



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

TEMA:

**“ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN
ESTRUCTURAS DE LA PARROQUIA MANGLARALTO DEL
CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR:

MALAVÉ LAÍNEZ JULISSA YAMILEX

TUTOR:

ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO, MS.c

LA LIBERTAD, ECUADOR

2022

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN
ESTRUCTURAS DE LA PARROQUIA
MANGLARALTO DEL CANTÓN SANTA ELENA,
PROVINCIA DE SANTA ELENA**

AUTOR:

MALAVÉ LAÍNEZ JULISSA YAMILEX

TUTOR:

**ING. VIANNA ANDREA PINOARGOTE ROVELLO,
MS.c**

LA LIBERTAD – ECUADOR

2022

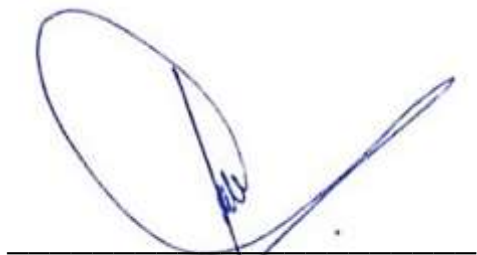
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



ING. JONNY VILLAGO, MSc.
DIRECTOR DE CARRERA



ING. VIANNA PINOARGOTE, MSc.
DOCENTE TUTOR



ING. JAIME ARGUDO, Ph.D.
DOCENTE ESPECIALISTA



ING. LUCRECIA MORENO, Mg.
DOCENTE UIC

Dedico este trabajo de investigación a Dios por siempre darme todo lo necesario para lograr mis objetivos.

Quiero dedicar este proyecto con el mayor respeto y admiración a mi querida madre América Malavé Laínez por el sacrificio que realiza día a día para ayudarme a cumplir con mis metas y por el apoyo inmensurable que he recibido de ella.

A los seres más importantes de mi vida en la tierra, mi familia, por esa confianza y fe que depositaron en mí desde el día uno de este camino.

Malavé Laínez Julissa Yamilex

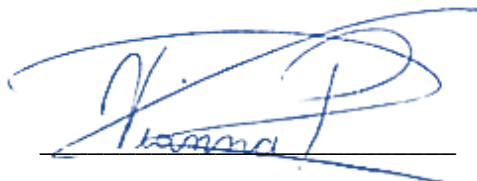
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

002-TUTOR VAPR-2022

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN ESTRUCTURAS DE LA PARROQUIA MANGLARALTO DEL CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA elaborado por la estudiante MALAVÉ LAÍNEZ JULISSA YAMILEX, egresada de la carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio URKUND, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 7% de la valoración permitida por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.

FIRMA DEL TUTOR

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Vianna Pinoargote', written over a horizontal line.

Ing. Vianna Pinoargote Rovello MSc.

C.I.: 24000616

Document Information

Analyzed document	MALAVÉ LAÍNEZ URKUND.docx (D142692623)
Submitted	8/6/2022 4:08:00 AM
Submitted by	
Submitter email	juissa.malavelainez@upse.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	vpncoargote.upse@analysis.urkund.com

Sources included in the report

- W** URL: <https://documento.com/document/universidad-estatal-pennsula-de-santa-elena-2020-9-29-universidad-estatal.html>
Fetched: 8/5/2022 7:49:26 PM
- W** URL: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/58434/1/6/MAT-EN%20191-2021-Ing-%20CIVIL%20-%20TERANK%20BARRAN%20ANTHONY%20JOSUE.pdf>
Fetched: 5/2/2022 12:45:14 PM
- W** URL: <https://docplayer.es/197914273-Universidad-estatal-pennsula-de-santa-elena-facultad-de-ciencias-de-la-ingeniera-carrera-ingeniera-civil.html>
Fetched: 9/21/2021 8:10:10 PM
- W** URL: <https://dspace.upse.edu.ec/bitstream/123456789/22191/1/UPSE%20-%20TTS675.pdf>
Fetched: 5/7/2022 1:21:47 AM
- W** URL: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6503/1/UPSE-TIC-2021-0024.pdf>
Fetched: 5/2/2022 7:16:17 AM
- W** URL: <https://library.co/document/q7wgnloz-comparativo-estructura-resistentes-especificaciones-asociaci%C3%B3n-estadounidense-ingenieros-estadounidense.html>
Fetched: 2/27/2022 7:28:51 AM

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **MALAVÉ LAÍNEZ JULISSA YAMILEX**, declaro bajo juramento que el presente trabajo de titulación denominado “**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN ESTRUCTURAS DE LA PARROQUIA MANGLARALTO DEL CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA**”, no tiene antecedentes de haber sido elaborado en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil, lo cual es un trabajo exclusivamente inédito y perteneciente de mi autoría.

Por medio de la presente declaración cedo los derechos de autoría y propiedad intelectual, correspondientes a este trabajo, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente,



Malavé Laínez Julissa Yamilex

Autor de Tesis

C.I. 2400253023

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Pinoargote Rovello Vianna Andrea MSc.

TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Universidad Estatal Península de Santa Elena

En mi calidad de Tutor del presente trabajo **ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN ESTRUCTURAS DE LA PARROQUIA MANGLARALTO DEL CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA** previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil elaborado por la Srta. **MALAVÉ LAÍNEZ JULISSA YAMILEX**, egresada de la carrera de Ingeniería Civil, Facultad Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes.

FIRMA DEL TUTOR



Ing. Pinoargote Rovello Vianna Andrea MSc.

C.I.: 2400061632

CERTIFICACIÓN DEL GRAMATÓLOGO

Certificación de Gramatólogo

Lic. ALEXI JAVIER HERRERA REYES

Magíster En Diseño Y Evaluación

De Modelos Educativos

La Libertad, agosto 03 de 2022.

Certifica:

Que después de revisar el contenido del trabajo de titulación en opción al título de Ingeniero Civil de MALAVÉ LAÍNEZ JULISSA YAMILEX, cuyo tema es: “ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN ESTRUCTURAS DE LA PARROQUIA MANGLARALTO DEL CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA” me permito declarar que el trabajo investigativo se encuentra idóneo y puede ser expuesto ante el jurado respectivo para la defensa del tema en mención.

Es todo cuanto puedo manifestar en honor a la verdad.



Lic. Alexi Javier Herrera Reyes, MSc.

Docente de Español A: Literatura

Cel: 0962989420

e-mail: alexiherrerareyes@hotmail.com

AGRADECIMIENTOS

Antes de todo quiero agradecer a Dios, mi padre celestial, por darme la oportunidad de formarme como profesional, por guiarme hacia los caminos que me conducen al éxito, y por todas las cualidades que me brinda para obtener mi título de ingeniera civil.

Agradezco de una manera infinita a la mujer más maravillosa para mí, América Malavé Laínez, mi madre; por siempre brindarme todo lo que posee para lograr el éxito; gracias por su confianza, fe, y amor que posee en mí.

Agradezco de una manera muy especial al joven Douglas Laínez Borbor, por siempre estar conmigo, por apoyarme física y moralmente, por alentarme a seguir con todos mis objetivos y superar las barreras que nos pone la vida.

A mi querida familia, que son la inspiración y motivación para alcanzar el éxito, por siempre apoyarme en los momentos difíciles, por brindarme ese respaldo cuando lo necesite, y por ser ese

A mi tutora de tesis, Ing. Vianna Pinoargote, por ser mi guía profesional y orientarme durante la elaboración de mi proyecto de titulación.

Agradezco a todos mis docentes de la Carrera de Ingeniería civil, por su ardua labor que realizan al brindarnos sus conocimientos y experiencias para ser unos buenos profesionales.

A mis amigos por su confianza, apoyo y motivación que me dieron en el transcurso de la carrera de ingeniería civil.

Malavé Laínez Julissa Yamilex

CONTENIDO

	Pág.
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO	iv
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	vi
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	vii
CERTIFICACIÓN DEL GRAMATÓLOGO	viii
AGRADECIMIENTOS	ix
CONTENIDO	x
LISTA DE FIGURAS	xvi
LISTA DE TABLAS	xx
RESUMEN	xxv
ABSTRACT	xxvi
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.2 ANTECEDENTES	5
1.3 HIPÓTESIS	9
1.3.1 Hipótesis General	9
1.3.2 Hipótesis Especificas	9
1.4 OBJETIVOS	10
1.4.1 Objetivo General	10
1.4.2 Objetivos Específicos	10
1.5 ALCANCE	10
1.6 VARIABLES	13
1.6.1 Variables Dependientes	13
1.6.2 Variables Independientes	13

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	14
2.1 RIESGO SÍSMICO	14
2.2 PELIGRO SÍSMICO.....	14
2.2.1 Peligrosidad Sísmica en el Territorio Ecuatoriano	15
2.3 VULNERABILIDAD SÍSMICA.....	15
2.3.1 Vulnerabilidad Estructural	16
2.3.2 Vulnerabilidad No Estructural	17
2.3.3 Vulnerabilidad Funcional.....	17
2.4 PRINCIPALES FACTORES QUE CONTRIBUYEN A LA VULNERABILIDAD SÍSMICA.....	17
2.4.1 Geométricos	17
2.4.2 De Diseño o Constructivos	18
2.5 ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....	19
2.6 ANÁLISIS CUALITATIVO	19
2.6.1 Método FEMA P-154.....	19
2.6.2 Método Benedetti y Petrini	33
2.6.3 Sistema de Puntuación del Índice de Vulnerabilidad Sísmica de Edificios	44
2.7 MÉTODO CUANTITATIVO.....	53
2.7.1 Metodología de Análisis Sísmico NEC 15 (NEC-SE-DS)	54
2.7.2 Lineamientos de la Norma ASCE 7-16.....	75
2.8 MODELAMIENTO	97
2.8.1 Preparación del Modelo Matemático de Análisis	97
2.8.2 Interpretación de Resultados del Primer Análisis	97
2.9 ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER).....	97
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	98
3.1 Tipo y Nivel de Investigación.....	98
3.1.1 Tipo de Investigación.....	98
3.1.2 Nivel de Investigación	98

3.2 MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	99
3.2.1 Método	99
3.2.2 Enfoque	99
3.2.3 Diseño de Investigación	100
3.3 POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO	100
3.3.1 Población - Ubicación y Localización	100
3.3.2 Muestra.....	101
3.3.3 Muestreo.....	101
3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	102
3.5 METODOLOGÍA O.E. 1. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE LAS 81 ESTRUCTURAS.....	103
3.5.1 FEMA P-154.....	103
3.6 METODOLOGÍA O.E. 2. PROCESO INVESTIGATIVO DE LOS ERRORES ESTRUCTURALES MÁS COMUNES	104
3.6.1 Irregularidades Estructurales.....	104
3.6.2 Técnicas de Reforzamiento Estructural	104
3.7 METODOLOGÍA O.E. 3. METODOLOGÍAS DEL ANÁLISIS MÁS DETALLADO	105
3.7.1 Metodología de Benedetti y Petrini	105
3.7.2 Metodología de Sistema de Puntuación del Índice de Vulnerabilidad Sísmica de Chang.....	106
3.7.3 Metodología de Análisis NEC 2015	107
3.7.4 Metodología de Análisis ASCE 7-16.....	108
3.7.5 Modelamiento	109
3.7.6 Análisis No Lineal	110
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	111
4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS O.E. 1. INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS 81 ESTRUCTURAS MEDIANTE FEMA P-154.....	111
4.1.1 Determinación de la Región Sísmica de la Parroquia Manglaralto	111

4.1.2	Aplicación Formulario FEMA P-154	112
4.1.3	Índice de Vulnerabilidad Sísmica de las Estructuras Analizadas.....	113
4.1.4	Edificios Más Vulnerables de Cada Comunidad	118
4.2	ANÁLISIS Y RESULTADOS O.E. 2. ERRORES ESTRUCTURALES MÁS FRECUENTES Y TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL ..	152
4.2.1	Errores Estructurales y Constructivos más Frecuentes en las Estructuras de la Parroquia Manglaralto.	152
4.2.2	Técnicas de Reforzamiento Estructural para los Edificios con Vulnerabilidad Alta de la Parroquia Manglaralto.	153
4.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS O.E. 3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DETALLADO DE LA ESTRUCTURA MÁS VULNERABLE.	156
4.3.1	Ubicación de la Estructura	156
4.3.2	Antecedentes Constructivo de la Estructura	157
4.4	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EDIFICACIÓN.....	157
4.4.1	Resistencia a la Compresión	158
4.4.2	Acero De Refuerzo de Elementos Estructurales.	160
4.4.3	Carga	161
4.5	APLICACIÓN DEL MÉTODO ITALIANO	164
4.5.1	Organización del Sistema Resistente	164
4.5.2	Calidad del Sistema Resistente	165
4.5.3	Cálculo de la Resistencia Convencional	165
4.5.4	Posición del Edificio y Cimentación.....	166
4.5.5	Losa.....	167
4.5.6	Configuración en Planta.....	167
1.1.1	Configuración en Elevación.....	168
4.5.7	Conexión Entre Elementos Críticos.....	168
4.5.8	Elementos con Baja Ductilidad.....	169
4.5.9	Elementos no estructurales.....	169
4.5.10	Estado de conservación.....	169

4.5.11 Resultados del Método Italiano.....	170
4.6 APLICACIÓN DEL SISTEMA DE PUNTUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICIOS	171
4.6.1 Resultado del Sistema de Puntuación del Índice de Vulnerabilidad Sísmica	172
4.7 MODELO MATEMÁTICO DEL EDIFICIO.....	174
4.8 ANÁLISIS ESTÁTICO NEC	175
4.8.1 Espectro de Diseño para la Estructura	175
4.8.2 Periodo Fundamental Aproximado	177
4.8.3 Cortante Basal	177
4.8.4 Derivas de Piso.....	178
4.8.5 Corrección del Periodo.....	181
4.9 ANÁLISIS DINÁMICO DE LA NEC	185
4.9.1 Derivas de Piso.....	185
4.9.2 Análisis Modal	187
4.9.3 Índice de Estabilidad.....	189
4.10 ANÁLISIS CON LA NORMA AMERICANA ASCE 7-16	190
4.10.1 Espectro Elástico de Aceleración Horizontal de Diseño	190
4.10.2 Periodo Fundamental Aproximado	191
4.10.3 Cortante Basal	192
4.10.4 Derivas de Piso.....	194
4.10.5 Cortante Basal y Distribución de Fuerzas Horizontales	197
4.10.6 Derivas de Piso en Dirección X y Y	198
4.10.7 Irregularidad Torsional	200
4.10.8 Índice de Estabilidad.....	200
4.11 ANÁLISIS NO LINEAL	201
4.11.1 NEC 2015.....	201
4.11.2 ASCE 7-16	204
4.12 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	208

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	209
5.1 CONCLUSIONES	209
5.2 RECOMENDACIONES	211
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	213
ANEXO A.....	216

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Ubicación geográfica de la parroquia Manglaralto	1
Figura 2 Comunas y Recintos de la Parroquia Rural de Manglaralto.....	11
Figura 3 Definición de espacio de separación entre edificios adyacentes	28
Figura 4 Ilustración esquemática de pisos que no se alinean verticalmente	29
Figura 5 Ilustración esquemática de edificios de diferente altura.....	29
Figura 6 Ilustración esquemática de los edificios finales.....	29
Figura 7 Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z	57
Figura 8 Espectro de diseño de NEC-SE-DS	62
Figura 9 Espectro de Respuesta de Diseño ASCE 7-16.....	82
Figura 10 Factor de Amplificación Torsional	92
Figura 11 Ubicación de la Parroquia Manglaralto a través de fotografía satelital	100
Figura 12 Formulario de recopilación de datos de nivel 1 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Barcelona.....	122
Figura 13 Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Barcelona.....	123
Figura 14 Formulario de recopilación de datos de nivel 1 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Sinchal	124
Figura 15 Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Sinchal	125
Figura 16 Formulario de recopilación de datos de nivel 1 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Valdivia	126
Figura 17 Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Valdivia	127

Figura 18	Formulario de recopilación de datos de nivel 1 completado del edificio más vulnerable de la Comuna San Pedro.....	128
Figura 19	Formulario de Recopilación de Datos de Nivel 2 Completado del Edificio Más Vulnerable de la Comuna San Pedro.....	129
Figura 20	Formulario de recopilación de datos de nivel 1 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Simón Bolívar.....	130
Figura 21	Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Simón Bolívar.....	131
Figura 22	Formulario de recopilación de datos de nivel 1 completado del edificio más vulnerable de la Comuna San Antonio	132
Figura 23	Formulario de recopilación de datos de nivel 1 completado del edificio más vulnerable de la Comuna San Antonio	133
Figura 24	Formulario de recopilación de datos de nivel 1 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Cadeate	134
Figura 25	Formulario de Recopilación de Datos de Nivel 2 Completado del Edificio Más Vulnerable de la Comuna Cadeate	135
Figura 26	Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Río Chico.....	136
Figura 27	Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Río Chico.....	137
Figura 28	Formulario de recopilación de datos de nivel 1 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Manglaralto.....	138
Figura 29	Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Manglaralto.....	139
Figura 30	Formulario de recopilación de datos de nivel 1 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Dos Mangas	140
Figura 31	Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Dos Mangas	141
Figura 32	Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Montanita.....	142
Figura 33	Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Montanita.....	143

Figura 34	Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Olón	144
Figura 35	Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Olón	145
Figura 36	Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna San José	146
Figura 37	Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna San José	147
Figura 38	Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna La Núñez	148
Figura 39	Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Las Núñez	149
Figura 40	Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna La Entrada	150
Figura 41	Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna La Entrada	151
Figura 42	Porcentajes del tipo de estructuras que se encuentra en la Parroquia Manglaralto	152
Figura 43	Porcentajes de irregularidades más comunes en la Parroquia Manglaralto	153
Figura 44	Ubicación de la Estructura Escogida para el Análisis Detallado	157
Figura 45	Modelo matemático de la estructura seleccionada para el analisis....	174
Figura 46	Espectro de diseño elástico- NEC	176
Figura 47	Derivadas en dirección X	180
Figura 48	Derivadas en dirección Y	181
Figura 49	Periodo por medio de un análisis modal en dirección X	182
Figura 50	Periodo por medio de un análisis modal en dirección Y	182
Figura 51	Derivada en X con periodo 1.16	183
Figura 52	Coficiente del Cortante Basal en Y con periodo 1.03seg	184
Figura 53	Cortante Basal en Y con periodo 1.03seg	184

Figura 54	Derivada en Y con periodo 1.03seg	184
Figura 55	Espectro de diseño aplicando la norma ASCE 7 - 16	191
Figura 56	Derivadas en dirección X.....	196
Figura 57	Derivadas en dirección Y	196
Figura 58	Derivadas en dirección X.....	198
Figura 59	Derivadas en dirección Y	199
Figura 60	Rótula Plástica Etapa 1, NEC 2015 con fuerza en dirección X	202
Figura 61	Curva Pushover dirección X, NEC-15	203
Figura 62	Rótula Plástica Etapa 1, NEC 2015 con fuerza en dirección Y	203
Figura 63	Curva Pushover dirección Y NEC-15	204
Figura 64	Rótula Plástica Etapa 1, ASCE 7-16 con fuerza en dirección X.....	205
Figura 65	Rótula Plástica Etapa 2, ASCE 7-16 con fuerza en dirección X.....	205
Figura 66	Curva Pushover dirección X ASCE 7-16.....	206
Figura 67	Rótula Plástica Etapa 1, ASCE 7-16 con fuerza en dirección X.....	206
Figura 68	Rótula Plástica Etapa 2, ASCE 7-16 con fuerza en dirección Y.....	207
Figura 69	Curva Pushover dirección Y ASCE 7-16.....	207

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Región sísmica a partir de la respuesta de aceleración espectral. FEMA P-154	20
Tabla 2 Definiciones de Tipos de Suelo	21
Tabla 3 Tipología del Sistema Estructural FEMA P-154.....	22
Tabla 4 Irregularidades verticales.....	23
Tabla 5 Irregularidades en Planta FEMA P-154.....	26
Tabla 6 Formulario de encuesta nivel 1 para una zona de sismicidad muy alta.	30
Tabla 7 Formulario de encuesta nivel 2 para una zona de sismicidad muy alta.	31
Tabla 8 Parámetros utilizados en el método italiano	34
Tabla 9 Asignación de clases a los edificios de mampostería no reforzada	34
Tabla 10 Asignación de clases a los edificios de hormigón armado.....	34
Tabla 11 Organización del sistema resistente	35
Tabla 12 Calidad del sistema resistente	36
Tabla 13 Resistencia convencional	36
Tabla 14 Posición del edificio y cimentación	37
Tabla 15 Indicadores de losas	37
Tabla 16 Configuración en planta.....	38
Tabla 17 Configuración en elevación	39
Tabla 18 Conexión de elementos críticos	40
Tabla 19 Elementos con baja ductilidad	40
Tabla 20 Elementos no estructurales.....	41
Tabla 21 Estado de conservación.....	41
Tabla 22 Factores de vulnerabilidad, clases y pesos para edificios en mampostería de piedra	42
Tabla 23 Factores de vulnerabilidad, clases y pesos para edificios de hormigón armado	42

Tabla 24	Rango de vulnerabilidad para edificios en mampostería de piedra ...	43
Tabla 25	Rango de vulnerabilidad para edificios de hormigón armado	44
Tabla 26	Sistema de puntuación de índice de vulnerabilidad sísmica	45
Tabla 27	Tipos de edificios del sistema de puntuación de índice de vulnerabilidad sísmica.....	46
Tabla 28	Tipo de Edificio	47
Tabla 29	Año de construcción/Usos de Normas.....	47
Tabla 30	Irregularidad Vertical.....	48
Tabla 31	Piso Blando	48
Tabla 32	Irregularidad Torsional	49
Tabla 33	Irregularidad Planta.....	49
Tabla 34	Columna corta	50
Tabla 35	Choque - Golpeteo	50
Tabla 36	Abertura en diafragmas	50
Tabla 37	Revestimiento pesado	51
Tabla 38	Daño visible	51
Tabla 39	Tipo de suelo.....	51
Tabla 40	Potencial licuefacción	52
Tabla 41	Tipo de cimentación.....	52
Tabla 42	Estabilidad de taludes.....	52
Tabla 43	Índice de vulnerabilidad sistema de puntuación	53
Tabla 44	Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada.....	57
Tabla 45	Clasificación de perfiles de suelo.....	58
Tabla 46	Tipos de suelo y factores de sitio F_a	59
Tabla 47	Tipos de suelo y factores de sitio F_a	59
Tabla 48	Tipos de suelo y factores de comportamiento inelástico del subsuelo F_s 60	
Tabla 49	Coeficientes para estimar el período	63
Tabla 50	Tipo de uso, destino e importancia de la estructura	64

Tabla 51	Coeficientes R para sistemas estructurales	65
Tabla 52	Configuraciones estructurales recomendadas	67
Tabla 53	Configuraciones estructurales no recomendadas	68
Tabla 54	Coeficientes de Irregularidad en planta	70
Tabla 55	Coeficientes de irregularidad en elevación	71
Tabla 56	Coeficiente K	73
Tabla 57	Valores máximos para deriva inelástica.....	75
Tabla 58	Categorías de riesgo	76
Tabla 59	Factores de importancia por categoría de riesgo de edificios y otras estructuras para cargas de nieve, hielo y terremotos.....	77
Tabla 60	Clasificación del sitio.....	78
Tabla 61	Coeficiente de sitio de período corto, F_a	79
Tabla 62	Coeficiente de sitio de período largo, F_v	79
Tabla 63	Categoría de diseño sísmico - aceleración de respuesta de período corto	82
Tabla 64	Categoría de diseño sísmico - aceleración de respuesta de período de 1 s	82
Tabla 65	Coeficientes de diseño y factores para sistemas resistentes a sismos	84
Tabla 66	Procedimientos analíticos permitidos	85
Tabla 67	Valores de los coeficientes del período aproximado C_t y x	86
Tabla 68	Irregularidades estructurales horizontales.....	87
Tabla 69	Irregularidades estructurales verticales.....	88
Tabla 70	Derivas permisibles.....	94
Tabla 71	Operacionalización de las variables	102
Tabla 72	Determinación de la Región Sísmica de la Parroquia Manglaralto .	112
Tabla 73	Resultados del análisis de vulnerabilidad de las edificaciones de la Parroquia Manglaralto.....	114
Tabla 74	Resistencia a Compresión del Hormigón de cada Punto Ensayado .	159
Tabla 75	Cantidad de acero de refuerzo para columnas	161

Tabla 76	Carga Viva	162
Tabla 77	Peso Propio de la Estructura	162
Tabla 78	Sobrecarga muerta del piso 1 – 2	163
Tabla 79	Sobrecarga muerta de la cubierta	163
Tabla 80	Peso sísmico	164
Tabla 81	Índice de vulnerabilidad – Benedetti y Petrini	170
Tabla 82	Índice de vulnerabilidad sísmica - Sistema de Puntuación	173
Tabla 83	Factores para definición de espectro de diseño NEC	176
Tabla 84	Datos necesarios para el periodo fundamental aproximado	177
Tabla 85	Cortante basal	177
Tabla 86	Cortante basal y distribución de fuerzas sísmicas por piso, NEC-SE-DS	178
Tabla 87	Derivas inelásticas en los 3 pisos con sismo en dirección X	179
Tabla 88	Derivas inelásticas en los pisos 2-3 con sismo en dirección X	179
Tabla 89	Derivas inelásticas en los 3 pisos con sismo en dirección Y	179
Tabla 90	Derivas inelásticas en los pisos 2-3 con sismo en dirección Y	180
Tabla 91	Coefficiente Cortante Basal en X con periodo 1.16	183
Tabla 92	Cortante Basal en X con periodo 1.16	183
Tabla 93	Verificación del cortante dinámico en la base	185
Tabla 94	Derivas inelásticas en los 3 pisos con sismo en dirección X	186
Tabla 95	Derivas inelásticas en los pisos 2-3 con sismo en dirección X	186
Tabla 96	Derivas inelásticas en los 3 pisos con sismo en dirección Y	187
Tabla 97	Derivas inelásticas en los pisos 2-3 con sismo en dirección Y	187
Tabla 98	Modos de vibración y periodos del modelo estructural	188
Tabla 99	Índice de estabilidad con sismo en dirección X	189
Tabla 100	Índice de estabilidad con sismo en dirección Y	190
Tabla 101	Factores para definición de espectro de diseño	190
Tabla 102	Datos necesarios para el periodo fundamental aproximado	192
Tabla 103	Cortante basal	193

Tabla 104	Cortante basal y distribución de fuerzas sísmicas por piso, ASCE 7-16 194
Tabla 105	Derivas inelásticas con sismo en dirección X.....195
Tabla 106	Derivas inelásticas con sismo en dirección Y.....195
Tabla 107	Cortante de basal y distribución de fuerzas horizontales en dirección X 197
Tabla 108	Cortante de basal y distribución de fuerzas horizontales en dirección Y 197
Tabla 109	Tabla de derivas en dirección X.....198
Tabla 110	Tabla de derivas en dirección Y.....199
Tabla 111	Irregularidad torsional con sismo en dirección X.....200
Tabla 112	Irregularidad torsional con sismo en dirección Y.....200
Tabla 113	Índice de estabilidad en dirección X.....201
Tabla 114	Índice de estabilidad en dirección X.....201

“ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN ESTRUCTURAS DE LA PARROQUIA MANGLARALTO DEL CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA”

Autor: Malavé Laínez Julissa Yamilex

Tutor: Ing. Pinoargote Rovello Vianna Andrea MSc.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se enfoca en determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de 81 edificaciones ubicadas en las diferentes comunidades de la Parroquia Manglaralto, y la más vulnerable se somete a un análisis mediante metodologías cualitativas y cuantitativas, En la metodología cualitativa se utilizaron 3 formatos internacionales, algunos de ellos se adaptaron a la norma ecuatoriana de construcción NEC 2015; FEMA P-154 es la metodología que se empleó a todas las estructuras para determinar su índice de vulnerabilidad sísmica y conocer la probabilidad de colapso mayor. Para el análisis a la edificación con más irregularidades y con puntajes más bajos, se aplicó la metodología establecida por Benedetti - Petrinni y el Sistema de Puntuación del Índice de Vulnerabilidad Sísmica propuesto por Chang 1995, ambas determinaron a la estructura con una vulnerabilidad sísmica alta. En el análisis cuantitativo se aplicaron dos métodos, análisis lineal y no lineal, para conocer el comportamiento de la estructura ante un terremoto, se consideró utilizar los criterios de desempeño sísmico que brindan las normativas NEC-2015 y ASCE7-16. La estructura no cumple con ninguno de los requerimientos establecidos por las normativas, lo que significa que tiene una alta vulnerabilidad sísmica y un sistema estructural no adecuado.

Palabras clave: Vulnerabilidad Sísmica, Análisis Cualitativo y Cuantitativo, Irregularidad Estructural, Metodología FEMA P-154; Manglaralto.

**“ANALYSIS OF SEISMIC VULNERABILITY IN STRUCTURES
OF THE MANGLARALTO PARISH OF SANTA ELENA
CANTON, SANTA ELENA PROVINCE”**

Autor: Malavé Laínez Julissa Yamilex

Tutor: Ing. Pinoargote Rovello Vianna Andrea MSc.

ABSTRACT

This research work focuses on determining the seismic vulnerability index of 81 buildings located in the different communities of the Manglaralto Parish, and the most vulnerable is subjected to an analysis using qualitative and quantitative methodologies. In the qualitative methodology, 3 formats were used. international, some of them adapted to the Ecuadorian construction standard NEC 2015; FEMA P-154 is the methodology that was used for all structures to determine their seismic vulnerability index and to know the probability of major collapse. For the analysis of the building with more irregularities and with lower scores, the methodology established by Benedetti - Petrinni and the Seismic Vulnerability Index Scoring System proposed by Chang 1995 were applied, both determined the structure with a high seismic vulnerability. In the quantitative analysis, two methods will be applied, linear and non-linear analysis, to know the behavior of the structure in the face of an earthquake, the seismic performance criteria provided by the NEC-2015 and ASCE7-16 standards will be used exceptionally. The structure does not meet any of the requirements established by the regulations, which means that it has a high seismic vulnerability and an inadequate structural system.

KEYWORDS: Seismic Vulnerability, Qualitative and Quantitative Analysis, Structural Irregularity, FEMA P-154 Methodology; Manglaralto.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Previo al desarrollo del presente trabajo es necesario resaltar el ámbito sobre el cual estará enmarcado el ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN ESTRUCTURAS DE LA PARROQUIA MANGLARALTO DEL CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA.

Figura 1

Ubicación geográfica de la parroquia Manglaralto



Nota. Tomado de Manglaralto (2019)

La parroquia Manglaralto se ubica al norte del cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena, cuyo territorio se encuentra en el filo costero del Ecuador, Figura 1. La parroquia contiene dos divisiones que se evidencian geográficamente: el borde costero y el del interior de predominancia rural, ubicada en una zona de alta intensidad sísmica y que está expuesta a ser epicentros de estos eventos con magnitudes considerables (Manglaralto, 2019).

Gran parte de las viviendas de las comunidades que conforman la Parroquia Manglaralto presentan deficiencias constructivas, estas irregularidades la convierten en una localización vulnerable a la presencia de actividad sísmica. Por el sismo registrado el 16 de abril del 2016, con epicentro en la ciudad de Pedernales, provincia de Manabí, con una magnitud de $M_w = 7.8$, algunas estructuras de varias comunidades se vieron afectadas, según el Gobierno Parroquial de ese año, algunas de ellas con afectaciones leves, fallas estructurales y otras hasta llegaron a colapsar.

Precisamente estas son las edificaciones en las que se centrara el análisis, estructuras de hormigón armado de dos a tres pisos que se encuentran en las comunidades de la parroquia Manglaralto y que presente irregularidades u otros factores que las hacen vulnerable, esto quiere decir, que durante un evento sísmico una estructura puede verse muy afectada en su sistema estructural; el análisis se realizará con el método de la experimentación científica; mediante técnicas como la observación y la entrevista (técnicas de campo), que nos brinda la Agencia Federal de Manejo de Emergencias de los Estados Unidos (FEMA) con su tercera edición FEMA P-154.

La estructura que tenga un índice de vulnerabilidad más crítico será analizada por dos metodologías cualitativas adicionales: Método del índice de vulnerabilidad Benedetti y Petrini 1982 y el Sistema de puntuación del índice de vulnerabilidad Chang, además se aplicará un análisis cuantitativo el cual se regirá a las normas NEC-15 y ASCE 7-16, usando modelos matemáticos de tipo lineal elástico (análisis estático y análisis dinámico) y no lineal (tipo pushover) para luego proponer técnicas de reforzamientos para las estructuras de la Parroquia Manglaralto que presente vulnerabilidad alta debido a irregularidades en su sistema estructural.

1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En la mayoría de los países del mundo, en especial los que se encuentran en el cinturón del fuego también conocido como el “Anillo de Fuego”, que alberga a varias placas que se encuentran en constante deslizamiento y en él se produce hasta el 90 por ciento de los terremotos, por esta razón son lugares expuestos a ser el epicentro de grandes y pequeños sismos. Ecuador es un país que se encuentra en esta área, lo que pone en riesgo al país y a todo su territorio.

La República de Ecuador se encuentra situada e influenciada por el proceso de subducción, proceso en el cual la placa Nazca se hunde bajo la Placa Sudamericana, además de esto nuestro país tiene mayor probabilidad de sufrir un terremoto debido a que se encuentra en uno de los territorios del mundo con mayor movimiento sísmico, a causa de la ubicación del Cinturón de fuego que cruza justo en la sierra de nuestro país, por tales motivos es indiscutible sobre todo que la costa ecuatoriana sea una zona de gran actividad sísmica.

En Ecuador y en muchos otros países elaboran estructuras que no tiene una correcta construcción y planificación, lo que evidencia que las estructuras no cumplen con los requisitos mínimos de ninguna normativa para diseños sismorresistentes, asegurando un mayor nivel de vulnerabilidad en su estructura provocando graves daños materiales y humanos. La parroquia Manglaralto, como toda localidad, se mantiene en constante crecimiento poblacional, lo que ha demandado la edificación de construcciones que permitan el adecuado funcionamiento de todas las instituciones, de los comercios, así como de proyectos habitacionales, unas con asesoría profesional y otro porcentaje construidas por personas de la misma localidad y sin conocimientos de construcción sismorresistente.

En la actualidad, el porcentaje de construcciones con materiales frágiles o poco dúctiles (mayor porcentaje de vivienda de este tipo en la Parroquia Manglaralto), continua presente en campo constructivo, sin embargo, las estructuras de hormigón armado y acero cada vez más son utilizados, estas últimas se conforman por materiales más dúctiles lo que permite su gran capacidad de disipar energía.

Las estructuras sufrirían daños severos o más tolerables dependiendo de su construcción y comportamiento durante el movimiento telúrico, debido a que están expuestos a un riesgo sísmico, esto quiere decir que si ocurre un terremoto de una magnitud considerable podrían presentarse deterioros estructurales y/o no estructurales. Este fenómeno ocurre y no es netamente propio de las zonas con una actividad sísmica alta, como son los países ubicados en el cinturón de fuego o en fallas geológicas, sino que también en zonas de sismicidad moderada o baja, ya que el movimiento de un sismo puede producir daños materiales considerables, especialmente en los edificios antiguos y en aquellos que no se consideraron las normas para ser una edificación sismorresistente.

Los terremotos son fenómenos que no se pueden predecir ni evitar, son eventos totalmente naturales. Sin embargo, es muy importante conocer el peligro sísmico de una región, lo cual todo ingeniero estructural debería conocer para realizar proyectos con todas las precauciones posibles, ya que una de sus misiones y objetivos en el ámbito constructivo es la elaboración de los planes de prevención de desastres constructivos antes estos eventos, de igual manera para las autoridades que elaboran los códigos de construcción.

La Parroquia Manglaralto no ha sido epicentro de ningún sismo, pero no significa que no va a ocurrir este suceso, el territorio tiene probabilidades de ser epicentro de estos movimientos y, por lo tanto, se encuentra en riesgo de sufrir las consecuencias de eventos sísmicos de subducción (sismos en donde la placa oceánica se introduce bajo la placa continental) como ocurre en las provincias de la costa.

A través de los años la población va en aumento y debido a la deficiente situación económica, muchos pobladores de la provincia de Santa Elena, entre ellos los habitantes de la parroquia Manglaralto no tienen la posibilidad de contratar profesionales y recurren a la construcción informal para edificar sus viviendas con materiales de la zona. El principal problema de la mayoría de estas viviendas y edificaciones es que tienen deficiencia estructural, lo cual es un problema grave, además de ser sísmicamente muy vulnerables.

Los efectos que produce un movimiento telúrico sobre las estructuras siempre han sido y serán de interés para estudiarlos, ya que provocan pérdidas económicas, pero en especial pérdidas de vidas humanas; ante ello se han generado normativas para evitar daños severos en las edificaciones, las cuales se deben aplicar. A pesar de que con el tiempo se ha ganado experiencia en el ámbito de análisis sísmicos, incluso se ha evolucionado en los avances tecnológicos y nuevas normativas, todavía se incurre en los errores de diseño, construcción, etc., errores que aumentan la vulnerabilidad de las construcciones debido a que en muchos lugares no se aplica adecuadamente o desconocen las normas de construcción.

Las edificaciones construidas en lugares expuestas a sufrir movimientos sísmicos provocados por la interacción de las placas tectónicas, las cuales contienen energía durante años hasta que lo liberan provocando estos movimientos, las construcciones

civiles tienen como objetivo en su filosofía de diseño sismorresistente garantizar la seguridad de vida de las personas que van a hacer uso de estas.

Tratar que la estructura se mantenga solo con deformaciones y evitar el colapso parcial o total de la estructura durante o después de la ocurrencia de un terremoto es la forma en la que se pretende conseguir dicho objetivo, para salvar vidas, que es lo primordial, aunque debido a las recientes preferencias no solo se pretende resguardar la vida de un ser humano, sino también se debe precautelar los bienes materiales, esperando de las edificaciones cierto nivel de desempeño sísmico.

Dentro de la provincia de Santa Elena, se encuentra el territorio parroquial de Manglaralto, la mayoría de las comunidades que la conforman pertenecen al perfil costero del Ecuador, al estar ubicadas en una zona de alta intensidad sísmica han sido afectadas por eventos sísmicos con magnitudes superiores a 7.5.

Gran parte de las infraestructuras de la provincia presenta deficiencias constructivas que convierten a la parroquia Manglaralto en una localidad vulnerable frente a una amenaza natural de carácter sísmico. A diferencia del resto de parroquias de la provincia, la parroquia rural de Manglaralto tuvo una afectación leve en el sismo registrado el 16 de abril del 2016, sin embargo, existieron viviendas que presentaron fallas tanto estructurales como no estructurales.

Por otra parte, en nuestro país existe un gran porcentaje de desigualdad en cuestiones económicas, la distribución de los recursos varía de igual manera, por lo tanto, se considera que los niveles de vulnerabilidad están estrictamente relacionados con los factores sociales, la economía y el empleo de los habitantes. Las comunidades de Santa Elena pueden vivir en situaciones de riesgo por localización, pero su seguridad también dependerá del manejo y la gestión que se realice para determinar el grado de peligro al que se exponen las estructuras.

1.2 ANTECEDENTES

Los terremotos se presentan a nivel mundial, los desastres que vienen como consecuencia de estos de igual manera, sin embargo, existen países que tiene una

gran cantidad de sismo a diferencia de otros, esto se debe a que se encuentran en uniones de placas tectónicas o están cerca del cinturón de fuego, lo que libera una gran cantidad de energía sísmica, produciendo sismos de magnitudes considerables los cuales causan daños en sistemas estructurales de edificaciones. El área territorial de la República del Ecuador se encuentra ubicado en el Cinturón de Fuego del Pacífico, lo que le hace un país con más probabilidades de sufrir sismos de gran magnitud. A lo largo del tiempo, ciudades de nuestro país han sido epicentro de un gran número de terremotos y sismos con magnitudes e intensidades severas.

Según varias fuentes periodísticas y artículos relacionados este tema, uno de los terremotos más destructivos que ocurrió en nuestro país fue el de Esmeraldas en el año 1906 con magnitud 8.8 grados en escala de Richter; sin embargo, unos de los que afecto a las vidas humanas dejando 5050 personas fallecidas fue el terremoto en Ambato de 1949 con magnitud de 6.8 grados en escala de Richter, también nos indica que en 1987 en Reventador ocurrieron dos terremotos con escalas 6.1 y 6.9 grados los cuales provocaron deslizamientos y avalanchas que causaron un fuerte impacto económico en nuestro país, de la misma manera hace referencia al terremoto de magnitud 7.2 grados en escala de Richter ocurrido en Bahía de Caráquez afectando a las edificaciones del lugar, actualmente podemos acotar que el terremoto de pedernales del 16 de abril del 2016 con magnitud de 7.8 grados fue uno de los más importantes en la historia de nuestro país dejando pérdidas humanas y materiales.

La sismicidad es diferente para cada territorio de acuerdo con las características geológicas y tectónicas de cada región, las mismas que dependen de varios factores, como la estructura y composición del subsuelo, las fallas tectónicas activas del lugar, entre otras., los daños que se presenten en las estructuras como consecuencias también dependen del tipo de suelo del lugar, del tipo de construcción, entre otras.

Considerando que la parroquia Manglaralto se encuentra a pocos kilómetros de la provincia de Manabí (ciudad afectada a menudo por movimientos sísmicos), y que además forman parte de la región costa, área que ha registrado los sismos con magnitud más considerables, es una zona de subducción que se activa a causa de la interacción entre placas continentales y oceánicas, lo que genera altas probabilidades de que haya un sismo con epicentro en la Provincia de Santa Elena, donde saldrían afectadas las comunidades que conforman la parroquia.

La construcción de edificios, viviendas, u otro tipo de estructuras deben ser capaces de resistir y tener un correcto comportamiento a cualquier evento telúrico que se presente, esto se debe tener en cuenta aún más en sitio de alto peligro sísmico como lo es la Provincia de Santa Elena, las construcciones deben ser realizadas con las normativas sismorresistentes vigentes de construcción, para prevenir la pérdida de vidas y garantizar una estabilidad estructural.

Durante el evento sísmico con magnitud 7.8 grados en escala de Richter del 16 de abril del 2016, según la oficina para la coordinación de asuntos humanitarios de la ONU, resultaron afectadas una gran cantidad de edificaciones. El resultado del colapso de las edificaciones se produjo debido a la mala construcción de estas que no cumplen con las normas de construcción vigentes que exigen para una edificación sismo resistente, como las dimensiones menores en los elementos estructurales, la resistencia a la compresión, y los materiales de mala calidad.

Las estructuras de las comunidades fueron afectadas por el último evento sísmico que soportó la parroquia Manglaralto el cual fue el ocurrido el 16 de abril del 2016, con una magnitud de 7.8 grados en la escala de Richter con epicentro en Pedernales, este movimiento destruyó varias casas dejando un registro de 8 casas colapsadas en su totalidad, 142 casas afectadas parcialmente en su estructura y con riesgo de derrumbe además 306 familias se vieron directamente afectadas según fuentes periodísticas. Ante estos resultados y debido a las irregularidades que presentan las estructuras del Ecuador, en especial las estructuras de la parroquia Manglaralto en el que se enfoca este proyecto de investigación, es trascendental realizar estudios que nos permitan conocer la vulnerabilidad de las edificaciones importantes y viviendas que presentan riesgo en las comunidades que conforman la parroquia.

Para obtener la vulnerabilidad de las estructuras existen diferentes métodos, la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias nos proporciona una guía de evaluación visual rápida con su última edición denominada FEMA P-154 que nos permite determinar mediante un formulario con varios modificadores la vulnerabilidad sísmica dependiendo del tipo de edificación; cuenta con dos niveles, el primero consiste en detallar el tipo de estructuras y las irregularidades que tenga, mientras que el segundo nivel se enfoca en la parte estructural e irregularidades, se calcula las puntuaciones finales de cada nivel.

FEMA es una de las metodologías más importantes, ya que es utilizada en varios estudios de diferentes países y en distintas provincias del país, estos proyectos tienen un mismo objetivo, determinar la vulnerabilidad sísmica de una o varias estructuras; resaltando los análisis que se han realizado se encuentra una investigación hecha en Perú por Álvarez Sánchez y Pulgar Santacruz (2019), quienes determinaron que el 60% de las estructuras que analizaron presentan alta vulnerabilidad sísmica.

En Ecuador se realizan varios artículos relacionados con las mismas metodologías escogidas en este proyecto de investigación; el artículo elaborado por Efrén, Willians, y Lincoln (2021) en Santa Marianita de Manta donde evaluaron 25 estructuras con la metodología principal FEMA P-154, concluyeron que un 69% de las viviendas analizadas no cumplen con los parámetros que nos dice la NEC, otro de los artículos de análisis de vulnerabilidad sísmica que se realizó con esta misma metodología fue la de los ingenieros Cando, Jaramillo, Bucheli, y Paredes (2018) los cuales evaluaron 80 edificaciones en Quito-Armenia 1, concluyeron que el 93% de las edificaciones ameritan un análisis estructural más detallado.

Como se mencionó la metodología es muy usada sin embargo hay muchas más y en Ecuador existen otros proyectos donde consideran más de una metodología la investigación del Ing. Marcillo Gutiérrez (2020) que se enfocó en evaluar la vulnerabilidad sísmica del Edificio de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la universidad UNESUM por medio de las metodologías Benedetti y Petrini y Fema 154, cuyos resultados determinaron que la estructura tiene un índice de vulnerabilidad baja, el autor llegó a esta conclusión debido a que realizó una comparación de ambas metodologías y las definió en un solo resultado

Los capitanes de la marina Valle y Romero (2016) dentro de su investigación presentan el estudio de vulnerabilidad sísmica de ocho estructuras del Complejo Ministerial de Defensa quienes aplicaron los formularios de análisis visual de FEMA P-154; con los resultados que obtuvieron determinaron la estructura más vulnerable, el edificio de la Comandancia General de Marina (COGMAR). Esta estructura fue sometida a análisis estáticos y dinámicos detallados, utilizando un software especializado en estructuras y la NEC 2015, para definir su respuesta ante eventos sísmicos; y concluyeron que la estructura no es capaz de soportar un sismo de diseño y que necesita de un reforzamiento estructural.

En el trabajo de investigación del Ing. Montalvo Quintero (2019) determinó el grado de vulnerabilidad sísmica del edificio administrativo de la facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad Técnica de Ambato, Campus Huachi, mediante dos metodologías: Cualitativa y Cuantitativa; llegando a la conclusión que la estructura es considerada de alta vulnerabilidad según FEMA 154 y de baja vulnerabilidad según las normas locales; mientras que en la metodología cuantitativa en el que realizó un análisis estático no lineal PUSHOVER concluye que la estructura presenta una alto grado de vulnerabilidad.

1.3 HIPÓTESIS

1.3.1 Hipótesis General

Las edificaciones analizadas resultarán con vulnerabilidad alta ante un sismo severo, tras conocer el índice de vulnerabilidad de las edificaciones de las comunidades que conforman la Parroquia Manglaralto mediante la metodología FEMA P-154.

1.3.2 Hipótesis Específicas

H.E.1. Un gran porcentaje de las estructuras seleccionadas en la Parroquia Manglaralto resultarán con un índice de vulnerabilidad sísmica alta mediante el análisis visual aplicando FEMA P-154 debido a las irregularidades y otros factores que la perjudican.

H.E.2. La información de los errores constructivos y las técnicas de reforzamiento estructural lograrán disminuir la vulnerabilidad sísmica de las estructuras de Manglaralto a fin de evitar desastres estructurales, pérdidas materiales y vidas humanas.

H.E.3. El análisis cuantitativo de la estructura más vulnerable de la parroquia Manglaralto mediante NEC 2015 y ASCE 7-16 afirmará la alta vulnerabilidad sísmica de la estructura determinada por el análisis cualitativo mediante Benedetti-Petrini y el Sistema de puntuación de Chang.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Analizar la vulnerabilidad sísmica de 81 estructuras de la Parroquia Manglaralto mediante la metodología FEMA P-154, y evaluar la edificación que resulte más vulnerable mediante metodologías cualitativas y cuantitativa para determinar la vulnerabilidad sísmica y su comportamiento ante un evento telúrico.

1.4.2 Objetivos Específicos

O.E.1. Determinar la vulnerabilidad sísmica de 81 estructuras de varias comunidades que pertenecen a la Parroquia Manglaralto, mediante un análisis cualitativo aplicando el método FEMA P-154, para identificar el índice de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones.

O.E.2. Identificar los errores estructurales y constructivos más frecuentes de las estructuras que se analizaran en la parroquia Manglaralto para plantear técnicas de reforzamiento para la reducción de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones.

O.E.3. Desarrollar un análisis detallado a la estructura con mayor vulnerabilidad de la parroquia Manglaralto aplicando las metodologías de Benedetti y Petrini, Sistema de puntuación de Chang, y un análisis estructural considerando las normas NEC 2015 Y ASCE 7-16.

1.5 ALCANCE

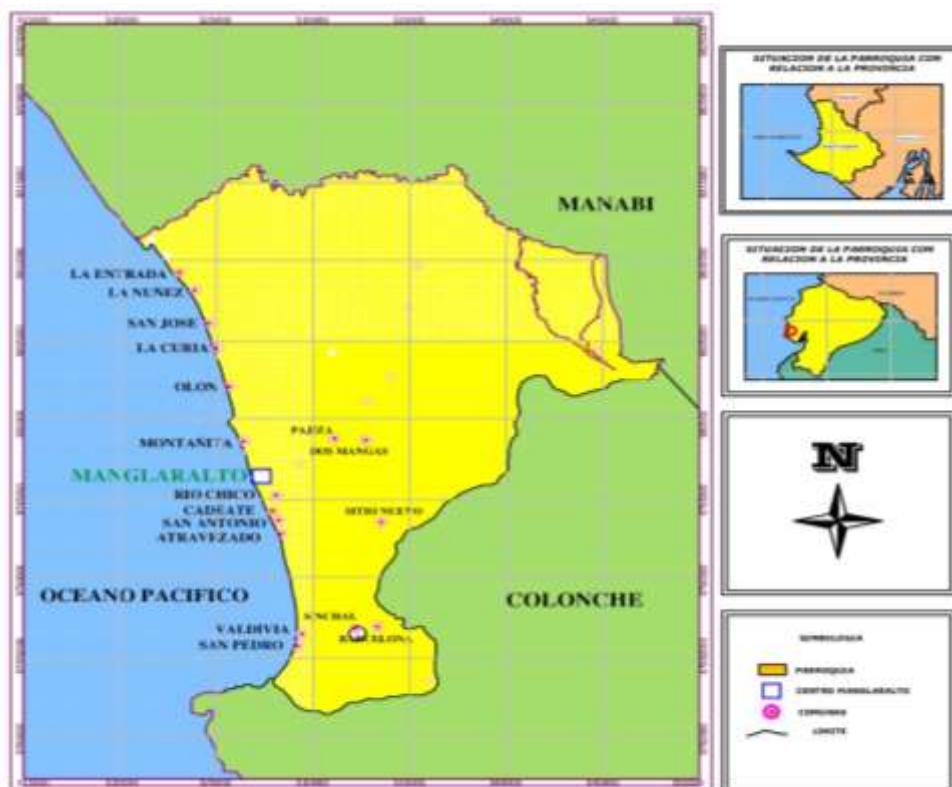
El área en estudio se encuentra situada en Santa Elena – Ecuador, denomina parroquia Manglaralto está expuesta a eventos sísmicos a causa de la liberación de energía provocada por los movimientos de la placa continental y placa oceánica, denominando proceso de subducción, una actividad convergente; en ella los sismos pueden ser de profundidades y magnitudes variables.

La sociedad siempre busca progresar en diferentes campos para un mejor porvenir, la construcción edificaciones es fundamental en la vida de un ser humano, porque debe resistir a diferentes desastres naturales que se presentan en nuestro a fin de prevenir pérdidas económicas y humanas. Buscamos avanzar hacia una igualdad de condiciones, el proyecto pretende ayudar a los habitantes de las comunidades de la Parroquia Manglaralto y erradicar la desinformación en ámbitos constructivos.

Un análisis de vulnerabilidad sísmica de edificaciones existentes puede ser de tres tipos: aquellas construidas antes de las normas sismorresistentes (tenían en cuenta poca o ninguna precaución sísmica para el diseño), viviendas construidas actualmente sin ningún tipo de normas sismo resistentes o incluso aquella que son construidas rigiéndose a normas, sin embargo, no son correctamente aplicadas en la construcción. Por otro lado, las estructuras construidas bajo estas normativas, pero que presentan casos de reparaciones, cambios de uso, modificaciones, o reforzamiento estructural también deben ser analizadas para conocer su comportamiento y si fallase o no durante estos movimientos telúricos.

Figura 2

Comunas y Recintos de la Parroquia Rural de Manglaralto



Nota. Tomado de Manglaralto (2019)

El análisis de vulnerabilidad sísmica se realizará en la Parroquia Manglaralto ubicado en la provincia de Santa Elena, la cual está conformada por 18 comunas mostradas en el Figura 2, las cuales se encuentran legalmente constituidas en el marco de la Ley de Organización y Régimen de las Comunas, aunque actualmente cuenta con 19 comunidades, cuenta con 29,512 habitantes según el censo del 2010 realizado en el país, información proporcionada por Manglaralto (2019, p. 8), ochenta y un (81) estructuras entre ellas viviendas, oficinas, almacenes.

La población mencionada será la beneficiada por el proyecto de investigación el cual le proporcionará el índice de vulnerabilidad sísmica y las principales causas de esto, aunque es un número limitado de estructuras, los resultados serán factible para todos, ya que la mayoría de las edificaciones son construidas de manera similar (materiales, diseño, planificación), además se proporcionaran técnicas de reforzamiento para la reducción de la vulnerabilidad ante eventos sísmicos de las edificaciones.

La parroquia Manglaralto es una de más pobladas del cantón Santa Elena, con un 20.48 % según el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Manglaralto (2019, p. 116), lo que significa que es fundamental que la población manglaraltense conozca esta información. Ante últimos acontecimientos sísmicos ocurridos en el país sobre todo en la costa del Ecuador, es beneficioso que se ejecuten proyectos de la vulnerabilidad sísmica, sobre todo de los centros poblados, más aún cuando las ciudades están establecidas en zonas de alta sismicidad, con el objetivo de poder evaluar técnicamente las edificaciones, su comportamiento ante la ocurrencia de un sismo para así poder identificar la vulnerabilidad sísmica incluso el daño que se puede presentar, generando simulaciones de posibles escenarios de daños, además de analizar intervenciones a manera de refuerzo sísmico que se podrían hacer en las construcciones para mejorar su seguridad y disminuir su vulnerabilidad.

Se analizará el modelo matemático tridimensional de la estructura con mayor - vulnerabilidad sísmica, basándonos en la norma americana ASCE 7-16 y la normativa ecuatoriana vigente NEC-15, mediante el programa de análisis computacional ETABS para el análisis lineal y no-lineal, donde se logrará verificar el comportamiento de la estructura ante las fuerzas de sismos, constatando si el modelo realizado con los respectivos datos de la estructura colapsaría. Las metodologías cualitativas que se emplean en este estudio son internacionales, y a su

vez el campo de investigación y estudio de análisis no es limitado solo a países como Ecuador o USA, sino también es aplicable para otros países donde sus normas de construcción sean iguales o similares a las normas aplicadas en este proyecto de investigación.

Además, considerando el objetivo del buen vivir ODS que busca promover la transparencia y la corresponsabilidad para una nueva ética social pretendemos con el presente proyecto que la sociedad progrese en diferentes campos para un mejor porvenir, la construcción de viviendas y edificaciones es fundamental en la vida de un ser humano y para así obtener un buen vivir, ya que una edificación debe resistir o al menos tener un correcto desempeño cuando se presenten desastres naturales con el fin de prevenir pérdidas económicas, materiales y en especial la pérdida humanas. Buscamos avanzar hacia una igualdad de condiciones, el proyecto pretende ayudar a los habitantes de las comunidades de la Parroquia Manglaralto y erradicar la desinformación en ámbitos constructivos.

1.6 VARIABLES

1.6.1 Variables Dependientes

La variable dependiente del análisis es el nivel de vulnerabilidad sísmica de edificaciones asentadas en comunidades de la Parroquia Manglaralto.

1.6.2 Variables Independientes

Análisis cualitativo de la vulnerabilidad sísmica mediante la metodología FEMA P-154.

Análisis cuantitativo de las edificaciones más vulnerable mediante un análisis lineal y no lineal.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 RIESGO SÍSMICO

Considerando las definiciones descritas por la Oficina de las Naciones Unidas para casos de Desastres (UNESCO), el riesgo sísmico se considera como la consecuencia social y económica producidas por efectos esperados de un sismo; de la misma manera se refiere a el grado de daño que resulta de este fenómeno y de la destrucción, falla, o deterioro de estructuras que no tuvieron la suficiente capacidad para resistir un movimiento telúrico.

Maraboto (2018, p. 34) presenta una definición de riesgo sísmico como el resultado de la interacción entre el peligro sísmico en el sitio y la función de vulnerabilidad sísmica. Esta definición abarca dos aspectos muy importantes, la peligrosidad que se enfoca en el lugar donde se encuentra una edificación o una comunidad y la vulnerabilidad sísmica que se enfatiza en las estructuras.

2.2 PELIGRO SÍSMICO

Falconí (2008, p. 7) determina el peligro sísmico como las probabilidades de que ocurra un movimiento telúrico de menor o gran magnitud en una región determinada durante un periodo específico de tiempo, de igual manera describe los movimientos del suelo cuyos parámetros: aceleración, velocidad, desplazamiento, magnitud o intensidad son cuantificados. Quinde Martínez y Reinoso Angulo (2016) indican que el estudio del peligro sísmico se lleva a cabo para conseguir una caracterización adecuada y precisa, en la medida de lo posible, los niveles de los movimientos del suelo causados por las fuerzas sísmicas que son aplicadas a una estructura, la cual deberá resistir para no llegar a colapsar.

Los autores Quinde Martínez y Reinoso Angulo (2016) mencionan que el diseño de una estructura capaz de conservar la vida humana durante un terremoto se basa en

modelos probabilísticos que permiten determinar el peligro sísmico del sitio, ya que es imposible predecir con exactitud un sismo o contar con una base de datos que permita estimar la ocurrencia de estos eventos; se puede ilustrar resultados de análisis probabilísticos de amenaza sísmica mediante un mapa de peligro sísmico, curvas de peligro sísmico o espectros de peligro uniforme los cuales nos proporcionan valores de aceleración máximas posibles para distintos periodos de retorno.

2.2.1 Peligrosidad Sísmica en el Territorio Ecuatoriano

La peligrosidad sísmica del territorio ecuatoriano es alta debido a que se encuentra en el Cinturón de fuego (regiones sísmicas y volcánicas más importantes y activas del mundo), donde existe más probabilidad que sucedan sismos o erosiones volcánicas. La Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC-15) nos brinda un mapa que nos muestra la zonificación procedente del estudio realizado de peligrosidad sísmica del Ecuador para un 10% de excedencia en 50 años, lo que corresponde a 475 años de período de retorno, que representa el máximo PGA (Pick Ground Acceleration) en roca esperado para el sismo de diseño, en función de la gravedad.

Otras de las fuentes que nos proporcionan una información más reciente a cerca de peligrosidad sísmica es Parra Cárdenas (2016) y de Beauval et al. (2018). Parra nos proporcionan resultados finales semejantes al de la norma ecuatoriana para un 10% de excedencia, mientras que Beauval nos presenta un nuevo modelo de zonificación que desarrolló a través de una evaluación probabilística de peligrosidad sísmica, para aquello utilizó un catálogo homogéneo de terremotos ocurridos en Ecuador a través de los años. Este tipo de fuentes, como los mapas son muy necesarios al momento de realizar diseños y/o análisis sismorresistentes de estructuras, ya que describen de manera rápida y eficaz el nivel de sismicidad de un sitio en específico, considerando los máximos movimientos del territorio.

2.3 VULNERABILIDAD SÍSMICA

La vulnerabilidad sísmica es considerada con propiedades intrínseca de las estructuras así lo determina Sandi 1986 citado por Rodriguez Pintado y Zulueta Pérez (2020, p. 13) quien nos dice que es una característica de su propio comportamiento

ante una acción de un evento sísmico descrito a través de una ley causa-efecto, donde la causa es el sismo ocurrido y el efecto es el daño producido; se refiere a la susceptibilidad de las edificaciones a sufrir daños como consecuencia de un evento sísmico, lo cual depende de su diseño, calidad de los materiales con los que está compuesto y de la técnica de construcción.

La vulnerabilidad se describe a sí misma, según Rodríguez Pintado y Zulueta Pérez (2020, p. 21) la vulnerabilidad sísmica es independiente a otros factores como la peligrosidad del lugar ya que se ha observado casos en eventos sísmicos ocurridos anteriormente donde edificaciones de un tipo estructural similar sufren daños diferentes en una misma zona sísmica, por lo que el autor menciona que un edificio vulnerable puede no estar en riesgo dependiendo de que su ubicación no se encuentre en un sitio con cierto grado de peligrosidad sísmica.

2.3.1 Vulnerabilidad Estructural

Cueva Flores (2017, p. 9) menciona que la vulnerabilidad estructural tiene la capacidad de determinar la susceptibilidad al daño que es causado por un evento sísmico, esto se presenta principalmente en componentes que forman parte del sistema estructural, cuando estos se encuentran sometidos a fuerzas sísmicas. La vulnerabilidad de una edificación dependerá de la composición estructural, también de la resistencia que proporcionan los materiales principalmente a los elementos estructurales y la calidad con la que fue construida la edificación. La vulnerabilidad sísmica de una estructura es independiente de la peligrosidad sísmica, ya que una estructura puede ser vulnerable y estar situada en una zona con peligro sísmico alto lo que generaría un alto riesgo, así como puede tener una baja vulnerabilidad sísmica estructural y encontrarse en un sitio de alta amenaza natural.

Es esencial realizar los estudios de vulnerabilidad sísmica en edificaciones u otras obras de ingeniería civil debido a que deben salvaguardar vidas humanas y/o cumplir con un objetivo antes, durante y después de un terremoto, estas estructuras requieren un adecuado análisis para conocer el comportamiento más parecido a la realidad que tendrán ante un evento sísmico. En muchas edificaciones de la Parroquia Manglaralto, la vulnerabilidad es alta ya que no se cumple con las mínimas

exigencias de la norma de diseño y la mayoría de las edificaciones son de autoconstrucción, es decir, con maestros y albañiles de la misma localidad y sin la participación de un ingeniero civil que avale la construcción.

2.3.2 Vulnerabilidad No Estructural

Cueva Flores (2017, p. 10) menciona que la vulnerabilidad no estructural determina la capacidad que tiene al daño que se presentan en los componentes no estructurales de una edificación causada por un evento sísmico. Los elementos no estructurales, al igual que los estructurales, deben regirse y cumplir con los requisitos mínimos de diseño sismorresistente.

2.3.3 Vulnerabilidad Funcional

Cueva Flores (2017, pp. 9-10) nos dice que la vulnerabilidad funcional se enfoca en la evaluación de la estructura y la determinación de si es posible su funcionalidad o no, en otras palabras, este tipo de vulnerabilidad se basa en la susceptibilidad al colapso funcional que tiene una estructura durante un sismo.

Marcillo Gutiérrez (2020, p. 10), menciona que la vulnerabilidad funcional procede del hecho de la perturbación funcional de servicios por el riesgo a un posible colapso del edificio, lo que no permitiría su uso e la incapacita a cumplir con su operabilidad inmediata ante alguna emergencia sísmica, por lo general existen estructuras que ameritan su operación inmediata, entre las más esenciales se mencionan los hospitales, clínicas, centros de acopio, subcentros, entre otras.

2.4 PRINCIPALES FACTORES QUE CONTRIBUYEN A LA VULNERABILIDAD SÍSMICA

2.4.1 Geométricos

a) **Irregularidad en Planta.** Medina. y Medina. (2017) expresan que las estructuras con irregularidad en planta, sus fuerzas inerciales actuarán a

través del centro de masa ya que el centro de rigidez no coincide con el centro de masa de la estructura; además, las fuerzas de reacción que son formadas en elementos laterales resistentes a carga actuarán a través del centro de rigidez, produciendo un momento torsional adicional a causa de la distancia que existe entre la rigidez y el centro de masa. El efecto de la combinación de la torsión y las fuerzas laterales tiene la deformación estructural mayor.

b) Irregularidad Vertical. Los elementos verticales que conforman el sistema resistente a las fuerzas sísmicas en la estructural según Valle y Romero (2016) son afectados en las estructuras que presentan una irregularidad en elevación, lo cual es un defecto constructivo que afecta a estos elementos en su continuidad y en el desempeño que estos deben tener

2.4.2 De Diseño o Constructivos

a) Piso blando y Piso débil. Un piso blando según FEMA (2015) se define cuando la rigidez de un piso inferior de la edificación, es considerado menor que la rigidez de pisos superiores, por otra parte, un piso débil su resistencia lateral es considerada menor que la resistencia de pisos superiores, en otras palabras, un piso resiste una menor fuerza lo que podría significar que posee una menor cantidad de columnas. Esto se debe evitar en una estructura.

b) Columna Corta. Valle y Romero (2016) consideran una columna corta cuando existe una intervención de elementos adyacentes y se ve afectada de una forma considerable la longitud total de la columna, esto genera que las fuerzas cortantes sean muy altas en la porción de los extraños que queda libre del elemento. En las estructuras se debe evitar la presencia de columnas cortas, tanto en el diseño como en la construcción de las estructuras ya que podrían tener graves consecuencias si se presenta un sismo de gran magnitud.

c) Rellenos de Mampostería. Según Valle y Romero (2016) es usada como elementos de protección ante factores ambientales, también divide áreas dentro de una construcción, sin embargo, si las prácticas constructivas no son técnicas, podrían formar parte de un riesgo inminente a causa de un incorrecto anclaje o adherencia a los elementos estructurales.

Si se realiza lo contrario a la práctica común, estas áreas rellenas de mampostería se consideran en el análisis como los demás elementos del sistema estructural. Carrillo y González (2007) nos explican que esto conlleva a que la capacidad de carga y rigidez lateral de la estructura se incrementen de una forma considerable

2.5 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Valle y Romero (2016) mencionan que la evaluación estructural se realiza primeramente mediante análisis cualitativos y de manera consecutiva se realiza el análisis cuantitativo. Esta evaluación se realiza para obtener los posibles resultados ante la aplicación de fuerzas externas que tiene una estructura durante un sismo, el desempeño que obtengamos sería su posible comportamiento en la realidad.

2.6 ANÁLISIS CUALITATIVO

Los métodos cualitativos se caracterizan por proporcionarnos una evaluación rápida de las cualidades físicas de una estructura en un determinado sitio a través de información proporcionada por habitantes o dueños de la estructura, de la observación que realiza el evaluador y de la inspección de sus instalaciones además de su estado de la estructura interior y exterior.

2.6.1 Método FEMA P-154

La Agencia Federal de Manejo de Emergencias de los Estados Unidos (FEMA) desarrolló la metodología de análisis sísmico, la cual se denomina análisis visual rápido (RVS) que permite a sus inspectores determinar la seguridad sísmica de edificaciones de un determinado sitio.

Este método tiene la finalidad de determinar que estructuras alcanzan un alto nivel de vulnerabilidad sísmica, además de su porcentaje de colapso. FEMA creó esta metodología en 1988, y hasta la fecha lleva 3 ediciones actualizadas de la metodología con el fin de mejorar el análisis sísmico, la segunda edición se presentó en el 2002 y la última edición en el 2015. FEMA P-154 es el método adecuado para

evaluar estructuras en gran cantidad de una comunidad, ciudad, región o país, por ser un análisis rápido. Además, nos proporciona resultados importantes como conocer que estructuras no deberían ser un lugar de refugio después de un sismo por su grado de vulnerabilidad.

Este método se empleó por primera vez en los Estados Unidos por la Agencia Federal de Manejo de Emergencias, sin embargo, gracias a su eficacia y fácil uso, varios países del mundo empezaron a usar este método para evaluar de manera rápida y en gran cantidad de edificios la vulnerabilidad sísmica, a raíz de esto más y más países lo utilizan para analizar hospitales, colegios, edificios, viviendas, etc.

a) **Región Sísmica.** De primeras instancias se identifica el sitio de análisis, por lo tanto, se determina la región sísmica en el que se encuentra nuestro objeto de estudio, para esto se debe verificar el periodo del suelo y conocer su aceleración espectral de respuesta, en la Tabla 1 se muestran las regiones sísmicas proporcionada por el método FEMA, donde nos indica los noveles desde Baja hasta Muy Alta; la región sísmica son las zonas activas de la corteza terrestre con probabilidades de sufrir grandes movimientos sísmicos.

Tabla 1

Región sísmica a partir de la respuesta de aceleración espectral. FEMA P-154

Región de sismicidad	Aceleración espectral, SS (período corto, o 0.2 seg.)	Aceleración espectral, S1 (período largo, o 1.0 seg.)
Bajo	menos de 0.250g	menos de 0.100g
Moderado	mayor o igual a 0.250g pero menor a 0.500g	mayor o igual a 0.100g pero menor a 0.200g
Moderadamente alto	mayor o igual a 0.500g pero menor a 1.000g	mayor o igual a 0.200g pero menor a 0.400g
Alto	mayor o igual a 1.000g pero menor a 1.500g	mayor o igual a 0.400g pero menor a 0.600g
Muy alto	Mayor que o igual a	mayor o igual a 0.600g

Nota: g=Aceleración de la gravedad en dirección horizontal.

Es considerado el primer parámetro que se debe tomar en cuenta para realizar la evaluación, conocer el lugar de ubicación de la estructura es esencial para poder escoger el formulario correcto. FEMA (2015, p. Cap2 16) establece diferentes categorías, las cuales se dividen en baja sismicidad, moderada sismicidad, moderada-alta sismicidad, alta sismicidad y muy alta sismicidad; para determinar una categoría se debe conocer la respuesta de aceleración espectral S_S y S_1 las cuales se detallan más adelante.

b) Tipo de Suelo. El tipo de suelo influye en la amplitud y duración de la sacudida durante un evento sísmico, además, son identificados a través de mapas que brindan los tipos de suelo de un determinado lugar, si los mapas de suelo del área no están disponibles, existe otra manera de estimar el tipo de suelo, Tabla 2. Si el tipo de suelo no se puede identificar, FEMA (2015, p. Cap2 29) recomienda asumir el lugar de estudio como suelo rígido tipo D.

Tabla 2

Definiciones de Tipos de Suelo

Tipo de suelo	Velocidad cortante de las ondas, V_s	SPT, N	Resistencia no drenada al cortante, 30.5 m. Su
A. Roca dura	$V_s^{30} > 1524$ m/s		
B. Roca	762 m/s $< V_s^{30} < 1524$ m/s		
C. Roca dura	366 m/s $< V_s^{30} < 762$ m/s	$N > 50$	$s_u > 2000$ psf
D. Roca dura	183 m/s $< V_s^{30} < 366$ m/s	$15 < N < 50$	1000 psf $< s_u < 2000$ psf
E. Arcilla suave	$V_s^{30} \leq 183$ m/s Más de 3 metros de espesor de suelo con índice de plasticidad $P_f > 20$, contenido de agua $w > 40\%$ y $S_u < 500$ psf Suelo que requiere de evaluaciones específicas.	$N < 15$	$s_u < 1000$ psf
F. Suelo pobre	<ul style="list-style-type: none"> • Suelo vulnerable a fallas potenciales o colapso bajo cargas sísmicas como licuefacción del suelo, arcillas altamente sensitivas, suelo colapsable débilmente cementado. • Arcilla orgánica o espesor mayor a 3 metros de turba. • Muy alta plasticidad de las arcillas ($P_f > 75$). -Más de 36.5 metros de suave o mediana arcilla rígida. 		

Nota. Tomado de FEMA (2015).

c) **Tipos de edificios de FEMA considerados y puntajes básicos.** Para realizar un correcto análisis se deberá escoger el tipo de estructura con la que está construida la edificación evaluada, este punto es considerado uno de los más importantes debido a que de esto dependerán todos los modificadores para obtener el puntaje de inicio en la hoja de evaluación. La tipología del sistema estructural se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3

Tipología del Sistema Estructural FEMA P-154.

