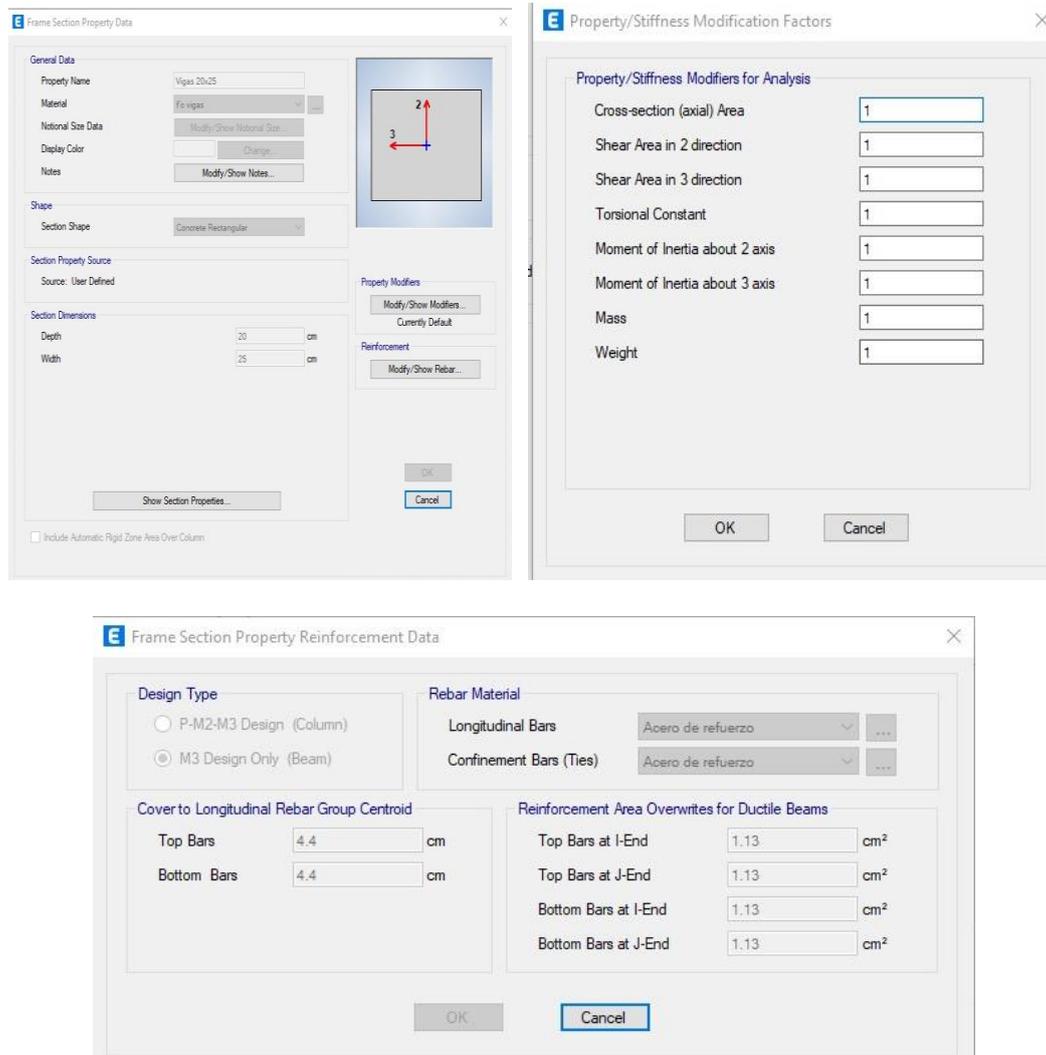


Figura 30. Dimensión y propiedades de vigas.

Fuente: Propia

- **Columnas**

La dimensión de las columnas serán las siguientes: únicamente la columna central tendrá dimensión de 25x30 cm, mientras que las demás columnas serán de 25x25 cm, estas para ambos pisos. El valor de agrietamiento será de 0.8 como lo establece la norma NEC-SE-DS capítulo 6.1.6.b.

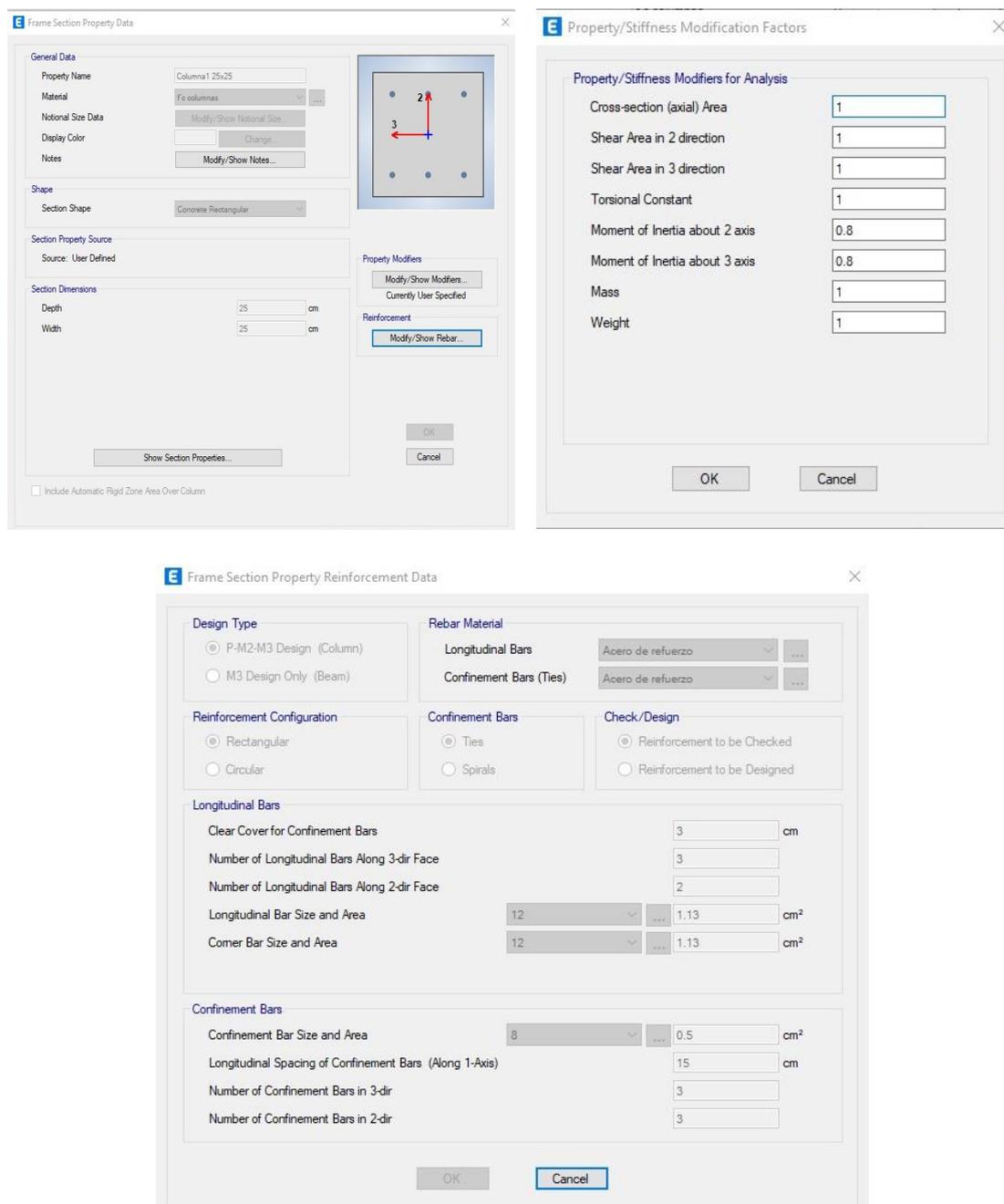


Figura 31. Dimensión y propiedades de columnas.

Fuente: Propia

- **Losa**

La losa será alivianada bidireccional, tiene un espesor de 20cm, con una carpeta de compresión de 5cm.

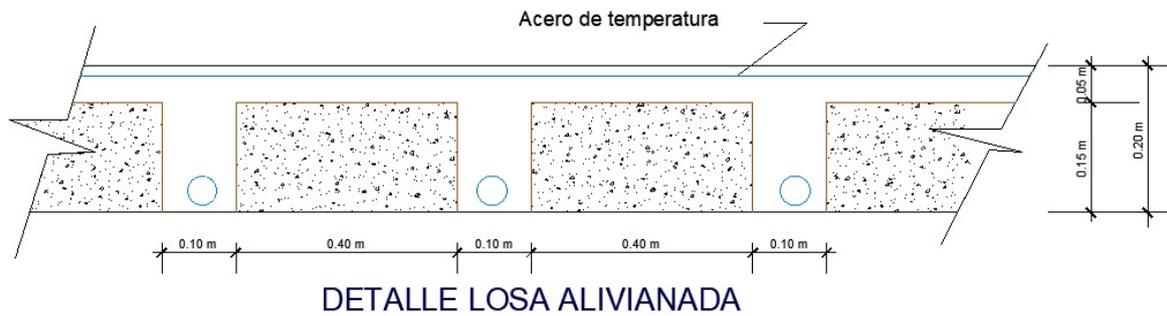


Figura 32. Detalle de losa tipo.

Fuente: Propia

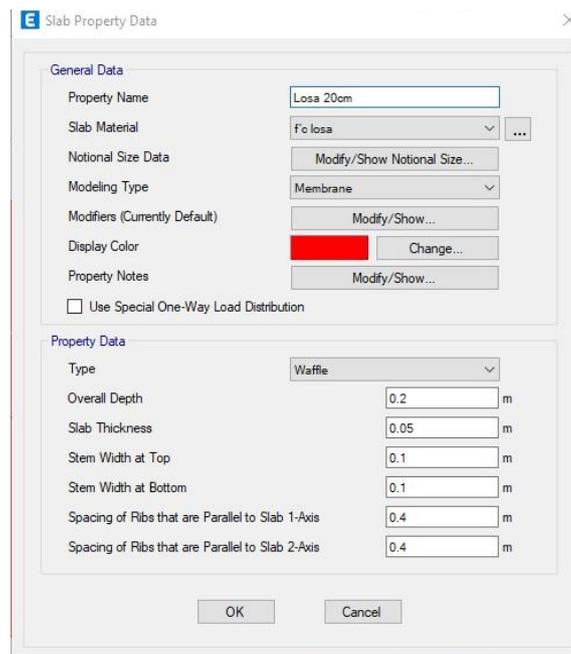


Figura 33. Dimensión y propiedades de losa.

Fuente: Propia

5.2.4 PATRONES DE CARGA

Se aplican los patrones de carga y carga sísmica para ambo sentidos (x,y) como lo especifica la norma NEC-SE--DS.

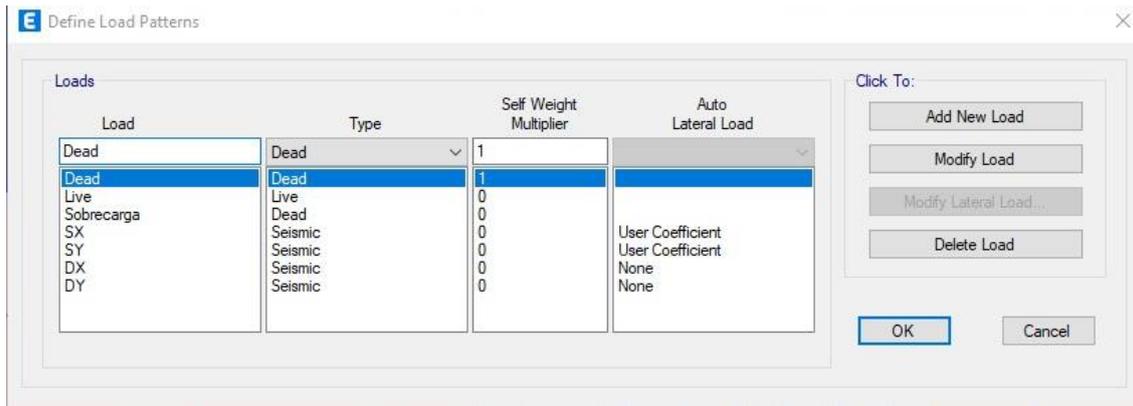


Figura 34. Patrones de carga y cargas sísmicas de la estructura.

Fuente: Propia

Para ambos sentidos del sismo, en las direcciones “X” y “Y” se asignó un factor de cortante basal que corresponde a un valor de $C = 0.4409$ con una excentricidad del 5%.

- **Fuerza sísmica X:**

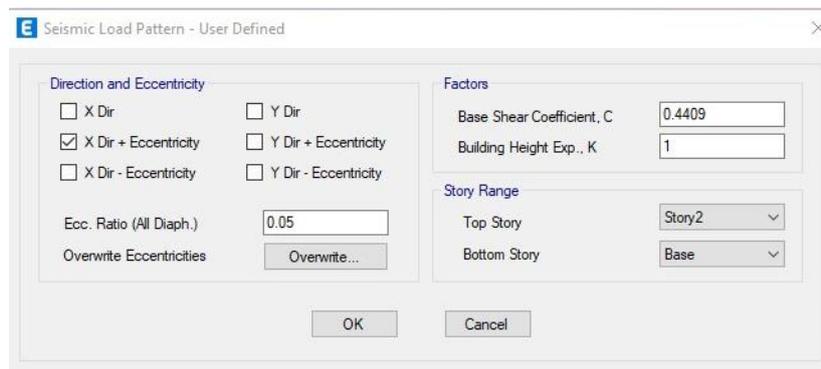


Figura 35. Fuerza sísmica en el sentido “X”

Fuente: Propia

- **Fuerza sísmica Y:**

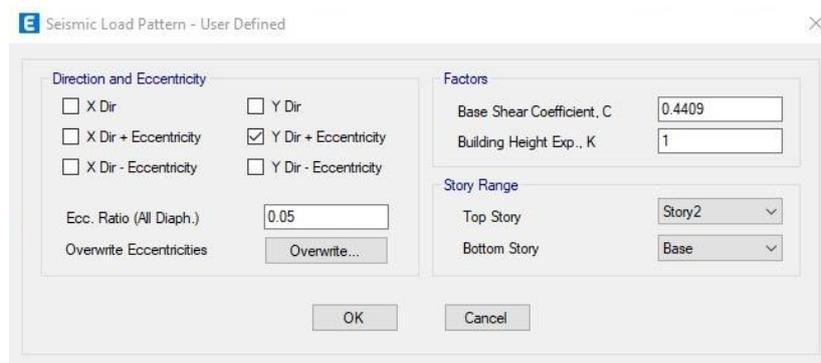


Figura 36. Fuerza sísmica en el sentido “Y”

Fuente: Propia

5.2.5 CARGA SÍSMICA REACTIVA

Figura 37. Asignación de fuente de masa sísmica.

Fuente: Propia

5.2.6 ASIGNACIÓN DE CARGAS

- Carga viva

Primer piso: $L = 0.20 \text{ t/m}^2$

Segundo piso: $L = 0.30 \text{ t/m}^2$

Figura 38. Asignación de carga viva.

Fuente: Propia

- Sobrecarga (carga muerta)

$$SC \text{ primer piso} = 0.31 \text{ t/m}^2$$

$$SC \text{ segundo piso} = 0.21 \text{ t/m}^2$$

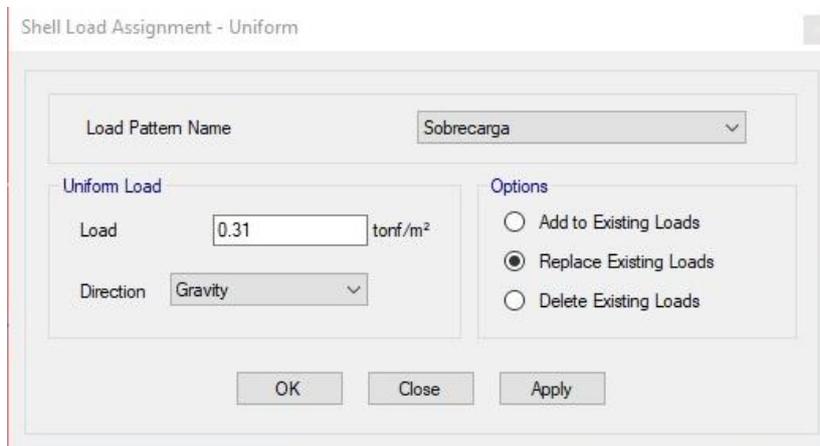


Figura 39. Asignación de sobrecarga.

Fuente: Propia

5.2.7 DIAFRAGMAS DE PISO

Se asigno un solo diafragma para ambos pisos, de manera que se comporten de forma homogénea y experimenten los mismos desplazamientos bajo las cargas aplicadas.

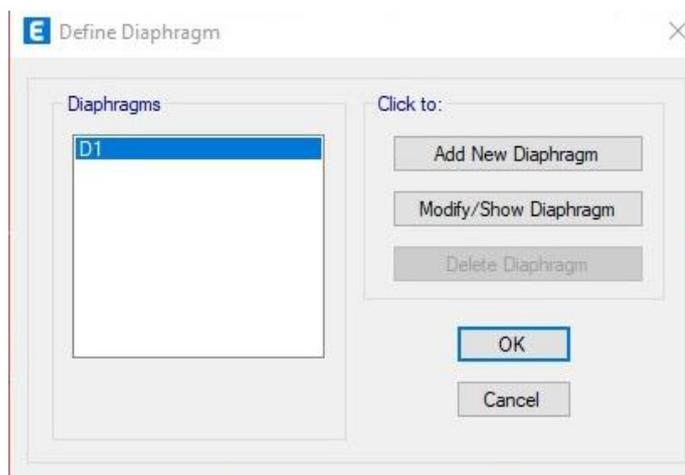


Figura 40. Asignación de diafragma de piso.