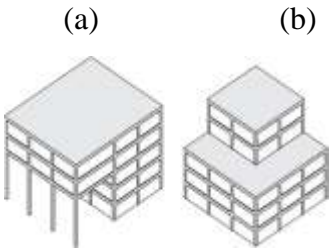
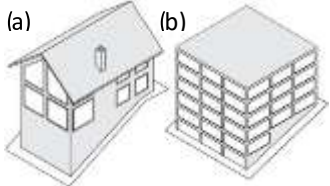
Tipo de edificio de FEMA	
W1	Viviendas con estructura de madera clara de uno o más pisos de altura
W1A	Edificios residenciales de varios pisos y unidades múltiples con estructura de madera clara con áreas planas en cada piso de más de 280 metros ²
W2	Edificios comerciales e industriales con estructura de madera con una superficie de más de 465 metros ²
S1	Marco de acero resistente a momentos
S2	Marco de acero reforzado
S3	Marco de metal ligero
S4	Estructura de acero con muros de corte de hormigón colado in situ
S5	Estructura de acero con paredes de relleno de mampostería no reforzada
C1	Pórtico resistente a momentos de hormigón
C2	Muro de corte de hormigón
C3	Estructura de hormigón con muros de relleno de mampostería no reforzada
PC1	Construcción inclinada
PC2	marco de hormigón prefabricado
RM1	Mampostería reforzada con piso flexible y diafragmas de techo
RM2	Mampostería reforzada con piso rígido y techo de diafragmas
URM	Edificios con muros de carga de mampostería no reforzada
MH	Vivienda prefabricada


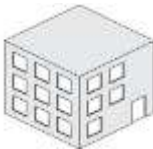
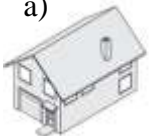
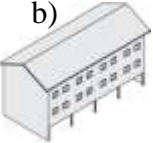
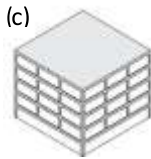
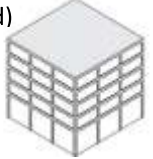

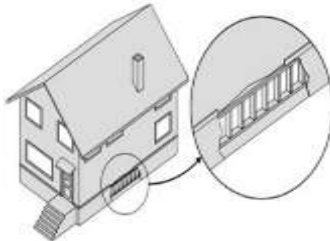
Nota. Tomado de FEMA (2015).

d) Irregularidad Vertical. En la Tabla 4 se identifican las irregularidades verticales que podrían presentar las edificaciones evaluadas con dicha metodología, que pueden llegar a perjudicar la estructura al momento que sucede el sismo, las irregularidades verticales que la Agencia Federal de Manejo de Emergencias de los Estados Unidos FEMA (2015, p. Cap3 16) nos menciona varias como lugares inclinados, columna corta, piso débil, variación en los pisos superiores en inferiores, entre otras:

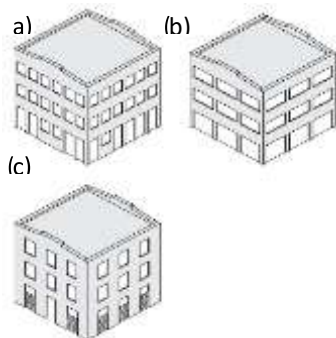
Tabla 4

Irregularidades verticales

Irregularidad Vertical	Severidad	Instrucciones de Nivel 1
Retroceso fuera del plano		<p>Severo</p> <p>Aplicar si las paredes del edificio no se apilan verticalmente en planta.</p> <p>Esta irregularidad es más severa cuando los elementos verticales del sistema lateral en los niveles superiores están fuera de los niveles inferiores, como se muestra en la Figura (a).</p> <p>La condición de la figura (b) también desencadena esta irregularidad. Si se sabe que los muros que no se apilan no son estructurales, esta irregularidad no se aplica.</p>
Sitio inclinado		<p>Varia</p> <p>Aplicar si hay más de una pendiente de un piso de un lado del edificio al otro. Evaluar como Severo para edificios W1 como se muestra en la Figura (a); evaluar como Moderado para todos los demás tipos de edificios como se muestra en la Figura (b).</p>

Irregularidad Vertical	Severidad	Instrucciones de Nivel 1
<p>Retroceso en el plano</p>	<p>(a) </p> <p>(b) </p>	<p>Moderado Aplicar si hay un desplazamiento en el plano del sistema lateral. Por lo general, esto es observable en edificios con estructura arriostrada (Figura (a)) y muros de corte (Figura (b)).</p>
<p>Piso débil y/o suave</p>	<p>a) </p> <p>b) </p> <p>c) </p> <p>d) </p>	<p>Severo Figura (a): para una casa W1 con espacio ocupado sobre un garaje con longitudes de pared cortas o limitadas a ambos lados de la abertura del garaje.</p> <p>Figura (b): para un edificio W1A con un frente abierto en la planta baja (como para estacionamiento).</p> <p>Figura (c): Cuando uno de los pisos tiene menos pared o menos columnas que los otros (generalmente el piso de abajo).</p> <p>Figura (d): Cuando uno de los pisos es más alto que los otros (generalmente el piso inferior).</p>
<p>Niveles divididos</p>		<p>Moderado Aplicar si los pisos del edificio no están alineados o si hay un escalón en el nivel del techo.</p>
<p>Muro lisiado sin refuerzos</p>		<p>Moderado Aplicar si se observan paredes lisiadas sin arriostramiento en el espacio de acceso del edificio. Esto se aplica a los edificios W1.</p>

Irregularidad Vertical	Severidad	Instrucciones de Nivel 1
Columna o pilar corto	Severo	<p data-bbox="991 282 1359 483">Figura (a): Algunas columnas /pilares son mucho más cortas que las típicas columnas/pilares en la misma línea.</p> <p data-bbox="991 524 1359 725">Figura (b): Las columnas/pilares son angostas en comparación con la profundidad de las vigas.</p> <p data-bbox="991 766 1359 882">Figura (c): Hay muros de relleno que acortan la altura libre de la columna.</p> <p data-bbox="991 922 1359 1126">Tenga en cuenta que esta deficiencia se ve en tipos de edificios de acero y también en estructuras de hormigón más antiguos.</p>



Nota. Tomado de FEMA (2015).

e) Irregularidad en Planta. Se considera cinco tipos comunes de irregularidades en planta, como se muestra en la Tabla 5 una guía de referencia de irregularidades en planta entre ella se menciona irregularidades en planta como la torsión, sistemas no paralelos (ejes que no forman 90°), esquinas entrantes (formas de T, L, C, U), diafragmas abiertos y vigas no alineadas a las columnas.

Los daños que se presentan en las conexiones del techo pueden interferir de una forma considerable la capacidad que tiene un elemento de carga por gravedad, generando un posible colapso parcial o total. FEMA (2015, p. Cap3 22) nos realiza una sugerencia importante basada en su experiencia el cual nos resalta que la irregularidad en planta probablemente ocurre en todos los tipos de edificios, sin embargo, la principal preocupación radica en las construcciones de madera, estructuras premoldeadas, mampostería reforzada y mampostería no reforzada.

Tabla 5

Irregularidades en Planta FEMA P-154

Irregularidad en Planta	Instrucciones de Nivel 1
Sistemas No Paralelos	Aplicar si los lados del edificio no forman ángulos de 90 grados.
Aberturas de diafragma	Aplicar si hay una abertura que tiene un ancho de más del 50% del ancho del diafragma en cualquier nivel.
Las vigas no se alinean con las columnas	Aplicar si las vigas exteriores no se alinean con las columnas en planta. Por lo general, esto se aplica a edificios de concreto, donde las columnas perimetrales están fuera de las vigas perimetrales.
Esquina entrante	Aplique si hay una esquina reentrante, es decir, el edificio tiene forma de L, U, T o +, con proyecciones de más de 6m. Siempre que sea posible, verifique si hay separaciones sísmicas donde se unen las alas. Si es así, evalúe para golpeteo.
Torsión	Aplique si hay buena resistencia lateral en una dirección, pero no en la otra, o si hay rigidez excéntrica en planta (como se muestra en las Figuras (a) y (b); paredes sólidas en dos o tres lados con paredes con muchas aberturas en los lados restantes).

Nota. Tomado de FEMA (2015).

f) Pre-código y Post-código. Después de la identificación y determinación del tipo de irregularidades que tiene una estructura procedemos a verificar los pre-código y post-código, los cuales se determinan por los años en los que las normas de constructivas cambiaron drásticamente.

En Ecuador el primer código de construcción sale en el 2002, a pesar de que consideraba el peligro sísmico, en el año 2014, específicamente el 19 de agosto se oficializa la Norma Ecuatoriana de la Construcción, norma que hasta la actualidad sigue vigente. En MIDUVI (2014, p. 3) mediante acuerdo ministerial No 0028 emitido por el Econ. Diego Aulestia Valencia quien era Ministro de Desarrollo Urbano y Vivienda se aprobó el capítulo NEC_SE_DS (cargas sísmica y diseño sismo resistente) el cual se constata en el art. 1 del acuerdo, donde se dispone que a partir de su aprobación deberá cumplirse de forma obligatoria en el diseño y construcción de estructuras con el principal objetivo de que estas sean sismorresistentes.

En Ecuador se debería tomar como referencia al año 2015 para los modificadores de puntaje de post-código y pre-código. Los edificios construidos antes del mencionado año tendrán puntaje en contra que perjudicara el puntaje final, y los que fueron construidos después serán considerados con puntaje a favor lo cual podría favorecer al puntaje final de vulnerabilidad sísmica de la estructura.

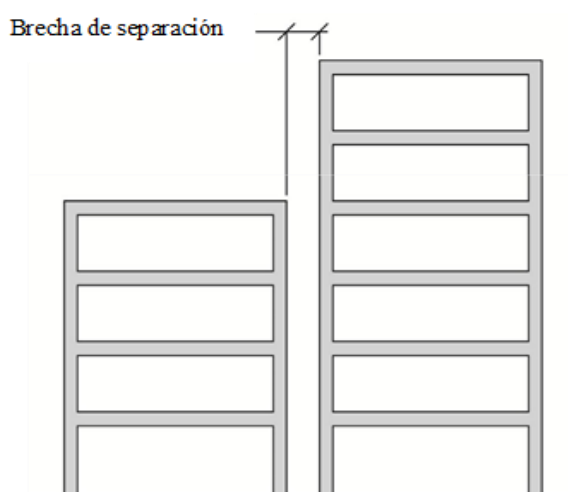
g) Riesgo de Golpeteo. Es la probabilidad de que choque una edificación con otra adyacente; debido a los antecedentes de estructuras con casos iguales o parecidos durante eventos sísmicos ocurridos se ha observado que esta es una de las causas por las cuales un sistema estructural fallaría, FEMA (2015) tomó en cuenta esta causa que se considera importante por lo ya mencionado, incluyéndolas dentro de los parámetros, incluso se presenta una sección en los dos niveles del formulario que se utiliza para la recolección de datos.

Se consideran tres configuraciones dentro de este parámetro: el desfase entre pisos (columna-piso), edificios con una diferencia de altura significativa y edificios esquineros. FEMA (2015, p. Cap 3 13) proporciona espacios mínimos de separación entre edificios adyacentes (consulte la Figura 3).

- El espacio mínimo entre los dos edificios es de 5.04 cm por piso.
- Regiones de alta sismicidad, espacio mínimo es de 3.81 cm por piso.
- En las regiones de sismicidad moderadamente alta, el espacio mínimo es 2.54 cm a por piso.
- En las regiones de sismicidad moderada y baja, el espacio mínimo es 1.27 por piso.

Figura 3

Definición de espacio de separación entre edificios adyacentes



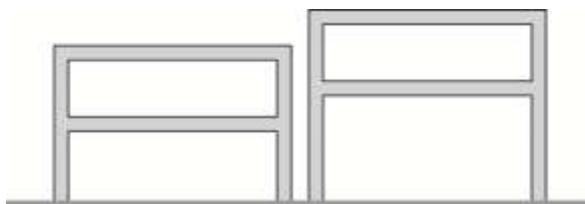
Nota. Tomado de FEMA (2015).

FEMA (2015, p. Cap 3 14) en su manual considera golpeteo cuando el espacio real es menor que el espacio mínimo de separación y cuando también se aplica al menos una de las tres condiciones adicionales:

- Los pisos del edificio adyacente no se alinean verticalmente dentro de una medida establecida de 5.08 centímetros máximo, como se muestra en la Figura 4
- Un edificio es 2 o más pisos más alto que el otro, esto se ilustra en la Figura 5. El daño surgiría en el edificio con más pisos al nivel del techo del edificio más bajo.
- El edificio está al final al final de la cuadra, como se ilustra en la Figura 6. Se imponen mayores exigencias al edificio final cuando el edificio adyacente se mueve hacia él, ya que no tiene un edificio en el otro lado para equilibrar las cargas. Esto suele provocar desastres.

Figura 4

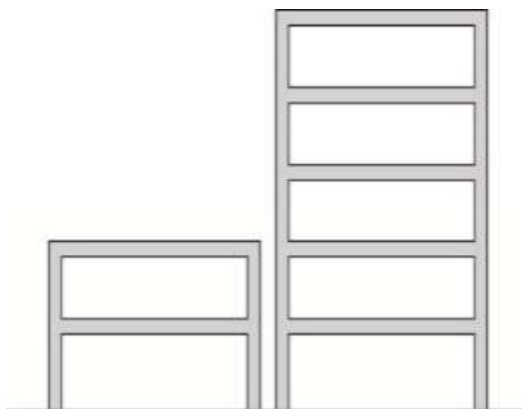
Ilustración esquemática de pisos que no se alinean verticalmente



Nota. Tomado de FEMA (2015).

Figura 5

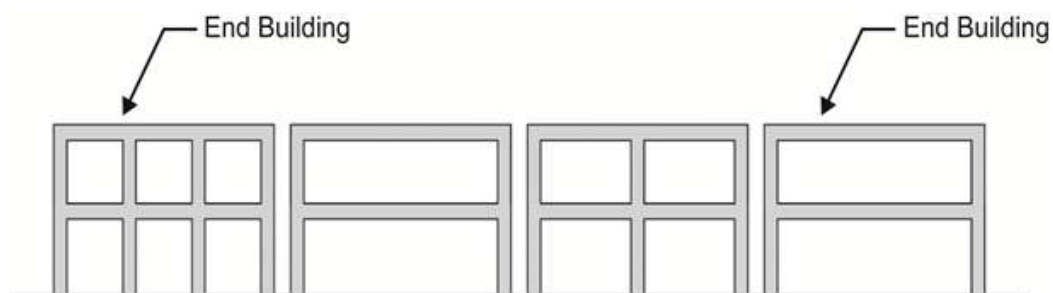
Ilustración esquemática de edificios de diferente altura



Nota. Tomado de FEMA (2015).

Figura 6

Ilustración esquemática de los edificios finales



Nota. Tomado de FEMA (2015).

h) Formulario de Recopilación de Datos. El formulario que se aplica cuenta con dos niveles, donde se detallan los parámetros a considerar, en la Tabla 6 y Tabla 7 se muestran las plantillas de verificación de vulnerabilidad para el primer nivel y el segundo nivel de evaluación respectivamente de una región muy alta.

Tabla 6

Formulario de encuesta nivel 1 para una zona de sismicidad muy alta.

FOTOGRAFÍA	Dirección : _____ _____ Código Postal : _____ Otra identificación : _____ Nombre del Edificio: _____ Uso : _____ Latitud : _____ Longitud : _____ Ss : _____ S1 : _____ Inspector (es) : _____ Fecha/Hora _____ No. Pisos : Sobre el suelo : _____ Bajo el suelo : _____ Año de construcción : _____ EST Superficie total de piso (mt. 2) : _____ Código año : _____ Adiciones : " Ninguna " Si, Años construcción : _____ Ocupación : Asanbleas Comercial Serv. Emergencia " Histórico" Albergue Industria Oficina Educación " Gobierno Utilidad Almacen Unid. Residencias: _____ Tipo de suelo : " A" B" C" D" E" F DNK Roca Roca Suelo Suelo Suelo Suelo DNK Dura Debil Dens Duro Bland Pobre Si DNK, asumir tipo D																		
	BOSQUEJO	Riesgo Geológico : Licuefacción : _____ Deslizamiento : _____ Superficie de Ruptura : _____ " Si " Si " Si " No " No " No " DNK " DNK " DNK Adyacencia : " Golpes " Peligro Caída del Edificio Adyacente Irregularidades : " Elevación (tipo/severidad) _____ " Planta (Tipo) _____ Peligros de Chimeneas sin soporte lateral Apéndices Caída " Parapetos " Revest. Pesado o de chapa de madera pesada Exteriores : " Otros: _____ Comentarios : _____ _____ _____ _____ _____ _____ " Dibujos o comentarios adicionales en una página aparte																	
		NOTA BASE, MODIFICADORES, Y ÚLTIMA PUNTUACIÓN NIVEL 1, S_{L1}																	
		TIPO DE EDIFICIO FEMA	No se Sabe	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCS W)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Puntaje Básico			2.10	1.90	1.80	1.50	1.40	1.60	1.40	1.20	1.00	1.20	0.90	1.10	1.00	1.10	1.10	0.90	1.10
Irregularidad Vertical Grave, V _{L1}		-0.90	-0.90	-0.90	-0.80	-0.70	-0.80	-0.70	-0.70	-0.70	-0.80	-0.60	-0.70	-0.70	-0.70	-0.70	-0.60	NA	
Irregularidad Vertical Moderada, V _{L1}		-0.60	-0.50	-0.50	-0.40	-0.40	-0.50	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA	
Irregularidad en Planta, P _{L1}		-0.70	-0.70	-0.60	-0.50	-0.50	-0.60	-0.40	-0.40	-0.50	-0.30	-0.50	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA		
Pre-Código		-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.20	-0.30	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	0.00	0.00		
Posterior-Marca Base		1.90	1.90	2.00	1.00	1.10	1.10	1.50	NA	1.40	1.70	NA	1.50	1.70	1.60	1.60	NA		
Suelo Tipo A o B		0.50	0.50	0.40	0.30	0.30	0.40	0.80	0.20	0.20	0.30	0.10	0.30	0.20	0.30	0.30	0.10		
Suelo Tipo E (1-3 Pisos)		0.00	-0.20	-0.40	-0.30	-0.20	-0.20	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00		
Suelo Tipo E (>3 Pisos)		-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	-0.30	NA	-0.30	-0.10	-0.10	-0.30	-0.10	NA	-0.10	-0.20	-0.20	0.00		
Puntaje Mínimo, S _{MN}		0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20	0.30	0.30	0.20		
PUNTAJE FINAL 1, S_{L1} ≥ S_{MN}		S _{L1} = _____																	
GRADO DE REVISIÓN	OTROS RIESGOS								ACCIÓN REQUERIDA										
Exterior : Parcial <input type="checkbox"/> Todos los lados Aéreo <input type="checkbox"/>	¿Hay peligro que ameritan una evaluación estructural detallada? " Golpeo potencial (a menos que S _{L2} < limite, si es conocido) <input type="checkbox"/> Riesgo de caída de edificios adyacentes más altos <input type="checkbox"/> Riesgo geológico o Tipo de suelo F <input type="checkbox"/> Daño significativo / deterioro del sistema estructural								¿Requiere evaluación estructural detallada ? <input type="checkbox"/> Si, tipo de edificación FEMA desconocido u otro edificio <input type="checkbox"/> Si, puntaje menor que el limite <input type="checkbox"/> Si, otros peligros presentes <input type="checkbox"/> No ¿Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque u <input type="checkbox"/> Si, peligros no estructurales identificados que deben ser evalu <input type="checkbox"/> No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada <input type="checkbox"/> No, no se identifican peligros no estructurales DNK										
Interior : Ninguno <input type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Completo <input type="checkbox"/>																			
Planos revisados : " Si " No																			
Fuente del tipo de suelo : _____																			
Fuente de Peligro Geológico : _____																			
Persona de contacto : _____																			
NIVEL 2 DE ESCANEADO REALIZADO ?																			
" Sí; Puntaje final Nivel 2, S _{L2} <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>																			
Peligros no estructurales " Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>																			
Cuando los datos no pueden ser verificados, el inspector deberá anotar lo siguiente: EST = estimado o dato no fiable o DNK = No Sabe																			

Legenda : MRF = Pórtico resistente RC = Hormigón armado URM INF = Relleno de mampostería no reforz; MH = Vivienda prefabrica; FD = Diafragma fle; BR = Marco arriostrado SW = Muro de cortante TU = Inclinado hacia arriba LM = Metal ligero RD = Diafragma rígido

Tabla 7

Formulario de encuesta nivel 2 para una zona de sismicidad muy alta.

Nombre del edificio:	Puntaje Final De Nivel 1: $S_{L1} =$ (no considerar SMIN)
Inspector:	Modificadores de Irreg. de Nivel 1: Irregularidad vertical, $V_{L1} =$ Irregularidad en Planta, $P_{L1} =$
Fecha/Hora:	PUNTAJE BASE AJUSTADO: $S' = (S_{L1} - V_{L1} - P_{L1}) =$

MODIFICADORES ESTRUCTURALES PARA AGREGAR A LA PUNTUACIÓN DE BASE AJUSTADA				
Tema	Enunciado (Si la declaración es verdadera, marcar con visto el modificador "Si"; de lo contrario no marcar el modificador.)	Si	Subtotales	
Irregularidad Vertical, V_{L2}	Sitio Inclinado	Edificio W1: Hay al menos un piso completo con cambio de pendiente del suelo de un lado del edificio al otro. Edificio que no es W1: Hay al menos piso completo con cambio de nivel de un lado del edificio al otro.	-0.9 -0.2	$V_{L2} =$ (Limite -0.9)
	Piso débil y/o blando (circle one maximum)	Edificio W1 muro atrofiado: Es visible a través del espacio de revisión un muro corto sin refuerzo.	-0.5	
		Casa W1 sobre el garaje: Debajo de un piso ocupado, hay un garaje abierto sin un marco resistente al momento de acero, y hay menos de 20cm de pared en la misma línea (para varios pisos ocupados arriba, use 40cm de pared como mínimo).	-0.9	
		Edificio W1A abierto frontalmente: Hay aberturas en la planta baja (como un parqueadero) que supera al menos el 50 % de la longitud del edificio.	-0.9	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso es menor al 50 % de la del piso superior, o la altura de cualquier piso es mayor a 2.0 veces la altura del piso superior.	-0.7	
	Entrada	Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso está entre el 50 % y el 75 % del piso superior o la altura de cualquier piso está entre 1,3 y 2,0 veces mayor a la altura del piso superior.	-0.4	
		Los elementos verticales del sistema lateral situados en un piso superior están fuera de la borda de los del piso inferior, lo que hace que el diafragma se mueva en voladizo en el desplazamiento.	-0.7	
		Los elementos verticales del sistema lateral en los pisos superiores están dentro de los de los pisos inferiores.	-0.4	
	Columna / Pilar Corto	Hay un desplazamiento en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.	-0.2	
		C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20 % de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columnas en el sistema lateral tienen relaciones altura/profundidad menor al 50 % de la relación altura/profundidad nominal en ese nivel.	-0.4	
De dos niveles	C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La altura de la columna (o el ancho del pilar) es menor que la mitad de la altura del antepecho, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0.4		
	Hay un desnivel en uno de los niveles de los pisos o en el techo.	-0.4		
	Otra Irregularidad	Hay otra grave irregularidad vertical observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.7	
Irregularidad en planta, P_{L2}	Hay otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.	-0.4	$P_{L2} =$ (Limite -0.7)	
	Irregularidad torsional: el sistema lateral no parece relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad de frente abierto W1A mencionada anteriormente.)	-0.5		
	Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.	-0.2		
	Esquina reentrante: Ambas proyecciones desde una esquina interior superan el 25% de la dimensión total del plano en esa dirección.	-0.2		
	Apertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con un ancho superior al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.	-0.2		
Redundancia	Desplazamiento fuera del plano del edificio C1, C2: las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano.	-0.2	$M =$ (Limite -0.7)	
	Otra irregularidad: Existe otra irregularidad observable en planta que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.5		
Golpeteo	El edificio tiene al menos dos tramos de elementos laterales a cada lado del edificio en cada dirección.	-0.2	$M =$ (Limite en la suma de modificadores de	
	El edificio está separado de una estructura adyacente por menos del 1% de la altura del edificio más corto y la estructura adyacente y:	-0.7		
	Los pisos no se alinean verticalmente dentro de los 0.61 m.	-0.7		
Edificio S2	Un edificio es 2 o más pisos más alto que el otro.	-0.7	Edificio S2	
	El edificio está al final de la manzana.	-0.4		
Edificio C1	La geometría de arriostramiento en "K" es visible.	-0.7	Edificio C1	
	La placa plana sirve como viga en el marco de momento.	-0.5		
Edificio PC1/RM1	Hay amarres de techo a pared que son visibles o conocidos por los dibujos que no se basan en la flexión transversal. (No combinar con post-benchmark o modificador de actualización).	0.2	Edificio PC1/RM1	
	El edificio tiene paredes interiores de altura completa muy juntas (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).	0.2		
URM	Los muros a dos aguas están presentes.	-0.3	URM	
	Hay un sistema de arriostramiento sísmico suplementario provisto entre el carro y el suelo.	0.5		
Adecuación	La modernización sísmica integral es visible o se conoce a partir de los planos.	-1.2	$M =$	
PUNTAJE FINAL NIVEL 2, $S_{L2} = (S' + V_{L2} + P_{L2} + M) \geq S_{MIN}$: (Transferir al formulario de Nivel 1)				
Hay daño o deterioro observable u otra condición que afecta negativamente el desempeño sísmico del edificio.:		Si ⁺ No ⁻		
En caso afirmativo, describa la condición en el cuadro de comentarios a continuación e indique en el formulario de Nivel 1 que se requiere una evaluación detallada independientemente del puntaje del edificio.				

PELIGROS NO ESTRUCTURALES OBSERVABLES				
Ubicación	Enunciado (Marcar "Si" o "No")	Si	No	Comentario
Exterior	Hay un parapeto de mampostería no reforzada no arriostrada o chimenea de mampostería no reforzada no arriostrada.			
	Hay un revestimiento pesado o un enchapado pesado.			
	Hay una marquesina pesada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales que parece no tener refuerzo.			
	Hay un apéndice de mampostería no reforzada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales.			
	Hay un letrero en el edificio que indica que hay materiales peligrosos presentes.			
	Hay un edificio adyacente más alto con una pared URM no anclada o un parapeto o chimenea URM sin refuerzos.			
Interior	Otro peligro de caída exterior no estructural observado:			
	Hay tabiques huecos de teja de barro o ladrillo en cualquier escalera o pasillo de salida.			
Otro peligro de caída no estructural interior observado:				
Desempeño sísmico no estructural estimado (Marque la casilla correspondiente y transférela a las conclusiones del formulario de Nivel 1)				
= Posibles peligros no estructurales con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes → Se recomienda una evaluación no estructural detallada				
- Peligros no estructurales identificados con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes → Pero no se requiere una evaluación no estructural detallada				
- Amenaza de riesgo no estructural baja o nula para la seguridad de la vida de los ocupantes → No se requiere una evaluación no estructural detallada				
Comentarios:				

i) Adiciones en Edificios. En todo el mundo existen edificios en los que se realizan ampliaciones luego de su construcción inicial, incluso suelen aumentar el área útil o de servicio una sola vez, dos veces o incluso en más ocasiones con diferentes fines como comerciales, sociales, entre otras. Lo cual no se planificó desde el inicio, por ende, su sistema estructural no está apto para estas adiciones. Las adiciones pueden realizarse vertical u horizontalmente lo que quiere decir que se realizan las aplicaciones sobre los pisos existentes o al lado de este, para cubrir esta posibilidad FEMA proporciona recomendaciones para identificar y analizar, durante el examen visual rápido.

La respuesta sísmica que presenta una estructura probablemente se vería afectada debido a la interacción entre la estructura construida inicialmente y las adiciones realizadas después de un determinado tiempo lo cual altera el desempeño de una o ambas construcciones, entre las características críticas de las adiciones que aportan a este efecto tenemos: detalles de conexión horizontal entre la adición y la estructura principal, tipo de sistema sismorresistente y el tamaño de la adición

Se pueden identificar tres tipos de conexiones relacionadas a las adiciones: la primera conexión se presenta cuando la adición es construida dejando una distancia separada del edificio principal y conectada a través de una junta sísmica, la segunda conexión sucede cuando la adición es construida asilada de la estructura principal pero sin una junta sísmica esto producirá golpeteo entre las edificaciones y tercera conexión es cuando la adición se apoya parcial o totalmente sobre el sistema resistente de la estructura principal.

j) Interpretación de Resultados. Considerando a (FEMA, 2015) que en su manual no menciona la importancia de conocer la interpretación de la puntuación S final, que específicamente se relaciona con la probabilidad de colapso de la edificación analizada.

El uso de un puntaje de corte más alto se relaciona con una menor probabilidad de colapso, pero esto no asegura que la estructura cumpla otros objetivos de desempeño. Cabe mencionar que los resultados menores a esto

se deben a que reflejan varias irregularidades (planta y/o verticales) o presentan situaciones en las que la estructura está en riesgo, por lo que suele haber resultados por debajo de los mínimos, lo que quiere decir que tiene una vulnerabilidad muy alta. Interpretando puntuación final S, si se obtiene un resultado de 3 implica que hay una probabilidad de colapso de 1 en 10^3 , y si el puntaje final es 2 nos indica que hay una probabilidad de 1 en 10^2 , que el edificio se derrumbe si se producen tales movimientos del suelo.

2.6.2 Método Benedetti y Petrini

El método del índice de vulnerabilidad propuesto por Benedetti – Pretini en el año 1984, se enfoca en evaluar los factores estructurales y no estructurarles de los daños que produce un sismo en una edificación. Este método es un análisis visual que se realiza con la opinión de profesionales, además el análisis involucra a sistemas estructurales que fueron construidas con albañilería confinada, no confinada y concreto armado. El método de Benedetti – Pretini tiene una gran acogida en el continente europeo donde se aplica a edificaciones que tienen daños ocasionados por terremotos ya que hasta la fecha ha demostrado resultados coherentes y precisos, por esta razón los profesionales consideran que tiene una gran confiabilidad y actualmente también se utiliza en el continente americano.

Benedetti y Petrini (1984, p. 6) proponen características que evalúan estructuras considerando once parámetros, a los cuales se cuantifican y se clasifican en cuatro clases, para los edificios de mampostería de piedra se las representan en: A, B, C y D; y tres para los edificios de hormigón armado los cuales se representan por: A, B y C. En ambos casos, cada una de estas clasificaciones está afectadas por un coeficiente sísmico denominado K_i . También se determinar un coeficiente de peso denominado W_i lo que representa la importancia de cada uno de los 11 factor que considera esta metodología que se muestra en la Tabla 8.

La estimación que las clasificaciones representan se indica en la Tabla 9 para edificios de hormigón armado, y en la Tabla 10 para los edificios de mampostería de piedra. Esta metodología nos proporciona un análisis de vulnerabilidad sísmica únicamente a estos dos tipos de estructuras ya mencionados, las cuales se presentan en gran mayoría en la parroquia Manglaralto.

Tabla 8*Parámetros utilizados en el método italiano*

N°	Mampostería no reforzada	Hormigón armado
1	Organización del sistema resistente	Organización del sistema resistente
2	Calidad del sistema resistente	Calidad del sistema resistente
3	Resistencia convencional	Resistencia convencional
4	Posición del edificio y cimentación	Posición del edificio y cimentación
5	Diafragmas horizontales	Losas
6	Configuración en planta	Configuración en planta
7	Configuración en elevación	Configuración en elevación
8	Separación máxima entre muros	Conexión entre elementos críticos
9	Tipo de cubierta	Elementos de baja ductilidad
10	Elementos no estructurales	Elementos no estructurales
11	Estado de conservación	Estado de conservación

Nota. Tomado de Benedetti y Petrini (1984).**Tabla 9***Asignación de clases a los edificios de mampostería no reforzada*

Clases	Descripción
A	Buena o acorde con la normativa
B	Casi buena
C	Casi deficiente
D	Deficiente o insegura

Nota. Tomado de Benedetti y Petrini (1984).**Tabla 10***Asignación de clases a los edificios de hormigón armado*

Clases	Descripción
A	Buena
B	Regular

Clases	Descripción
C	Mala

Nota. Tomado de Benedetti y Petrini (1984)

El método al igual que muchas más metodologías, nos brinda la facilidad para la toma de decisiones y mitigación de desastres. Como ya mencionamos la metodología consiste en la determinación de once parámetros cuyos resultados nos permiten evaluar la vulnerabilidad de edificaciones de mampostería no reforzada y de hormigón armado.

a) Organización del Sistema Resistente. Considera el estado, calidad y función de la mampostería dentro del sistema resistente de la construcción, a continuación, se detalla en la Tabla 11 las clases que forman parte del parámetro.

Tabla 11

Organización del sistema resistente

Clase	Indicadores
A	<ol style="list-style-type: none"> Elementos robustos (ladrillo macizo o Semi-macizo, bloques de muy buena calidad o piedra bien cortada) unidos con mortero de buena calidad Huecos de un panel menor al 30% de la superficie total del panel Relación entre altura y espesor de la mampostería es inferior a 20 La mampostería parte superior no se encuentra a más de 1 cm de la viga. La mampostería no sobresale respecto al filo extremo del porte más de 20% su espesor
B	<ol style="list-style-type: none"> Huecos de un panel no superan el 60% de la superficie total del panel Relación entre altura y espesor de la mampostería es menor a 30 La mampostería parte superior no se encuentra a más de 3 cm de la viga. El área transversal de la columna ≥ 20 veces el espesor de mampostería
C	Edificaciones que no están dentro de las clasificaciones A o B

Nota. Tomado de Cueva Flores (2017).

b) Calidad del Sistema Resistente. Su evaluación se concentra en el material empleado, calidad del mortero y el proceso de construcción en durante la obra, se muestra en la Tabla 12 de una forma más detallada.

Tabla 12

Calidad del sistema resistente

Clase	Indicadores
A	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hormigón consistencia buena, y la resistencia mayor a 210kg/cm² 2. No debe existir zonas de “hormiguero” 3. Las barras de acero utilizadas son corrugadas y no están visibles 4. Buena calidad de morteros 5. Buena calidad de mano de obra
B	Edificaciones que no están dentro de las clasificaciones A o C
C	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hormigón de baja calidad 2. Las barras de acero están visibles, oxidadas y mal distribuidas 3. Juntas de construcción mal ejecutadas 4. Mampostería de mala calidad 5. Elementos estructurales, gradas y/o mampostería son de mala calidad

Nota. Tomado de Cueva Flores (2017).

c) Cálculo de la Resistencia Convencional. Analiza la confiabilidad de la resistencia a cargas horizontales de la edificación, es decir, se enfoca en la relación entre el cortante resistente y cortante actuante, la Tabla 13.

Tabla 13

Resistencia convencional

Clase	Indicadores
A	$\alpha \geq 1.5$
B	$0.7 \leq \alpha < 1.5$
C	$\alpha < 0.7$

Nota. Tomado de Cueva Flores (2017)

d) Posición del Edificio y Cimentación. Analiza la pendiente del terreno de ubicación de la edificación, la presencia de terraplenes que no se encuentran equilibrados y de forma simétrica, la diferencia entre las cotas de cimentación y señales de un probable hundimiento, detalles en la Tabla 14.

Tabla 14

Posición del edificio y cimentación

Clase	Indicadores
A	<ol style="list-style-type: none"> 1. Suelo duro y topografía plana 2. Suelo de dureza intermedia con pendiente menor al 15% 3. Suelo rocoso con pendiente menor al 30%
B	Edificaciones que no están dentro de las clasificaciones A o C
C	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cimentación insuficiente para cualquier terreno 2. Suelo de dureza intermedia con pendiente mayor al 30% 3. Suelo rocoso con pendiente mayor al 60%

Nota. Tomado de Cueva Flores (2017).

e) Losas. Es fundamental que una estructura tenga losa rígida de muy buenas conexiones con los elementos verticales, se evalúan en función del material, relación entre las dimensiones y la abertura, Tabla 15.

Tabla 15

Indicadores de losas

Clase	Indicadores
A	<ol style="list-style-type: none"> 1. Losa rígida, bien conectada a los elementos resistentes verticales 2. Área de las aberturas de la losa menor a 30% del área total. 3. Relación largo y ancho (L/A) de losa menor a 3
B	Edificaciones que no están dentro de las clasificaciones A o C
C	<ol style="list-style-type: none"> 1. Losas poco rígidas y mal conectadas a los elementos verticales 2. Área de aberturas de losa es mayores al 50% del área en planta 3. Relación largo y ancho (L/A) de losa mayor a 3

Nota. Tomado de Cueva Flores (2017)

f) Configuración en Planta. Se considera la configuración en planta ya que es un motivo que interfiere y reduce la estabilidad de una edificación durante un terremoto, la mala configuración sísmica reduce la ductilidad por lo que podría llegar al punto de falla antes de lo esperado.

Tabla 16

Configuración en planta

Clase	Indicadores
A	<ol style="list-style-type: none"> 1. Relación entre el centro de masa y la excentricidad de edificio es menor que el 10% 2. Relación entre la longitud del voladizo con respecto a la longitud total en la dirección del voladizo es menor 20% 3. Relación entre el ancho y la longitud de la protuberancia del edificio es mayor al 50% 4. No existen ejes estructurales no paralelos. 5. Los retrocesos en las esquinas de la estructura deben ser inferiores al 15% de la dimensión en planta, debe cumplir con: $A < 0,15$ B y C $< 0,15$ D
B	Edificaciones que no están dentro de las clasificaciones A o C
C	<ol style="list-style-type: none"> 1. Relación entre el lado menor y el lado mayor del terreno es menor que el 20% 2. Relación entre el centro de masa y la excentricidad del edificio es mayor al 20% 3. Relación entre la longitud de voladizo con respecto a la longitud total en la dirección del voladizo es mayor al 30% 4. Relación entre el ancho y la longitud de la protuberancia del edificio es menor al 25% 5. Existe ejes estructurales no paralelos 6. Los retrocesos en las esquinas de las estructuras deben ser inferiores al 30% de la dimensión en planta, debe cumplir con: $A < 0,15$ B y C $< 0,15$ D

Nota. Tomado de Cueva Flores (2017).

g) Configuración en Elevación La configuración en elevación de la edificación considera la forma del edificio de forma vertical, también toman en cuenta la distribución de masas y la continuidad de los elementos verticales que contiene la edificación, etc. La Tabla 17 muestra la clase y los indicadores del parámetro que permitirán identificar la clasificación de la estructura.

Tabla 17

Configuración en elevación

Clase	Indicadores
A	<ol style="list-style-type: none"> 1. No presentan variación del piso inferior menor rígido a más rígido (Piso Débil) 2. Criterio de distribución de masas, mientras el piso suba, la masa disminuya o se mantiene constante en menos de 3 pisos. 3. Vigas y columnas son continuos hasta el piso ultimo 4. No presenta irregularidad geométrica, sistema lateral constante.
B	Edificaciones que no están dentro de las clasificaciones A o C
C	<ol style="list-style-type: none"> 1. Variación de rigidez, menor rígido a más rígido (Piso Débil). 2. Criterio de distribución de masas, mientras el piso suba, la masa disminuya o se mantiene constante en menos de 3 pisos. 3. Ejes entre vigas y columnas son discontinuos hasta último piso. 4. Presenta irregularidad geométrica, sistema lateral es constante.

h) Conexión de Elementos Críticos. Se analizarán las uniones viga-columna de acuerdo con su geometría, las estructuras pueden presentar fallas a causa de no tener una correcta unión.

i) Elementos con Baja Ductilidad. Verifica si la estructura presenta columnas cortas que generan una baja ductilidad. La tabla 19 que se presenta a continuación muestra la clase y los indicadores del parámetro, que nos permitirán identificar la clasificación que le corresponde a la estructura que se vaya a analizar.

Tabla 18*Conexión de elementos críticos*

Clase	Indicadores
A	<ol style="list-style-type: none"> 1. Relación entre la longitud saliente de viga y el ancho de columna es menor al 20% 2. Relación entre la excentricidad entre ejes de viga y columna es menor al 20% 3. Relación entre la excentricidad de los ejes adyacentes a la columna y el ancho de la viga es menor al 30%
B	Edificaciones que no están dentro de las clasificaciones A o C
C	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verifica la calidad de la unión viga-columna dependiendo de las conexiones y dimensión de los elementos

Nota. Tomado de Cueva Flores (2017).

Tabla 19*Elementos con baja ductilidad*

Clase	Indicadores
A	<ol style="list-style-type: none"> 1. No tiene elementos cortos
B	<ol style="list-style-type: none"> 1. En elementos de baja ductilidad, esta entre el 25% y 50% con respecto a la longitud total 2. En elementos de elevada ductilidad, están entre el 50% y 67% con respecto a la longitud total
C	<ol style="list-style-type: none"> 1. En elementos de baja ductilidad, menor al 25% con respecto a la longitud total 2. En elementos de elevada ductilidad, menor al 50% con respecto a la longitud total.

Nota. Tomado de Cueva Flores (2017).

j) Elementos no Estructurales. Evalúa la estabilidad y condiciones en las que se encuentran los elementos no estructurales como los muros de mampostería y otros elementos que ayudan a separar áreas, Tabla 20.

Tabla 20*Elementos no estructurales*

Clase	Indicadores
A	Elementos externos bien anclados y elementos internos son inestables, aunque no estén anclados.
B	Elementos externos son estables, pero con conexiones poco fiables
C	Elementos externos son inestables o que no califiquen en las categorías A o B

Nota. Tomado de Cueva Flores (2017).

k) Estado de Conservación. En el último parámetro se verifica el estado actual de la edificación. En la Tabla 21 muestra la clase y los indicadores del parámetro con más detalles que nos indican en que condiciones se encuentra la estructura.

Tabla 21*Estado de conservación*

Clase	Indicadores
A	Edificios donde no haya fisuras ni rajaduras
B	Edificaciones que no están dentro de las clasificaciones A o C
C	Si más del 30% del edificio presenta rajaduras o fisuras y haya daños en la cimentación

Nota. Tomado de Cueva Flores (2017).

l) Interpretación de Resultados. Finalmente, considerando lo mencionado e involucrando cada uno de los parámetros el índice de vulnerabilidad I_v se obtiene con la suma ponderada de sus factores de vulnerabilidad establecidos por los autores del método y mostrados en la Tabla 22 y Tabla 23, multiplicada por su peso correspondiente. Las tablas mostradas a continuación muestran los modificadores, lo que quiere decir, cada uno de los valores que consideran los autores para cada parámetro dependiendo del tipo de edificación que se esté evaluando.

Tabla 22*Factores de vulnerabilidad, clases y pesos para edificios en mampostería de piedra*

	Factor de vulnerabilidad	Puntaje de la clase				Peso
		A	B	C	D	
1	Organización del sistema resistente.	0	5	20	45	1.00
2	Calidad del sistema resistente.	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia convencional.	0	5	25	45	1.50
4	Posición del edificio y fundación.	0	5	25	45	0.75
5	Presencia de diafragmas horizontales.	0	5	15	45	1.00
6	Configuración en planta.	0	5	25	45	0.50
7	Configuración en elevación.	0	5	25	45	1.00
8	Conexión entre elementos críticos.	0	5	25	45	0.25
9	Tipo de techumbre.	0	15	25	45	1.00
10	Elementos no estructurales.	0	5	25	45	0.25
11	Estado de conservación.	0	5	25	45	1.00

Nota. Tomado de Benedetti y Petrini (1984).**Tabla 23***Factores de vulnerabilidad, clases y pesos para edificios de hormigón armado*

	Factor de vulnerabilidad	Puntaje de la clase			Peso
		A	B	C	
1	Organización del sistema resistente	0	6	12	1.00
2	Calidad del sistema resistente	0	6	12	0.50
3	Resistencia convencional	0	11	22	1.00
4	Posición del edificio y cimentación	0	2	4	0.50
5	Losas	0	3	6	1.00
6	Configuración en planta	0	3	6	0.50
7	Configuración en elevación	0	3	6	1.00

Factor de vulnerabilidad	Puntaje de la clase			Peso
	A	B	C	
8 Conexión entre elementos críticos	0	3	6	0.75
9 Elementos de baja ductilidad	0	2	6	1.00
10 Elementos no estructurales	0	4	10	0.25
11 Estado de conservación	0	10	20	1.00

Nota. Tomado de Benedetti y Petrini (1984)

Una vez obtenidos los valores de la tabla anterior, para determinar índice de vulnerabilidad I_v aplica la ecuación (1) para el caso de edificios de mampostería no reforzada y de la ecuación (2) para edificios de hormigón armado.

$$I_v = \sum_{i=1}^{11} K_i W_i \quad (1) \quad (\text{Benedetti y Petrini, 1984})$$

$$I_v = 100 \frac{(\sum_{i=1}^{11} K_i W_i) + 1}{34} \quad (2) \quad (\text{Benedetti y Petrini, 1984})$$

Todos los parámetros que se consideran en este caso son predeterminados por los autores Benedetti y Petrini para determinar el resultado el cual representa el índice de vulnerabilidad sísmica. En algunos de ellos se amerita realizar cálculos simples para obtener resultado que nos lleven a definir una clasificación, y en otros parámetros es suficiente con análisis visual más el criterio del evaluador.




Tabla 24

Rango de vulnerabilidad para edificios en mampostería de piedra

Vulnerabilidad		Rango	
A	Baja	0.00	95.63
B	Media	95.63	191.25
C	Alta	191.25	286.88
D	Muy Alta	286.88	382.50

Tabla 25

Rango de vulnerabilidad para edificios de hormigón armado

Vulnerabilidad		Rango	
	A Baja	2.94	89.22
	B Media	89.22	178.43
	C Alta	178.43	267.65

Después de aplicar la ecuación mostrada anteriormente e ingresar el resultado, se obtiene el índice de vulnerabilidad, el criterio del evaluador determinará si es necesario el uso de un análisis cuantitativo.

2.6.3 Sistema de Puntuación del Índice de Vulnerabilidad

Sísmica de Edificios

Esta metodología se aplica en estudios de vulnerabilidad sísmica a nivel urbano, lo que permite realizar estudios preliminares de vulnerabilidad sísmica a nivel regional, es fundamentada la determinación de varios parámetros propuestos por Chang et al, (1995) autor de esta metodología. El método determina el índice de vulnerabilidad sísmica de los edificios a los que se le aplica esta evaluación, se basa en un sistema de puntuación propuesta del ATC-21, 1988, considerando las características de sitio de estudio. En las características de sitios se encuentran el potencial de licuefacción, el tipo de cimentación y la estabilidad de taludes.

El sistema de puntuación del índice de vulnerabilidad sísmica consta de 15 criterios afectados por un peso, esto dependerá de la importancia de cada parámetro en la metodología, los criterios se dividen en dos grupos, Categoría estructural y Categoría de sitio o cimentación; once criterios estructurales, tres criterios que pertenecen a la cimentación que tiene la estructura y un criterio referente a la estabilidad del talud o del terreno mostrados en la Tabla 26.

Mena Hernández (2002, p. 40) considera que las categorías más importantes dentro de la evaluación con este método es el tipo de edificación y el año de construcción de la vivienda o aplicación de laguna normativa considerando un diseño

sismo resistente ya que sus modificadores son superiores a los demás parámetros. Rigiéndonos en lo mencionado por Chang, Pezeshk, Yiak, y Kung (1995, p. 538) dentro del criterio que identifica el tipo de material de las edificaciones varían los materiales utilizados, los edificios se agrupan en 12 tipos de estructuras los cuales se muestran en la Tabla 27.

El puntaje máximo que determinada con este método es de 108 que indica el índice de vulnerabilidad sísmica, si una estructura posee ese puntaje no tiene vulnerabilidad sísmica, lo que quiere decir es que a menor puntaje mayor vulnerabilidad, y a mayor puntaje menor vulnerabilidad ante un evento telúrico.

Tabla 26

Sistema de puntuación de índice de vulnerabilidad sísmica

Factor Estructural	Peso
Tipo de Edificio	20
Año de construcción/Usó de norma	20
Irregularidad vertical	3
Piso Blando	5
Irregularidad Torsional	3
Irregularidad en Planta	3
Columnas Cortas	5
Abertura en Diafragmas	5
Choque - Golpeteo	3
Revestimiento Pesado	3
Daño Visible	5
Factor de Cimentación	Peso
Tipo de Suelo	10
Potencial Licuefacción	10
Tipo de Cimentación (Para un potencial de Licuefacción alto o moderado)	3
Estabilidad de Taludes	10
Total	108

Nota. Tomado de Chang et al. (1995)

Considerando la norma NEC y conocimientos adquiridos durante la investigación, definiremos los parámetros considerados en la metodología del Sistema de puntuación de índice de vulnerabilidad sísmica, para determinar la vulnerabilidad de la edificación.

a) Tipo de Edificio. Los tipos de estructuras mostrados en la Tabla 27, son determinados por Chang et al. (1995, p. 538), allí considera estructuras de diferentes tipos, varias de ellas son construida en Ecuador.

Tabla 27

Tipos de edificios del sistema de puntuación de índice de vulnerabilidad sísmica

Tipo de Edificio	
W	Construcciones de madera de todos
S1	Marcos resistentes a momentos de acero
S2	Marco de acero arriostrado
S3	Edificio de metal ligero
S4	Estructuras de acero con muros de corte de hormigón colocado in situ
C1	Pórtico de hormigo resistente a momentos
C2	Edificios de muros de corte de hormigón
C3/S5	Edificios con estructura de hormigón o acero con mampostería no reforzada
PC1	Edificios inclinados
PC2	Edificios de estructuras de hormigón prefabricados
RM	Mampostería reforzada
URM	Mampostería no reforzada

Nota. Tomado de Chang et al. (1995)

En la Tabla 28 se visualizan las tres clasificaciones realizadas en base a los criterios determinados en cada una de ellos, si la estructura se considera

sismorresistente, se evalúa con una puntuación de 20, esto quiere decir que por cada parámetro que sea adecuado se sumará un puntaje, si caso contrario se considera una estructura que no tuvo este tipo de consideraciones de coloca una puntuación de 0, entre menor sea el puntaje resulte, mayor será el índice de vulnerabilidad sísmica.

Tabla 28

Tipo de Edificio

Tipo de edificio	Peso
Pórticos de madera consideradas de buena calidad, Pórticos de concreto armado con diseño sismorresistente Estructuras con material prefabricado con diseño sismorresistente Pórticos de concreto armado con diseño sismorresistente Madera confinada - Mampostería reforzada	20
Pórticos de concreto armado con moderado diseño sismorresistente Estructuras con material prefabricado con moderado diseño sismorresistente	10
Pórticos de madera simple Pórticos de concreto armado sin diseño sismorresistente Estructuras con material prefabricado sin diseño sismorresistente Pórticos de concreto armado sin diseño sismorresistente	0

b) Año de Construcción/Usó de Norma. Considerando las normas de construcciones de nuestro país, se procede a clasificar en 3 secciones, donde se verifican los años que aprobaron códigos o normas en nuestro país.

Tabla 29

Año de construcción/Usó de Normas

Normas/Consideraciones	Año de Construcción	Peso
Antes del Código Ecuatoriano de Construcción.	Antes 2002	0

Normas/Consideraciones	Año de Construcción	Peso
Durante el Código Ecuatoriano de Construcción.	Entre 2002 y 2015	10
Aprobación de la norma ecuatoriana NEC 2015 Estructuras construidas con los lineamientos de la norma.	Después del 2015	20
Construcciones Realizadas después del 2015 pero que no aplican las normas sismorresistentes establecidas.	Después del 2015	15

c) **Irregularidad Vertical.** En estos parámetros consideramos las irregularidades que están establecidas en las normas de construcción del nuestro país y sus lineamientos. Las irregularidades verticales están detalladas en el apartado 2.7.1 y a continuación se presenta los modificadores del método.

Tabla 30

Irregularidad Vertical

Irregularidad Vertical	Peso
Estructura Regular (NEC)	3
Irregularidades Moderadas	1
Estructura Irregular	0

d) **Piso Blando.** Teniendo en cuenta este parámetro la NEC considera a una estructura como irregular cuando la resistencia del piso es menor que el 70% de la resistencia del piso inmediatamente superior.

Tabla 31

Piso Blando

Piso Blando	Peso
Existe piso blando	0
No existe piso blando	5

e) **Irregularidad Torsional.** En el parámetro irregularidad torsional se considera las especificaciones de la norma ecuatoriana NEC 2015, los cuales se muestran en el apartado 2.7.1. A continuación, se muestran los modificadores de este parámetro.

Tabla 32

Irregularidad Torsional

Irregularidad Torsional	Peso
Sin irregularidad torsional	3
Con irregularidad torsional	0

f) **Irregularidad en Planta.** En el parámetro de irregularidad en planta se consideran a las normas y lineamientos de construcción del nuestro país. Las irregularidades verticales de la NEC 2015 están detalladas en el apartado 2.7.1 donde nos indican las estructuras no recomendadas.

Tabla 33

Irregularidad Planta

Irregularidad Planta	Peso
Estructura Regular (NEC)	10
Irregularidades Moderadas	5
Estructura Irregular	0

g) **Columna Corta.** Debemos considerar evitar la presencia de columnas cortas, tanto en el diseño como en la construcción de las estructuras, los criterios considerados dentro de este parámetro se muestran en la Tabla 34, donde se detallan los pesos de cada opción.

h) **Choque – Golpeteo.** Dentro de este parámetro debemos considerar las edificaciones que se encuentran a los lados de la que será evaluada, se realiza esto con el fin de determinar los criterios considerados con referencia a las

separaciones mínimas que estipula MIDUVI-NEC-SE-DS (2015, p. 48), allí hace mención e involucra incluso aquella que no se alinean en el sentido horizontal, y aclara que dado caso la estructura se encuentre en esta situación, se considera un choque o impacto, que puede afectar al sistema estructural.

Tabla 34

Columna corta

Columnas Cortas	Peso
No tiene Columnas Cortas	5
Tienes columnas cortas	0

Tabla 35

Choque - Golpeteo

Choque - Golpeteo	Peso
Sin choque - golpeteo	5
Con choque - golpeteo	0

i) **Abertura en Diafragmas.** Las aberturas de diafragmas afectaran a una estructura durante un sismo si el área de la abertura es mayor al 30% del área total del diafragma, casos contrarios se considera menos crítico.

Tabla 36

Abertura en diafragmas

Abertura en Diafragmas	Peso
Aberturas menores al 30%	3
Aberturas mayores al 30%	0

j) **Revestimiento Pesado.** En este parámetro, revestimiento pesado, se considera materiales que se encuentran establecidos en la norma ecuatoriana, exceptuando el mortero.

Tabla 37*Revestimiento pesado*

Revestimiento Pesado	Peso
Sin Revestimiento Pesado	3
Con Revestimiento Pesado	0

k) Daño Visible. El parámetro de daños visibles se clasifica en dos criterios, los cuales se muestran a continuación con su respectivo peso. Este parámetro se refiere a estructuras que se encuentran con ciertas anomalías dentro y fuera de la construcción, como pueden ser los hormigueros, picaduras, corrosión, deterioro, etc.

Tabla 38*Daño visible*

Daño Visible	Peso
Sin Daños Visibles	5
Con Daños Visibles	0

l) Tipo de Suelo. Considerando los tipos de suelo A, B, C, D y F que nos proporciona la NEC, donde A es un suelo más favorable y F es un suelo que necesita de estudio previo para construcciones, el método de sistema de puntuación del índice de vulnerabilidad establecida por Chang et al. (1995) considera al tipo de suelo dentro de los factores, se determina las clasificaciones y puntuaciones como se muestra en la Tabla 39.

Tabla 39*Tipo de suelo*

Tipo de Suelo	Peso
Suelo Tipo A - B	10
Suelo Tipo C - D	5
Suelo Tipo E - F	0

m) Potencial Licuefacción. En este parámetro se debe realizar una evaluación detallada, sin embargo, se considera este parámetro dentro de la metodología, en la Tabla 40.

Tabla 40

Potencial licuefacción

Potencial Licuefacción	Peso
Existe Potencial Licuefacción	10
Se desconoce si existe Licuefacción	5
No existe Potencial Licuefacción	0

n) Tipo de Cimentación (Para un Potencial de Licuefacción Alto o Moderado). En el parámetro establecido se encuentran dos condiciones, considerando a la licuefacción como principal causa de deterioro.

Tabla 41

Tipo de cimentación

Tipo de Cimentación	Peso
Cimentación sin asentamiento	3
Cimentación con asentamiento	0

o) Estabilidad de Taludes. Si no tiene un soporte como algún muro de contención la estructura puede verse afectada a pesar de ser una edificación sismo resistente, Tabla 42.

Tabla 42

Estabilidad de taludes

Estabilidad de Taludes	Peso
Existe Muros de Contención	10
No existe Muros de Contención	0

p) Interpretación de Resultados. El puntaje máximo que se determinada con este método es 108, si una estructura posee ese puntaje no tiene vulnerabilidad símica, es decir que a menor puntaje mayor vulnerabilidad, y a mayor puntaje menor vulnerabilidad, así es establecida por Chang et al. (1995).

En la Tabla 43 se procede a clasificar los puntajes por el nivel de vulnerabilidad considerando lo que nos indica la metodología, se clásico en 4 niveles, vulnerabilidad baja, media alta y muy alta; su puntuación varia de 108 a 0, donde este último valor representa una vulnerabilidad muy alta ya que podrías ser un edificio que no tenga lo necesario para resistir un sismo.

Tabla 43

Índice de vulnerabilidad sistema de puntuación

Vulnerabilidad		Rango	
	Baja	108	81
	Media	81	54
	Alta	54	27
	Muy Alta	27	0

2.7 MÉTODO CUANTITATIVO

Los métodos cuantitativos se enfocan en un proceso y análisis más detallado, que involucran cálculos de su resistencia y operación ante un evento sísmico, esta metodología parte de modelamientos estructurales donde analiza el comportamiento del edificio.

La norma de construcción ecuatoriana MIDUVI-NEC-SE-DS (2015) nos indica que existen dos análisis, los cuales son considerados lineal y no lineal, sin embargo, sugiere evaluar la estructura con un análisis estático no lineal con el fin de determinar el grado de vulnerabilidad símica, la curva de capacidad y el punto de desempeño de una estructura ante movimientos telúricos.

2.7.1 Metodología de Análisis Sísmico NEC 15 (NEC-SE-DS)

La NEC-SE-DS (2015) “Peligro Sísmico-Diseño Sismo Resistente”, establece las bases de diseño y análisis de una estructura, metodologías y requerimientos que se necesitan para disminuir a niveles no tan críticos el riesgo sísmico, o para evaluar que tan crítico es el daño.

El objetivo de la normativa al establecer varios criterios y requisitos se enfoca en las estructuras para que construidas en base a estos parámetros generen un comportamiento resistente a sismos, está establecido en el acuerdo 0028 MIDUVI (2014) que su aplicación debe obligatoria para cada edificación, para proteger la vida humana, si se llegara a presentar un evento sísmico.

Esta normativa se ejecuta en el diseño de edificaciones, porque para otros tipos de estructuras es recomendable el apoyo en otras normativas, como las normas americanas ASCE 7-10, ASCE 7-16, ASTM, ACI 318-14 entre otras. La respuesta sísmica del suelo que se encuentra en las edificaciones está caracterizada por:

- Desplazamientos
- Velocidades
- Aceleraciones

En la norma ecuatoriana de la construcción (peligro sísmico) se determina varios requisitos para estructuras de edificación basados en el desempeño de la estructura de un comportamiento lineal y no lineal y se procede rigiéndose a los parámetros detallados a continuación:

- Zonificación Z del Ecuador en el que esta o estará una estructura.
- Características que posee el suelo de emplazamiento
- El uso e importancia de la estructura a diseñar o analizar

Lo que busca la normar ecuatoriana principalmente es evitar la pérdida de vidas a través del colapso de las estructuras, con este objetivo se debe aplicar esta normativa. Además de lo mencionado busca proteger a la estructura la mayor medida

posible y garantizar su operación inmediata luego de un evento sísmico extremo, esta medida se aplica a las estructuras de ocupación especial y esencial. MIDUVI-NEC-SE-DS (2015, p. 25) nos presenta los niveles de frecuencia y amenaza sísmica que pueden surgir en un lugar, presentados a continuación:

- Frecuente (menor)
- Ocasional (moderado)
- Raro (severo): sismo de diseño, con periodo de diseño de 475 años
- Muy raro (extremo): con período de retorno de 2500 años

Los métodos estático lineal y pseudo - dinámico son ambos obligatorios para todo tipo de estructuras, con excepción de las estructuras totalmente regulares, en el presente trabajo de investigación se aplicará el análisis estático equivalente y el análisis espectral en el cual se analizarán las derivas en ambas metodologías y considerando el análisis modal se observará la participación de masa y los movimientos en los 3 primeros modos.

a) Pasos del Método. Se precisa que, en el caso del DBF, se considera que la respuesta estructural se constituye principalmente del primer modo de vibración (modo fundamental), que se determina de manera aproximativa en MIDUVI-NEC-SE-DS (2015) en la sección 6.3.3. De hecho, se determinan las sollicitaciones sísmicas considerando solamente este primer modo.

- Determinación del espectro de diseño $S_a(T)$ de acuerdo con las características geotectónicas del lugar de emplazamiento de la estructura,
- Cálculo aproximado del período fundamental de vibración aproximado T_a ,
- Determinación del cortante de base V con los resultados de los pasos anteriores,
- Determinación de las distribuciones vertical y horizontal de V ,
- Dirección de aplicación de estas fuerzas sísmicas y verificación de que los índices de deriva no sobrepasen el valor permitido.

b) **Análisis Espectral.** Dentro del análisis espectral se debe tener en cuenta:

❖ *Espectro de Respuesta.* Se usará el espectro sísmico de respuesta elástico en aceleraciones descrito en la norma NEC.

❖ *Número de Modos.* Considera en el análisis los siguientes criterios:

- todos los modos de vibración que contribuyan significativamente a la respuesta total de la estructura, mediante los varios periodos de vibración integrados en las curvas de peligro sísmico,
- todos los modos que involucren la participación de una masa modal acumulada de al menos el 90% de la masa total de la estructura, en cada una de las direcciones horizontales principales consideradas.

c) **Espectro Elástico de Aceleración Horizontal de Diseño.** El espectro de diseño de aceleraciones es definido por (MIDUVI-NEC-SE-DS) como la relación que hay entre la aceleración de respuesta estructural y el periodo esencial de vibración. Para conocer cómo se obtiene el espectro de diseño se considera los siguientes parámetros:

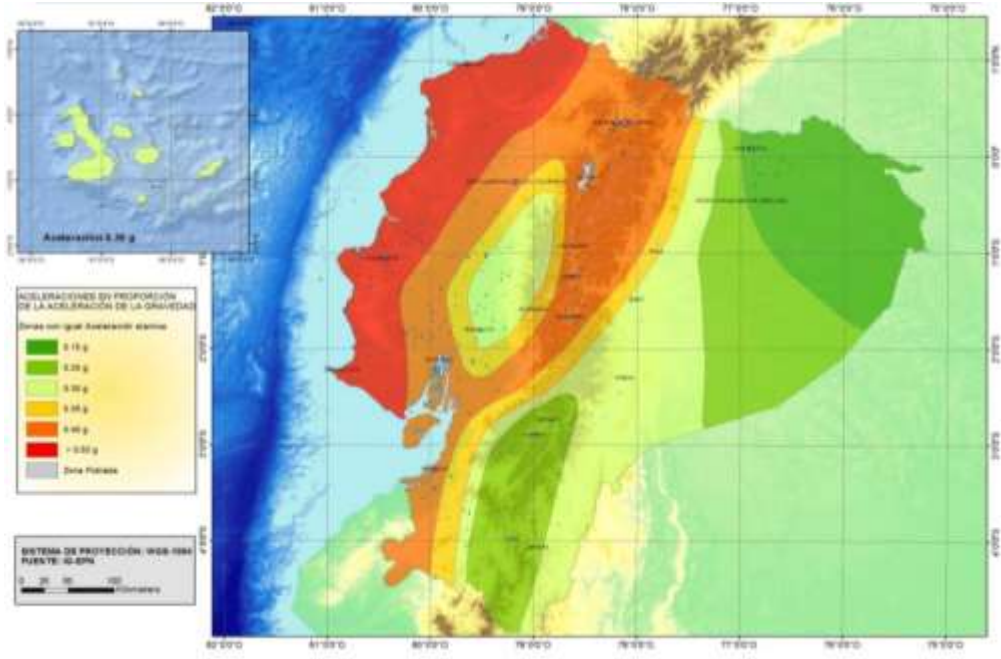
❖ *Zonas Sísmicas (Factor Z).* El Ecuador se encuentra en una zona de alta amenaza sísmica, a excepción del litoral ecuatoriano, este se encuentra en una zona con muy alta sismicidad y parte del nororiente que se ubica en territorios con amenaza sísmica intermedia, el país se divide en 6 zonas sísmicas mostradas el Figura 7, MIDUVI-NEC-SE-DS (2015) determina a Z como un factor que indica el valor de cada zona, lo que refleja la aceleración máxima esperada de la roca para el sismo de diseño.

El Figura 7 muestra la zonificación sísmica para diseño del Ecuador, (MIDUVI-NEC-SE-DS) procedió a determinar las zonas a partir del estudio de peligro sísmico que resultó de una consideración de excedencia de 10% en 50 años lo que quiere decir que se consideró un período de retorno 475 años, que además involucra una saturación a 0.50 g de los valores de aceleración sísmica en roca en el litoral

ecuatoriano que es característica de la zona VI. A continuación, en la Tabla 44 se muestra los valores del factor Z.

Figura 7

Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z



Nota. Tomado de MIDUVI-NEC-SE-DS (2015)

Tabla 44

Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada

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

Nota. Tomado de MIDUVI-NEC-SE-DS (2015)

❖ **Perfiles de Suelo para Diseño Sísmico.** (MIDUVI-NEC-SE-DS) establece 6 tipos de perfiles de suelos, descritos en la Tabla 45. Los parámetros que se utilizaron en la norma para la clasificación de los suelos son los correspondientes 30 m superiores del lugar de estudio para los perfiles tipo A, B, C, D y E. Existe una excepción con la clasificación y es para el perfil tipo F en el que se aplican otros

critérios, como los que encontramos en la sección 10.5.4 de la NEC-RE y la respuesta no debe limitarse a los 30 m superiores del perfil en los casos especiales de perfiles con espesor de suelo significativo.

Tabla 45

Clasificación de perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > V_s \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > V_s \geq 360 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100 \text{ KPa}$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ $100 \text{ kPa} > S_u \geq 50 \text{ kPa}$
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180 \text{ m/s}$
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$P > 20$ $w \geq 40\%$
		$S_u < 50 \text{ kPa}$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista.	

Nota. Tomado de MIDUVI-NEC-SE-DS (2015)

- ❖ **Coficiente de Amplificación de Suelo F_a** La zona sísmica y el tipo de suelo donde se construirá la edificación se relacionarán para elaborar el espectro de diseño, los coeficientes F_a amplifican las aceleraciones en el espectro, factores mostrados en la Tabla 46.

Tabla 46*Tipos de suelo y factores de sitio F_a*

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	≥ 0.50
A	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
B	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C	1.40	1.30	1.25	1.23	1.20	1.18
D	1.60	1.40	1.30	1.25	1.20	1.12
E	1.80	1.40	1.25	1.10	1.00	0.85
F	Ver Tabla 2: Clasificación de los perfiles de Suelo y la Sección 10.5.4					

Nota. Tomado de MIDUVI-NEC-SE-DS (2015)

- ❖ *Coficiente de Amplificación de Suelo F_a .* El Coeficiente de amplificación de suelo F_a desarrolla para un diseño en roca, las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos, involucrando los efectos de sitio, factores mostrados en la Tabla 48.

Tabla 47*Tipos de suelo y factores de sitio F_a*

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	≥ 0.50
A	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
B	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
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	2.10	1.75	1.70	1.65	1.60	1.50
F	Ver Tabla 2: Clasificación de los perfiles de Suelo y la Sección 10.6.4					

Nota. Tomado de MIDUVI-NEC-SE-DS (2015).

- ❖ *Coficiente de Amplificación de Suelo F_s .* El coeficiente de amplificación de suelo F_s toma en consideración varios parámetros el

comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del período del sitio cuya dependencia se basa en la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos, factores mostrados en la Tabla 48.

Tabla 48

Tipos de suelo y factores de comportamiento inelástico del subsuelo F_s

Tipo de perfil del Subsuelo.	Zona Sísmica y factor Z.					
	I 0.15	II 0.25	III 0.30	IV 0.35	V 0.40	VI ≥ 0.50
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	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00
F	Ver Tabla 2: Clasificación de los perfiles de Suelo y la Sección 10.6.4					

Nota. Tomado de MIDUVI-NEC-SE-DS (2015)

Se presentaron los valores de F_a , F_d , F_s , para todos los perfiles de suelo a excepción del suelo F, debido a que la norma puntualiza que para este tipo de suelos se debe realizar un estudio del comportamiento dinámico, esta evaluación deber ser realizado por un ingeniero geotécnico.

❖ **Razón Entre la Aceleración Espectral y el PGA, η .** Es la representación de la relación entre aceleración y zonificación S_a/z , en roca, en base a los términos considerados para su relación el valor de η variará dependiendo de la región del Ecuador en donde este ubicada la estructura, los valores establecidos de η según la norma son:

- $\eta = 1.80$ (Provincias de la Costa, excepto Esmeraldas)
- $\eta = 2.48$ (Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos)
- $\eta = 2.60$ (Provincias del Oriente)

❖ **Construcción del Espectro de Respuesta de Diseño.** El coeficiente de aceleración S_a , del espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad “g”), establecido para una fracción del amortiguamiento con relación al más crítico igual a 5%. S_a depende del período o modo de vibración de la estructura. La elaboración de la gráfica del espectro de respuesta se detalla a continuación:

Para $0 \leq T \leq T_c$, la aceleración de respuesta espectral se calcula como:

$$S_a = \eta Z F_a \quad (3) \quad \text{MIDUVI-NEC-SE-DS (2015)}$$

Para $T > T_c$, la aceleración de respuesta espectral se calcula como:

$$S_a = \eta Z F_a \left(\frac{T_c}{T} \right)^r \quad (4) \quad \text{MIDUVI-NEC-SE-DS (2015)}$$

Donde:

$$T_c = 0.55 \frac{F_s F_d}{F_a} \quad (5) \quad \text{MIDUVI-NEC-SE-DS (2015)}$$

Para realizar un análisis dinámico y únicamente para evaluar modos diferentes al modo fundamental.

Para $T \leq T_o$ la aceleración de respuesta espectral se calcula como:

$$S_a = Z F_a \left[1 + (n - 1) \frac{T}{T_o} \right] \quad (6) \quad \text{MIDUVI-NEC-SE-DS (2015)}$$

Los datos considerados para el espectro de diseño son:

$$T_o = 0.10 \frac{F_s F_d}{F_a} \quad (7) \quad \text{MIDUVI-NEC-SE-DS (2015)}$$

Donde:

η : Es la razón entre la aceleración espectral S_a ($T = 0.1$ s) y el PGA para el período de retorno seleccionado.

S_a : Espectro de respuesta elástico de aceleraciones

T : Período fundamental de vibración de la estructura

T_c : Período límite 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

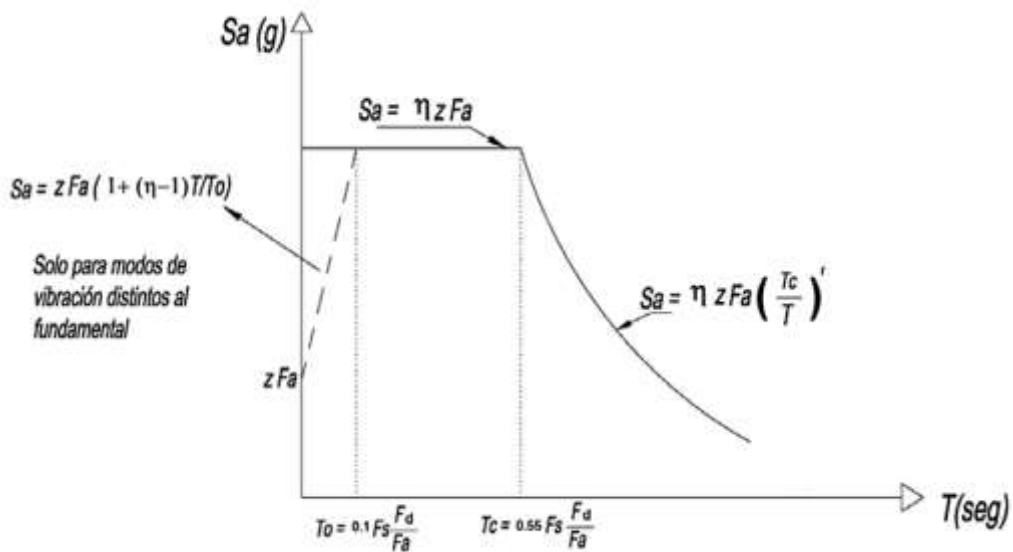
r : Factor usado en el espectro elástico, cuyo valor depende de la posición geográfica del proyecto

$r = 1$ Para todos los suelos (excepto el tipo E)

$r = 1.5$ Para suelo tipo E

Figura 8

Espectro de diseño de NEC-SE-DS



Nota. Tomado de MIDUVI-NEC-SE-DS (2015)

d) Determinación del Período de Vibración T. La norma ecuatoriana pone a nuestra disposición dos métodos para determinar el período de vibración aproximado, los valores del período de vibración generados a través del procedimiento son una estimación inicial sensata respecto del período de la estructura que facilitará el cálculo de la fuerza sísmica a aplicar en la edificación. En el presente trabajo de titulación se utilizará el método 1.

- ❖ **Método 1.** Para estructuras de edificación el periodo aproximado puede obtenerse mediante la siguiente ecuación:

$$T = C_t h_n^\alpha \quad (8) \quad \text{MIDUVI-NEC-SE-DS (2015)}$$

Donde:

C_t y α = Coeficientes que dependen del tipo de estructura.

h_n = Altura de la edificación medida desde la base en metros.

Tabla 49

Coeficientes para estimar el período

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 y mampostería estructurales	0.055	0.75

Nota. Tomado de MIDUVI-NEC-SE-DS (2015)

- e) **Sistema Estructural.** Se considera lo siguiente:

- ❖ **Pórtico Especial Sismo Resistente.** Pórtico especial sismo resistente MIDUVI-NEC-SE-DS (2015, p. 11) lo considera cuando una estructura está formada por columnas y vigas descolgadas del sistema de piso, además resiste cargas verticales y de origen sísmico, la cuales serán resistidas por el pórtico y está específicamente diseñado y detallado para generar un comportamiento estructural dúctil.

- ❖ **Coeficiente de Importancia I.** El coeficiente de importancia mostrados en la Tabla 50 forma parte de unos de los roles más

relevante dentro de los factores aplicados en el diseño, debido a que se debe satisfacer la función de incrementar la demanda sísmica de la estructura, para que permanezca funcionando antes, durante y después de que se genere el sismo de diseño.

Tabla 50

Tipo de uso, destino e importancia de la estructura

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.	1.52
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

Nota. Tomado de MIDUVI-NEC-SE-DS (2015)

- ❖ **Factor de Resistencia Sísmica R.** La norma ecuatoriana, menciona que el factor R permite disminuir substancialmente la ordenada elástica espectral, siempre que se disponga de un adecuado comportamiento inelástico durante el sismo de diseño. Los valores del factor R consideran la definición de las cargas sísmicas a nivel de resistencia en lugar del nivel de servicio. Los valores de R se muestran en la Tabla 51.

Tabla 51

Coefficientes R para sistemas estructurales

Sistemas Estructurales Dúctiles	R
Sistemas Duales	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas y con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras.	8
Pórticos especiales sismo resistentes de acero laminado en caliente, sea con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas) o con muros estructurales de hormigón armado.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas).	8
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras.	7
Pórticos resistentes a momentos	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas	8
Pórticos especiales sismo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente	8
Otros sistemas estructurales para edificaciones	
Sistemas de muros estructurales dúctiles de hormigón armado.	5
Pórticos especiales sismo resistentes de hormigón armado con vigas banda.	5

Sistemas Estructurales de Ductilidad Limitada	R
Pórticos resistentes a momento	
H. A. 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 m.	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	1
Muros estructurales portantes	3
Mampostería no reforzada, limitada a un piso.	3
Mampostería reforzada, limitada a 2 pisos.	3
Mampostería confinada, limitada a 2 pisos.	3
Muros de hormigón armado, limitados a 4 pisos	3

Nota. Tomado de MIDUVI-NEC-SE-DS (2015)

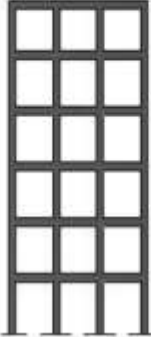

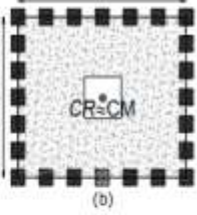
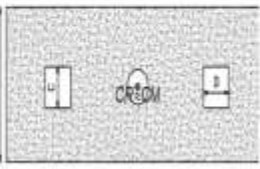
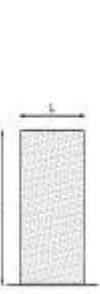
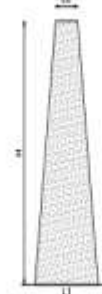
En MIDUVI-NEC-SE-DS (2015, p. 64) el factor de resistencia sísmica se basa en el tipo de estructura, tipo de suelo donde está asentada la estructura, su ductilidad y periodo de vibración, además recomienda el uso de la norma ASCE para cualquier otro tipo de estructura que no hayan sido consideradas en la Tabla 51.

f) Regularidad Estructural. Se considera lo siguiente:

- ❖ **Configuraciones Estructurales.** En MIDUVI-NEC-SE-DS (2015, pp. 48,49) consideran a las configuraciones estructurales recomendadas y no recomendadas para un buen diseño y que deben ser tomada en consideración en un análisis, estas configuraciones la norma las basa en variables como: altura de entrepiso, cambios de rigidices, regularidades en planta y en elevación.
- ❖ **Configuraciones Estructurales Recomendadas.** Para las configuraciones estructurales recomendadas se le aplica un factor de “penalización” igual a 1, lo que permite mantener el cortante de diseño sin aumentarlo. En la Tabla 52 se presentan las configuraciones en elevación y en planta que son recomendados en una edificación para tener una mejor resistencia y comportamiento.

Tabla 52

Configuraciones estructurales recomendadas

CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN $\phi_{E1}=1$		CONFIGURACIÓN EN PLANTA $\phi_{P1}=1$	
<p>La altura de entrepiso y la configuración vertical de sistemas aporricados, es constante en todos los niveles. $\phi_{E1}=1$</p>		<p>La configuración en planta ideal en un sistema estructural es cuando el Centro de Rigidez es semejante al Centro de Masa. $\phi_{P1}=1$</p>	 <p>(a)</p>  <p>(b)</p>  <p>(c)</p>
<p>La dimensión del muro permanece constante a lo largo de su altura o varía de forma proporcional. $\phi_{E1}=1$</p>	 <p>(a)</p>  <p>(b)</p>		

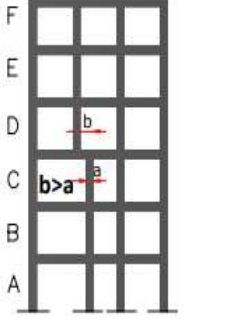
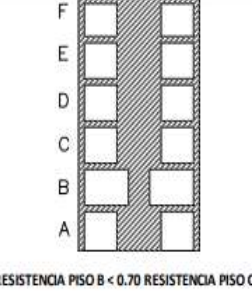
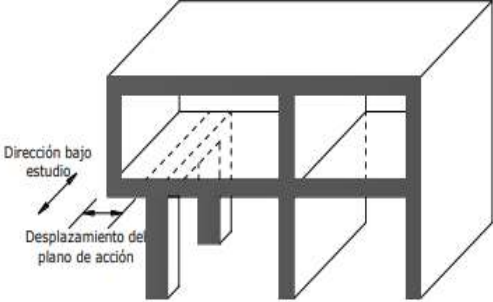
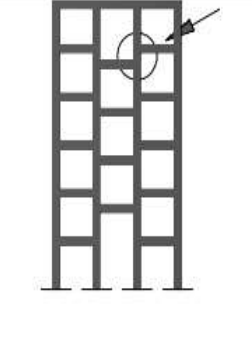
Nota. Tomado de MIDUVI-NEC-SE-DS (2015)

❖ **Configuraciones Estructurales no Recomendadas.** Las configuraciones estructurales no recomendadas, en la norma ecuatoriana de la contricción MIDUVI-NEC-SE-DS (2015, p. 48) se recomienda la utilización de coeficientes de penalización para las irregularidades en planta y elevación, a fin de obtener un incremento en el cortante basal de diseño, a pesar de ser cautelosos considerando estos coeficientes, el comportamiento sísmico deficiente de la edificación es inevitable.

En la Tabla 53 observamos las tipologías de irregularidades en planta y en elevación proporcionadas por MIDUVI-NEC-SE-DS (2015, p. 49), irregularidades que se presentan comúnmente en las estructuras de edificación, mencionando a los ejes verticales discontinuos, muros soportados por columnas, piso débil – discontinuidad en la resistencia (columnas vigas), columna corta, desplazamiento de los planos de acción de elemento vertical.

Tabla 53

Configuraciones estructurales no recomendadas

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. 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>		

Nota. Tomado de MIDUVI-NEC-SE-DS (2015)

❖ **Coefficientes de Regularidad.** Los coeficientes de regularidad que se aplican en el diseño proporcionan más resistencia a la estructura, además aumenta el cortante basal, lo que permite un mejor desempeño de la estructura ante un evento sísmico.

Al presentarse casos de estructuras que tienen irregulares en planta y en elevación, se estipula que debe usarse obligatoriamente los coeficientes de configuración estructural, cuyo propósito es penalizar al diseño, a fin de considerar las irregularidades que posee en la estructura.

- ❖ ***Coefficientes de Regularidad en Planta Φ_P*** . MIDUVI-NEC-SE-DS (2015, p. 49) indica que el coeficiente Φ_P se determina en base al análisis de la estructura considerando las características de regularidad e irregularidad en planta que presenta, las cuales se describen en la Tabla 54. Para la determinación del coeficiente se utilizará la expresión (9) detallada a continuación:

$$\Phi_P = \Phi_{PA} \times \Phi_{PB} \quad (9) \quad \text{MIDUVI-NEC-SE-DS (2015)}$$

Donde:

Φ_P : Coeficiente de regularidad en planta

Φ_{PA} : Mínimo Valor Φ_{Pi} de cada piso i de la estructura en caso de irregularidades tipo 1, 2 y 3.

Φ_{PB} : Mínimo valor Φ_{Pi} de cada piso i de la estructura en el caso de irregularidades tipo 4.

- ❖ ***Coefficientes de Irregularidad en Elevación Φ_E*** . MIDUVI-NEC-SE-DS (2015, p. 49) indica que el coeficiente Φ_E se determina en base al análisis de la estructura considerando las características de regularidad e irregularidad en elevación que presenta, las cuales se describen en la Tabla 55. Para la determinación del coeficiente de irregularidad en elevación se utilizará la expresión (10) detallada a continuación

$$\Phi_E = \Phi_{EA} \times \Phi_{EB} \quad (10) \quad \text{MIDUVI-NEC-SE-DS (2015)}$$

Donde:

Φ_E : Coeficiente de regularidad en elevación

Φ_{EA} : Mínimo valor Φ_{Ei} de cada piso i de la estructura

Φ_{EB} : Mínimo valor Φ_{Ei} de cada piso i de la estructura, en el caso de irregularidades tipo 1 Φ_{Ei} en cada piso se calcula como el mínimo valor expresado por la tabla para la irregularidad tipo 2 y 3.

Tabla 54

Coefficientes de Irregularidad en planta

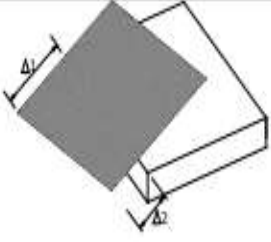

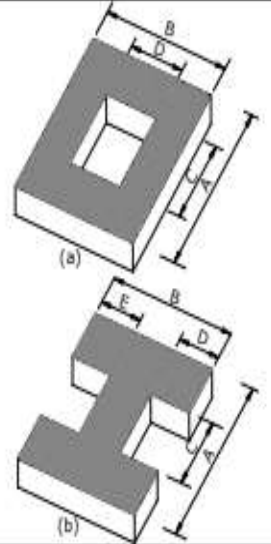
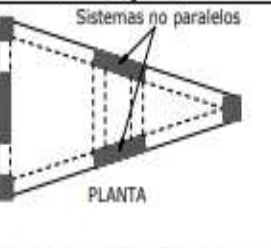
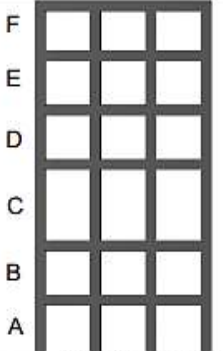
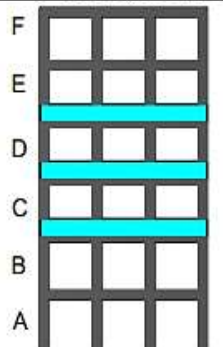
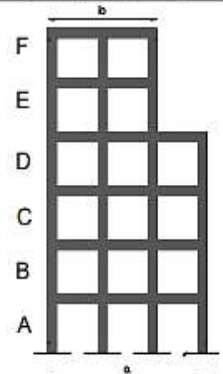
<p>Tipo 1 - Irregularidad torsional $\phi_{tr}=0.9$ $\Delta > 1.2 \frac{(\Delta 1 + \Delta 2)}{2}$</p> <p>Existe irregularidad por torsión, cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es mayor que 1,2 veces la deriva promedio de los extremos de la estructura con respecto al mismo eje de referencia. La torsión accidental se define en el numeral 6.4.2 del presente código.</p>	
<p>Tipo 2 - Retrocesos excesivos en las esquinas $\phi_{tr}=0.9$ $A > 0.15B$ y $C > 0.15D$</p> <p>La configuración de una estructura se considera irregular cuando presenta entrantes excesivos en sus esquinas. Un entrante en una esquina se considera excesivo cuando las proyecciones de la estructura, a ambos lados del entrante, son mayores que el 15% de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección del entrante.</p>	
<p>Tipo 3 - Discontinuidades en el sistema de piso $\phi_{tr}=0.9$ a) $CxD > 0.5AxB$ b) $[CxD + CxE] > 0.5AxB$</p> <p>La configuración de la estructura se considera irregular cuando el sistema de piso tiene discontinuidades apreciables o variaciones significativas en su rigidez, incluyendo las causadas por aberturas, entrantes o huecos, con áreas mayores al 50% del área total del piso o con cambios en la rigidez en el plano del sistema de piso de más del 50% entre niveles consecutivos.</p>	
<p>Tipo 4 - Ejes estructurales no paralelos $\phi_{tr}=0.9$</p> <p>La estructura se considera irregular cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura.</p>	
<p>Nota: La descripción de estas irregularidades no faculta al calculista o diseñador a considerarlas como normales, por lo tanto la presencia de estas irregularidades requiere revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación.</p>	

Tabla 55

Coefficientes de irregularidad en elevación

<p>Tipo 1 - Piso flexible $\phi_E=0.9$ Rigidez $K_c < 0.70$ Rigidez K_D $Rigidez < 0.80 \frac{(K_D + K_E + K_F)}{3}$</p> <p>La estructura se considera irregular cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 80 % del promedio de la rigidez lateral de los tres pisos superiores.</p>	
<p>Tipo 2 - Distribución de masa $\phi_E=0.9$ $m_D > 1.50 m_E$ ó $m_D > 1.50 m_C$</p> <p>La estructura se considera irregular cuando la masa de cualquier piso es mayor que 1,5 veces la masa de uno de los pisos adyacentes, con excepción del piso de cubierta que sea más liviano que el piso inferior.</p>	
<p>Tipo 3 - Irregularidad geométrica $\phi_E=0.9$ $a > 1.3 b$</p> <p>La estructura se considera irregular cuando la dimensión en planta del sistema resistente en cualquier piso es mayor que 1,3 veces la misma dimensión en un piso adyacente, exceptuando el caso de los altillos de un solo piso.</p>	
<p>Nota: La descripción de estas irregularidades no faculta al calculista o diseñador a considerarlas como normales, por lo tanto la presencia de estas irregularidades requiere revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación.</p>	

Nota. Tomado de MIDUVI-NEC-SE-DS (2015)

g) Procedimiento de Cálculo del DBF. En el diseño basado en fuerzas, se debe realizar un proceso el cual debe seguir los siguientes pasos:

- Construcción del espectro de diseño,
- Cálculo de periodo aproximado de la estructura,
- Determinación del cortante basal,
- Distribución de las fuerzas sísmicas
- Verificación de derivas.

- ❖ **Cortante Basal de Diseño.** MIDUVI-NEC-SE-DS (2015, p. 61), determina al cortante basal V como la fuerza total resultado del diseño por cargas laterales, que se aplica en la base de la estructura, resultado de la acción que genera un sismo de diseño con o sin alguna reducción, con las especificaciones estipuladas en la norma. El cortante basal se calcula mediante la ecuación (11).

$$V(x) = \frac{IS_a}{R\phi_P\phi_E} W \quad (11) \quad \text{MIDUVI-NEC-SE-DS (2015)}$$

Dónde:

I = Coeficiente de importancia

W = Peso de la estructura

R = Coeficiente de reducción

ϕ_P = Irregularidad en planta

ϕ_E = Irregularidad en elevación

Sa = Espectro de diseño en aceleración

El coeficiente de aceleración Sa, del espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad g), establecido para una fracción del amortiguamiento en relación con el más crítico igual a 5%. Sa depende del período o modo de vibración de la estructura.

- ❖ **Distribución Vertical de Fuerzas Sísmicas Laterales.** Para que una estructura con un diseño sísmico sea satisfactoria, la fuerza sísmica de diseño debe ser igual o mayor a él cortante basal V calculado mediante la norma si el diseño es basado en fuerzas y determinado por el método estático equivalente; para estructuras regulares el cortante basal debe ser mayor o igual a 0.8 V o 0.85 V para estructuras irregulares, cuando los métodos de análisis dinámico sean aplicados.

Las fuerzas sísmicas laterales son aplicadas a la estructura en cada uno de los niveles que la conforman, específicamente en el centro de

masa considerando un desplazamiento del 5% con referente a la máxima dimensión del edificio para preservar y solventar efectos de torsión accidental posiblemente presentados. La distribución de fuerzas verticales es similar a una distribución lineal (triangular), determinadas mediante la ecuación (12).

$$F_x = \frac{W_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n W_i h_i^k} V \quad (12) \quad \text{MIDUVI-NEC-SE-DS (2015)}$$

Donde:

F_x = Fuerza sísmica lateral aplicada en el piso x de la estructura

W_x = Carga reactiva asignada al piso x de la estructura

h_x = Altura del piso x de la estructura medida desde la base

k = Coeficiente relacionado con el periodo de vibración de la estructura

El coeficiente k se obtiene siguiendo las condiciones de la Tabla 56:

Tabla 56

Coeficiente K

Valores de T (s)	K
≤ 0.5	1
$0.5 < T \leq 2.5$	$0.75 + 0.50 T$
> 2.5	2

Nota. Tomado de MIDUVI-NEC-SE-DS (2015)

h) Movimientos Torsionales Accidentales y Torsión Accidental. El cálculo del momento torsional de diseño en un piso establecido por la NEC se calcula como el momento resultante producto de las excentricidades que existe en los pisos superiores al piso considerado entre las cargas laterales de diseño; y los elementos resistentes del piso sometidos a cargas laterales, más la torsión accidental. Si la estructura presenta irregularidad en planta tipo 1, se debe incrementar la torsión accidental a través del factor de amplificación torsional A_x determinada mediante la ecuación (13):

$$A_x = \left(\frac{\delta_{max}}{1.2 \delta_{prom}} \right)^2 \quad (13) \quad \text{MIDUVI-NEC-SE-DS (2015)}$$

El factor de amplificación torsional A_x no debe exceder un valor igual a 3.

Donde:

δ_{prom} = Promedio de desplazamientos de los puntos extremos de la estructura en el nivel x.

$\delta_{m\acute{a}x}$ = Valor del desplazamiento máximo en el nivel x.

i) Combinaciones de Carga. MIDUVI-NEC-SE-CG (2015, p. 19) referente a Cargas no sísmicas, establece un marco general para profesionales en el ámbito estructural en cuanto a diseño y análisis. Las cargas proporcionadas por la norma y consideradas en el cálculo y diseño de diferentes tipos de estructuras son las presentadas a continuacion:

- Cargas permanentes (cargas muertas mínimas en particular)
- Cargas variables (cargas vivas, viento y granizo).
- Las cargas serán complementadas por cargas accidentales consideradas cargas sísmicas, referente de la norma NEC-SE-DS.

La norma MIDUVI-NEC-SE-CG (2015, p. 20) (Cargas no sísmicas), considera que los componentes y las cimentaciones de las estructuras, deberán ser diseñadas a fin que la resistencia obtenida por diseño sea igual o mayor a la resistencia requerida ocasionada en los efectos de las cargas incrementadas visibles. NEC 15 considera las mismas combinaciones de carga que la norma ASCE 7-16 establecidas para estudiar los estados límites de resistencia de una estructura.

j) Límites Permisibles para Derivas de Piso. Las derivas son consecuencia del efecto que causa la aplicacion de fuerzas laterales las cuales son de diseño reducidas, cada piso tendrá una deriva, y estas se calculan realizando un análisis elástico a la estructura que es sometida a las fuerzas

laterales calculadas. El control de derivas se debe realizar en base a las derivas inelásticas máximas para cada piso las cuales se obtienen mediante la ecuación (14).

$$\Delta M = 0.75R\Delta E \quad (14) \quad \text{MIDUVI-NEC-SE-DS (2015)}$$

Donde:

ΔM = Deriva máxima inelástica

ΔE = Deriva elástica obtenida por la aplicación de las fuerzas laterales de diseño reducidas

La deriva máxima es presentada en porcentaje en relación a la altura de piso, MIDUVI-NEC-SE-DS (2015, p. 40) nos indica que para cualquier piso la deriva máxima no debe ser mayor que la deriva inelástica presentadas a continuación en Tabla 57.

Tabla 57

Valores máximos para deriva inelástica

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

Nota. Tomada de MIDUVI-NEC-SE-DS (2015)

2.7.2 Lineamientos de la Norma ASCE 7-16

La norma americana contiene requisitos que debe cumplir una edificación para un comportamiento adecuado ante un evento sísmico. ASCE 7-16 y SEI (2017, p. 89) establece que un sistema estructural adecuado se evalúa a través de un modelamiento matemático y para realizar esta evaluación se fundamenta en los efectos que causan los movimientos del terreno provistos para el diseño.

a) **Espectro de Diseño.** Para establecer el espectro de diseño y realizar el análisis, se necesitan determinar ciertos parámetros, los cuales son determinados por ASCE 7-16 y SEI (2017, p. 4) presentados y detallados a continuación.

❖ **Categorización del Riesgo.** La norma americana considera 4 categorías de riesgos, categorías que se fundamentan en el riesgo de las pérdidas de vidas humanas, importancia para la salud, y el bienestar de una edificación que se relaciona con su ocupación y uso dependiendo si se encuentra en condiciones para aquello. Considerando las categorías de riesgo de ASCE 7-16 y SEI (2017, p. 4) se presentan en la Tabla 58.

Tabla 58

Categorías de riesgo

Uso u ocupación de las edificaciones	Categoría de riesgo
Edificaciones y otras estructuras que representan un bajo riesgo para la vida humana en caso de falla	I
Toda edificación excepto las que están en categoría 1, 3 y 4	II
Edificaciones y otras estructuras no incluidas en la categoría 4, que causen un substancial impacto económico y/o interrupción masiva de la vida civil en el día a día en el caso de falla.	
Edificaciones y otras estructuras no incluidas en la categoría 4 (incluyendo, pero no limitado a, instalaciones que fabrican, procesan, manipulan, almacenan, utilizan, o disponen de sustancias combustibles peligrosas, productos químicos peligrosos, residuos peligrosos o explosivos) que contienen sustancias tóxicas o explosivas, donde su cantidad es superior a una cantidad umbral establecido por la autoridad competente y que sea suficiente para representar una amenaza para el público en caso de ser liberado	III

Uso u ocupación de las edificaciones	Categoría de riesgo
Edificaciones y otras estructuras designadas como instalaciones esenciales.	
Edificaciones y otras estructuras, donde el fallo podría suponer un peligro considerable para la comunidad.	
Edificios y otras estructuras (incluyendo, pero no limitado a, las instalaciones que fabrican, procesan, manipulan, almacenan, utilizan, o disponen de sustancias peligrosas como combustibles, productos químicos peligrosos, o residuos peligrosos) que contienen cantidades suficientes de sustancias altamente tóxicas, cuando la cantidad exceda de una cantidad umbral establecido por la autoridad competente, para resultar peligroso para el público si se libera y es suficiente para representar una amenaza para el público en caso de vertido.	IV
Edificios y otras estructuras requeridas para mantener la funcionalidad de otras estructuras categoría de riesgo IV.	

Nota. Tomado de ASCE 7-16 y SEI (2017)

Tabla 59

Factores de importancia por categoría de riesgo de edificios y otras estructuras para cargas de nieve, hielo y terremotos

Risk Category from Table 1.5-1	Snow Importance Factor, I_s	Ice Importance Factor—Thickness, I_t	Ice Importance Factor—Wind, I_w	Seismic Importance Factor, I_e
I	0.80	0.80	1.00	1.00
II	1.00	1.00	1.00	1.00
III	1.10	1.15	1.00	1.25
IV	1.20	1.25	1.00	1.50

Nota. Tomado de ASCE 7-16 y SEI (2017)

❖ **Factores de Importancia por Categoría de Riesgo.** Las categorías de riesgo tienen un factor de importancia detallados en la Tabla 59, lo

que genera este factor de carga es que el cortante basal se mantenga para algunas categorías (I y II) mientras que aumenta en un 25% y 50% para las categorías de riesgo III Y IV. Los factores de importancia se relacionan con nieve, hielo, viento y sismo, esto dependerá de lo que se haya asignado a la edificación.

- ❖ **Clasificación de Sitio.** Suele suceder que las propiedades del suelo se desconozcan o no se conozcan con suficiente detalle, lo que impediría determinar el tipo de suelo del sitio de estudio, en caso como esos la ASCE 7-16 y SEI (2017, p. 203) recomienda asumir un suelo tipo D, con excepciones de que en los datos geotécnicos o que la autoridad competente determine que el sitio de estudio presenta suelos de clase E o F. La clasificación de suelo del sitio de emplazamiento se detalla en la Tabla 60, donde:

Vs: Velocidad media de onda de cortante

N: Número medio de golpes del ensayo de penetración estándar

Su: Resistencia media al corte no drenado.

Tabla 60

Clasificación del sitio

Site Class	\bar{v}_s	\bar{N} or \bar{N}_{ch}	\bar{s}_u
A. Hard rock	>5,000 ft/s	NA	NA
B. Rock	2,500 to 5,000 ft/s	NA	NA
C. Very dense soil and soft rock	1,200 to 2,500 ft/s	>50 blows/ft	>2,000 lb/ft ²
D. Stiff soil	600 to 1,200 ft/s	15 to 50 blows/ft	1,000 to 2,000 lb/ft ²
E. Soft clay soil	<600 ft/s	<15 blows/ft	<1,000 lb/ft ²
Any profile with more than 10 ft of soil that has the following characteristics:			
— Plasticity index $PI > 20$,			
— Moisture content $w \geq 40\%$,			
— Undrained shear strength $\bar{s}_u < 500$ lb/ft ²			
F. Soils requiring site response analysis in accordance with Section 21.1	See Section 20.3.1		

Nota: Para SI: 1 pie = 0,3048 m; 1 pie/s = 0,3048 m/s; 1 libra/pie² = 0,0479 kN/m².

Tomado de ASCE 7-16 y SEI (2017)

Tabla 61

Coefficiente de sitio de período corto, F_a

Mapped Risk-Targeted Maximum Considered Earthquake (MCE _R) Spectral Response Acceleration Parameter at Short Period						
Site Class	$S_S \leq 0.25$	$S_S = 0.5$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.0$	$S_S = 1.25$	$S_S \geq 1.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
C	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
E	2.4	1.7	1.3	See	See	See
				Section 11.4.8	Section 11.4.8	Section 11.4.8
F	See	See	See	See	See	See
	Section 11.4.8	Section 11.4.8	Section 11.4.8	Section 11.4.8	Section 11.4.8	Section 11.4.8

Nota. Usar interpolación de línea recta para valores intermedios de S_S . Tomado de ASCE 7-16 y SEI (2017)

Tabla 62

Coefficiente de sitio de período largo, F_v

Mapped Risk-Targeted Maximum Considered Earthquake (MCE _R) Spectral Response Acceleration Parameter at 1-s Period						
Site Class	$S_1 \leq 0.1$	$S_1 = 0.2$	$S_1 = 0.3$	$S_1 = 0.4$	$S_1 = 0.5$	$S_1 \geq 0.6$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
C	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
D	2.4	2.2 ^a	2.0 ^a	1.9 ^a	1.8 ^a	1.7 ^a
E	4.2	See	See	See	See	See
		Section 11.4.8	Section 11.4.8	Section 11.4.8	Section 11.4.8	Section 11.4.8
F	See	See	See	See	See	See
	Section 11.4.8	Section 11.4.8	Section 11.4.8	Section 11.4.8	Section 11.4.8	Section 11.4.8

Nota. Use interpolación de línea recta para valores intermedios de S_1 . Tomado de ASCE 7-16 y SEI (2017).

❖ **Coefficientes del Sitio.** Los coeficientes de sitios se detallan en las siguientes tablas, y se determinan asociándose al tipo de suelo en el que se encuentra la edificación a estudiar y los parámetros de

aceleración de respuesta espectral MCE_R . ASCE 7-16 y SEI (2017, p. 84) indica que F_a es el coeficiente de sitio de período corto (en un período de 0,2 s); ver Tabla 61, y F_v es el coeficiente de sitio de período largo (en un período de 1,0 s); ver Tabla 62.

❖ **Parámetros de Aceleración de Respuesta Espectral de MCE_R .** Los parámetros de aceleración de la respuesta espectral de Sismo Máximo Considerado (MCE_R por sus siglas en inglés) para períodos cortos representado por S_{MS} y a 1 segundo representado por S_{M1} , ajustados para los efectos de clase de sitio, se calculan mediante las ecuaciones (15) y (40):

$$S_{MS} = F_a S_S \quad (15) \quad \text{ASCE 7-16 y SEI (2017)}$$

$$S_{M1} = F_v S_S \quad (16) \quad \text{ASCE 7-16 y SEI (2017)}$$

Donde:

S_S = Parámetro de aceleración de respuesta espectral del MCER mapeado en períodos cortos.

S_1 = Parámetro de aceleración de respuesta espectral del MCER mapeado en un período de 1 s.

F_a = Coeficiente de sitio de período corto.

F_v = Coeficiente de sitio de período largo.

Los parámetros de aceleración de respuesta espectral S_S y S_1 , la ASCE 7-16 y SEI (2017, p. 83) determina estos valores a través de mapas los cuales se encuentran en el capítulo 22 de la misma norma o se pueden determinar de manera electrónica mediante de la página web que es proporcionada por el U.S. Geological Survey (USGS). Los parámetros de aceleración de respuesta espectral representan la aceleración máxima de los movimientos del terreno asociados a terremotos de altas magnitudes lo que se representa con periodo de retorno de años.

- ❖ **Parámetros de Aceleración Espectral de Diseño.** Los parámetros de aceleración de respuesta espectral de diseño rigiéndose al terremoto cuyos períodos se denominan cortos de 0,2 s), SDS y en períodos de 1 s, SD1, se determinan mediante las ecuaciones (17) y (18).

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad (17) \quad \text{ASCE 7-16 y SEI (2017)}$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} \quad (18) \quad \text{ASCE 7-16 y SEI (2017)}$$

Deduciendo las ecuaciones anteriores se puede constatar que las aceleraciones espectrales de diseño son dos tercios de las aceleraciones ajustadas con los coeficientes de sitio de respuesta espectral amortiguado al 5%; en períodos corto S_{MS} para S_{DS} y en un período de 1s S_{M1} para S_{D1} , a fin de reducir a un 10% de probabilidad los valores de movimientos sísmicos con pedido de retorno de 475 años de excedencia en 50 años de vida útil de la estructura.

- ❖ **Categoría de Diseño.** Las categorías de diseño sísmico se determinan de acuerdo a lo establecido en ASCE 7-16 y SEI (2017, p. 85), y establece lo siguiente:

- Categoría E de Diseño Sísmico, para estructuras en categoría de riesgo I, II o III ubicadas donde $S1 \geq 0.75$.
- Categoría F de Diseño Sísmico, para estructuras en categoría de riesgo IV ubicadas donde $S1 \geq 0.75$.

A las demás estructuras que no forman parte de las categorías mencionadas anteriormente, se les asignaran una categoría de diseño sísmico en función de su categoría de riesgo y los parámetros, S_{DS} y S_{D1} , en base a las siguientes tablas:

Tabla 63

Categoría de diseño sísmico - aceleración de respuesta de período corto

Value of S_{DS}	Risk Category	
	I or II or III	IV
$S_{DS} < 0.167$	A	A
$0.167 \leq S_{DS} < 0.33$	B	C
$0.33 \leq S_{DS} < 0.50$	C	D
$0.50 \leq S_{DS}$	D	D

Nota. Tomado de ASCE 7-16 y SEI (2017)

Tabla 64

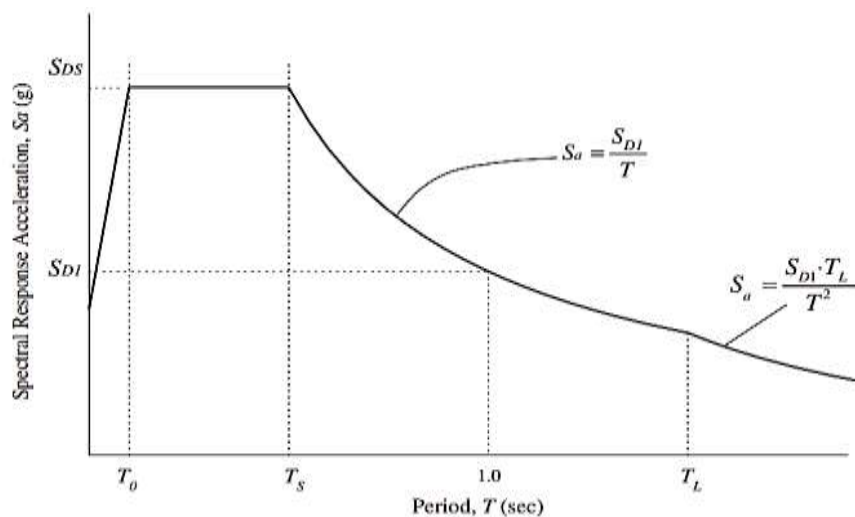
Categoría de diseño sísmico - aceleración de respuesta de período de 1 s

Value of S_{D1}	Risk Category	
	I or II or III	IV
$S_{D1} < 0.067$	A	A
$0.067 \leq S_{D1} < 0.133$	B	C
$0.133 \leq S_{D1} < 0.20$	C	D
$0.20 \leq S_{D1}$	D	D

Nota. Tomado de ASCE 7-16 y SEI (2017)

Figura 9

Espectro de Respuesta de Diseño ASCE 7-16



Nota. Tomado de ASCE 7-16 y SEI (2017)

La gráfica del espectro de diseño será elaborada como se muestra en la Figura 9 considerando todos los factores redactados y expresados anteriormente de acuerdo con los lineamientos y disposiciones que dispone la ASCE 7-16.

Para períodos menores que T_o , la aceleración de respuesta espectral se calcula como:

$$S_a = S_{DS} \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_o} \right) \quad (19) \quad \text{ASCE 7-16 y SEI (2017)}$$

Donde:

$$T_o = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (20) \quad \text{ASCE 7-16 y SEI (2017)}$$

Para períodos $\geq a T_o$ y $\leq a T_s$, la aceleración de respuesta espectral le corresponde el valor de S_{DS} .

Donde:

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (21) \quad \text{ASCE 7-16 y SEI (2017)}$$

Para períodos $> a T_s$ y $\leq a T_L$, la aceleración de respuesta espectral se determina por la siguiente ecuación:

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad (22) \quad \text{ASCE 7-16 y SEI (2017)}$$

Para períodos $> a T_s$, la aceleración de respuesta espectral se calcula:

$$S_a = \frac{S_{D1} T_L}{T^2} \quad (23) \quad \text{ASCE 7-16 y SEI (2017)}$$

El parámetro T_L , según ASCE 7-16 y SEI (2017, p. 85) se pueden determinar mediante figuras que se encuentran en el capítulo 22 de la norma, o bien de forma electrónica usando de la página web facilitada por el U.S. Geological Survey (USGS).

b) Sistema Estructural. El sistema de pórticos resistente a momentos se asocia con los miembros y articulaciones resistentes a la aplicación de fuerzas laterales por flexión su eje axial, Estos sistemas se clasifican en dos tipos:

- Pórticos a momento ordinarios (OMF)
- Pórticos a momento especiales (SMF)

Tabla 65

Coefficientes de diseño y factores para sistemas resistentes a sismos

Sistema estructural	R	Ω_0	Cd	Límites por la categoría de diseño (m)				
				B	C	D	E	F
Marcos de momento especiales de hormigón armado	8	3	5,5	NL	NL	NL	NL	NL
Pórticos intermedios resistentes a momentos de hormigón armado	5	3	4,5	NL	NL	NL	NL	NP
Pórticos ordinarios resistentes al momento de hormigón armado	3	3	2.5	NL	NL	NL	NP	NP
Pórticos especiales compuestos de acero y hormigón resistentes a momento	8	3	5.5	NL	NL	NP	NP	NP
Pórticos intermedios mixtos de acero y hormigón.	5	3	4.5	NL	NL	NL	NL	NL

Nota. Tomado de ASCE 7-16 y SEI (2017)

El sistema de resistencia de las fuerzas que genera un sismo en las estructuras, lateral y vertical deben cumplir con ciertos criterios de la norma, uno de los

indicadores que debe cumplir se detalla en la Tabla 65, además de estos indicadores se menciona una combinación de sistemas, también muestra indicaciones diseño sísmico además de otros criterios que son necesarios para el análisis y diseño, algunos de ellos son los siguientes:

- R= Coeficiente de modificación de respuesta
- Ω_o = Factor de sobre resistencia del sistema
- C_d = Factor de amplificación para desplazamientos

Tabla 66

Procedimientos analíticos permitidos

Categoría de diseño sísmico	Características estructurales	ELF	MRS-LRH	NRH
B, C	Todas las estructuras	P	P	P
D, E, F	Edificios de categoría de riesgo I o II que no excedan dos pisos por encima de la base	P	P	P
	Estructuras de pórticos ligeros	P	P	P
	Estructuras sin irregularidades estructurales y que no excedan los 160 pies (48.8 m) en altura estructural	P	P	P
	Estructuras que superan los 160 pies (48.8 m) en altura estructural sin irregularidades estructurales y con $T < 3.5T_s$	P	P	P
	Estructuras que no exceden 160 pies (48,8 m) y solo con irregularidades horizontales tipo 2, 3, 4 o 5 o verticales tipo 4, 5a o 5b	P	P	P
	Todas las demás estructuras	NP	P	P

Nota. Tomado de ASCE 7-16 y SEI (2017)

La ASCE 7-16 y SEI (2017) nos proporciona varias categorías de diseño sísmico, características estructurales y regularidades, por lo que para cada una de ellas tendrán ciertos criterios que se deberán considerar, la norma en apartado 12.6 catalogado como “Selección del procedimiento de análisis”, puntualiza en cuanto al análisis que se necesita, que consistirá en uno de los tipos mostrados en la Tabla 66 donde se observan los procedimientos de:

- Fuerzas laterales equivalentes representado por ELF.
- Análisis de espectro de respuesta modal representado por MRS.
- Análisis de tiempo-historia de respuesta lineal representado por LHR.
- Análisis de tiempo-historia de respuesta no lineal representado por NRH.
- Fuerzas laterales equivalentes (ELF), es el único procedimiento que tiene una restricción al utilizarse, esto sucede cuando las estructuras no cumplen con los requisitos planteados en la Tabla 66.

c) **Determinación del Periodo de la Estructura.** El periodo fundamental denominado por la ASCE 7-16 y SEI (2017, p. 102) como T, considerando su dirección, se determinará mediante la utilización de las propiedades estructurales y las características de deformación que tiene los elementos resistentes en un análisis.

❖ **Período Fundamental Aproximado.** El periodo fundamental T_a aproximado en segundos puede obtenerse a partir de la siguiente ecuación:

$$T_a = C_t h_n^x \quad (24) \quad \text{ASCE 7-16 y SEI (2017)}$$

Donde:

h_n = Es la altura estructural

Y los coeficientes C_t y x se determinan a partir de la siguiente tabla:

Tabla 67

Valores de los coeficientes del período aproximado C_t y x

Tipo de estructura	C_t	x
Sistemas de marcos resistentes al momento en los que los marcos resisten el 100% de la fuerza sísmica requerida y no están encerrados ni unidos por componentes que son más rígidos e impedirán que los marcos se desvíen cuando están sujetos a fuerzas sísmicas:		

Tipo de estructura	Ct	x
Pórticos de acero resistentes al momento	0,072 4	0,8
Pórticos de hormigón de resistencia al momento.	0,046 6	0,9
Pórticos arriostrados excéntricamente de acero	0,073 1	0,7 5
Pórticos arriostrados con contravientos restringidos contra Pandeo	0,073 1	0,7 5
Todos los demás sistemas estructurales.	0,048 8	0,7 5

Nota. Tomado de (ASCE 7-16 y SEI, 2017)

d) Irregularidades Estructurales. Las estructuras suelen tener irregularidades ya sea estructural vertical u horizontal, las que poseen este tipo de características deberán considerar lo detallado en la Tabla 68 y Tabla 69. Las estructuras deben cumplir con los requisitos que se mencionan en la tabla mencionada anteriormente considerando la categoría de diseño.

Tabla 68

Irregularidades estructurales horizontales

Tipo	Descripción	Sección de referencia	Categoría de diseño
1 ^a	Irregularidad Torsional. Cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es mayor que 1,2 veces la deriva promedio de los extremos	12,3,3,4	D,E,F
		12,7,3	B,C,D,E, F
		12,8,4,3	C,D,E,F
		12,12,1	C,D,E,F
		Tabla 12,6-1	D,E,F
		16,3,4	B,C,D,E, F
1 ^b	Irregularidad Torsional Extrema. Cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es mayor que 1,4 veces la deriva promedio de los extremos de la estructura con respecto al mismo eje de referencia.	12,3,3,1	E,F
		12,3,3,4	D
		12,3,4,2	D
		12,7,3	B,C,D
		12,8,4,3	C,D
		12,12,1	C,D
		12,6-1	D
16,34	B,C,D		

Tipo	Descripción	Sección de referencia	Categoría de diseño
2	Irregularidad de esquina entrante. Un entrante en una esquina se considera excesivo cuando las proyecciones de la estructura, a ambos lados del entrante, son mayores que el 15% de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección del entrante.	12,3,3,4 Tabla 12,6-1	D,E,F D,E,F
3	Irregularidad discontinuidad diafragma. Cuando el sistema de piso tiene discontinuidades apreciables o variaciones en su rigidez, incluyendo las causadas por aberturas, entrantes o huecos, con áreas mayores al 50% del área total del piso o con cambios en la rigidez en el plano del sistema de piso de más del 50% entre niveles consecutivos	12,3,3,4 Tabla 12,6-1	D,E,F D,E,F
4	Irregularidad compensación fuera del plan Cuando existe una discontinuidad en una trayectoria del sistema sismorresistente de la fuerza lateral, tal como un desplazamiento fuera de plano de al menos uno de los elementos verticales.	12,3,3,3 12,3,3,4 12,7,3 Tabla 12,6-1 16,3,4	B,C,D,E, F D,E,F B,C,D,E, F D,E,F B,C,D,E, F
5	Irregularidad de ejes no paralelos. Cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura.	12,5,3 12,7,3 Tabla 12,6-1 16,3,4	C,D,E,F B,C,D,E, F D,E,F B,C,D,E,F

Nota. Tomado de ASCE 7-16 y SEI (2017)

Tabla 69

Irregularidades estructurales verticales

Tipo	Descripción	Sección de referencia	Categoría de diseño
1 ^a	Irregularidad de baja rigidez de piso cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 80 % del promedio de la rigidez lateral de los tres pisos superiores.	Tabla 12,6-1	D,E, F

Tipo	Descripción	Sección de referencia	Categoría de diseño
1b	Irregularidad extrema de baja rigidez de piso. Cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 60% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 70 % del promedio de la rigidez lateral de los tres pisos superiores.	12,3,3, 1 Tabla 12,6-1	E,F D,E, F
2	Irregularidad de peso. La masa efectiva de cualquier piso es más que 150% de la masa efectiva de uno de los pisos adyacentes, con excepción del piso de cubierta que sea más liviano que el piso inferior.	Tabla 12,6-1	D,E, F
3	Irregularidad geométrica vertical. Cuando la dimensión en planta del sistema resistente en cualquier piso es mayor que 1,3 veces la misma dimensión en un piso adyacente	Tabla 12,6-1	D,E, F
4	Irregularidad de discontinuidad en el plano de los elementos verticales resistente a las fuerzas laterales. Existe cuando existe un desplazamiento en el plano de un elemento de resistencia a la fuerza sísmica vertical que da lugar a requerimientos de vuelco sobre una viga de soporte, una columna, una armadura o una losa.	12,3,3, 3 12,3,3, 4 Tabla 12,6-1	B,C, D,E, F D,E, F D,E, F
5a	Irregularidad en rigidez lateral - piso débil. Un piso débil es aquel en que la resistencia lateral del piso es menor del 80% de la resistencia del piso inmediatamente superior, en tal caso se considera irregular. La resistencia del piso es la resistencia total de todos los elementos resistentes a las fuerzas sísmicas que comparten el esfuerzo cortante del piso en la dirección bajo consideración.	12,3,3, 1 Tabla 12,6-1	E,F D,E, F
5b	Irregularidad en rigidez lateral - piso débil extrema. Un piso débil es aquel en que la resistencia lateral del piso es menor del 65% de la resistencia del piso inmediatamente superior, en tal caso se considera irregular.	12,3,3, 1 12,3,3, 2 Tabla 12,6-1	D,E, F B,C D,E, F

Nota. Tomado de ASCE 7-16 y SEI (2017)

e) **Procedimiento de Fuerzas Laterales Equivalentes.** Se debe realizar lo siguiente:

- ❖ **Cortante Basal.** ASCE 7-16 y SEI (2017) determina que la fuerza sísmica estática o corte basal se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$V = C_S W \quad (25) \quad \text{ASCE 7-16 y SEI (2017)}$$

Donde:

C_S = Coeficiente de respuesta sísmica

W = Peso efectivo para sismo

- ❖ **Cálculo del Coeficiente de Respuesta Sísmica.** El coeficiente de respuesta sísmica se calcula mediante la ecuación (26) presentada a continuación:

$$C_S = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (26) \quad \text{ASCE 7-16 y SEI (2017)}$$

Donde:

S_{DS} = Es el parámetro de aceleración de respuesta espectral para diseño sísmico para el período corto

I_e = Factor de importancia sísmica

R = Coeficiente de modificación de respuesta

Según lo indica la ASCE 7-16 y SEI (2017, p. 101) el coeficiente que se obtiene mediante el cálculo de C_S no debe exceder los valores determinado mediante las ecuaciones mostradas a continuación.

No necesita exceder lo siguiente:

Para $T \leq T_L$

$$C_s = \frac{S_{DS}}{T \left(\frac{R}{I_e} \right)} \quad (27) \quad \text{ASCE 7-16 y SEI (2017)}$$

Para $T > T_L$

$$C_s = \frac{S_{DS} T_L}{T^2 \left(\frac{R}{I_e} \right)} \quad (28) \quad \text{ASCE 7-16 y SEI (2017)}$$

C_s no puede ser menor a:

$$C_s = 0.044 S_{DS} I_e \geq 0.01 \quad (29) \quad \text{ASCE 7-16 y SEI (2017)}$$

❖ **Distribución Vertical de las Fuerzas Sísmicas.** La fuerza sísmica lateral identificada por F_x inducida a cualquier nivel se obtiene mediante las ecuaciones (30) y (40):

$$F_x = C_{vx} V \quad (30) \quad (\text{ASCE 7-16 y SEI, 2017})$$

$$C_{vx} = \frac{W_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n W_i h_i^k} \quad (31) \quad (\text{ASCE 7-16 y SEI, 2017})$$

Donde:

F_x = Fuerza total lateral de diseño o cortante basal.

C_{vx} = Coeficiente de distribución vertical

$W_x; W_i$ = Parte del peso sísmico efectivo total de la estructura (W) ubicada o asignada al nivel i o x .

$h_x; h_i$ = Altura desde la base al nivel i o x .

k = Exponente relacionado al periodo de la estructura:

$k= 1$, si $T \leq 0.5$

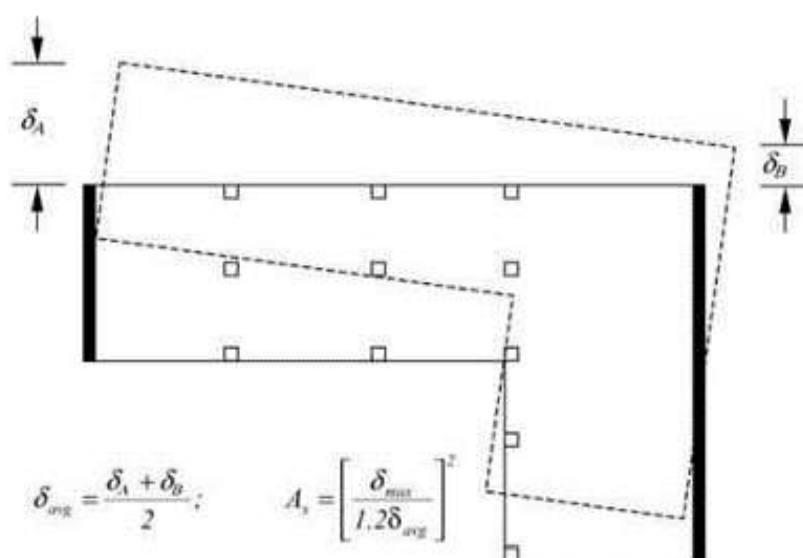
$k= 2$, si $T \geq 2.5$

$k= 2$ o mediante interpolación lineal, si $0.5 < T < 2.5$

f) **Amplificación del Momento Torsor Accidental.** Un momento torsor inherente se incluye en el diseño cuando los diafragmas de las estructuras no son flexibles, el momento torsor que se determina resulta de la ubicación de las masas a esto se suman los momentos torsores accidentales identificados con M_{ta} , estos momentos son causados por el supuesto desplazamiento que sucede en el centro de masa en cada una de sus direcciones y que surge desde su ubicación al 5 % de las dimensiones de la edificación perpendicular a la fuerza que son aplicadas.

Figura 10

Factor de Amplificación Torsional



Nota. Tomada de ASCE 7-16 y SEI (2017)

El desplazamiento requerido del 5% como se mencionó anteriormente del centro de masa, la ASCE 7-16 y SEI (2017, p. 103) establece que las fuerzas sísmicas que se aplican a las dos direcciones no debe aplicarse al mismo tiempo en ambas direcciones ortogonales, sino que establece su aplicación en la dirección con mayor efecto.

Las estructuras que tienen una irregularidad de tipo 1a o 1b que forman parte de las irregularidades torsional, y que pertenecen a las categorías de diseño C, D, E o F, tendrán efectos contabilizados al multiplicar momentos torsionales accidentales (M_{ta}) en los niveles por A_x que se denomina factor de amplificación torsional que se determina mediante la siguiente ecuación.

$$A_x = \left(\frac{\delta_{max}}{1.2 \delta_{avg}} \right)^2 \quad (32) \quad \text{ASCE 7-16 y SEI (2017)}$$

δ_{max} = Desplazamiento máximo en el nivel x asumiendo que $A_x=1$ [in. (mm)],

δ_{avg} = Promedio de los desplazamientos en los puntos extremos de la estructura en el nivel x computado asumiendo que $A_x=1$ [in. (mm)].

g) Combinaciones de Cargas. La norma ASCE 7-16 y SEI (2017, pp. 7,8), establece 7 combinaciones de cargas básicas para un diseño, cada miembro y conexión debe estar correctamente diseñado para soportar la máxima fuerza que interactúa en estos elementos (por ejemplo, fuerza axial más flexión) producidas por la aplicación de cualquiera de estas combinaciones. La resistencia de diseño de estructuras, componentes y cimientos debe ser igual o superior a los efectos que generan las cargas factorizadas:

- 1.4D
- 1.2D + 1.6L + 0.5(Lr o S o R)
- 1.2D + 1.6(Lr o S o R) + (L o 0.5W)
- 1.2D + 1.0W + L + 0.5(Lr o S o R)
- 0.9D + 1.0W
- 1.2D + Ev + Eh + L + 0.2S
- 0.9D – Ev + Eh

Donde:

D = Carga muerta

E = Carga sísmica

L = Carga viva

Lr = Carga viva de cubierta

R = Carga de lluvia

S = Carga de nieve

W = Carga de viento

En las combinaciones 6 y 7, se usa el efecto de carga sísmica que se determina mediante las siguientes ecuaciones:

$$E_h = \rho Q_E \quad (33) \quad (\text{ASCE 7-16 y SEI, 2017})$$

$$E_v = 0.2S_{DS}D \quad (34) \quad (\text{ASCE 7-16 y SEI, 2017})$$

Donde:

ρ = Factor de redundancia

Q_E = Efectos sísmicos horizontales

El factor de redundancia identificado con término ρ es 1.0 para los edificios que forman parte de la categoría de diseño sísmico B o C y para las edificaciones que se encuentra dentro de las categorías D, E y F es 1.0 o 1.3. Este factor es aplicado a todas las estructuras, sin embargo, puede ser diferente en las dos direcciones ortogonales. Cuando las ecuaciones de cargas sísmicas son ingresadas en las combinaciones que consideran estas cargas, las combinaciones 6 y 7 quedan establecidas de la siguiente manera:

- $(1.2 + 0.2SDS) D + \rho Q_E + 1.0L + 0.2S$
- $(0.9 - 0.2SDS) D + \rho Q_E$

h) Determinación de Derivas de Pisos (Inelásticas). La deriva de diseño (Δ) se calculará como la diferencia de deflexiones que se presentan en los centros de masa en la parte superior e inferior del piso que es considerado. Las derivas permisibles se presentan en la tabla rigiéndose en las categorías de diseño y en el tipo de estructuras.

Tabla 70

Derivas permisibles

ESTRUCTURA	CATEGORÍA DE RIESGO		
	I o II	III	IV
Estructuras, otras como muros de corte de mampostería, 4 pisos o menos desde la base, con muros interiores, tabiques, techos y muros exteriores que han sido diseñados para las derivas de piso.	0,025 h _{sx}	0,02 h _{sx}	0,015 h _{sx}

ESTRUCTURA	CATEGORÍA DE RIESGO		
	I o II	III	IV
Estructuras de muros de corte de mampostería (cantilever)	0,01 h _{sx}	0,01 h _{sx}	0,01 h _{sx}
Otras estructuras de muros de mampostería	0,007 h _{sx}	0,007 h _{sx}	0,007 h _{sx}
Todas las demás estructuras	0,02 h _{sx}	0,015 h _{sx}	0,01 h _{sx}

Nota. Tomado de ASCE 7-16 y SEI (2017)

La deflexión en el nivel x (δ_x), se calcula como:

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{ex}}{I_e} \quad (35) \quad \text{ASCE 7-16 y SEI (2017)}$$

Donde:

δ_x = Deriva en el nivel x

C_d = Factor de amplificación de la deflexión (tabla 8)

δ_{ex} = Deflexión en la ubicación requerida por esta sección determinada por un análisis elástico

I_e = Factor de Importancia

i) Efectos P Delta. En la verificación P-delta, la relación de estabilidad se determina para cada nivel, considerando la ecuación que se muestra a continuación:

$$\theta = \frac{P_x \Delta I_e}{V_x h_{sx} C_s} \quad (36) \quad \text{ASCE 7-16 y SEI (2017)}$$

Donde:

P_x = a carga de gravedad de diseño vertical total en el nivel x

Δ = Deriva de diseño h_{sx} = Altura del entrepiso debajo del nivel x

V_x = Cortante basal de diseño actuando entre los niveles x y x-1

No se considera los efectos P-Delta cuando la relación de estabilidad da como resultado un valor menor a 0.1, caso contrario considerar rango [0.1- θ_{MAX}].

$$\theta_{max} \frac{0.5}{\beta C_d} \leq 0.25 \quad (37) \quad \text{ASCE 7-16 y SEI (2017)}$$

Donde:

θ_{max} = Límite máximo del coeficiente de estabilidad.

β = Es la relación de demanda/capacidad de corte para el piso entre los niveles x y $x-1$. Puede usarse conservadoramente igual a 1.

j) Efectos de Segundo Orden P- Δ e Índice de Estabilidad Q_i . Debe satisfacer la condición $Q_i \leq 0.30$; si no, la estructura es potencialmente inestable y debe rigidizarse. El índice de estabilidad relaciona momento de segundo orden y momento de primer orden, mediante la ecuación (38):

$$Q_i = \frac{P_i \Delta_i}{V_i h_i} \quad (38) \quad \text{ASCE 7-16 y SEI (2017)}$$

Donde:

P_i = Suma de carga vertical total sin mayoración, incluyendo el peso muerto y la sobrecarga por carga viva, del piso i y de todos los pisos localizados sobre este.

Δ_i = Deriva del piso i calculada en el centro de masas del piso.

V_i = Cortante sísmico del piso i .

h_{s_i} = Altura del entrepiso i considerado, siendo $h_{s_i} = h_i - h_{(i-1)}$.

Para considerar los efectos P- Δ debe cumplirse $0.1 < Q_i < 0.3$, si por lo contrario satisfacen la condición $Q_i < 0.1$, los efectos no son considerados. Si se cumple la primera condición y se consideran los efectos P- Δ , se debe calcular un factor de mayoración.

$$f_{P-\Delta} = \frac{1}{1 - Q_i} \quad (39) \quad \text{ASCE 7-16 y SEI (2017)}$$

Donde:

$f_{P-\Delta}$ = Factor de mayoración

Q_i = Índice de estabilidad del piso i

El índice de estabilidad del piso Q_i tiene el mismo significado físico que Θ_i . Sin embargo, en ASCE 7-16 considera estructura potencialmente inestable para que el límite definido para Θ_i sea más restrictivo.

2.8 MODELAMIENTO

2.8.1 Preparación del Modelo Matemático de Análisis

Dentro de este procedimiento se analizará de forma lineal con el método estático de fuerzas laterales equivalentes y método espectral con el fin de poder observar los resultados en ambas metodologías considerando las fuerzas y el espectro de diseño; el modelo se centrará en el estado de la estructura más vulnerable sin considerar los muros de mampostería para verificar que tan resistente es su sistema estructural (columna, vigas, losas), se utilizará el programa ETABS.

2.8.2 Interpretación de Resultados del Primer Análisis

El modelo matemático establece los resultados y se verifica el comportamiento del edificio ante fuerzas laterales considerando los parámetros especificados en las normas NEC-SE-DS y ASCE7-16.

- Verificación de las derivas de piso; en el caso de la norma ecuatoriana NEC-SE-DS, hasta 2% y la norma americana ASCE7-16, especifica $2\% \cdot h_{sx}$.
- Cualificación de la irregularidad torsional.
- Verificación del índice de estabilidad lateral.

2.9 ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER)

Para definir el desempeño de un edificio que tiene múltiples grados de libertad se debe transformar en un sistema que contenga un grado de libertad (1gdl), para lograr alcanzar las respuestas globales mediante la curva de capacidad de carga generada por una demanda sísmica con el objetivo de definir su desempeño. El análisis aplica un patrón de cargas laterales monotónicas las cuales aumentan considerando el cambio de rigidez de los elementos que alcanzaron la fluencia hasta llegar a algo establecido con anterioridad o cuando el sistema estructural se convierta en inestable (Chopra y Goel, 2002).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo de Investigación

a) Evaluación Cualitativa de las Estructuras de la Parroquia Manglaralto. En el presente capítulo, se presenta el procedimiento de la evaluación cualitativa y los resultados obtenidos de los estudios de vulnerabilidad sísmica realizados a las 81 (ochenta y uno) estructuras de la Parroquia Manglaralto mediante la aplicación de la metodología FEMA P-154, con el fin de encontrar que edificación es la más vulnerable sísmicamente. Se escogió esta metodología debido a que es la mejor analizando estructuras, ya que es una metodología muy completa.

b) Evaluación Cuantitativa de la Estructura más Vulnerable. Los análisis cualitativos involucra comportamiento estructural; aunque cuando se trata de un estudio a una gran cantidad de estructuras no siempre son recomendados, es por esto que se realiza un análisis cuantitativo a la edificación más vulnerable, basado en un análisis estático y dinámico lineal considerando las Normas NEC 7-16 y ASCE 7-16, donde se verificarán su derivas y torsión de la estructura, además se realizará un análisis no lineal pushover, donde se mostrará la curva de capacidad que tiene la estructura, en la que analizará la resistencia y ductilidad de los elementos estructurales.

3.1.2 Nivel de Investigación

El nivel de estudio que se obtendrá mediante el trabajo de titulación se logra a través de metodologías ya antes mencionadas, las cuales buscan un mismo fin, determinar la vulnerabilidad sísmica y obtener la información de las principales

causas de estos resultados. En el presente estudio se analizarán los edificios seleccionados donde se busca encontrar el índice de vulnerabilidad que tenga cada una de ellas, mediante evaluación visual rápida, observando las irregularidades que presentan las estructuras y demás parámetro que se debe considerando lo estipulado en el manual FEMA P-154.

Para la estructura más vulnerables se emplean dos metodologías las cuales son: Benedetti y Petrini, y el Sistema de Puntuación que buscan obtener el índice de vulnerabilidad sísmica con sus estipulaciones. De igual manera mediante la norma ecuatoriana y americanas se evalúa para obtener las variaciones en el incumplimiento de sus lineamientos.

3.2 MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1 Método

El método que se utiliza para realizar este estudio a todas las edificaciones está basado en recolectar información mediante las salidas de campo empleando un análisis visual rápido, según FEMA esto nos permite evaluar una edificación sin necesidad de involucrar más tiempo y dinero, ya que se enfoca en la observación y el criterio del evaluador.

Además, se emplean los método cuantitativos y cualitativos que nos permiten lograr los objetivos y corroborar las hipótesis planteadas en este proyecto, toda esta investigación que nos lleva a los resultados, parten de la información levantada en campo atreves del estudio previo al análisis.

3.2.2 Enfoque

El análisis de vulnerabilidad sísmica se enfoca en obtener el índice de vulnerabilidad sísmica de las estructuras de la Parroquia Manglaralto, que a su vez presenta un enfoque cualitativo, ya que se centran en observaciones y criterios relacionados con vulnerabilidad; y enfoque cuantitativo se basa en mediciones y

análisis matemáticos de los datos obtenido mediante las inspecciones o de FEMA P-154 y ensayos no destructivos como el esclerómetro.

3.2.3 Diseño de Investigación

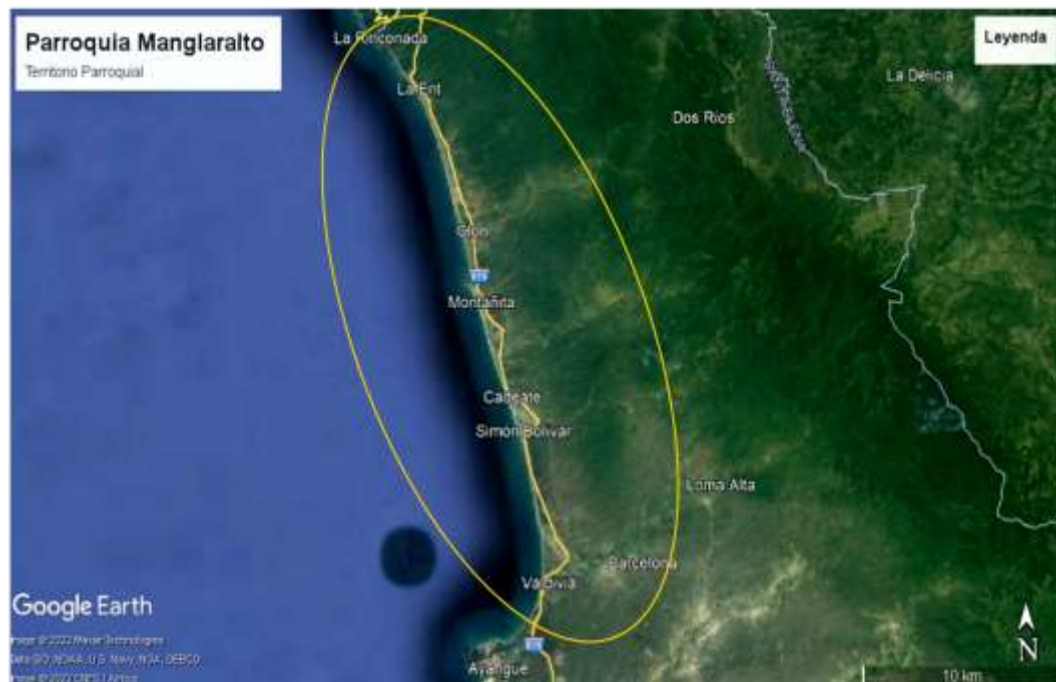
El diseño de la investigación o análisis cualitativa es un punto de partida muy necesario, ya que constituye un método de investigación utilizado ampliamente por profesionales de diferentes áreas y utilizada en varios proyectos, el investigador que llevara a cabo su estudio cualitativo debe reflexionar sobre sus propios conocimientos y criterio. El diseño de la investigación cuantitativa es una excelente manera de finalizar los resultados y probar o refutar una hipótesis. La estructura se enfoca ca con este diseño de acuerdo su método y enfoque.

3.3 POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO

3.3.1 Población - Ubicación y Localización

Figura 11

Ubicación de la Parroquia Manglaralto a través de fotografía satelital



Nota. Tomado de Google Earth

La Parroquia Manglaralto tiene una población que cuenta con 29,512 habitantes y está conformada por 19 comunas las cuales son: Barcelona, Sinchal, Valdivia, San Pedro, Libertador Bolívar, San Antonio, Sitio Nuevo, Cadeate, Río Chico, Manglaralto, Dos Mangas, Pajiza, Montañita, Olón, Curia, San José, Las Núñez, La Entrada y La Rinconada.

La Parroquia Manglaralto es una zona rural de la ciudad de Santa Elena, ubicada al noroeste en la costa del territorio ecuatoriano, cuenta con una extensión de coordenadas: Latitud $1^{\circ} 51' 7.99''$ S y Longitud $80^{\circ} 44' 39.62''$ O, ubicación que se puede visualizar en la Figura 11. El territorio limita al norte con la provincia Manabí, al sur con la Parroquia Colonche de la provincia de Santa Elena, al este con el Cantón Jipijapa de Manabí y al oeste con el Océano Pacífico.

3.3.2 Muestra

Las ochenta y una estructuras que se considera para el estudio enfocado en la Parroquia Manglaralto pertenecen a las comunidades de Barcelona con 9 estructuras, en Sinchal son 9, Valdivia con 6 edificaciones, en San Pedro se analizan 6 estructuras, en Libertador Bolívar 5, en San Antonio son 4, Cadeate 5 viviendas, en Río Chico son 5, Manglaralto 5, en Dos Mangas son 4 viviendas, Montañita 5, Olón 5, en San José son 5, Las Núñez 2 y en La Entrada son 6 viviendas.

3.3.3 Muestreo

En el apartado 4 se mostraron las estructuras más vulnerables de cada comuna de la parroquia Manglaralto, el puntaje final de cada una de ellas se encuentra por debajo del límite recomendado ($S_{lim}=2.0$), uno de los factores que aportó a este resultado fue la región sísmica en las que se encuentra el territorio, por lo que sería necesario la evaluación estructural detallada en especial en aquella que su resultado es mucho menor que el mínimo de cada tipo de edificio que proporción FEMA P-154 como se consideró en el formulario; sin embargo. debido al alcance del presente proyecto de investigación se optó por escoger aquella edificación que tiene un puntaje menor y que además tiene más piso.

3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 71

Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Variable Dependiente					
Vulnerabilidad sísmica de edificaciones asentadas en comunidades de la Parroquia Manglaralto	Es una magnitud que cuantifica el tipo de daño que puede ocurrir en una estructura, el modo de fallo y la capacidad resistente que posee bajo condiciones probables de sismo.	El índice de vulnerabilidad determina el nivel de daño que podría ocasionar un sismo a la estructura por las diferentes irregularidades o factores externos que presenta.	Edificaciones de la Parroquia Manglaralto	Índice de Vulnerabilidad	-
Variable Independiente					
Análisis Cualitativo	Es un método que se basa en la identificación de la vulnerabilidad sísmica con análisis visuales.	Se determina el índice de vulnerabilidades mediante la metodología FEMA P-154 mediante visitas de campos	Edificaciones de la Parroquia Manglaralto	Índice de Vulnerabilidad	Alta Baja Media Muy Alta
Análisis Cuantitativo	Es una metodología que se basa en las normativas de construcción y en el comportamiento de la estructura.	Modelamiento de estructura considerando su geometría, materiales e irregularidades para obtener los resultados del comportamiento y compararlas con los lineamientos de la NEC 2015 y ASCE 7-16	Edificación más vulnerable de la Parroquia Manglaralto	Índice de Vulnerabilidad	Especificaciones de la NEC 2015 y ASCE 7-16

3.5 METODOLOGÍA O.E. 1. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE LAS 81 ESTRUCTURAS

Para llevar a cabo la secuencia de la investigación y para el cumplimiento del objetivo específico 1, donde se busca obtener el índice de vulnerabilidad sísmica de cada una de las estructuras analizadas mediante FEMA P-154. La metodología que se utiliza para este fin se detalla a continuación.

3.5.1 FEMA P-154.

Es un análisis visual rápido (RVS) que permite a sus inspectores determinar la seguridad sísmica de edificaciones de un determinado sitio. Este método tiene la finalidad de determinar que estructuras alcanzan un alto nivel de vulnerabilidad sísmica, además de su probabilidad de colapso y para obtener estos resultados se plantea la siguiente metodología:

a) Recopilación de Datos. Es preciso mencionar que para realizar un corre análisis o evaluación de algún determinado sitio es fundamental tener una investigación previa a las identificaciones de irregularidades, en el método FEMA P-154 nos proporcionan varios formularios que depende de la peligrosidad sísmica de un lugar; es por esto que la metodología es la siguiente, los dos primeros son datos que nos permite identificar el peligro sísmico.

- Región sísmica
- Tipo de suelo
- Selección del formulario de recopilación de datos

b) Identificación de los Modificadores Estructurales. Una vez realizado lo anterior que es de vital importancia, ahora si se procede a determinar y observar los parámetros que establece el método, donde tomo en consideración varia información sin embargo considero que lo que más afecta a una estructura san las mencionadas a continuación y se encuentran dentro del proceso de la obtención del índice de vulnerabilidad sísmica.

- Tipos de edificios de fema
- Irregularidad vertical
- Irregularidad en planta
- Pre-código y post-código
- Riesgo de golpeteo
- Adiciones en edificios

Una vez identificado todas las causas que hacen de una estructura vulnerable, se procede a determinar el índice de vulnerabilidad sísmica que se encuentra detallado su procedimiento dentro del cada formulario y que se encuentra detallado en el apartado 2.6.1.

3.6 METODOLOGÍA O.E. 2. PROCESO INVESTIGATIVO DE LOS ERRORES ESTRUCTURALES MÁS COMUNES

Para el cumplimiento del objetivo 2 debemos considerar las siguientes indicaciones, no obstante, se requiere de información adicional para poder obtener técnicas adecuadas, y eso se basa en la metodología FEMA P-154 para llevar a cabo la secuencia de la investigación.

3.6.1 Irregularidades Estructurales

Las irregularidades estructurales que se pretenden resaltar en el estudio se determinan mediante el análisis visual rápido proporcionado por FEMA P-154, a raíz de estos resultados aplicando este método se evidencian cuales son las que más se evidencian en las 81 estructuras evaluadas.

3.6.2 Técnicas de Reforzamiento Estructural

Las técnicas que se presentarán en el presente proyecto están basadas en investigaciones realizadas durante el desarrollo del trabajo de investigación, y se pretende brindar alternativas a todas las estructuras que se encuentran con deficiencia en su sistema estructural.

3.7 METODOLOGÍA O.E. 3. METODOLOGÍAS DEL ANÁLISIS MÁS DETALLADO

En respuesta a la hipótesis específica planteada, se debe realizar el análisis de la estructura más vulnerable para conocer su comportamiento ante un sismo de diseño, para las dos normas las cuales se una breve conceptualización ya se encuentra más detallada en el Capítulo II.

En la metodología cualitativa se emplearán las dos metodologías ya conocidas las cuales se basan en observación y criterio profesional. En el Trabajo de investigación se aplicará el análisis estático equivalente y el análisis espectral en el cual se analizarán las derivas en ambas metodologías y considerando el análisis modal se observará la participación de masa y los movimientos en los 3 primeros modos.

3.7.1 Metodología de Benedetti y Petrini

Este método es un análisis visual que se realiza con la opinión de profesionales, además el análisis involucra a sistemas estructurales que fueron construidas con albañilería confinada, no confinada y concreto armado. Lo primero que se debe considerar y realizar es identificar el tipo de estructuras y se procede a evaluar los 11 parámetros que determina el método.

- Organización del sistema resistente
- Calidad del sistema resistente
- Resistencia convencional
- Posición del edificio y cimentación
- Losas
- Configuración en planta
- Configuración en elevación
- Conexión entre elementos críticos
- Elementos de baja ductilidad
- Elementos no estructurales
- Estado de conservación

3.7.2 Metodología de Sistema de Puntuación del Índice de Vulnerabilidad Sísmica de Chang

El sistema de puntuación del índice de vulnerabilidad sísmica consta de 15 criterios afectados por un peso, esto dependerá de la importancia de cada parámetro en la metodología, los criterios se dividen en dos grupos, Categoría estructural y Categoría de sitio o cimentación; once criterios estructurales, tres criterios que pertenecen a la cimentación que tiene la estructura y uno criterio referente a la estabilidad del talud o del terreno mostrados así lo establece el apartado 2.6.3. La primera clasificación de los factores que proporciona este método es el factor estructural que cuenta con 11 parámetros que se deben determinar durante el análisis, estos se detallan a continuación:

- Tipo de Edificio
- Año de construcción/Usó de norma
- Irregularidad vertical
- Piso Blando
- Irregularidad Torsional
- Irregularidad en Planta
- Columnas Cortas
- Abertura en Diafragmas
- Choque - Golpeteo
- Revestimiento Pesado
- Daño Visible

La segunda clasificación de los factores que proporciona este método es el factor de cimentación o suelo que cuenta con 4 parámetros los cuales se deben determinar durante el análisis ya que se considera fundamental, estos se detallan a continuación:

- Tipo de Suelo
- Potencial Licuefacción
- Tipo de Cimentación (Para un potencial de Licuefacción alto o moderado)
- Estabilidad de Taludes

3.7.3 Metodología de Análisis NEC 2015

La NEC-SE-DS (2015) “Peligro Sísmico-Diseño Sismo Resistente”, establece las bases de diseño y análisis de una estructura, metodologías y requerimientos que se necesitan para evaluar que tan crítico es el daño. La metodología se presenta a continuación, y para realizar esta evaluación se fundamenta en la siguiente metodología para obtener el comportamiento a causa de los movimientos del terreno provistos para el diseño.

Para obtener el espectro de diseño que será ingresado el modelo matemático para el análisis dinámico

- Zonas Sísmicas (Factor Z).
- Tipo de suelo
- Coeficiente de amplificación de suelo
- Razón entre la aceleración espectral y el PGA, η

Para la determinación del periodo de la estructura es fundamental llevar a cabo la siguiente metodología:

- Coeficientes para estimar el período

También se debe identificar y determinación del sistema estructural:

- Categoría
- Coeficiente de importancia I
- Coeficientes de Regularidad

Para la determinación el análisis de fuerzas laterales equivalentes:

- Cortante basal
- Cálculo del coeficiente de respuesta sísmica
- Distribución vertical de las fuerzas sísmicas

Realizado todo lo indicado anteriormente se procede a obtener los resultados de:

- Momento torsor accidenta
- Determinación de derivas de pisos (inelásticas)

3.7.4 Metodología de Análisis ASCE 7-16

ASCE al igual que la norma ecuatorial establece que un sistema estructural adecuado se evalúa a través de un modelamiento matemático cuya metodología se presenta a continuación, y para realizar esta evaluación se fundamenta en la siguiente metodología para obtener el comportamiento a causa de los movimientos del terreno provistos para el diseño.

Para obtener el espectro de diseño que será ingresado el modelo matemático para el análisis dinámico

- Categorización del riesgo
- Factores de importancia por categoría de riesgo
- Clasificación de Sitio
- Coeficientes del sitio
- Parámetros de aceleración de respuesta espectral de MCER
- Parámetros de aceleración espectral de diseño
- Categoría de diseño

Para la determinación del periodo de la estructura es fundamental llevar a cabo la siguiente metodología:

- Coeficientes del período aproximado

Para la determinación el análisis de fuerzas laterales equivalentes se debe obtener:

- Cortante basal
- Cálculo del coeficiente de respuesta sísmica

- Distribución vertical de las fuerzas sísmicas

Realizado todo lo indicado anteriormente se procede a obtener los resultados de:

- Momento torsor accidental
- Determinación de derivas de pisos (inelásticas).