Fuente: Propia

5.2.8 ESPECTRO DE DISEÑO

Se asigna el espectro de respuesta para el respectivo análisis sísmico de la vivienda

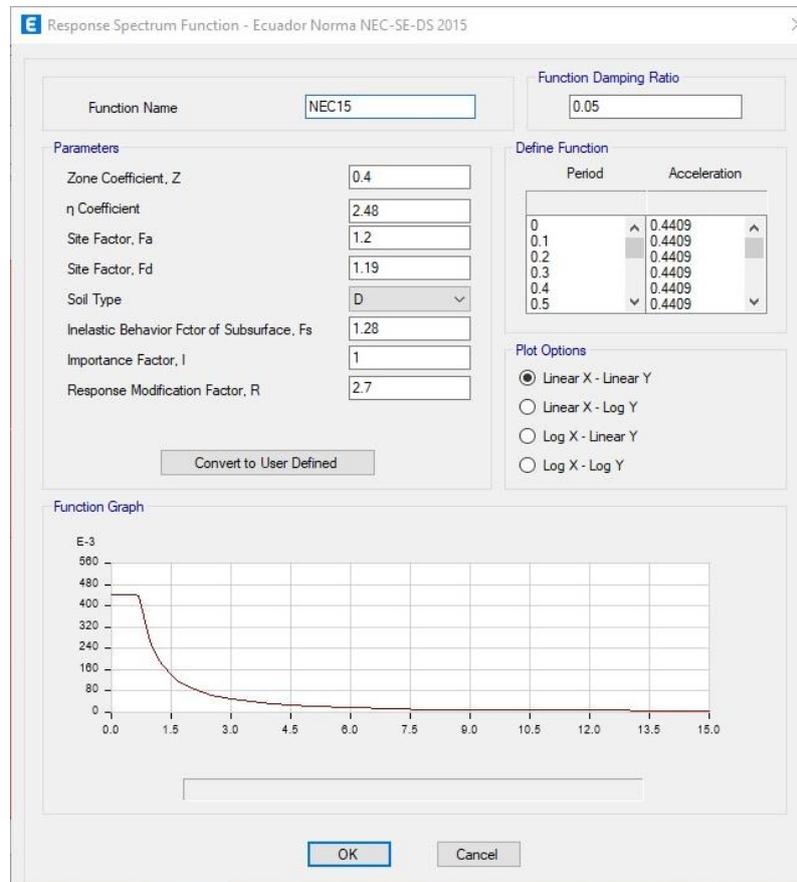


Figura 41. Asignación de datos para el espectro de diseño con la norma NEC-SE-DS 2015.

Fuente: Propia

Datos de carga para espectro de respuesta sentido “X” y “Y”.

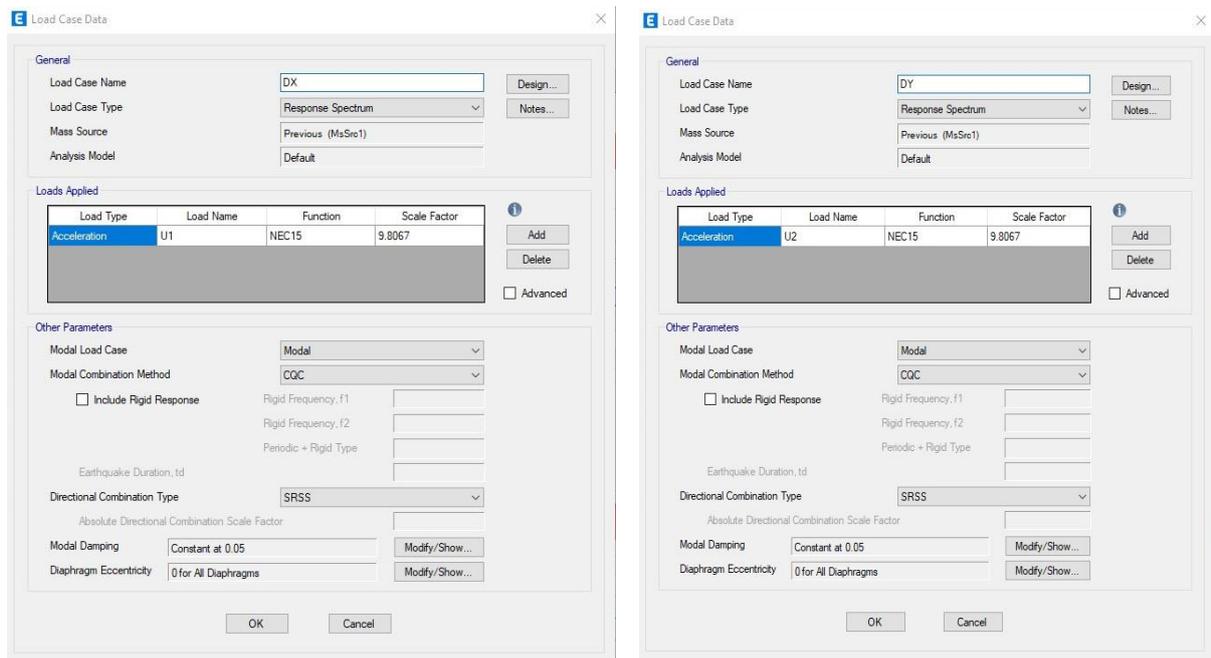


Figura 42. Espectro de respuesta sentido “X” y “Y”.

Fuente: Propia

5.2.9 COMBINACIONES DE CARGA

Dado que en nuestro caso de estudio no se va a realizar diseño, se usa por default los valores de combinaciones de carga. Por lo tanto, el programa trabaja con la combinación de carga mayorada más alta, en este caso con la combinación número dos siendo 1.2D+1.6L.

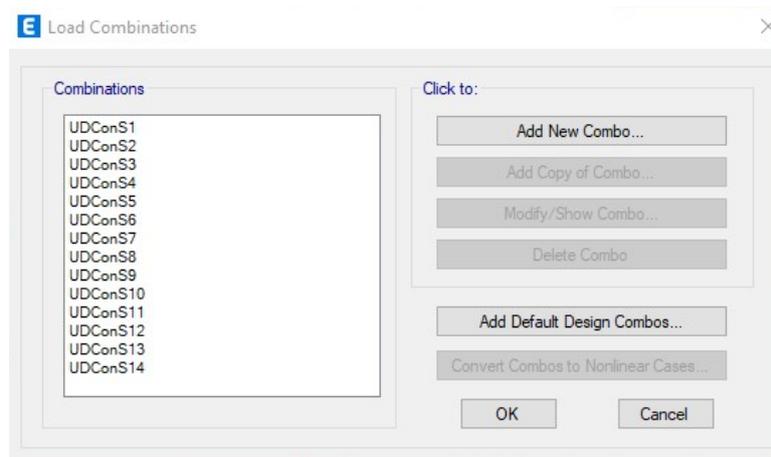


Figura 43. Combinaciones de carga.

Fuente: Propia

5.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTÁTICO LINEAL.

5.3.1 PERÍODO DE VIBRACIÓN

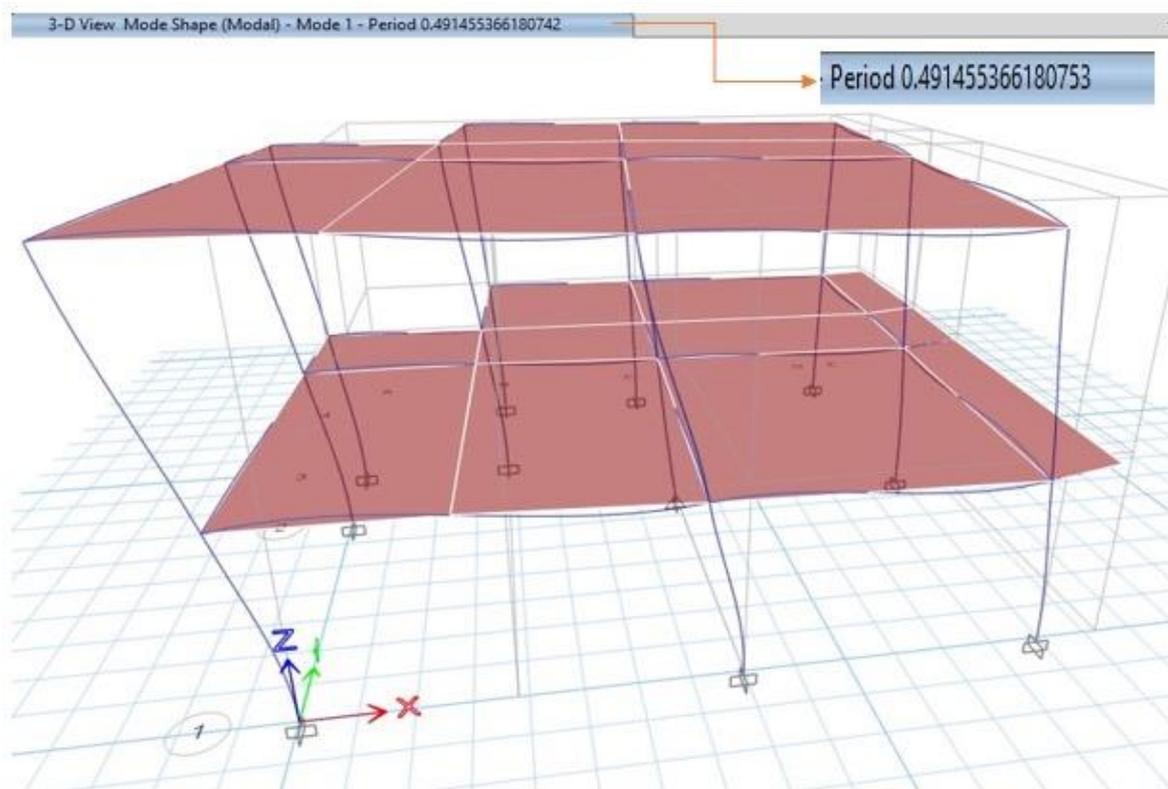


Figura 44. Período de vibración obtenido en ETABS.

Fuente: Propia

- **Período dinámico**

5. PERIODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN		
$T = C_t h_n^\alpha$		
TN -NEC2015=	0.226	seg
TN-ETABS=	0.491	seg
%Variación	2.18	Rigidizar

Figura 45. Comparación del período de vibración estático con el dinámico.

Fuente: Propia

El período de vibración obtenido en el modelo fue de $T_e = 0.491$ seg, mientras que el período natural del sistema fue de $T_s = 0.226$ seg.

Por lo tanto:

$$1.3 * T_s > T_e$$

$$1.3 * 0.226 > \mathbf{0.491}$$

$$0.294 > \mathbf{0.491 \text{ NO CUMPLE}}$$

Se puede analizar que el período dinámico es mayor que el período estático, lo que indica que la estructura es inestable y flexible ante cargas dinámicas, pudiendo presentar desplazamientos mayores bajo eventos sísmicos.

5.3.2 MODOS DE VIBRACIÓN

Analizando los modos de vibración se observa que los dos primeros modos de vibración son traslacionales ya que son menores que el 30% sugerido por la norma, mientras que el tercer modo es netamente rotacional.

TABLE: Modal Participating Mass Ratios														
Case	Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ		
		sec											MODOS DE ROTACION	
Modal	1	0.491	0.3946	0.3312	0.3946	0.3312	0.0805	0.1074	0.108	0.0805	0.1074	0.108	27%	Traslación
Modal	2	0.467	0.387	0.4458	0.7816	0.777	0.1167	0.1041	0.0006	0.1972	0.2115	0.1086	0.13%	Traslación
Modal	3	0.36	0.0505	0.0575	0.8321	0.8345	0.0243	0.0118	0.7231	0.2216	0.2233	0.8317	1258%	Rotación
Modal	4	0.156	0.0631	0.0746	0.8952	0.9092	0.3533	0.2873	0.0321	0.5749	0.5106	0.8638		
Modal	5	0.148	0.0957	0.0706	0.991	0.9798	0.3303	0.4448	0.0005	0.9052	0.9554	0.8643		
Modal	6	0.12	0.009	0.0202	1	1	0.0948	0.0446	0.1357	1	1	1		

Tabla 32. Modos de vibración de la estructura.

Fuente: Propia

5.3.3 PARTICIPACIÓN DE MASA

Se observa que la participación de masa en ambos sentidos supera el 90% de la masa total de la estructura, cumpliendo con lo establecido en la norma NEC-SE-DS sección 6.2.2.e.

TABLE: Modal Load Participation Ratios				
Case	ItemType	Item	Static	Dynamic
			%	%
Modal	Acceleration	UX	100	100
Modal	Acceleration	UY	100	100
Modal	Acceleration	UZ	0	0

Tabla 33. Participación de masa modal.

Fuente: Propia

5.3.4 DERIVAS DE PISO

Para el coeficiente de reducción R, se utilizó un valor de (3), conforme a lo establecido en la norma NEC-15, que establece este coeficiente para estructuras de hormigón armado con ductilidad limitada, destinadas a viviendas hasta dos pisos y con luces hasta 5 metros. Dado a que nuestra estructura cumple con dichos criterios, se optó por seleccionar este valor.

- **Deriva sentido “X”**

Para determinar la deriva inelástica utilizamos la siguiente ecuación propuesta por la norma ecuatoriana de la construcción.

$$\text{Condición: } \Delta_i < 2.00\%$$

$$\Delta_i = 0.75 * R * \Delta_e$$

$$\Delta_i = 0.75 * 3 * 0.008614 * 100\%$$

$$\Delta_i = 1.94\%$$

$$1.94\% < 2.00\% \quad \text{OK}$$

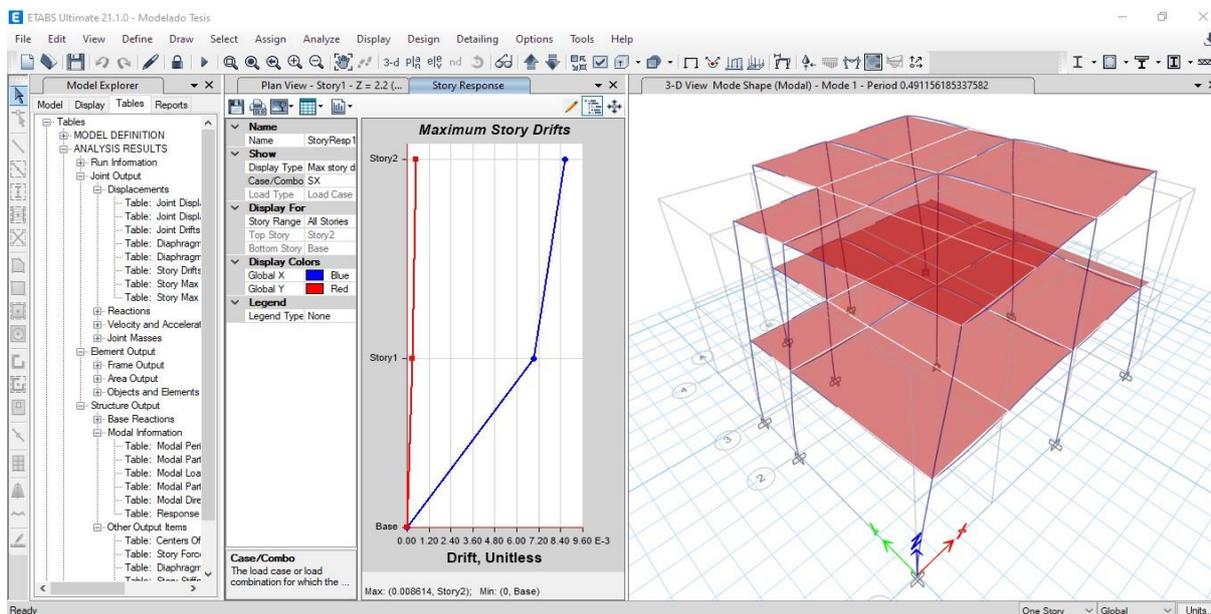


Figura 46. Deriva de piso sentido “X”

Fuente: Propia

- Deriva sentido “Y”

$$\Delta_i = 0.75 * R * \Delta_e$$

$$\Delta_i = 0.75 * 3 * 0.009782 * 100\%$$

$$\Delta_i = 2.20\%$$

$$2.20\% > 2\% \quad \text{NO CUMPLE}$$

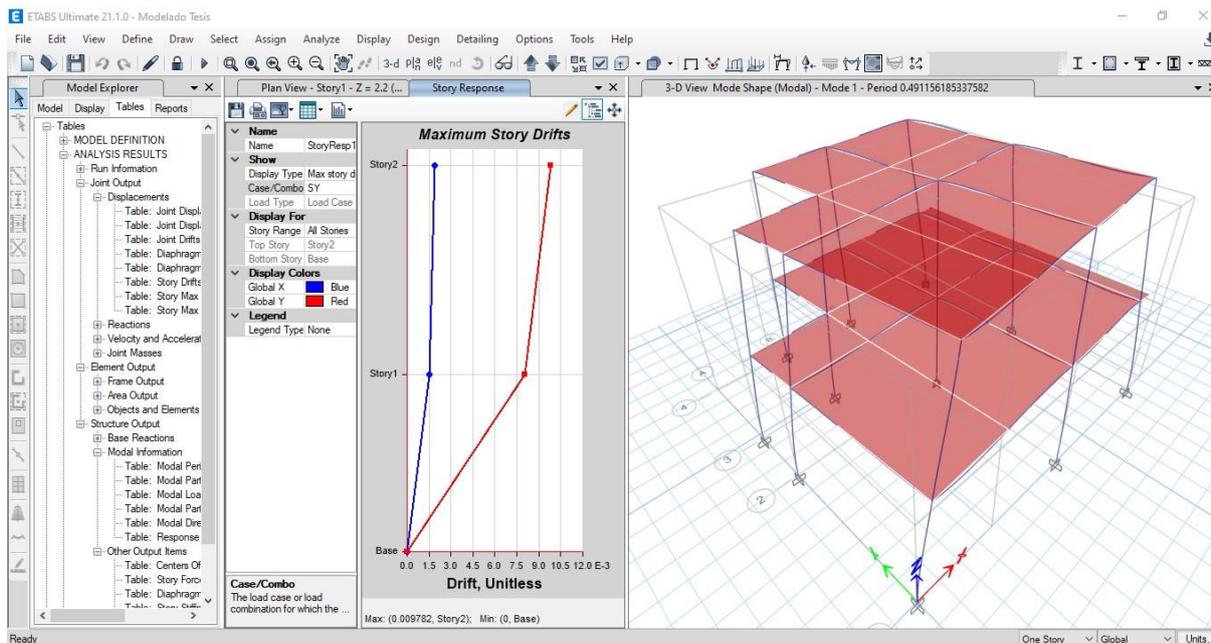


Figura 47. Deriva de piso sentido “Y”

Fuente: Propia

Se observa que la deriva en el sentido “X” se encuentra dentro del rango establecido en la norma, mientras que en el sentido “Y” excede el límite del 2.00% especificado en la norma NEC-SE-DS. Lo que indica que la estructura presenta un desplazamiento elevado en este sentido.