3.7.5 Modelamiento

Para realizar el modelamiento matemático se debe determinar los datos que necesita conocer los programas. La metodología que se utiliza para determinar lo mencionado anteriormente es detallada continuación.

- Obtención del periodo fundamental aproximado.
- Obtención de los espectros de diseño.
- Obtención del S_a correspondiente al periodo fundamental aproximado.
- Obtención de las cargas gravitacionales D (muerta), L (viva). Que soporta la estructura.
- Cálculo del cortante basal.
- Obtención de la distribución de la fuerza horizontal por piso.

Los modelos matemáticos que se elaborarán se llevaran a cabo considerando el programa ETABS que se aplicará en el presente proyecto, se realizan siguiendo los pasos mencionados a continuación:

- Se establece la geometría del edificio más vulnerable incluyendo en el modelo los ejes de vigas y columnas, además se asignarán apoyos empotrados a los nodos de la base del edificio y diafragmas por piso.
- Se establecen dentro del programa las cargas sísmicas calculadas y las cargas sobreimpuestas al edificio (WD y WL).
- Se determina el tipo de análisis y los patrones de cargas
- Se ejecuta y como resultado se obtiene el periodo de la estructura, desplazamientos, derivas, distribución de masa.

3.7.6 Análisis No Lineal

El método análisis estático no lineal involucra rótulas plásticas en los extremos de los elementos que conforman la estructura, esto se realiza para representar el mecanismo de falla producida por acción del incremento en las fuerzas laterales (López, Espín, y Olivares, 2017).

Para su ejecución se consideran los cortantes obtenidos mediante el análisis de fuerzas equivalentes, para ambas normas NEC 2015 y ASCE 7-16, este método proporciona la curva de capacidad y desplazamiento, la cual es de mucha importancia para conocer el comportamiento de la estructura.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS O.E. 1. INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS 81 ESTRUCTURAS MEDIANTE FEMA P-154

4.1.1 Determinación de la Región Sísmica de la Parroquia Manglaralto

La región sísmica es fundamental conocer algunos parámetros, entre ellos el tipo de suelo, el que se considerará en la parroquia Manglaralto será el suelo tipo “C” referente de la provincia de Santa Elena, debido a que no hay suficientes datos para determinar el tipo de suelo específico para el territorio parroquial.

Para la determinación de los parámetros de aceleración de respuesta espectral del MCE_R se homologarán los valores S_s y S_1 considerando lo realizado por los ingenieros García García y Chóez Franco (2019), ello igualan o asemejan el espectro de diseño de la ciudad de Santa Elena que se está considerando para el proyecto de titulación con los que se encuentran en los estados de USA.

Los ingenieros citados en el párrafo anterior indican que el sitio que se considerará una vez analizado el lugar será la ciudad de Imperial-California, los factores para la elaboración del espectro de diseño para un suelo C, se detallan a continuación:

- $F_a = 1.2$
- $F_v = 1.4$
- $S_s = 1.45$
- $S_1 = 0.7$

Una vez obtenidos los valores de $S_s = 1.45$ y $S_1 = 0.76$ se procede a identificar la región sísmica mediante la Tabla 72 y se determina que el nivel de sismicidad de la zona en estudio está clasificado como “muy alta”, escogiendo el formulario de recolección de datos adecuado. Se considera de una región sísmica muy alta debido a que la respuesta de aceleración espectral S_1 supera el máximo de esta región mientras que S_s queda cerca del mínimo valor. Se escoge el formulario correspondiente a la región sísmica del sitio, FEMA nos proporciona diferentes categorías las cuales se dividen en baja sismicidad, moderada sismicidad, moderada-alta sismicidad, alta sismicidad y muy alta sismicidad.

Tabla 72

Determinación de la Región Sísmica de la Parroquia Manglaralto

Región sísmica	Respuesta de aceleración espectral, S_s (período corto, o 0,2 segundos)	Respuesta de aceleración espectral, S_1 (período largo, o 1,0 segundo)
Baja	$S_s < 0,250g$	$S_1 < 0,10g$
Moderada	$0,250g \leq S_s < 0,50g$	$0,100g \leq S_1 < 0,200g$
Moderadamente Alta	$0,500g \leq S_s < 1,00g$	$0,200g \leq S_1 < 0,400g$
Alta	$1,000g \leq S_s < 1,50g$	$0,400g \leq S_1 < 0,600g$
Muy Alta	$S_s \geq 1,500g$	$S_1 \geq 0,600g$

Nota. g= Aceleración de la gravedad en dirección horizontal.

4.1.2 Aplicación Formulario FEMA P-154

Para realizar el reactivo análisis se realiza una investigación de la evaluación para conocer ciertos campos del formulario de recolección de datos, entre ellos está la dirección, el nombre del edificio, las coordenadas, el número de pisos, año de construcción y la información del tipo de suelo. Se recolectó la información en las comunidades antes mencionadas, mediante observación estructurada y sistematizada en el formulario FEMA-154. Además, se realizaron entrevistas a los propietarios o habitantes de las viviendas evaluadas; las cuales están ubicadas dentro del área parroquial. Se establecieron las condiciones actuales de las estructuras en las que

habitan lo que se considera como un dato adicional. La categoría del formulario que se aplica en la evaluación es sismicidad muy alta, los valores de sus modificadores son presentados en la Tabla 6 para el nivel 1 y Tabla 7 para el nivel 2.

4.1.3 Índice de Vulnerabilidad Sísmica de las Estructuras Analizadas.

Las estructuras que se analizaron el 100% de ellas están por debajo $S=2.0$ (S mínimo establecido por FEMA) que representa una probabilidad de colapso mayor, en la siguiente tabla se muestran los resultados, cada uno de los tipos de edificios tienen un límite mínimo de S_{L1} y S_{L2} , que se encuentra al final de los modificadores, las estructuras que incluso son menores que este valor se debe colocar el puntaje mínimos, que para C1, C3, RM1(FD) es 0.3 y par URM es 0.2.

Los resultados de las estructuras analizadas se encuentran en la Tabla 73, allí se aprecian los S_{L1} para el nivel 1 y el S_{L2} para el nivel dos del formulario proporcionado por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias a través del manual FEMA P-154. Los resultados que se muestran en Tabla 73 está distribuida de la siguiente manera, además las filas que presentan un asterisco (*) son las consideradas más vulnerables debido a su puntaje menor en ambos niveles, y solo una de ellas se escogió para realizar el análisis cuantitativo.

- Numero de edificación
- Nombre de la comunidad a la que pertenecen
- Nombre del edificio o Identificación de las familias que habitan allí
- Tipo del Edificio
- Puntuación Nivel 1
 - Puntaje obtenido como resultado de la intervención de los modificadores referente a las irregularidades que se presentan.
 - Puntaje límite de vulnerabilidad sísmica.
- Puntuación Nivel 2
 - Puntaje obtenido como resultado de la intervención de los modificadores referente a las irregularidades que se presentan.
 - Puntaje límite de vulnerabilidad sísmica.

Tabla 73

Resultados del análisis de vulnerabilidad de las edificaciones de la Parroquia Manglaralto.

Comuna	Nombre del Edificio	Tipo del Edificio	Puntuación Nivel 1		Puntuación Nivel 2	
			S _{L1} Calculado	FEMA S _{MIN}	S _{L2} Calculado	FEMA S _{MIN}
Barcelona	* Apolinario Torres	RM1 (FD)	0.20	0.30	-0.30	0.3
	Casa Comunal De Barcelona	C3	0.30		0.40	
	Donado Tomalá	C3	0.30		0.40	
	Orrala Pozo	C3	0.30		0.40	
	Pedro Tomalá	C3	0.30		0.40	
	Rene Orrala	C3	0.30		0.40	
	Rivera Orrala	C3	0.30		0.20	0.3
	Santiana De La A	C3	0.30		0.40	
	Sede Asociación el Paraíso	RM1 (FD)	0.20	0.30	0.40	
Sinchal	Laínez Borbor	C3	0.30		0.40	
	* Malavé Laínez	C3	0.00	0.30	0.00	0.30
	Orrala Borbor	C3	0.30		0.40	
	Pozo Baquerizo	RM1 (FD)	0.20	0.30	0.40	
	Pozo Borbor	C3	0.30		-0.30	0.30
	Pozo Quirumbay	C3	0.30		-0.70	0.30
	Rodríguez Sánchez	C3	0.30		0.20	0.30
	Rosales Borbor	C3	0.30		-0.20	0.30
	Suárez Pozo	C1	1.30		1.70	

Comuna	Nombre del Edificio	Tipo del Edificio	Puntuación Nivel 1		Puntuación Nivel 2	
			SL1 Calculado	FEMA S _{MIN}	SL2 Calculado	FEMA S _{MIN}
Valdivia	Borbor Santos	C3	0.30		0.40	
	De la Cruz Ángel	C3	0.30		-0.50	0.30
	* Espinoza Borbor	C3	0.30		-0.70	0.30
	Reyes Cruz	C3	0.30		0.40	
	Sede de Desarrollo Valdivia	C1	1.30		1.20	
	Sede Social Seguro Campesino Valdivia	C1	1.30		0.90	
San Pedro	Gonzabay Reyes	C3	0.30		-0.20	0.30
	Gonzabay Tomalá	RM1 (FD)	0.20	0.30	-0.50	0.30
	Orrala Borbor	C3	0.30		0.00	0.30
	Orrala Gonzabay	C3	0.30		-0.70	0.30
	* Rodríguez Reyes	C3	0.00	0.30	-0.70	0.30
	Sede de Desarrollo San Pedro	C1	1.30		1.00	
Libertador Bolívar	Alejandro De Laluisa	C3	0.30		0.40	
	De La Rosa	C3	0.30		-0.20	0.30
	Eusebio De La Cruz	C3	0.30		-0.70	0.30
	* Guale Laínez	C3	0.30		-0.70	0.30
	Zambrano Piguave	C2	0.30		0.40	
San Antonio	* Ángel Alejandro	C3	0.00		-0.30	0.30
	Apolinario Clemente	C3	0.30		0.40	
	Clemente Córdova	C3	0.30		0.40	
	De La Cruz Suarez	C3	0.30		-0.70	0.30

Comuna	Nombre del Edificio	Tipo del Edificio	Puntuación Nivel 1		Puntuación Nivel 2	
			S _{L1} Calculado	FEMA S _{MIN}	S _{L2} Calculado	FEMA S _{MIN}
Cadeate	Panadería Don Chico	C3	0.30		0.00	0.30
	Panadería Rosita	C3	0.30		0.00	0.30
	Roca Orrala	C3	0.30		0.20	0.30
	* Suárez Figueroa	C3	0.00	0.30	-1.20	0.30
	Suárez Yagual	C3	0.30		0.40	0.30
Río Chico	* Ramón Lenin Ibaque	RM1 (FD)	0.20	0.30	0.20	0.3
	Reyes Soriano	C3	0.30		0.40	
	Soriano Morales	C3	0.30		0.40	
	Tigrero Catuto	RM1 (FD)	0.20	0.30	0.40	
	Tigrero Laluisa	C3	0.30		0.20	0.3
Manglaralto	De La A Echaiz	C3	0.30		0.20	0.3
	* Guale De La A	C3	0.30		-0.30	0.3
	Sánchez Suárez	C3	0.30		0.40	
	Eugenio Quiroz	C3	0.30		0.40	
	Suárez Rocafuerte	URM	0.30		-0.10	0.2
Dos Mangas	* Mini Market Nuevo Estilo	C3	0.30		-0.50	0.3
	Rodríguez Guale	C3	0.30		0.40	
	Suárez De La Cruz	C3	0.30		0.40	
	Tigrero López	C3	0.30		0.40	
Montañita	Borbor González	C1	1.70		1.70	
	Clemente Rosales	C3	0.30		0.40	
	Solorzano Rodríguez	C3	0.30		-0.70	0.3

Comuna	Nombre del Edificio	Tipo del Edificio	Puntuación Nivel 1		Puntuación Nivel 2	
			S _{L1} Calculado	FEMA S _{MIN}	S _{L2} Calculado	FEMA S _{MIN}
	* Suárez Del Pezo	C3	0.30		-0.50	0.3
	Tienda El Poeta De María De La A	C3	0.20	0.30	0.20	0.3
Olón	Bacilio Reyes	RM1 (FD)	0.40		-0.10	0.3
	J. A. del Sistema Regional de Agua Potable	C3	0.30		-0.30	0.3
	Lavandería Isaac	C3	0.30		0.20	0.3
	Reyes Orrala	C3	0.30		-0.50	0.3
	* Tienda Don Máximo	C3	0.00	0.30	-0.90	0.3
San José	Figueroa Plúas	C3	0.30		0.40	
	González Tomalá	URM	0.30		0.20	
	Gutiérrez Ramírez	C3	0.90		1.10	
	* Gutiérrez Figueroa	C3	0.30		0.00	0.3
	Pozo Murillo	C3	0.60		0.10	0.3
Las Núñez	Licorería 911	C3	0.30		0.40	
	* Reyes Panchana	RM1 (FD)	0.20	0.30	0.70	
La Entrada	Guale Baque	C3	0.30		-0.30	0.3
	Guale Borbor	C3	0.30		-0.20	0.3
	Guale Pozo	C3	0.30		0.20	0.3
	Guale Parrales	C3	0.30		-0.30	0.3
	* Los Dulces de Benito	C3	0.00	0.30	-0.30	0.3
	Palma Quirumbay	C3	0.30		-0.50	0.3

Nota: (*) Estructuras más vulnerables de cada comunidad.

4.1.4 Edificios Más Vulnerables de Cada Comunidad

Teniendo en cuenta que la vulnerabilidad sísmica de una edificación es una magnitud que permite cuantificar el tipo de daño estructural que se presente en un edificio o vivienda, de igual manera muestra o refleja el modo de fallo y la capacidad de resistencia que tenga bajo unas condiciones probables de sismo. Las irregularidades verticales y en planta se vieron muy presentes en el estudio, se pueden observar los resultados mostrados en 4.13 donde se refleja un puntaje por debajo del mínimo, los edificios son muy comunes entre todos, presenta las mismas irregularidades y uno de los factores que se observó es su exposición al choque o golpete.

Los edificios que pueden llegar a tener una alta vulnerabilidad sísmica son aquellos de varios pisos que estén contruidos con mampostería no reforzada y que tiene elementos estructurales con dimensiones menores a las que establecen las normas hoy en día, como en algunos casos se presentaron. Entonces, si se entiende que las estructuras que no son compatibles con las normas actuales tienen una probabilidad más alta de presentar falla durante un sismo, cuanto más antiguo es un edificio, más vulnerable a los daños será simplemente porque fue construido bajo un código de construcción más antiguo

a) Barcelona. La edificación más vulnerable de la comuna Barcelona se encuentra detallada en la Figura 12 para el nivel 1 y en la Figura 13 para el nivel 2, es una construcción considerada C3, ya que está formada por pórticos de hormigón armado y relleno de mampostería, presenta irregularidades verticales y golpeteo potencial por lo que es más vulnerable que las demás obteniendo una probabilidad de colapso menor que el mínimo sugerido por la metodología.

b) Sinchal. De igual manera en la comuna Sinchal se encuentran edificaciones vulnerables a movimientos sísmicos, sin embargo, la estructura que tiene una probabilidad de colapso que supera a las demás se encuentra detallada en la Figura 14 y Figura 15. La vivienda es considerada como edificio FEMA tipos C3 que presenta irregularidades en elevación y en planta.

c) **Valdivia.** En las Figura 16 y Figura 17 se encuentra el análisis de la edificación más vulnerable ubicada en la comuna Valdivia, es una construcción considerada C3 porque tiene elementos estructurales de hormigón armado y relleno de mampostería con mortero, presenta irregularidades verticales y golpeteo que hacen a la estructura más vulnerable que las demás obteniendo una probabilidad de colapso fuera del mínimo sugerido por la metodología.

d) **San Pedro.** La edificación más vulnerable de la comuna San Pedro, es una construcción considerada C3, formada por pórticos de hormigón armado, relleno de mampostería y entresijos de madera, presenta irregularidades verticales (voladizos) además de golpeteo y debido a esto presenta columnas cortas, se considera irregularidad en planta a las áreas discontinuas que presenta en el edificio, lo que hacen a esta estructura más vulnerable que las demás obteniendo una probabilidad de colapso fuera del sugerido por la metodología. Su análisis con el formulario FEMA se encuentra detallada en la Figura 18 para el nivel 1 y en la Figura 19 para el nivel 2.

e) **Libertador Bolívar.** La edificación más vulnerable de la comuna Libertador Bolívar se encuentra detallada en la Figura 20 para el nivel 1 y en la Figura 21 para el nivel 2, es una construcción considerada C3 debido a que está formada por pórticos de hormigón armado y relleno de mampostería, también presenta golpeteo que perjudicaría la estructura si se presenta un sismo, además es evidente la irregularidad vertical (voladizo), y su deterioro en algunas partes de la estructura.

f) **San Antonio.** En la Comuna San Antonio también se encuentra una edificación vulnerable que se detalla en la Figura 22 para el nivel 1 y en la Figura 23 para el nivel 2, es una construcción de tipo C3 se ve expuesta a golpeteo, considerada la más vulnerable de esta localidad y presenta irregularidad vertical (Voladizo en la parte posterior de la vivienda), además de las irregularidades en planta (esquinas entrantes e irregularidad torsional).

g) **Cadeate.** La edificación más vulnerable de la comuna Cadeate se encuentra detallada en las Figura 24 y Figura 25, es una construcción de tres

pisos considerada de tipo C3 ya que está formada por pórticos de hormigón armado y relleno de mampostería, la estructura presenta irregularidad vertical con un retroceso fuera, también irregularidad en planta debido al desplazamiento fuera del plano del edificio estos quiere decir que las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano. y un desnivel que cubre toda la planta baja, lo que hacen a la estructura más vulnerable que las demás obteniendo una probabilidad de colapso que supera el mínimo sugerido por la metodología por lo que es recomendable realizar un análisis estructural para observar su comportamiento ante un evento sísmico.

h) Río Chico. La edificación más vulnerable de la comuna Río Chico se encuentra analizada en las Figura 26 y Figura 27, es una construcción considerada RM1 ya que está formada por pórticos de hormigón armado, relleno de mampostería y un entrepiso de madera (diafragma flexible), presenta irregularidades verticales que hacen a la estructura más vulnerable que las demás obteniendo una probabilidad de colapso mucha más alta que el mínimo sugerido por la metodología.

i) Manglaralto. Al igual que las demás comunidades, en Manglaralto existe una edificación más vulnerable que las demás analizadas, se encuentra detallada en la Figura 28 para el nivel 1 y en la Figura 29 para el nivel 2, es una construcción considerada C3 ya que está formada por pórticos de hormigón armado y relleno de mampostería, presenta irregularidades verticales además de verse afectada por golpeteo potencial que hacen a la estructura más vulnerable que las demás obteniendo una probabilidad de colapso fuera del mínimo sugerido por la metodología.

j) Dos Mangas. La edificación más vulnerable de la comuna Dos Mangas se detallada en las Figura 30 y Figura 31, es una construcción tipo C3 porque está formada por pórticos de hormigón armado y sus paredes son de mampostería, presenta irregularidades verticales como voladizo en la parte frontal de la vivienda y desnivel en el último tramo, estas irregularidades hacen a la estructura más vulnerable que las demás obteniendo una probabilidad de colapso alta.

k) Montanita. En las Figura 32 y Figura 33, se detalla la estructura más vulnerable de la comuna Montañita, es una construcción considerada C3 debido a que está formada por pórticos de hormigón armado y relleno de mampostería, presenta irregularidades verticales como retroceso fuera además se ve perjudicada por una estructura adyacente que acorta las columnas externas de en una dirección, obteniendo una probabilidad de colapso alta, por ende, es vulnerable.

l) Olón. La edificación más vulnerable de la comuna Olón se detallada en la Figura 34 y Figura 35 para es una construcción considerada C3, es una construcción reciente, sin embargo, presenta irregularidad vertical y en planta que hacen a la estructura más vulnerable que las demás obteniendo una probabilidad de colapso superior al mínimo sugerido por la metodología.

m) San José. En las Figura 36 y Figura 37 se detalla el análisis de la edificación más vulnerable de la comuna San José, es una construcción considerada C3, presenta irregularidad vertical en voladizo y se considera otras irregularidades debido a la falta de vigas en la segunda planta, esto hacen a la estructura más vulnerable que las demás obteniendo una probabilidad de colapso alta.

n) Las Núñez. El análisis de la edificación más vulnerable de la comuna Las Núñez se detallada en la Figura 38 para el nivel 1 y en la Figura 39 para el nivel 2, es una construcción tipo RM1, presenta irregularidad vertical en retroceso que hacen a la estructura más vulnerable que las demás analizadas.

o) La Entrada. La edificación más vulnerable de la comuna La Entrada se encuentra detallada en la Figura 40 para el nivel 1 y en la Figura 41 para el nivel 2, es una construcción de tres pisos considerada de tipo C3 ya que está formada por pórticos de hormigón armado y relleno de mampostería, la estructura presenta irregularidad vertical con un retroceso fuera y dentro con respecto al primer piso y un desnivel que cubre toda la planta baja, lo que hacen a la estructura más vulnerable que las demás obteniendo una probabilidad de colapso menor que el mínimo sugerido por la metodología.

Figura 12


Formulario de recopilación de datos de nivel 1 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Barcelona

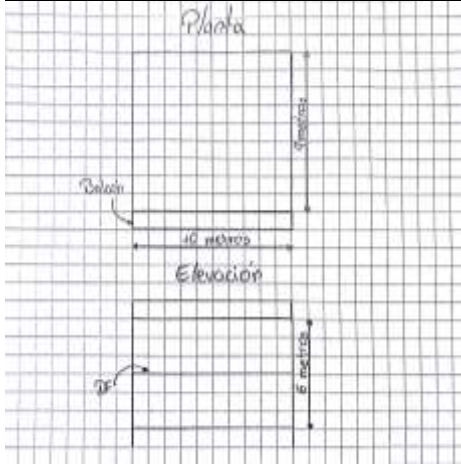
Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos

Nivel 1

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA

	Dirección : <u>Comuna Barcelona - Calle Principal 12 de Octubre</u>	
	Código Postal : <u>N. T.</u>	
Otra identificación :		
Nombre del Edificio : <u>Familia Apolinario Torres</u>		
Uso : <u>Residencia - Local</u>		
Latitud : <u>1°56'8.20"S</u>		Longitud : <u>80°41'17.45"O</u>
Ss : _____		S1 : _____
Inspector (es) : <u>Malavé Láinez Julissa Yamilex</u>		Fecha/Hora : <u>29/5/2022 - 9:00</u>
No. Pisos : <u>Sobre el suelo 2</u> <u>Bajo el suelo 0</u>		Año de construcción : <u>2002</u> <input type="checkbox"/> EST
Superficie total de piso (mt. 2) : <u>180 m²</u>		Código año : _____
Adiciones : <input type="checkbox"/> Ninguna <input checked="" type="checkbox"/> Si, Años construcción : <u>2005</u>		
Ocupación : <input type="checkbox"/> Asanbleas <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Serv. Emergencia <input type="checkbox"/> Histórico <input type="checkbox"/> Albergue		
<input type="checkbox"/> Industria <input type="checkbox"/> Oficina <input type="checkbox"/> Educación <input type="checkbox"/> Gobierno		
<input type="checkbox"/> Unidad Almacen <input checked="" type="checkbox"/> <u>Unid. Residencias:</u> <u>1</u>		
Tipo de suelo : <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> DNK		
Roca Dura Roca Débil Suelo Denso Suelo Duro Suelo Blando Suelo Pobre Si DNK, asumir tipo D		



Riesgo Geológico :	Licuefacción : <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> DNK	Deslizamiento : <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> DNK	Superficie de Ruptura : <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> DNK
Adyacencia :	<input checked="" type="checkbox"/> Golpes <input type="checkbox"/> Peligro Caída del Edificio Adyacente		
Irregularidades :	<input checked="" type="checkbox"/> Elevación (tipo/severidad) <u>Retroceso fuera del plano (severo)</u>		
	<input type="checkbox"/> Planta (Tipo)		
Peligros de Caída :	<input type="checkbox"/> Chimeneas sin soporte lateral <input type="checkbox"/> Apéndices		
Extreiores :	<input checked="" type="checkbox"/> Parapetos <input type="checkbox"/> Revest. Pesado o de chapa de madera pesada		
	<input type="checkbox"/> Otros : _____		
Comentarios : <u>Estructura con entrepiso de madera (diafragma flexible) por lo tanto es considerado edificio FEMA RM1</u>			

<input type="checkbox"/> Dibujos o comentarios adicionales en una página aparte			

NOTA BASE, MODIFICADORES, Y ÚLTIMA PUNTUACIÓN NIVEL 1, S _{L1}																		
TIPO DE EDIFICIO FEMA	No se Sabe	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCS W)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URMI NF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Puntaje Básico		2.10	1.90	1.80	1.50	1.40	1.60	1.40	1.20	1.00	1.20	0.90	1.10	1.00	1.10	1.10	0.90	1.10
Irregularidad Vertical Grave, V _{L1}		-0.90	-0.90	-0.90	-0.80	-0.70	-0.80	-0.70	-0.70	-0.70	-0.80	-0.60	-0.70	-0.70	-0.70	-0.70	-0.60	NA
Irregularidad Vertical Moderada, V _{L1}		-0.60	-0.50	-0.50	-0.40	-0.40	-0.50	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA
Irregularidad en Planta, P _{L1}		-0.70	-0.70	-0.60	-0.50	-0.50	-0.60	-0.40	-0.40	-0.40	-0.50	-0.30	-0.50	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA
Pre-Código		-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.20	-0.30	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	0.00
Posterior-Marca Base		1.90	1.90	2.00	1.00	1.10	1.10	1.50	NA	1.40	1.70	NA	1.50	1.70	1.60	1.60	NA	0.50
Suelo Tipo A o B		0.50	0.50	0.40	0.30	0.30	0.40	0.80	0.20	0.20	0.30	0.10	0.30	0.20	0.30	0.30	0.10	0.10
Suelo Tipo E (1-3 Pisos)		0.00	-0.20	-0.40	-0.30	-0.20	-0.20	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	-0.10
Suelo Tipo E (>3 Pisos)		-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	-0.30	NA	-0.30	-0.10	-0.10	-0.30	-0.10	NA	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	NA
Puntaje Mínimo, S _{MIN}		0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20	0.30	0.30	0.20	1.00

PUNTAJE FINAL 1, S_{L1} ≥ S_{MIN} S_{L1} = 1.10 - 0.70 - 0.20 = **0.20** ; S_{MIN} = 0.30

<p>GRADO DE REVISIÓN</p> <p>Exterior : <input checked="" type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Todos los lados <input type="checkbox"/> Aéreo</p> <p>Interior : <input type="checkbox"/> Ninguno <input checked="" type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Completo</p> <p>Planos revisados : <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No</p> <p>Fuente del tipo de suelo : <u>Docentes de la UPSE</u></p> <p>Fuente de Peligro Geológico : _____</p> <p>Persona de contacto : <u>Sra. Torres</u></p> <p>NIVEL 2 DE ESCANEADO REALIZADO ?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Sí; Puntaje final Nivel 2, S_{L2} <u>0.30</u> <input type="checkbox"/> No</p> <p>Peligros no estructurales? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No</p>	<p>OTROS RIESGOS</p> <p>¿Hay peligro que ameritan una evaluación estructural detallada?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Golpeo potencial (a menos que S_{L1} < limite, si es conocido)</p> <p><input type="checkbox"/> Riesgo de caída de edificios adyacentes más altos</p> <p><input type="checkbox"/> Riesgo geológico o Tipo de suelo F</p> <p><input type="checkbox"/> Daño significativo / deterioro del sistema estructural</p>	<p>ACCIÓN REQUERIDA</p> <p>¿Requiere evaluación estructural detallada ?</p> <p><input type="checkbox"/> Si, tipo de edificación FEMA desconocido u otro edificio</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Si, puntaje menor que el limite</p> <p><input type="checkbox"/> Si, otros peligros presentes</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p>¿Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque una)</p> <p><input type="checkbox"/> Si, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada</p> <p><input type="checkbox"/> No, no se identifican peligros no estructurales <input type="checkbox"/> DNK</p>
--	---	--

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

Legenda : MRF = Pórtico resistente a momento RC = Hormigón armado URM INF = Relleno de mampostería no reforzada MH = Vivienda prefabricada FD = Diafragma flexible
BR = Marco arriostrado SW = Muro de cortante TU = Inclinado hacia arriba LM = Metal ligero RD = Diafragma rígido

Figura 13

Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Barcelona

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos

Nivel 2

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA

Recopilación de datos de nivel 2 opcional a cargo de un profesional de la ingeniería civil o estructural, un arquitecto o un estudiante de posgrado con experiencia en evaluación sísmica o diseño de edificios.

Nombre del edificio:	Familia Apolinario Torres	Puntaje Final De Nivel 1:	$S_{11} = 0.20$	(no considerar SMIN)
Inspector:	Malavé Lañez Julissa Yamilex	Modificadores de Irreg. de Nivel 1:	Irregularidad vertical, $V_{12} = -0.70$	Irregularidad en Planta, $P_{12} = 0.00$
Fecha/Hora:	29/5/2022 - 9:00	PUNTAJE BASE AJUSTADO:	$S' = (S_{11} - V_{12} - P_{12}) = 0.90$	

MODIFICADORES ESTRUCTURALES PARA AGREGAR A LA PUNTUACIÓN DE BASE AJUSTADA				
Tema	Enunciado (Si la declaración es verdadera, marcar con visto el modificador "SI"; de lo contrario no marcar el modificador.)	Si	Subtotales	
Irregularidad Vertical, V_{12}	Sitio Inclinado	Edificio W1: Hay al menos un piso completo con cambio de pendiente del suelo de un lado del edificio al otro.	-0.9	$V_{12} = -0.7$ (Limite -0.9)
		Edificio que no es W1: Hay al menos piso completo con cambio de nivel de un lado del edificio al otro.	-0.2	
	Piso débil y/o blando (circle one maximum)	Edificio W1 muro atrofiado: Es visible a través del espacio de revisión un muro corto sin refuerzo.	-0.5	
		Casa W1 sobre el garaje: Debajo de un piso ocupado, hay un garaje abierto sin un marco resistente al momento de acero, y hay menos de 20cm de pared en la misma línea (para varios pisos ocupados arriba, use 40cm de pared como mínimo).	-0.9	
		Edificio W1A abierto frontalmente: Hay aberturas en la planta baja (como un parqueadero) que supera al menos el 50 % de la longitud del edificio.	-0.9	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso es menor al 50 % de la del piso superior, o la altura de cualquier piso es mayor a 2,0 veces la altura del piso superior.	-0.7	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso está entre el 50 % y el 75 % del piso superior o la altura de cualquier piso está entre 1,3 y 2,0 veces mayor a la altura del piso superior.	-0.4	
	Entrada	Los elementos verticales del sistema lateral situados en un piso superior están fuera de la borda de los del piso inferior, lo que hace que el diafragma se mueva en voladizo en el desplazamiento.	-0.7	
		Los elementos verticales del sistema lateral en los pisos superiores están dentro de los de los pisos inferiores.	-0.4	
		Hay un desplazamiento en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.	-0.2	
	Columna / Pilar Corto	C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20 % de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columnas en el sistema lateral tienen relaciones altura/profundidad menor al 50 % de la relación altura/profundidad nominal en ese nivel.	-0.4	
		C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La altura de la columna (o el ancho del pilar) es menor que la mitad de la altura del antepecho, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0.4	
De dos niveles	Hay un desnivel en uno de los niveles de los pisos o en el techo.	-0.4		
Otra Irregularidad	Hay otra grave irregularidad vertical observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.7		
	Hay otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.	-0.4		
Irregularidad en planta, P_{12}	Irregularidad torsional: el sistema lateral no parece relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad de frente abierto W1A mencionada anteriormente.)	-0.5	$P_{12} = 0.0$ (Limite -0.7)	
	Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.	-0.2		
	Esquina reentrante: Ambas proyecciones desde una esquina interior superan el 25% de la dimensión total del plano en esa dirección.	-0.2		
	Apertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con un ancho superior al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.	-0.2		
	Desplazamiento fuera del plano del edificio C1, C2: las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano.	-0.2		
Otra irregularidad: Existe otra irregularidad observable en planta que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.5			
Redundancia	El edificio tiene al menos dos tramos de elementos laterales a cada lado del edificio en cada dirección.	0.2	$M = -0.5$	
Golpeteo	El edificio está separado de una estructura adyacente por menos del 1% de la altura del edificio más corto y la estructura adyacente y:	(Limite en la suma de modificadores de puntaje en -0.9)		
	Los pisos no se alinean verticalmente dentro de los 0.61 m.	-0.7		
	Un edificio es 2 o más pisos más alto que el otro.	-0.7		
	El edificio está al final de la manzana.	-0.4		
Edificio S2	La geometría de arriostamiento en "K" es visible.	-0.7		
Edificio C1	La placa plana sirve como viga en el marco de momento.	-0.3		
Edificio PC1/RM1	Hay amarres de techo a pared que son visibles o conocidos por los dibujos que no se basan en la flexión transversal. (No combinar con post-benchmark o modificador de actualización).	0.2		
Edificio PC1/RM1	El edificio tiene paredes interiores de altura completa muy juntas (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).	-0.2		
URM	Los muros a dos aguas están presentes.	-0.3		
MH	Hay un sistema de arriostamiento sísmico suplementario provisto entre el carro y el suelo.	-0.5		
Adecuación	La modernización sísmica integral es visible o se conoce a partir de los planos.	+2		
PUNTAJE FINAL NIVEL 2, $S_{12} = (S' + V_{12} + P_{12} + M) \geq S_{MIN}$: $0.90 - 0.7 + 0.0 - 0.5 = -0.30$; $S_{MIN} = 0.30$ (Transferir al formulario de Nivel 1)				
Hay daño o deterioro observable u otra condición que afecta negativamente el desempeño sísmico del edificio.: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> En caso afirmativo, describa la condición en el cuadro de comentarios a continuación e indique en el formulario de Nivel 1 que se requiere una evaluación detallada independientemente del puntaje del edificio.				

PELIGROS NO ESTRUCTURALES OBSERVABLES				
Ubicación	Enunciado (Marcar "Si" o "No")	Si	No	Comentario
Exterior	Hay un parapeto de mampostería no reforzada no arriostada o chimenea de mampostería no reforzada no arriostada.	X		
	Hay un revestimiento pesado o un enchapado pesado.		X	
	Hay una marquesina pesada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales que parece no tener el apoyo adecuado.		X	
	Hay un apéndice de mampostería no reforzada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales.		X	
	Hay un letrero en el edificio que indica que hay materiales peligrosos presentes.		X	
	Hay un edificio adyacente más alto con una pared URM no anclada o un parapeto o chimenea URM sin refuerzos.		X	
Interior	Otro peligro de caída exterior no estructural observado:		X	
	Hay tabiques huecos de teja de barro o ladrillo en cualquier escalera o pasillo de salida.		X	
	Otro peligro de caída no estructural interior observado:		X	
Desempeño sísmico no estructural estimado (Marque la casilla correspondiente y transfírela a las conclusiones del formulario de Nivel 1)				
<input type="checkbox"/>	Posibles peligros no estructurales con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes	→	Se recomienda una evaluación no estructural detallada	
<input type="checkbox"/>	Peligros no estructurales identificados con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes	→	Pero no se requiere una evaluación no estructural detallada	
<input type="checkbox"/>	Amenaza de riesgo no estructural baja o nula para la seguridad de la vida de los ocupantes	→	No se requiere una evaluación no estructural detallada	
Comentarios:	Estructura no cuenta con planos			

Figura 14


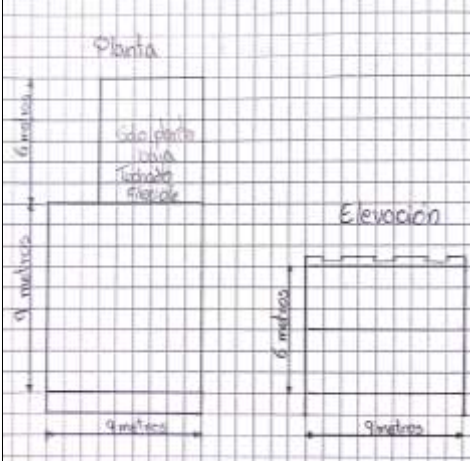
Formulario de recopilación de datos de nivel 1 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Sinchal

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos

Nivel 1

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA

Dirección: Comuna Sinchal - Barrio San Pablito - Av. Tomás Ventura Domínguez
 Código Postal: _____
 Otra identificación: _____
 Nombre del Edificio: Familia Malavé Láinez
 Uso: Residencia
 Latitud: 1°56'19.43"S Longitud: 80°41'49.99"O
 Ss: _____ S1: _____
 Inspector (es): Malavé Láinez Juiissa Yamilex Fecha/Hora: 30/5/2022 - 12:00
 No. Pisos: Sobre el suelo: 2 Bajo el suelo: 0 Año de construcción: 1998 EST
 Superficie total de piso (mt. 2): 207 m2 Código año: _____
 Adiciones: Ninguna Sí, Años construcción: 2013 - 2017

Ocupación: Asambleas Comercial Serv. Emergencia Histórico Albergue
 Industria Oficina Educación Gobierno
 Utilidad Almacén Unid. Residencias I

Tipo de suelo: A B C D E F DNK
 Roca Roca Suelo Suelo Suelo Suelo Si DNK, asumir tipo
 Dura Débil Denso Duro Blando Pobre D

Riesgo Geológico: Licuefacción: Si No DNK
 Deslizamiento: Si No DNK
 Superficie de Ruptura: Si No DNK

Adyacencia: Golpes Peligro Caída del Edificio Adyacente
 Irregularidades: Elevación (tipo/severidad) Retroceso fuera del plano (severo)
 Planta (Tipo) Esquina entrante
 Peligros de Caída: Chimeneas sin soporte lateral Apéndices
 Parapetos Revest. Pesado o de chapa de madera pesada
 Exteriores: Otros: _____

Comentarios: _____

 Dibujos o comentarios adicionales en una página aparte

NOTA BASE, MODIFICADORES, Y ÚLTIMA PUNTUACIÓN NIVEL 1, S_{L1}

TIPO DE EDIFICIO FEMA	No se Sabe		W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCS (URM W))	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM NF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Puntaje Básico			2.10	1.90	1.80	1.50	1.40	1.60	1.40	1.20	1.00	1.20	0.90	1.10	1.00	1.10	1.10	0.90	1.10
Irregularidad Vertical Grave, V _{L1}			-0.90	-0.90	-0.90	-0.80	-0.70	-0.80	-0.70	-0.70	-0.70	-0.80	-0.60	-0.70	-0.70	-0.70	-0.70	-0.60	NA
Irregularidad Vertical Moderada, V _{L1}			-0.60	-0.50	-0.50	-0.40	-0.40	-0.40	-0.50	-0.40	-0.30	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA
Irregularidad en Planta, P _{L1}			-0.70	-0.70	-0.60	-0.50	-0.50	-0.60	-0.40	-0.40	-0.40	-0.50	-0.30	-0.50	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA
Pre-Código			-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.20	-0.30	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	0.00
Posterior-Marca Base			1.90	1.90	2.00	1.00	1.10	1.10	1.50	NA	1.40	1.70	NA	1.50	1.70	1.60	1.60	NA	0.50
Suelo Tipo A o B			0.50	0.50	0.40	0.30	0.30	0.40	0.80	0.20	0.20	0.30	0.10	0.30	0.20	0.30	0.30	0.10	0.10
Suelo Tipo E (1-3 Pisos)			0.00	-0.20	-0.40	-0.30	-0.20	-0.20	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	-0.10
Suelo Tipo E (>3 Pisos)			-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	-0.30	NA	-0.30	-0.10	-0.10	-0.30	-0.10	NA	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	NA
Puntaje Mínimo, S _{MN}			0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20	0.30	0.30	0.20	1.00
PUNTAJE FINAL 1, S_{L1} ≥ S_{MN}			S_{L1} = 0.90 -0.60 -0.30 0.00 = 0.00 S_{MN} = 0.30																

GRADO DE REVISIÓN

Exterior: Parcial Todos los lados Aéreo
 Interior: Ninguno Visible Completo
 Planos revisados: Sí No
 Fuente del tipo de suelo: Docente - UPSE
 Fuente de Peligro Geológico: _____
 Persona de contacto: Sr. Manuel Malvé

NIVEL 2 DE ESCANEADO REALIZADO ?
 Sí; Puntaje final Nivel 2, S_{L2} **0.30** No
 Peligros no estructurales? Sí No

OTROS RIESGOS

¿Hay peligro que ameritan una evaluación estructural detallada?

Golpeo potencial (a menos que S_{L2} < límite, si es conocido)
 Riesgo de caída de edificios adyacentes más altos
 Riesgo geológico o Tipo de suelo F
 Daño significativo / deterioro del sistema estructural

ACCIÓN REQUERIDA

¿Requiere evaluación estructural detallada ?

Sí, tipo de edificación FEMA desconocido u otro edificio
 Sí, puntaje menor que el límite
 Sí, otros peligros presentes
 No

¿Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque una)

Sí, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados
 No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada
 No, no se identifican peligros no estructurales DNK

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

Legenda: MRF = Pórtico resistente a momentos RC = Hormigón armado URM INF = Relleno de mampostería no reforzada MH = Vivienda prefabricada FD = Diafragma flexible
 BR = Marco arriostrado SW = Muro de cortante TU = Inclinado hacia arriba LM = Metal ligero RD = Diafragma rígido

Figura 15

Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Sinchal

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos

Nivel 2

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA

Recopilación de datos de nivel 2 opcional a cargo de un profesional de la ingeniería civil o estructural, un arquitecto o un estudiante de posgrado con experiencia en evaluación sísmica o diseño de edificios.

Nombre del edificio:	Familia Malavé Láinez	Puntaje Final De Nivel 1:	$S_{11} = 0.00$	(no considerar SMN)
Inspector:	Malavé Láinez Juliisa Yarniex	Modificadores de Irreg. de Nivel 1:	Irregularidad vertical, $V_{12} = -0.60$	Irregularidad en Planta, $P_{12} = -0.30$
Fecha/Hora:	30/5/2022 - 12:00	PUNTAJE BASE AJUSTADO:	$S' = (S_{11} - V_{12} - P_{12}) = 0.90$	

MODIFICADORES ESTRUCTURALES PARA AGREGAR A LA PUNTUACIÓN DE BASE AJUSTADA								
Tema	Enunciado (Si la declaración es verdadera, marcar con visto el modificador "Si"; de lo contrario no marcar el modificador.)	Si	No	Subtotales				
Irregularidad Vertical, V_{12}	Sitio Inclinado	Edificio W1: Hay al menos un piso completo con cambio de pendiente del suelo de un lado del edificio al otro.	-0.9					
		Edificio que no es W1: Hay al menos piso completo con cambio de nivel de un lado del edificio al otro.	-0.2					
	Piso débil y/o blando (circle one maximum)	Edificio W1 muro atrofiado: Es visible a través del espacio de revisión un muro corto sin refuerzo.	-0.5					
		Casa W1 sobre el garaje: Debajo de un piso ocupado, hay un garaje abierto sin un marco resistente al momento de acero, y hay menos de 20cm de pared en la misma línea (para varios pisos ocupados arriba, use 40cm de pared como mínimo).	-0.9					
		Edificio W1A abierto frontalmente: Hay aberturas en la planta baja (como un parqueadero) que supera al menos el 50 % de la longitud del edificio.	-0.9					
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso es menor al 50 % de la del piso superior, o la altura de cualquier piso es mayor a 2,0 veces la altura del piso superior.	-0.7					
	Entrada	Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso está entre el 50 % y el 75 % del piso superior o la altura de cualquier piso está entre 1,3 y 2,0 veces mayor a la altura del piso superior.	-0.4					
		Los elementos verticales del sistema lateral situados en un piso superior están fuera de la borda de los del piso inferior, lo que hace que el diafragma se mueva en voladizo en el desplazamiento.	-0.7					
		Los elementos verticales del sistema lateral en los pisos superiores están dentro de los de los pisos inferiores.	-0.4					
	Columna / Pilar Corto	Hay un desplazamiento en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.	-0.2					
		C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20 % de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columnas en el sistema lateral tienen relaciones altura/profundidad menor al 50 % de la relación altura/profundidad nominal en ese nivel.	-0.4					
		C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La altura de la columna (o el ancho del pilar) es menor que la mitad de la altura del antepecho, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0.4					
De dos niveles		Hay un desnivel en uno de los niveles de los pisos o en el techo.	-0.4					
Otra Irregularidad	Hay otra grave irregularidad vertical observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.7						
	Hay otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.	-0.4						
Irregularidad en planta, P_{12}	Irregularidad torsional: el sistema lateral no parece relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad de frente abierto W1A mencionada anteriormente.)	-0.5						
	Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.	-0.2						
	Esquina reentrante: Ambas proyecciones desde una esquina interior superan el 25% de la dimensión total del plano en esa dirección.	-0.2						
	Apertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con un ancho superior al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.	-0.2						
	Desplazamiento fuera del plano del edificio C1, C2: las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano.	-0.2						
Redundancia	Otra irregularidad: Existe otra irregularidad observable en planta que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.5						
Golpeteo	El edificio tiene al menos dos tramos de elementos laterales a cada lado del edificio en cada dirección.	0.2						
	El edificio está separado de una estructura adyacente por menos del 1% de la altura del edificio más corto y la estructura adyacente y:							
	Los pisos no se alinean verticalmente dentro de los 0.61 m.	(Limite en la suma de modificadores de puntaje en -0,9)	-0.7					
	Un edificio es 2 o más pisos más alto que el otro.	-0.7						
Edificio S2	El edificio está al final de la manzana.	-0.4						
Edificio C1	La geometría de arriostramiento en "K" es visible.	-0.7						
Edificio PC1/RM1	La placa plana sirve como viga en el marco de momento.	-0.3						
Edificio PC1/RM1	Hay amarres de techo a pared que son visibles o conocidos por los dibujos que no se basan en la flexión transversal. (No combinar con post-benchmark o modificador de actualización).	0.2						
URM	El edificio tiene paredes interiores de altura completa muy juntas (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).	0.2						
MH	Los muros a dos aguas están presentes.	-0.3						
Adecuación	Hay un sistema de arriostramiento sísmico suplementario provisto entre el carro y el suelo.	0.3						
	La modernización sísmica integral es visible o se conoce a partir de los planos.	1.2						
PUNTAJE FINAL NIVEL 2, $S_{12} = (S' + V_{12} + P_{12} + M) \geq S_{MIN}$:		0.90	-0.9	-0.2	0.2	= 0.00	$S_{MIN} = 0.30$	(Transferir al formulario de Nivel 1)
Hay daño o deterioro observable u otra condición que afecta negativamente el desempeño sísmico del edificio:				Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
En caso afirmativo, describa la condición en el cuadro de comentarios a continuación e indique en el formulario de Nivel 1 que se requiere una evaluación detallada independientemente del puntaje del edificio.								

PELIGROS NO ESTRUCTURALES OBSERVABLES					
Ubicación	Enunciado (Marcar "Si" o "No")	Si	No	Comentario	
Exterior	Hay un parapeto de mampostería no reforzada no arriostrada o chimenea de mampostería no reforzada no arriostrada.	X			
	Hay un revestimiento pesado o un enchapado pesado.		X		
	Hay una marquesina pesada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales que parece no tener el apoyo adecuado.		X		
	Hay un apéndice de mampostería no reforzada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales.		X		
	Hay un letrero en el edificio que indica que hay materiales peligrosos presentes.		X		
	Hay un edificio adyacente más alto con una pared URM no anclada o un parapeto o chimenea URM sin refuerzos.		X		
	Otro peligro de caída exterior no estructural observado:		X		
Interior	Hay tabiques huecos de teja de barro o ladrillo en cualquier escalera o pasillo de salida.		X		
	Otro peligro de caída no estructural interior observado:		X		
Desempeño sísmico no estructural estimado (Marque la casilla correspondiente y transfírela a las conclusiones del formulario de Nivel 1)					
<input type="checkbox"/>	Posibles peligros no estructurales con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes	→	Se recomienda una evaluación no estructural detallada		
<input type="checkbox"/>	Peligros no estructurales identificados con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes	→	Pero no se requiere una evaluación no estructural detallada		
<input type="checkbox"/>	Amenaza de riesgo no estructural baja o nula para la seguridad de la vida de los ocupantes	→	No se requiere una evaluación no estructural detallada		
Comentarios:	Estructura no cuenta con planos				

Figura 16


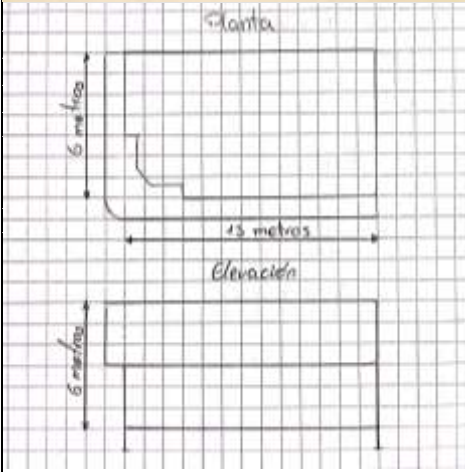
Formulario de recopilación de datos de nivel 1 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Valdivia

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos

Nivel 1

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA

	Dirección: <u>Comuna Valdivia - Calle Mariano Merchan</u> Código Postal: _____ Otra identificación: _____ Nombre del Edificio: <u>Familia Espinoza Borbor</u> Uso: <u>Residencia</u> Latitud: <u>1°56'28.51"S</u> Longitud: <u>80°43'32.21"O</u> Ss: _____ S1: _____ Inspector (es): <u>Malavé Láinez Julissa Yamilex</u> Fecha/Hora: <u>01/6/2022 - 10:00</u>																	
	No. Pisos: <u>Sobre el suelo 2</u> <u>Bajo el suelo 0</u> Año de construcción: <u>2002</u> <input type="checkbox"/> EST Superficie total de piso (m ²): <u>135 m²</u> Código año: _____ Adiciones: <input checked="" type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Si, Años construcción: <u>2021</u>																	
Ocupación: <input type="checkbox"/> Asanbleas <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Serv. Emergencia <input type="checkbox"/> Histórico <input type="checkbox"/> Albergue <input type="checkbox"/> Industria <input type="checkbox"/> Oficina <input type="checkbox"/> Educación <input type="checkbox"/> Gobierno <input type="checkbox"/> Utilidad <input type="checkbox"/> Almacén <input checked="" type="checkbox"/> <u>Unid. Residencias</u> <input type="checkbox"/> I																		
Tipo de suelo: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input checked="" type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> DNK Roca Roca Suelo Suelo Suelo Suelo Si DNK, asumir tipo Dura Débil Denso Duro Blando Pobre D																		
	Riesgo Geológico: Licuefacción: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> DNK Deslizamiento: <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> DNK Superficie de Ruptura: <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> DNK																	
	Adyacencia: <input checked="" type="checkbox"/> Golpes <input type="checkbox"/> Peligro Caída del Edificio Adyacente Irregularidades: <input checked="" type="checkbox"/> Elevación (tipo/severidad) <input type="checkbox"/> Retroceso fuera del plano (severo) <input type="checkbox"/> Planta (Tipo) Peligros de Caída: <input type="checkbox"/> Chimeneas sin soporte lateral <input type="checkbox"/> Apéndices <input checked="" type="checkbox"/> Parapetos <input type="checkbox"/> Revest. Pesado o de chapa de madera pesada Exteriores: <input type="checkbox"/> Otros: _____																	
Comentarios: _____ _____ _____ <input type="checkbox"/> Dibujos o comentarios adicionales en una página aparte																		
NOTA BASE, MODIFICADORES, Y ÚLTIMA PUNTUACIÓN NIVEL 1, S _{L1}																		
TIPO DE EDIFICIO FEMA	No se Sabe	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCS W)	S5 (URMI INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URMI NF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Puntaje Básico		2.10	1.90	1.80	1.50	1.40	1.60	1.40	1.20	1.00	1.20	0.90	1.10	1.00	1.10	1.10	0.90	1.10
Irregularidad Vertical Grave, V _{L1}		-0.90	-0.90	-0.90	-0.80	-0.70	-0.80	-0.70	-0.70	-0.70	-0.80	-0.60	-0.70	-0.70	-0.70	-0.70	-0.60	NA
Irregularidad Vertical Moderada, V _{L1}		-0.60	-0.50	-0.50	-0.40	-0.40	-0.50	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA
Irregularidad en Planta, P _{L1}		-0.70	-0.70	-0.60	-0.50	-0.50	-0.60	-0.40	-0.40	-0.40	-0.50	-0.30	-0.50	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA
Pre-Código		-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.20	-0.30	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	0.00
Posterior-Marca Base		1.90	1.90	2.00	1.00	1.10	1.10	1.50	NA	1.40	1.70	NA	1.50	1.70	1.60	1.60	NA	0.50
Suelo Tipo A o B		0.50	0.50	0.40	0.30	0.30	0.40	0.80	0.20	0.20	0.30	0.10	0.30	0.20	0.30	0.30	0.10	0.10
Suelo Tipo E (1-3 Pisos)		0.00	-0.20	-0.40	-0.30	-0.20	-0.20	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	-0.10
Suelo Tipo E (>3 Pisos)		-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	-0.30	NA	-0.30	-0.10	-0.10	-0.30	-0.10	NA	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	NA
Puntaje Mínimo, S _{MIN}		0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20	0.30	0.30	0.20	1.00
PUNTAJE FINAL 1, S _{L1} ≥ S _{MIN}		$S_{L1} = 0.90 - 0.60 - 0.00 = 0.30$																
GRADO DE REVISIÓN		OTROS RIESGOS							ACCIÓN REQUERIDA									
Exterior: <input type="checkbox"/> Parcial <input checked="" type="checkbox"/> Todos los lados <input type="checkbox"/> Aéreo Interior: <input type="checkbox"/> Ninguno <input checked="" type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Completo Planos revisados: <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No Fuente del tipo de suelo: <u>Docentes - UPSE</u> Fuente de Peligro Geológico: _____ Persona de contacto: <u>Sra. Carmen Borbor</u>		¿Hay peligro que ameritan una evaluación estructural detallada? <input checked="" type="checkbox"/> Golpeo potencial (a menos que S _{L2} < límite, si es conocido) <input type="checkbox"/> Riesgo de caída de edificios adyacentes más altos <input type="checkbox"/> Riesgo geológico o Tipo de suelo F <input type="checkbox"/> Daño significativo/ deterioro del sistema estructural							¿Requiere evaluación estructural detallada? <input type="checkbox"/> Si, tipo de edificación FEMA desconocido u otro edificio <input checked="" type="checkbox"/> Si, puntaje menor que el límite <input checked="" type="checkbox"/> Si, otros peligros presentes <input type="checkbox"/> No ¿Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque una) <input type="checkbox"/> Si, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados <input checked="" type="checkbox"/> No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada <input type="checkbox"/> No, no se identifican peligros no estructurales <input type="checkbox"/> DNK									
NIVEL 2 DE ESCANEADO REALIZADO? <input checked="" type="checkbox"/> Sí; Puntaje final Nivel 2, S _{L2} <u>0.30</u> <input type="checkbox"/> No Peligros no estructurales? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No																		
Cuando los datos no pueden ser verificados, el inspector deberá anotar lo siguiente: EST = estimado o dato no fiable O DNK = No Sabe																		

Leyenda: MRF = Pórtico resistente a momento RC = Hormigón armado URM INF = Relleno de mampostería no reforzada MH = Vivienda prefabricada FD = Diafragma flexible
 BR = Marco arriostrado SW = Muro de cortante TU = Inclinado hacia arriba LM = Metal ligero RD = Diafragma rígido

Figura 17

Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Valdivia

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos

Nivel 1

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA

Recopilación de datos de nivel 2 opcional a cargo de un profesional de la ingeniería civil o estructural, un arquitecto o un estudiante de posgrado con experiencia en evaluación sísmica o diseño de edificios.

Nombre del edificio:	Familia Espinoza Borbor	Puntaje Final De Nivel 1:	$S_{11} = 0.30$	(no considerar S _{MIN})
Inspector:	Malavé Lainez Julissa Yamilex	Modificadores de Irreg. de Nivel 1:	Irregularidad vertical, $V_{12} = -0.60$	Irregularidad en Planta, $P_{12} = 0.00$
Fecha/Hora:	01/6/2022 - 10:00	PUNTAJE BASE AJUSTADO:	$S' = (S_{11} - V_{12} - P_{12}) = 0.90$	

MODIFICADORES ESTRUCTURALES PARA AGREGAR A LA PUNTUACIÓN DE BASE AJUSTADA				
Tema	Enunciado (Si la declaración es verdadera, marcar con visto el modificador "Si"; de lo contrario no marcar el modificador.)	Si	No	Subtotales
Irregularidad Vertical, V_{12}	Sitio Inclinado	Edificio W1: Hay al menos un piso completo con cambio de pendiente del suelo de un lado del edificio al otro.	-0.9	
		Edificio que no es W1: Hay al menos piso completo con cambio de nivel de un lado del edificio al otro.	-0.2	
	Piso débil y/o blando (circle one maximum)	Edificio W1 muro atrofiado: Es visible a través del espacio de revisión un muro corto sin refuerzo.	-0.5	
		Casa W1 sobre el garaje: Debajo de un piso ocupado, hay un garaje abierto sin un marco resistente al momento de acero, y hay menos de 20cm de pared en la misma línea (para varios pisos ocupados arriba, use 40cm de pared como mínimo).	-0.9	
		Edificio W1A abierto frontalmente: Hay aberturas en la planta baja (como un parqueadero) que supera al menos el 50 % de la longitud del edificio.	-0.9	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso es menor al 50 % de la del piso superior, o la altura de cualquier piso es mayor a 2,0 veces la altura del piso superior.	-0.7	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso está entre el 50 % y el 75 % del piso superior o la altura de cualquier piso está entre 1,3 y 2,0 veces mayor a la altura del piso superior.	-0.4	
	Entrada	Los elementos verticales del sistema lateral situados en un piso superior están fuera de la borda de los del piso inferior, lo que hace que el diafragma se mueva en voladizo en el desplazamiento.	-0.7	
		Los elementos verticales del sistema lateral en los pisos superiores están dentro de los de los pisos inferiores.	-0.4	
		Hay un desplazamiento en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.	-0.2	
	Columna / Pilar Corto	C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20 % de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columnas en el sistema lateral tienen relaciones altura/profundidad menor al 50 % de la relación altura/profundidad nominal en ese nivel.	-0.4	
		C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La altura de la columna (o el ancho del pilar) es menor que la mitad de la altura del antepecho, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0.4	
De dos niveles	Hay un desnivel en uno de los niveles de los pisos o en el techo.	-0.4		
Otra Irregularidad	Hay otra grave irregularidad vertical observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.7		
	Hay otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.	-0.4		
				$V_{12} -0.9$ (Limite -0.9)
Irregularidad en planta, P_{12}	Irregularidad torsional: el sistema lateral no parece relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad de frente abierto W1A mencionada anteriormente.)	-0.5		
	Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.	-0.2		
	Esquina reentrante: Ambas proyecciones desde una esquina interior superan el 25% de la dimensión total del plano en esa dirección.	-0.2		
	Apertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con un ancho superior al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.	-0.2		
	Desplazamiento fuera del plano del edificio C1, C2: las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano.	-0.2		
	Otra irregularidad: Existe otra irregularidad observable en planta que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.5		
				$P_{12} 0.0$ (Limite -0.7)
Redundancia	El edificio tiene al menos dos tramos de elementos laterales a cada lado del edificio en cada dirección.	0.2		
Golpeteo	El edificio está separado de una estructura adyacente por menos del 1% de la altura del edificio más corto y la estructura adyacente y:			
	Los pisos no se alinean verticalmente dentro de los 0.61 m.	(Limite en la suma de modificadores de puntaje en -0.9)	-0.7	
	Un edificio es 2 o más pisos más alto que el otro.		-0.7	
	El edificio está al final de la manzana.		-0.4	
Edificio S2	La geometría de arriostramiento en "K" es visible.	-0.7		
Edificio C1	La placa plana sirve como viga en el marco de momento.	-0.3		
Edificio PC1/RM1	Hay amarres de techo a pared que son visibles o conocidos por los dibujos que no se basan en la flexión transversal. (No combinar con post-benchmark o modificador de actualización).	0.2		
Edificio PC1/RM1	El edificio tiene paredes interiores de altura completa muy juntas (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).	-0.2		
URM	Los muros a dos aguas están presentes.	-0.3		
MH	Hay un sistema de arriostramiento sísmico suplementario provisto entre el carro y el suelo.	-0.5		
Adecuación	La modernización sísmica integral es visible o se conoce a partir de los planos.	-1.2		
PUNTAJE FINAL NIVEL 2, $S_{12} = (S' + V_{12} + P_{12} + M) \geq S_{MIN}$: 0.90 -0.9 0.0 -0.7 = -0.70 ; $S_{MIN}=0.30$ (Transferir al formulario de Nivel 1)				
Hay daño o deterioro observable u otra condición que afecta negativamente el desempeño sísmico del edificio: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>				
En caso afirmativo, describa la condición en el cuadro de comentarios a continuación e indique en el formulario de Nivel 1 que se requiere una evaluación detallada independientemente del puntaje del edificio.				

PELIGROS NO ESTRUCTURALES OBSERVABLES				
Ubicación	Enunciado (Marcar "Si" o "No")	Si	No	Comentario
Exterior	Hay un parapeto de mampostería no reforzada no arriostrada o chimenea de mampostería no reforzada no arriostrada.	X		
	Hay un revestimiento pesado o un enchapado pesado.		X	
	Hay una marquesina pesada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales que parece no tener el apoyo adecuado.		X	
	Hay un apéndice de mampostería no reforzada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales.		X	
	Hay un letrero en el edificio que indica que hay materiales peligrosos presentes.		X	
	Hay un edificio adyacente más alto con una pared URM no anclada o un parapeto o chimenea URM sin refuerzos.		X	
Interior	Otro peligro de caída exterior no estructural observado:		X	
	Hay tabiques huecos de teja de barro o ladrillo en cualquier escalera o pasillo de salida.		X	
	Otro peligro de caída no estructural interior observado:		X	
Desempeño sísmico no estructural estimado (Marque la casilla correspondiente y transfírela a las conclusiones del formulario de Nivel 1)				
<input type="checkbox"/>	Posibles peligros no estructurales con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes	→	Se recomienda una evaluación no estructural detallada	
<input type="checkbox"/>	Peligros no estructurales identificados con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes	→	Pero no se requiere una evaluación no estructural detallada	
<input type="checkbox"/>	Amenaza de riesgo no estructural baja o nula para la seguridad de la vida de los ocupantes	→	No se requiere una evaluación no estructural detallada	
Comentarios :	Estructura no cuenta con planos			

Figura 18


Formulario de recopilación de datos de nivel 1 completado del edificio más vulnerable de la Comuna San Pedro

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos

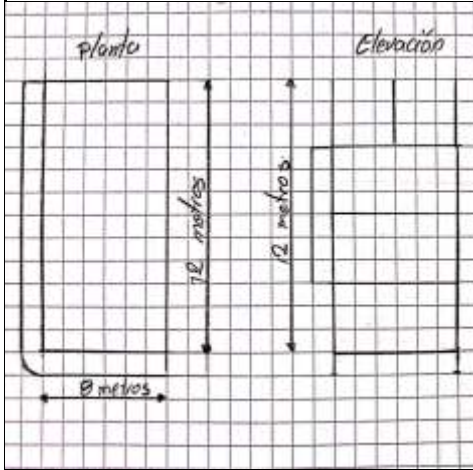
Nivel 1

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA



Dirección: San Pedro - Barrio Unión y Progreso - Calle 9 de Octubre
 Código Postal: _____
 Otra identificación: _____
 Nombre del Edificio: Familia Rodríguez Reyes
 Uso: Residencia
 Latitud: 1°56'38.63"S Longitud: 80°43'34.33"O
 Ss: _____ S1: _____
 Inspector (es): Malavé Láinez Julissa Yamilex Fecha/Hora: 2/6/2022 - 9:00
 No. Pisos: Sobre el suelo 3 Bajo el suelo 0 Año de construcción: 2014 EST
 Superficie total de piso (mt. 2): 410 m² Código año: _____
 Adiciones: Ninguna Si, Años construcción: 2016 - 2018 - 2019 - 2021
 Ocupación: Asanbleas Comercial Serv. Emergencia Histórico Albergue
 Industria Oficina Educación Gobierno
 Utilidad Almacén Unid. Residencias: 1



Tipo de suelo: A B C D E F DNK
 Roca Roca Suelo Suelo Suelo Suelo Suelo Si DNK,
 Dura Débil Denso Duro Blando Pobre asumir tipo D

Riesgo Geológico: Licuefacción: Si No DNK
 Deslizamiento: Si No DNK
 Superficie de Ruptura: Si No DNK

Adyacencia: Golpes Peligro Caída del Edificio Adyacente
 Irregularidades: Elevación (tipo/severidad) En comentarios
 Planta (Tipo) Áreas diferentes
 Chimeneas sin soporte lateral Apéndices
 Parapetos Revest. Pesado o de chapa de madera pesada
 Extreiros: Otros: _____

Comentarios: Irregularidades Verticales Retroceso fuera del plano (severo)
Columna corta (severo)
Irregularidad en planta, áreas diferentes en algunos pisos

Dibujos o comentarios adicionales en una página aparte

NOTA BASE, MODIFICADORES, Y ÚLTIMA PUNTUACIÓN NIVEL 1, S_{L1}

TIPO DE EDIFICIO FEMA	No se Sabe	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCS W)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URMIN F)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Puntaje Básico		2.10	1.90	1.80	1.50	1.40	1.60	1.40	1.20	1.00	1.20	0.90	1.10	1.00	1.10	1.10	0.90	1.10
Irregularidad Vertical Grave, V _{LI}		-0.90	-0.90	-0.90	-0.80	-0.70	-0.80	-0.70	-0.70	-0.80	-0.80	-0.60	-0.70	-0.70	-0.70	-0.70	-0.60	NA
Irregularidad Vertical Moderada, V _{MI}		-0.60	-0.50	-0.50	-0.40	-0.40	-0.50	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA
Irregularidad en Planta, P _{LI}		-0.70	-0.70	-0.60	-0.50	-0.50	-0.60	-0.40	-0.40	-0.40	-0.50	-0.30	-0.50	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA
Pre-Código		-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.20	-0.30	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	0.00
Posterior-Marca Base		1.90	1.90	2.00	1.00	1.10	1.10	1.50	NA	1.40	1.70	NA	1.50	1.70	1.60	1.60	NA	0.50
Suelo Tipo A o B		0.50	0.50	0.40	0.30	0.30	0.40	0.80	0.20	0.20	0.30	0.10	0.30	0.20	0.30	0.30	0.10	0.10
Suelo Tipo E (1-3 Pisos)		0.00	-0.20	-0.40	-0.30	-0.20	-0.20	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	-0.10
Suelo Tipo E (>3 Pisos)		-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	-0.30	NA	-0.30	-0.10	-0.10	-0.30	-0.10	NA	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	NA
Puntaje Mínimo, S _{MN}		0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20	0.30	0.30	0.20	1.00

PUNTAJE FINAL 1, S_{L1} ≥ S_{MN} S_{L1} = 0.90 -0.60 -0.30 = **0.00** ; S_{MN} **0.30**

GRADO DE REVISIÓN
 Exterior: Parcial Todos los lados Aéreo
 Interior: Ninguno Visible Completo
 Planos revisados: Si No
 Fuente del tipo de suelo: Docente - UPSE
 Fuente de Peligro Geológico: _____
 Persona de contacto: Sr. Victor Rodríguez

OTROS RIESGOS
 ¿Hay peligro que ameritan una evaluación estructural detallada?
 Golpeo potencial (a menos que S₁₂ < límite, si es conocido)
 Riesgo de caída de edificios adyacentes más altos
 Riesgo geológico o Tipo de suelo F
 Daño significativo / deterioro del sistema estructural

ACCIÓN REQUERIDA
 ¿Requiere evaluación estructural detallada?
 Si, tipo de edificación FEMA desconocido u otro edificio
 Si, puntaje menor que el límite
 Si, otros peligros presentes
 No
 ¿Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque un)
 Si, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados
 No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada
 No, no se identifican peligros no estructurales DNK

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

Legenda: MRF = Pórtico resistente a momento RC = Hormigón armado URM INF = Relleno de mampostería no reforzada MH = Vivienda prefabricada FD = Diafragma flexible
 BR = Marco arriostrado SW = Muro de cortante TU = Inclinado hacia arriba LM = Metal ligero RD = Diafragma rígido

Figura 19

Formulario de Recopilación de Datos de Nivel 2 Completado del Edificio Más Vulnerable de la Comuna San Pedro

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos

Nivel 2

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA

Recopilación de datos de nivel 2 opcional a cargo de un profesional de la ingeniería civil o estructural, un arquitecto o un estudiante de posgrado con experiencia en evaluación sísmica o diseño de edificios.

Nombre del edificio:	Famila Prodiguez Reyes	Puntaje Final De Nivel 1:	$S_{11} = 0.00$	(no considerar S _{MIN})
Inspector:	Malavé Lainez Júlissa Yamiléx	Modificadores de IRreg. de Nivel 1:	Irregularidad vertical, $V_{12} = -0.60$	Irregularidad en Planta, $P_{12} = -0.30$
Fecha/Hora:	2/6/2022 - 9:00	PUNTAJE BASE AJUSTADO:	$S' = (S_{11} - V_{12} - P_{12}) = 0.90$	

MODIFICADORES ESTRUCTURALES PARA AGREGAR A LA PUNTUACIÓN DE BASE AJUSTADA				
Tema	Enunciado (Si la declaración es verdadera, marcar con visto el modificador "Sf"; de lo contrario no marcar el modificador.)	Si	Subtotales	
Irregularidad Vertical, V_{12}	Sitio Inclinado	Edificio W1: Hay al menos un piso completo con cambio de pendiente del suelo de un lado del edificio al otro.	-0.9	$V_{12} -0.9$ (Limite -0.9)
	Piso débil y/o blando (circle one maximum)	Edificio que no es W1: Hay al menos piso completo con cambio de nivel de un lado del edificio al otro.	-0.2	
		Edificio W1 muro atrofiado: Es visible a través del espacio de revisión un muro corto sin refuerzo.	-0.5	
		Casa W1 sobre el garaje: Debajo de un piso ocupado, hay un garaje abierto sin un marco resistente al momento de acero, y hay menos de 20cm de pared en la misma línea (para varios pisos ocupados arriba, use 40cm de pared como mínimo).	-0.9	
		Edificio W1A abierto frontalmente: Hay aberturas en la planta baja (como un parqueadero) que supera al menos el 50 % de la longitud del edificio.	-0.9	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso es menor al 50 % de la del piso superior, o la altura de cualquier piso es mayor a 2,0 veces la altura del piso superior.	-0.7	
	Entrada	Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso está entre el 50 % y el 75 % del piso superior o la altura de cualquier piso está entre 1,3 y 2,0 veces mayor a la altura del piso superior.	-0.4	
		Los elementos verticales del sistema lateral situados en un piso superior están fuera de la borda de los del piso inferior, lo que hace que el diafragma se mueva en voladizo en el desplazamiento.	-0.7	
		Los elementos verticales del sistema lateral en los pisos superiores están dentro de los de los pisos inferiores.	-0.4	
	Columna / Pilar Corto	Hay un desplazamiento en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.	-0.2	
		C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20 % de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columnas en el sistema lateral tienen relaciones altura/profundidad menor al 50 % de la relación altura/profundidad nominal en ese nivel.	-0.4	
	De dos niveles	C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La altura de la columna (o el ancho del pilar) es menor que la mitad de la altura del antepecho, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0.4	
Hay un desnivel en uno de los niveles de los pisos o en el techo.		-0.4		
Otra Irregularidad	Hay otra grave irregularidad vertical observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.7		
	Hay otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.	-0.4		
Irregularidad en planta, P_{12}	Irregularidad torsional: el sistema lateral no parece relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad de frente abierto W1A mencionada anteriormente.)	-0.5	$P_{12} -0.5$ (Limite -0.7)	
	Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.	-0.2		
	Esquina reentrante: Ambas proyecciones desde una esquina interior superan el 25% de la dimensión total del plano en esa dirección.	-0.2		
	Apertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con un ancho superior al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.	-0.2		
	Desplazamiento fuera del plano del edificio C1, C2: las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano.	-0.2		
	Otra irregularidad: Existe otra irregularidad observable en planta que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.5		
Redundancia	El edificio tiene al menos dos tramos de elementos laterales a cada lado del edificio en cada dirección.	0.2		
Golpeteo	El edificio está separado de una estructura adyacente por menos del 1% de la altura del edificio más corto y la estructura adyacente y:	(Limite en la suma de modificadores de puntaje en -0.9)	-0.7	
	Los pisos no se alinean verticalmente dentro de los 0.61 m.		-0.7	
	Un edificio es 2 o más pisos más alto que el otro.		-0.4	
Edificio S2	El edificio está al final de la manzana.		-0.4	
Edificio C1	La geometría de arriostamiento en "K" es visible.		-0.7	
Edificio C1	La placa plana sirve como viga en el marco de momento.		-0.5	
Edificio PC1/RM1	Hay amarres de techo a pared que son visibles o conocidos por los dibujos que no se basan en la flexión transversal. (No combinar con post-benchmark o modificador de actualización).		0.2	
Edificio PC1/RM1	El edificio tiene paredes interiores de altura completa muy juntas (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).		-0.2	
URM	Los muros a dos aguas están presentes.		-0.5	
MH	Hay un sistema de arriostamiento sísmico suplementario provisto entre el carro y el suelo.		-0.5	
Adecuación	La modernización sísmica integral es visible o se conoce a partir de los planos.		+2	
PUNTAJE FINAL NIVEL 2, $S_{12} = (S' + V_{12} + P_{12} + M) \geq S_{MIN}$: $0.90 -0.9 -0.5 -0.7 = -1.20$; $S_{MIN}=0.30$ (Transferir al formulario de Nivel 1)				
Hay daño o deterioro observable u otra condición que afecta negativamente el desempeño sísmico del edificio. Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>				
En caso afirmativo, describa la condición en el cuadro de comentarios a continuación e indique en el formulario de Nivel 1 que se requiere una evaluación detallada independientemente del puntaje del edificio.				

PELIGROS NO ESTRUCTURALES OBSERVABLES				
Ubicación	Enunciado (Marcar "Si" o "No")	Si	No	Comentario
Exterior	Hay un parapeto de mampostería no reforzada no arriestrada o chimenea de mampostería no reforzada no arriestrada.		X	
	Hay un revestimiento pesado o un enchapado pesado.		X	
	Hay una marquesina pesada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales que parece no tener el apoyo adecuado.		X	
	Hay un apéndice de mampostería no reforzada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales.		X	
	Hay un letrero en el edificio que indica que hay materiales peligrosos presentes.		X	
	Hay un edificio adyacente más alto con una pared URM no anclada o un parapeto o chimenea URM sin refuerzos.		X	
	Otro peligro de caída exterior no estructural observado:			X
Interior	Hay tabiques huecos de teja de barro o ladrillo en cualquier escalera o pasillo de salida.		X	
	Otro peligro de caída no estructural interior observado:			X
Desempeño sísmico no estructural estimado (Marque la casilla correspondiente y transfírela a las conclusiones del formulario de Nivel 1)				
<input type="checkbox"/>	Posibles peligros no estructurales con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes	→	Se recomienda una evaluación no estructural detallada	
<input type="checkbox"/>	Peligros no estructurales identificados con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes	→	Pero no se requiere una evaluación no estructural detallada	
<input type="checkbox"/>	Amenaza de riesgo no estructural baja o nula para la seguridad de la vida de los ocupantes	→	No se requiere una evaluación no estructural detallada	
Comentarios:	Edificio no cuenta con planos Irregularidad en planta; áreas diferentes en algunos pisos			

Figura 20


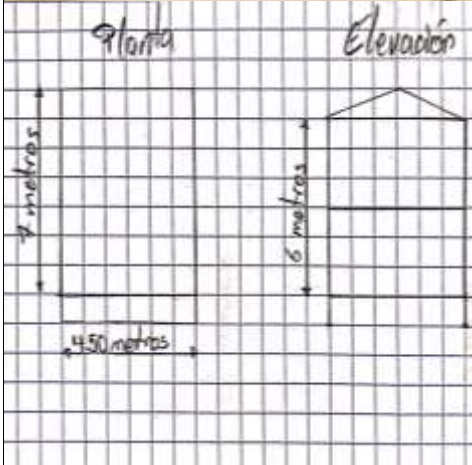
Formulario de recopilación de datos de nivel 1 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Simón Bolívar

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos

Nivel 1

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA

	Dirección: <u>Libertador Bolívar - Calle Simón Yaguel</u> Código Postal: _____ Otra identificación: _____ Nombre del Edificio: <u>Familia Guale Láinez</u> Uso: <u>Residencia</u> Latitud: <u>1°52'54.35"S</u> Longitud: <u>80°44'3.52"O</u> Ss: _____ S1: _____ Inspector (es): <u>Malavé Láinez Julissa Yamilex</u> Fecha/Hora: <u>3/6/2022 - 10:00</u>																	
	No. Pisos: <u>Sobre el suelo 2</u> <u>Bajo el suelo 0</u> Año de construcción: <u>1996</u> <input type="checkbox"/> EST Superficie total de piso (mt. 2): <u>67.5 m²</u> Código año: _____ Adiciones: <input type="checkbox"/> Ninguna <input checked="" type="checkbox"/> Si, Años construcción: <u>2001</u>																	
Ocupación: <input type="checkbox"/> Asanbleas <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Serv. Emergencia <input type="checkbox"/> Histórico <input type="checkbox"/> Albergue <input type="checkbox"/> Industria <input type="checkbox"/> Oficina <input type="checkbox"/> Educación <input type="checkbox"/> Gobierno <input type="checkbox"/> Utilidad <input type="checkbox"/> Almacen <input checked="" type="checkbox"/> Unid. Residencias <u>1</u>	Tipo de suelo: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input checked="" type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> DNK Roca Dura Roca Débil Suelo Denso Suelo Duro Suelo Blando Suelo Pobre Si DNK, asumir tipo D																	
	Riesgo Geológico: Licuefacción: <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> DNK Deslizamiento: <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> DNK Superficie de Ruptura: <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> DNK Advacencia: <input checked="" type="checkbox"/> Golpes <input type="checkbox"/> Peligro Caída del Edificio Adyacente Irregularidades: <input checked="" type="checkbox"/> Elevación (tipo/severidad) <u>Retroceso fuera del plano (severo)</u> <input type="checkbox"/> Planta (Tipo) _____ Peligros de Caída: <input type="checkbox"/> Chimeneas sin soporte lateral <input type="checkbox"/> Apéndices <input type="checkbox"/> Parapetos <input type="checkbox"/> Revest. Pesado o de chapa de madera pesada Exteriores: <input checked="" type="checkbox"/> Otros: _____																	
Comentarios: _____ _____ _____ _____ <input type="checkbox"/> Dibujos o comentarios adicionales en una página aparte																		
NOTA BASE, MODIFICADORES, Y ÚLTIMA PUNTUACIÓN NIVEL 1, S _{L1}																		
TIPO DE EDIFICIO FEMA	No se Sabe	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCS W)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URMI NF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Puntaje Básico		2.10	1.90	1.80	1.50	1.40	1.60	1.40	1.20	1.00	1.20	0.90	1.10	1.00	1.10	1.10	0.90	1.10
Irregularidad Vertical Grave, V _{L1}		-0.90	-0.90	-0.90	-0.80	-0.70	-0.80	-0.70	-0.70	-0.80	-0.70	-0.60	-0.70	-0.70	-0.70	-0.70	-0.60	NA
Irregularidad Vertical Moderada, V _{L1}		-0.60	-0.50	-0.50	-0.40	-0.40	-0.50	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA
Irregularidad en Planta, P _{L1}		-0.70	-0.70	-0.60	-0.50	-0.50	-0.60	-0.40	-0.40	-0.40	-0.50	-0.30	-0.50	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA
Pre-Código		-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.20	-0.30	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	0.00
Posterior-Marca Base		1.90	1.90	2.00	1.00	1.10	1.10	1.50	NA	1.40	1.70	NA	1.50	1.70	1.60	1.60	NA	0.50
Suelo Tipo A o B		0.50	0.50	0.40	0.30	0.30	0.40	0.80	0.20	0.20	0.30	0.10	0.30	0.20	0.30	0.30	0.10	0.10
Suelo Tipo E (1-3 Pisos)		0.00	-0.20	-0.40	-0.30	-0.20	-0.20	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	-0.10
Suelo Tipo E (>3 Pisos)		-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	-0.30	NA	-0.30	-0.10	-0.10	-0.30	-0.10	NA	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	NA
Puntaje Mínimo, S _{MN}		0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20	0.30	0.30	0.20	1.00
PUNTAJE FINAL 1, S _{L1} ≥ S _{MN}		S _{L1} = 0.90 -0.60 0.00 = 0.30																
GRADO DE REVISIÓN Exterior: <input type="checkbox"/> Parcial <input checked="" type="checkbox"/> Todos los lados <input type="checkbox"/> Aéreo Interior: <input type="checkbox"/> Ninguno <input checked="" type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Completo Planos revisados: <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No Fuente del tipo de suelo: <u>Docente-UPSE</u> Fuente de Peligro Geológico: _____ Persona de contacto: <u>Sra. Isabel Guale</u>		OTROS RIESGOS ¿Hay peligro que ameritan una evaluación estructural detallada? <input type="checkbox"/> Golpeo potencial (a menos que S _{L2} < límite, si es conocido) <input type="checkbox"/> Riesgo de caída de edificios adyacentes más altos <input type="checkbox"/> Riesgo geológico o Tipo de suelo F <input checked="" type="checkbox"/> Daño significativo / deterioro del sistema estructural					ACCIÓN REQUERIDA ¿Requiere evaluación estructural detallada? <input type="checkbox"/> Si, tipo de edificación FEMA desconocido u otro edificio <input checked="" type="checkbox"/> Si, puntaje menor que el límite <input checked="" type="checkbox"/> Si, otros peligros presentes <input type="checkbox"/> No ¿Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque una) <input type="checkbox"/> Si, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada <input checked="" type="checkbox"/> No, no se identifican peligros no estructurales <input type="checkbox"/> DNK											
Cuando los datos no pueden ser verificados, el inspector deberá anotar lo siguiente: EST = estimado o dato no fiable O DNK = No Sabe																		

Legenda: MRF = Pórtico resistente a momento RC = Hormigón armado URM INF = Relleno de mampostería no reforzada MH = Vivienda prefabricada FD = Diafragma flexible
 BR = Marco arriostrado SW = Muro de cortante TU = Inclinado hacia arriba LM = Metal ligero RD = Diafragma rígido

Figura 21

Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Simón Bolívar

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos

Nivel 2

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA

Recopilación de datos de nivel 2 opcional a cargo de un profesional de la ingeniería civil o estructural, un arquitecto o un estudiante de posgrado con experiencia en evaluación sísmica o diseño de edificios.

Nombre del edificio:	Familia Guale Láinez	Puntaje Final De Nivel 1:	$S_{11} = 0.30$	(no considerar SMIN)
Inspector:	Malavé Láinez Julissa Yamilex	Modificadores de Irreg. de Nivel 1:	Irregularidad vertical, $V_{12} = -0.60$	Irregularidad en Planta, $P_{12} = 0.00$
Fecha/Hora:	3/6/2022 - 10:00	PUNTAJE BASE AJUSTADO:	$S' = (S_{11} - V_{12} - P_{12}) = 0.90$	

MODIFICADORES ESTRUCTURALES PARA AGREGAR A LA PUNTUACIÓN DE BASE AJUSTADA				
Tema	Enunciado (Si la declaración es verdadera, marcar con visto el modificador "SI"; de lo contrario no marcar el modificador.)	SI	Subtotales	
Irregularidad Vertical, V_{12}	Sitio Inclinado	Edificio W1: Hay al menos un piso completo con cambio de pendiente del suelo de un lado del edificio al otro.	-0.9	$V_{12} -0.9$ (Limite -0.9)
		Edificio que no es W1: Hay al menos piso completo con cambio de nivel de un lado del edificio al otro.	-0.2	
		Edificio W1 muro atrofiado: Es visible a través del espacio de revisión un muro corto sin refuerzo.	-0.5	
	Piso débil y/o blando (circle one maximum)	Casa W1 sobre el garaje: Debajo de un piso ocupado, hay un garaje abierto sin un marco resistente al momento de acero, y hay menos de 20cm de pared en la misma línea (para varios pisos ocupados arriba, use 40cm de pared como mínimo).	-0.9	
		Edificio W1A abierto frontalmente: Hay aberturas en la planta baja (como un parqueadero) que supera al menos el 50 % de la longitud del edificio.	-0.9	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso es menor al 50 % de la del piso superior, o la altura de cualquier piso es mayor a 2,0 veces la altura del piso superior.	-0.7	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso está entre el 50 % y el 75 % del piso superior o la altura de cualquier piso está entre 1,3 y 2,0 veces mayor a la altura del piso superior.	-0.4	
	Entrada	Los elementos verticales del sistema lateral situados en un piso superior están fuera de la borda de los del piso inferior, lo que hace que el diafragma se mueva en voladizo en el desplazamiento.	-0.7	
		Los elementos verticales del sistema lateral en los pisos superiores están dentro de los de los pisos inferiores.	-0.4	
	Columna / Pilar Corto	Hay un desplazamiento en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.	-0.2	
		C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20 % de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columnas en el sistema lateral tienen relaciones altura/profundidad menor al 50 % de la relación altura/profundidad nominal en ese nivel.	-0.4	
		C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La altura de la columna (o el ancho del pilar) es menor que la mitad de la altura del antepecho, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0.4	
De dos niveles	Hay un desnivel en uno de los niveles de los pisos o en el techo.	-0.4		
Otra Irregularidad	Hay otra grave irregularidad vertical observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.7		
	Hay otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.	-0.4		
Irregularidad en planta, P_{12}	Irregularidad torsional: el sistema lateral no parece relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluye la irregularidad de frente abierto W1A mencionada anteriormente.)	-0.5	$P_{12} 0.0$ (Limite -0.7)	
	Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.	-0.2		
	Esquina reentrante: Ambas proyecciones desde una esquina interior superan el 25% de la dimensión total del plano en esa dirección.	-0.2		
	Apertura del diafragma: Hay una apertura en el diafragma con un ancho superior al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.	-0.2		
	Desplazamiento fuera del plano del edificio C1, C2: las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano.	-0.2		
	Otra irregularidad: Existe otra irregularidad observable en planta que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.5		
Redundancia	El edificio tiene al menos dos tramos de elementos laterales a cada lado del edificio en cada dirección.	0.2		
Golpeteo	El edificio está separado de una estructura adyacente por menos del 1% de la altura del edificio más corto y la estructura adyacente y:			
	Los pisos no se alinean verticalmente dentro de los 0.61 m.	Limite en la suma de modificadores de puntaje en -0.9	-0.7	
	Un edificio es 2 o más pisos más alto que el otro.		-0.7	
	El edificio está al final de la manzana.		-0.4	
Edificio S2	La geometría de arriostramiento en "K" es visible.		-0.7	
Edificio C1	La placa plana sirve como viga en el marco de momento.		-0.5	
Edificio PC1/RM1	Hay amarres de techo a pared que son visibles o conocidos por los dibujos que no se basan en la flexión transversal. (No combinar con post-benchmark o modificador de actualización).		0.2	
Edificio PC1/RM1	El edificio tiene paredes interiores de altura completa muy juntas (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).		0.2	
URM	Los muros a dos aguas están presentes.		-0.3	
MH	Hay un sistema de arriostramiento sísmico suplementario provisto entre el carro y el suelo.		-0.5	
Adecuación	La modernización sísmica integral es visible o se conoce a partir de los planos.		-1.2	
PUNTAJE FINAL NIVEL 2, $S_{12} = (S' + V_{12} + P_{12} + M) \geq S_{MIN}$: $0.90 -0.9 0.0 -0.7 = -0.70$; $S_{MIN}=0.30$ (Transferir al formulario de Nivel 1)				
Hay daño o deterioro observable u otra condición que afecta negativamente el desempeño sísmico del edificio.: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>				
En caso afirmativo, describa la condición en el cuadro de comentarios a continuación e indique en el formulario de Nivel 1 que se requiere una evaluación detallada independientemente del puntaje del edificio.				


PELIGROS NO ESTRUCTURALES OBSERVABLES				
Ubicación	Enunciado (Marcar "Si" o "No")	SI	No	Comentario
Exterior	Hay un parapeto de mampostería no reforzada no arriostrada o chimenea de mampostería no reforzada no arriostrada.	X		
	Hay un revestimiento pesado o un enchapado pesado.		X	
	Hay una marquesina pesada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales que parece no tener el apoyo adecuado.		X	
	Hay un apéndice de mampostería no reforzada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales.		X	
	Hay un letrero en el edificio que indica que hay materiales peligrosos presentes.		X	
	Hay un edificio adyacente más alto con una pared URM no anclada o un parapeto o chimenea URM sin refuerzos.		X	
Interior	Otro peligro de caída exterior no estructural observado:		X	
	Hay tabiques huecos de teja de barro o ladrillo en cualquier escalera o pasillo de salida.		X	
	Otro peligro de caída no estructural interior observado:		X	
Desempeño sísmico no estructural estimado (Marque la casilla correspondiente y transfírela a las conclusiones del formulario de Nivel 1)				
<input type="checkbox"/>	Posibles peligros no estructurales con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes	→	Se recomienda una evaluación no estructural detallada	
<input type="checkbox"/>	Peligros no estructurales identificados con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes	→	Pero no se requiere una evaluación no estructural detallada	
<input type="checkbox"/>	Amenaza de riesgo no estructural baja o nula para la seguridad de la vida de los ocupantes	→	No se requiere una evaluación no estructural detallada	
Comentarios:	Estructura no cuenta con planos			

Figura 22

Formulario de recopilación de datos de nivel 1 completado del edificio más vulnerable de la Comuna San Antonio

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA



Dirección: San Antonio - Calle 12 de Junio
 Código Postal: _____
 Otra identificación: _____
 Nombre del Edificio: Familia Angel Alejandro
 Uso: Residencia
 Latitud: 1°52'30.99"S Longitud: 80°44'9.85"O
 Ss: _____ S1: _____
 Inspector (es): Malavé Láinez Juissa Yamilex Fecha/Hora: 6/6/2022 - 10:00
 No. Pisos: Sobre el suelo 2 Bajo el suelo 0 Año de construcción: 2008 EST
 Superficie total de piso (mt. 2): 324 m² Código año: _____
 Adiciones: Ninguna Si, Años construcción: 2012 - 2022

Ocupación: Asanbleas Comercial Serv. Emergencia Histórico Albergue
 Industria Oficina Educación Gobierno
 Utilidad Almacen Unid. Residencias: 2

Tipo de suelo: A B C D E F DNK
 Roca Roca Suelo Suelo Suelo Suelo Si DNK, asumir tipo Dura Débil Denso Duro Blando Pobre D

Riesgo Geológico: Licuefacción: Si No DNK
 Deslizamiento: Si No DNK
 Superficie de Ruptura: Si No DNK

Adyacencia: Golpes Peligro Caída del Edificio Adyacente
 Irregularidades: Elevación (tipo/severidad) Retrceso fuera del plano (severo)
 Planta (Tipo) Esquinas entrantes - Irregularidad Torsional
 Peligros de Caída: Chimeneas sin soporte lateral Apéndices
 Parapetos Revest. Pesado o de chapa de madera pesada
 Exteriores: Otros: _____

Comentarios: _____

 Dibujos o comentarios adicionales en una página aparte

NOTA BASE, MODIFICADORES, Y ULTIMA PUNTUACIÓN NIVEL 1, S_{L1}

TIPO DE EDIFICIO FEMA	No se Sabe	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCS W)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM NF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Puntaje Básico		2.10	1.90	1.80	1.50	1.40	1.60	1.40	1.20	1.00	1.20	0.90	1.10	1.00	1.10	1.10	0.90	1.10
Irregularidad Vertical Grave, V _{L1}		-0.90	-0.90	-0.90	-0.80	-0.70	-0.80	-0.70	-0.70	-0.70	-0.80	-0.60	-0.70	-0.70	-0.70	-0.70	-0.60	NA
Irregularidad Vertical Moderada, V _{L1}		-0.60	-0.50	-0.50	-0.40	-0.40	-0.50	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA
Irregularidad en Planta, P _{L1}		-0.70	-0.70	-0.60	-0.50	-0.60	-0.60	-0.40	-0.40	-0.40	-0.50	-0.30	-0.50	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA
Pre-Código		-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.20	-0.30	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	0.00
Posterior-Marca Base		1.90	1.90	2.00	1.00	1.10	1.10	1.50	NA	1.40	1.70	NA	1.50	1.70	1.60	1.60	NA	0.50
Suelo Tipo A o B		0.50	0.50	0.40	0.30	0.30	0.40	0.80	0.20	0.20	0.30	0.10	0.30	0.20	0.30	0.30	0.10	0.10
Suelo Tipo E (1-3 Pisos)		0.00	-0.20	-0.40	-0.30	-0.20	-0.20	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	-0.10
Suelo Tipo E (>3 Pisos)		-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	-0.30	NA	-0.30	-0.10	-0.10	-0.30	-0.10	NA	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	NA
Puntaje Mínimo, S _{MN}		0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20	0.30	0.30	0.20	1.00

PUNTAJE FINAL 1, S_{L1} ≥ S_{MN} S_{L1} = 0.90 -0.60 -0.30 0.00 = **0.00** ; S_{MN} **0.30**

GRADO DE REVISIÓN	OTROS RIESGOS	ACCIÓN REQUERIDA
Exterior: <input type="checkbox"/> Parcial <input checked="" type="checkbox"/> Todos los lados <input type="checkbox"/> Aéreo Interior: <input type="checkbox"/> Ninguno <input checked="" type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Completo Planos revisados: <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Sí Fuente del tipo de suelo: <u>Docentes - UPSE</u> Fuente de Peligro Geológico: _____ Persona de contacto: <u>Sr. Alfredo Ángel</u>	¿Hay peligro que ameritan una evaluación estructural detallada? <input checked="" type="checkbox"/> Golpeo potencial (a menos que S _{L2} < límite, si es conocido) <input type="checkbox"/> Riesgo de caída de edificios adyacentes más altos <input type="checkbox"/> Riesgo geológico o Tipo de suelo F <input type="checkbox"/> Daño significativo / deterioro del sistema estructural	¿Requiere evaluación estructural detallada? <input type="checkbox"/> Si, tipo de edificación FEMA desconocido u otro edificio <input checked="" type="checkbox"/> Si, puntaje menor que el límite <input checked="" type="checkbox"/> Si, otros peligros presentes <input type="checkbox"/> No ¿Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque una) <input type="checkbox"/> Si, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada <input checked="" type="checkbox"/> No, no se identifican peligros no estructurales <input type="checkbox"/> DNK
NIVEL 2 DE ESCANEADO REALIZADO ? <input checked="" type="checkbox"/> Sí; Puntaje final Nivel 2, S _{L2} <u>0.30</u> <input type="checkbox"/> No Peligros no estructurales? <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No		

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

Leyenda: MRF = Pórtico resistente a momento RC = Hormigón armado URM INF = Relleno de mampostería no reforzada MH = Vivienda prefabricada FD = Diafragma flexible
 BR = Marco arriostrado SW = Muro de cortante TU = Inclinado hacia arriba LM = Metal ligero RD = Diafragma rígido

Figura 23

Formulario de recopilación de datos de nivel 1 completado del edificio más vulnerable de la Comuna San Antonio

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos

Nivel 2

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA

Recopilación de datos de nivel 2 opcional a cargo de un profesional de la ingeniería civil o estructural, un arquitecto o un estudiante de posgrado con experiencia en evaluación sísmica o diseño de edificios.

Nombre del edificio:	Familia Angel Alejandro	Puntaje Final De Nivel 1:	$S_{11} = 0.00$	(no considerar S_{MIN})
Inspector:	Malavé Lainez Julissa Yarnilex	Modificadores de Irreg. de Nivel 1:	Irregularidad vertical, $V_{12} = -0.60$	Irregularidad en Planta, $P_{12} = -0.30$
Fecha/Hora:	6/6/2022 - 10:00	PUNTAJE BASE AJUSTADO:	$S' = (S_{11} - V_{12} - P_{12}) = 0.90$	

MODIFICADORES ESTRUCTURALES PARA AGREGAR A LA PUNTUACIÓN DE BASE AJUSTADA				
Tema	Enunciado (Si la declaración es verdadera, marcar con visto el modificador "Si", de lo contrario no marcar el modificador.)	Si	No	Subtotales
Irregularidad Vertical, V_{12}	Sitio Inclinado	Edificio W1: Hay al menos un piso completo con cambio de pendiente del suelo de un lado del edificio al otro.	-0.9	
		Edificio que no es W1: Hay al menos piso completo con cambio de nivel de un lado del edificio al otro.	-0.2	
	Piso débil y/o blando (circle one maximum)	Edificio W1 muro atrofiado: Es visible a través del espacio de revisión un muro corto sin refuerzo.	-0.5	
		Casa W1 sobre el garaje: Debajo de un piso ocupado, hay un garaje abierto sin un marco resistente al momento de acero, y hay menos de 20cm de pared en la misma línea (para varios pisos ocupados arriba, use 40cm de pared como mínimo).	-0.9	
		Edificio W1A abierto frontalmente: Hay aberturas en la planta baja (como un parqueadero) que supera al menos el 50 % de la longitud del edificio.	-0.9	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso es menor al 50 % de la del piso superior, o la altura de cualquier piso es mayor a 2,0 veces la altura del piso superior.	-0.7	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso está entre el 50 % y el 75 % del piso superior o la altura de cualquier piso está entre 1,3 y 2,0 veces mayor a la altura del piso superior.	-0.4	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso está entre el 50 % y el 75 % del piso superior o la altura de cualquier piso está entre 1,3 y 2,0 veces mayor a la altura del piso superior.	-0.4	
	Entrada	Los elementos verticales del sistema lateral situados en un piso superior están fuera de la borda de los del piso inferior, lo que hace que el diafragma se mueva en voladizo en el desplazamiento.	-0.7	
		Los elementos verticales del sistema lateral en los pisos superiores están dentro de los de los pisos inferiores.	-0.4	
		Hay un desplazamiento en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.	-0.2	
	Columna / Pilar Corto	C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20 % de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columnas en el sistema lateral tienen relaciones altura/profundidad menor al 50 % de la relación altura/profundidad nominal en ese nivel.	-0.4	
		C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La altura de la columna (o el ancho del pilar) es menor que la mitad de la altura del antepecho, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0.4	
		De dos niveles	Hay un desnivel en uno de los niveles de los pisos o en el techo.	-0.4
Otra Irregularidad	Hay otra grave irregularidad vertical observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.7		
	Hay otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.	-0.4		
Irregularidad en planta, P_{12}	Irregularidad torsional: el sistema lateral no parece relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad de frente abierto W1A mencionada anteriormente.)	-0.5		
	Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.	-0.2		
	Esquina reentrante: Ambas proyecciones desde una esquina interior superan el 25% de la dimensión total del plano en esa dirección.	-0.2		
	Apertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con un ancho superior al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.	-0.2		
	Desplazamiento fuera del plano del edificio C1, C2: las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano.	-0.2		
	Otra irregularidad: Existe otra irregularidad observable en planta que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.5		
Redundancia	El edificio tiene al menos dos tramos de elementos laterales a cada lado del edificio en cada dirección.	0.2		
Golpeteo	El edificio está separado de una estructura adyacente por menos del 1% de la altura del edificio más corto y la estructura adyacente v:		(Limite en la suma de modificadores de puntaje en -0,9)	
	Los pisos no se alinean verticalmente dentro de los 0.61 m.	-0.7		
	Un edificio es 2 o más pisos más alto que el otro.	-0.7		
	El edificio está al final de la manzana.	-0.4		
Edificio S2	La geometría de arriostramiento en "K" es visible.	-0.7		
Edificio C1	La placa plana sirve como viga en el marco de momento.	-0.3		
Edificio PC1/RM1	Hay amarres de techo a pared que son visibles o conocidos por los dibujos que no se basan en la flexión transversal. (No combinar con post-benchmark o modificador de actualización).	0.2		
Edificio PCI/RM1	El edificio tiene paredes interiores de altura completa muy juntas (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).	0.2		
URM	Los muros a dos aguas están presentes.	-0.3		
MH	Hay un sistema de arriostramiento sísmico suplementario provisto entre el carro y el suelo.	-0.3		
Adecuación	La modernización sísmica integral es visible o se conoce a partir de los planos.	-1.2		
PUNTAJE FINAL NIVEL 2, $S_{12} = (S' + V_{12} + P_{12} + M) \geq S_{MIN}$: $0.90 - 0.7 - 0.7 + 0.2 = -0.30$; $S_{MIN} = 0.30$ (Transferir al formulario de Nivel 1)				
Hay daño o deterioro observable u otra condición que afecta negativamente el desempeño sísmico del edificio: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> En caso afirmativo, describa la condición en el cuadro de comentarios a continuación e indique en el formulario de Nivel 1 que se requiere una evaluación detallada independientemente del puntaje del edificio.				

PELIGROS NO ESTRUCTURALES OBSERVABLES				
Ubicación	Enunciado (Marcar "Si" o "No")	Si	No	Comentario
Exterior	Hay un parapeto de mampostería no reforzada no arriostrada o chimenea de mampostería no reforzada no arriostrada.	X		
	Hay un revestimiento pesado o un enchapado pesado.		X	
	Hay una marquesina pesada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales que parece no tener el apoyo adecuado.		X	
	Hay un apéndice de mampostería no reforzada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales.		X	
	Hay un letrero en el edificio que indica que hay materiales peligrosos presentes.		X	
	Hay un edificio adyacente más alto con una pared URM no anclada o un parapeto o chimenea URM sin refuerzos.		X	
Interior	Otro peligro de caída exterior no estructural observado:		X	
	Hay tabiques huecos de teja de barro o ladrillo en cualquier escalera o pasillo de salida.		X	
Otro peligro de caída no estructural interior observado: X				
Desempeño sísmico no estructural estimado (Marque la casilla correspondiente y transfírela a las conclusiones del formulario de Nivel 1)				
☐ Posibles peligros no estructurales con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes		→ Se recomienda una evaluación no estructural detallada		
☐ Peligros no estructurales identificados con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes		→ Pero no se requiere una evaluación no estructural detallada		
☐ Amenaza de riesgo no estructural baja o nula para la seguridad de la vida de los ocupantes		→ No se requiere una evaluación no estructural detallada		

Comentarios: Estructura no cuenta con planos

Figura 24


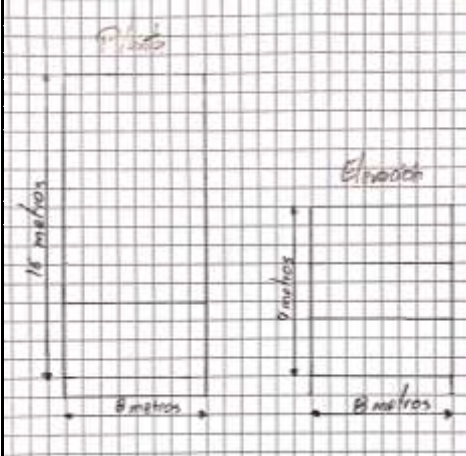
Formulario de recopilación de datos de nivel 1 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Cadeate

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos

Nivel 1

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA

	Dirección: <u>Cadeate - Calle 4 de Mayo</u> Código Postal: _____ Otra identificación: _____ Nombre del Edificio: <u>Suárez Figueroa</u> Uso: <u>Residencia - Pastelería</u> Latitud: <u>1°52'2.88"S</u> Longitud: <u>80°44'20.94"O</u> Ss: _____ S1: _____ Inspector (es): <u>Malavé Láinez Julissa Yamilex</u> Fecha/Hora: <u>7/6/2022 - 12:00</u> No. Pisos: <u>Sobre el suelo 3</u> <u>Bajo el suelo 0</u> Año de construcción: <u>2007</u> <input type="checkbox"/> EST Superficie total de piso (m ²): <u>372 m²</u> Código año: _____ Adiciones: <input type="checkbox"/> Ninguna <input checked="" type="checkbox"/> Si, Años construcción: <u>2012 - 2018</u>
	Ocupación: <input type="checkbox"/> Asanbleas <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Serv. Emergencia <input type="checkbox"/> Histórico <input type="checkbox"/> Albergue <input type="checkbox"/> Industria <input type="checkbox"/> Oficina <input type="checkbox"/> Educación <input type="checkbox"/> Gobierno <input type="checkbox"/> Utilidad <input type="checkbox"/> Almacén <input checked="" type="checkbox"/> <u>Unid. Residencias</u> <input type="checkbox"/> I
	Tipo de suelo: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input checked="" type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> DNK Roca Dura Roca Debil Suelo Denso Suelo Duro Suelo Blando Suelo Pobre Si DNK, asumir tipo D
	Riesgo Geológico: Liquefacción: <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> DNK Deslizamiento: <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> DNK Superficie de Ruptura: <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> DNK Adyacencia: <input checked="" type="checkbox"/> Golpes <input type="checkbox"/> Peligro Caída del Edificio Adyacente Irregularidades: <input checked="" type="checkbox"/> Elevación (tipo/severidad) <input checked="" type="checkbox"/> En comentarios <input checked="" type="checkbox"/> Planta (Tipo) <input checked="" type="checkbox"/> Irregularidad Torsional Peligros de Caída: <input type="checkbox"/> Chimeneas sin soporte lateral <input type="checkbox"/> Apéndices <input checked="" type="checkbox"/> Parapetos <input type="checkbox"/> Revest. Pesado o de chapa de madera pesada Exteriores: <input checked="" type="checkbox"/> Otros: <u>Viseras</u>
Comentarios: <u>Retroceso fuera del plano (severo), dentro del plano (moderado) lugar inclinado (severo) - columna corta (severo)</u> _____ _____ <input type="checkbox"/> Dibujos o comentarios adicionales en una página aparte	

NOTA BASE, MODIFICADORES, Y ÚLTIMA PUNTUACIÓN NIVEL 1, S_{L1}

TIPO DE EDIFICIO FEMA	No se Sabe	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCS W)	S5 (URMI INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URMI NF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Puntaje Básico		2.10	1.90	1.80	1.50	1.40	1.60	1.40	1.20	1.00	1.20	0.90	1.10	1.00	1.10	1.10	0.90	1.10
Irregularidad Vertical Grave, V _{L1}		-0.90	-0.90	-0.90	-0.80	-0.70	-0.80	-0.70	-0.70	-0.70	-0.80	-0.60	-0.70	-0.70	-0.70	-0.70	-0.60	NA
Irregularidad Vertical Moderada, V _{L1}		-0.60	-0.50	-0.50	-0.40	-0.40	-0.50	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA
Irregularidad en Planta, P _{L1}		-0.70	-0.70	-0.60	-0.50	-0.50	-0.60	-0.40	-0.40	-0.40	-0.50	-0.30	-0.50	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA
Pre-Código		-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.20	-0.30	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	0.00
Posterior-Marca Base		1.90	1.90	2.00	1.00	1.10	1.10	1.50	NA	1.40	1.70	NA	1.50	1.70	1.60	1.60	NA	0.50
Suelo Tipo A o B		0.50	0.50	0.40	0.30	0.30	0.40	0.80	0.20	0.20	0.30	0.10	0.30	0.20	0.30	0.30	0.10	0.10
Suelo Tipo E (1-3 Pisos)		0.00	-0.20	-0.40	-0.30	-0.20	-0.20	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	-0.10
Suelo Tipo E (>3 Pisos)		-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	-0.30	NA	-0.30	-0.10	-0.10	-0.30	-0.10	NA	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	NA
Puntaje Mínimo, S _{MIN}		0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20	0.30	0.30	0.20	1.00

PUNTAJE FINAL 1, S_{L1} ≥ S_{MIN} $S_{L1} = 0.90 - 0.60 - 0.30 = 0.00$ $S_{MIN} = 0.30$

GRADO DE REVISIÓN Exterior: <input type="checkbox"/> Parcial <input checked="" type="checkbox"/> Todos los lados <input type="checkbox"/> Aéreo Interior: <input type="checkbox"/> Ninguno <input checked="" type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Completo Planos revisados: <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No Fuente del tipo de suelo: <u>Docente - UPSE</u> Fuente de Peligro Geológico: _____ Persona de contacto: <u>Sr. Oscar Suárez</u>	OTROS RIESGOS ¿Hay peligro que ameritan una evaluación estructural detallada? <input checked="" type="checkbox"/> Golpeo potencial (a menos que S _{L2} < límite, si es conocido) <input type="checkbox"/> Riesgo de caída de edificios adyacentes más altos <input type="checkbox"/> Riesgo geológico o Tipo de suelo F <input type="checkbox"/> Daño significativo / deterioro del sistema estructural	ACCIÓN REQUERIDA ¿Requiere evaluación estructural detallada? <input type="checkbox"/> Sí, tipo de edificación FEMA desconocido u otro edificio <input checked="" type="checkbox"/> Sí, puntaje menor que el límite <input checked="" type="checkbox"/> Sí, otros peligros presentes <input type="checkbox"/> No ¿Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque una) <input type="checkbox"/> Sí, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados <input checked="" type="checkbox"/> No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada <input type="checkbox"/> No, no se identifican peligros no estructurales <input type="checkbox"/> DNK
NIVEL 2 DE ESCANEADO REALIZADO ? <input checked="" type="checkbox"/> Sí; Puntaje final Nivel 2, S _{L2} <u>0.30</u> <input type="checkbox"/> No Peligros no estructurales? <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No		

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

Legenda: MRF = Pórtico resistente a momento RC = Hormigón armado URM INF = Relleno de mampostería no reforzada MH = Vivienda prefabricada FD = Diafragma flexible
 BR = Marco arriostrado SW = Muro de cortante TU = Inclinado hacia arriba LM = Metal ligero RD = Diafragma rígido

Figura 25

Formulario de Recopilación de Datos de Nivel 2 Completado del Edificio Más Vulnerable de la Comuna Cadeate

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos

Nivel 2

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA

Recopilación de datos de nivel 2 opcional a cargo de un profesional de la ingeniería civil o estructural, un arquitecto o un estudiante de posgrado con experiencia en evaluación sísmica o diseño de edificios.

Nombre del edificio:	Suárez Figueroa	Puntaje Final De Nivel 1:	$S_{11} = 0.00$	(no considerar SMIN)
Inspector:	Malavé Laínez Juliisa Yamilex	Modificadores de Irreg. de Nivel 1:	Irregularidad vertical, $V_{12} = -0.60$	Irregularidad en Planta, $P_{12} = -0.30$
Fecha/Hora:	7/6/2022 - 12:00	PUNTAJE BASE AJUSTADO:	$S' = (S_{11} - V_{12} - P_{12}) = 0.90$	

MODIFICADORES ESTRUCTURALES PARA AGREGAR A LA PUNTUACIÓN DE BASE AJUSTADA				
Tema	Enunciado (Si la declaración es verdadera, marcar con visto el modificador "Sí"; de lo contrario no marcar el modificador.)	Sí	Subtotales	
Irregularidad Vertical, V_{12}	Sitio Inclinado	Edificio W1: Hay al menos un piso completo con cambio de pendiente del suelo de un lado del edificio al otro. Edificio que no es W1: Hay al menos piso completo con cambio de nivel de un lado del edificio al otro.	-0.9 -0.2	$V_{12} = -0.9$ (Limite -0.9)
	Piso débil y/o blando (circle one maximum)	Edificio W1 muro atrofiado: Es visible a través del espacio de revisión un muro corto sin refuerzo.	-0.5	
		Casa W1 sobre el garaje: Debajo de un piso ocupado, hay un garaje abierto sin un marco resistente al momento de acero, y hay menos de 20cm de pared en la misma línea (para varios pisos ocupados arriba, use 40cm de pared como mínimo).	-0.9	
		Edificio W1A abierto frontalmente: Hay aberturas en la planta baja (como un parqueadero) que supera al menos el 50 % de la longitud del edificio.	-0.9	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso es menor al 50 % de la del piso superior, o la altura de cualquier piso es mayor a 2,0 veces la altura del piso superior.	-0.7	
	Entrada	Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso está entre el 50 % y el 75 % del piso superior o la altura de cualquier piso está entre 1,3 y 2,0 veces mayor a la altura del piso superior.	-0.4	
		Los elementos verticales del sistema lateral situados en un piso superior están fuera de la borda de los del piso inferior, lo que hace que el diafragma se mueva en voladizo en el desplazamiento.	-0.7	
		Los elementos verticales del sistema lateral en los pisos superiores están dentro de los de los pisos inferiores.	-0.4	
	Columna / Pilar Corto	Hay un desplazamiento en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.	-0.2	
		C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20 % de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columnas en el sistema lateral tienen relaciones altura/profundidad menor al 50 % de la relación altura/profundidad nominal en ese nivel.	-0.4	
		C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La altura de la columna (o el ancho del pilar) es menor que la mitad de la altura del antepecho, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0.4	
		De dos niveles	Hay un desnivel en uno de los niveles de los pisos o en el techo.	
Otra Irregularidad	Hay otra grave irregularidad vertical observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.7		
	Hay otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.	-0.4		
Irregularidad en planta, P_{12}	Irregularidad torsional: el sistema lateral no parece relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluye la irregularidad de frente abierto W1A mencionada anteriormente.)	-0.5	$P_{12} = -0.7$ (Limite -0.7)	
	Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.	-0.2		
	Esquina reentrante: Ambas proyecciones desde una esquina interior superan el 25% de la dimensión total del plano en esa dirección.	-0.2		
	Apertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con un ancho superior al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.	-0.2		
	Desplazamiento fuera del plano del edificio C1, C2: las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano.	-0.2		
Otra irregularidad: Existe otra irregularidad observable en planta que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.5			
Redundancia	El edificio tiene al menos dos tramos de elementos laterales a cada lado del edificio en cada dirección.	0.2		
Golpeteo	El edificio está separado de una estructura adyacente por menos del 1% de la altura del edificio más corto y la estructura adyacente y:	Los pisos no se alinean verticalmente dentro de los 0.61 m. Un edificio es 2 o más pisos más alto que el otro. El edificio está al final de la manzana.	(Limite en la suma de modificadores de puntaje en -0.9) -0.7 -0.4	
	Edificio S2	La geometría de arriostamiento en "K" es visible.	-0.7	
Edificio C1	La placa plana sirve como viga en el marco de momento.	-0.3		
Edificio PC1/RM1	Hay amarres de techo a pared que son visibles o conocidos por los dibujos que no se basan en la flexión transversal. (No combinar con post-benchmark o modificador de actualización).	-0.2		
Edificio PC1/RM1	El edificio tiene paredes interiores de altura completa muy juntas (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).	-0.2		
URM	Los muros a dos aguas están presentes.	-0.3		
MH	Hay un sistema de arriostamiento sísmico suplementario provisto entre el carro y el suelo.	-0.5		
Adecuación	La modernización sísmica integral es visible o se conoce a partir de los planos.	-1.2	$M = -0.5$	
PUNTUACIÓN FINAL NIVEL 2, $S_{12} = (S' + V_{12} + P_{12} + M) \geq S_{MIN}$:		0.90 -0.9 -0.7 -0.5 = -1.20	$S_{MIN} = 0.30$	(Transferir al formulario de Nivel 1)
Hay daño o deterioro observable u otra condición que afecta negativamente el desempeño sísmico del edificio:			Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	
En caso afirmativo, describa la condición en el cuadro de comentarios a continuación e indique en el formulario de Nivel 1 que se requiere una evaluación detallada independientemente del puntaje del edificio.				

PELIGROS NO ESTRUCTURALES OBSERVABLES				
Ubicación	Enunciado (Marcar "Sí" o "No")	Sí	No	Comentario
Exterior	Hay un parapeto de mampostería no reforzada no arriostada o chimenea de mampostería no reforzada no arriostada.	X		
	Hay un revestimiento pesado o un enchapado pesado.		X	
	Hay una marquesina pesada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales que parece no tener el apoyo adecuado.		X	
	Hay un apéndice de mampostería no reforzada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales.		X	
	Hay un letrero en el edificio que indica que hay materiales peligrosos presentes.		X	
	Hay un edificio adyacente más alto con una pared URM no anclada o un parapeto o chimenea URM sin refuerzos.		X	
Interior	Otro peligro de caída exterior no estructural observado:	X		Viseras
	Hay tabiques huecos de teja de barro o ladrillo en cualquier escalera o pasillo de salida.		X	
	Otro peligro de caída no estructural interior observado:		X	
Desempeño sísmico no estructural estimado (Marque la casilla correspondiente y transfírela a las conclusiones del formulario de Nivel 1)				
<input type="checkbox"/>	Posibles peligros no estructurales con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes	→	Se recomienda una evaluación no estructural detallada	
<input checked="" type="checkbox"/>	Peligros no estructurales identificados con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes	→	Pero no se requiere una evaluación no estructural detallada	
<input type="checkbox"/>	Amenaza de riesgo no estructural baja o nula para la seguridad de la vida de los ocupantes	→	No se requiere una evaluación no estructural detallada	

Comentarios: Edificio no cuenta con planos

Figura 26


Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Río Chico

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos

Nivel 1

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA



Dirección: Comuna Río Chico - Barrio Las Lomas - Calle 25 de Junio
 Código Postal: _____
 Otra identificación: _____
 Nombre del Edificio: Familia de Ramón Lenin Ibaque
 Uso: Residencia
 Latitud: 1°51'42.80"S Longitud: 80°44'29.97"O
 Ss: _____ S1: _____
 Inspector (es): Malavé Lainez Julissa Yamilex Fecha/Hora: 8/6/2022 - 10:00
 No. Pisos: Sobre el suelo 2 Bajo el suelo 0 Año de construcción: 2002 EST
 Superficie total de piso (mt. 2): 185 m² Código año: _____
 Adiciones: Ninguna Si, Años construcción: 2010

Ocupación: Asambleas Comercial Serv. Emergencia Histórico Albergue
 Industria Oficina Educación Gobierno
 Utilidad Almacén Unid. Residencias 1

Tipo de suelo: A B C D E F DNK
 Roca Roca Suelo Suelo Suelo Suelo Si DNK,
 Dura Débil Denso Duro Blando Pobre asumir tipo D

Riesgo Geológico: Licuefacción: _____ Deslizamiento: _____ Superficie de Ruptura: _____
 Si No DNK Si No DNK Si No DNK
 Adyacencia: Golpes Peligro Caída del Edificio Adyacente
 Irregularidades: Elevación (tipo/severidad) En comentario
 Planta (Tipo) _____
 Peligros de Caída: Chimeneas sin soporte lateral Apéndices
 Parapetos Revest. Pesado o de chapa de madera pesada
 Exteriores: Otros: _____

Comentarios: Retroceso fuera y dentro del piso inferior (severo)
Estructura con entrepiso de madera (diafragma flexible)
por lo tanto es considerado edificio FEMA RM1

Dibujos o comentarios adicionales en una página aparte

NOTA BASE, MODIFICADORES, Y ÚLTIMA PUNTUACIÓN NIVEL 1, S_{L1}

TIPO DE EDIFICIO FEMA	No se Sabe	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCS W)	S5 (URMI INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URMI NF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Puntaje Básico		2.10	1.90	1.80	1.50	1.40	1.60	1.40	1.20	1.00	1.20	0.90	1.10	1.00	1.10	1.10	0.90	1.10
Irregularidad Vertical Grave, V _{L1}		-0.90	-0.90	-0.90	-0.80	-0.70	-0.80	-0.70	-0.70	-0.70	-0.80	-0.60	-0.70	-0.70	-0.70	-0.70	-0.60	NA
Irregularidad Vertical Moderada, V _{L1}		-0.60	-0.50	-0.50	-0.40	-0.40	-0.50	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA
Irregularidad en Planta, P _{L1}		-0.70	-0.70	-0.60	-0.50	-0.50	-0.60	-0.40	-0.40	-0.40	-0.50	-0.30	-0.50	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA
Pre-Código		-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.20	-0.30	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	0.00
Posterior-Marca Base		1.90	1.90	2.00	1.00	1.10	1.10	1.50	NA	1.40	1.70	NA	1.50	1.70	1.60	1.60	NA	0.50
Suelo Tipo A o B		0.50	0.50	0.40	0.30	0.30	0.40	0.80	0.20	0.20	0.30	0.10	0.30	0.20	0.30	0.30	0.10	0.10
Suelo Tipo E (1-3 Pisos)		0.00	-0.20	-0.40	-0.30	-0.20	-0.20	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	-0.10
Suelo Tipo E (>3 Pisos)		-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	-0.30	NA	-0.30	-0.10	-0.10	-0.30	-0.10	NA	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	NA
Puntaje Mínimo, S _{MIN}		0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20	0.30	0.30	0.20	1.00

PUNTAJE FINAL 1, S_{L1} ≥ S_{MIN} S_{L1} = **1.10 -0.70 -0.20 = 0.20** S_{MIN} = **0.30**

GRADO DE REVISIÓN

Exterior: Parcial Todos los lados Aéreo

Interior: Ninguno Visible Completo

Planos revisados: Si No

Fuente del tipo de suelo: Docente - UPSE

Fuente de Peligro Geológico: _____

Persona de contacto: Sr. Ramón Lenin Ibaque

NIVEL 2 DE ESCANEADO REALIZADO ?

Si; Puntaje final Nivel 2, ≤ 0.30 No

Peligros no estructurales? Si No

OTROS RIESGOS

¿Hay peligro que ameritan una evaluación estructural detallada?

Golpeo potencial (a menos que S_{L2} < limite, si es conocido)

Riesgo de caída de edificios adyacentes más altos

Riesgo geológico o Tipo de suelo F

Daño significativo / deterioro del sistema estructural

ACCIÓN REQUERIDA

¿Requiere evaluación estructural detallada ?

Si, tipo de edificación FEMA desconocido u otro edificio

Si, puntaje menor que el limite

Si, otros peligros presentes

No

¿Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque una)

Si, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados

No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada

No, no se identifican peligros no estructurales DNK

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

Legenda: MRF = Pórtico resistente a momento RC = Hormigón armado URM INF = Relleno de mampostería no reforzada MH = Vivienda prefabricada FD = Diafragma flexible
 BR = Marco arriostrado SW = Muro de cortante TU = Inclinado hacia arriba LM = Metal ligero RD = Diafragma rígido

Figura 27

Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Río Chico

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos

Nivel 2

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA

Recopilación de datos de nivel 2 opcional a cargo de un profesional de la ingeniería civil o estructural, un arquitecto o un estudiante de posgrado con experiencia en evaluación sísmica o diseño de edificios.

Nombre del edificio:	Familia de Ramón Lenin Ibaque	Puntaje Final De Nivel 1:	$S_{11} = 0.20$	(no considerar SMIN)
Inspector:	Malavé Láinez Julissa Yamilex	Modificadores de Irreg. de Nivel 1:	Irregularidad vertical, $V_{12} = -0.70$	Irregularidad en Planta, $P_{12} = 0.00$
Fecha/Hora:	8/6/2022 - 10:00	PUNTAJE BASE AJUSTADO:	$S' = (S_{11} - V_{12} - P_{12}) = 0.90$	

MODIFICADORES ESTRUCTURALES PARA AGREGAR A LA PUNTUACIÓN DE BASE AJUSTADA				
Tema	Enunciado (Si la declaración es verdadera, marcar con visto el modificador "Si"; de lo contrario no marcar el modificador.)	Si	Subtotales	
Irregularidad Vertical, V_{12}	Sitio Inclinado	Edificio W1: Hay al menos un piso completo con cambio de pendiente del suelo de un lado del edificio al otro.	-0.9	$V_{12} -0.9$ (Limite -0.9)
		Edificio que no es W1: Hay al menos piso completo con cambio de nivel de un lado del edificio al otro.	-0.2	
	Piso débil y/o blando (circle one maximum)	Edificio W1 muro atrofiado: Es visible a través del espacio de revisión un muro corto sin refuerzo.	-0.5	
		Casa W1 sobre el garaje: Debajo de un piso ocupado, hay un garaje abierto sin un marco resistente al momento de acero, y hay menos de 20cm de pared en la misma línea (para varios pisos ocupados arriba, use 40cm de pared como mínimo).	-0.9	
		Edificio W1A abierto frontalmente: Hay aberturas en la planta baja (como un parqueadero) que supera al menos el 50 % de la longitud del edificio.	-0.9	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso es menor al 50 % de la del piso superior, o la altura de cualquier piso es mayor a 2,0 veces la altura del piso superior.	-0.7	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso está entre el 50 % y el 75 % del piso superior o la altura de cualquier piso está entre 1,3 y 2,0 veces mayor a la altura del piso superior.	-0.4	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso está entre el 50 % y el 75 % del piso superior o la altura de cualquier piso está entre 1,3 y 2,0 veces mayor a la altura del piso superior.	-0.4	
	Entrada	Los elementos verticales del sistema lateral situados en un piso superior están fuera de la borda de los del piso inferior, lo que hace que el diafragma se mueva en voladizo en el desplazamiento.	-0.7	
		Los elementos verticales del sistema lateral en los pisos superiores están dentro de los de los pisos inferiores.	-0.4	
		Hay un desplazamiento en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.	-0.2	
	Columna / Pilar Corto	C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20 % de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columnas en el sistema lateral tienen relaciones altura/profundidad menor al 50 % de la relación altura/profundidad nominal en ese nivel.	-0.4	
C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La altura de la columna (o el ancho del pilar) es menor que la mitad de la altura del antepecho, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.		-0.4		
De dos niveles	Hay un desnivel en uno de los niveles de los pisos o en el techo.	-0.4		
Otra Irregularidad	Hay otra grave irregularidad vertical observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.7		
	Hay otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.	-0.4		
Irregularidad en planta, P_{12}	Irregularidad torsional: el sistema lateral no parece relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad de frente abierto W1A mencionada anteriormente.)	-0.5	$P_{12} 0.0$ (Limite -0.7)	
	Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.	-0.2		
	Esquina reentrante: Ambas proyecciones desde una esquina interior superan el 25% de la dimensión total del plano en esa dirección.	-0.2		
	Apertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con un ancho superior al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.	-0.2		
	Desplazamiento fuera del plano del edificio C1, C2: las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano.	-0.2		
	Otra irregularidad: Existe otra irregularidad observable en planta que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.5		
Redundancia	El edificio tiene al menos dos tramos de elementos laterales a cada lado del edificio en cada dirección.	0.2		
Golpeteo	El edificio está separado de una estructura adyacente por menos del 1% de la altura del edificio más corto y la estructura adyacente y:	(Limite en la suma de modificadores de puntaje en -0.9)	Los pisos no se alinean verticalmente dentro de los 0.61 m.	-0.7
	Un edificio es 2 o más pisos más alto que el otro.		-0.7	
	El edificio está al final de la manzana.		-0.4	
Edificio S2	La geometría de arriostramiento en "K" es visible.	-0.7		
Edificio C1	La placa plana sirve como viga en el marco de momento.	-0.3		
Edificio PC1/RM1	Hay amares de techo a pared que son visibles o conocidos por los dibujos que no se basan en la flexión transversal. (No combinar con post-benchmark o modificador de actualización).	0.2		
Edificio PC1/RM1	El edificio tiene paredes interiores de altura completa muy juntas (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).	0.2		
URM	Los muros a dos aguas están presentes.	-0.3		
MH	Hay un sistema de arriostramiento sísmico suplementario provisto entre el carro y el suelo.	-0.3		
Adecuación	La modernización sísmica integral es visible o se conoce a partir de los planos.	-1.2	$M = 0.2$	
PUNTAJE FINAL NIVEL 2, $S_{12} = (S' + V_{12} + P_{12} + M) \geq S_{MIN}$: $0.90 -0.9 0.0 0.2 = 0.20$ $S_{MAX} = 0.30$ (Transferir al formulario de Nivel 1)				
Hay daño o deterioro observable u otra condición que afecta negativamente el desempeño sísmico del edificio: <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				
En caso afirmativo, describa la condición en el cuadro de comentarios a continuación e indique en el formulario de Nivel 1 que se requiere una evaluación detallada independientemente del puntaje del edificio.				

PELIGROS NO ESTRUCTURALES OBSERVABLES				
Ubicación	Enunciado (Marcar "Si" o "No")	Si	No	Comentario
Exterior	Hay un parapeto de mampostería no reforzada no arriostrada o chimenea de mampostería no reforzada no arriostrada.		X	
	Hay un revestimiento pesado o un enchapado pesado.		X	
	Hay una marquesina pesada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales que parece no tener el apoyo adecuado.		X	
	Hay un apéndice de mampostería no reforzada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales.		X	
	Hay un letrero en el edificio que indica que hay materiales peligrosos presentes.		X	
	Hay un edificio adyacente más alto con una pared URM no anclada o un parapeto o chimenea URM sin refuerzos.		X	
	Otro peligro de caída exterior no estructural observado:		X	
Interior	Hay tabiques huecos de teja de barro o ladrillo en cualquier escalera o pasillo de salida.		X	
	Otro peligro de caída no estructural interior observado:		X	
Desempeño sísmico no estructural estimado (Marque la casilla correspondiente y transfírela a las conclusiones del formulario de Nivel 1)				
<input type="checkbox"/>	Posibles peligros no estructurales con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes		→	Se recomienda una evaluación no estructural detallada
<input type="checkbox"/>	Peligros no estructurales identificados con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes		→	Pero no se requiere una evaluación no estructural detallada
<input type="checkbox"/>	Amenaza de riesgo no estructural baja o nula para la seguridad de la vida de los ocupantes		→	No se requiere una evaluación no estructural detallada


Comentarios:	Estructura no cuenta con planos
--------------	---------------------------------

Figura 28

Formulario de recopilación de datos de nivel 1 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Manglaralto

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos **Nivel 1**
Sismicidad MUY ALTA

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154



Dirección: Comuna Manglaralto - Calle 24 de Mayo
 Código Postal: _____
 Otra identificación: _____
 Nombre del Edificio: Familia Guale De La A
 Uso: Residencia
 Latitud: 1°50'53.64"S Longitud: 80°44'47.23"O
 Ss: _____ S1: _____
 Inspector (es): Malavé Láinez Julissa Yamilex Fecha/Hora: 10/6/2022 - 10:00
 No. Pisos: Sobre el suelo 2 Bajo el suelo 0 Año de construcción: 2020 EST
 Superficie total de piso (mt. 2): 152 m² Código año: _____
 Adiciones: Ninguna Si, Años construcción: _____

Ocupación: Asambleas Comercial Serv. Emergencia Histórico Albergue
 Industria Oficina Educación Gobierno
 Utilidad Almacen Unid. Residencias 1

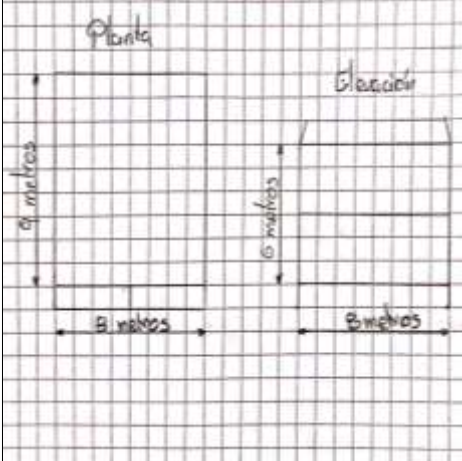
Tipo de suelo: A B C D E F DNK
 Roca Roca Suelo Suelo Suelo Suelo Si DNK, asumir tipo Dura Débil Denso Duro Blando Pobre D

Riesgo Geológico: Licuefacción: Si No DNK Deslizamiento: Si No DNK Superficie de Ruptura: Si No DNK

Adyacencia: Golpes Peligro Caída del Edificio Adyacente
 Irregularidades: Elevación (tipo/severidad) Retroceso fuera del plano (severo)
 Planta (Tipo)
 Chimeneas sin soporte lateral Apéndices
 Peligros de Caída: Parapetos Revest. Pesado o de chapa de madera pesada
 Exteriores: Otros: _____

Comentarios: _____

 Dibujos o comentarios adicionales en una página aparte



NOTA BASE, MODIFICADORES, Y ULTIMA Puntuación NIVEL 1, S _{L1}																		
TIPO DE EDIFICIO FEMA	No se Sabe	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCS W)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URMI NF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Puntaje Básico		2.10	1.90	1.80	1.50	1.40	1.60	1.40	1.20	1.00	1.20	0.90	1.10	1.00	1.10	1.10	0.90	1.10
Irregularidad Vertical Grave, V _{L1}		-0.90	-0.90	-0.90	-0.80	-0.70	-0.80	-0.70	-0.70	-0.80	-0.70	-0.60	-0.70	-0.70	-0.70	-0.70	-0.60	NA
Irregularidad Vertical Moderada, V _{L1}		-0.60	-0.50	-0.50	-0.40	-0.40	-0.50	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA
Irregularidad en Planta, P _{L1}		-0.70	-0.70	-0.60	-0.50	-0.50	-0.60	-0.40	-0.40	-0.40	-0.50	-0.30	-0.50	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA
Pre-Código		-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.20	-0.30	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	0.00
Posterior-Marca Base		1.90	1.90	2.00	1.00	1.10	1.10	1.50	NA	1.40	1.70	NA	1.50	1.70	1.60	1.60	NA	0.50
Suelo Tipo A o B		0.50	0.50	0.40	0.30	0.30	0.40	0.80	0.20	0.20	0.30	0.10	0.30	0.20	0.30	0.30	0.10	0.10
Suelo Tipo E (1-3 Pisos)		0.00	-0.20	-0.40	-0.30	-0.20	-0.20	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	-0.10
Suelo Tipo E (>3 Pisos)		-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	-0.30	NA	-0.30	-0.10	-0.10	-0.30	-0.10	NA	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	NA
Puntaje Mínimo, S _{MN}		0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20	0.30	0.30	0.20	1.00

PUNTAJE FINAL 1, S_{L1} ≥ S_{MN} S_{L1} = 0.90 -0.60 = 0.30

GRADO DE REVISIÓN	OTROS RIESGOS	ACCIÓN REQUERIDA
Exterior: <input type="checkbox"/> Parcial <input checked="" type="checkbox"/> Todos los lados <input type="checkbox"/> Aéreo Interior: <input type="checkbox"/> Ninguno <input checked="" type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Completo Planos revisados: <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No Fuente del tipo de suelo: <u>Docente-UPSE</u> Fuente de Peligro Geológico: _____ Persona de contacto: <u>Sr. Gilson Guale</u>	¿Hay peligro que ameritan una evaluación estructural detallada? <input checked="" type="checkbox"/> Golpeo potencial (a menos que S _{L2} < límite, si es conocido) <input type="checkbox"/> Riesgo de caída de edificios adyacentes más altos <input type="checkbox"/> Riesgo geológico o Tipo de suelo F <input type="checkbox"/> Daño significativo / deterioro del sistema estructural	¿Requiere evaluación estructural detallada? <input type="checkbox"/> Si, tipo de edificación FEMA desconocido u otro edificio <input checked="" type="checkbox"/> Si, puntaje menor que el límite <input checked="" type="checkbox"/> Si, otros peligros presentes <input type="checkbox"/> No ¿Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque una) <input type="checkbox"/> Si, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados <input checked="" type="checkbox"/> No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada <input type="checkbox"/> No, no se identifican peligros no estructurales <input type="checkbox"/> DNK

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

Legenda: MRF = Pórtico resistente a moment; RC = Hormigón armado URM INF = Relleno de mampostería no reforzada MH = Vivienda prefabricada FD = Diafragma flexible
 BR = Marco arriostrado SW = Muro de cortante TU = Inclinado hacia arriba LM = Metal ligero RD = Diafragma rígido

Figura 29

Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Manglaralto

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos

Nivel 2

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA

Recopilación de datos de nivel 2 opcional a cargo de un profesional de la ingeniería civil o estructural, un arquitecto o un estudiante de posgrado con experiencia en evaluación sísmica o diseño de edificios.

Nombre del edificio:	Familia Guale De La A	Puntaje Final De Nivel 1:	$S_{11} = 0.30$	(no considerar SMIN)
Inspector:	Malavé Laínez Juliassa Yamlex	Modificadores de Irreg. de Nivel 1:	Irregularidad vertical, $V_{12} = -0.60$	Irregularidad en Planta, $P_{12} = 0.00$
Fecha/Hora:	10/6/2022 - 10:00	PUNTAJE BASE AJUSTADO:	$S' = (S_{11} - V_{12} - P_{12}) = 0.90$	

MODIFICADORES ESTRUCTURALES PARA AGREGAR A LA PUNTUACIÓN DE BASE AJUSTADA				
Tema	Enunciado (Si la declaración es verdadera, marcar con visto el modificador "SI"; de lo contrario no marcar el modificador.)	Si	Subtotales	
Irregularidad Vertical, V_{12}	Sitio Inclinado	Edificio W1: Hay al menos un piso completo con cambio de pendiente del suelo de un lado del edificio al otro.	-0.9	$V_{12} -0.7$ (Limite -0.9)
		Edificio que no es W1: Hay al menos piso completo con cambio de nivel de un lado del edificio al otro.	-0.2	
		Edificio W1 muro atrofiado: Es visible a través del espacio de revisión un muro corto sin refuerzo.	-0.5	
		Casa W1 sobre el garaje: Debajo de un piso ocupado, hay un garaje abierto sin un marco resistente al momento de acero, y hay menos de 20cm de pared en la misma línea (para varios pisos ocupados arriba, use 40cm de pared como mínimo).	-0.9	
	Piso débil y/o blando (circle one maximum)	Edificio W1A abierto frontalmente: Hay aberturas en la planta baja (como un parqueadero) que supera al menos el 50 % de la longitud del edificio.	-0.9	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso es menor al 50 % de la del piso superior, o la altura de cualquier piso es mayor a 2,0 veces la altura del piso superior.	-0.7	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso está entre el 50 % y el 75 % del piso superior o la altura de cualquier piso está entre 1,3 y 2,0 veces mayor a la altura del piso superior.	-0.4	
	Entrada	Los elementos verticales del sistema lateral situados en un piso superior están fuera de la borda de los del piso inferior, lo que hace que el diafragma se mueva en voladizo en el desplazamiento.	-0.7	
		Los elementos verticales del sistema lateral en los pisos superiores están dentro de los de los pisos inferiores.	-0.4	
		Hay un desplazamiento en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.	-0.2	
	Columna / Pilar Corto	C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20 % de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columnas en el sistema lateral tienen relaciones altura/profundidad menor al 50 % de la relación altura/profundidad nominal en ese nivel.	-0.4	
		C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La altura de la columna (o el ancho del pilar) es menor que la mitad de la altura del antepecho, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0.4	
De dos niveles		Hay un desnivel en uno de los niveles de los pisos o en el techo.	-0.4	
Otra Irregularidad	Hay otra grave irregularidad vertical observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.7		
	Hay otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.	-0.4		
Irregularidad en planta, P_{12}	Irregularidad torsional: el sistema lateral no parece relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad de frente abierto W1A mencionada anteriormente.)	-0.5	$P_{12} 0.0$ (Limite -0.7)	
	Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.	-0.2		
	Esquina reentrante: Ambas proyecciones desde una esquina interior superan el 25% de la dimensión total del plano en esa dirección.	-0.2		
	Apertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con un ancho superior al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.	-0.2		
	Desplazamiento fuera del plano del edificio C1, C2: las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano.	-0.2		
Otra irregularidad: Existe otra irregularidad observable en planta que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.5			
Redundancia	El edificio tiene al menos dos tramos de elementos laterales a cada lado del edificio en cada dirección.	0.2		
Golpeteo	El edificio está separado de una estructura adyacente por menos del 1% de la altura del edificio más corto y la estructura adyacente y:	(Limite en la suma de modificadores de puntaje en -0.9)	-0.7	
	Los pisos no se alinean verticalmente dentro de los 0.61 m.		-0.7	
	Un edificio es 2 o más pisos más alto que el otro.		-0.4	
	El edificio está al final de la manzana.		-0.4	
Edificio S2	La geometría de arriostramiento en "K" es visible.		-0.7	
Edificio C1	La placa plana sirve como viga en el marco de momento.		-0.5	
Edificio PC1/RM1	Hay amarres de techo a pared que son visibles o conocidos por los dibujos que no se basan en la flexión transversal. (No combinar con post-benchmark o modificador de actualización).		0.2	
Edificio URM	El edificio tiene paredes interiores de altura completa muy juntas (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).		-0.2	
MH	Los muros a dos aguas están presentes.		-0.5	
Adecuación	Hay un sistema de arriostramiento sísmico suplementario provisto entre el carro y el suelo.		-0.5	
	La modernización sísmica integral es visible o se conoce a partir de los planos.		-1.2	
PUNTAJE FINAL NIVEL 2, $S_{12} = (S' + V_{12} + P_{12} + M) \geq S_{MIN}$: $0.90 - 0.7 0.0 - 0.5 = -0.30$ $S_{MIN} = 0.30$ (Transferir al formulario de Nivel 1)				
Hay daño o deterioro observable u otra condición que afecta negativamente el desempeño sísmico del edificio.: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> En caso afirmativo, describa la condición en el cuadro de comentarios a continuación e indique en el formulario de Nivel 1 que se requiere una evaluación detallada independientemente del puntaje del edificio.				

PELIGROS NO ESTRUCTURALES OBSERVABLES				
Ubicación	Enunciado (Marcar "Si" o "No")	Si	No	Comentario
Exterior	Hay un parapeto de mampostería no reforzada o chimenea de mampostería no reforzada no arriostrada.		X	
	Hay un revestimiento pesado o un enchapado pesado.		X	
	Hay una marquesina pesada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales que parece no tener el apoyo adecuado.		X	
	Hay un apéndice de mampostería no reforzada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales.		X	
	Hay un letrero en el edificio que indica que hay materiales peligrosos presentes.		X	
	Hay un edificio adyacente más alto con una pared URM no anclada o un parapeto o chimenea URM sin refuerzos.		X	
Interior	Otro peligro de caída exterior no estructural observado:	X		Baranda de vidrio
	Hay tabiques huecos de teja de barro o ladrillo en cualquier escalera o pasillo de salida.		X	
	Otro peligro de caída no estructural interior observado:		X	
Desempeño sísmico no estructural estimado (Marque la casilla correspondiente y transfírela a las conclusiones del formulario de Nivel 1) <input type="checkbox"/> Posibles peligros no estructurales con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes → Se recomienda una evaluación no estructural detallada <input checked="" type="checkbox"/> Peligros no estructurales identificados con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes → Pero no se requiere una evaluación no estructural detallada <input type="checkbox"/> Amenaza de riesgo no estructural baja o nula para la seguridad de la vida de los ocupantes → No se requiere una evaluación no estructural detallada				
Comentarios: Estructura no cuenta con planos				

Figura 30


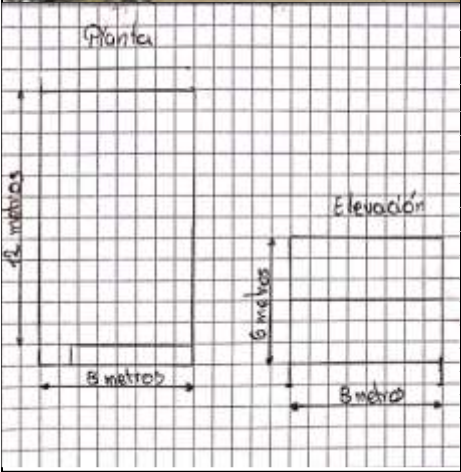
Formulario de recopilación de datos de nivel 1 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Dos Mangas

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos

Nivel 1

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA

	Dirección : <u>Comuna Dos Mangas - Barrio 28 de Abril - Calle Principal</u> Código Postal : _____																	
	Otra identificación : _____ Nombre del Edificio : <u>Mini Market Nuevo Estilo</u> Uso : <u>Residencia - Mni Market</u> Latitud : <u>1°49'41.49"S</u> Longitud : <u>80°41'37.38"O</u> Ss : _____ S1 : _____ Inspector (es) : <u>Malavé Láinez Juíssa Yarilex</u> Fecha/Hora <u>13/6/2022 - 10:00</u>																	
No. Pisos : <u>2</u> Sobre el suelo : <u>2</u> Bajo el suelo : <u>0</u> Año de construcción : <u>2019</u> <input type="checkbox"/> EST Superficie total de piso (mt. 2) : <u>180 m²</u> Código año : _____ Adiciones : <input checked="" type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Sí, Años construcción : _____		Ocupación : <input type="checkbox"/> Asambleas <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Serv. Emergencia <input type="checkbox"/> Histórico <input type="checkbox"/> Albergue <input type="checkbox"/> Industria <input type="checkbox"/> Oficina <input type="checkbox"/> Educación <input type="checkbox"/> Gobierno Utilidad : <input type="checkbox"/> Almacén <input checked="" type="checkbox"/> Unid. Residencias <u>1</u>																
Tipo de suelo : <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input checked="" type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> DNK Roca Roca Suelo Suelo Suelo Suelo Si DNK, asumir tipo Dura Débil Denso Duro Blando Pobre D		Riesgo Geológico : Licuefacción : _____ Deslizamiento : _____ Superficie de Ruptura : _____ <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> DNK <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> DNK <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> DNK																
		Adyacencia : <input checked="" type="checkbox"/> Golpes <input type="checkbox"/> Peligro Caída del Edificio Adyacente Irregularidades : <input checked="" type="checkbox"/> Elevación (tipo/severidad) <u>En comentario</u> <input type="checkbox"/> Planta (Tipo) _____ Peligros de Caída : <input type="checkbox"/> Chimeneas sin soporte lateral <input type="checkbox"/> Apéndices <input type="checkbox"/> Parapetos <input type="checkbox"/> Revest. Pesado o de chapa de madera pesada Exteriores : <input checked="" type="checkbox"/> Otros : <u>Letreros publicitarios</u>																
Comentarios : <u>Irregularidad vertical.- Retroceso fuera del plano (severo)</u> <u>Desnivel en un tramos de la estructura (moderado)</u>																		
<input type="checkbox"/> Dibujos o comentarios adicionales en una página aparte																		
NOTA BASE, MODIFICADORES, Y ÚLTIMA PUNTUACIÓN NIVEL 1, S _{L1}																		
TIPO DE EDIFICIO FEMA	No se Sabe	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCS)	S5 (URM)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URMI)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Puntaje Básico		2.10	1.90	1.80	1.50	1.40	1.60	1.40	1.20	1.00	1.20	0.90	1.10	1.00	1.10	1.10	0.90	1.10
Irregularidad Vertical Grave, V _{LI}		-0.90	-0.90	-0.90	-0.80	-0.70	-0.80	-0.70	-0.70	-0.70	-0.80	-0.60	-0.70	-0.70	-0.70	-0.70	-0.60	NA
Irregularidad Vertical Moderada, V _{LI}		-0.60	-0.50	-0.50	-0.40	-0.40	-0.50	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA
Irregularidad en Planta, P _{LI}		-0.70	-0.70	-0.60	-0.50	-0.50	-0.60	-0.40	-0.40	-0.40	-0.50	-0.30	-0.50	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA
Pre-Código		-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.20	-0.30	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	0.00
Posterior-Marca Base		1.90	1.90	2.00	1.00	1.10	1.10	1.50	1.40	1.70	1.50	1.70	1.60	1.60	1.60	1.60	0.50	0.50
Suelo Tipo A o B		0.50	0.50	0.40	0.30	0.30	0.40	0.80	0.20	0.20	0.30	0.10	0.30	0.20	0.30	0.30	0.10	0.10
Suelo Tipo E (1-3 Pisos)		0.00	-0.20	-0.40	-0.30	-0.20	-0.20	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	-0.10
Suelo Tipo E (>3 Pisos)		-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	-0.30	NA	-0.30	-0.10	-0.10	-0.30	-0.10	NA	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	NA
Puntaje Mínimo, S _{MIN}		0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20	0.30	0.30	0.20	1.00
PUNTAJE FINAL 1, S _{L1} ≥ S _{MIN}		S _{L1} = 0.90 -0.60 = 0.30																
GRADO DE REVISIÓN Exterior : <input type="checkbox"/> Parcial <input checked="" type="checkbox"/> Todos los lados <input type="checkbox"/> Aéreo Interior : <input type="checkbox"/> Ninguno <input checked="" type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Completo Planos revisados : <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No Fuente del tipo de suelo : <u>Docente-UPSE</u> Fuente de Peligro Geológico : _____ Persona de contacto : <u>Sra. Brumilda Tigrero</u>		OTROS RIESGOS ¿Hay peligro que ameritan una evaluación estructural detallada? <input checked="" type="checkbox"/> Golpeo potencial (a menos que S _{L2} < límite, si es conocido) <input type="checkbox"/> Riesgo de caída de edificios adyacentes más altos <input type="checkbox"/> Riesgo geológico o Tipo de suelo F <input type="checkbox"/> Daño significativo / deterioro del sistema estructural						ACCIÓN REQUERIDA ¿Requiere evaluación estructural detallada ? <input checked="" type="checkbox"/> Sí, tipo de edificación FEMA desconocido u otro edificio <input checked="" type="checkbox"/> Sí, puntaje menor que el límite <input checked="" type="checkbox"/> Sí, otros peligros presentes <input type="checkbox"/> No ¿Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque una) <input type="checkbox"/> Sí, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada <input checked="" type="checkbox"/> No, no se identifican peligros no estructurales <input type="checkbox"/> DNK										
Cuando los datos no pueden ser verificados, el inspector deberá anotar lo siguiente: EST = estimado o dato no fiable o DNK = No Sabe																		

Leyenda : MRF = Pórtico resistente a momento RC = Hormigón armado URM INF = Relleno de mampostería no reforzada MH = Vivienda prefabricada FD = Diafragma flexible
 BR = Marco arriostrado SW = Muro de cortante TU = Inclinado hacia arriba LM = Metal ligero RD = Diafragma rígido

Figura 31

Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Dos Mangas

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos

Nivel 2

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA

Recopilación de datos de nivel 2 opcional a cargo de un profesional de la ingeniería civil o estructural, un arquitecto o un estudiante de posgrado con experiencia en evaluación sísmica o diseño de edificios.