5.3.5 CORTANTES ESTÁTICOS Y DINÁMICOS

Se puede observar que en ninguno de los dos sentidos el cortante dinámico supera el 80% del cortante estático, cumpliendo con lo establecido con la norma NEC-SE-DS.

TABLE: Base Reactions									
Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Dead	LinStatic			0	0	43.4893	146.8036	-163.8712	0
Live	LinStatic			0	0	23.2057	75.876	-89.6355	0
Modal	LinModEigen	Mode	1	0.0852	0.0781	0	-0.3019	0.3327	0.1632
Modal	LinModEigen	Mode	2	-0.0934	0.1002	0	-0.39	-0.3642	0.7069
Modal	LinModEigen	Mode	3	-0.0569	-0.0607	0	0.2472	-0.2194	0.6762
Modal	LinModEigen	Mode	4	-0.3378	-0.3674	0	0.1554	-0.161	-1.0831
Modal	LinModEigen	Mode	5	0.4629	-0.3975	0	0.1748	0.2079	-3.177
Modal	LinModEigen	Mode	6	-0.2148	-0.321	0	0.1397	-0.0788	2.2654
Sobrecarga	LinStatic			0	0	24.5805	80.5008	-96.4815	0
SX	LinStatic			-29.1963	0	0	0	-111.5618	107.079
SY	LinStatic			0	-29.1963	0	111.5618	0	-121.2126
DX	LinRespSpec	Max		22.3185	7.6	0	29.0019	85.2726	75.3803
DY	LinRespSpec	Max		7.6	22.2043	0	84.6582	29.0613	110.0935
UDConS1	Combination			0	0	95.2977	318.2262	-364.4938	0
UDConS2	Combination			0	0	118.8129	394.1669	-455.84	0
UDConS3	Combination			-29.1963	0	111.6964	371.3717	-539.6558	107.079
UDConS4	Combination			29.1963	0	111.6964	371.3717	-316.5322	-107.079
UDConS5	Combination			0	-29.1963	111.6964	482.9335	-428.094	-121.2126
UDConS6	Combination			0	29.1963	111.6964	259.81	-428.094	121.2126

Tabla 34. Cortantes estáticos y dinámicos.

Fuente: Propia

5.3.6 EXCENRICIDAD

La excentricidad obtenida en ambos sentidos excede el límite del 5% recomendado por la NEC-15, lo que indica que los esfuerzos de torsión podrían afectar a la estructura. Es por ello por lo que se recomienda que el centro de masas debe estar lo más alineado con el centro de rigidez.

TABLE: Centers Of Mass And Rigidity						Excentricidad X	Excentricidad Y
Story	Diaphragm	XCM	YCM	XCR	YCR		
		m	m	m	m		
Story2	D1	3.6948	3.3101	3.1294	3.904	7%	-9%
Story1	D1	3.9471	3.3366	3.262	3.8094	9%	-7%

Tabla 35. Excentricidad

Fuente: Propia

Figura 48. Demanda de acero en vigas.

Fuente: Propia

La cuantía de acero en las vigas de la vivienda es insuficiente para cumplir con la demanda estructural.

5.3.8 CUANTÍA DE ACERO EN COLUMNAS

La norma NEC-15 establece que el acero en columnas debe estar entre 1-3%, mientras que el ACI establece el 1-6%. La capacidad de cuantía calculada de manera manual para las diferentes secciones de columna se muestra en la Tabla 36, mientras la demanda obtenida mediante ETABS se muestra en la figura 46.

	Cuantía en columnas	
NEC-15	1-3 %	
ACI	1-6 %	
COLUMNA	Sección 25x25 cm	Sección 25x30 cm
Demanda	5.39%	3.49%
Capacidad	1.09 %	0.90 %

Tabla 37. Cuantía de acero en columnas.

Fuente: Propia

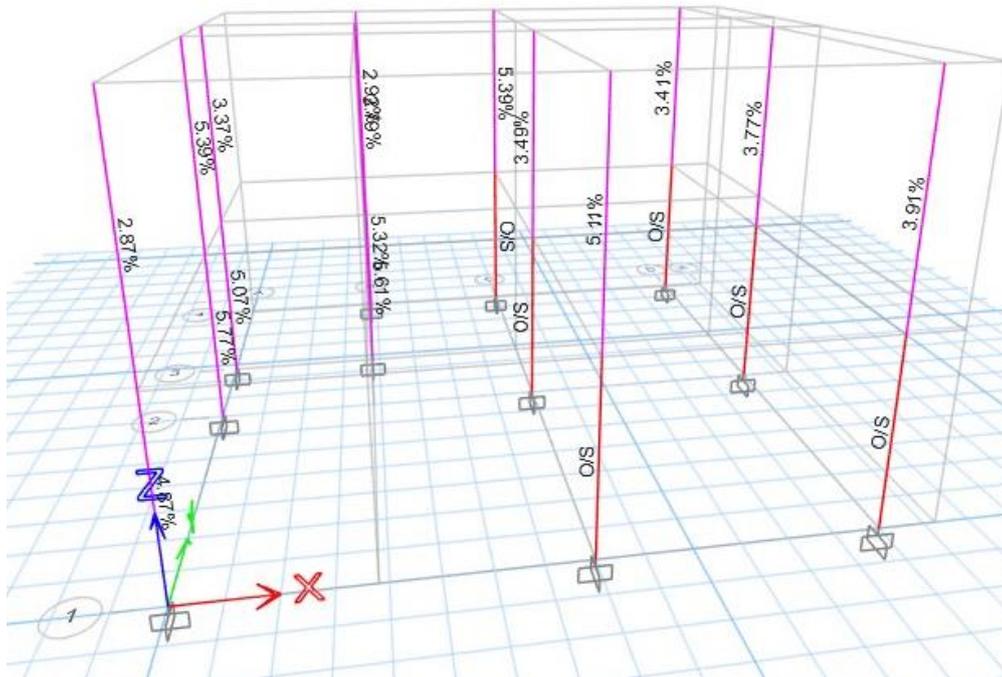


Figura 49. Demanda de acero en columnas.

Fuente: Propia

La NEC-15 y el ACI establecen los límites de cuantía como se muestra en la tabla 36. La demanda de acero de la columna de 25x25 cm es de 5.39% y la capacidad de 1.09%, mientras que la columna de 25x30 cm su demanda es de 3.49% y la capacidad de 0.90%, además que se encuentra debajo de los límites permisibles por la normativa como se observa en la tabla 36. Es necesario realizar una revisión de diseño para ajustar las dimensiones de las columnas y con ello mejorar tanto las demandas y capacidades de acero, de manera que se cumplan con los límites exigidos por las normativas.

5.4 ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO (PUSHOVER).

El análisis pushover que se llevará a cabo permitirá evaluar y conocer el comportamiento de la estructura bajo cargas sísmicas. Este proceso se basará en los criterios establecidos por la norma FEMA 356 y el ASCE 41-17, cuyos parámetros servirán como base para la respectiva modelación y obtención de resultados.

5.4.1 CARGA GRAVITACIONAL CON COMPORTAMIENTO NO LINEAL.

El análisis pushover debe partir considerando la carga gravitacional no lineal. De acuerdo con lo establecido en la norma FEMA 356 se define la siguiente combinación de carga, la cual representa los efectos iniciales que influyen en el comportamiento estructural.

$$CGNL = 1.1(D + 0.25L)$$

donde:

CGNL: Carga gravitacional no lineal.

D: Carga muerta.

L: Carga viva.

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	Dead	1.1
Load Pattern	Sobrecarga	1.1
Load Pattern	Live	0.275

Figura 50. Combinación de carga gravitacional no lineal

Fuente: Propia

5.4.2 ESPECTRO DE RESPUESTA PARA EL ANÁLISIS NO LINEAL.

En este caso, a diferencia del análisis lineal, el valor de reducción R se ajusta a un valor de (1), asumiendo que la estructura opera a su capacidad total es decir al 100%, sin considerar los efectos de disipación de energía.

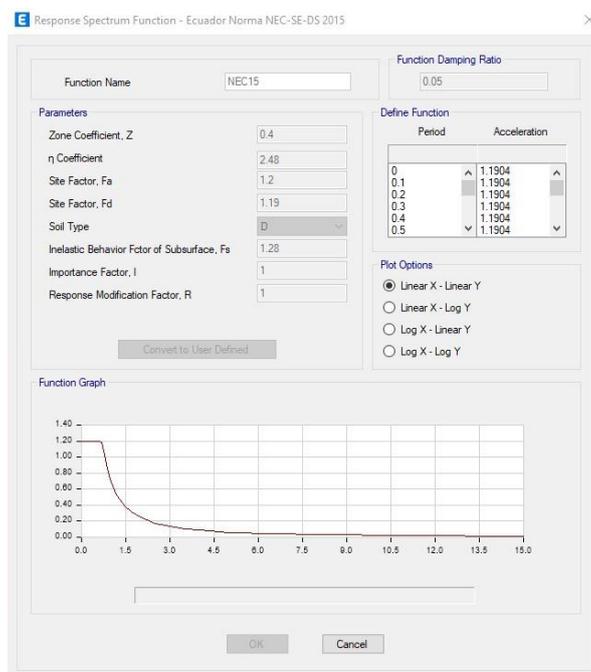


Figura 51. Espectro de respuesta para el análisis no lineal, $R=1$.

Fuente: Propia

5.4.3 CASO PUSHOVER SENTIDO “X”.

Este caso se basa en la distribución de fuerzas de acuerdo con los modos de vibración con un factor de escala de 1, generando un comportamiento lateral en la dirección “X” de la estructura.

General

Load Case Name: PUSHOVER X [Design...]

Load Case Type: Nonlinear Static [Notes...]

Mass Source: MsSrc1

Analysis Model: Default

Initial Conditions

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: CCNL

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Mode	1	1

[Add] [Delete]

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Geometric Nonlinearity Option: None

Load Application: Displacement Control [Modify/Show...]

Results Saved: Multiple States [Modify/Show...]

Floor Cracking Analysis: No Cracked Analysis [Modify/Show...]

Nonlinear Parameters: Default - Iterative Event-to-Event [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Figura 52. Asignación del pushover en el sentido “X”.

Fuente: Propia

5.4.4 CASO PUSHOVER SENTIDO “Y”.

Este caso se basa en la distribución de fuerzas de acuerdo con los modos de vibración con un factor de escala de 1, generando un comportamiento lateral en la dirección “Y” de la estructura.

Figura 53. Asignación del pushover en el sentido “Y”.

Fuente: Propia

Para el pushover en las direcciones tanto en “X” como en “Y” se asigna un número de pasos mínimos y máximos para asegurar una adecuada resolución en el comportamiento no lineal de la estructura, esto se verá reflejado en la gráfica de la curva de capacidad.

Figura 54. Número de pasos mínimos y máximos guardados para el análisis no lineal.

Fuente: Propia

5.4.5 ASIGNACIÓN DE CONTROL DE DESPLAZAMIENTO.

Para este caso se debe definir un punto de control de desplazamiento que estará ubicado en un nodo del último piso, para este caso se tomó el nodo 2.

Por lo tanto, para determinar este desplazamiento se toma como referencia lo estipulado en el FEMA 356 donde establece que para el desplazamiento máximo debe ser el 4% de la altura total de la edificación. Se tiene entonces:

$$\delta_{max} = 4 * Ht$$

$$\delta_{max} = 4 * 4.8 = 19.2cm$$

The image shows a software dialog box titled "Load Application Control for Nonlinear Static Analysis". It contains several sections for configuring the analysis control:

- Load Application Control:** Three radio buttons are present: "Full Load" (unselected), "Displacement Control" (selected), and "Quasi-Static (run as time history)" (unselected).
- Control Displacement:** Two radio buttons: "Use Conjugate Displacement" (unselected) and "Use Monitored Displacement" (selected). Below them is a text input field "Load to a Monitored Displacement Magnitude of" with the value "19.2" and the unit "cm".
- Monitored Displacement:** Two radio buttons: "DOF/Joint" (selected) and "Generalized Displacement" (unselected). Under "DOF/Joint", there are two dropdown menus: the first is set to "U1" and the second to "Story2". To the right of the second dropdown is a text input field containing the number "2".
- Additional Controlled Displacements:** A text input field containing "None" and a "Modify/Show..." button.
- Quasi-static Parameters:** A section with four parameters:
 - "Time History Type" is set to "Nonlinear Direct Integration History".
 - "Output Time Step Size" is set to "1" with the unit "sec".
 - "Mass Proportional Damping" is set to "0" with the unit "1/sec".
 - "Hilber-Hughes-Taylor Time Integration Parameter, Alpha" is set to "0".

At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

Figura 55. Asignación del punto de control de desplazamiento.

Fuente: Propia

5.4.6 ASIGNACIÓN DE RÓTULAS PLÁSTICAS.

Las rotulas plásticas se las asignara al 5% y al 95% de la longitud total tanto para las vigas como columnas, simulando el inicio y final de las deformaciones plásticas.

➤ Vigas

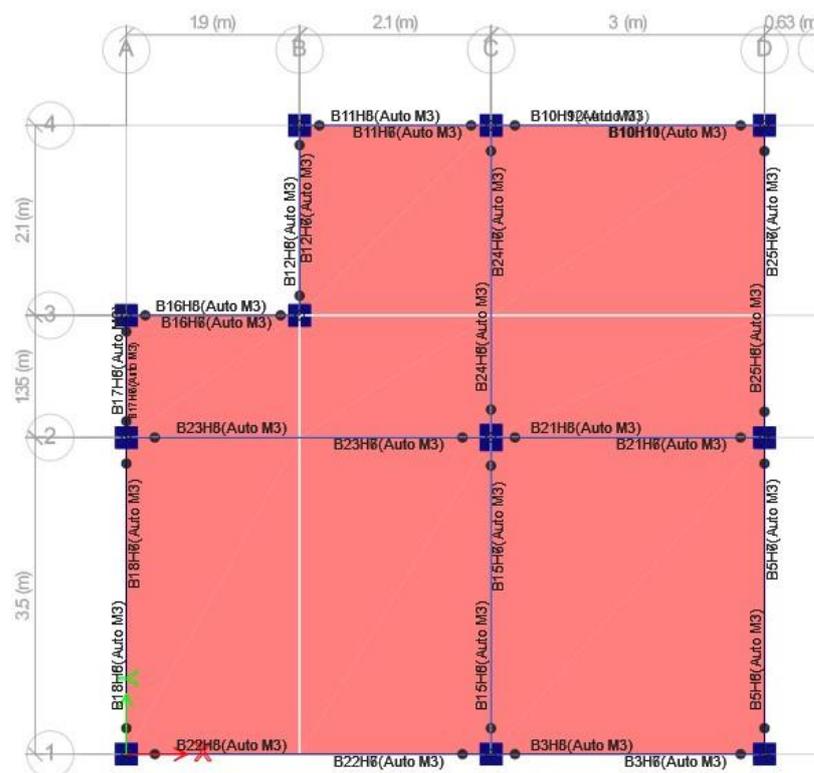
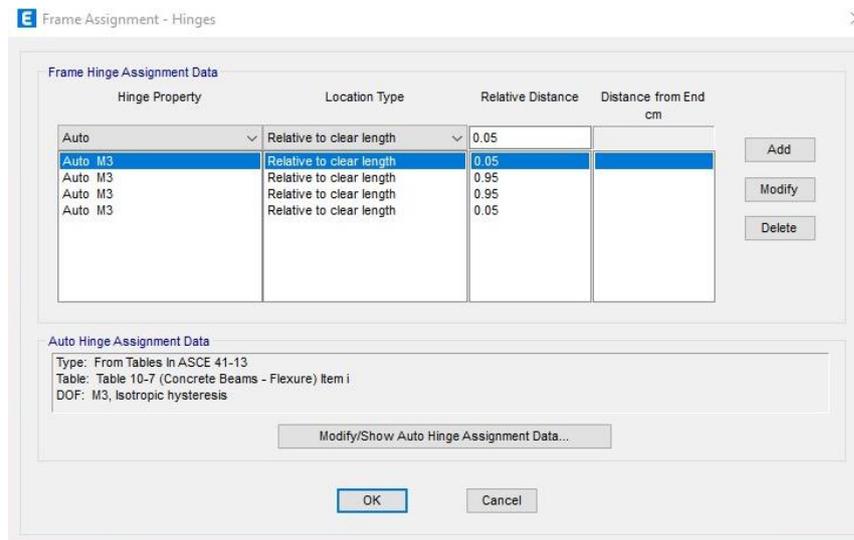


Figura 56. Asignación de rotulas plásticas en vigas.

Fuente: Propia

➤ Columnas

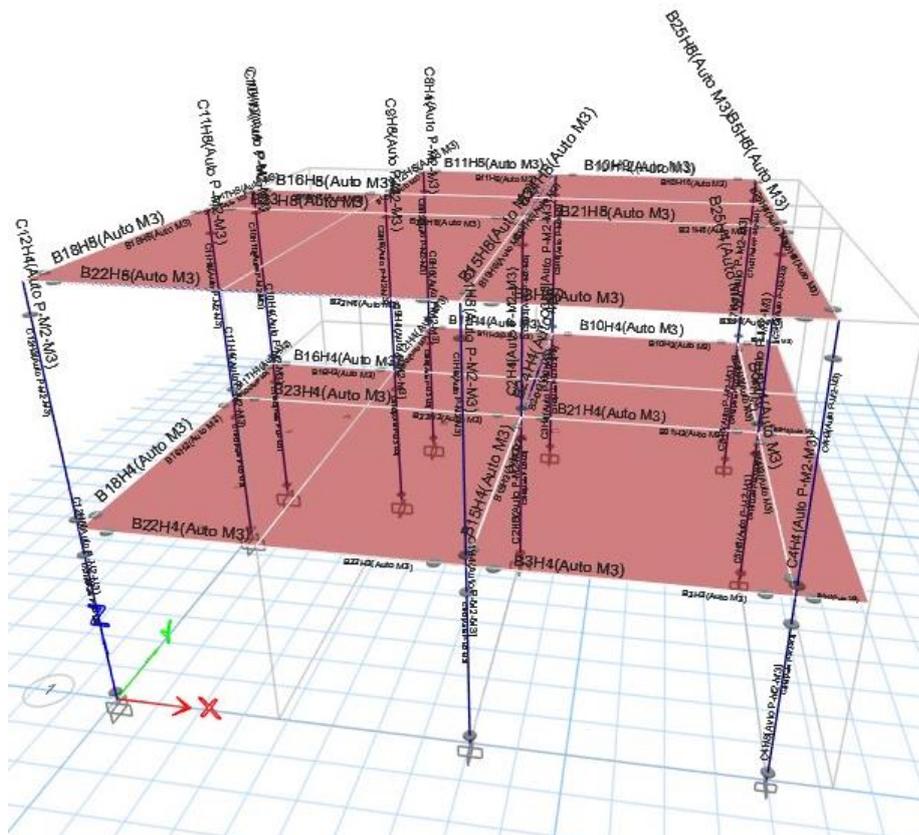
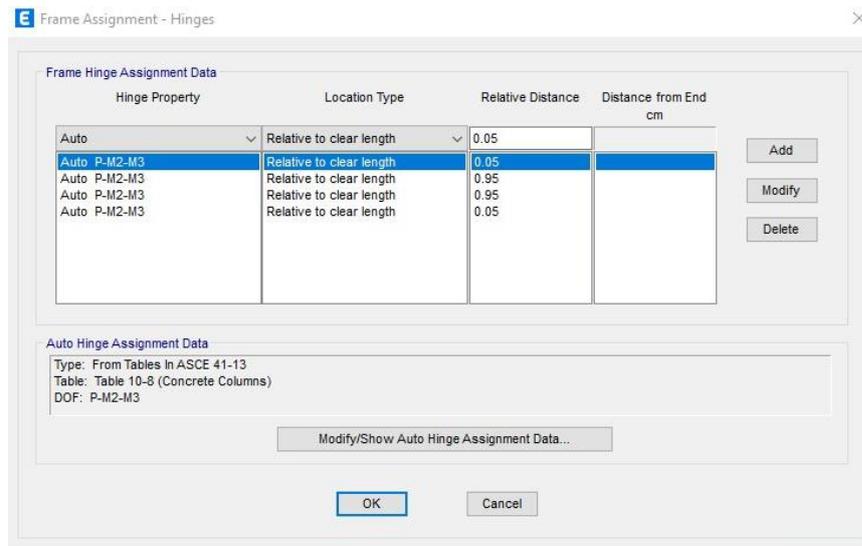


Figura 57. Asignación de rotulas plásticas en columnas.

Fuente: Propia

5.5 RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL.

Como resultado del análisis no lineal se tiene las gráficas de curvas de capacidad para ambos sentidos.

5.5.1 CURVA DE CAPACIDAD SENTIDO X.

Como se observa en la siguiente figura se obtiene los rangos de estados de daño para el sentido X, por lo que la estructura llegaría a colapsar luego de superar los 11 cm provocando que esta no sea segura, lo que la convierte en una estructura vulnerable.

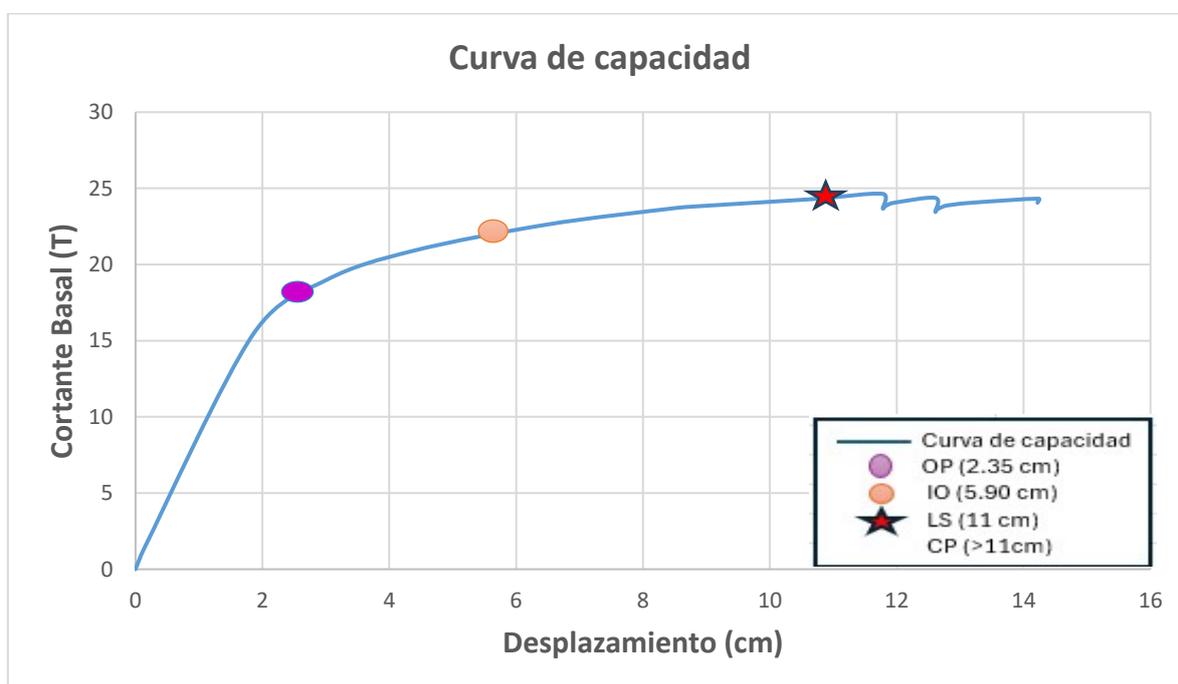


Figura 58. Curva cortante vs desplazamiento sentido X.

Fuente: Propia

5.5.2 CURVA DE CAPACIDAD SENTIDO Y.

La curva de capacidad para el sentido Y es similar a la del sentido X, pero esta presenta un mayor desplazamiento y valor cortante, esta estructura llega al colapso luego de superar los 15 cm.

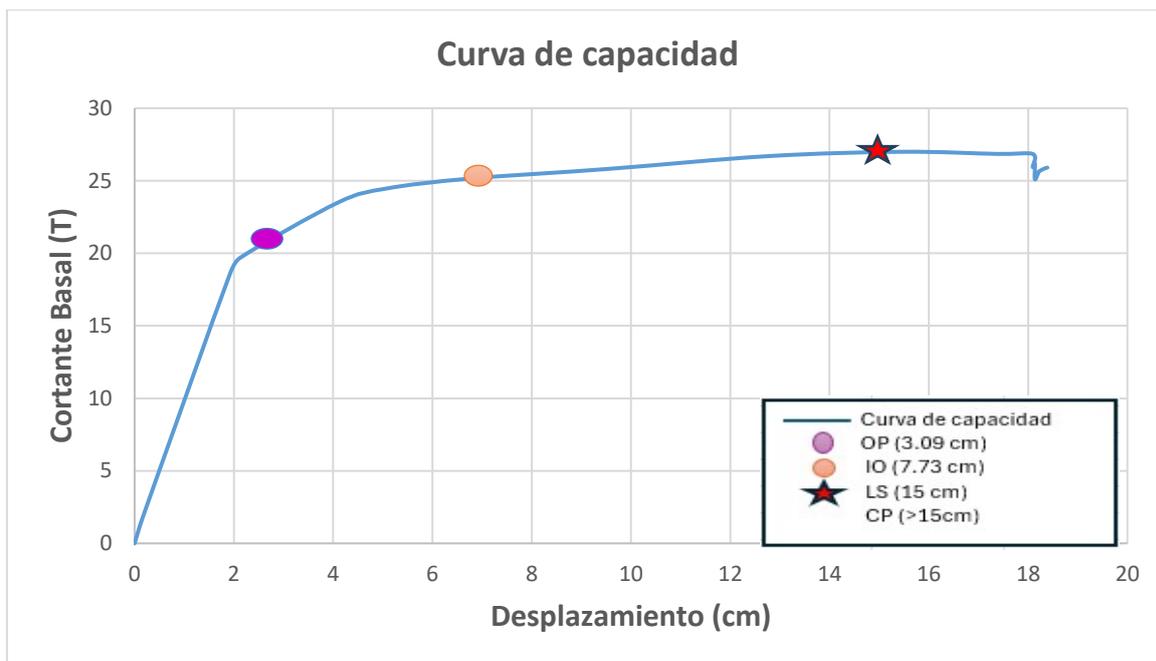


Figura 59. Curva cortante vs desplazamiento sentido Y.

Fuente: Propia

5.5.3 PUNTO DE DESEMPEÑO DE LA ESTRUCTURA.

Como se puede observar en las figuras 59 y 60 no existe el punto de control, es decir la curva de capacidad no se interseca con la curva de demanda, por lo tanto, la capacidad de la estructura es insuficiente para resistir las fuerzas sísmicas esperadas, lo que significa que la estructura colapsa antes de alcanzar un estado de equilibrio.

- **Sentido X**

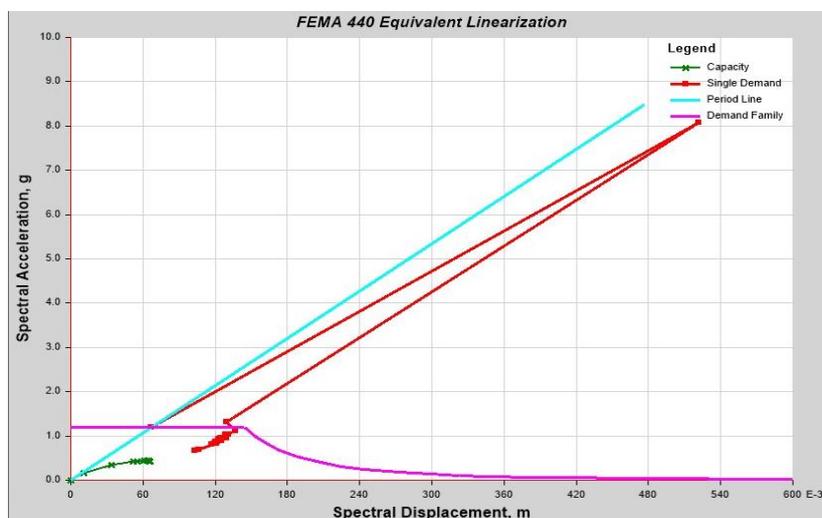


Figura 60. Punto de desempeño sentido X.

Fuente: Propia

- **Sentido Y**

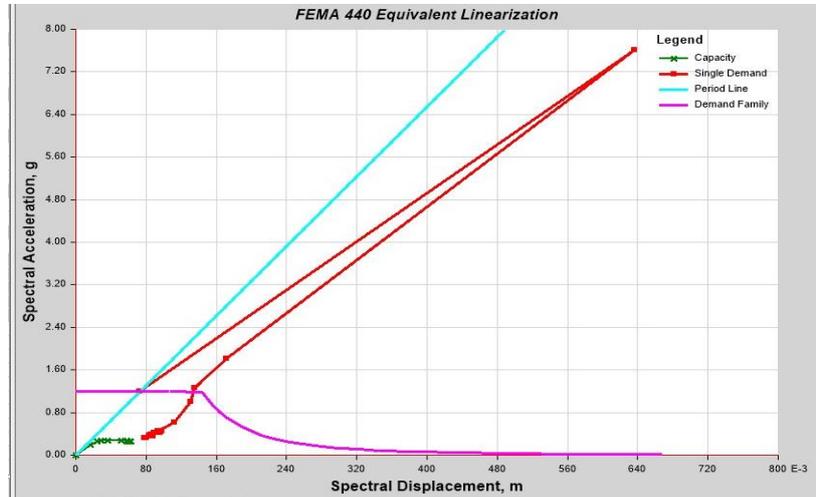


Figura 61. Punto de desempeño sentido X.

Fuente: Propia

5.5.4 FORMACIÓN DE RÓTULAS PLÁSTICAS

- **Rótulas en el sentido X.**

En la figura 61, se muestra el resultado de las rótulas plásticas que se generan en las vigas y columnas de la estructura:

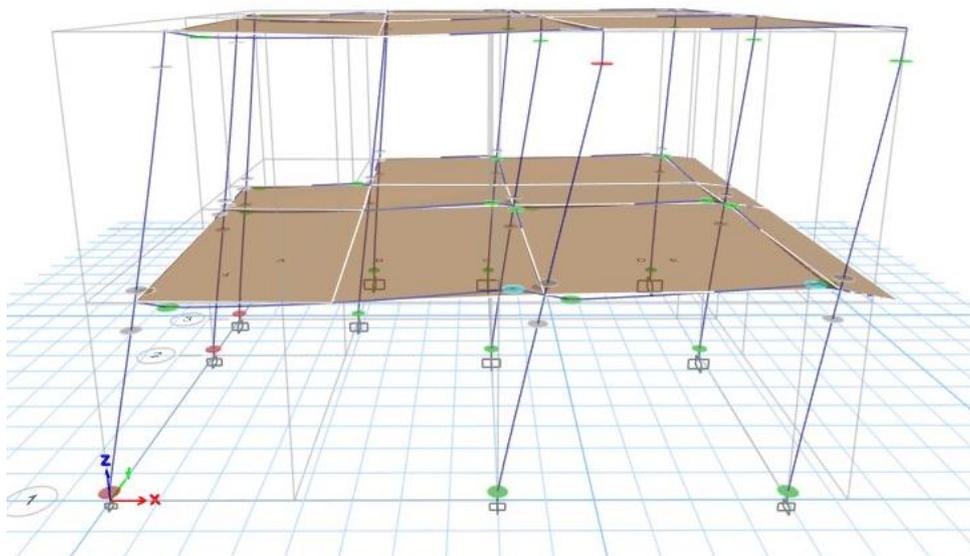


Figura 62. Rótulas plásticas en el sentido X.

Fuente: Propia

A continuación, se aprecia que en el paso 4 se forma una rótula en la cabeza de la columna, provocando que la estructura colapse con un desplazamiento de 4.38cm.

TABLE: Base Shear vs Monitored Displacement												
Step	Monitored Displ cm	Base Force tonf	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
0	0	0	200	0	0	0	0	200	0	0	0	200
1	0.1475	1.4649	198	2	0	0	0	200	0	0	0	200
2	1.8557	15.4327	162	38	0	0	0	200	0	0	0	200
3	3.012	18.99	136	64	0	0	0	200	0	0	0	200
4	4.3878	20.9103	114	86	0	0	0	188	10	0	2	200
5	6.4877	22.6254	100	100	0	0	0	168	26	0	6	200
6	8.4166	23.6601	88	112	0	0	0	158	34	0	8	200
7	8.7513	23.7947	82	118	0	0	0	156	36	0	8	200
8	10.6713	24.2932	80	120	0	0	0	146	46	0	8	200
9	11.7801	24.6391	80	118	2	0	0	134	58	0	8	200
10	11.7803	23.691	80	118	0	2	0	134	56	2	8	200

Tabla 38. Rótulas producidas en el sentido X.