Nombre del edificio:	Mini Market Nuevo Estilo	Puntaje Final De Nivel 1:	$S_{11} = 0.30$	(no considerar S _{MIN})
Inspector:	Malavé Lainez Júlissa Yamilex	Modificadores de Irreg. de Nivel 1:	Irregularidad vertical, $V_{11} = -0.60$	Irregularidad en Planta, $P_{11} = 0.00$
Fecha/Hora:	13/6/2022 - 10:00	PUNTAJE BASE AJUSTADO:	$S' = (S_{11} - V_{11} - P_{11}) = 0.90$	

MODIFICADORES ESTRUCTURALES PARA AGREGAR A LA PUNTUACIÓN DE BASE AJUSTADA				
Tema	Enunciado (Si la declaración es verdadera, marcar con visto el modificador "Si"; de lo contrario no marcar el modificador.)	Si	No	Subtotales
Irregularidad Vertical, V_{12}	Sitio Inclinado	Edificio W1: Hay al menos un piso completo con cambio de pendiente del suelo de un lado del edificio al otro.	-0.9	
		Edificio que no es W1: Hay al menos piso completo con cambio de nivel de un lado del edificio al otro.	-0.7	
	Piso débil y/o blando (circle one maximum)	Edificio W1 muro atrofiado: Es visible a través del espacio de revisión un muro corto sin refuerzo.	-0.5	
		Casa W1 sobre el garaje: Debajo de un piso ocupado, hay un garaje abierto sin un marco resistente al momento de acero, y hay menos de 20cm de pared en la misma línea (para varios pisos ocupados arriba, use 40cm de pared como mínimo).	-0.9	
		Edificio W1A abierto frontalmente: Hay aberturas en la planta baja (como un parqueadero) que supera al menos el 50 % de la longitud del edificio.	-0.9	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso es menor al 50 % de la del piso superior, o la altura de cualquier piso es mayor a 2,0 veces la altura del piso superior.	-0.7	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso está entre el 50 % y el 75 % del piso superior o la altura de cualquier piso está entre 1,3 v 2,0 veces mayor a la altura del piso superior.	-0.4	
	Entrada	Los elementos verticales del sistema lateral situados en un piso superior están fuera de la borda de los del piso inferior, lo que hace que el diafragma se mueva en voladizo en el desplazamiento.	-0.7	
		Los elementos verticales del sistema lateral en los pisos superiores están dentro de los de los pisos inferiores.	-0.4	
		Hay un desplazamiento en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.	-0.2	
	Columna / Pilar Corto	C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20 % de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columnas en el sistema lateral tienen relaciones altura/profundidad menor al 50 % de la relación altura/profundidad nominal en ese nivel.	-0.4	
		C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La altura de la columna (o el ancho del pilar) es menor que la mitad de la altura del antepecho, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0.4	
De dos niveles		Hay un desnivel en uno de los niveles de los pisos o en el techo.	-0.4	
Otra Irregularidad	Hay otra grave irregularidad vertical observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.7		
	Hay otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.	-0.4		
Irregularidad en planta, P_{12}	Irregularidad torsional: el sistema lateral no parece relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad de frente abierto W1A mencionada anteriormente.)	-0.5		
	Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.	-0.2		
	Esquina reentrante: Ambas proyecciones desde una esquina interior superan el 25% de la dimensión total del plano en esa dirección.	-0.2		
	Apertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con un ancho superior al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.	-0.2		
	Desplazamiento fuera del plano del edificio C1, C2: las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano.	-0.2		
Otra irregularidad: Existe otra irregularidad observable en planta que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.5			
Redundancia	El edificio tiene al menos dos tramos de elementos laterales a cada lado del edificio en cada dirección.	0.2		
Golpeteo	El edificio está separado de una estructura adyacente por menos del 1% de la altura del edificio más corto y la estructura adyacente v;	Los pisos no se alinean verticalmente dentro de los 0.61 m.	(Limite en la suma de modificadores de puntaje en -0.9)	-0.7
		Un edificio es 2 o más pisos más alto que el otro.		-0.7
		El edificio está al final de la manzana.		-0.4
Edificio S2	La geometría de arriostramiento en "K" es visible.			-0.7
Edificio C1	La placa plana sirve como viga en el marco de momento.			-0.5
Edificio PC1/RM1	Hay amarres de techo a pared que son visibles o conocidos por los dibujos que no se basan en la flexión transversal. (No combinar con post-benchmark o modificador de actualización).			0.2
Edificio URM	El edificio tiene paredes interiores de altura completa muy juntas (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).			-0.2
URM	Los muros a dos aguas están presentes.			-0.5
MH	Hay un sistema de arriostramiento sísmico suplementario provisto entre el carro y el suelo.			-0.5
Adecuación	La modernización sísmica integral es visible o se conoce a partir de los planos.			-1.2
PUNTUACIÓN FINAL NIVEL 2, $S_{12} = (S' + V_{12} + P_{12} + M) \geq S_{MIN}$: 0.90 -0.9 0.0 -0.5 = -0.50 $S_{MIN} = 0.30$ (Transferir al formulario de Nivel 1)				
Hay daño o deterioro observable u otra condición que afecta negativamente el desempeño sísmico del edificio: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> En caso afirmativo, describa la condición en el cuadro de comentarios a continuación e indique en el formulario de Nivel 1 que se requiere una evaluación detallada independientemente del puntaje del edificio.				

PELIGROS NO ESTRUCTURALES OBSERVABLES				
Ubicación	Enunciado (Marcar "Si" o "No")	Si	No	Comentario
Exterior	Hay un parapeto de mampostería no reforzada no arriostrada o chimenea de mampostería no reforzada no arriostrada.		X	
	Hay un revestimiento pesado o un enchapado pesado.		X	
	Hay una marquesina pesada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales que parece no tener el apoyo adecuado.		X	
	Hay un apéndice de mampostería no reforzada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales.		X	
	Hay un letrero en el edificio que indica que hay materiales peligrosos presentes.		X	
	Hay un edificio adyacente más alto con una pared URM no anclada o un parapeto o chimenea URM sin refuerzos.		X	
Interior	Otro peligro de caída exterior no estructural observado:	X		Letreros Publicitarios
	Hay tabiques huecos de teja de barro o ladrillo en cualquier escalera o pasillo de salida.		X	
	Otro peligro de caída no estructural interior observado:		X	
Desempeño sísmico no estructural estimado (Marque la casilla correspondiente y transfírela a las conclusiones del formulario de Nivel 1)				
<input type="checkbox"/> Posibles peligros no estructurales con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes → Se recomienda una evaluación no estructural detallada				
<input type="checkbox"/> Peligros no estructurales identificados con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes → Pero no se requiere una evaluación no estructural detallada				
<input type="checkbox"/> Amenaza de riesgo no estructural baja o nula para la seguridad de la vida de los ocupantes → No se requiere una evaluación no estructural detallada				

Comentarios : Estructura no cuenta con planos

Figura 32


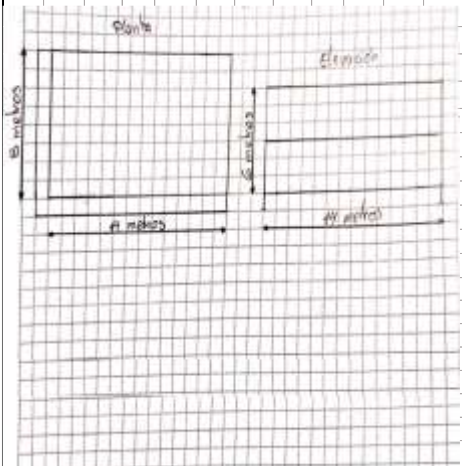
Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Montanita

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos

Nivel 1

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA

	Dirección: <u>Comuna Montanita - Calle Luis Rosales</u> Código Postal: _____
	Otra identificación: _____ Nombre del Edificio: <u>Familia Solorzano Rodríguez</u> Uso: <u>Residencia</u> Latitud: <u>1°49'48.29"S</u> Longitud: <u>80°45'6.88"O</u> Ss: _____ S1: _____ Inspector (es): <u>Malavé Lainez Julissa Yamillex</u> Fecha/Hora: <u>25/6/2022 - 10:00</u>
	No. Pisos: Sobre el suelo: <u>2</u> Bajo el suelo: <u>0</u> Año de construcción: <u>2018</u> <input type="checkbox"/> EST Superficie total de piso (mt. 2): <u>276 m²</u> Código año: _____ Adiciones: <input type="checkbox"/> Ninguna <input checked="" type="checkbox"/> Sí, Años construcción: <u>2020</u>
	Ocupación: Asanbleas Comercial Serv. Emergencia <input type="checkbox"/> Histórico <input type="checkbox"/> Albergue Industria Oficina Educación <input type="checkbox"/> Gobierno Utilidad Almacen <u>Unid. Residencias</u> 1
Tipo de suelo: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> DNK Roca Roca Suelo Suelo Suelo Suelo Si DNK, asumir tipo Dura Debil Denso Duro Blando Pobre D	
Riesgo Geológico: Licuefacción: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> DNK Deslizamiento: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> DNK Superficie de Ruptura: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> DNK	
Adyacencia: <input checked="" type="checkbox"/> Golpes <input type="checkbox"/> Peligro Caída del Edificio Adyacente Irregularidades: <input checked="" type="checkbox"/> Elevación (tipo/severidad) <u>Retroceso fuera del plano (severo)</u> <input type="checkbox"/> Planta (Tipo) Peligros de Caída: <input type="checkbox"/> Chimeneas sin soporte lateral <input type="checkbox"/> Apéndices Extreos: <input checked="" type="checkbox"/> Parapetos <input type="checkbox"/> Revest. Pesado o de chapa de madera pesada <input type="checkbox"/> Otros: _____	
Comentarios: _____ _____ _____ _____ <input type="checkbox"/> Dibujos o comentarios adicionales en una página aparte	

NOTA BASE, MODIFICADORES, Y ULTIMA PUNTAJACIÓN NIVEL 1, S_{L1}

TIPO DE EDIFICIO FEMA	No se Sabe	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCS W)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URMI NF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Puntaje Básico		2.10	1.90	1.80	1.50	1.40	1.60	1.40	1.20	1.00	1.20	0.90	1.10	1.00	1.10	1.10	0.90	1.10
Irregularidad Vertical Grave, V _{LI}		-0.90	-0.90	-0.90	-0.80	-0.70	-0.80	-0.70	-0.70	-0.70	-0.80	-0.60	-0.70	-0.70	-0.70	-0.70	-0.60	NA
Irregularidad Vertical Moderada, V _{LI}		-0.60	-0.50	-0.50	-0.40	-0.40	-0.50	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA	
Irregularidad en Planta, P _{LI}		-0.70	-0.70	-0.60	-0.50	-0.50	-0.60	-0.40	-0.40	-0.40	-0.50	-0.30	-0.50	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA
Pre-Código		-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.20	-0.30	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	0.00
Posterior-Marca Base		1.90	1.90	2.00	1.00	1.10	1.10	1.50	NA	1.40	1.70	NA	1.50	1.70	1.60	1.60	NA	0.50
Suelo Tipo A o B		0.50	0.50	0.40	0.30	0.30	0.40	0.80	0.20	0.20	0.30	0.10	0.30	0.20	0.30	0.30	0.10	0.10
Suelo Tipo E (1-3 Pisos)		0.00	-0.20	-0.40	-0.30	-0.20	-0.20	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	-0.10
Suelo Tipo E (>3 Pisos)		-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	-0.30	NA	-0.30	-0.10	-0.10	-0.30	-0.10	NA	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	NA
Puntaje Mínimo, S _{MIN}		0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20	0.30	0.30	0.20	1.00

PUNTAJE FINAL 1, S_{L1} ≥ S_{MIN} **S_{L1} = 0.90 -0.60 = 0.30**

GRADO DE REVISIÓN Exterior: <input type="checkbox"/> Parcial <input checked="" type="checkbox"/> Todos los lados <input type="checkbox"/> Aéreo Interior: <input type="checkbox"/> Ninguno <input checked="" type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Completo Planos revisados: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Fuente del tipo de suelo: <u>Docente-UPSE</u> Fuente de Peligro Geológico: _____ Persona de contacto: <u>Sra. Cristina Rodríguez</u>	OTROS RIESGOS ¿Hay peligro que ameritan una evaluación estructural detallada? <input checked="" type="checkbox"/> Golpeo potencial (a menos que S _{L2} < limite, si es conocido) <input type="checkbox"/> Riesgo de caída de edificios adyacentes más altos <input type="checkbox"/> Riesgo geológico o Tipo de suelo F <input type="checkbox"/> Daño significativo / deterioro del sistema estructural	ACCIÓN REQUERIDA ¿Requiere evaluación estructural detallada? <input type="checkbox"/> Si, tipo de edificación FEMA desconocido u otro edificio <input checked="" type="checkbox"/> Si, puntaje menor que el limite <input checked="" type="checkbox"/> Si, otros peligros presentes <input type="checkbox"/> No ¿Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque una) <input type="checkbox"/> Si, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados <input checked="" type="checkbox"/> No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada <input type="checkbox"/> No, no se identifican peligros no estructurales <input type="checkbox"/> DNK
---	--	---

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

Leyenda: MRF = Pórtico resistente a momento; RC = Hormigón armado; URM INF = Relleno de mampostería no reforzada; MH = Vivienda prefabricada; FD = Diafragma flexible; BR = Marco arriostrado; SW = Muro de cortante; TU = Inclinado hacia arriba; LM = Metal ligero; RD = Diafragma rígido

Figura 33

Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Montanita

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos

Nivel 2

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA

Recopilación de datos de nivel 2 opcional a cargo de un profesional de la ingeniería civil o estructural, un arquitecto o un estudiante de posgrado con experiencia en evaluación sísmica o diseño de edificios.

Nombre del edificio:	Familia Solorzano Rodríguez	Puntaje Final De Nivel 1:	$S_{11} = 0.30$	(no considerar S _{MIN})
Inspector:	Malavé Lainez Júlissa Yamilex	Modificadores de Irreg. de Nivel 1:	Irregularidad vertical, $V_{11} = -0.60$	Irregularidad en Planta, $P_{11} = 0.00$
Fecha/Hora:	25/6/2022 - 10:00	PUNTAJE BASE AJUSTADO:	$S' = (S_{11} - V_{11} - P_{11}) = 0.90$	

MODIFICADORES ESTRUCTURALES PARA AGREGAR A LA PUNTUACIÓN DE BASE AJUSTADA				
Tema	Enunciado (Si la declaración es verdadera, marcar con visto el modificador "SI"; de lo contrario no marcar el modificador.)	Si	Subtotales	
Irregularidad Vertical, V_{12}	Sitio Inclinado	Edificio W1: Hay al menos un piso completo con cambio de pendiente del suelo de un lado del edificio al otro.	-0.9	$V_{12} = -0.9$ (Limite -0.9)
		Edificio que no es W1: Hay al menos piso completo con cambio de nivel de un lado del edificio al otro.	-0.7	
	Piso débil y/o blando (circle one maximum)	Edificio W1 muro atrofiado: Es visible a través del espacio de revisión un muro corto sin refuerzo.	-0.5	
		Casa W1 sobre el garaje: Debajo de un piso ocupado, hay un garaje abierto sin un marco resistente al momento de acero, y hay menos de 20cm de pared en la misma línea (para varios pisos ocupados arriba, use 40cm de pared como mínimo).	-0.9	
		Edificio W1A abierto frontalmente: Hay aberturas en la planta baja (como un parqueadero) que supera al menos el 50 % de la longitud del edificio.	-0.9	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso es menor al 50 % de la del piso superior, o la altura de cualquier piso es mayor a 2,0 veces la altura del piso superior.	-0.7	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso está entre el 50 % y el 75 % del piso superior o la altura de cualquier piso está entre 1,3 y 2,0 veces mayor a la altura del piso superior.	-0.4	
	Entrada	Los elementos verticales del sistema lateral situados en un piso superior están fuera de la borda de los del piso inferior, lo que hace que el diafragma se mueva en voladizo en el desplazamiento.	-0.7	
		Los elementos verticales del sistema lateral en los pisos superiores están dentro de los de los pisos inferiores.	-0.4	
		Hay un desplazamiento en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.	-0.7	
	Columna / Pilar Corto	C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20 % de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columnas en el sistema lateral tienen relaciones altura/profundidad menor al 50 % de la relación altura/profundidad nominal en ese nivel.	-0.4	
		C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La altura de la columna (o el ancho del pilar) es menor que la mitad de la altura del antepecho, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0.4	
De dos niveles	Hay un desnivel en uno de los niveles de los pisos o en el techo.	-0.4		
Otra Irregularidad	Hay otra grave irregularidad vertical observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.7		
	Hay otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.	-0.4		
Irregularidad en planta, P_{12}	Irregularidad torsional: el sistema lateral no parece relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad de frente abierto W1A mencionada anteriormente.)	-0.5	$P_{12} = 0.0$ (Limite -0.7)	
	Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.	-0.7		
	Esquina reentrante: Ambas proyecciones desde una esquina interior superan el 25% de la dimensión total del plano en esa dirección.	-0.7		
	Apertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con un ancho superior al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.	-0.7		
	Desplazamiento fuera del plano del edificio C1, C2: las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano.	-0.7		
	Otra irregularidad: Existe otra irregularidad observable en planta que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.5		
Redundancia	El edificio tiene al menos dos tramos de elementos laterales a cada lado del edificio en cada dirección.	0.2		
Golpeteo	El edificio está separado de una estructura adyacente por menos del 1% de la altura del edificio más corto y la estructura adyacente y:	(Limite en la suma de modificadores de puntaje en -0.9)		
	Los pisos no se alinean verticalmente dentro de los 0.61 m.	-0.7		
	Un edificio es 2 o más pisos más alto que el otro.	-0.7		
	El edificio está al final de la manzana.	-0.4		
Edificio S2	La geometría de arriostramiento en "K" es visible.	-0.7		
Edificio C1	La placa plana sirve como viga en el marco de momento.	-0.5		
Edificio PC1/RM1	Hay amarres de techo a pared que son visibles o conocidos por los dibujos que no se basan en la flexión transversal. (No combinar con post-benchmark o modificador de actualización).	0.2		
Edificio URM	El edificio tiene paredes interiores de altura completa muy juntas (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).	0.2		
URM	Los muros a dos aguas están presentes.	-0.5		
MH	Hay un sistema de arriostramiento sísmico suplementario provisto entre el carro y el suelo.	-0.5		
Adecuación	La modernización sísmica integral es visible o se conoce a partir de los planos.	-1.2		
PUNTAJE FINAL NIVEL 2, $S_{12} = (S' + V_{12} + P_{12} + M) \geq S_{MIN}$: $0.90 - 0.9 + 0.0 - 0.7 = -0.70$ $S_{MIN} = 0.30$ (Transferir al formulario de Nivel 1)				
Hay daño o deterioro observable u otra condición que afecta negativamente el desempeño sísmico del edificio.: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> En caso afirmativo, describa la condición en el cuadro de comentarios a continuación e indique en el formulario de Nivel 1 que se requiere una evaluación detallada independientemente del puntaje del edificio.				

PELIGROS NO ESTRUCTURALES OBSERVABLES				
Ubicación	Enunciado (Marcar "SI" o "No")	Si	No	Comentario
Exterior	Hay un parapeto de mampostería no reforzada no arriostrada o chimenea de mampostería no reforzada no arriostrada.	X		
	Hay un revestimiento pesado o un enchapado pesado.		X	
	Hay una marquesina pesada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales que parece no tener el apoyo adecuado.		X	
	Hay un apéndice de mampostería no reforzada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales.		X	
	Hay un letrero en el edificio que indica que hay materiales peligrosos presentes.		X	
	Hay un edificio adyacente más alto con una pared URM no anclada o un parapeto o chimenea URM sin refuerzos.		X	
Interior	Otro peligro de caída exterior no estructural observado:	X		Barandas de metal
	Hay tabiques huecos de teja de barro o ladrillo en cualquier escalera o pasillo de salida.		X	
	Otro peligro de caída no estructural interior observado:		X	
Desempeño sísmico no estructural estimado (Marque la casilla correspondiente y transfírela a las conclusiones del formulario de Nivel 1) <input checked="" type="checkbox"/> Posibles peligros no estructurales con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes → Se recomienda una evaluación no estructural detallada <input type="checkbox"/> Peligros no estructurales identificados con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes → Pero no se requiere una evaluación no estructural detallada <input type="checkbox"/> Amenaza de riesgo no estructural baja o nula para la seguridad de la vida de los ocupantes → No se requiere una evaluación no estructural detallada				
Comentarios : Estructura no cuenta con planos				

Figura 34


Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Olón

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos

Nivel 1

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA



Dirección: Comuna Olón - Misericordia de Dios - Rosa Mistica
 Código Postal: _____
 Otra identificación: _____
 Nombre del Edificio: Tienda Don Máximo
 Uso: Residencia
 Latitud: 1°47'55.92"S Longitud: 80°45'31.57"O
 Ss: _____ S1: _____
 Inspector (es): Malavé Láinez Julissa Yamilex Fecha/Hora: 26/6/2022 - 11:00
 No. Pisos: Sobre el suelo: 2 Bajo el suelo: 0 Año de construcción: 2020 EST
 Superficie total de piso (mt. 2): 158 m² Código año: _____
 Adiciones: Ninguna Sí, Años construcción: 2021

Ocupación: Asanbleas Comercial Serv. Emergencia Histórico Albergue
 Industria Oficina Educación Gobierno
 Utilidad Almacen Unid. Residencias 1

Tipo de suelo: A B C D E F DNK
 Roca Roca Suelo Suelo Suelo Suelo Si DNK, asumir tipo
 Dura Debil Denso Duro Blando Pobre D

Riesgo Geológico: Licuefacción: _____ Deslizamiento: _____ Superficie de Ruptura: _____
 Si No DNK Si No DNK Si No DNK

Adyacencia: Golpes Peligro Caída del Edificio Adyacente
 Irregularidades: Elevación (tipo/severidad) Retrceso fuera del plano (severo)
 Planta (Tipo) Esquina entrante

Peligros de Caída: Chimeneas sin soporte lateral Apéndices
 Parapetos Revest. Pesado o de chapa de madera pesada
 Exteriores: Otros: _____

Comentarios: _____

Dibujos o comentarios adicionales en una página aparte

NOTA BASE, MODIFICADORES, Y ULTIMA PUNTUACIÓN NIVEL 1, S_{L1}

TIPO DE EDIFICIO FEMA	No se Sabe	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCS W)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URMI NF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Puntaje Básico		2.10	1.90	1.80	1.50	1.40	1.60	1.40	1.20	1.00	1.20	0.90	1.10	1.00	1.10	1.10	0.90	1.10
Irregularidad Vertical Grave, V _{L1}		-0.90	-0.90	-0.90	-0.80	-0.70	-0.80	-0.70	-0.70	-0.70	-0.80	-0.60	-0.70	-0.70	-0.70	-0.70	-0.60	NA
Irregularidad Vertical Moderada, V _{L1}		-0.60	-0.50	-0.50	-0.40	-0.40	-0.50	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA	
Irregularidad en Planta, P _{L1}		-0.70	-0.70	-0.60	-0.50	-0.50	-0.60	-0.40	-0.40	-0.40	-0.50	-0.30	-0.50	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA
Pre-Código		-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.20	-0.30	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	0.00
Posterior-Marca Base		1.90	1.90	2.00	1.00	1.10	1.10	1.50	NA	1.40	1.70	NA	1.50	1.70	1.60	1.60	NA	0.50
Suelo Tipo A o B		0.50	0.50	0.40	0.30	0.30	0.40	0.80	0.20	0.30	0.10	0.30	0.20	0.30	0.30	0.30	0.10	0.10
Suelo Tipo E (1-3 Pisos)		0.00	-0.20	-0.40	-0.30	-0.20	-0.20	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	-0.10
Suelo Tipo E (>3 Pisos)		-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	-0.30	NA	-0.30	-0.10	-0.10	-0.30	-0.10	NA	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	NA
Puntaje Mínimo, S _{MIN}		0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20	0.30	0.30	0.20	1.00

PUNTAJE FINAL 1, S_{L1} ≥ S_{MIN} S_{L1} = **0.90 -0.60 -0.30 = 0.00** S_{MIN} = **0.30**

<p>GRADO DE REVISIÓN</p> <p>Exterior: <input type="checkbox"/> Parcial <input checked="" type="checkbox"/> Todos los lados <input type="checkbox"/> Aéreo</p> <p>Interior: <input type="checkbox"/> Ninguno <input checked="" type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Completo</p> <p>Planos revisados: <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p> <p>Fuente del tipo de suelo: <u>Docente-UPSE</u></p> <p>Fuente de Peligro Geológico: _____</p> <p>Persona de contacto: <u>Sra. Máximo Magallan</u></p> <p>NIVEL 2 DE ESCANEADO REALIZADO ?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Sí; Puntaje final Nivel 2, S <u>0.30</u> <input type="checkbox"/> No</p> <p>Peligros no estructurales? <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p>	<p>OTROS RIESGOS</p> <p>¿Hay peligro que ameritan una evaluación estructural detallada?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Golpeo potencial (a menos que S_{L2} < límite, si es conocido)</p> <p><input type="checkbox"/> Riesgo de caída de edificios adyacentes más altos</p> <p><input type="checkbox"/> Riesgo geológico o Tipo de suelo F</p> <p><input type="checkbox"/> Daño significativo / deterioro del sistema estructural</p>	<p>ACCIÓN REQUERIDA</p> <p>¿Requiere evaluación estructural detallada ?</p> <p><input type="checkbox"/> Si, tipo de edificación FEMA desconocido u otro edificio</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Si, puntaje menor que el limite</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Si, otros peligros presentes</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p>¿Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque una)</p> <p><input type="checkbox"/> Si, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada</p> <p><input type="checkbox"/> No, no se identifican peligros no estructurales <input type="checkbox"/> DNK</p>
---	--	---

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

Legenda: MRF = Pórtico resistente a momento RC = Hormigón armado URM INF = Relleno de mampostería no reforzada MH = Vivienda prefabricada FD = Diafragma flexible
 BR = Marco arriostrado SW = Muro de cortante TU = Inclinado hacia arriba LM = Metal ligero RD = Diafragma rígido

Figura 35

Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Olón

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos

Nivel 2

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA

Recopilación de datos de nivel 2 opcional a cargo de un profesional de la ingeniería civil o estructural, un arquitecto o un estudiante de posgrado con experiencia en evaluación sísmica o diseño de edificios.

Nombre del edificio:	Tienda Don Máximo	Puntaje Final De Nivel 1:	$S_{11} = 0.00$	(no considerar S _{MIN})
Inspector:	Malavé Laínez Julissa Yarnílex	Modificadores de Irreg. de Nivel 1:	Irregularidad vertical, $V_{12} = -0.60$	Irregularidad en Planta, $P_{12} = -0.30$
Fecha/Hora:	26/6/2022 - 11:00	PUNTAJE BASE AJUSTADO:	$S' = (S_{11} - V_{12} - P_{12}) = 0.90$	

MODIFICADORES ESTRUCTURALES PARA AGREGAR A LA PUNTUACIÓN DE BASE AJUSTADA				
Tema	Enunciado (Si la declaración es verdadera, marcar con visto el modificador "SI"; de lo contrario no marcar el modificador.)	Si	Subtotales	
Irregularidad Vertical, V_{12}	Sitio Inclinado	Edificio W1: Hay al menos un piso completo con cambio de pendiente del suelo de un lado del edificio al otro.	-0.9	
		Edificio que no es W1: Hay al menos piso completo con cambio de nivel de un lado del edificio al otro.	-0.2	
		Edificio W1 muro atrofiado: Es visible a través del espacio de revisión un muro corto sin refuerzo.	-0.5	
		Casa W1 sobre el garaje: Debajo de un piso ocupado, hay un garaje abierto sin un marco resistente al momento de acero, y hay menos de 20cm de pared en la misma línea (para varios pisos ocupados arriba, use 40cm de pared como mínimo).	-0.9	
	Piso débil y/o blando (circle one maximum)	Edificio W1A abierto frontalmente: Hay aberturas en la planta baja (como un parqueadero) que supera al menos el 50 % de la longitud del edificio.	-0.9	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso es menor al 50 % de la del piso superior, o la altura de cualquier piso es mayor a 2,0 veces la altura del piso superior.	-0.7	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso está entre el 50 % y el 75 % del piso superior o la altura de cualquier piso está entre 1,3 y 2,0 veces mayor a la altura del piso superior.	-0.4	
	Entrada	Los elementos verticales del sistema lateral situados en un piso superior están fuera de la borda de los del piso inferior, lo que hace que el diafragma se mueva en voladizo en el desplazamiento.	-0.7	
		Los elementos verticales del sistema lateral en los pisos superiores están dentro de los de los pisos inferiores.	-0.4	
		Hay un desplazamiento en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.	-0.2	
	Columna / Pilar Corto	C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20 % de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columnas en el sistema lateral tienen relaciones altura/profundidad menor al 50 % de la relación altura/profundidad nominal en ese nivel.	-0.4	
		C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La altura de la columna (o el ancho del pilar) es menor que la mitad de la altura del antepecho, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0.4	
De dos niveles	Hay un desnivel en uno de los niveles de los pisos o en el techo.	-0.4		
Otra Irregularidad	Hay otra grave irregularidad vertical observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.7		
	Hay otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.	-0.4		
				$V_{12} = -0.9$ (Limite -0.9)
Irregularidad en planta, P_{12}	Irregularidad torsional: el sistema lateral no parece relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad de frente abierto W1A mencionada anteriormente.)	-0.5		
	Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.	-0.2		
	Esquina reentrante: Ambas proyecciones desde una esquina interior superan el 25% de la dimensión total del plano en esa dirección.	-0.2		
	Apertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con un ancho superior al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.	-0.2		
	Desplazamiento fuera del plano del edificio C1, C2: las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano.	-0.2		
Otra irregularidad: Existe otra irregularidad observable en planta que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.5			
				$P_{12} = -0.2$ (Limite -0.7)
Redundancia	El edificio tiene al menos dos tramos de elementos laterales a cada lado del edificio en cada dirección.	0.2		
Golpeteo	El edificio está separado de una estructura adyacente por menos del 1% de la altura del edificio más corto y la estructura adyacente y:	Los pisos no se alinean verticalmente dentro de los 0.61 m.	(Limite en la suma de modificadores de puntaje en -0.9) -0.7	
		Un edificio es 2 o más pisos más alto que el otro.	-0.4	
		El edificio está al final de la manzana.	-0.4	
Edificio S2	La geometría de arriostamiento en "K" es visible.	-0.7		
Edificio C1	La placa plana sirve como viga en el marco de momento.	-0.5		
Edificio PC1/RM1	Hay amarres de techo a pared que son visibles o conocidos por los dibujos que no se basan en la flexión transversal. (No combinar con post-benchmark o modificador de actualización).	0.2		
Edificio	El edificio tiene paredes interiores de altura completa muy juntas (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).	-0.2		
URM	Los muros a dos aguas están presentes.	-0.5		
MH	Hay un sistema de arriostamiento sísmico suplementario provisto entre el carro y el suelo.	-0.5		
Adecuación	La modernización sísmica integral es visible o se conoce a partir de los planos.	-1.2	$M = -0.7$	
PUNTAJE FINAL NIVEL 2, $S_{L2} = (S' + V_{12} + P_{12} + M) \geq S_{MIN}$: $0.90 - 0.9 - 0.2 - 0.7 = -0.90$ $S_{MIN} = 0.30$ (Transferir al formulario de Nivel 1)				
Hay daño o deterioro observable u otra condición que afecta negativamente el desempeño sísmico del edificio.: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> En caso afirmativo, describa la condición en el cuadro de comentarios a continuación e indique en el formulario de Nivel 1 que se requiere una evaluación detallada independientemente del puntaje del edificio.				


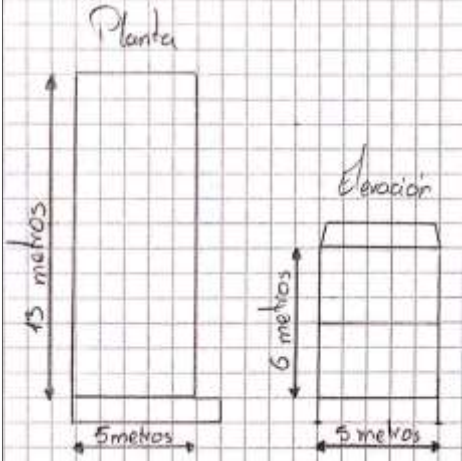
PELIGROS NO ESTRUCTURALES OBSERVABLES				
Ubicación	Enunciado (Marcar "Si" o "No")	Si	No	Comentario
Exterior	Hay un parapeto de mampostería no reforzada o chimenea de mampostería no reforzada no arriestrada.	X		
	Hay un revestimiento pesado o un enchapado pesado.		X	
	Hay una marquesina pesada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales que parece no tener el apoyo adecuado.		X	
	Hay un apéndice de mampostería no reforzada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales.		X	
	Hay un letrero en el edificio que indica que hay materiales peligrosos presentes.		X	
	Hay un edificio adyacente más alto con una pared URM no anclada o un parapeto o chimenea URM sin refuerzos.		X	
Interior	Otro peligro de caída exterior no estructural observado:		X	
	Hay tabiques huecos de teja de barro o ladrillo en cualquier escalera o pasillo de salida.		X	
Otro peligro de caída no estructural interior observado: <input type="checkbox"/>				
Desempeño sísmico no estructural estimado (Marque la casilla correspondiente y transfírela a las conclusiones del formulario de Nivel 1)				
<input type="checkbox"/> Posibles peligros no estructurales con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes		→ Se recomienda una evaluación no estructural detallada		
<input checked="" type="checkbox"/> Peligros no estructurales identificados con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes		→ Pero no se requiere una evaluación no estructural detallada		
<input type="checkbox"/> Amenaza de riesgo no estructural baja o nula para la seguridad de la vida de los ocupantes		→ No se requiere una evaluación no estructural detallada		
Comentarios: <u>Estructura no cuenta con planos</u>				

Figura 36

Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna San José

Nivel 1
Sismicidad MUY ALTA

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos
Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Dirección: Comuna San José - Barrio Cristobal Colon - Calle Principal
Código Postal: _____

Otra identificación: _____

Nombre del Edificio: Familia Gutiérrez Figueroa

Uso: Residencia

Latitud: 1°45'35.84"S Longitud: 80°46'8.90"O

Ss: _____ S1: _____

Inspector (es): Malavé Lainez Julissa Yamlex Fecha/Hora: 01/7/2022 - 14:00

No. Pisos: Sobre el suelo: 2 Bajo el suelo: 0 Año de construcción: 2002 EST

Superficie total de piso (m. 2): _____ Código año: _____

Adiciones: Ninguna Si, Años construcción: 2005 - 2010 - 2020

Ocupación: Asambleas Comercial Serv. Emergencia Histórico Albergue
Industria Oficina Educación Gobierno
Utilidad Almacen Unid. Residencias 1

Tipo de suelo: A B C D E F DNK
Roca Roca Suelo Suelo Suelo Suelo Si DNK, asumir tipo
Dura Débil Denso Duro Blando Pobre D

Riesgo Geológico: Licuefacción: _____ Deslizamiento: _____ Superficie de Ruptura: _____
 Si No DNK Si No DNK Si No DNK

Adyacencia: Golpes Peligro Caída del Edificio Adyacente

Irregularidades: Elevación (tipo/severidad) Volado (severo)
 Planta (Tipo) _____

Peligros de Caída: Chimeneas sin soporte lateral Apéndices
 Parapetos Revest. Pesado o de chapa de madera pesada

Exteriores: Otros: Techo sobre las puertas de salida sin refuerzo.

Comentarios: _____

Dibujos o comentarios adicionales en una página aparte

NOTA BASE, MODIFICADORES, Y ÚLTIMA PUNTUACIÓN NIVEL 1, S _{L1}																		
TIPO DE EDIFICIO FEMA	No se Sabe	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCS W)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URMI NF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Puntaje Básico		2.10	1.90	1.80	1.50	1.40	1.60	1.40	1.20	1.00	1.20	0.90	1.10	1.00	1.10	1.10	0.90	1.10
Irregularidad Vertical Grave, V _{L1}		-0.90	-0.90	-0.90	-0.80	-0.70	-0.80	-0.70	-0.70	-0.70	-0.80	-0.60	-0.70	-0.70	-0.70	-0.70	-0.60	NA
Irregularidad Vertical Moderada, V _{L1}		-0.60	-0.50	-0.50	-0.40	-0.40	-0.50	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA	
Irregularidad en Planta, P _{L1}		-0.70	-0.70	-0.60	-0.50	-0.50	-0.60	-0.40	-0.40	-0.40	-0.50	-0.30	-0.50	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA
Pre-Código		-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.20	-0.30	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	0.00	0.00	0.00
Posterior-Marca Base		1.90	1.90	2.00	1.00	1.10	1.10	1.50	NA	1.40	1.70	NA	1.50	1.70	1.60	1.60	NA	0.50
Suelo Tipo A o B		0.50	0.50	0.40	0.30	0.30	0.40	0.80	0.20	0.20	0.30	0.10	0.30	0.20	0.30	0.30	0.10	0.10
Suelo Tipo E (1-3 Pisos)		0.00	-0.20	-0.40	-0.30	-0.20	-0.20	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	-0.10
Suelo Tipo E (>3 Pisos)		-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	-0.30	NA	-0.30	-0.10	-0.10	-0.30	-0.10	NA	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	NA
Puntaje Mínimo, S _{MN}		0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20	0.30	0.30	0.20	1.00
PUNTAJE FINAL 1, S _{L1} ≥ S _{MN}		S _{L1} = 0.90 -0.60 0.00 = 0.30																

GRADO DE REVISIÓN

Exterior: Parcial Todos los lados Aéreo

Interior: Ninguno Visible Completo

Planos revisados: Sí No

Fuente del tipo de suelo: Docente-UPSE

Fuente de Peligro Geológico: _____

Persona de contacto: Sr. Pedro Figueroa

NIVEL 2 DE ESCANEADO REALIZADO ?

Sí; Puntaje final Nivel 2, S_{L2} 0.00 No

Peligros no estructurales? Sí No

OTROS RIESGOS

¿Hay peligro que ameritan una evaluación estructural detallada?

Golpeo potencial (a menos que S_{L2} < límite, si es conocido)

Riesgo de caída de edificios adyacentes más altos

Riesgo geológico o Tipo de suelo F

Daño significativo / deterioro del sistema estructural

ACCIÓN REQUERIDA

¿Requiere evaluación estructural detallada ?

Sí, tipo de edificación FEMA desconocido u otro edificio

Sí, puntaje menor que el límite

Sí, otros peligros presentes

No

¿Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque una)

Sí, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados

No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada

No, no se identifican peligros no estructurales DNK

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

Legenda: MRF = Pórtico resistente a momer RC = Hormigón armado URM INF = Relleno de mampostería no reforzada MH = Vivienda prefabricada FD = Diafragma flexible
BR = Marco arriostrado SW = Muro de cortante TU = Inclinado hacia arriba LM = Metal ligero RD = Diafragma rígido

Figura 37

Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna San José

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos

Nivel 2

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA

Recopilación de datos de nivel 2 opcional a cargo de un profesional de la ingeniería civil o estructural, un arquitecto o un estudiante de posgrado con experiencia en evaluación sísmica o diseño de edificios.

Nombre del edificio:	Familia Gutiérrez Figueroa	Puntaje Final De Nivel 1:	$S_{I1} = 0.30$	(no considerar SMIN)
Inspector:	Malavé Laínez Juissa Yarnílex	Modificadores de Irreg. de Nivel 1:	Irregularidad vertical, $V_{I1} = -0.60$	Irregularidad en Planta, $P_{I1} = 0.00$
Fecha/Hora:	01/7/2022 - 14:00	PUNTAJE BASE AJUSTADO:	$S' = (S_{I1} - V_{I1} - P_{I1}) = 0.90$	

MODIFICADORES ESTRUCTURALES PARA AGREGAR A LA PUNTUACIÓN DE BASE AJUSTADA				
Tema	Enunciado (Si la declaración es verdadera, marcar con visto el modificador "SI"; de lo contrario no marcar el modificador.)	Si	Subtotales	
Irregularidad Vertical, V_{I2}	Sitio Inclinado	Edificio W1: Hay al menos un piso completo con cambio de pendiente del suelo de un lado del edificio al otro.	-0.5	$V_{I2} -0.9$ (Limite -0.9)
		Edificio que no es W1: Hay al menos piso completo con cambio de nivel de un lado del edificio al otro.	-0.2	
		Edificio W1 muro atrofiado: Es visible a través del espacio de revisión un muro corto sin refuerzo.	-0.5	
	Piso débil y/o blando (circle one maximum)	Casa W1 sobre el garaje: Debajo de un piso ocupado, hay un garaje abierto sin un marco resistente al momento de acero, y hay menos de 20cm de pared en la misma línea (para varios pisos ocupados arriba, use 40cm de pared como mínimo).	-0.9	
		Edificio W1A abierto frontalmente: Hay aberturas en la planta baja (como un parqueadero) que supera al menos el 50 % de la longitud del edificio.	-0.9	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso es menor al 50 % de la del piso superior, o la altura de cualquier piso es mayor a 2,0 veces la altura del piso superior.	-0.7	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso está entre el 50 % y el 75 % del piso superior o la altura de cualquier piso está entre 1.3 y 2.0 veces mayor a la altura del piso superior.	-0.4	
	Entrada	Los elementos verticales del sistema lateral situados en un piso superior están fuera de la borda de los del piso inferior, lo que hace que el diafragma se mueva en voladizo en el desplazamiento.	-0.7	
		Los elementos verticales del sistema lateral en los pisos superiores están dentro de los de los pisos inferiores.	-0.4	
		Hay un desplazamiento en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.	-0.2	
	Columna / Pilar Corto	C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20 % de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columnas en el sistema lateral tienen relaciones altura/profundidad menor al 50 % de la relación altura/profundidad nominal en ese nivel.	-0.4	
		C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La altura de la columna (o el ancho del pilar) es menor que la mitad de la altura del antepecho, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0.4	
	De dos niveles	Hay un desnivel en uno de los niveles de los pisos o en el techo.	-0.4	
	Otra Irregularidad	Hay otra grave irregularidad vertical observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.7	
Hay otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.		-0.4		
Irregularidad en planta, P_{I2}	Irregularidad torsional: el sistema lateral no parece relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad de frente abierto W1A mencionada anteriormente.)	-0.5	$P_{I2} 0.0$ (Limite -0.7)	
	Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.	-0.2		
	Esquina reentrante: Ambas proyecciones desde una esquina interior superan el 25% de la dimensión total del plano en esa dirección.	-0.2		
	Apertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con un ancho superior al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.	-0.2		
	Desplazamiento fuera del plano del edificio C1, C2: las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano.	-0.2		
Otra irregularidad: Existe otra irregularidad observable en planta que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.5			
Redundancia	El edificio tiene al menos dos tramos de elementos laterales a cada lado del edificio en cada dirección.	0.2		
Golpeteo	El edificio está separado de una estructura adyacente por menos del 1% de la altura del edificio más corto y la estructura adyacente y:			
	Los pisos no se alinean verticalmente dentro de los 0.61 m.	(Limite en la suma de modificadores de puntaje en -0.9)	-0.7	
	Un edificio es 2 o más pisos más alto que el otro.		-0.7	
	El edificio está al final de la manzana.		-0.4	
Edificio S2	La geometría de arriostamiento en "K" es visible.		-0.7	
Edificio C1	La placa plana sirve como viga en el marco de momento.		-0.3	
Edificio PC1/RM1	Hay amarres de techo a pared que son visibles o conocidos por los dibujos que no se basan en la flexión transversal. (No combinar con post-benchmark o modificador de actualización.)		0.2	
Edificio URM	El edificio tiene paredes interiores de altura completa muy juntas (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).		-0.2	
MH	Los muros a dos aguas están presentes.		-0.3	
Adecuación	Hay un sistema de arriostamiento sísmico suplementario provisto entre el carro y el suelo.		-0.5	
	La modernización sísmica integral es visible o se conoce a partir de los planos.		-1.2	
PUNTUACIÓN FINAL NIVEL 2, $S_{I2} = (S' + V_{I2} + P_{I2} + M) \geq S_{MIN}$: 0.90 -0.9 0.0 0.0 = 0.00 $S_{MIN} = 0.30$ (Transferir al formulario de Nivel 1)				
Hay daño o deterioro observable u otra condición que afecta negativamente el desempeño sísmico del edificio.: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> En caso afirmativo, describa la condición en el cuadro de comentarios a continuación e indique en el formulario de Nivel 1 que se requiere una evaluación detallada independientemente del puntaje del edificio.				

PELIGROS NO ESTRUCTURALES OBSERVABLES				
Ubicación	Enunciado (Marcar "Si" o "No")	Si	No	Comentario
Exterior	Hay un parapeto de mampostería no reforzada o arriostada o chimenea de mampostería no reforzada no arriostada.		X	
	Hay un revestimiento pesado o un enchapado pesado.		X	
	Hay una marquesina pesada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales que parece no tener el apoyo adecuado.		X	
	Hay un apéndice de mampostería no reforzada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales.		X	
	Hay un letrero en el edificio que indica que hay materiales peligrosos presentes.		X	
	Hay un edificio adyacente más alto con una pared URM no anclada o un parapeto o chimenea URM sin refuerzos.		X	
Interior	Otro peligro de caída exterior no estructural observado:	X		Techado sin reforzar
	Hay tabiques huecos de teja de barro o ladrillo en cualquier escalera o pasillo de salida.		X	
	Otro peligro de caída no estructural interior observado:		X	
Desempeño sísmico no estructural estimado (Marque la casilla correspondiente y transfírela a las conclusiones del formulario de Nivel 1)				
<input type="checkbox"/> Posibles peligros no estructurales con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes → Se recomienda una evaluación no estructural detallada				
<input checked="" type="checkbox"/> Peligros no estructurales identificados con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes → Pero no se requiere una evaluación no estructural detallada				
<input type="checkbox"/> Amenaza de riesgo no estructural baja o nula para la seguridad de la vida de los ocupantes → No se requiere una evaluación no estructural detallada				

Comentarios: Estructura no cuenta con planos - La estructura presenta anomalías en mampostería y estructura por esta razón se considera otra irregularidad vertical moderada. Hay techo sobre las puertas de salida que parece no tener el apoyo adecuado.

Figura 38


Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna La Núñez

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos

Nivel 1

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA



Dirección: Comuna Las Núñez - Calle 25 de Diciembre
 Código Postal: _____
 Otra identificación: _____
 Nombre del Edificio: Familia Reyes Panchana
 Uso: Residencia
 Latitud: 1°44'29.92"S Longitud: 80°46'33.94"O
 Ss: _____ S1: _____
 Inspector (es): Malavé Láinez Julissa Yamilex Fecha/Hora: 01/7/2022 - 17:00
 No. Pisos: Sobre el suelo 2 Bajo el suelo 0 Año de construcción: 2002 EST
 Superficie total de piso (mt. 2): 132 m² Código año: _____
 Adiciones: Ninguna Si, Años construcción: 2021

Ocupación: Asanbleas Comercial Serv. Emergencia Histórico Albergue
 Industria Oficina Educación Gobierno
 Utilidad Almacén Unid. Residencias 1

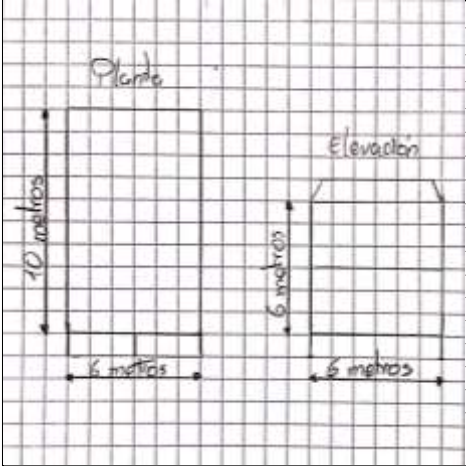
Tipo de suelo: A B C D E F DNK
 Roca Roca Suelo Suelo Suelo Suelo Suelo
 Dura Débil Denso Duro Blando Pobre Si DNK, asumir tipo D

Riesgo Geológico: Si No DNK
 Licuefacción: Si No DNK
 Deslizamiento: Si No DNK
 Superficie de Ruptura: Si No DNK

Adyacencia: Golpes Peligro Caída del Edificio Adyacente
 Irregularidades: Elevación (tipo/severidad) Retroceso fuera del plano (severo)
 Planta (Tipo) _____
 Chimeneas sin soporte lateral Apéndices
 Peligros de Caída: Parapetos Revest. Pesado o de chapa de madera pesada
 Exteriores: Otros: _____

Comentarios: Estructura con entripiso de madera (diafragma flexible)
por lo tanto es considerado edificio FEMA RM1

Dibujos o comentarios adicionales en una página aparte



NOTA BASE, MODIFICADORES, Y ÚLTIMA PUNTUACIÓN NIVEL 1, S_{LI}

TIPO DE EDIFICIO FEMA	No se Sabe	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCS W)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URMI NF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Puntaje Básico		2.10	1.90	1.80	1.50	1.40	1.60	1.40	1.20	1.00	1.20	0.90	1.10	1.00	1.10	1.10	0.90	1.10
Irregularidad Vertical Grave, V _{LI}		-0.90	-0.90	-0.90	-0.80	-0.70	-0.80	-0.70	-0.70	-0.70	-0.80	-0.60	-0.70	-0.70	-0.70	-0.70	-0.60	NA
Irregularidad Vertical Moderada, V _{LI}		-0.60	-0.50	-0.50	-0.40	-0.40	-0.50	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA
Irregularidad en Planta, P _{LI}		-0.70	-0.70	-0.60	-0.50	-0.50	-0.60	-0.40	-0.40	-0.40	-0.50	-0.30	-0.50	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA
Pre-Código		-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.20	-0.30	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	0.00
Posterior-Marca Base		1.90	1.90	2.00	1.00	1.10	1.10	1.50	NA	1.40	1.70	NA	1.50	1.70	1.60	1.60	NA	0.50
Suelo Tipo A o B		0.50	0.50	0.40	0.30	0.30	0.40	0.80	0.20	0.20	0.30	0.10	0.30	0.20	0.30	0.30	0.10	0.10
Suelo Tipo E (1-3 Pisos)		0.00	-0.20	-0.40	-0.30	-0.20	-0.20	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	-0.10
Suelo Tipo E (>3 Pisos)		-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	-0.30	NA	-0.30	-0.10	-0.10	-0.30	-0.10	NA	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	NA
Puntaje Mínimo, S _{MIN}		0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20	0.30	0.30	0.20	1.00

PUNTAJE FINAL 1, S_{LI} ≥ S_{MIN} S_{LI} = 1.10 -0.70 -0.20 = **0.20** S_{MIN} = 0.30

GRADO DE REVISIÓN	OTROS RIESGOS	ACCIÓN REQUERIDA
Exterior: <input type="checkbox"/> Parcial <input checked="" type="checkbox"/> Todos los lados <input type="checkbox"/> Aéreo Interior: <input type="checkbox"/> Ninguno <input checked="" type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Completo Planos revisados: <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No Fuente del tipo de suelo: <u>Docentes - UPSE</u> Fuente de Peligro Geológico: _____ Persona de contacto: <u>Sra. María Panchana</u>	¿Hay peligro que ameritan una evaluación estructural detallada? <input type="checkbox"/> Golpeo potencial (a menos que S _{LI} < límite, si es conocido) <input type="checkbox"/> Riesgo de caída de edificios adyacentes más altos <input type="checkbox"/> Riesgo geológico o Tipo de suelo F <input type="checkbox"/> Daño significativo / deterioro del sistema estructural	¿Requiere evaluación estructural detallada? <input type="checkbox"/> Si, tipo de edificación FEMA desconocido u otro edificio <input checked="" type="checkbox"/> Si, puntaje menor que el límite <input type="checkbox"/> Si, otros peligros presentes <input type="checkbox"/> No ¿Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque una) <input type="checkbox"/> Si, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados <input type="checkbox"/> No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada <input type="checkbox"/> No, no se identifican peligros no estructurales <input type="checkbox"/> DNK

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

Leyenda: MRF = Pórtico resistente a momenRC = Hormigón armado URM INF = Relleno de mampostería no reforzada MH = Vivienda prefabricada FD = Diafragma flexible
 BR = Marco arriostrado SW = Muro de cortante TU = Inclinado hacia arriba LM = Metal ligero RD = Diafragma rígido

Figura 39

Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna Las Núñez

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos

Nivel 2

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA

Recopilación de datos de nivel 2 opcional a cargo de un profesional de la ingeniería civil o estructural, un arquitecto o un estudiante de posgrado con experiencia en evaluación sísmica o diseño de edificios.

Nombre del edificio:	Familia Reyes Panchana	Puntaje Final De Nivel 1:	$S_{11} = 0.20$	(no considerar SMIN)
Inspector:	Malavé Lainez Julissa Yamilex	Modificadores de Irreg. de Nivel 1:	Irregularidad vertical, $V_{11} = -0.70$	Irregularidad en Planta, $P_{11} = 0.00$
Fecha/Hora:	01/7/2022 - 17:00	PUNTAJE BASE AJUSTADO:	$S' = (S_{11} - V_{11} - P_{11}) = 0.90$	

MODIFICADORES ESTRUCTURALES PARA AGREGAR A LA PUNTUACIÓN DE BASE AJUSTADA								
Tema	Enunciado (Si la declaración es verdadera, marcar con visto el modificador "Si", de lo contrario no marcar el modificador.)	Si	Subtotales					
Irregularidad Vertical, V_{12}	Sitio Inclinado	Edificio W1: Hay al menos un piso completo con cambio de pendiente del suelo de un lado del edificio al otro.	-0.9	-0.4 (Limite -0.9)				
	Piso débil y/o blando (circle one maximum)	Edificio que no es W1: Hay al menos piso completo con cambio de nivel de un lado del edificio al otro.	-0.2					
		Edificio W1 muro atrofiado: Es visible a través del espacio de revisión un muro corto sin refuerzo.	-0.5					
		Casa W1 sobre el garaje: Debajo de un piso ocupado, hay un garaje abierto sin un marco resistente al momento de acero, y hay menos de 20cm de pared en la misma línea (para varios pisos ocupados arriba, use 40cm de pared como mínimo).	-0.9					
		Edificio W1A abierto frontalmente: Hay aberturas en la planta baja (como un parqueadero) que supera al menos el 50 % de la longitud del edificio.	-0.9					
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso es menor al 50 % de la del piso superior, o la altura de cualquier piso es mayor a 2,0 veces la altura del piso superior.	-0.7					
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso está entre el 50 % y el 75 % del piso superior o la altura de cualquier piso está entre 1,3 y 2,0 veces mayor a la altura del piso superior.	-0.4					
	Entrada	Los elementos verticales del sistema lateral situados en un piso superior están fuera de la borda de los del piso inferior, lo que hace que el diafragma se mueva en voladizo en el desplazamiento.	-0.7					
		Los elementos verticales del sistema lateral en los pisos superiores están dentro de los de los pisos inferiores.	-0.4					
		Hay un desplazamiento en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.	-0.2					
	Columna / Pilar Corto	C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20 % de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columnas en el sistema lateral tienen relaciones altura/profundidad menor al 50 % de la relación altura/profundidad nominal en ese nivel.	-0.4					
		C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La altura de la columna (o el ancho del pilar) es menor que la mitad de la altura del antepecho, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0.4					
De dos niveles	Hay un desnivel en uno de los niveles de los pisos o en el techo.	-0.4						
Otra Irregularidad	Hay otra grave irregularidad vertical observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.7						
	Hay otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.	-0.4						
Irregularidad en planta, P_{12}	Irregularidad torsional: el sistema lateral no parece relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad de frente abierto W1A mencionada anteriormente.)	-0.5	0.0 (Limite -0.7)					
	Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.	-0.2						
	Esquina reentrante: Ambas proyecciones desde una esquina interior superan el 25% de la dimensión total del plano en esa dirección.	-0.2						
	Apertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con un ancho superior al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.	-0.2						
	Desplazamiento fuera del plano del edificio C1, C2: las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano.	-0.2						
	Otra irregularidad: Existe otra irregularidad observable en planta que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.5						
Redundancia	El edificio tiene al menos dos tramos de elementos laterales a cada lado del edificio en cada dirección.	0.2						
Golpeteo	El edificio está separado de una estructura adyacente por menos del 1% de la altura del edificio más corto y la estructura adyacente y:	Limite en la suma de modificadores de puntaje en -0.9)	Los pisos no se alinean verticalmente dentro de los 0.61 m.	-0.7				
	Un edificio es 2 o más pisos más alto que el otro.		-0.7					
	El edificio está al final de la manzana.		-0.4					
Edificio S2	La geometría de arriostramiento en "K" es visible.	-0.7						
Edificio C1	La placa plana sirve como viga en el marco de momento.	-0.3						
Edificio PC1/RM1	Hay amarres de techo a pared que son visibles o conocidos por los dibujos que no se basan en la flexión transversal. (No combinar con post-benchmark o modificador de actualización).	0.2						
Edificio PC1/RM1	El edificio tiene paredes interiores de altura completa muy juntas (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).	0.2						
URM	Los muros a dos aguas están presentes.	-0.3						
MH	Hay un sistema de arriostramiento sísmico suplementario provisto entre el carro y el suelo.	-0.3						
Adecuación	La modernización sísmica integral es visible o se conoce a partir de los planos.	-1.2	M = 0.2					
PUNTAJE FINAL NIVEL 2, $S_{12} = (S' + V_{12} + P_{12} + M) \geq S_{MIN}$:		0.90	-0.4	0.0	0.2	=	0.70	(Transferir al formulario de Nivel 1)
Hay daño o deterioro observable u otra condición que afecta negativamente el desempeño sísmico del edificio:					Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>			
En caso afirmativo, describa la condición en el cuadro de comentarios a continuación e indique en el formulario de Nivel 1 que se requiere una evaluación detallada independientemente del puntaje del edificio.								

PELIGROS NO ESTRUCTURALES OBSERVABLES				
Ubicación	Enunciado (Marcar "Si" o "No")	Si	No	Comentario
Exterior	Hay un parapeto de mampostería no reforzada no arriostrada o chimenea de mampostería no reforzada no arriostrada.		X	
	Hay un revestimiento pesado o un enchapado pesado.		X	
	Hay una marquesina pesada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales que parece no tener el apoyo adecuado.		X	
	Hay un apéndice de mampostería no reforzada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales.		X	
	Hay un letrero en el edificio que indica que hay materiales peligrosos presentes.		X	
	Hay un edificio adyacente más alto con una pared URM no anclada o un parapeto o chimenea URM sin refuerzos.		X	
	Otro peligro de caída exterior no estructural observado:	X		Baranda
Interior	Hay tabiques huecos de teja de barro o ladrillo en cualquier escalera o pasillo de salida.		X	
	Otro peligro de caída no estructural interior observado:		X	
Desempeño sísmico no estructural estimado (Marque la casilla correspondiente y transfírela a las conclusiones del formulario de Nivel 1)				
<input type="checkbox"/>	Posibles peligros no estructurales con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes		→ Se recomienda una evaluación no estructural detallada	
<input type="checkbox"/>	Peligros no estructurales identificados con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes		→ Pero no se requiere una evaluación no estructural detallada	
<input type="checkbox"/>	Amenaza de riesgo no estructural baja o nula para la seguridad de la vida de los ocupantes		→ No se requiere una evaluación no estructural detallada	
Comentarios:	Estructura no cuenta con planos			

Figura 40


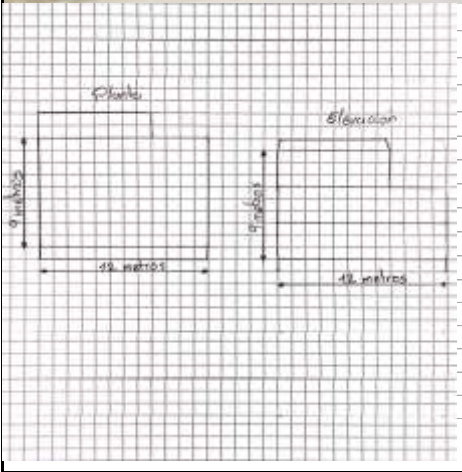
Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna La Entrada

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos

Nivel 1

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA

Dirección : Comuna La Entrada - Calle Principal
 Código Postal : _____
 Otra identificación : _____
 Nombre del Edificio: Los Dulces de Benito
 Uso : Residencia
 Latitud : 1°43'53.10"S Longitud : 80°47'0.20"O
 Ss : _____ S1 : _____
 Inspector (es) : Malavé Lainez Julissa Yarrilex Fecha/Hora 02/7/2022 - 10:00
 No. Pisos : Sobre el suelo 3 Bajo el suelo 0 Año de construcción : 2010 EST
 Superficie total de piso (m²): 294 m² Código año : _____
 Adiciones : Ninguna Si, Años construcción : 2012 - 2015

Ocupación : Asanbleas Comercial Serv. Emergencia Histórico Albergue
 Industria Oficina Educación Gobierno
 Utilidad Almacen Unid. Residencias I

Tipo de suelo : A B C D E F DNK
 Roca Roca Suelo Suelo Suelo Suelo Si DNK, asumir tipo
 Dura Débil Denso Duro Blando Pobre D

Riesgo Geológico : Licuefacción : Si No DNK
 Deslizamiento : Si No DNK
 Superficie de Ruptura : Si No DNK

Adyacencia : Golpes Peligro Caída del Edificio Adyacente
 Irregularidades : Elevación (tipo/severidad) Retroceso fuera del plano (severo)
 Planta (Tipo) Irregularidad Torsional
 Peligros de Caída : Chimeneas sin soporte lateral Apéndices
 Parapetos Revest. Pesado o de chapa de madera pesada
 Exteriores : Otros : Viseras

Comentarios : _____

 Dibujos o comentarios adicionales en una página aparte

NOTA BASE, MODIFICADORES, Y ÚLTIMA PUNTUACIÓN NIVEL 1, S _{L1}																		
TIPO DE EDIFICIO FEMA	No se Sabe	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCS)	S5 (URM)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URMI)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Puntaje Básico		2.10	1.90	1.80	1.50	1.40	1.60	1.40	1.20	1.00	1.20	0.90	1.10	1.00	1.10	1.10	0.90	1.10
Irregularidad Vertical Grave, V _{L1}		-0.90	-0.90	-0.90	-0.80	-0.70	-0.80	-0.70	-0.70	-0.70	-0.80	-0.60	-0.70	-0.70	-0.70	-0.70	-0.60	NA
Irregularidad Vertical Moderada, V _{L1}		-0.60	-0.50	-0.50	-0.40	-0.40	-0.50	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.30	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA
Irregularidad en Planta, P _{L1}		-0.70	-0.70	-0.60	-0.50	-0.50	-0.60	-0.40	-0.40	-0.40	-0.50	-0.30	-0.50	-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	NA
Pre-Código		-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.20	-0.30	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	0.00
Posterior-Marca Base		1.90	1.90	2.00	1.00	1.10	1.50	1.40	1.70	1.40	1.70	1.50	1.70	1.60	1.60	1.60	NA	0.50
Suelo Tipo A o B		0.50	0.50	0.40	0.30	0.30	0.40	0.80	0.20	0.20	0.30	0.10	0.30	0.20	0.30	0.30	0.10	0.10
Suelo Tipo E (1-3 Pisos)		0.00	-0.20	-0.40	-0.30	-0.20	-0.20	-0.20	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.20	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	-0.10
Suelo Tipo E (>3 Pisos)		-0.40	-0.40	-0.40	-0.30	-0.30	NA	-0.30	-0.10	-0.10	-0.30	-0.10	NA	-0.10	-0.20	-0.20	0.00	NA
Puntaje Mínimo, S _{MIN}		0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20	0.30	0.30	0.20	1.00
PUNTAJE FINAL 1, S _{L1} ≥ S _{MIN}		S _{L1} = 0.90 -0.60 -0.30 0.00 = 0.00										S _{MIN} = 0.30						

GRADO DE REVISIÓN

Exterior : Parcial Todos los lados Aéreo
 Interior : Ninguno Visible Completo
 Planos revisados : Si No
 Fuente del tipo de suelo : Docente-UPSE
 Fuente de Peligro Geológico : _____
 Persona de contacto : Sr. Benito Pincay

NIVEL 2 DE ESCANEADO REALIZADO ?

Sí; Puntaje final Nivel 2, ≤ 0.30 No
 Peligros no estructurales? Si No

OTROS RIESGOS

¿Hay peligro que ameritan una evaluación estructural detallada?

Golpeo potencial (a menos que S_{L2} < límite, si es conocido)
 Riesgo de caída de edificios adyacentes más altos
 Riesgo geológico o Tipo de suelo F
 Daño significativo / deterioro del sistema estructural

ACCIÓN REQUERIDA

¿Requiere evaluación estructural detallada ?

Si, tipo de edificación FEMA desconocido u otro edificio
 Si, puntaje menor que el límite
 Si, otros peligros presentes
 No

¿Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque una)

Si, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados
 No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada
 No, no se identifican peligros no estructurales DNK

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

Legenda : MRF = Pórtico resistente a momen RC = Hormigón armado URM INF = Relleno de mampostería no reforzada MH = Vivienda prefabricada FD = Diafragma flexible
 BR = Marco arriostrado SW = Muro de cortante TU = Inclinado hacia arriba LM = Metal ligero RD = Diafragma rígido

Figura 41

Formulario de recopilación de datos de nivel 2 completado del edificio más vulnerable de la Comuna La Entrada

Detección Visual Rápida de Edificios en Busca de Posibles Peligros Sísmicos

Nivel 1

Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Sismicidad MUY ALTA

Recopilación de datos de nivel 2 opcional a cargo de un profesional de la ingeniería civil o estructural, un arquitecto o un estudiante de posgrado con experiencia en evaluación sísmica o diseño de edificios.

Nombre del edificio:	Los Dulces de Benito	Puntaje Final De Nivel 1:	$S_{11} = 0.00$	(no considerar SMN)
Inspector:	Malavé Lainez Julissa Yamilex	Modificadores de Irreg. de Nivel 1:	Irregularidad vertical, $V_{12} = -0.60$	Irregularidad en Planta, $P_{12} = -0.30$
Fecha/Hora:	02/7/2022 - 10:00	PUNTAJE BASE AJUSTADO:	$S' = (S_{11} - V_{12} - P_{12}) = 0.90$	

MODIFICADORES ESTRUCTURALES PARA AGREGAR A LA PUNTUACIÓN DE BASE AJUSTADA				
Tema	Enunciado (Si la declaración es verdadera, marcar con visto el modificador "Si"; de lo contrario no marcar el modificador.)	Si	No	Subtotales
Irregularidad Vertical, V_{12}	Sitio Inclinado	Edificio W1: Hay al menos un piso completo con cambio de pendiente del suelo de un lado del edificio al otro.	-0.9	
		Edificio que no es W1: Hay al menos piso completo con cambio de nivel de un lado del edificio al otro.	-0.2	
	Piso débil y/o blando (circle one maximum)	Edificio W1 muro atrofiado: Es visible a través del espacio de revisión un muro corto sin refuerzo.	-0.5	
		Casa W1 sobre el garaje: Debajo de un piso ocupado, hay un garaje abierto sin un marco resistente al momento de acero, y hay menos de 20cm de pared en la misma línea (para varios pisos ocupados arriba, use 40cm de pared como mínimo).	-0.9	
		Edificio W1A abierto frontalmente: Hay aberturas en la planta baja (como un parqueadero) que supera al menos el 50 % de la longitud del edificio.	-0.9	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso es menor al 50 % de la del piso superior, o la altura de cualquier piso es mayor a 2,0 veces la altura del piso superior.	-0.7	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso está entre el 50 % y el 75 % del piso superior o la altura de cualquier piso está entre 1,3 y 2,0 veces mayor a la altura del piso superior.	-0.4	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso está entre el 50 % y el 75 % del piso superior o la altura de cualquier piso está entre 1,3 y 2,0 veces mayor a la altura del piso superior.	-0.4	
	Entrada	Los elementos verticales del sistema lateral situados en un piso superior están fuera de la borda de los del piso inferior, lo que hace que el diafragma se mueva en voladizo en el desplazamiento.	-0.7	
		Los elementos verticales del sistema lateral en los pisos superiores están dentro de los de los pisos inferiores.	-0.4	
	Columna / Pilar Corto	Hay un desplazamiento en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.	-0.2	
		C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20 % de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columnas en el sistema lateral tienen relaciones altura/profundidad menor al 50 % de la relación altura/profundidad nominal en ese nivel.	-0.4	
		C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La altura de la columna (o el ancho del pilar) es menor que la mitad de la altura del antepecho, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0.4	
	De dos niveles	Hay un desnivel en uno de los niveles de los pisos o en el techo.	-0.4	
Otra Irregularidad	Hay otra grave irregularidad vertical observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.7		
	Hay otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.	-0.4		
				$V_{12} -0.9$ (Limite -0.9)
Irregularidad en planta, P_{12}	Irregularidad torsional: el sistema lateral no parece relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad de frente abierto W1A mencionada anteriormente.)	-0.5		
	Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.	-0.2		
	Esquina reentrante: Ambas proyecciones desde una esquina interior superan el 25% de la dimensión total del plano en esa dirección.	-0.2		
	Apertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con un ancho superior al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.	-0.2		
	Desplazamiento fuera del plano del edificio C1, C2: las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano.	-0.2		
Otra irregularidad: Existe otra irregularidad observable en planta que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0.5			
				$P_{12} -0.5$ (Limite -0.7)
Redundancia	El edificio tiene al menos dos tramos de elementos laterales a cada lado del edificio en cada dirección.	0.2		
Golpeteo	El edificio está separado de una estructura adyacente por menos del 1% de la altura del edificio más corto y la estructura adyacente y:			
	Los pisos no se alinean verticalmente dentro de los 0.61 m.	(Limite en la suma de modificadores de puntaje en -0,9)	-0.7	
	Un edificio es 2 o más pisos más alto que el otro.	-0.7		
	El edificio está al final de la manzana.	-0.4		
Edificio S2	La geometría de arriostramiento en "K" es visible.	-0.7		
Edificio C1	La placa plana sirve como viga en el marco de momento.	-0.5		
Edificio PC1/RM1	Hay amarres de techo a pared que son visibles o conocidos por los dibujos que no se basan en la flexión transversal. (No combinar con post-benchmark o modificador de actualización).	0.2		
Edificio PC1/RM1	El edificio tiene paredes interiores de altura completa muy juntas (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).	-0.2		
URM	Los muros a dos aguas están presentes.	-0.5		
MH	Hay un sistema de arriostramiento sísmico suplementario provisto entre el carro y el suelo.	-0.5		
Adecuación	La modernización sísmica integral es visible o se conoce a partir de los planos.	-1.2		
				$M = 0.2$
PUNTAJE FINAL NIVEL 2, $S_{12} = (S' + V_{12} + P_{12} + M) \geq S_{MIN}$: 0.90 -0.9 -0.5 0.2 = -0.30 ; $S_{MIN} = 0.30$ (Transferir al formulario de Nivel 1)				
Hay daño o deterioro observable u otra condición que afecta negativamente el desempeño sísmico del edificio.: Si = No =				
En caso afirmativo, describa la condición en el cuadro de comentarios a continuación e indique en el formulario de Nivel 1 que se requiere una evaluación detallada independientemente del puntaje del edificio.				