Fuente: Propia

- **Rótulas en el sentido Y.**

En la figura 62, se muestra el resultado de las rótulas plásticas que se generan en las vigas y columnas de la estructura:

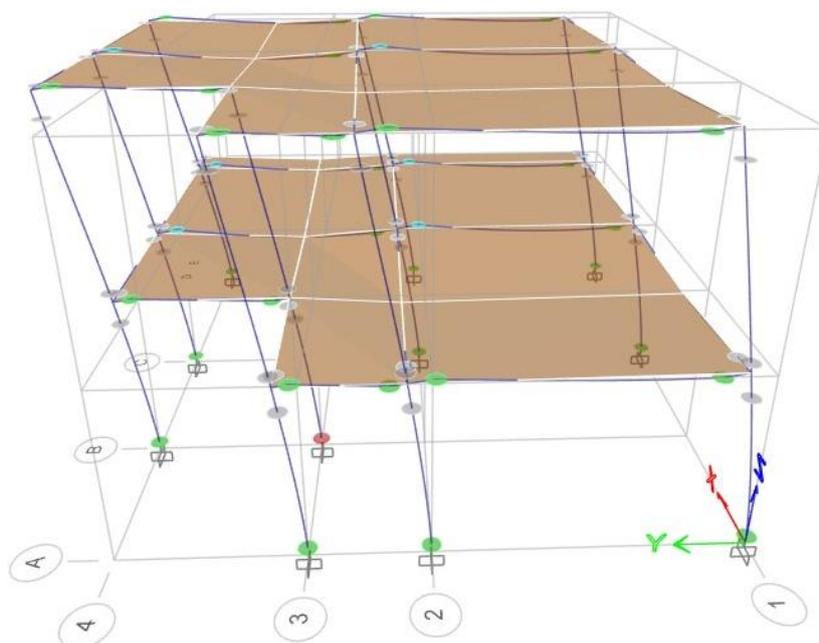


Figura 63. Rótulas plásticas en el sentido Y.

Fuente: Propia

A continuación, se aprecia que en el paso 5 se forma una rótula en la base de la columna, provocando que la estructura colapse con un desplazamiento de 5.06 cm.

TABLE: Base Shear vs Monitored Displacement												
Step	Monitored Displ cm	Base Force tonf	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
0	0	0	185	15	0	0	0	200	0	0	0	200
1	0.1796	1.9501	183	17	0	0	0	200	0	0	0	200
2	1.9172	18.5476	169	31	0	0	0	200	0	0	0	200
3	2.1217	19.6783	164	36	0	0	0	186	14	0	0	200
4	4.1044	23.5132	158	42	0	0	0	184	16	0	0	200
5	5.068	24.4627	153	47	0	0	0	169	30	0	1	200
6	6.7428	25.1481	153	47	0	0	0	141	58	0	1	200
7	9.5206	25.8134	153	46	1	0	0	130	69	0	1	200
8	12.7645	26.3629	153	45	1	1	0	129	69	1	1	200
9	15.4456	26.6948	153	44	1	2	0	128	69	2	1	200
10	7.635	14.9688	153	44	0	3	0	128	68	3	1	200

Tabla 39. Rótulas producidas en el sentido Y.

Fuente: Propia

5.5.5 CURVA DE FRAGILIDAD

Para determinar la curva de fragilidad se recomienda emplear una función logarítmica normal la cual viene dada por la siguiente ecuación planteada por el FEMA P-58:

$$P\left(ED \geq \frac{ED_i}{IS}\right) = \Phi\left[\frac{1}{\beta_{PE}} \ln\left(\frac{PE}{\theta}\right)\right]$$

donde:

θ : media

β_{PE} : desviación estándar

PE : desplazamiento máximo

Al aplicar esta ecuación lo que se obtiene es una gráfica que nos muestra la probabilidad de daño de la estructura, por lo que para este caso se utilizó el desplazamiento máximo de la estructura que fue de 15cm aproximadamente y se lo relaciono con los límites de estados de daño según deriva de piso para estructuras con pórticos. Por lo tanto, se tiene que:

Estado de daño	Deriva de piso	Límites de daño Desplz máx. * Deriva
Operacional	0.20%	Limite máx. hasta 3 cm
Inmediatamente ocupacional	0.50%	Limite máx. hasta 7.5 cm
Seguridad de vida	1%	Limite máx. hasta 15 cm
Prevención de colapso	Sistema de limitada ductilidad 1%	Mayores a 15 cm

Tabla 40. Estados de daño en función de la deriva de piso.

Fuente: Propia

Al aplicar todos los parámetros estadísticos correspondientes para cada estado de daño mediante una hoja de cálculo se obtuvieron los siguientes valores, los cuales se muestran a continuación:

Estado de daño	Parámetros estadísticos	
	Mediana	Desv. estandar
Operacional	0.939	0.759
Inmediatamente ocupacional	1.340	0.260
Seguridad de vida	2.460	0.146
Prevención de colapso	1.161	0.204

Tabla 41. Parámetros estadísticos.

Fuente: Propia

Entonces, se tiene la curva de fragilidad para cada nivel de daño. Por lo que tomando como referencia el valor máximo de desplazamiento que presenta la estructura, se tiene una probabilidad de daño de aproximadamente el 85% correspondiente al nivel de seguridad de vida y un 5% de probabilidad de prevención de colapso, pudiendo afectar a la estructura.

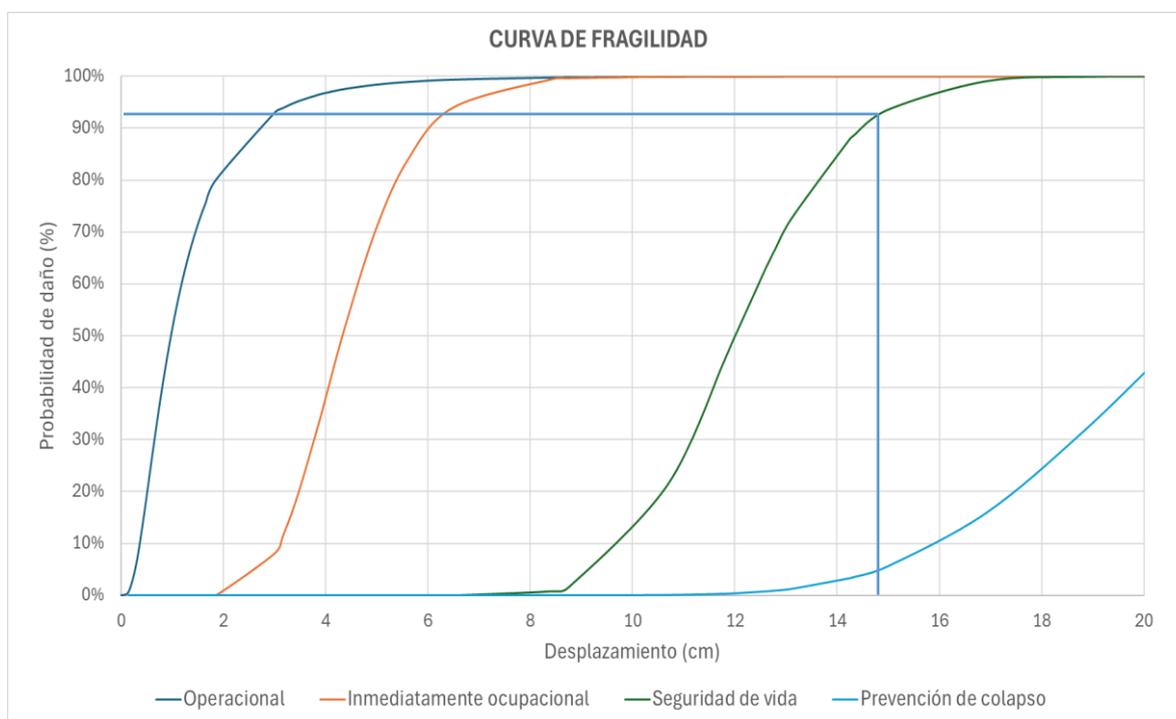


Figura 64. Curva de fragilidad para cada estado de daño.

Fuente: Propia

Finalmente, los resultados obtenidos del formulario de evaluación visual rápida confirman que las estructuras presentan un nivel de vulnerabilidad alto. Esto se ve reflejado así mismo con los estados de daño obtenidos del análisis estructural realizado, los cuales muestran que la edificación puede alcanzar niveles de daño de manera pronta con desplazamientos pequeños según la curva de fragilidad.

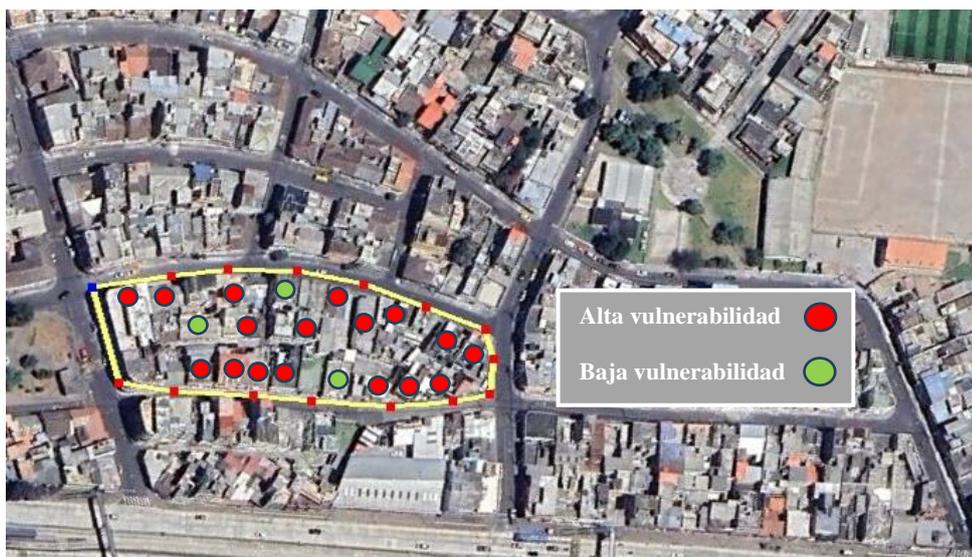


Figura 65. Resultados de vulnerabilidad según el formulario de evaluación visual.

Fuente: Propia

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

- A partir del levantamiento de información realizado, se puede concluir que las viviendas del sector del barrio La México, presenta un alto índice de vulnerabilidad sísmica. Esto se debe a que las edificaciones no cuentan con planos arquitectónicos ni estructurales, además que la construcción fue ejecutada sin la supervisión de un profesional capacitado y mucho menos con el cumplimiento normativo.
- La tipología estructural que se obtuvo según el Proyecto GEM-SARA corresponde a la Tipología 2, ya que las viviendas analizadas presentan irregularidad en planta, son de 2 y 3 pisos, y cuenta con entrepiso de hormigón, por lo tanto, esta clasificación se ajusta con el levantamiento previo realizado.
- Mediante el ensayo no destructivo (esclerómetro), se determinó los valores máximos de resistencia del hormigón para vigas siendo de 110.08 kg/cm² y columnas de 141.15 kg/cm². Estos valores no cumplen con el mínimo según lo requerido por normativa NEC-15 que establece una resistencia de 210 kg/cm², esto indica que los

valores obtenidos de resistencia no fueron dosificados de una manera correcta durante la construcción.

- Al realizar un análisis del modelo estructural se determinó que las columnas no cumplen con las dimensiones mínimas sugeridas por la normativa. Según la NEC-15 indica que el área transversal mínima para columnas debe ser de 900 cm².
- Del análisis estático se obtuvo que las deriva en el sentido “X” es de 1.94% y para el sentido “Y” es de 2.20%, la norma NEC-15 nos indica que el valor máximo permitido para la deriva debe ser del 2%. Por lo tanto, se puede concluir que para el sentido en “X” cumple con el límite, mientras que para el sentido “Y” excede el valor recomendado, lo que podría comprometer la estabilidad de la estructura.
- De los resultados obtenidos en el análisis pushover se pudo determinar que la curva de capacidad no se interseca con la curva de demanda, lo que indica que la estructura no es capaz de resistir las fuerzas sísmicas. Esto provoca que la estructura falle y no llegue a su punto de desempeño.
- Una vez obtenido los resultados del análisis no lineal, se pudo evidenciar que la estructura presenta deficiencias y necesita medidas de fortalecimiento y rehabilitación con la finalidad de reducir la vulnerabilidad sísmica y precautelar la seguridad de los habitantes.

CAPÍTULO 7: RECOMENDACIONES

- Se debe llevar a cabo charlas informativas con los moradores del sector con el propósito de dar a conocer sobre los riesgos y posibles consecuencias a largo plazo derivadas por el incumplimiento normativo y códigos de la construcción. Esta falta de incumplimiento puede incrementar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones, exponiendo a mayores riesgos durante el evento sísmico.
- Las diferentes patologías identificadas en las edificaciones deberían ser tratadas lo más antes posible, con el fin de evitar que estas se agraven y afecten la estabilidad de la estructura a largo plazo.
- Se recomienda realizar un ensayo de pachómetro con el fin de obtener una evaluación más detallada sobre la cantidad y distribución de acero longitudinal y transversal en las vigas y columnas. Este procedimiento es fundamental para determinar la cuantía de refuerzo, la cual resulta crucial para poder evaluar la seguridad y resistencia estructural de las viviendas.
- Las futuras construcciones se deben realizar bajo la supervisión y responsabilidad de un profesional capacitado. Además, se debe partir de un estudio de suelos previo para garantizar la estabilidad de las estructuras y la seguridad de los habitantes.
- Dado a que el sector La México es un barrio extenso, se recomienda evaluar un mayor número de edificaciones para obtener resultados más precisos y representativos en cuanto al margen de vulnerabilidad sísmica.
- La realización de un análisis pushover es limitada debido a una combinación de factores técnicos, económicos y normativos. Por ello se recomienda al MIDUVI (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda) desarrollar una metodología y normativa que permita interpretar datos y resultados para conocer de mejor manera el desempeño y capacidad de las estructuras ante cualquier evento sísmico.

CAPÍTULO 8: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angulo, Q. M. (2016). *Ingeniería Sísmica - Scielo* . Obtenido de Estudio de peligro sísmico de Ecuador y propuesta de espectros de diseño para la Ciudad de Cuenca:
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-092X2016000100001
- Arevalo, M. (2017). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO*. Obtenido de Análisis de la vulnerabilidad físico estructural y funcional en edificaciones públicas y privadas ante el riesgo de inundaciones generadas por el desborde de la quebrada serrano en el sector urbano de la ciudad de Saposoa:
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSM_ab43e9fc090b3dc2a325b09307eb7512
- Arteaga, P. (Diciembre de 2016). *ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA, REHABILITACIÓN Y EVALUACIÓN DEL INDICE DE DAÑO DE UNA EDIFICACIÓN PERTENECIENTE AL PATRIMONIO CENTRAL EDIFICADO EN LA CIUDAD DE CUENCA-ECUADOR*. Obtenido de
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/26547>
- Cabrera, A. (2014). *Módulo de elasticidad de hormigones de peso normal empleados en el Ecuador $f'c$: 21, 24, 28, 35 MPa*. Obtenido de
<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8627>
- Cabrera, P. (2021). *Análisis estático lineal y no lineal de un edificio de hormigón armado de 3 pisos incorporando la influencia de la mampostería, utilizando el método de diagonales equivalentes, mediante SAP2000*. Obtenido de
<https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/10894/1/16435.pdf>
- Cáceres, A. (2023). *Universidad Técnica de Ambato* . Obtenido de Análisis de vulnerabilidad sísmica y reforzamiento estructural de la unidad nueva del Hospital Básico El Puyo,

ubicado en la provincia de Pastaza, Ecuador. :

<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/37720>

Caicedo, M. (2014). *Períodos de vibración de las edificaciones*. Obtenido de redalyc.org:

<https://www.redalyc.org/pdf/1939/193932724001.pdf>

Calderón, J. (2021). *Determinación del módulo de elasticidad del hormigón hidráulico de (f_c 21 y 24) MPa, con árido de la cantera Agre S.A del cantón Portoviejo*. Obtenido de

<https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2962>

Carpio, F. d. (2023). *Editora UNC*. Obtenido de VULNERABILIDAD SÍSMICA Y LA

APLICACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN DE PROCESOS: [https://uni-](https://uni-contestado-)
contestado-

[site.s3.amazonaws.com/site/biblioteca/ebook/FABRIZIO_DEL_CARPIO_VULNERABILIDAD_SISMICA.pdf](https://s3.amazonaws.com/site/biblioteca/ebook/FABRIZIO_DEL_CARPIO_VULNERABILIDAD_SISMICA.pdf)

Celi P.S.A., C. -P.-S.-A. (2018). *Revista puce*. Obtenido de VULNERABILIDAD SÍSMICA DE QUITO ECUADOR, FASE I: CURVAS DE CAPACIDAD DE LAS TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES, PROYECTO GEM - SARA:

<https://www.revistapuce.edu.ec/index.php/revpuce/article/view/130/233>

Chávez, B. (2016). *ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL* . Obtenido de EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE LA CIUDAD DE QUITO - ECUADOR Y RIESGO DE PÉRDIDA:

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16537/1/CD-7202.pdf>

Chele, E. (2019). *UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ*. Obtenido de

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD EN HORMIGONES ESTRUCTURALES DE 21 Y 28 MPa UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA AGRESA:

<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2011/1/UNESUM-ECUADOR-ING.CIVIL-2019-94.pdf>

Elsa Moposita, C. G. (2021). VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL EDIFICIO CIENCIAS DE LA SALUD Y EL SER HUMANO - UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR 2019. VIII, pág. 9. Revista de Investigación Talentos.

Espinoza, J. (2019). *linkedin*. Obtenido de Vulnerabilidad Sísmica:

<https://www.linkedin.com/pulse/vulnerabilidad-s%C3%ADsmica-joseph-anthony-espinoza-v%C3%A1squez/>

Hernandez, J. (2011). *redalyc.org*. Obtenido de METODOLOGIA PARA LA

EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES DE HORMIGON ARMADO EXISTENTE:

<https://www.redalyc.org/pdf/870/87019757004.pdf>

IGEPN. (2024). *Instituto Geofísico - EPN*. Obtenido de Preguntas mas frecuentes - Sismos:

<https://www.igepn.edu.ec/component/fsf/?view=faq&catid=2>.

Loor, J. (2019). *Universidad laica Eloy Alfaro de Manabi*. Obtenido de Evaluacion de la vulnerabilidad sismica del edificio de la facultad de informatica de la universidad laica Eloy Alfaro de Manabi.:

<https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/2084/1/ULEAM-IC-0045.pdf>

MDMQ. (12 de Septiembre de 2018). *MEMORIA JUSTIFICATIVA LA MEXICO LINDA*.:

Obtenido de La recuperación de la identidad barrial como catalizador del desarrollo urbano sostenible e integrado en la Ciudadela “La México”:

https://gobiernoabierto.quito.gob.ec/wp-content/uploads/documentos/barrios/archivos/Menciones%20de%20honor/Menci%C3%B3n%20Sur/Memoria%20Justificativa_Ciudadela%20Mexico_Sur.pdf

- MIDUVI. (2015). *Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015*. Obtenido de Guia de diseño 5: Habitación y vivienda: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/GUIA-5-EVALUACION-Y-REHABILITACION.pdf>
- Mora, M. -V.-M. (2006). *Revista Ingenierías Universidad de Medellín - scielo*. Obtenido de Deficiencias, limitaciones, ventajas y desventajas de las metodologías de análisis sísmico no lineal: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242006000200006
- NEC. (2015). *PELIGRO SÍSMICO DISEÑO SISMO RESISTENTE*. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/2.-NEC-SE-DS-Peligro-Sismico-parte-1.pdf>
- NEC-SE-DS. (2015). *NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN*. Obtenido de PELIGRO SÍSMICO DISEÑO SISMO RESISTENTE: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/2.-NEC-SE-DS-Peligro-Sismico-parte-1.pdf>
- NEC-SE-HM. (2015). *Estructuras de hormigón armado*. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/8.-NEC-SE-HM-Hormigon-Armado.pdf>
- Ortega, A. (2022). *UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ*. Obtenido de COMPARACIÓN DEL PUNTO DE DESEMPEÑO DE UN EDIFICIO CONVENCIONAL VERSUS UN EDIFICIO CON SISTEMA DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA TIPO ADAS, MEDIANTE UN ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL.: <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3617/1/ORTEGA%20TOALA%20AXEL%20ALEJANDRO.pdf>

Romero.P. (2023). *Universidad politecnica Salesiana - Posgrados*. Obtenido de Evaluacion

del desempeño de un edificio residencial de seis niveles de la ciudad de Cuenca

utilizando conexiones a momento y conexiones combinadas a momento y corte:

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24191/4/UPS-CT010307.pdf>

Velásquez, J. (2022). *UNIVERSIDAD DEL AZUAY*. Obtenido de ANÁLISIS Y DISEÑO

ESTRUCTURAL, INSTALACIONES Y COSTOS DE UN PROYECTO PARA

PRESENTAR EN UN GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE UN

EDIFICIO DE CINCO PLANTAS, PARROQUIA HUAYNA CAPAC:

<https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/11700/1/17229.pdf>

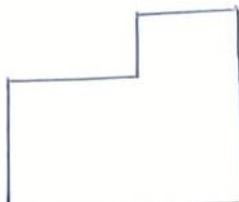
CAPÍTULO 9: ANEXOS

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES														
<p style="font-size: 24px; text-align: center;">Planta</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 0 auto;"></div> <p style="font-size: 24px; text-align: center;">Elevación</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 0 auto;"></div>	DATOS DE LA EDIFICACIÓN Dirección: <u>Parte y Cutuchi</u> Nombre de la edificación: <u>S/N Familia Calderón</u> Sitio de referencia: Tipo de uso: <u>Residencial</u> Fecha de evaluación: <u>10/11/2024</u> Año de construcción: <u>2005</u> Año de remodelación: Área construida (m ²): Número de pisos: <u>3</u> DATOS DEL PROFESIONAL Nombre del evaluador: <u>Michael Topanta</u> C.L. <u>172587415</u> Registro SENESCYT													
														
	TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL													
	Madera	WI	Pórtico hormigón armado	(C1)	Pórtico acero laminado	S1								
	Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. armado con muros estructurales	C2	Pórtico acero laminado con diagonales	S2								
	Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico acero doblado en frío	S3								
	Mixta acero-hormigón o mixta madera hormigón	MX	H. armado prefabricado	PC	Pórtico acero laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4								
					Pórtico acero con paredes mampostería	S5								
	PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S													
	Tipología del sistema estructural	WI	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	(2.5)	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2	
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN														
Baja altura (menor 4 pisos)	0	0	0	0	(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4	
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.4	0.4	0.6	0.8	N/A	0.5	0.5	
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN														
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	(-1.5)	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	
CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN														
Pre-código (construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2	
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	(1.4)	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1	
TIPO DE SUELO														
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-1.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	
Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	(0.6)	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-0.8	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8	
PUNTAJE FINAL, S														
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
S<2.4	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial			1,8										
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad													
S>2.5	Baja vulnerabilidad													
OBSERVACIONES														
Ninguna.														

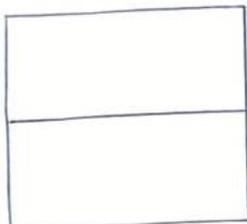
Formulario de evaluación visual rápida Familia Calderón.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES

Planta.



Elevación



DATOS DE LA EDIFICACIÓN

Dirección: Cutuchi y UPuno

Nombre de la edificación: Familia Toapanta

Sitio de referencia: _____

Tipo de uso: Residencial Fecha de evaluación: 10/11/2024

Año de construcción: 2008 Año de remodelación: _____

Área construida (m²): _____ Número de pisos: 2

DATOS DEL PROFESIONAL

Nombre del evaluador: Michael Toapanta

C.I. 172581115

Registro SENESCYT _____



TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL														
Madera	WI	Pórtico hormigón armado	(C1)	Pórtico acero laminado	S1									
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. armado con muros estructurales	C2	Pórtico acero laminado con diagonales	S2									
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico acero doblado en frío	S3									
Mixta acero-hormigón o mixta madera hormigón	MX			Pórtico acero laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4									
		H. armado prefabricado	PC	Pórtico acero con paredes mampostería	S5									

PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
	WI	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5	
Tipología del sistema estructural	4.4	1.8	2.8	1.8	(2.5)	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2	
Puntaje básico														
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN					(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	
Baja altura (menor 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4	
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.4	0.4	0.6	0.8	N/A	0.5	0.5	
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN														
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	(-0.5)	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	
CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN														
Pre-código (construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	(-1.2)	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2	
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1	
TIPO DE SUELO														
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-1.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	
Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	(-0.6)	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-0.8	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8	
PUNTAJE FINAL S														

GRADO DE VULNERABILIDAD SISMICA		0,2	
S<2.4	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial		
2.0>S>2.5	Medie vulnerabilidad		
S>2.5	Baja vulnerabilidad		

OBSERVACIONES

Presenta humedad en el baño del primer piso.

Formulario de evaluación visual rápida Familia Toapanta.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES													
<p style="text-align: center;">Planta</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 0 auto;"></div> <p style="text-align: center;">Elevación</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 0 auto;"></div>		DATOS DE LA EDIFICACIÓN											
		Dirección: <u>Umas y Cutuchi</u>											
		Nombre de la edificación: <u>Familia Ronald López</u>											
		Sitio de referencia:						Fecha de evaluación: <u>10/11/2014</u>					
		Tipo de uso: <u>Residencia</u>						Año de remodelación:					
		Año de construcción: <u>1997</u>						Número de pisos: <u>2</u>					
Area construida (m2):													
DATOS DEL PROFESIONAL													
Nombre del evaluador: <u>Michael Louparta</u>													
C.I. <u>192505115</u>													
Registro SENESCYT													
													
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL													
Madera	WI	Pórtico hormigón armado	(C1)	Pórtico acero laminado	S1								
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. armado con muros estructurales	C2	Pórtico acero laminado con diagonales	S2								
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico acero doblado en frío	S3								
Mixta acero-hormigón o mixta madera hormigón	MX			Pórtico acero laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4								
		H. armado prefabricado	PC	Pórtico acero con paredes mampostería	S5								
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S													
Tipología del sistema estructural	WI	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	(2.5)	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor 4 pisos)	0	0	0	0	(0)	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.4	0.4	0.6	0.8	N/A	0.5	0.5
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	(-0.5)	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN													
Pre-código (construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	(-1.2)	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-1.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	(-0.6)	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-0.8	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
PUNTAJE FINAL, S													
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
S<2.4	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												0,2
2.0>S>2.5	Medio vulnerabilidad												
S>2.5	Baja vulnerabilidad												
													
OBSERVACIONES													
Presenta Humedad en el yunque y fisuras en el 2do piso.													

Formulario de evaluación visual rápida Familia López.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES																
<p style="font-size: 24px; margin: 0;">Planta</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 10px auto;"></div> <p style="font-size: 24px; margin: 10px 0;">Elevación</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 10px auto;"></div>		DATOS DE LA EDIFICACIÓN Dirección: <u>Calle Urano.</u> Nombre de la edificación: <u>S/N Familia Sanchez</u> Sitio de referencia: Tipo de uso: <u>Residencial</u> Fecha de evaluación: <u>10/11/2024</u> Año de construcción: <u>2002.</u> Año de remodelación: Área construida (m2): Número de pisos: <u>2</u>														
		DATOS DEL PROFESIONAL Nombre del evaluador: <u>Michael Toupanu</u> C.I. <u>1725031115</u> Registro SENESCYT														
																
		TIPOLOGIA ESTRUCTURAL														
		Madera	WI	Pórtico hormigón armado	(C1)	Pórtico acero laminado	S1									
		Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. armado con muros estructurales	C2	Pórtico acero laminado con diagonales	S2									
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico acero doblado en trío	S3											
Mixta acero-hormigón o mixta madera hormigón	MX			Pórtico acero laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4											
		H. armado prefabricado	PC	Pórtico acero con paredes mampostería	S5											
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S																
Tipología del sistema estructural	WI	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5			
Puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	(2.5)	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2			
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN																
Baja altura (menor 4 pisos)	0	0	0	0	(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4			
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.4	0.4	0.6	0.8	N/A	0.5	0.5			
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN																
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1			
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5			
CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN																
Pre-código (construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	(-1.2)	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2			
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1			
TIPO DE SUELO																
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-1.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4			
Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	(-0.6)	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4			
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-0.8	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8			
PUNTAJE FINAL S																
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA																
S<2.4	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial				0,7											
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad															
S>2.5	Baja vulnerabilidad															
OBSERVACIONES <p style="font-size: 18px; margin: 0;">Presenta humedad en el garaje.</p>																

Formulario de evaluación visual rápida Familia Sánchez.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES													
<p style="font-size: 24px; text-align: center;">Planta</p> <div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 80px; margin: 0 auto;"></div> <p style="font-size: 24px; text-align: center;">Elevación</p> <div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 100px; margin: 0 auto;"></div>		DATOS DE LA EDIFICACIÓN											
		Dirección: <u>Cutuchi y Urano.</u>											
		Nombre de la edificación: <u>S/N Familia Morales</u>											
		Sitio de referencia:											
		Tipo de uso: <u>Residencial</u>						Fecha de evaluación: <u>10/11/2024.</u>					
		Año de construcción: <u>2005</u>						Año de remodelación:					
Área construida (m ²):						Número de pisos: <u>3</u>							
DATOS DEL PROFESIONAL													
Nombre del evaluador: <u>Michael Toquparta</u>													
C.I. <u>172581115</u>													
Registro SENESCYT													
													
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL													
Madera	WI	Pórtico hormigón armado		C1	Pórtico acero laminado		S1						
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. armado con muros estructurales		C2	Pórtico acero laminado con diagonales		S2						
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. armado con mampostería confinada sin refuerzo		C3	Pórtico acero doblado en frío		S3						
Mixta acero-hormigón o mixta madera hormigón	MX	H. armado prefabricado		PC	Pórtico acero laminado con muros estructurales de hormigón armado		S4						
					Pórtico acero con paredes mampostería		S5						
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S													
Tipología del sistema estructural	WI	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	(2.5)	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor 4 pisos)	0	0	0	0	(0)	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.4	0.4	0.6	0.8	N/A	0.5	0.5
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	(-1.5)	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	(-0.5)	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN													
Pre-código (construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	(-1.2)	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	(-0.4)	-0.4	-1.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	(-0.6)	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	(-0.8)	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
PUNTAJE FINAL, S													
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
S < 2.4	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												
2.0 > S > 2.5	Media vulnerabilidad												
S > 2.5	Baja vulnerabilidad												
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> -0.8  </div>													
OBSERVACIONES													
<p style="font-size: 24px;">Presente Humedad en la terraza</p>													

Formulario de evaluación visual rápida Familia Morales.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

Planta

Elevación

DATOS DE LA EDIFICACIÓN

Dirección: Calle Puente.

Nombre de la edificación: S/N Familia Morocho

Sitio de referencia:

Tipo de uso: Residencial Fecha de evaluación: 10/11/2024.

Año de construcción: 2002. Año de remodelación:

Área construida (m²): Número de pisos: 2

DATOS DEL PROFESIONAL

Nombre del evaluador: Michael Tocipunka

C.I. 1725054115

Registro SENESCYT



TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL													
	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Madera					C1				S1				
Mampostería sin refuerzo	URM				C2				S2				
Mampostería reforzada	RM								S3				
Mixta acero-hormigón o mixta madera hormigón	MX				C3				S4				
								PC	S5				

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S													
	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Tipología del sistema estructural	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2
Puntaje básico													
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.4	0.4	0.6	0.8	N/A	0.5	0.5
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN													
Pre-código (construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-1.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-0.8	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
PUNTAJE FINAL, S													

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA		0.7	[Firma]
S<2.4	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial		
2.0>S>2.5	Medio vulnerabilidad		
S>2.5	Baja vulnerabilidad		

OBSERVACIONES

Presenta eflorescencia en el garaje.

Formulario de evaluación visual rápida Familia Morocho.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES														
<p style="font-size: 24px; text-align: center;">Planta</p> <div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 80px; margin: 0 auto;"></div> <p style="font-size: 24px; text-align: center; margin-top: 20px;">Elevación</p> <div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 80px; margin: 0 auto;"></div>		DATOS DE LA EDIFICACIÓN												
		Dirección: <u>Calle Upano.</u>												
		Nombre de la edificación: <u>S/N Familia Pérez</u>												
		Sitio de referencia:						Fecha de evaluación: <u>10/11/2024</u>						
		Tipo de uso: <u>Residencial</u>						Año de remodelación:						
Año de construcción: <u>2002</u>						Número de pisos: <u>2</u>								
Área construida (m ²):														
DATOS DEL PROFESIONAL														
Nombre del evaluador: <u>Michael Toapanta</u>														
C.I. <u>1725851115</u>														
Registro SENESCYT														
														
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL														
Madera	WI	Pórtico hormigón armado	C1	Pórtico acero laminado	S1									
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. armado con muros estructurales	C2	Pórtico acero laminado con diagonales	S2									
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico acero doblado en frío	S3									
Mixta acero-hormigón o mixta madera hormigón	MX			Pórtico acero laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4									
		H. armado prefabricado	PC	Pórtico acero con paredes mampostería	S5									
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
Tipología del sistema estructural	WI	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5	
Puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2	
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN														
Baja altura (menor 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4	
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.4	0.4	0.6	0.8	N/A	0.5	0.5	
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN														
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	
CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN														
Pre-código (construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2	
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1	
TIPO DE SUELO														
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-1.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	
Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-0.8	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8	
PUNTAJE FINAL, S														
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
S<2.4	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial													0,7
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad													
S>2.5	Baja vulnerabilidad													
OBSERVACIONES														
Presenta Humedad en la terraza.														

Formulario de evaluación visual rápida Familia Pérez.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

Planta

Elevación

DATOS DE LA EDIFICACIÓN

Dirección: Calle Puente.

Nombre de la edificación: S/N. Familia Calle.

Sitio de referencia:

Tipo de uso: Residencial Fecha de evaluación: 10/11/2024.

Año de construcción: 2005 Año de remodelación:

Área construida (m²): Número de pisos: 2

DATOS DEL PROFESIONAL

Nombre del evaluador: Michael Toapanta.

C.I. 172597115

Registro SENESCYT



TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL											S1	S2	S3	S4	S5
Madera	WI	Pórtico hormigón armado	C1	Pórtico acero laminado	S1										
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. armado con muros estructurales	C2	Pórtico acero laminado con diagonales	S2										
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico acero doblado en frío	S3										
Mixta acero-hormigón o mixta madera hormigón	MX			Pórtico acero laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4										
		H. armado prefabricado	PC	Pórtico acero con paredes mampostería	S5										

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S											S1	S2	S3	S4	S5
Tipología del sistema estructural	WI	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5		
Puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2		
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN															
Baja altura (menor 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4		
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.4	0.4	0.6	0.8	N/A	0.5	0.5		
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN															
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1		
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5		
CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN															
Pre-código (construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2		
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1		
TIPO DE SUELO															
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4		
Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4		
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-0.8	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8		

PUNTAJE FINAL, S		GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
S < 2.4	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial	0,7	
2.0 > S > 2.5	Mediana vulnerabilidad		
S > 2.5	Baja vulnerabilidad		

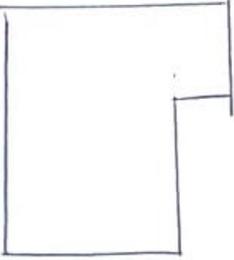
OBSERVACIONES

Presenta fisuras en la pared del primer piso.