PELIGROS NO ESTRUCTURALES OBSERVABLES				
Ubicación	Enunciado (Marcar "Si" o "No")	Si	No	Comentario
Exterior	Hay un parapeto de mampostería no reforzada no arriostrada o chimenea de mampostería no reforzada no arriostrada.	X		
	Hay un revestimiento pesado o un enchapado pesado.		X	
	Hay una marquesina pesada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales que parece no tener el apoyo adecuado.		X	
	Hay un apéndice de mampostería no reforzada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales.		X	
	Hay un letrero en el edificio que indica que hay materiales peligrosos presentes.		X	
	Hay un edificio adyacente más alto con una pared URM no anclada o un parapeto o chimenea URM sin refuerzos.		X	
	Otro peligro de caída exterior no estructural observado:	X		Viseras
Interior	Hay tabiques huecos de teja de barro o ladrillo en cualquier escalera o pasillo de salida.		X	
	Otro peligro de caída no estructural interior observado:		X	
Desempeño sísmico no estructural estimado (Marque la casilla correspondiente y transfírela a las conclusiones del formulario de Nivel 1)				
☐	Posibles peligros no estructurales con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes	→	Se recomienda una evaluación no estructural detallada	
☐	Peligros no estructurales identificados con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes	→	Pero no se requiere una evaluación no estructural detallada	
☐	Amenaza de riesgo no estructural baja o nula para la seguridad de la vida de los ocupantes	→	No se requiere una evaluación no estructural detallada	
Comentarios :	Estructura no cuenta con planos			

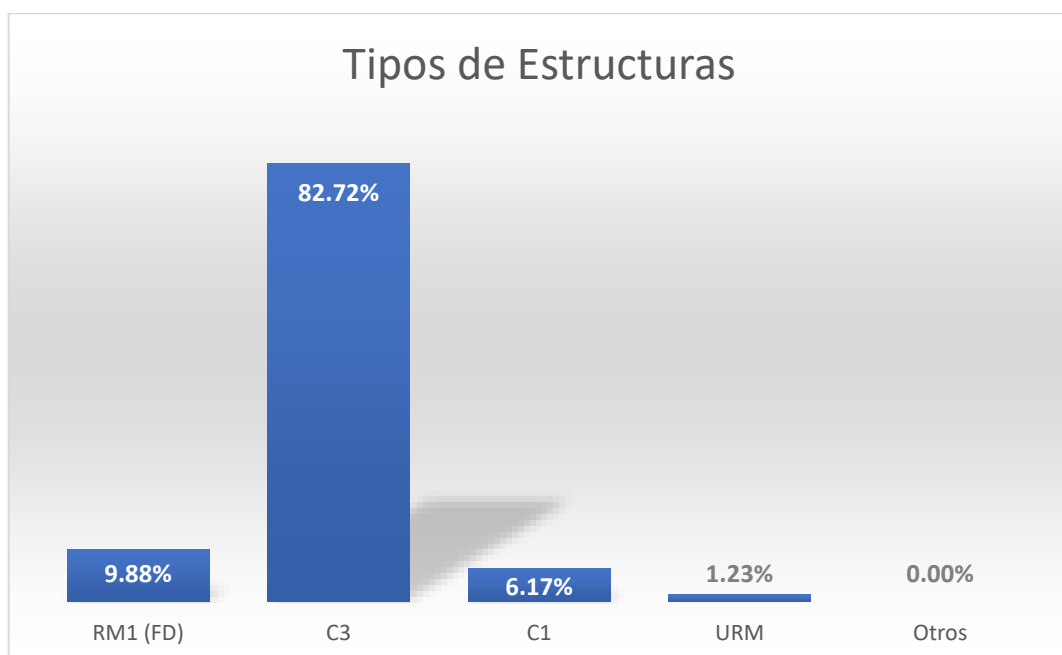
4.2 ANÁLISIS Y RESULTADOS O.E. 2. ERRORES ESTRUCTURALES MÁS FRECUENTES Y TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL

4.2.1 Errores Estructurales y Constructivos más Frecuentes en las Estructuras de la Parroquia Manglaralto.

El tipo de edificaciones que tiene un mayor porcentaje es C3, ya que las estructuras de las comunas de la Parroquia Manglaralto tiene pórtico de hormigón armado, sin embargo, estas no son supervisadas por un ingeniero civil por este motivo se las considero de este tipo y no C1 (Estructuras de hormigón armado resistente a momentos).

Figura 42

Porcentajes del tipo de estructuras que se encuentra en la Parroquia Manglaralto

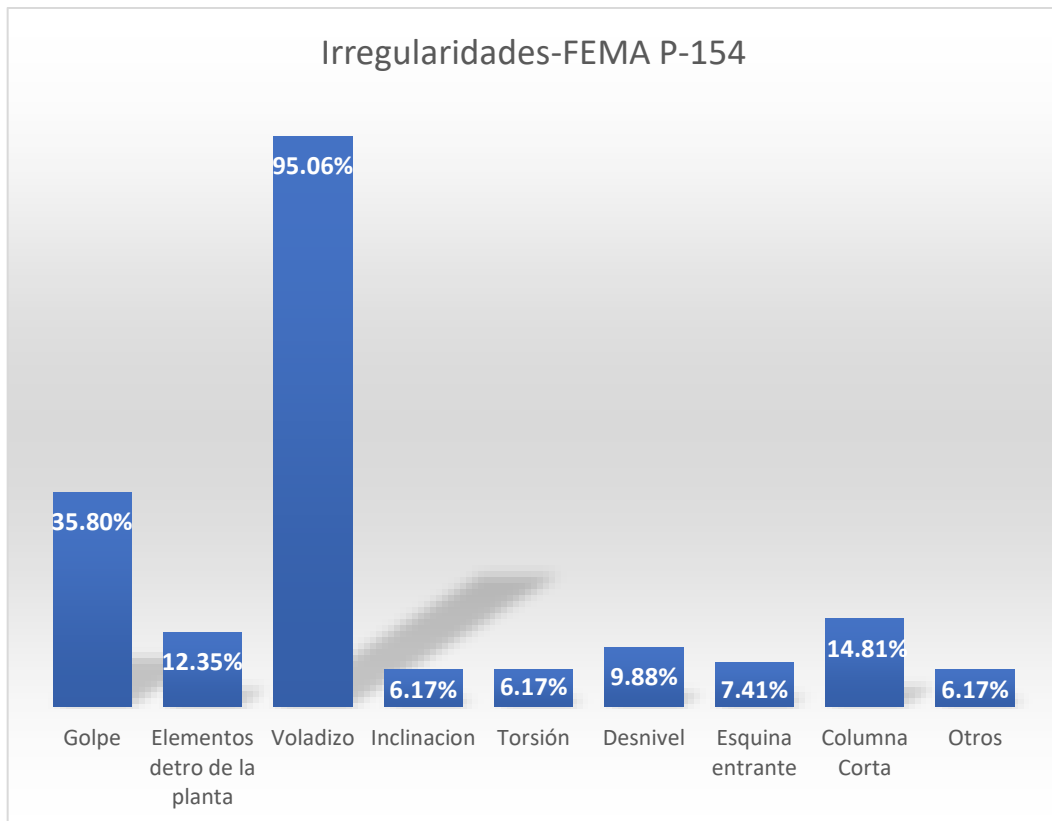


Los daños principales que se observaron en las 81 estructuras que se analizaron, el 95.06% fueron en voladizos entre 1 metros y 2 metros, además se visualizaron los desniveles entre las edificaciones principales y las adiciones, el 35.80% presenta choque o golpeteo, ya que se encuentran con ninguna separación y en muchos casos no se alinean verticalmente lo cual puede producir un riesgo para el sistema estructural.

Solo el 6.17% de las estructuras se pueden ver perjudicadas debido a la inclinación del territorio donde se encuentran, de este porcentaje el 60% se encuentra en la comuna La Entrada e incluso cuentan con pisos Subterráneos debido a esta característica del suelo.

Figura 43

Porcentajes de irregularidades más comunes en la Parroquia Manglaralto



4.2.2 Técnicas de Reforzamiento Estructural para los Edificios con Vulnerabilidad Alta de la Parroquia Manglaralto.

En el presente proyecto se evidencia la falta de rigidez de la estructura más vulnerable, sin embargo no es la única que tiene este tipo de deficiencias, varias de las casa que se encuentran ubicadas en la Parroquia de Manglaralto tiene un sistema estructuras con ductilidad y resistencia baja, esto se constató mientras se realizaba el trabajo de campo en todas las comunidades, es por este motivo que el reforzamiento estructural no se limitará una estructura sino más bien se dará técnicas de reforzamiento para que los moradores que tengan sus viviendas en esta categoría sepan y se informen de estas alternativas de reforzamiento.

En muchos casos se ha observado la demolición de viviendas o de los elementos que no cumplen con los lineamientos de las normas, y optan por construir otra edificación con mejor resistencia y ductilidad, pero la rama de ingeniería civil de construcción-diseño, brinda alternativas de reforzamiento y reparación a los elementos de una estructura para no demolerla.

Las razones por las cuales se debe realizar una intervención de reparación en estructuras son muchas. Podría ser por deterioro de los elementos compuestos por materiales de la misma localidad, esto se presenta en varias de las casas analizadas con el Formulario FEMA P-154, también por patologías, catástrofes como los terremotos, incluso por el nuevo uso que se le dé a la edificación ya que de esto dependerá los lineamientos de las normas de construcción.

El objetivo principal de este apartado es determinar las Técnicas de reforzamiento estructural, que a través de las investigaciones realizadas y con la información que nos proporcionan Raigosa-Tuk (2010) y Ochoa Román y Ulcuango Merino (2014), se determinan los siguientes grupos, que se enfocan en los principales elementos estructurales como cimentación, columnas, vigas y losa, e incluso para los muros de mampostería. En el proyecto de investigación se enfoca principalmente en los reforzamientos de columnas, vigas y losa ya que estos elementos son los más afectados en las estructuras analizadas.

- Técnicas de reforzamiento aplicadas a cimientos.
- Técnicas de reforzamiento aplicadas a columnas de concreto.
- Técnicas de reforzamiento aplicadas muros en mampostería.
- Técnicas de reforzamiento aplicadas a vigas de concreto.
- Técnicas de reforzamiento aplicadas a losas.

a) Técnicas de Reforzamiento para Columnas. Para el reforzamiento de la columna en base a las investigaciones realizadas se plantean tres opciones:

- ❖ ***Encamisado de Acero.*** El encamisado de acero es la primera opción de las técnicas de reforzamiento estructural, esto se realiza por medio de una columna metálica que complementaria a la existente, esta deberá soportar parte de la carga axial que soporta la columna de

concreto. Aunque este tipo de reforzamiento no es buen visto en cuanto a la arquitectura de la edificación, su función es favorable para el correcto comportamiento de este, además se forra para evitar para evitar su visibilidad a simple vista.

❖ **Anillo Perimetral de Concreto.** Como segunda opción se encuentra el anillo perimetral de concreto, que su función es soportar la carga axial faltante de la columna existente y el acero que llevara el anillo se diseña para soportar el 100% de la carga esto de acuerdo con el esquema de deflexión de la columna.

❖ **Reforzamiento de la Columna.** Cuando se refiere al reforzamiento de la columna, esta técnica quiere decir que se reforzará al acero que le hace falta en su interior, esto se realiza mediante demolición zonificada e incorporación de los aros y aceros que faltaban, para luego verter el concreto a la columna. Esto se realizará en la parte de recubrimiento del acero, por lo que se puede realizar sin apuntalar la columna.

b) Técnicas de Reforzamiento para Vigas de Concreto. Para las vigas existen varias técnicas para realizar el reforzamiento, algunas de ellas son más complejo, ya que depende del grado de importancia que tenga la obra, sin embargo, en el caso de las viviendas de Manglaralto que la mayoría tiene dos a tres pisos y que el gran porcentaje de ellas son para fines de residencia por ende sus cargas no hacen requerir los sistemas complejos.

Las vigas de concreto armado tiene una técnica de incorporación del acero faltante, realizando surcos en la viga que se quiere reforzar, para lograre estos es necesario el uso de algunas herramientas mecánicas, para luego verter el concreto que tenga alta plasticidad. Esto se realizar para las vigas que necesitan acero de refuerzo como acero cortante

c) Técnicas de Reforzamiento para Losas. La sobre losa es una de las técnicas para su reforzamiento, según Raigosa-Tuk (2010) la principal

función de esta opción es aumentar el espesor y obtener bloque de refuerzos “a” menor, además nos indica que al contar con un “a” que es de menor cuantía, el acero necesario que requiere disminuirá, lo cual resolvería el problema de deficiencia de acero.

Estas técnicas de reforzamiento que se emplean en elementos fundamentales de una edificación cuando se ven deterioradas o no son resistentes a catástrofes son favorables, ya que una vez aplicados estas técnicas las edificaciones generan resultados aceptables por lo que ya no se opta por la demolición. Además, la implementación de las técnicas de reforzamiento refleja un menor costo a diferencia de la demolición y reconstrucción de los nuevos elementos o edificación.

4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS O.E. 3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DETALLADO DE LA ESTRUCTURA MÁS VULNERABLE.

El análisis con las demás metodologías cualitativas y cuantitativa se detallarán en el presente capítulo; para desarrollar la evaluación en los diferentes métodos y la creación del modelo de la estructura en el software se deben conocer la estructura más vulnerable como se detalló en la metodología.

Procediendo con lo mencionado, tenemos como resultado el edificio de la comuna Cadeate que tiene mayor índice de vulnerabilidad sísmica, en esta estructura se desarrollará el análisis más detallado con las demás metodologías Benedetti y Petrini, Sistema de puntuación Chang, Análisis Lineal y no Lineal, para cumplir con el objetivo se deben conocer varios datos, como la geometría general y específica de la estructura, es decir, una caracterización general de la edificación.

4.3.1 Ubicación de la Estructura

El edificio que se considera para este estudio, pertenece a la comuna Cadeate, se encuentra ubicada en la Ruta del Spondylus a una cuadra del estadio deportivo de esta localidad como se muestra en la Figura 42; su latitud y longitud son 1°52'2.88"S y 80°44'20.94"O respectivamente.

Figura 44

Ubicación de la Estructura Escogida para el Análisis Detallado



Nota. Fotografía satelital tomado de Google Earth.

4.3.2 Antecedentes Constructivo de la Estructura

La edificación de la comuna Cadeate está conformada por 3 pisos, el primero se construyó en el año 2007, con dimensiones de columnas menores a las actuales, el segundo piso se realizó en el año 2012 donde se reforzó para realizar las adiciones además se tuvo que construir un muro de contención debido al sitio inclinado donde se encuentra asentada para evitar asentamientos, luego en el 2015 se incluyó un tercer piso. La estructura no tuvo asesoría de un profesional por lo tanto no cuenta con planos arquitectónicos, ni estructurales, que detallen la composición y el armado de los elementos estructurales de la construcción.

4.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EDIFICACIÓN

La geometría es importante, ya que identifica la distribución de los elementos del sistema estructural y no estructural, los del sistema lateral como las columnas, muros, de igual manera las aturas que tiene casa, piso y los voladizos que posee la estructura; estos elementos nos permiten detener un objetivo claro para el modelamiento computacional, por otro lado, la geometría específica se relaciona con las

propiedades físicas y mecánicas que poseen los elementos del sistema estructural resistente.

La estructura es de hormigón armado con paredes de mampostería con mortero y el techo es de metal, no cuenta con ningún tipo de plano. Aunque en las visitas realizadas se visualizó que la estructura posee varios elementos estructurales, las cuales son:

- Losa aligerada
- Columnas rectangulares y cuadradas
- Vigas rectangulares

Los planos proporcionan información importante en una edificación, la estructura no cuenta con ellos, sin embargo, se pudo conseguir información del acero que contiene las vigas y columnas, a través de la entrevista realizada a los propietarios, quienes mencionaron que la cimentación de la estructura es zapata corrida. Para determinar los datos que nos hacen falta para la evaluación estructural se ejecuta el ensayo del esclerómetro detallado en el apartado 4.2.1, además de realizar una nueva visita para tomar todas las medidas de la estructura para el modelamiento.

4.4.1 Resistencia a la Compresión

La calidad del hormigón es fundamental en una construcción, su importancia se enfoca principalmente en su resistencia a la compresión, ya que es un valor orientativo para comprobar la capacidad de resistir cargas y la durabilidad de las construcciones de hormigón.

a) Ensayo del Esclerómetro. Para determinar la resistencia del hormigón se debe aplicar en muchas ocasiones ensayos destructivos, sin embargo, para el presente proyecto se aplicará el ensayo del esclerómetro que se efectúa de una manera rápida y que no destruye la estructura. El martillo esclerómetro es la herramienta principal para obtener los resultados, este mecanismo correlaciona el índice de rebote que se genera en el martillo con la resistencia a la compresión ($f'c$).

La norma que se aplica y se debe considerar para la realización del ensayo es la ASTM C805 (2013), una norma americana que exige cumplir con ciertos criterios al momento de realizar el ensayo a fin de tener resultados correctos. Además, indica condiciones para el cálculo, ya que solo se consideran válidos los que difieran en menos de 6 unidades las lecturas de cada punto, dado caso que haya más de dos lecturas de rebote que no cumplen con esta condición deberá ser descartado todo el conjunto de lecturas del punto.

En Anexos B se detalla el desarrollo del ensayo empleado para la obtención de la resistencia del hormigón, los números de rebotes y los resultados para cada punto del sistema estructural que se consideraron; en la Tabla 74 se muestran las 13 derivaciones de cada punto tomado para determinar la resistencia media a compresión del hormigón.

Tabla 74

Resistencia a Compresión del Hormigón de cada Punto Ensayado

N° Punto	Resistencia a la Compresión (f'c)
1	158 kg/cm ²
2	210 kg/cm ²
3	220 kg/cm ²
4	165 kg/cm ²
5	180 kg/cm ²
6	190 kg/cm ²
7	210 kg/cm ²
8	190 kg/cm ²
9	210 kg/cm ²
10	180 kg/cm ²
11	210 kg/cm ²
12	220 kg/cm ²
13	158 kg/cm ²

La edificación tuvo 3 adiciones en años diferentes, sin embargo, solo se tuvo acceso para realizar el ensayo en última planta, se consideró utilizar este

resultado para los demás pisos debido a que fue el único que se pudo determinar, realizado esto se obtuvo resultados por debajo del mínimo de lo establecido en las normas como se muestra en Tabla 74.

Para poder obtener la resistencia de hormigón que se utilizará para el análisis de vulnerabilidad sísmica en los próximos cálculos, se promediarán los valores mostrados en la Tabla 74, este procedimiento permite determinar la posición de un valor con respecto a un conjunto de datos, como en este caso.

- ❖ **Media Aritmética (\bar{x}).** Urias y Salvador (2014, p. 4) definen a la media aritmética como un promedio común de los datos, además menciona que forma parte de las medidas de tendencia central; es la medida más popular por su gran estabilidad de muestreo e incluso se puede calcular mediante fórmulas algebraicas.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_i}{i} \quad (40)$$

$$\bar{x} = \frac{2501 \frac{kg}{cm^2}}{13} = 192 \text{ Kg/cm}^2$$

Mediante la media aritmética se obtuvo la resistencia a la compresión, quedando como resultado el valor de 192 Kg/cm². Este valor es el que se utilizará para desarrollar el análisis del edificio, ya que este está en función y es un promedio de los demás datos.

4.4.2 Acero De Refuerzo de Elementos Estructurales.

Es necesario conocer como está conformado los elementos del sistema estructural, identificar el acero que posee los dichos elementos para realizar un análisis estático no lineal, especialmente la cantidad de acero que hay junto a los nudos, donde se espera se formen las rotulas plásticas. Se obtiene información a través de inspección, con equipos necesarios para detectar los aceros de refuerzo, en el presente proyecto se entrevistó a los habitantes de la estructura, quienes

detallaron la cantidad de acero que posee cada los elementos, estos detalles son constantes las columnas y vigas como se muestra en la Tabla 75.

Tabla 75

Cantidad de acero de refuerzo para columnas

Esquema	Cantidad de Acero	Elemento Estructural
	<p>Acero Longitudinal 4Ø12mm</p> <p>Acero Transversal 1EØ10mm@10-20-10</p>	Columnas
	<p>Acero Longitudinal 4Ø12mm</p> <p>Acero Transversal 1EØ10mm@10-20-10</p>	Vigas

Nota. Información obtenida por los propietarios.

La construcción de la vivienda inició en el año 2007 con dos ampliaciones en los años 2012 y 2018 para el segundo y tercer nivel respectivamente, el refuerzo longitudinal y transversal de los elementos de hormigón armado son iguales en acero, consiste en varillas corrugadas con límite de fluencia de 4200 kg/cm².

4.4.3 Carga

Para el análisis se consideraron las siguientes cargas en el edificio: cargas permanentes, sobrecargas de entre piso, sobre cargas en el techo, carga viva considerada carga temporal y carga por sismo. Sin embargo, debido al muro de hormigón armado se considera la presión del suelo que se genera en esa parte del sistema estructural.

a) **Carga Viva – Sobrecarga.** La carga viva (L) es un peso que se encuentra establecido por la norma ecuatoriana de la construcción y dependerán del uso que se le dé al edificio, en el presente proyecto se analiza una edificación que funciona como una residencia unifamiliar, por lo tanto, se utiliza una carga viva de 20 kN/m² y para la cubierta se usa un valor de 70 kN/m².

Tabla 76

Carga Viva

Carga viva	
Piso 1 a 2	200 kg/cm ²
Cubierta	70 kg/cm ²

b) **Carga Permanente (Peso Propio de la Estructura).** La carga permanente del edificio que se considera para el análisis estructural, en este proyecto la determinará automáticamente el programa en el que se realiza el modelamiento. El programa nos pide ingresar los datos necesarios para obtener el peso propio como las dimensiones de los elementos estructurales, la información de los pesos específicos que dependerá del tipo de material de los elementos de la edificación. Considera el peso de los elementos estructurales como vigas, columnas, nervios, muro y losas. A continuación, se detallan los pesos de columnas y vigas que se encuentra en cada uno de los pisos, de igual el muro del primer piso y el fibrocemento ondulado que se encuentra en la cubierta, datos proporcionados por el programa ETABS.

Tabla 77

Peso Propio de la Estructura

Peso Propio de la Estructura				
Pisos	Columnas	Vigas	Muro	Cubierta Fibrocemento
Piso 1	4.02 ton	6.27 ton	7.49 ton	
Piso 2	4.32 ton	10.26 ton		
Piso 3	3.28 ton	7.01 ton		0.02 ton

c) **Sobrecarga.** Dentro de estas cargas se consideran las cargas de paredes, enlucido, piso de cerámica e instalaciones que son utilizadas en la estructura, como las instalaciones eléctricas y sanitarias que forman parte de la estructura, estas cargas se detallan en la Tabla 78, se muestran los valores de cargas por metro cuadrado proporcionadas por la NEC 15 para cada tipo de elemento.

Tabla 78

Sobrecarga muerta del piso 1 – 2

Sobrecarga muerta Piso 1 - 2	
Bloque de la losa aligerada	55 kg/m ²
Losa	206 kg/m ²
Mampostería	125 kg/m ²
Enlucido	85 kg/m ²
Tumbado de mortero	40 kg/m ²
Cerámica	45 kg/m ²
Instalaciones	50 kg/m ²

El techado del edificio no tiene acceso debido ya que está conformada por hojas de fibrocemento (material más conocido como Eternit), están ancladas a viguetas de madera y estas a su vez sobre las vigas de hormigón armado por lo cual se colocó una sobrecarga muerta adicional de cubierta por los nervios de madera.

Tabla 79

Sobrecarga muerta de la cubierta

Sobrecarga muerta de cubierta	
Nervios de madera	10 kg/m ²

d) **Carga Sísmica.** En la Tabla 80 se presenta el resumen de las cargas del peso propio, carga muerta sobrecarga, carga viva para determinar el peso

sísmico se considera que $W=D$, esto quiere decir que el peso sísmico es igual al peso propio de la estructura, esto está estipulado en la norma ecuatorial de la construcción MIDUVI-NEC-SE-DS (2015, p. 55) y la norma americana ASCE 7-16 y SEI (2017, p. 10), se considera esta lineamiento ya que es una vivienda estructura no esencial o especial. Estas cargas se utilizarán en el análisis con las dos normativas.

Tabla 80

Peso sísmico

Cargas de Sismo				
Piso	Peso Propio	Sobrecarga Muerta	Carga Viva	Peso Total
Piso 1	17784 kg	51056 kg	16850 kg	68839.5 kg
Piso 2	14578 kg	77538 kg	25590 kg	92115.3 kg
Piso 3	10304 kg	18223 kg	6895 kg	28527 kg
$\Sigma W =$				189482 kg
				189.482 ton

4.5 APLICACIÓN DEL MÉTODO ITALIANO

4.5.1 Organización del Sistema Resistente

Para determinar la valoración del sistema resistente de la estructura se consideró los criterios planteados en la Tabla 11, los cuales, aplicados en la edificación se establecen de la siguiente manera.

- La mampostería que forma parte del edificio está compuesta por bloques de hormigón unidos con mortero de buena calidad. (A)
- Las ventanas y puertas supera el 30% y el 60% del área frontal alcanzando un 80 % mientras que los demás no llegan al 30%. (C)
- La relación altura - espesor es igual a 28 superando el límite de 20 pero se mantiene menor que 30. (B)

$$\frac{h}{e} = \frac{2.80}{0.10} = 28$$

- La mampostería se mantiene unida a la viga en todas sus secciones. (A)
- La mampostería no sobresales respecto al filo extremos. (A)

Para ser conservadores, se mantendrá a la estructura C, ya que una de las indicaciones no cumple con la clase A y B.

4.5.2 Calidad del Sistema Resistente

Para determinar la valoración de la calidad sistema resistente de la estructura se consideró los criterios planteados en la Tabla 12, los cuales, aplicados en la edificación, se establecen de la siguiente manera:

- El hormigón que pertenece al sistema estructural es consistencia buena, duro al rayado, sin embargo, su resistencia es 192 kg/cm², lo cual es menor que 210 kg/cm². (B)
- No presenta zona con “hormiguero”. (A)
- Las barras de acero son corrugadas, pero estás expuestas y alguna presentan oxidación (C)
- El mortero es de buena calidad (A)
- No tuvo asesoría de un profesional en la construcción, por lo tanto, se considera de dudosa calidad la mano de obra (B)

Se mantendrá a la estructura en la clase C para este parámetro, ya que una de las indicaciones no cumple con la clase A, y además por criterio propia se decide calificarlo de esa manera.

4.5.3 Cálculo de la Resistencia Convencional

Dentro del cálculo de la resistencia convencional se emplea el siguiente desarrollo para determinar su clasificación de la estructura en este parámetro.

Corte Basal V: 49.69 ton

Esfuerzo Cortante: $\tau = \phi 0.53 \sqrt{f'c}$

$$\tau = 0.40\sqrt{192}$$

$$\tau = 5.54 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_r = 5.54 \text{ kg/cm}^2 \times 300 \text{ cm}^2 \times 12$$

$$V_r = 19953.23 \text{ kg} \quad V_r = 21.99 \text{ ton}$$

A continuación, se muestra el cálculo para determinar el cortante resistente de la edificación.

$$\alpha = \frac{V_r}{V} = \frac{21.99 \text{ ton}}{49.69 \text{ ton}} = 0.44$$

La valoración para el parámetro resistencia convencional de la estructura en cuestión es C.

4.5.4 Posición del Edificio y Cimentación

Se evaluó el edificio considerando las indicaciones mostradas en la tabla 14, y se observó lo siguiente:

- El suelo sobre el cual está asentada la cimentación es considerado Tipo C que corresponde a suelos clasificados como muy densos o rocas blandas así es considerado por la NEC, además está en una pendiente del 20 % mayor al 15% y menor al 30%. (B)
- En la estructura hay un muro de contención que está formando parte de la estructura. (B).
- No se evidencian fisuras en paredes o piso producto de hundimientos o asentamientos. (A)

En el parámetro mencionado se mantendrá a la estructura en la clase B, ya que dos de las indicaciones se mantienen en esta clasificación.

4.5.5 Losa

Para determinar la valoración de la losa se consideró los criterios planteados en la Tabla 15, que, aplicados en la edificación, se redactan de la siguiente manera:

- La resistencia del hormigón de la losa es considerada de 192 kg/cm², resultado obtenido en el presente capítulo apartado 4.2.1, no presenta fisura alguna por lo que se considera en buen estado (C) debido a la mala calidad del hormigón.
- Existen aberturas menores al 30% debido a la escalera (A).
- La relación larga/ancho de la losa más larga es menor a 3, por lo tanto, este parámetro es Clase A.

$$\frac{L}{a} = \frac{15m}{8m} = 1.875$$

En el parámetro mencionado se mantendrá a la estructura en la clase C, aunque dos de las indicaciones se mantienen en la clasificación A, la resistencia a la compresión es baja, por lo tanto, se optó por esta clasificación.

4.5.6 Configuración en Planta

Este parámetro busca evaluar la configuración en planta de la estructura, considerando las indicaciones mostradas en la tabla 16 se determinó lo siguiente:

- Primer criterio se clasifica como (A) por:

$$\delta 1 = \frac{a}{l} = \frac{8m}{14m} = 0.571$$

- Resultado de ETABS demuestran que tiene torsión 0.12 (B)

- Primer criterio se clasifica como (B) por:

$$\delta_3 = \frac{\Delta d}{d} = \frac{1m}{9m} = 0.11$$

- Nuestro edificio de estudio no presenta protuberancias. (A)
- La estructura no presenta sistemas no paralelos (A)

La valoración del parámetro configuración en planta es (B) debido a que cumple con todas las indicaciones de esta clase.

1.1.1 Configuración en Elevación

En la Tabla 17 se muestran las indicaciones que se consideraron para valorar este parámetro; los resultados de esta evaluación se detallan a continuación.

- Existe variación del piso inferior menor rígido a más rígido (Piso Blando debido a paredes) (C)
- La distribución de masa en todos los 3 pisos es uniforme y no presenta variaciones muy grandes debido a que su función es residencia. (A)
- Vigas y columnas son continuos hasta el piso ultimo. (B)
- En el sistema resistente existen variaciones significativas entre la planta 2 y 3 con respecto a la primera planta, por lo tanto, independientemente de lo establecido en la norma se considera con irregularidad en elevación, este parámetro C.

En este parámetro se considera a la estructura en la clase C, por seguridad.

4.5.7 Conexión Entre Elementos Críticos

Evaluamos los conexiones entre elementos críticos, vigas y columnas, para aquello consideramos las indicaciones que se redactaron en la Tabla 18.

- Para las indicaciones 1, 2 y 3 se considera dentro de la clase A debido a que las columnas y vigas son de igual dimensiones.

Las conexiones de los elementos críticos se encuentran en la clase A ya que cumple con los mencionado en el apartado 2.6.2.

4.5.8 Elementos con Baja Ductilidad

Evaluamos la ductilidad de la estructura considerando las indicaciones de la Tabla 19, y los resultados son los presentados a continuación.

- Tiene elementos cortos en poco porcentaje por lo que entra en la clase B.

$$\frac{L}{4} < h < \frac{l}{2}$$

$$\frac{3}{4} < 1.4 < \frac{3}{2}$$

Considerando lo redactado y las condiciones de cada clasificación dentro de este parámetro que se mencionó en el apartado 2.6.2, se evalúa los elementos y se hace la valoración del parámetro elementos con baja ductilidad de la estructura resultando clase B; pero por criterio propio se considera clase C debido a que las columnas son muy débiles.

4.5.9 Elementos no estructurales

Los elementos estructurales como la mampostería se encuentran bien anclados con mortero de cemento, por lo que se podría considerar que no representan riesgo para los habitantes. A demás también se observan en buen estado Por este motivo se considera valorizarla en la clase A.

4.5.10 Estado de conservación

El edificio se encuentra en buenas condiciones, sin embargo, alguna de las columnas se encuentra picadas o con porosidad se asume que se debe a que cuando

fueron construidas no realizaron el relleno correctamente. Por este motivo se les dará una valoración de B para este parámetro.

4.5.11 Resultados del Método Italiano.

Finalizada la evaluación de cada parámetro aplicados a la estructura y sus componentes, procedemos a asignarles el puntaje indicado en el apartado 2.6.2. En la Tabla 81 se muestra a cada clasificación ya desarrollado y detallado anteriormente, el puntaje K se considera ya y como lo establecen los autores y el peso de los parámetros en los que se encuentra la construcción, cada parámetro tiene un peso dependiendo de la importancia que tenga en una estructura, cabe mencionar que estos parámetros ya están establecidos por la metodología.

Tabla 81

Índice de vulnerabilidad – Benedetti y Petrini

Factor de vulnerabilidad	Clase	Puntaje K de la clase	Peso W	K*W
1 Organización del sistema resistente	C	12	1	12
2 Calidad del sistema resistente	C	12	1	12
3 Resistencia convencional	C	22	1	22
4 Posición del edificio y cimentación	B	2	0.5	1
5 Losas	C	6	1	6
6 Configuración en planta	B	3	0.5	1.5
7 Configuración en elevación	C	6	1	6
8 Conexión entre elementos críticos	A	0	0.75	0
9 Elementos de baja ductilidad	C	6	1	6
10 Elementos no estructurales	A	0	0.25	0
11 Estado de conservación	B	10	1	10
Total				76.5

Con los puntajes de la evaluación de cada parámetro se procede a obtener el índice de vulnerabilidad sísmica de la edificación en esta metodología y para conocer el valor se procede a calcularlo con la ecuación 2 propuesta por los autores de la metodología.

El índice de vulnerabilidad sísmica de la edificación seleccionada, con la metodología de Benedetti y Petrini se obtiene a través de la suma de los resultados de la multiplicación del factor K y el peso W, este cálculo se presenta a continuación.

$$I_v = 100 \frac{76.5 + 1}{34} = 227.94$$

Considerando los rangos mostrados en la Tabla 25, la edificación tiene una vulnerabilidad alta con un índice de vulnerabilidad de 227.94. Los factores que más afectan a la estructura según esta metodología es la calidad del sistema resistente y la configuración de elevación, alcanzando sus máximas puntuaciones, incrementando así el índice de vulnerabilidad sísmica.

4.6 APLICACIÓN DEL SISTEMA DE PUNTUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICIOS

Aplicando cada parámetro, y teniendo en cuenta los criterios que nos indican los 15 factores tanto estructurales, sitio o cimentación, los resultados de la metodología se visualizan en la siguiente tabla, donde se detalla lo que la estructura presenta. Para esto se consideró lo mencionado en el apartado 2.6.3, los factores poseen un peso, entre mayor sea el valor del resultado, menor vulnerabilidad tendrá la edificación.

Se empleó la metodología basándonos en la norma ecuatoriana de la construcción, e incluso se adaptó uno de los factores estructurales por algo más común en una edificación para residencias, dicho factor es altura del piso que se aplica netamente a hospitales por aberturas en la losa de hormigón armado. Esto se realizó con base en los conocimientos que se han logrado obtener a través del proyecto de investigación.

4.6.1 Resultado del Sistema de Puntuación del Índice de Vulnerabilidad Sísmica

En la Tabla 82 se observan todos los parámetros con los que cuenta la edificación analizada, cabe mencionar que este análisis es netamente visual, por lo que no se procedió hacer ningún tipo de procedimientos cuantitativos para obtener resultados de cada parámetro, se consideró el análisis que hace referencia a la estructura y cimentación.

La estructura es de hormigón armado, sin diseño sismorresistente, por esta razón, se optó considerar el parámetro 1 con una puntuación de 0; fue construida en el 2007 con adiciones en los años 2012 y 2017, determinando el parámetro con 10 de puntuación, se visualizó irregularidad debido a esto se obtuvo un puntaje de 0 en el tercer parámetro; también se observó que la estructura tiene piso blando por ende se valoriza con su mínimo valor, igual que irregularidad torsional e irregularidad en planta.

Continuando con los factores estructurales, la estructura presenta en su interior como en su exterior columnas cortas, ya que se ven perjudicadas por mampostería, debido a esto se coloca una puntuación de 0 en el séptimo parámetro; la estructura también presenta daños que pudieron observar principalmente en las columnas por esta razón 0 es su puntuación.

Para finalizar con los factores estructurales analizamos el choque o golpeteo que podría presentar la edificación obteniendo un valor de 0 ya que presenta golpeteo, continuado analizamos abertura en diafragmas y revestimiento pesado, a todos estos últimos parámetros se puntualiza con su máximo valor debido a que no se presentan estos factores en la construcción que estamos analizando.

En la evaluación de los factores de cimentación o sitio se inició por identificar el tipo de suelo en el que está construida nuestra estructura determinando así un suelo Tipo C, por lo que esta puntuación es de 5, además no presenta licuefacción por ende el factor 11 tiene una valoración máxima de 10 y el factor 12 de 3, ya que no existe asentamiento en la cimentación a causa de la licuefacción ni por ningún otro factor.

Para culminar con los factores de cimentación o sitio se evalúa la estabilidad del talud, la edificación que se está analizando tiene una inclinación considerable, debido a esto cuenta con un muro de contención que forma parte de la edificación, por tal motivo el puntaje es 10 en este factor.

Tabla 82

Índice de vulnerabilidad sísmica - Sistema de Puntuación

Factor Estructural	Peso
Tipo de Edificio	0
Año de construcción/Usó de norma	10
Irregularidad Vertical	0
Piso Blando	0
Irregularidad Torsional	0
Irregularidad en Planta	0
Columnas Cortas	0
Abertura en Diafragmas	5
Choque - Golpeteo	0
Revestimiento Pesado	3
Daño Visible	0
Factor de Cimentación/Sitio	Peso
Tipo de Suelo	5
Potencial Licuefacción	10
Tipo de Cimentación	3
Estabilidad de Taludes	10
Total	46

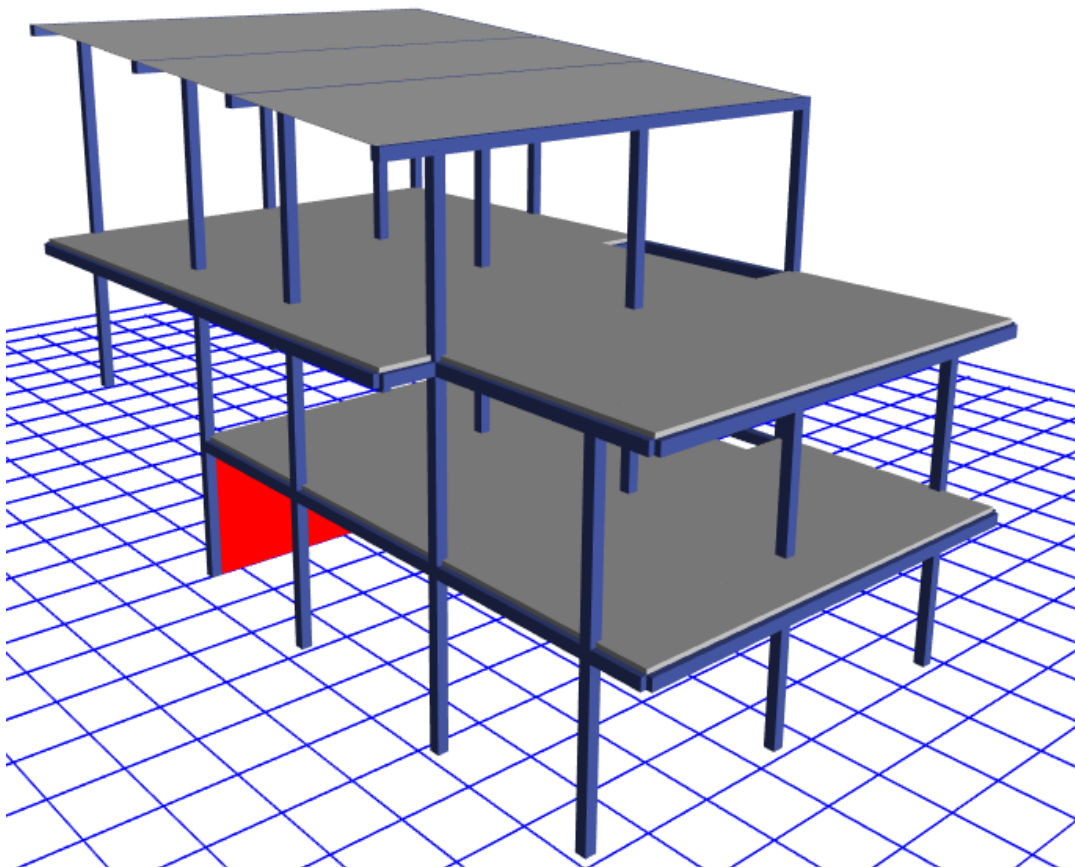
La vulnerabilidad que resulto de la aplicación de la metodología del sistema de puntuación se encuentra dentro del rango de una vulnerabilidad alta, con una puntuación de 46, lo que indica según esta metodología que esta edificación podría presentar fallas severas durante un sismo.

4.7 MODELO MATEMÁTICO DEL EDIFICIO

Como planteamos en el apartado 2.8 se elabora un modelo matemático en un programa de análisis estructural digital, para la estructura más, este modelamiento se lo elaboró considerando todas las características vistas en visita en campo como su geometría, dimensiones de las luces como de los elementos estructurales, tipo de materiales, etc., además se consideraron las normas de construcción vigentes para realizar el correcto análisis tanto para la norma ecuatoriana como para la norma americana. En la Figura 45 se presenta el modelo finalizado en 3D elaborado en ETABS el cual es un programa especializado de estructuras.

Figura 45

Modelo matemático de la estructura seleccionada para el analisis



Es importante mencionar que para el modelo estructural que se empleó en el análisis se tomó en cuenta los factores de inercia agrietada (I_g) para el análisis estructural en columnas, vigas y muros. Los factores de reducción del momento de inercia son considerados como valores permitidos para un análisis de segundo orden, pero

también se pueden usar para un análisis general. Para el análisis con la norma ecuatoriana se aplicaran los factores que nos indican sus lineamientos, mientras que para el análisis con la ASCE 7-18 se aplicaran los factores del ACI 318S-14 (2014, p. 100):

NEC 2015

- Vigas => 0.5 I_g (NEC)
- Columnas => 0.80 I_g (NEC)
- Muros => 0.6 I_g (NEC)

ASCE 7-16

- Vigas => 0.35 I_g (ACI)
- Columnas => 0.70 I_g (ACI)
- Muros => 0.35 I_g (ACI)

A partir del primer piso existen volados en el frente, de igual manera el tercer piso del edificio cuenta con un nuevo volado, en la parte posterior de la planta baja está presente un muro de contención que forma parte de la estructura, además la cubierta se tiene una pendiente hacia la parte frontal.

4.8 ANÁLISIS ESTÁTICO NEC

4.8.1 Espectro de Diseño para la Estructura

Los factores redactados en el apartado 2.7.1. serán aplicados para la definición del espectro elástico de aceleraciones S_a , en la Tabla 83 se muestran cada uno de los parámetros que resultaron considerando el tipo de suelo C y con una región sísmica 0.50 según la NEC, además las características del edificio que se analiza como su localidad (Manglaralto), importancia (residencia), irregularidades y sistema estructural.

Tabla 83

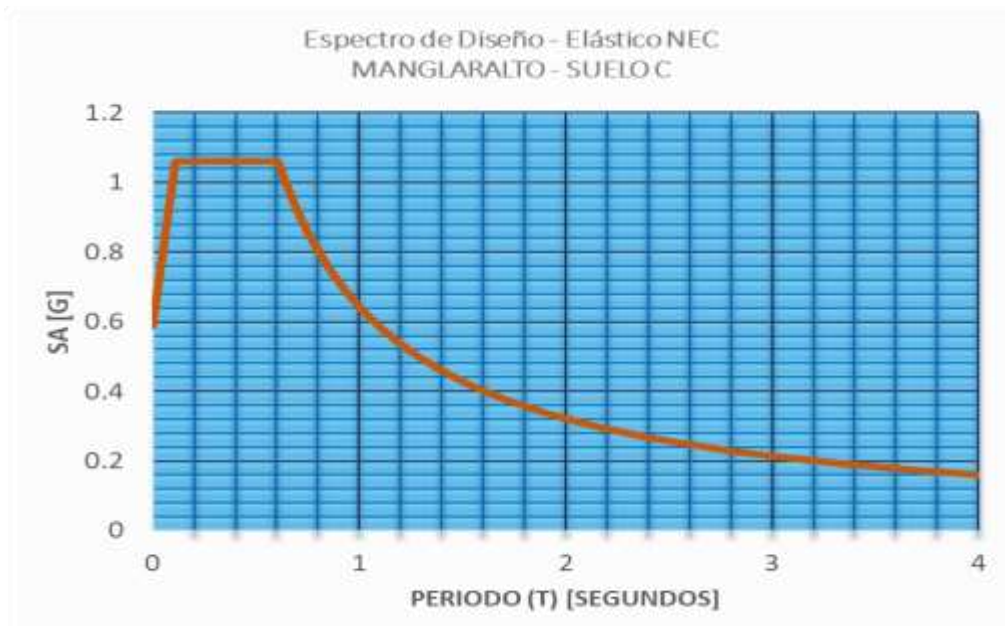
Factores para definición de espectro de diseño NEC

Parámetros-NEC	Valor
Tipo de Suelo	C
Zona	VI
Z	0.5
η	1.8
r	1
F _a	1.18
F _d	1.06
F _s	1.23
R	5
I	1
Φ_p	0.9
Φ_e	0.9

Al sustituir los valores mostrados en la Tabla 82 en las ecuaciones mostradas en el apartado 2.7.1 se consigue graficar el espectro de aceleración espectral como se muestra en la Figura 46.

Figura 46

Espectro de diseño elástico- NEC



4.8.2 Período Fundamental Aproximado

Considerando la ecuación del período fundamental que se expresó en la metodología redactada en el apartado 2.7.1 y teniendo en cuenta que es una edificación que posee un muro de contención que además funciona como un muro estructural, se determinan los parámetros mostrados en la Tabla 84.

Tabla 84

Datos necesarios para el período fundamental aproximado

Parámetros-NEC	Valor
C_t	0.055
α	0.75
h	10
T	0.309

Período fundamental aproximado considerando los parámetros mostrados:

$$T = 0.055 \times 10^{0.75} = 0.309 \text{ seg}$$

4.8.3 Cortante Basal

De igual manera en la metodología se detalla el procedimiento para calcular el cortante basal, en la Tabla 85 se muestran los resultados de los parámetros considerados para obtener el resultado.

Tabla 85

Cortante basal

Cortante Basal Suelo Tipo C - Manglaralto							
$F_a =$	1.18	$\phi_P =$	0.9	$C_t =$	0.055	$\alpha =$	0.75
$Z =$	0.50	$\phi_E =$	0.9	$S_a =$	1.062	$T_a =$	0.31
$n =$	1.80	$I =$	1	$R =$	5	$K =$	1.00
$H_t =$	10	$C_s =$	0.262	$V =$	49.69	$W =$	189.48

Considerando las irregularidades de la estructura debido a que sus plantas en cada piso no son iguales, se ha considerado penalizar con aplicar el factor de penalización en planta y vertical, donde $\Phi_p = 0.9$ debido a la irregularidad tipo 3 mostrada en la Tabla 54 y $\Phi_p = 0.9$ debido a la irregularidad tipo 3 mostrada en la Tabla 55 denominada irregularidad por discontinuidad en el sistema de piso. El cálculo del cortante basal se muestra a continuación:

$$V(x) = \frac{1 \times 1.062}{5 \times 0.9 \times 0.9} \times 189.48 \text{ ton} = 49.69 \text{ ton}$$

Obtenido el resultado de la cortante basal se procede a calcular las cortantes por piso, la distribución de estas fuerzas se realiza mediante la ecuación (12), en la Tabla 86 se muestra el procedimiento y las fuerzas horizontales F_i . Para conocer estos resultados es necesario el peso por piso teniendo en cuenta que la carga muerta considera el 100% mientras que la carga viva solo el 25%, la altura de los mismo considerada desde la base, y el factor k ya determinado en la Tabla 84. Estas fuerzas serán consideradas en el análisis lineal de la estructura en el presente proyecto se ingresó a ETABS el coeficiente de cortante basal.

Tabla 86

Cortante basal y distribución de fuerzas sísmicas por piso, NEC-SE-DS

Cortante Basal Suelo Tipo C - Manglaralto							
Piso	h_i	W_i	$W_i (h_i)^k$	$\frac{W_i (h_i)^k}{\sum W_i (h_i)^k}$	F_i	V_x	$0.3 F_i$
3	10 m	28.53 ton	58.149	0.184	9.17	9.17	2.75 ton
2	6 m	92.12 ton	160.326	0.509	25.28	34.44	7.58 ton
1	3 m	68.84 ton	96.695	0.307	15.24	49.69	4.57 ton
TOTAL		189.48 ton	315.17		49.69 ton		

4.8.4 Derivas de Piso

Las derivas las obtenemos a partir de los desplazamientos al aplicarse el coeficiente basal, estos datos los adquirimos del programa ETABS. En las Tabla 87-Tabla 88 y Tabla 89-Tabla 90 se detallan las derivas máximas de piso inelásticas en

la dirección X y en la dirección Y respectivamente, esto para el caso de carga de sismo estática.

Tabla 87

Derivas inelásticas en los 3 pisos con sismo en dirección X

Derivadas en X						
Piso	X	Y	Resultante	Derivas Elásticas ΔE (mm/mm)	Derivas Inelásticas ΔM (mm/mm)	Condición NEC $\Delta M < 2\%$
	mm	mm	mm			
Piso 3	138.82	-3.80	138.87	0.017	0.064	No Cumple
Piso 2	87.13	-11.02	87.82	0.019	0.072	No Cumple
Piso 1	26.14	-15.30	30.29	0.010	0.038	No Cumple

Tabla 88

Derivas inelásticas en los pisos 2-3 con sismo en dirección X

Derivadas en X						
Piso	X	Y	Resultante	Derivas Elásticas ΔE (mm/mm)	Derivas Inelásticas ΔM (mm/mm)	Condición NEC $\Delta M < 2\%$
	mm	mm	mm			
Piso 3	143.49	-3.70	143.54	0.021	0.080	No Cumple
Piso 2	57.30	-11.02	58.35	0.019	0.073	No Cumple
Piso 1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	-

Tabla 89

Derivas inelásticas en los 3 pisos con sismo en dirección Y

Derivadas en Y						
Piso	X	Y	Resultante	Derivas Elásticas ΔE (mm/mm)	Derivas Inelásticas ΔM (mm/mm)	Condición NEC $\Delta M < 2\%$
	mm	mm	mm			
Story3	-1.763	128.365	128.38	0.016	0.061	No Cumple
Story2	-0.872	79.700	79.70	0.018	0.068	No Cumple
Story1	-0.280	25.507	25.51	0.009	0.032	No Cumple

Tabla 90

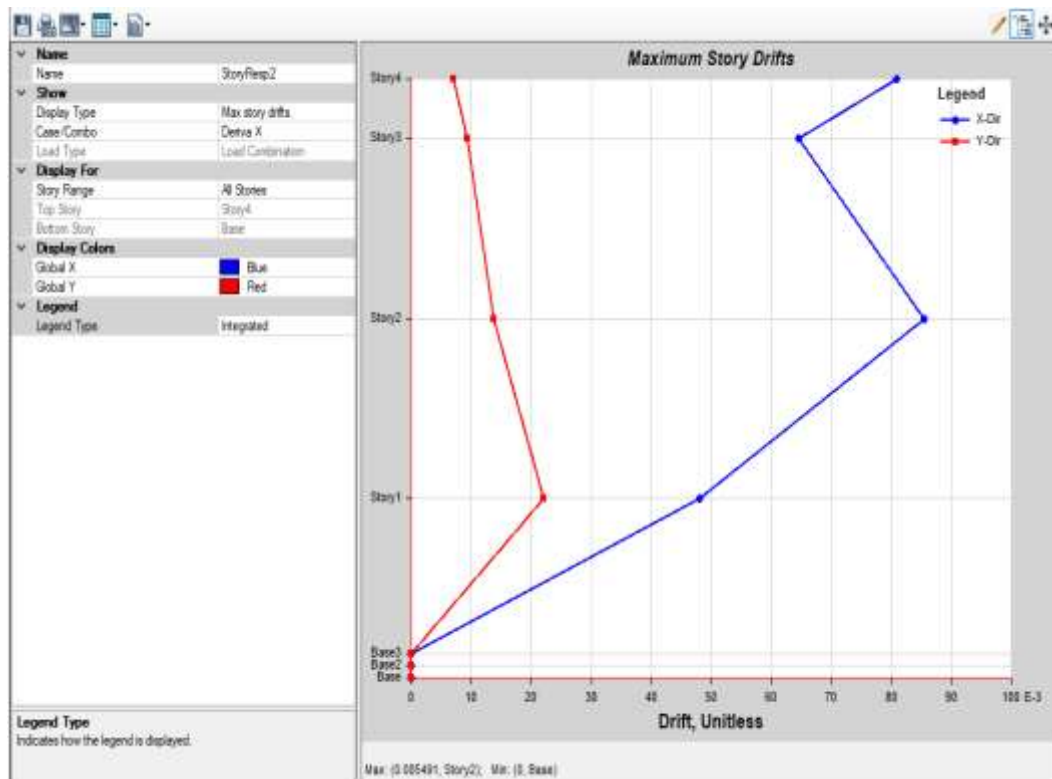
Derivas inelásticas en los pisos 2-3 con sismo en dirección Y

Derivadas en Y						
Piso	X	Y	Resultante	Derivas Elásticas ΔE	Derivas Inelásticas ΔM	Condición NEC $\Delta M < 2\%$
	mm	mm	mm	(mm/mm)	(mm/mm)	
Story3	2.63	128.52	128.55	0.012	0.046	No Cumple
Story2	0.93	79.70	79.71	0.027	0.100	No Cumple
Story1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	-

Como se observa las derivas no cumplen con el límite establecido por la NEC, esta estructura se encuentra vulnerables ante una fuerza externa, se debe rigidizar a la estructura para que tenga un mejor comportamiento. En las siguientes figuras se observan las gráficas de las derivas máximas en dirección X y Y.

Figura 47

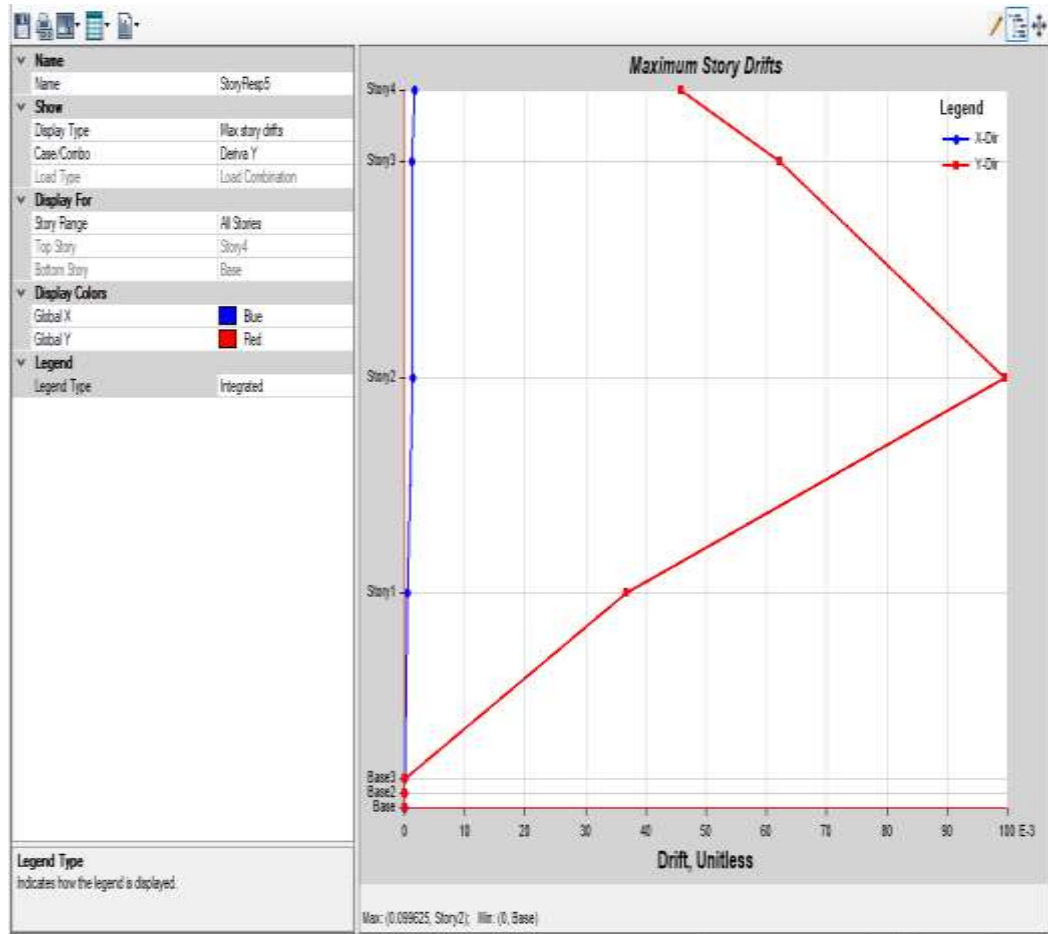
Derivadas en dirección X



Nota. Gráficos obtenidos del programa ETABS.

Figura 48

Derivadas en dirección Y



Nota. Gráficos obtenidos del programa ETABS.

4.8.5 Corrección del Periodo

Se realiza la respectiva corrección de los periodos, ya que los que nos da el ETABAS son muy diferentes, y no cumplen con lo que nos dice la normativa, el periodo que determina debe tener una diferencia mínima de 1.3 veces el periodo calculado.

Se debe recalculer el cortante basal para evaluar la estructura con el periodo $T=1.16$ en dirección X y $T=1.03$ en dirección Y. Como se muestran en las Figura 49 y en la Figura 50. Este procedimiento de desarrolla a continuación. Se realiza el respectivo procedimiento detallado en 2.7.1, para determinar la cortante basa para cada dirección considerando el periodo proporcionado por el modelamiento, además se calcularán el porcentaje de las derivadas máximas.

Figura 49

Periodo por medio de un análisis modal en dirección X

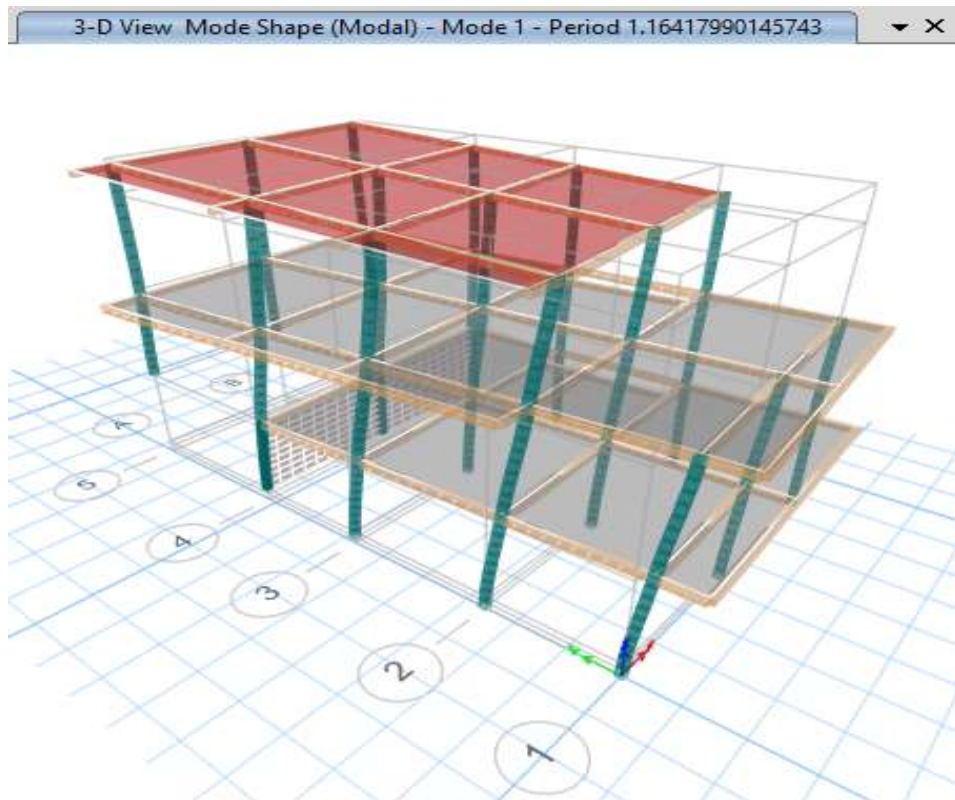


Figura 50

Periodo por medio de un análisis modal en dirección Y

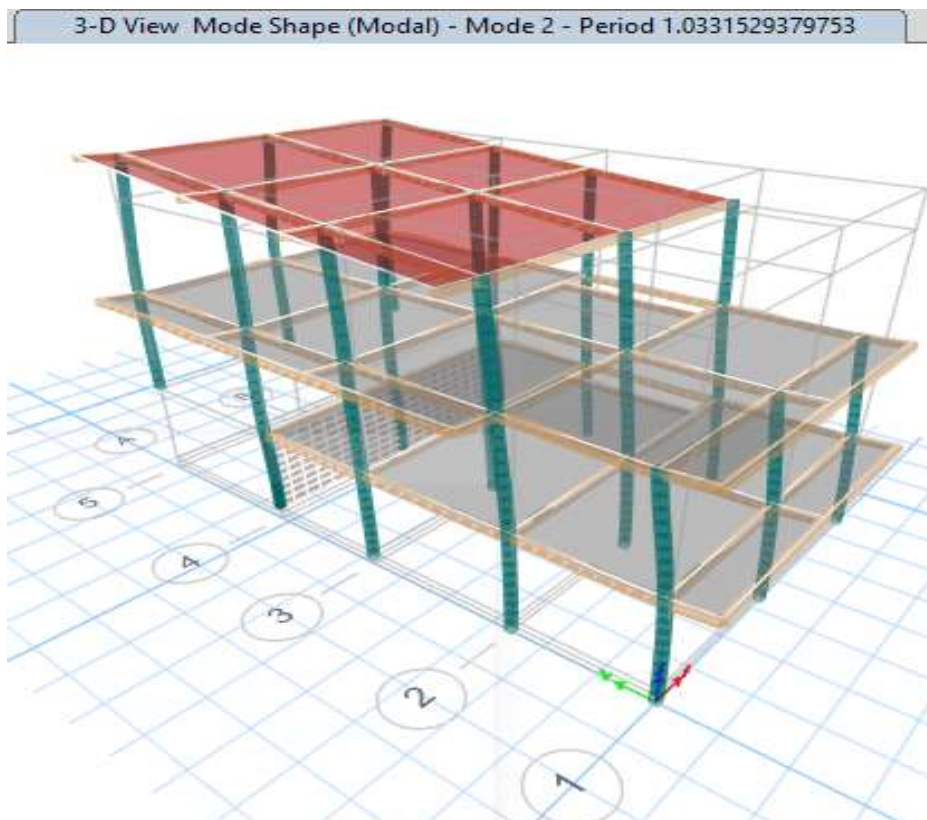


Tabla 91

Coficiente Cortante Basal en X con periodo 1.16

Cortante Basal X Suelo Tipo C - Manglaralto							
$F_a =$	1.18	$\phi_P =$	0.9	$C_t =$	0.055	$\alpha =$	0.75
$Z =$	0.50	$\phi_E =$	0.9	$S_a =$	0.556	$T_a =$	1.16
$n =$	1.80	$I =$	1	$R =$	5	$K =$	1.33
$H_t =$	10	$C_s =$	0.137	$V =$	26.03	$W =$	189.48

Tabla 92

Cortante Basal en X con periodo 1.16

Cortante Basal X Suelo Tipo C - Manglaralto							
Piso	h_i	W_i	$W_i (h_i)^k$	$\frac{W_i (h_i)^k}{\sum W_i (h_i)^k}$	F_i	V_x	$0.3 F_i$
3	10 m	28.53 ton	609.892	0.320	8.33	8.33	2.50 ton
2	6 m	92.12 ton	998.327	0.524	13.64	21.97	4.09 ton
1	3 m	68.84 ton	296.762	0.156	4.05	26.03	1.22 ton
TOTAL		189.48 ton	1904.98			26.03 ton	7.81 ton

Figura 51

Derivada en X con periodo 1.16

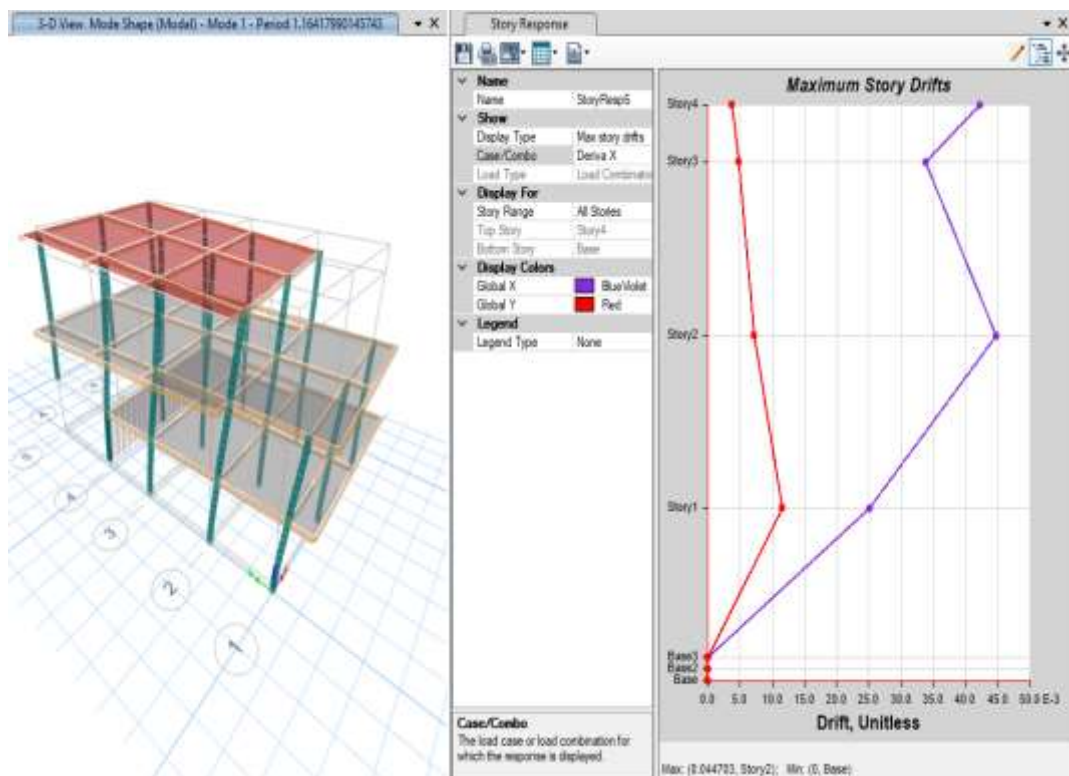


Figura 52

Coficiente del Cortante Basal en Y con periodo 1.03seg

Cortante Basal Y Suelo Tipo C - Manglaralto							
$F_a =$	1.18	$\phi_P =$	0.9	$C_t =$	0.055	$\alpha =$	0.75
$Z =$	0.50	$\phi_E =$	0.9	$S_a =$	0.626	$T_a =$	1.03
$n =$	1.80	$I =$	1	$R =$	5	$K =$	1.27
$H_t =$	10	$C_s =$	0.155	$V =$	29.32	$W =$	189.48

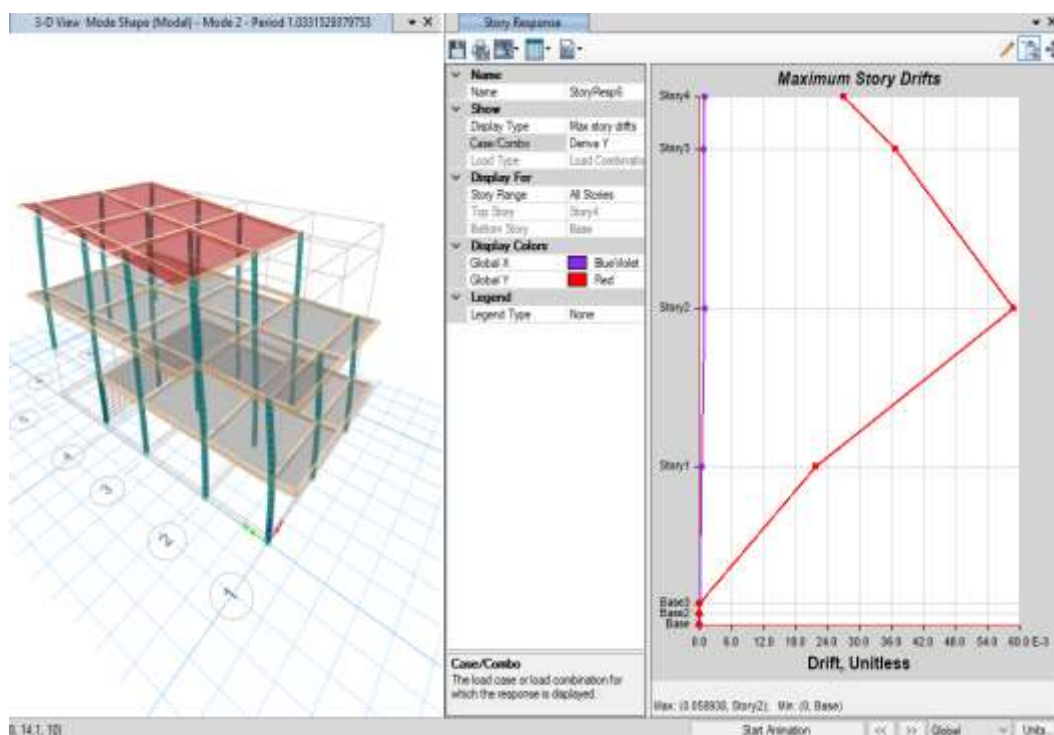
Figura 53

Cortante Basal en Y con periodo 1.03seg

Cortante Basal Y Suelo Tipo C - Manglaralto							
Piso	h_i	W_i	$W_i (h_i)^k$	$\frac{W_i (h_i)^k}{\sum W_i (h_i)^k}$	F_i	V_x	$0.3 F_i$
3	10 m	28.53 ton	525.113	0.311	9.11	9.11	2.73 ton
2	6 m	92.12 ton	888.573	0.526	15.41	24.52	4.62 ton
1	3 m	68.84 ton	276.310	0.163	4.79	29.32	1.44 ton
TOTAL		189.48 ton	1690.00		29.32 ton		8.79 ton

Figura 54

Derivada en Y con periodo 1.03seg



4.9 ANÁLISIS DINÁMICO DE LA NEC

Como se detalló dentro de la metodología, el análisis dinámico es el estudio de las fuerzas, desplazamientos, velocidades y aceleraciones de una estructura las cuales aparecen producto de las deformaciones provocada por fuerzas externas como por ejemplo las fuerzas sísmicas.

Al contrario del análisis estático, este análisis considera y se basa en el espectro de respuesta inelástico que es utilizado para el diseño de edificaciones considerando el lugar o región que se encuentre la edificación que se analiza. A continuación, se presentan a través de las tablas los resultados obtenidos en el análisis dinámico.

Según la norma ecuatoriana NEC-15, para estructuras regulares el porcentaje de variación entre el cortante dinámico y el estático es mínimo del 80 %, y para estructuras que presentan irregulares este asciende a 85 %. Como se observa en la Tabla 93 los porcentajes son del 57% para la dirección X y 71% en la dirección Y, lo que quiere decir que no cumple con sus lineamientos vigentes.

Tabla 93

Verificación del cortante dinámico en la base

	Fuerzas	Fuerzas	Cortante Dinámico
Dinámico	X	Y	Resultante
SX	14.453	3.712	14.92
SY	3.712	20.39	20.73
Cortante Basal Estático	26.03 ton	29.32 ton	
% de Variación	57%	71%	

4.9.1 Derivas de Piso

Se realiza el ejecuta el siguiente procedimiento de acuerdo con la sección 2.2.7. A continuación, se muestran los resultados de derivas en los casos críticos: dirección X y dirección Y.

Al igual que las derivas con el análisis estático, las derivas de piso inelásticas mostradas en la Tabla 94 y Tabla 95 no cumple con lo establecido en la norma de diseño, esto quiere decir, que los porcentajes de las derivas del análisis dinámico son mayores al 2 %.

Tabla 94

Derivas inelásticas en los 3 pisos con sismo en dirección X

Derivadas en X						
Piso	X	Y	Resultante	Derivas Elásticas ΔE	Derivas Inelásticas ΔM	Condición NEC $\Delta M < 2\%$
	mm	mm	mm	(mm/mm)	(mm/mm)	
Piso 3	96.05	46.67	106.78	0.013	0.048	No Cumple
Piso 2	61.80	28.68	68.13	0.014	0.053	No Cumple
Piso 1	21.68	13.83	25.71	0.009	0.032	No Cumple

Tabla 95

Derivas inelásticas en los pisos 2-3 con sismo en dirección X

Derivadas en X						
Piso	X	Y	Resultante	Derivas Elásticas ΔE	Derivas Inelásticas ΔM	Condición NEC $\Delta M < 2\%$
	mm	mm	mm	(mm/mm)	(mm/mm)	
Piso 3	95.20	46.73	106.05	0.015	0.057	No Cumple
Piso 2	35.68	28.68	45.78	0.015	0.057	No Cumple
Piso 1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	-

De la misma forma procedemos a calcular las derivas en la dirección Y, de en punto más crítico, pero debido a la geometría del edificio el lado posterior cuenta con un piso de 4 metros mientras la parte frontal de 3 metros. Es por este motivo que se calculan dos puntos críticos, ya que se analizan las derivas en el punto que intercepte con todos los pisos, y el punto más crítico de la edificación que solo intercepta el segundo y tercer piso en su lado posterior.

Tabla 96*Derivas inelásticas en los 3 pisos con sismo en dirección Y*

Derivadas en Y						
Piso	X	Y	Resultante	Derivas Elásticas ΔE	Derivas Inelásticas ΔM	Condición NEC $\Delta M < 2\%$
	mm	mm	mm	(mm/mm)	(mm/mm)	
Story3	19.096	64.843	67.60	0.009	0.033	No Cumple
Story2	12.205	39.661	41.50	0.009	0.036	No Cumple
Story1	4.592	12.170	13.01	0.004	0.016	No Cumple

Tabla 97*Derivas inelásticas en los pisos 2-3 con sismo en dirección Y*

Derivadas en Y						
Piso	X	Y	Resultante	Derivas Elásticas ΔE	Derivas Inelásticas ΔM	Condición NEC $\Delta M < 2\%$
	mm	mm	mm	(mm/mm)	(mm/mm)	
Story3	25.05	64.92	69.59	0.007	0.027	No Cumple
Story2	9.52	39.66	40.79	0.014	0.051	No Cumple
Story1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	-

4.9.2 Análisis Modal

El análisis modal espectral describe a la estructura de una manera en la que engloba su respuesta dinámica, frecuencia, amortiguamiento y modos de vibrar dentro del rango de frecuencia. Todas las estructuras son diferentes, se comportan de una manera diferente, cada una posee sus propios modos de vibrar, además de tener una frecuencia propia y natural, de igual manera tiene un periodo fundamental que va de acuerdo con sus características en especial de la rigidez y masa que posea.