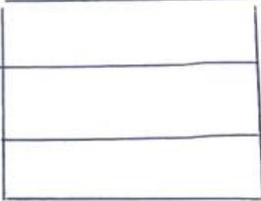
Formulario de evaluación visual rápida Familia Calle.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

Planta



ELEVACIÓN



DATOS DE LA EDIFICACIÓN

Dirección: Calle Antochi

Nombre de la edificación: S/N: Familia Maigua

Sitio de referencia: _____ Fecha de evaluación: 10/11/2024

Tipo de uso: Residencial Año de remodelación: _____

Año de construcción: 2004 Número de pisos: 3

Area construida (m2): _____

DATOS DEL PROFESIONAL

Nombre del evaluador: Michael Toropanta

C.I. 172585115

Registro SENESCYT _____



TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL											S1	S2	S3	S4	S5
Madera	WI	Pórtico hormigón armado	C1	Pórtico acero laminado	S1										
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. armado con muros estructurales	C2	Pórtico acero laminado con diagonales	S2										
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico acero doblado en frío	S3										
Mixta acero-hormigón o mixta madera hormigón	MX			Pórtico acero laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4										
		H. armado prefabricado	PC	Pórtico acero con paredes mampostería	S5										

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
	WI	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5	
Tipología del sistema estructural	4.4	1.8	2.8	1.8	(2.5)	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2	
Puntaje básico														
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN					(0)									
Baja altura (menor 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.4	0.2	0.4	N/A	0.4	
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.4	0.4	0.6	0.8	N/A	0.5	0.5	
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN														
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	(-0.5)	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	
CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN														
Pre-código (construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	(-1.2)	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2	
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1	
TIPO DE SUELO														
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-1.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	
Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	(-0.6)	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-0.8	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8	
PUNTAJE FINAL, S														

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA		0,2	
S<2.4	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial		
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad		
S>2.5	Baja vulnerabilidad		

OBSERVACIONES

Presenta Humedad en fachada principal.

Formulario de evaluación visual rápida Familia Maigua.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

Planta

Elevación

DATOS DE LA EDIFICACIÓN

Dirección: Calle Chumbo y Upano

Nombre de la edificación: S/N. Familia Oña

Sitio de referencia: _____

Tipo de uso: Residencia Fecha de evaluación: 10/11/2024

Año de construcción: 2001 Año de remodelación: _____

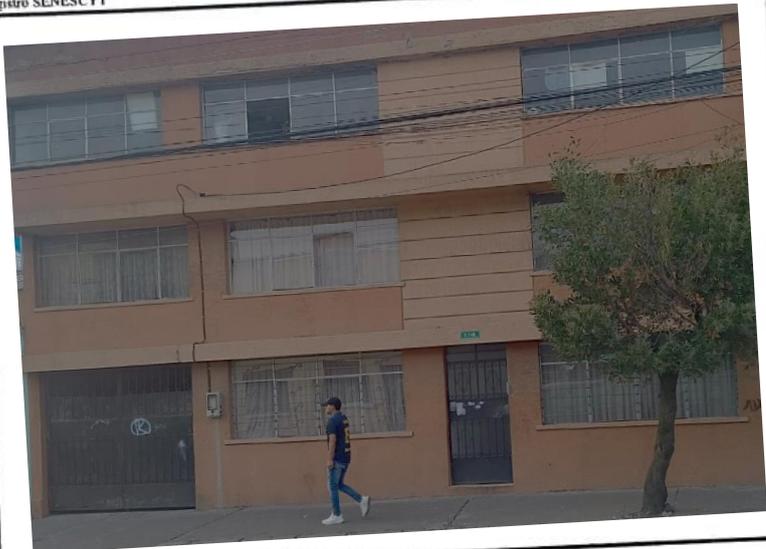
Área construida (m²): _____ Número de pisos: 3

DATOS DEL PROFESIONAL

Nombre del evaluador: Michael Toussaint

C.I. 172705445

Registro SENESCYT _____



TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL										S1	S2	S3	S4	S5
Madera	WI	Pértico hormigón armado	C1	Pértico acero laminado	S1									
Mampostería sin refuerzo	URM	Pértico H. armado con muros estructurales	C2	Pértico acero laminado con diagonales	S2									
Mampostería reforzada	RM	Pértico H. armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pértico acero doblado en frío	S3									
Mixta acero-hormigón o mixta madera hormigón	MX	H. armado prefabricado	PC	Pértico acero laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4									
				Pértico acero con paredes mampostería	S5									

	PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S										S1	S2	S3	S4	S5
	WI	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5		
Tipología del sistema estructural	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2		
Puntaje básico															
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN															
Baja altura (menor 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4		
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.4	0.4	0.6	0.8	N/A	0.5	0.5		
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN															
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1		
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5		
CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN															
Pre-código (construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2		
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1		
TIPO DE SUELO															
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-1.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4		
Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4		
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-0.8	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8		

PUNTAJE FINAL, S		0,7	
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA			
S<2.4	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial		
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad		
S>2.5	Baja vulnerabilidad		

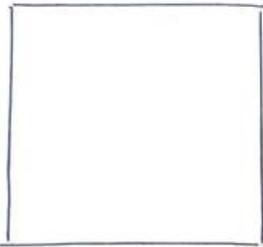
OBSERVACIONES

Presenta fisuras en góndolas en fachada principal (Terraza)

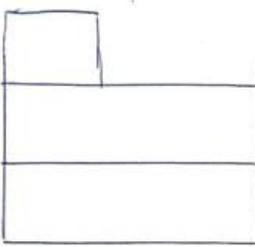
Formulario de evaluación visual rápida Familia Oña.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

Planta



Elevación



DATOS DE LA EDIFICACIÓN			
Dirección: <u>Calle Chumbos y U Puno</u>			
Nombre de la edificación: <u>S/M. Familia Benalcázar</u>			
Sitio de referencia:			
Tipo de uso: <u>Residencial</u>		Fecha de evaluación: <u>16/11/2024</u>	
Año de construcción: <u>1997</u>		Año de remodelación:	
Área construida (m ²):		Número de pisos: <u>2</u>	
DATOS DEL PROFESIONAL			
Nombre del evaluador: <u>Michael Toapanta</u>			
C.I. <u>172545-1118</u>			
Registro SENESCYT			



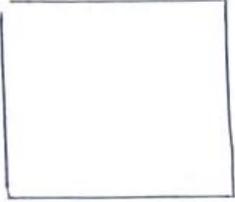
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL													
Madera	WI	Pórtico hormigón armado		C1	Pórtico acero laminado		S1						
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. armado con muros estructurales		C2	Pórtico acero laminado con diagonales		S2						
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. armado con mampostería confinada sin refuerzo		C3	Pórtico acero doblado en frío		S3						
Mixta acero-hormigón o mixta madera hormigón	MX				Pórtico acero laminado con muros estructurales de hormigón armado		S4						
		H. armado prefabricado		PC	Pórtico acero con paredes mampostería		S5						

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S													
Tipología del sistema estructural	WI	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	(2.5)	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor 4 pisos)	0	0	0	0	(0)	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.4	0.4	0.6	0.8	N/A	0.5	0.5
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	(-1.5)	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN													
Pre-código (construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.3	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	(0)	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	(-0.4)	-0.4	-1.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	(-0.6)	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.3	-0.8	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
PUNTAJE FINAL: 6													
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
S<2.4	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												
2.0<S<2.5	Media vulnerabilidad												
S>2.5	Baja vulnerabilidad												
0.4.													
													
OBSERVACIONES													
Problema Fisuras. en la terraza.													

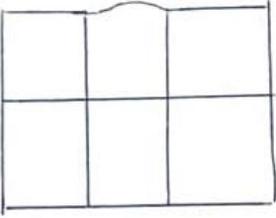
Formulario de evaluación visual rápida Familia Benalcázar.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

Planta



Elevación



DATOS DE LA EDIFICACIÓN

Dirección: Calle Chumbo.

Nombre de la edificación: S/N. Familia Albuja.

Sitio de referencia:

Tipo de uso: Residencial Fecha de evaluación: 10/16/2024

Año de construcción: 2002. Año de remodelación:

Área construida (m²): Número de pisos: 2.

DATOS DEL PROFESIONAL

Nombre del evaluador: Michael Torquinta

C.I. 1723431113

Registro SENESCYT



TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL											S1	S2	S3	S4	S5
Madera	WI	Pórtico hormigón armado	C1	Pórtico acero laminado	S1										
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. armado con muros estructurales	C2	Pórtico acero laminado con diagonales	S2										
Mampostería reforzada	IRM	Pórtico H. armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico acero doblado en frío	S3										
Mixta acero-hormigón o mixta madera hormigón	MX			Pórtico acero laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4										
		H. armado prefabricado	PC	Pórtico acero con paredes mampostería	S5										

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
	WI	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5	
Tipología del sistema estructural					C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5	
Puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2	
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN														
Baja altura (menor 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4	
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.4	0.4	0.6	0.8	N/A	0.5	0.5	
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN														
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	
CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN														
Pre-código (construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2	
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1	
TIPO DE SUELO														
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-1.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	
Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-0.8	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8	
PUNTAJE FINAL, S														
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
S<2.4	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial				0,7									
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad													
S>2.5	Baja vulnerabilidad													
OBSERVACIONES														
Presenta fisuras en la fachada principal.														

Formulario de evaluación visual rápida Familia Albuja.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

Planta

Elevación

DATOS DE LA EDIFICACIÓN

Dirección: Calle Chumbo.

Nombre de la edificación: S/N. Familia Llumiquinga.

Sitio de referencia:

Tipo de uso: Residencial Fecha de evaluación: 10/11/2024.

Año de construcción: 2007. Año de remodelación:

Área construida (m²): Número de pisos: 3

DATOS DEL PROFESIONAL

Nombre del evaluador: Michael Tapuara

C.I. 172505111

Registro SENESCYT



TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL															
Madera	WI	Pórtico hormigón armado	C1	Pórtico acero laminado	S1										
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. armado con muros estructurales	C2	Pórtico acero laminado con diagonales	S2										
Mampostería reforzada	RM			Pórtico acero doblado en frío	S3										
Mixta acero-hormigón o mixta madera hormigón	MX	Pórtico H. armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico acero laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4										
		H. armado prefabricado	PC	Pórtico acero con paredes mampostería	S5										

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
Tipología del sistema estructural	WI	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5	
Tipología del sistema estructural	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2	
Puntaje básico														
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN														
Baja altura (menor 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4	
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.4	0.4	0.6	0.8	N/A	0.5	0.5	
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN														
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	
CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN														
Pre-código (construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1	
TIPO DE SUELO														
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-1.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-0.8	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8

PUNTAJE FINAL, S			
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA			
S<2.4	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial	2.8	[Signature]
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad		
S>2.5	Baja vulnerabilidad		

OBSERVACIONES

Ninguna.

Formulario de evaluación visual rápida Familia Llumiquinga.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES															
<p style="text-align: center; font-size: 24px;">Planta</p> <div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 100px; margin: 0 auto;"></div> <p style="text-align: center; font-size: 24px;">Elevación</p> <div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 100px; margin: 0 auto;"></div>		DATOS DE LA EDIFICACIÓN													
		Dirección: <u>Calle Puente</u>													
		Nombre de la edificación: <u>S/N. Familia Suárez</u>													
		Sitio de referencia:										Fecha de evaluación: <u>10/11/2024.</u>			
		Tipo de uso: <u>Residencial</u>					Año de remodelación:								
Año de construcción: <u>1945</u>					Número de pisos: <u>3</u>										
DATOS DEL PROFESIONAL															
Nombre del evaluador: <u>Michael Tapuyutu</u>															
C.I. <u>1725451115</u>															
Registro SENESCYT															
															
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL															
Madera	WI	Pórtico hormigón armado	C1	Pórtico acero laminado	S1										
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. armado con muros estructurales	C2	Pórtico acero laminado con diagonales	S2										
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico acero doblado en frío	S3										
Mixta acero-hormigón o mixta madera hormigón	MX	H. armado prefabricado	PC	Pórtico acero laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4										
				Pórtico acero con paredes mampostería	S5										
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S															
	WI	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5		
Tipología del sistema estructural	4.4	1.8	2.8	1.8	(2.5)	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2		
Puntaje básico															
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN															
Baja altura (menor 4 pisos)	0	0	0	0	(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.4	0.4	0.6	0.8	N/A	0.5	0.5	0.5	0.5
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN															
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-0.5	-0.5
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	(-0.5)	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN															
Pre-código (construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	(-1.2)	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2	-0.2
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1	1.6	1
TIPO DE SUELO															
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-1.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	(-0.6)	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-0.8	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
PUNTAJE FINAL, S															
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA															
S<2.4	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial														0,2
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad														
S>2.5	Baja vulnerabilidad														
OBSERVACIONES															
Presenta humedad en la tercera planta y grietas.															

Formulario de evaluación visual rápida Familia Suárez.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

Planta

Elevación

DATOS DE LA EDIFICACIÓN	
Dirección:	Calle Cutuchi
Nombre de la edificación:	S/N. Familia Quinatoa
Síto de referencia:	
Tipo de uso:	Residencial
Año de construcción:	2007
Área construida (m ²):	
Fecha de evaluación:	10/11/2024
Año de remodelación:	
Número de pisos:	2

DATOS DEL PROFESIONAL	
Nombre del evaluador:	Michael Touparta
C.I.:	1922831113
Registro SENESCYT	



TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL										
Madera	W1	Pórtico hormigón armado	(C1)	Pórtico acero laminado	S1					
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. armado con muros estructurales	C2	Pórtico acero laminado con diagonales	S2					
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico acero doblado en frío	S3					
Mixta acero-hormigón o mixta madera hormigón	MX			Pórtico acero laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4					
		H. armado prefabricado	PC	Pórtico acero con paredes mampostería	S5					

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S													
	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Tipología del sistema estructural	4.4	1.8	2.8	1.8	(2.5)	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2
Puntaje básico													
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN					(0)	0	0	0	0	0	0	0	0
Baja altura (menor 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.4	0.4	0.6	0.8	N/A	0.5	0.5
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN					(-1.2)	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2
Pre-código (construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-1.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	(-0.6)	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-0.8	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
PUNTAJE FINAL, S													

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA		0,7	
S<2.4	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial		
2.0>S>2.5	Mediana vulnerabilidad		
S>2.5	Baja vulnerabilidad		

OBSERVACIONES

Presenta humedad en Fachada principal.

Formulario de evaluación visual rápida Familia Quinatoa.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES														
<p style="font-size: 24px; text-align: center;">Planta</p> <div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 80px; margin: 0 auto;"></div> <p style="font-size: 24px; text-align: center;">Elevación</p> <div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 100px; margin: 0 auto;"></div>		DATOS DE LA EDIFICACIÓN												
		Dirección: <u>Calle Puente.</u>												
		Nombre de la edificación: <u>S/O. Familia Espejo.</u>												
		Sitio de referencia:						Fecha de evaluación: <u>10/11/2024</u>						
		Tipo de uso: <u>Residencial.</u>						Año de remodelación:						
Año de construcción: <u>2002</u>						Número de pisos: <u>3</u>								
Área construida (m ²):														
DATOS DEL PROFESIONAL														
Nombre del evaluador: <u>Michal Toquante</u>														
C.I. <u>1925831113</u>														
Registro SENESCYT														
														
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL														
Madera	WI	Pórtico hormigón armado	C1	Pórtico acero laminado	S1									
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. armado con muros estructurales	C2	Pórtico acero laminado con diagonales	S2									
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico acero doblado en frío	S3									
Mixta acero-hormigón o mixta madera hormigón	MX			Pórtico acero laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4									
		H. armado prefabricado	PC	Pórtico acero con paredes mampostería	S5									
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
Tipología del sistema estructural	WI	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5	
Puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	(2.5)	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2	
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN														
Baja altura (menor 4 pisos)	0	0	0	0	(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4	
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.4	0.4	0.6	0.8	N/A	0.5	0.5	
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN														
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	(-1.5)	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	
CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN														
Pre-código (construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2	
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1	
TIPO DE SUELO														
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-1.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	
Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	(-0.6)	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-0.8	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8	
PUNTAJE FINAL, S														
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
S<2.4	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial													
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad													
S>2.5	Baja vulnerabilidad													
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> 0,4  </div>														
OBSERVACIONES														
Presenta humedad en la terraza y garaje.														

Formulario de evaluación visual rápida Familia Espejo.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

Planta

Elevación

DATOS DE LA EDIFICACIÓN

Dirección: Calle Chumbo.

Nombre de la edificación: S/N. Familia Vega

Sitio de referencia: _____ Fecha de evaluación: 10/11/2024.

Tipo de uso: Residencial Año de remodelación: _____

Año de construcción: 2000 Número de pisos: 2

Área construida (m²): _____

DATOS DEL PROFESIONAL

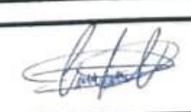
Nombre del evaluador: Michael Icajante

C.I. 17285115

Registro SENESCYT _____



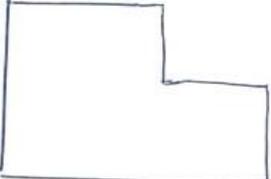
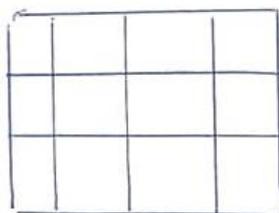
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL												S1	S2	S3	S4	S5
Madera	W1	Pórtico hormigón armado	C1	Pórtico acero laminado	S1											
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. armado con muros estructurales	C2	Pórtico acero laminado con diagonales	S2											
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico acero doblado en frío	S3											
Mixta acero-hormigón o mixta madera hormigón	MX			Pórtico acero laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4											
		H. armado prefabricado	PC	Pórtico acero con paredes mampostería	S5											

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S															
	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5		
Tipología del sistema estructural	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2		
Puntaje básico															
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN															
Baja altura (menor 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4		
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.4	0.4	0.6	0.8	N/A	0.5	0.5		
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN															
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1		
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5		
CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN															
Pre-código (construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2		
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1		
TIPO DE SUELO															
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-1.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4		
Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4		
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-0.8	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8		
PUNTAJE FINAL, S															
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA															
S<2.4	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial													0,7	
2.0>S>2.5	Medio vulnerabilidad														
S>2.5	Baja vulnerabilidad														
OBSERVACIONES															
Ninguna.															

Formulario de evaluación visual rápida Familia Vega.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES														
<p style="text-align: center;">Planta</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%; margin: 10px 0;"></div> <p style="text-align: center;">Elevación</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%; margin: 10px 0;"></div>		DATOS DE LA EDIFICACIÓN												
		Dirección: <u>Calle Parke.</u>												
		Nombre de la edificación: <u>S/O. Medox.</u>												
		Sitio de referencia:												
		Tipo de uso: <u>Residencial.</u>						Fecha de evaluación: <u>30/11/2024</u>						
		Año de construcción: <u>2005</u>						Año de remodelación:						
Área construida (m ²):						Número de pisos: <u>2</u>								
DATOS DEL PROFESIONAL														
Nombre del evaluador: <u>Michael Zapanta</u>														
C.I. <u>1725851118</u>														
Registro SENESCYT														
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL														
Madera	W1	Pórtico hormigón armado	C1	Pórtico acero laminado	S1									
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. armado con muros estructurales	C2	Pórtico acero laminado con diagonales	S2									
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico acero doblado en frío	S3									
Mixta acero-hormigón o mixta madera hormigón	MX			Pórtico acero laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4									
		H. armado prefabricado	PC	Pórtico acero con paredes mampostería	S5									
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5	
Puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	(2.5)	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2	
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN														
Baja altura (menor 4 pisos)	0	0	0	0	(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4	
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.4	0.4	0.6	0.8	N/A	0.5	0.5	
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN														
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	(-0.5)	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	
CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN														
Pre-código (construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2	
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	(1.4)	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1	
TIPO DE SUELO														
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-1.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	
Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	(-0.6)	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-0.8	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8	
PUNTAJE FINAL, S														
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
S<2.4	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial													2.8
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad													
S>2.5	Baja vulnerabilidad													
OBSERVACIONES														
Humedad en la terraza.														

Formulario de evaluación visual Medox.

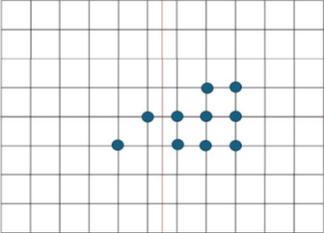
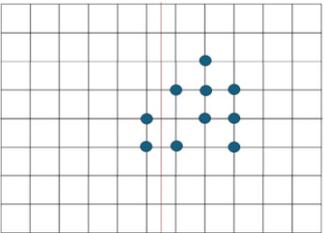
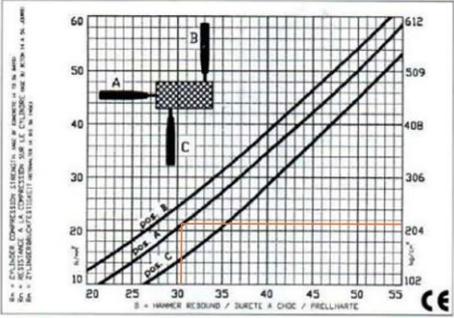
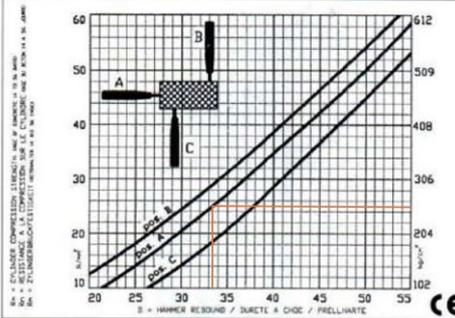
EVALUACIÓN VISUAL RAPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES															
<p style="text-align: center;">Planta</p>  <p style="text-align: center;">Elevación</p> 			DATOS DE LA EDIFICACIÓN Dirección: <u>Calle cutuchi</u> Nombre de la edificación: <u>S/N</u> Sitio de referencia: <u>Frente FARMACIA PROSOMIKU</u> Tipo de uso: <u>Comercial</u> Fecha de evaluación: <u>10/11/2024</u> Año de construcción: <u>2024</u> Año de remodelación: Área construida (m2): Número de pisos: <u>3</u>												
			DATOS DEL PROFESIONAL Nombre del evaluador: <u>Michael Toapanta</u> C.I. <u>172585115</u> Registro SENESCYT												
															
			TIPOLOGIA ESTRUCTURAL												
			Madera	W1	Pórtico hormigón armado		C1	Pórtico acero laminado		S1					
			Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. armado con muros estructurales		C2	Pórtico acero laminado con diagonales		S2					
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. armado con mampostería confinada sin refuerzo		C3	Pórtico acero doblado en frío		S3								
Mixta acero-hormigón o mixta madera hormigón	MX	H. armado prefabricado		PC	Pórtico acero laminado con muros estructurales de hormigón armado		S4								
					Pórtico acero con paredes mampostería		S5								
PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S															
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5		
Puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	(2.5)	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2		
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN															
Baja altura (menor 4 pisos)	0	0	0	0	(0)	0	0	0	0	0	0	0	0		
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4		
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.4	0.4	0.6	0.8	N/A	0.5	0.5		
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN															
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1		
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	(-0.5)	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5		
CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN															
Pre-código (construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2		
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	(1.4)	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1		
TIPO DE SUELO															
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-1.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4		
Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	(-0.6)	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4		
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-0.8	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8		
PUNTAJE FINAL, S															
GRADO DE VULNERABILIDAD SISMICA															
S<2.4	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial		2.8												
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad														
S>2.5	Baja vulnerabilidad														
OBSERVACIONES															
Ninguna.															

Formulario de evaluación visual.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES														
<p style="font-size: 24px; text-align: center;">Planta</p> <div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 80px; margin: 0 auto;"></div> <p style="font-size: 24px; text-align: center;">Elevación</p> <div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 100px; margin: 0 auto;"></div>		DATOS DE LA EDIFICACIÓN												
		Dirección: <u>Calle Chumbo.</u>												
		Nombre de la edificación: <u>S/O Familia Andrade.</u>												
		Sítio de referencia:												
		Tipo de uso: <u>Residencial.</u>						Fecha de evaluación: <u>10/11/2024</u>						
		Año de construcción: <u>2002.</u>						Año de remodelación:						
Área construida (m ²):						Número de pisos: <u>3</u>								
DATOS DEL PROFESIONAL														
Nombre del evaluador: <u>Michael Tapia</u>														
C.I. <u>197801111</u>														
Registro SENESCYT														
														
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL														
Madera	W1	Pórtico hormigón armado	(C1)	Pórtico acero laminado	S1									
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. armado con muros estructurales	C2	Pórtico acero laminado con diagonales	S2									
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico acero doblado en frío	S3									
Mixta acero-hormigón o mixta madera hormigón	MX	H. armado prefabricado	PC	Pórtico acero laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4									
				Pórtico acero con paredes mampostería	S5									
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5	
Puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	(2.5)	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2	
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN														
Baja altura (menor 4 pisos)	0	0	0	0	(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4	
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.4	0.4	0.6	0.8	N/A	0.5	0.5	
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN														
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	
CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN														
Pre-código (construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	(-1.2)	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2	
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1	
TIPO DE SUELO														
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-1.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	
Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	(-0.6)	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-0.8	-0.8	-0.8	-1.2	-1.3	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8	
PUNTAJE FINAL, S														
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
S<2.4	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial													
2.0>S>2.5	Media vulnerabilidad													
S>2.5	Baja vulnerabilidad													
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; font-size: 24px;"> 0,7 </div>														
OBSERVACIONES														
<p style="font-size: 24px;">Presenta fisuras y humedad.</p>														

Formulario de evaluación visual rápida Familia Andrade.

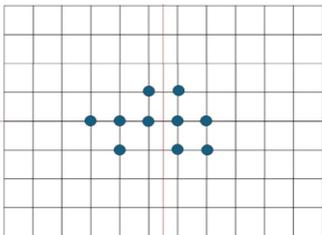
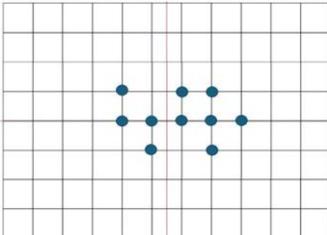
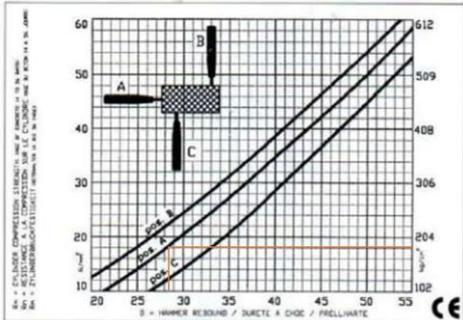
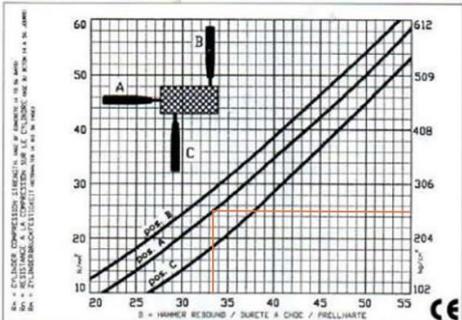
Resultados de columnas perimetral y central planta baja.

INFORMACIÓN DEL ELEMENTO ENSAYADO							
Fecha de prueba:	1/12/2024	Hora:	12:00	Temperatura:	18°C	Edad vivienda	3000 días
Piso				Planta baja			
Sección del elemento							
Columna perimetral				Columna central			
							
Lecturas del área de prueba	Elemento	Diferencia		Lecturas del área de prueba	Elemento	Diferencia	
1	28	2.5		1	34	0.7	
2	30	0.5		2	34	0.7	
3	30	0.5		3	34	0.7	
4	32	1.5		4	34	0.7	
5	32	1.5		5	32	1.3	
6	28	2.5		6	33	0.3	
7	32	1.5		7	30	3.3	
8	32	1.5		8	34	0.7	
9	32	1.5		9	34	0.7	
10	29	1.5		10	34	0.7	
Promedio de lecturas:		30.5		Promedio de lecturas:		33.3	
							
Factor por edad α (días):				0.63			
Resistencia f'c :	214.20	(kg/cm2)		Resistencia f'c :	249.80	(kg/cm2)	
Corrección por edad f'c:	134.95	(kg/cm2)		Corrección por edad f'c:	157.37	(kg/cm2)	

Resultados del ensayo con el esclerómetro para columnas perimetral y central – Planta baja.

Fuente: Propia

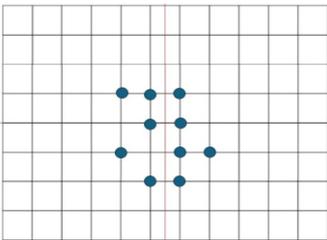
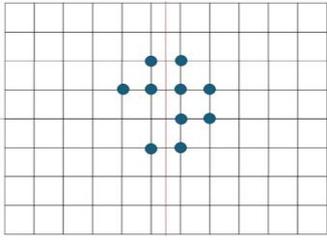
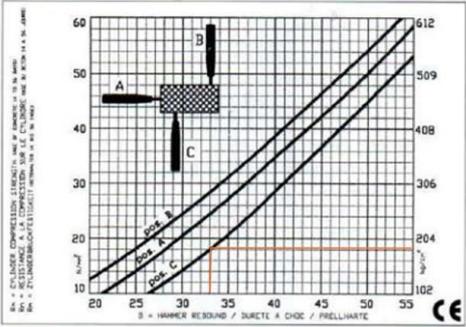
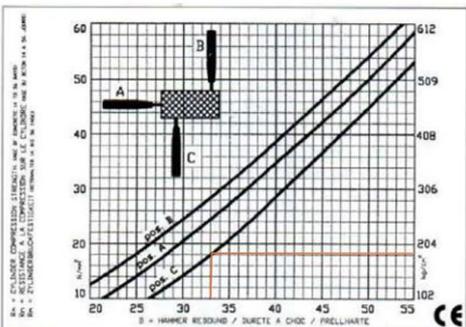
Resultados de columnas perimetral y central segunda planta.

INFORMACIÓN DEL ELEMENTO ENSAYADO							
Fecha de prueba:	1/12/2024	Hora:	12:30	Temperatura:	18°C	Edad vivienda	3000 días
Piso				Segunda planta			
Sección del elemento							
Columna perimetral				Columna central			
							
lecturas del área de prueba	Elemento	Diferencia		lecturas del área de prueba	Elemento	Diferencia	
1	28	0.5		1	34	0.8	
2	29	0.5		2	34	0.8	
3	29	0.5		3	33	0.2	
4	28	0.5		4	34	0.8	
5	26	2.5		5	32	1.2	
6	28	0.5		6	32	1.2	
7	28	0.5		7	33	0.2	
8	30	1.5		8	34	0.8	
9	29	0.5		9	34	0.8	
10	30	1.5		10	32	1.2	
Promedio de lecturas:		28.5		Promedio de lecturas:		33.2	
							
Factor por edad α (días):				0.63			
Resistencia $f'c$:	184.10	(kg/cm ²)		Resistencia $f'c$:	248.10	(kg/cm ²)	
Corrección por edad $f'c$:	115.98	(kg/cm ²)		Corrección por edad $f'c$:	156.30	(kg/cm ²)	

Resultados del ensayo con el esclerómetro para columnas perimetral y central – Segunda planta.

Fuente: Propia

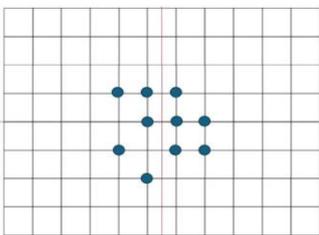
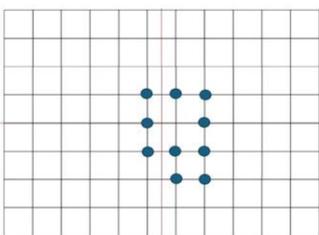
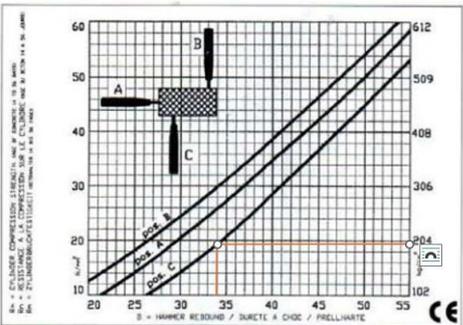
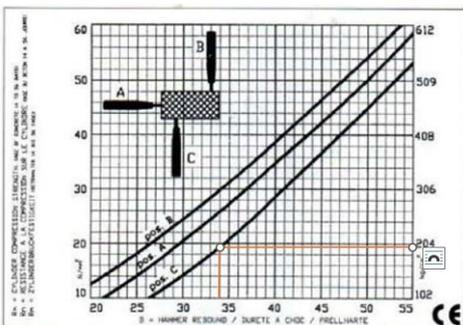
Resultados de losa paño 1 y 2 planta baja.

INFORMACIÓN DEL ELEMENTO ENSAYADO							
Fecha de prueba:	1/12/2024	Hora:	11:00	Temperatura:	18°C	Edad vivienda	3000 días
Piso				Planta baja			
Sección del elemento							
Losapaño 1				Losapaño 2			
							
Lecturas del área de prueba	Elemento	Diferencia		Lecturas del área de prueba	Elemento	Diferencia	
1	32	1.7		1	30	0.1	
2	30	0.3		2	30	0.1	
3	32	1.7		3	31	0.9	
4	30	0.3		4	32	1.9	
5	30	0.3		5	30	0.1	
6	31	0.7		6	31	0.9	
7	30	0.3		7	30	0.1	
8	29	1.3		8	30	0.1	
9	29	1.3		9	29	1.1	
10	30	0.3		10	28	2.1	
Promedio de lecturas:		30.3		Promedio de lecturas:		30.1	
							
Factor por edad α (días):				0.63			
Resistencia $f'c$:	184.20	(kg/cm ²)		Resistencia $f'c$:	183.80	(kg/cm ²)	
Corrección por edad $f'c$:	116.05	(kg/cm ²)		Corrección por edad $f'c$:	115.79	(kg/cm ²)	

Resultados del ensayo con el esclerómetro para losa –Planta baja.

Fuente: Propia

Resultados de losa paño 1 y 2 segunda planta.

INFORMACIÓN DEL ELEMENTO ENSAYADO							
Fecha de prueba:	1/12/2024	Hora:	11:30	Temperatura:	18°C	Edad vivienda	3000 días
Piso				Segunda planta			
Sección del elemento							
Losa paño 1				Losa paño 2			
							
Lecturas del área de prueba	Elemento	Diferencia		Lecturas del área de prueba	Elemento	Diferencia	
1	34	0		1	34	0	
2	34	0		2	34	0	
3	34	0		3	34	0	
4	34	0		4	35	1	
5	34	0		5	34	0	
6	33	1		6	35	1	
7	34	0		7	32	2	
8	34	0		8	34	0	
9	36	2		9	34	0	
10	33	1		10	34	0	
Promedio de lecturas:		34		Promedio de lecturas:		34	
							
Factor por edad α (días):				0.63			
Resistencia $f'c$:	201.50	(kg/cm ²)		Resistencia $f'c$:	201.50	(kg/cm ²)	
Corrección por edad $f'c$:	126.95	(kg/cm ²)		Corrección por edad $f'c$:	126.95	(kg/cm ²)	

Resultados del ensayo con el esclerómetro para losa – Segunda planta.

Fuente: Propia