Si la estructura posee en sus primeros nodos movimientos torsionales, quiere decir que, esta edificación tiene problemas de rigidez y además puede verse afectada ante un sismo de magnitud considerable. Si, por el contrario, los movimientos de los dos

primeros nodos es traslación, significa que la estructura tiene un comportamiento aceptable.

El número de modos de vibración que tenga una estructura dependerá del porcentaje de masa actuante, esto quiere decir que si la estructura tiene un 90% de masa participando en su diseño es porque tiene un buen desempeño, pero también se debe considerar que el número de modos de vibración dependerá del número de grados de libertad de la estructura.

Tabla 98

Modos de vibración y periodos del modelo estructural

Masa Participativa Modal									
Case	Mode	Period sec	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ	Movimiento
Modal	1	1.164	0.394	0.034	0.394	0.034	0.395	0.395	Torsión
Modal	2	1.033	0.146	0.556	0.540	0.590	0.035	0.431	Traslación
Modal	3	0.998	0.154	0.189	0.695	0.778	0.314	0.745	Torsión
Modal	4	0.480	0.024	0.003	0.718	0.781	0.082	0.827	Torsión
Modal	5	0.420	0.013	0.094	0.732	0.875	0.000	0.827	Traslación
Modal	6	0.404	0.064	0.010	0.796	0.886	0.075	0.902	Torsión
Modal	7	0.299	0.047	0.001	0.843	0.887	0.032	0.933	Traslación
Modal	8	0.267	0.001	0.042	0.843	0.929	0.000	0.934	Traslación
Modal	9	0.261	0.002	0.071	0.845	1.000	0.000	0.934	Traslación
Modal	10	0.199	0.000	0.000	0.845	1.000	0.000	0.934	Traslación
Modal	11	0.099	0.000	0.000	0.845	1.000	0.000	0.934	Traslación
Modal	12	0.088	0.000	0.000	0.845	1.000	0.000	0.934	Traslación

Nota. Datos tomados del programa ETABS

En la Tabla 98 se muestran los resultados de la participación de masa modal en cada uno de los modos de vibración, en las columnas 4 y 5 se muestran el porcentaje de masa que se encuentra en la dirección X y Y respectivamente, mientras que en la columna 8 se encuentra el porcentaje de masa que se ubica en Rz.

El análisis se enfoca en los tres primeros modos, y se observa que el primer y tercer modo de vibración son Torsionales mientras que el segundo modo es Traslacional, así mismo es evidente que existen más traslacionales (7) que torsionales (5) evidenciando que la estructura es muy vulnerable por tener torsión en el primer modo.

La Edificación no está correctamente distribuida, ya que en la Tabla 98 se puede observar que el 90% de la masa la ocupa solo en la dirección Y, Mientras que no llegas a una masa de al 90% de dirección X en los 12 caos modales. Esto se puede evidenciar la columna 8 sombreados con rojo los valores. Para concluir con el análisis modal se analiza el periodo fundamental determinado por el programa y se detectó que es alto, y esto se genera debido a que la estructura tiene más demasiado peso en sus pisos.

4.9.3 Índice de Estabilidad

Se verifica si la estructura tiene un índice de vulnerabilidad menor a 0.1, si esto es así se evidencia que la estructura es potencialmente inestable y por ende esta debe ser rigidizada. A continuación, en la Tabla 99 y Tabla 100 se presentan los resultados obtenidos aplicando la metodología detallada en el Capítulo II.

Tabla 99

Índice de estabilidad con sismo en dirección X

Piso	hi	W Total kg	Px kg	Vx kg	Desplazamiento			δ_{elastico}	Qi
					X	Y	Result.		
2	300	117705.3	153127.1	21974.8	4.045	-0.071	4.045	2.994	0.07
1	300	85689.5	238816.6	26029.8	1.051	-0.021	1.051	1.051	0.03

Tabla 100*Índice de estabilidad con sismo en dirección Y*

Piso	hi	W Total kg	Px kg	Vx kg	Desplazamiento			δ_{elastico}	Qi
					X	Y	Result.		
2	300	117705.3	153127.1	24522.1	1.221	3.966	4.150	2.849	0.06
1	300	85689.5	238816.6	29315.1	0.459	1.217	1.301	1.301	0.04

Se evidencia que $Q_i < 0.1$ por lo que la estructura podría ser estable, sin embargo, los resultados anteriores no cumplen con la normativa. Se aplican los efectos P- Δ .

4.10 ANÁLISIS CON LA NORMA AMERICANA ASCE 7-16

4.10.1 Espectro Elástico de Aceleración Horizontal de Diseño

La normativa ASCE 7- 16 al igual que la NEC establecen parámetros para obtener el espectro elástico de diseño, los cuales se redactaron en el Capítulo III de este trabajo de investigación. Sin embargo, la norma América no considera los factores que penalizan a las irregularidades ya sean en planta o en elevación, además los factores de S_s y S_1 deben ser homologados o considerar el espectro de diseño de la norma ecuatoriana NEC 2015 ya que tiene mucha similitud. Los factores para elaborar el espectro de diseño para la parroquia Manglaralto con suelo tipo C, son los que se presentan en la Tabla 101.

Tabla 101*Factores para definición de espectro de diseño*

Parámetros de la ASCE 7-16	
Suelo	C
S_s	1.45
S_1	0.76
Fa	1.2
Fv	1.4

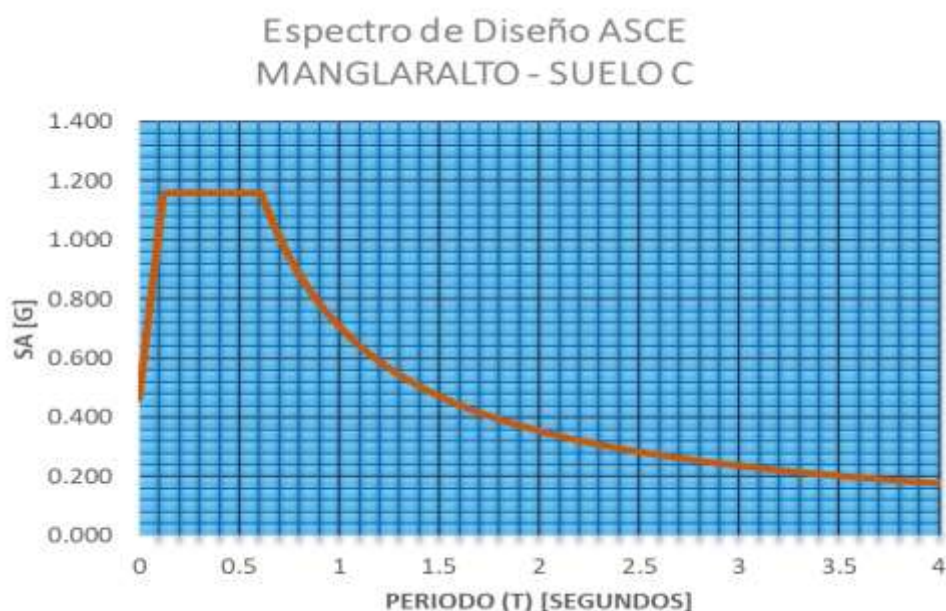
Parámetros de la ASCE 7-16	
TL	8
S _{MS}	1.74
S _{M1}	1.064
S _{DS}	1.16
S _{D1}	0.709
T ₀	0.12
T _s	0.61

Nota. Tomado de la norma ASCE 7-16 y SEI (2017)

Al sustituir los valores mostrados en la Tabla 101 en las ecuaciones mostradas en el apartado 2.7.2 se consigue graficar el espectro de aceleración espectral como se muestra en la Figura 55 presentada a continuación. Es importante resaltar que la estructura dentro de la normativa presenta irregularidad vertical y horizontal ambas son tipo 4.

Figura 55

Espectro de diseño aplicando la norma ASCE 7 - 16



4.10.2 Periodo Fundamental Aproximado

Considerando la ecuación del periodo fundamental que se expresó en la metodología redactada en el apartado 2.7.2 y teniendo en cuenta que es una

edificación que posee un muro de contención que además funciona como un muro estructural, se determinan los parámetros mostrados en la Tabla 102.

Tabla 102

Datos necesarios para el periodo fundamental aproximado

Parámetros-ASCE	Valor
Ct	0.0488
h	10
x	0.75
T	0.2744

Período fundamental aproximado considerando los parámetros mostrados:

$$T = 0.0488 \times 10^{0.75} = 0.27 \text{ seg}$$

El periodo de vibración a través de la ecuación 8, establecida por la norma ecuatoriana, y en base al espectro de diseño de Manglaralto se determina a $T=0.27$ le corresponde un $S_a=1.160$.

4.10.3 Cortante Basal

De igual manera en la metodología se detalla el procedimiento para calcular el cortante basal, en la Tabla 103 se muestran los resultados de los parámetros considerados para obtener el cortante basal.

Para el cálculo de coeficiente de respuesta sísmica se usa la ecuación (28) mostrada en el capítulo II.

$$C_s = \frac{1.16}{\left(\frac{5}{1}\right)} = 0.232$$

Los datos para calcular el cortante se muestran a continuación.

Tabla 103*Cortante basal*

Cortante Basal Suelo Tipo C - Manglaralto							
I =	1	K =	0.89	S_a =	1.16	C_s =	0.232
H_t =	10 m	R =	5	V =	43.96	W =	189.48

El coeficiente de respuesta C_s ya calculado mostrado en la tabla anterior, no necesita exceder el resultado de la siguiente ecuación.

$$C_s = \frac{1.16}{0.27 \left(\frac{5}{1} \right)} = 0.525$$

C_s no debe ser menor que el valor calculado por la ecuación (31) como se muestra con el siguiente desarrollo:

$$C_s = 0.044 \times 1.16 \times 1 = 0.051$$

El C_s es mayor que 0.051 valor calculado con la ecuación anterior.

La norma también nos indica que para estructuras con S_1 igual o mayor que 0.6g, C_s no será menor a:

$$C_s = \frac{0.5 \times 0.76}{\left(\frac{5}{1} \right)} = 0.076$$

El cálculo del cortante basal se obtiene mediante la ecuación (27) como se muestra a continuación:

$$V = 0.232 \times 217.24 \text{ ton} = 56.97 \text{ ton}$$

Obtenido el resultado de la cortante basal se procede a calcular las cortantes por piso, la distribución de estas fuerzas se realiza mediante la ecuación (32), en la Tabla 104 se muestra el procedimiento y las fuerzas horizontales F_i . Para conocer

estos resultados es necesario el peso por piso teniendo en cuenta que la carga muerta considera el 100%; detallado en el apartado 4.2.3, la altura de los mismo considerada desde la base, y el facto k ya determinado por interpolación.

Estas fuerzas serán consideradas en el análisis lineal de la estructura en el presente proyecto se ingresó a ETABS el coeficiente de cortante basal. A continuación, se presenta las fuerzas horizontales de cada piso, obtenidas mediante el cálculo con las ecuaciones 32 y 33.

Tabla 104

Cortante basal y distribución de fuerzas sísmicas por piso, ASCE 7-16

Cortante Basal Suelo Tipo C - Manglaralto							
Piso	h_i	W_i	W_i (h_i)^k	$\frac{W_i (h_i)^k}{\sum W_i (h_i)^k}$	F_i	V_x	0.3 F_i
3	10 m	28.53 ton	220.021	0.258	11.33	11.33	3.40 ton
2	6 m	92.12 ton	451.561	0.529	23.24	34.57	6.97 ton
1	3 m	68.84 ton	182.451	0.214	9.39	43.96	2.82 ton
TOTAL		189.48 ton	854.03			43.96 ton	13.19 ton

4.10.4 Derivas de Piso

Es preciso mencionar que las derivas demuestran el desplazamiento horizontal relativo entre dos puntos de la estructura ubicados en la misma línea vertical, en los tres pisos de la edificación, cuando se ven dimensiones menores se puede entender que no cumplirá con los lineamientos de normas.

Las derivas se obtienen a partir de los desplazamientos al aplicarse el coeficiente basal, estos datos los obtenemos del programa ETABS. En las Tabla 105 y 106 se detallan las derivas máximas de piso inelásticas en la dirección X y en la dirección Y respectivamente, esto para el caso de carga de sismo estática.

Tabla 105*Derivas inelásticas con sismo en dirección X*

Derivadas en X						
Piso	X	Y	Resultante	Derivas Elásticas ϵ	Derivas Inelásticas Δ_E	Condición ASCE $\delta_i < 0.02h_i$
	mm	mm	mm	(mm)	(mm)	
Piso 3	159.71	-5.79	159.82	59.445	267.505	No Cumple
Piso 2	99.41	-13.88	100.37	64.736	291.313	No Cumple
Piso 1	30.75	-18.01	35.64	35.635	160.359	No Cumple

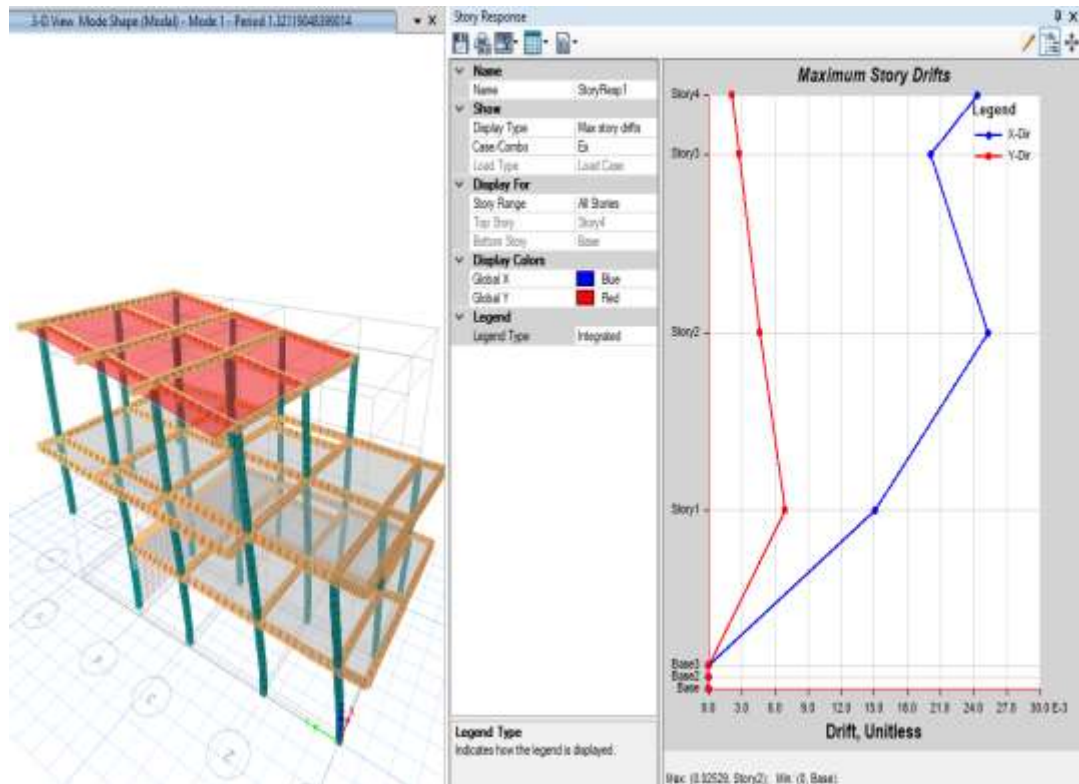
Tabla 106*Derivas inelásticas con sismo en dirección Y*

Derivadas en Y						
Piso	X	Y	Resultante	Derivas Elásticas ϵ	Derivas Inelásticas Δ_E	Condición ASCE $\delta_i < 0.02h_i$
	mm	mm	mm	(mm)	(mm)	
Piso 3	-1.70	152.86	152.87	56.513	254.308	No Cumple
Piso 2	-0.89	96.35	96.36	60.835	273.755	No Cumple
Piso 1	-0.33	35.52	35.52	35.521	159.846	No Cumple

Como se observa las derivas no cumplen con el límite establecido por la ASCE, esto quiere decir, que la estructura se encuentra vulnerable ante una fuerza externa, se debe rigidizar a la estructura para que tenga un mejor comportamiento. En las Figura 56 y Figura 57 se muestran las gráficas donde se muestran las derivas máximas en X y en Y.

Figura 56

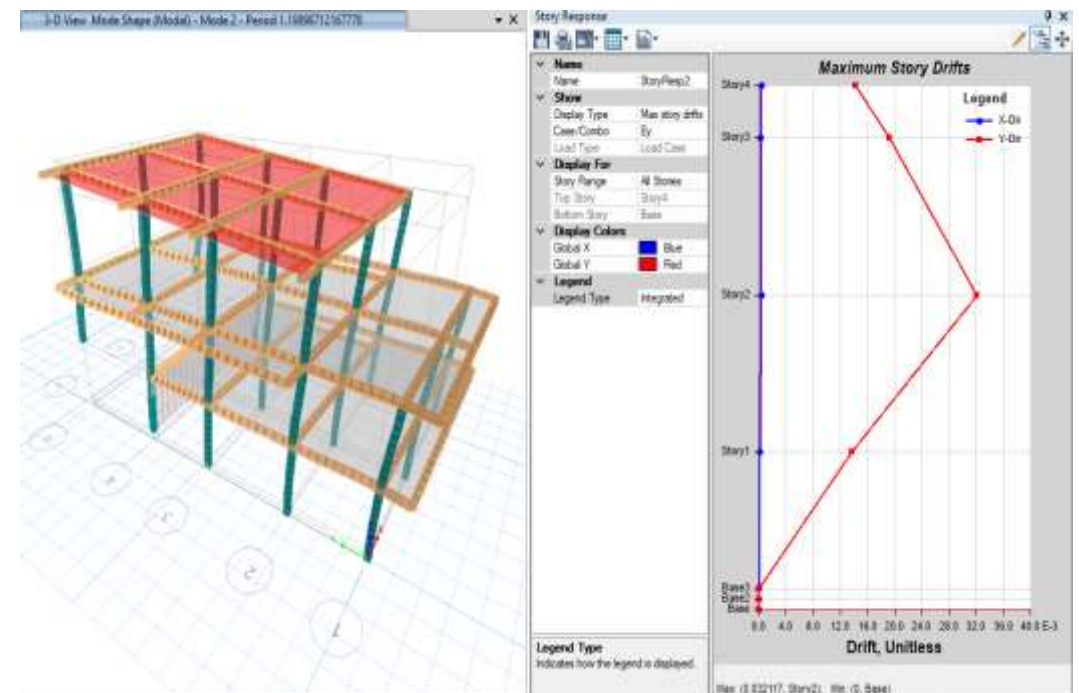
Derivadas en dirección X



Nota. Gráfica tomada del programa ETABS.

Figura 57

Derivadas en dirección Y



Nota. Gráfica tomada del programa ETABS.

4.10.5 Cortante Basal y Distribución de Fuerzas Horizontales

A continuación, mostraremos el desarrollo para obtener el cortante basal X: Con un periodo de $T=1.32$ seg, se obtiene un valor de $S_a= 0.537$ del espectro elástico, $K=1.41$ y $C_s= 0.107$.

Tabla 107

Cortante de basal y distribución de fuerzas horizontales en dirección X

Cortante Basal Suelo Tipo C - Manglaralto							
Piso	h_i	W_i	$W_i (h_i)^k$	$\frac{W_i (h_i)^k}{\sum W_i (h_i)^k}$	Fi	V_x	0.3 Fi
3	10 m	28.53 ton	733.252	0.859	37.74	37.74	11.32 ton
2	6 m	92.12 ton	1152.192	1.349	59.31	97.05	17.79 ton
1	3 m	68.84 ton	324.025	0.379	16.68	113.73	5.00 ton
TOTAL		189.48 ton	2209.47			113.73 ton	

De igual forma mostraremos el desarrollo para obtener el cortante basal en dirección Y: Con un periodo de $T=1.19$ seg, se obtiene un valor de $S_a= 0.596$ del espectro elástico, $K=1.35$ y $C_s= 0.107$.

Tabla 108

Cortante de basal y distribución de fuerzas horizontales en dirección Y

Cortante Basal Suelo Tipo C - Manglaralto							
Piso	h_i	W_i	$W_i (h_i)^k$	$\frac{W_i (h_i)^k}{\sum W_i (h_i)^k}$	Fi	V_x	0.3 Fi
3	10 m	28.53 ton	733.252	0.859	37.74	37.74	11.32 ton
2	6 m	92.12 ton	1025.523	1.201	52.79	90.53	15.84 ton
1	3 m	68.84 ton	301.693	0.353	15.53	106.06	4.66 ton
TOTAL		189.48 ton	2060.47			106.06 ton	31.82 ton

4.10.6 Derivas de Piso en Dirección X y Y

Se muestran las derivas de en dirección X y Y, los resultados son los siguientes.

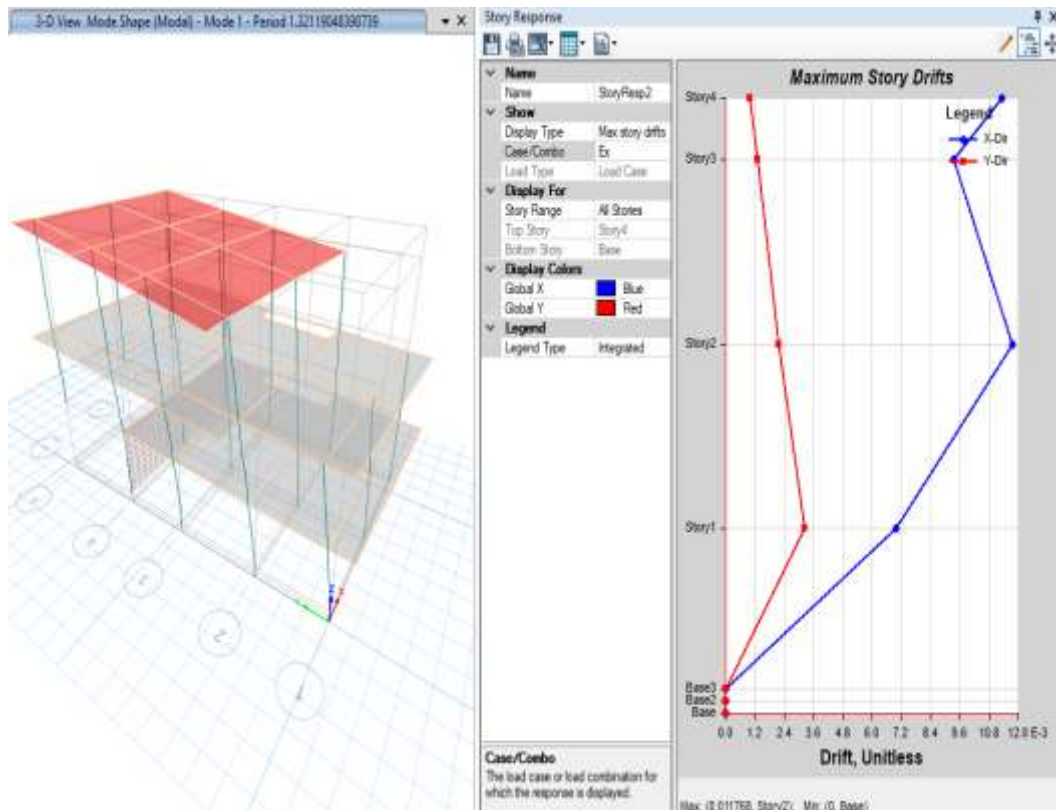
Tabla 109

Tabla de derivas en dirección X

Derivadas en X						
Piso	X	Y	Resultante	Derivas Elásticas ϵ (mm/mm)	Derivas Inelásticas Δ_E (mm/mm)	Condición ASCE $\delta_i < 0.02h_i$
	mm	mm	mm			
Piso 3	74.32	-2.69	74.37	27.662	124.481	No Cumple
Piso 2	46.26	-6.46	46.71	30.124	135.560	No Cumple
Piso 1	14.31	-8.38	16.58	16.583	74.622	No Cumple

Figura 58

Derivadas en dirección X



Nota. Gráfica tomada del programa ETABS.

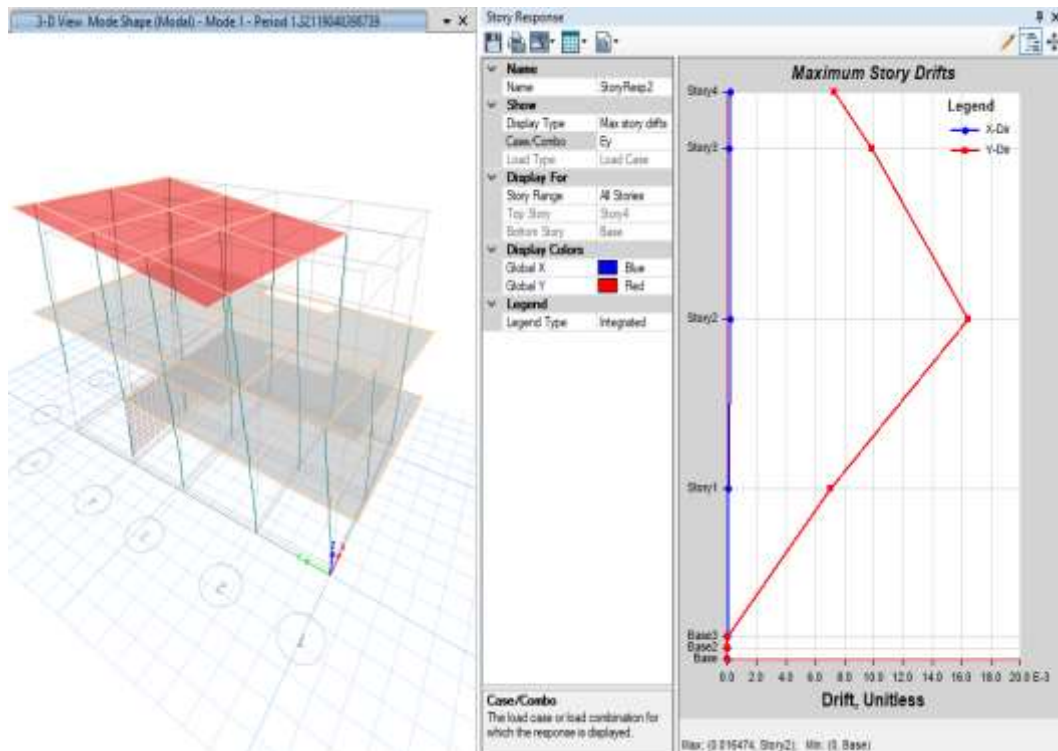
Tabla 110

Tabla de derivas en dirección Y

Derivadas en Y						
Piso	X	Y	Resultante	Derivas Elásticas ϵ	Derivas Inelásticas Δ_E	Condición ASCE $\delta_i < 0.02h_i$
	mm	mm	mm	(mm/mm)	(mm/mm)	
Piso 3	-0.87	78.41	78.41	28.987	130.442	No Cumple
Piso 2	-0.45	49.42	49.42	31.204	140.418	No Cumple
Piso 1	-0.17	18.22	18.22	18.220	81.990	No Cumple

Figura 59

Derivadas en dirección Y



Nota. Gráfica tomada del programa ETABS.

La estructura y sus dimensiones no cumplen con la norma ASCE 7-16 por lo que las secciones no son suficientes en el análisis de derivas inelásticas y al igual que en la norma ecuatoriana de la construcción NEC, las máximas derivas se encuentran en el piso 2.

4.10.7 Irregularidad Torsional

Se realiza la revisión de irregularidad torsional para que la estructura tenga el control de torsión máxima, la ejecución y el desarrollo de este procedimiento se detalla en la Tabla 111 y Tabla 112 para un tipo 1a. En la edificación el piso con desplazamientos máximos se encuentra en el piso 2 igual en el análisis de la norma ecuatoriana.

Tabla 111

Irregularidad torsional con sismo en dirección X

Piso	Nodo	X	Y	Resultante	Máx.	1,2 Prom	Máx.<1.2Prom
Piso 2	11	46.26	-6.46	46.71	46.71	45.71	No Cumple
	15	28.78	6.36	29.48			

Tabla 112

Irregularidad torsional con sismo en dirección Y

Piso	Nodo	X	Y	Resultante	Máx.	1,2 Prom	Máx.<1.2Prom
Piso 2	11	-0.45	49.42	49.42	49.42	58.92	Si Cumple
	15	0.42	48.77	48.78			

La estructura es vulnerable, demostrado en esta norma y en la norma ecuatoriana, es por eso que se debe someter a rigidez, en la norma NEC el primer nodo dio un momento torsional, lo que significa que su comportamiento no es idóneo para soportar un sismo.

4.10.8 Índice de Estabilidad

Los valores de desplazamientos X y Y mostrados en la Tabla 113 y 114, representan el desplazamiento de los nodos del centro de masa de la estructura en los dos

diafragmas rígidos, θ_i es el coeficiente de estabilidad como se señaló en el Capítulo II, y θ_{max} su valor máximo permisible el cuales 0.11, por lo que se puede observar que está cumpliendo con esta lineación.

Tabla 113

Índice de estabilidad en dirección X

Piso	hi cm	W Total kg	Px kg	Vx kg	Desplazamientos			$\delta_{elastico}$	Qi
					X	Y	Result.		
2	300	117705.3	117705.3	17378.0	14.744	4.211	15.334	9.518	0.048
1	300	85689.5	203394.8	20364.5	5.631	1.455	5.816	5.816	0.043

Tabla 114

Índice de estabilidad en dirección X

Piso	hi cm	W Total kg	Px kg	Vx kg	Desplazamientos			$\delta_{elastico}$	Qi
					X	Y	Result.		
2	300	117705.3	117705.3	19281.7	4.254	19.123	19.591	12.252	0.055
1	300	85689.5	203394.8	22589.2	1.761	7.125	7.339	7.339	0.049

4.11 ANÁLISIS NO LINEAL

El análisis no lineal se ejecutó en el programa ETABS, donde se realizó el análisis estático lineal y modal espectral, mediante el método PUSHOVER, en el cual se incluirán los elementos principales de la estructura (columnas y vigas). Las especificaciones fueron tomadas de las normas FEMA 356 y ASCE (2000).

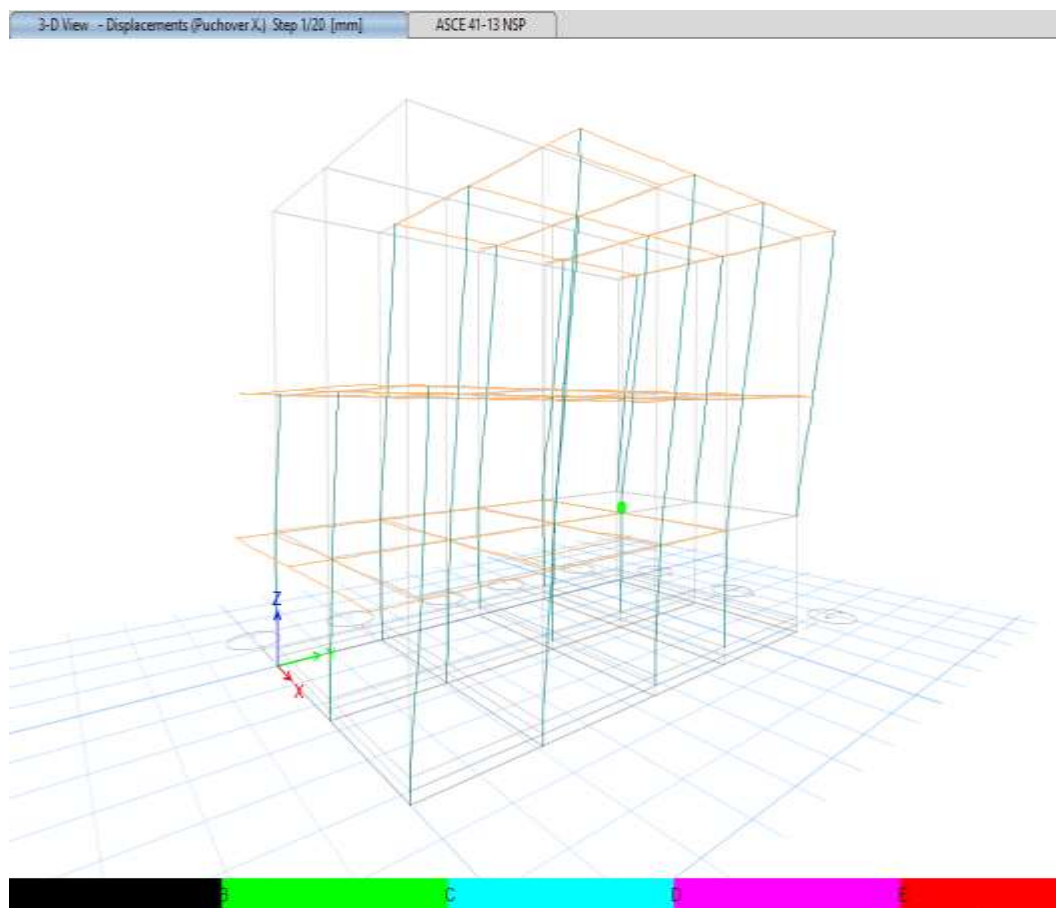
4.11.1 NEC 2015

Para el análisis pushover con los cortantes que resultaron en el análisis estático lineal en dirección X, se ejecuta el programa obteniendo como resultado las Rótulas Plásticas en la columna en la etapa 1, sin embargo, en la etapa 16 se observan como se presentan las rotulas plásticas en varias vigas y columnas, lo que significa que esta estructura no tiene capacidad de soportar un sismo de diseño.

En la siguiente Figura 60 se presenta la presencia de rotulas plástica de la primera etapa del análisis, a medida que aumente las etapas aparecerán más rotulas plásticas en vigas y columnas.

Figura 60

Rótula Plástica Etapa 1, NEC 2015 con fuerza en dirección X

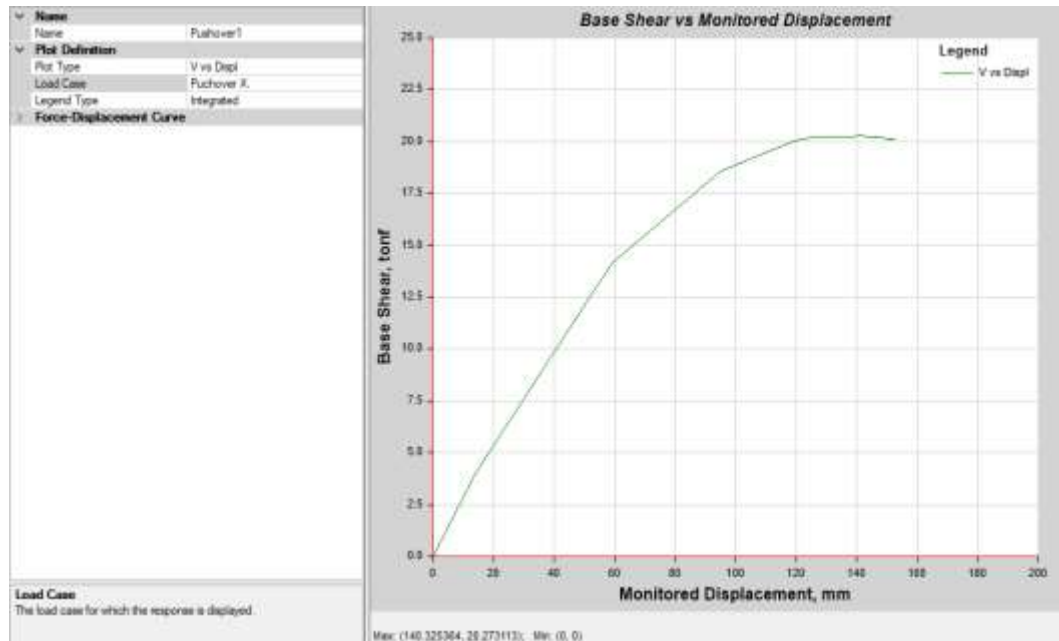


De igual forma en la ejecución del programa se obtiene como resultado la Curva de Capacidad de la estructura en la dirección analizada. En la Figura 61 se muestra la curva pushover en las direcciones analizadas X, mostrando en el eje Y la fuerza de cortante de basal y en el eje X el desplazamiento producido.

Para el análisis pushover con los cortantes que resultaron en el análisis estático lineal en dirección Y, se ejecuta el programa obteniendo como resultado las Rótulas Plásticas en la columna en la etapa 1, sin embargo, en la etapa 16 se observan como se presentan las rotulas plásticas en varias vigas y columnas igual que en el eje X, lo que significa que esta estructura no tiene capacidad de soportar un sismo de diseño.

Figura 61

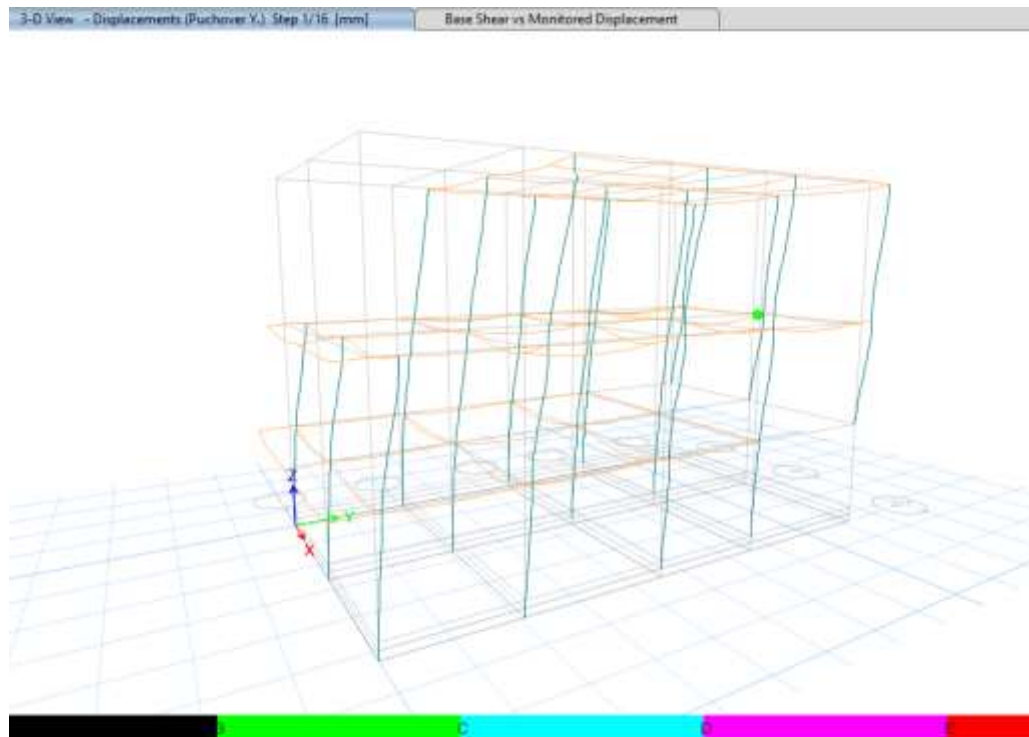
Curva Pushover dirección X, NEC-15



En la siguiente Figura 62 se presenta la presencia de rotulas plástica en la primera etapa de análisis, a medida que aumente las etapas aparecerán más rotulas plásticas en vigas y columnas

Figura 62

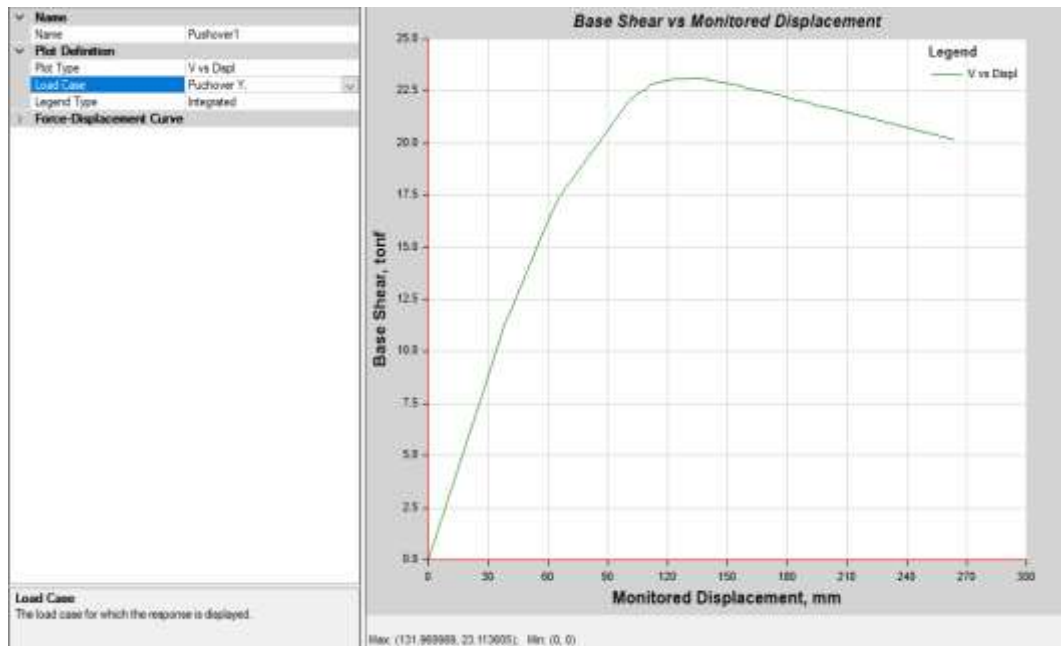
Rótula Plástica Etapa 1, NEC 2015 con fuerza en dirección Y



De igual forma en la ejecución del programa se obtiene como resultado la Curva de Capacidad de la estructura en la dirección analizada. En la Figura 63 se muestra la curva pushover en las direcciones analizadas Y, mostrando en el eje Y la fuerza de cortante de basal y en el eje X el desplazamiento producido.

Figura 63

Curva Pushover dirección Y NEC-15



4.11.2 ASCE 7-16

Para el análisis pushover con los cortantes que resultaron en el análisis estático lineal en dirección X, se ejecuta el programa obteniendo como resultado las Rótulas Plásticas en la columna en la etapa 1, sin embargo, en la etapa 2 se observan como se presentan las rotulas plásticas en varias vigas y columnas, lo que significa que esta estructura no tiene capacidad de soportar un sismo de diseño.

En las siguientes Figura 64 y Figura 65 se presenta la presencia de rotulas plástica en las 2 primeras etapas de análisis, a medida que aumente las etapas aparecerán más rotulas plásticas en vigas y columnas, estos son lo resultado con la norma americana. Para el análisis pushover con los cortantes que resultaron en el análisis estático lineal en dirección Y, se ejecuta el programa obteniendo como resultado las Rótulas Plásticas en la columna en la etapa 1, sin embargo, en la etapa 2 se observan como se

presentan las rotulas plásticas en varias vigas y columnas igual que en el eje X, lo que significa que esta estructura no tiene capacidad de soportar un sismo de diseño.

Figura 64

Rótula Plástica Etapa 1, ASCE 7-16 con fuerza en dirección X

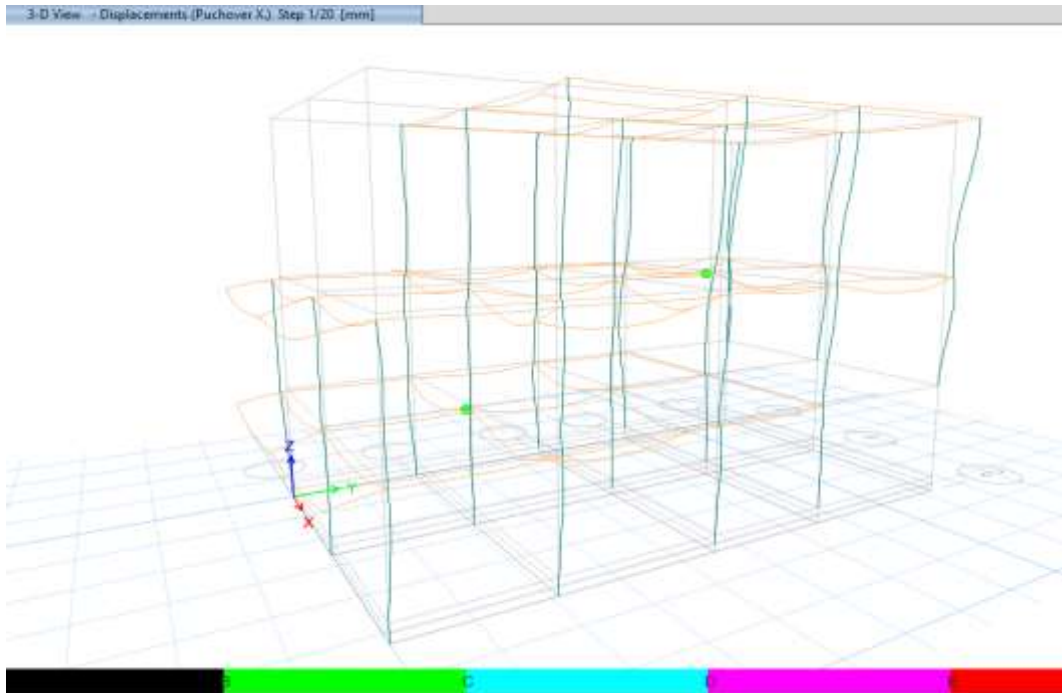


Figura 65

Rótula Plástica Etapa 2, ASCE 7-16 con fuerza en dirección X

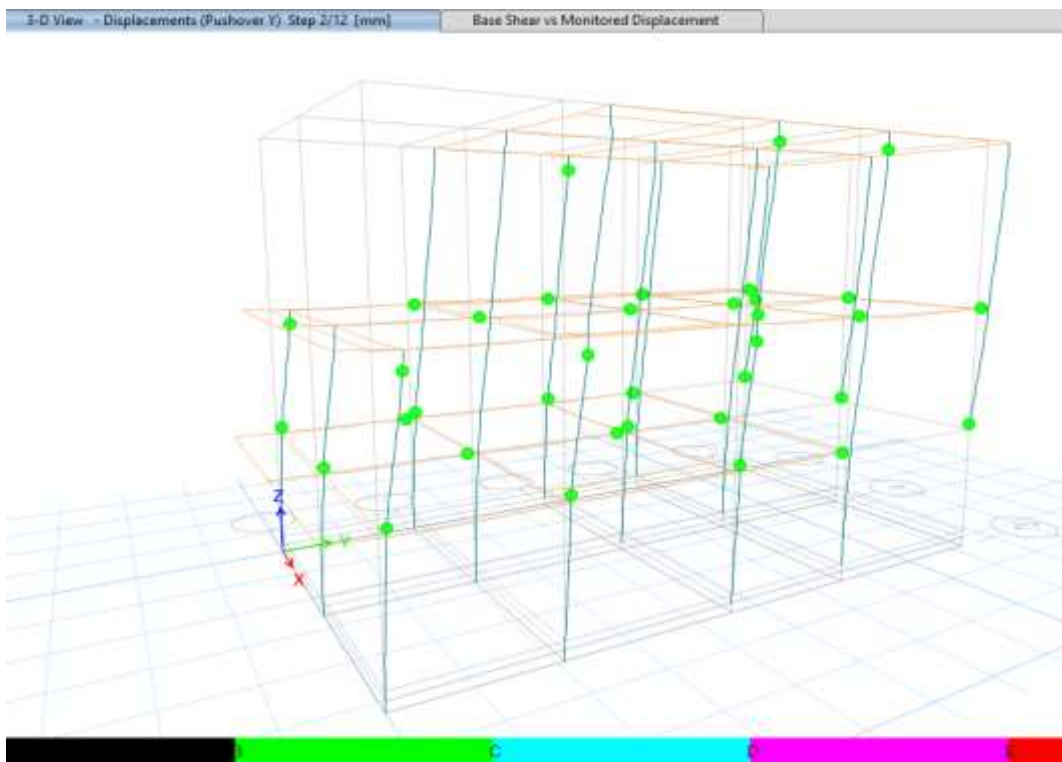
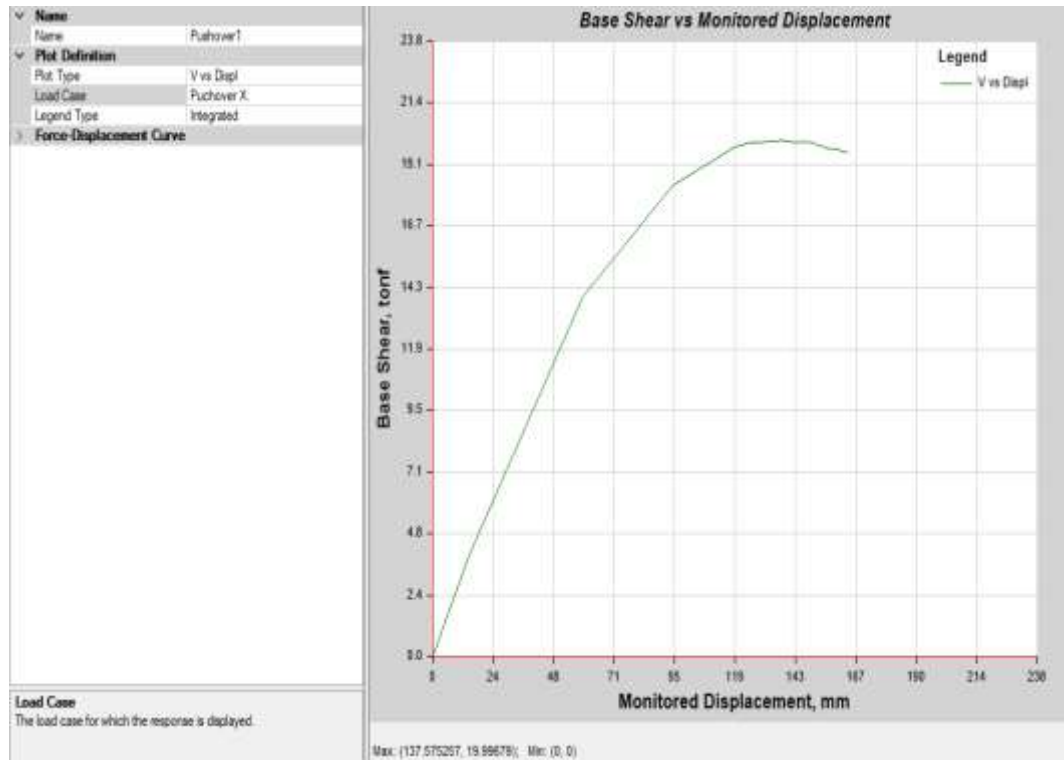


Figura 66

Curva Pushover dirección X ASCE 7-16



En las siguientes Figura 67 y Figura 68 se presenta la presencia de rotulas plástica en las 2 primeras etapas de análisis, a medida que aumente las etapas aparecerán más rotulas plásticas en vigas y columnas.

Figura 67

Rótula Plástica Etapa 1, ASCE 7-16 con fuerza en dirección X

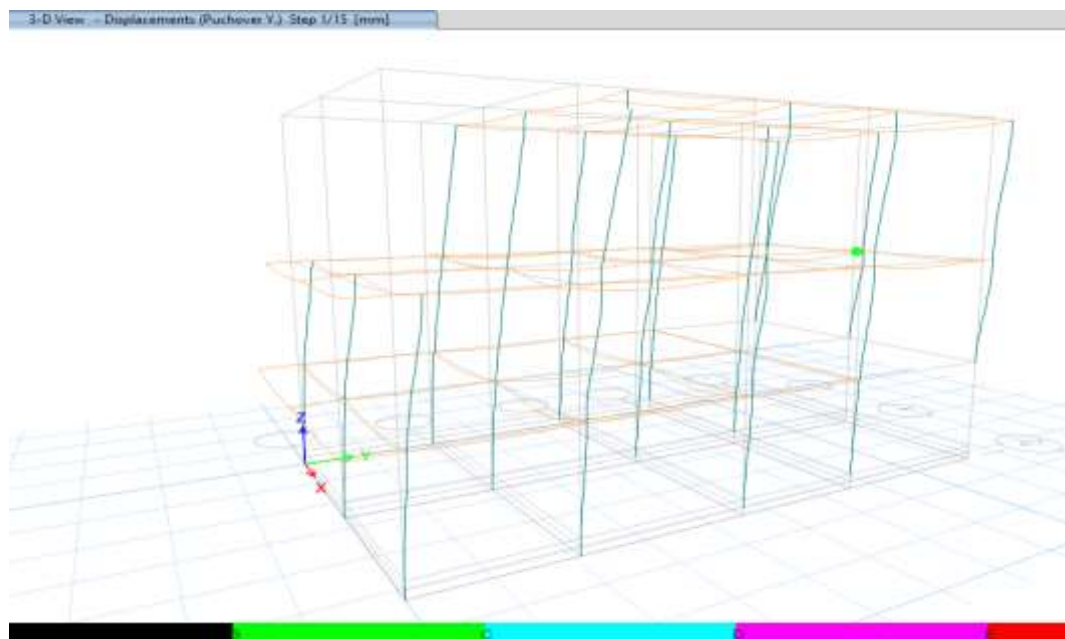
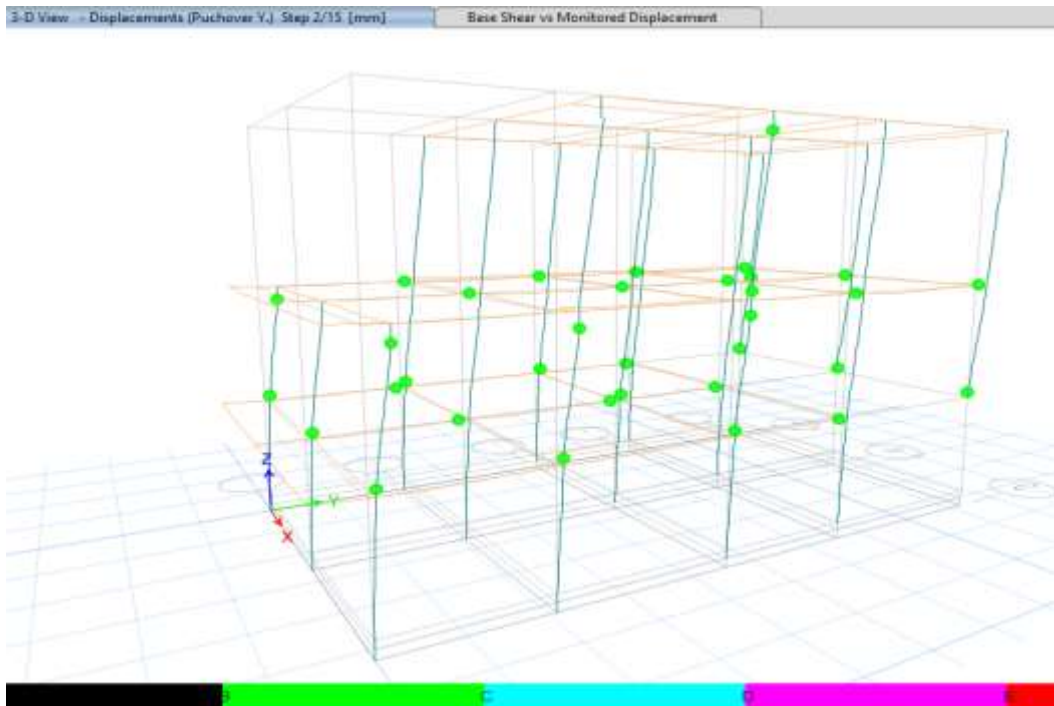


Figura 68

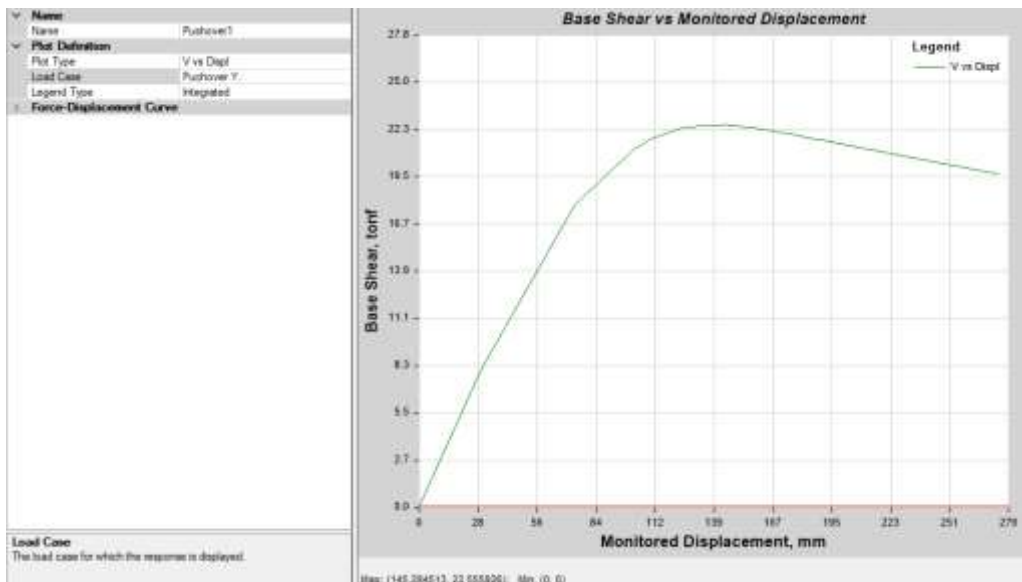
Rótula Plástica Etapa 2, ASCE 7-16 con fuerza en dirección Y



De igual forma en la ejecución del programa se obtiene como resultado la Curva de Capacidad de la estructura en la dirección analizada. En la Figura 69 se muestra la curva pushover en las direcciones analizadas Y, mostrando en el eje Y la fuerza de cortante de basal y en el eje X el desplazamiento producido.

Figura 69

Curva Pushover dirección Y ASCE 7-16



4.12 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El estudio realizado a las estructuras de las comunidades de la Parroquia Manglaralto es único en el sector, sin embargo, el tipo de estudio y las metodologías planteadas se han utilizado en cientos de análisis, en el presente apartado nos enfocaremos en la metodología que se aplicó en todas las edificaciones.

El estudio de Cando et al. (2018) tiene similitud en la metodología empleada, en el número de muestras y en el tipo de estructuras, ellos evaluaron 80 edificaciones en Quito-Armenia 1, y concluyeron que el 93% de las edificaciones ameritan un análisis estructural más detallado lo que quiere decir que tiene un alto índice de vulnerabilidad sísmica, los resultados del estudio de las 81 edificaciones de la parroquia Manglaralto determinan que el 100% de las edificaciones son vulnerables, y esto se debe a que FEMA correlaciona los modificadores del formato de acuerdo a su peligrosidad sísmica, lo cual posiblemente sea la causa de la diferencia de resultados, ya que Quito tiene una peligrosidad sísmica menor a Manglaralto.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Las 81 edificaciones tienen un índice de vulnerabilidad alta, por lo que se concluye que, si en la localidad o cerca de la Parroquia Manglaralto llegase a producirse un sismo con una magnitud considerable, estas estructuras podrían verse afectadas con pocos daños, daños graves u otras hasta podrían colapsar.

En las comunas de la Parroquia Manglaralto era común que los propietarios construyeran sus viviendas con materiales de la misma localidad, un cierto porcentaje de las construcciones que se realizan hoy en día afortunadamente tienen más cuidado en este aspecto, pero los habitantes de las edificaciones más antiguas no tenían conocimiento que los materiales de mala calidad no contribuirían seguridad a su hogar y esto podría verse reflejado con los años y más aún si se encuentra en una zona altamente sísmica.

La edificación que se consideró la más vulnerable se encuentra en la comuna Cadeate, esta estructura reposa en un lugar inclinado, a raíz de esta pendiente los dueños de la propiedad realizaron un muro de contención. Tiene irregularidades tanto en planta y vertical.

En el análisis con las metodologías cualitativas FEMA P-154, Benedetti - Petrini, y el Sistema de Puntuación de Índice de Vulnerabilidad; los niveles de vulnerabilidad varían, para la primera metodología que considera más factores e irregularidades dentro de su formulario, determina que la estructura necesitaba un análisis más detallado debido al puntaje (sin considerar el mínimo establecido por el manual) de -1.50 menor a 2.0 que establece la norma.

La vulnerabilidad sísmica obtenida por la metodología de Benedetti – Petrinni se encuentra en el rango de vulnerabilidad Alta con una puntuación de 227.94, mientras que el Sistema de Puntuación de índice de Vulnerabilidad con una puntuación de 46 define a la estructura con un índice de vulnerabilidad Alta.

En el análisis cuantitativo también refleja una alta vulnerabilidad de la estructura, debido a que no cumple con los requerimientos mínimos establecidos por las normas NEC-2015 y ASCE 7-16. Entre ellos, las dimensiones de los elementos estructurales y la calidad del hormigón.

Haciendo referencia a la calidad del hormigón se realizó el ensayo del esclerómetro para determinar la resistencia a la compresión que tiene el hormigón de la estructura, el resultado que se obtuvo de los niveles fue de 192 kg/cm², este resultado no se considera apto para una construcción, ya que lo mínimo es 210 kg/cm². Esto debido a la corrosión que está surgiendo en las varillas de refuerzo, esto a raíz de la intervención de los propietarios, al querer reforzar su estructura, pero no lograron hacerlo, otra de las razones es la porosidad que tiene el hormigón.

Dentro del análisis cuantitativo estático y dinámico proporcionado por la NEC, concluye que presenta derivas que no cumplen con el límite establecido, esta estructura se encuentra vulnerables ante una fuerza externa, se debe rigidizar a la estructura para que tenga un mejor comportamiento, también se evidencia que el periodo dado por el programa ETABS supero al calculado por la norma, como consecuencia de la mala calidad de hormigón y las dimensiones de los elementos estructurales. De igual forma, en la Norma Americana ASCE, se realizó el análisis a la estructura y se concluye que la estructura es vulnerable al no cumplir con sus límites establecidos.

Con los valores obtenidos en el apartado 4.7.1 es evidente que la estructura no está diseñada para soportar un sismo (la aplicación de cargas laterales), ya que sus derivas sobrepasan el 2% como lo estipula la NEC 2015 y para ASCE 7-16 el 0.02hi, lo que se concluye que ante la presencia de un evento telúrico de gran magnitud la estructura colapsaría.

El cortante del análisis estático debe tener una diferencia de por lo menos 15% con respecto al cortante dinámico, es decir, el cortante dinámico debe ser 85 % del cortante estático cuando la estructura presente irregularidades. Según los resultados obtenidos en este estudio, se verificó que en las dos direcciones X e Y, tienen una diferencia en porcentajes de 57 % y 71% respectivamente, por lo que se concluye que la estructura necesita ser rigidizada, ya que para ser capaz de soportar un sismo la estructura debe ser lo suficientemente, caso contrario no podría soportar esas fuerzas laterales altas.

Se realizó el análisis Pushover (análisis no lineal) y se evidencia que las columnas y vigas son débiles, se concluye de esta manera debido a que en la segunda etapa se observan rótulas plásticas en ambos tipos de elementos, y su deterioro va en aumento, esto es señal de que la estructura colapsaría. Para el análisis con la NEC 15 y con la norma americana ASCE 7-16, la primera rótula plástica con sismo en dirección X y Y se presenta en la etapa 1 y en la etapa dos ya se presentan en un gran porcentaje de columnas y vigas.

Si se analiza la curva de Curva de Capacidad de la estructura (también conocida como curva Pushover) se pudo constatar que la estructura no ha sido diseñada ni construida con una alta ductilidad, por lo que su resistencia para la norma Ecuatoria se encuentra en 20.27 Ton y 23.11 Ton en dirección X y Y respectivamente; mientras que para la norma americana 20 Ton y 22.55 Ton en dirección X y Y respectivamente; con la ayuda de las curvas Pushover se determinó en general que la estructura presenta grandes probabilidades de sufrir daños extensos en sus elementos estructurales así como también de colapsar ya que posee poca ductilidad, es decir presenta una alto grado vulnerabilidad tanto para demanda sísmica de la NEC 2015 o sismo de diseño como para la norma ecuatoriana ASCE 7-16.

5.2 RECOMENDACIONES

Las estructuras son fundamentales en la sociedad independientemente del tipo de estructuras, lo realmente importante es que sea una edificación con materiales de calidad, que tenga un buen comportamiento sísmico en especial en un territorio considerado con alto peligro sísmico.

Lo habitantes deben tener en consideración que el peligro sísmico de la parroquia Manglaralto es alto, y además si se tiene edificación con poca resistencia o con patologías graves, tendría una vulnerabilidad sísmica muy alta, como se concluyó y determino en el presente proyecto

La asesoría con un profesional en la rama de ingeniería civil es fundamental para que analice su estructura con el fin de prevenir daños materiales y en especial las vidas humanas si un sismo de gran magnitud llega a presentarse en la Parroquia Manglaralto lo cual tiene una alta probabilidad.

Para un correcto desempeño sísmico de una estructura se enfoca principalmente en su sistema estructural, por eso es necesario utilizar un correcto hormigón y una cuantía de acero adecuada, además de las dimensiones de los elementos estructurales, todo esto debe regirse a las normas para que tengo un correcto comportamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI 318S-14. (2014). *ACI 318S-14 Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*.
- Álvarez Sánchez, J. J., y Pulgar Santacruz, X. O. (2019). *Análisis de vulnerabilidad sísmica de los módulos escolares públicos en el distrito de Villa María del Triunfo mediante el método Índice de Vulnerabilidad (Fema p-154) y su validación mediante cálculo de distorsiones laterales*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, repositorioacademico.upc.edu.pe.
- ASCE 7-16, y SEI. (2017). *Minimum Design Loads y Associated Criteria for Buildings y Other Structures*. Reston, Virginia: American Society of Civil Engineers.
- ASTM C805. (2013). Atandar test Method for Rebound Number of Hardened Concrete. *West Conshohocken: ASTM International*.
- Beauval, C., Marinière, J., Yepes, H., Laurence, A., Nocquet, J. M., Alvarado, A., . . . Jomard, H. (2018). A new seismic hazard model for Ecuador. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 108(3A), 1443-1464. doi:<https://doi.org/10.1785/0120170259>
- Benedetti, D., y Petrini, V. (1984). Sulla vulnerabilità sismica di edifici in muratura: un metodo di valutazione. A method for evaluating the seismic vulnerability of masonry buildings. *L'industria delle Costruzioni*(149), 66-74.
- Cando, W., Jaramillo, Ó., Bucheli, J., y Paredes, X. J. r. (2018). Evaluación técnico-visual de estructuras según NEC-SE-RE en el sector “La Armenia 1” para la determinación de riesgo ante fenómenos naturales específicos.
- Carrillo, J., y González, G. (2007). Influencia de la mampostería no reforzada en el comportamiento inelástico de pórticos de concreto. *Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín - Revista Dyna*, 74(152), 217-227.
- Chang, T. S., Pezeshk, S., Yiak, K. C., y Kung, H. T. (1995). Seismic Vulnerability Evaluation of Essential Facilities in Memphis y Shelby County, Tennessee. *11*(4), 527-544. doi:10.1193/1.1585826
- Chopra, A. K., y Goel, R. K. (2002). A modal pushover analysis procedure for estimating seismic demands for buildings. *International Association For Earthquake Engineering - Earthquake engineering structural dynamics*, 31(3), 561-582. doi:<https://doi.org/10.1002/eqe.144>
- Cueva Flores, C. A. (2017). *Vulnerabilidad sísmica del edificio de la Facultad de Filosofía, Comercio y Administración de la UCE con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC SE-RE 20115)*. Quito: UCE,
- Efren, L. L., Willians, P. Z., y Lincoln, G. V. (2021). Vulnerabilidad sísmica en viviendas de zona rural: el caso Santa Marianita-Manta-Ecuador: Artículo de investigación. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación.*, 4(7).
- Falconí, R. A. (2008). *Análisis sísmico de edificios*. Escuela Politécnica del Ejército,
- FEMA 356, y ASCE. (2000). *PRESTANDARD y COMMENTARY FOR THE SEISMIC REHABILITATION OF BUILDINGS*. Washington-Reston
- FEMA. (2015). Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook (FEMA P-154). *Federal Emergency Management Agency*, 3rd ed.

- García García, A. P., y Chóez Franco, J. F. (2019). *Estudio comparativo de los diseños sísmicos, de una estructura de pórticos dúctiles resistentes a flexión de hormigón armado, usando las especificaciones NEC -2015, ASCE 7-16 de la asociación Estadounidense de Ingenieros Civiles; ACI 318-14 del Instituto Estadounidense del hormigón armado*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2019.,
- López, A. T. L., Espín, A. T., y Olivares, G. S. (2017). Influencia del tipo de rótula plástica en el análisis no lineal de estructuras de hormigón armado. *Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Politécnica de Cartagena - Hormigón y Acero*, 68(282), 107-119. doi:10.1016/j.hya.2017.04.006
- Manglaralto, G. A. D. P. R. (2019). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2019-2023. *Gobierno Autónomo Y Descentralizado Parroquial Rural de Manglaralto*.
- Maraboto, L. E. (2018). Peligro, vulnerabilidad y riesgos sísmico.
- Marcillo Gutiérrez, G. T. (2020). *Evaluación de vulnerabilidad sísmica basada en los métodos de Benedetti y Petrini; FEMA 154 del edificio Carrera de Ingeniería Agropecuaria-UNESUM*. UNESUM, Jipijapa.
- Medina., C., y Medina., S. (2017). Coeficiente irregularidad en planta a partir del análisis de torsión en estructuras irregulares. *Revista Politécnica Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Ambato, Ecuador*, 39(2), 51-60.
- Mena Hernández, U. (2002). *Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas: Universitat Politècnica de Catalunya*.
- MIDUVI-NEC-SE-CG. (2015). *Cargas (no sísmicas)*. ECUADOR
- MIDUVI-NEC-SE-DS. (2015). *Peligro Sísmico, diseño sísmo resistente*. ECUADOR
- MIDUVI. (2014). *ACUERDO 0028 NORMAS NEC2 Ecuador*: Ministerio de Desarrollo Urbano y Rural
- Montalvo Quintero, G. A. (2019). *Análisis Cuantitativo y Cualitativo del Grado De Vulnerabilidad Sísmica de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad Técnica De Ambato, Campus Huachi*. Universidad Técnica de Ambato,
- Ochoa Román, J. V., y Ulcuango Merino, F. D. (2014). *Estudio de la seguridad sísmica y diseño del reforzamiento estructural de una vivienda de tres pisos*. QUITO, 2014.,
- Parra Cárdenas, H. A. (2016). Desarrollos metodológicos y aplicaciones hacia el cálculo de la Peligrosidad Sísmica en el Ecuador continental y estudio de riesgo sísmico en la ciudad de Quito. <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/handle/28000/>.
- Quinde Martínez, P., y Reinoso Angulo, E. (2016). Estudio de peligro sísmico de Ecuador y propuesta de espectros de diseño para la Ciudad de Cuenca. *Ingeniería sísmica*(94), 1-26.
- Raigosa-Tuk, E. (2010). Técnicas de reforzamiento de estructuras construidas de concreto que presentan deficiencias estructurales.
- Rodríguez Pintado, J. A., y Zulueta Pérez, H. E. (2020). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando índices de vulnerabilidad (Benedetti-Petrini) de la ciudad de Jayanca, distrito de Jayanca, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque.
- UNESCO. (1980). *Evaluación y mitigación de su peligrosidad*. Barcelona: Editorial Blume
- Urias, H. Q., y Salvador, B. R. P. (2014). *Estadística para ingeniería y ciencias*: Grupo Editorial Patria.

Valle, I. P., y Romero, B. P. J. U. d. I. F. A. (2016). Estudio de la vulnerabilidad sísmica de las ocho estructuras del Midená, mediante la metodología Fema p-154, y propuesta de reforzamiento estructural de la edificación más vulnerable.

ANEXO A

Resultados de datos obtenidos del ensayo Esclerométrico

Punto 1	
N° de Golpes	R 8índice de Rebote)
1	25
2	24
3	24
4	28
5	26
6	24
7	22
8	30
9	25
10	25
11	31
12	30
Media R	26
Resistencia	158 kg/cm²

Punto 2	
N° de Golpes	R 8índice de Rebote)
1	28
2	34
3	32
4	28
5	30
6	30
7	30
8	31
9	28
10	32
11	30
12	35
Media R	30
Resistencia	210 kg/cm²

Punto 3	
N° de Golpes	R 8índice de Rebote)
1	29
2	28
3	33
4	29
5	35
6	30
7	30
8	29
9	33
10	30
11	30
12	34
Media R	31
Resistencia	220 kg/cm²

Punto 4	
N° de Golpes	R 8índice de Rebote)
1	29
2	25
3	31
4	26
5	30
6	26
7	28
8	21
9	30
10	25
11	29
12	23
Media R	27
Resistencia	165 kg/cm²

Punto 5	
N° de Golpes	R 8índice de Rebote)
1	30
2	28
3	25
4	27
5	29
6	29
7	28
8	30
9	28
10	24
11	29
12	27
Media R	28
Resistencia	180 kg/cm²

Punto 7	
N° de Golpes	R 8índice de Rebote)
1	31
2	32
3	28
4	31
5	28
6	33
7	31
8	29
9	31
10	30
11	31
12	30
Media R	30
Resistencia	210 kg/cm²

Punto 6	
N° de Golpes	R 8índice de Rebote)
1	25
2	32
3	32
4	26
5	28
6	28
7	28
8	30
9	32
10	32
11	26
12	30
Media R	29
Resistencia	190 kg/cm²

Punto 8	
N° de Golpes	R 8índice de Rebote)
1	26
2	35
3	30
4	26
5	27
6	29
7	30
8	26
9	30
10	33
11	30
12	27
Media R	29
Resistencia	190 kg/cm²

Punto 9	
N° de Golpes	R 8índice de Rebote)
1	30
2	35
3	26
4	28
5	33
6	28
7	35
8	26
9	28
10	33
11	30
12	31
Media R	30
Resistencia	210 kg/cm²

Punto 11	
N° de Golpes	R 8índice de Rebote)
1	28
2	29
3	30
4	32
5	32
6	29
7	31
8	34
9	30
10	28
11	29
12	28
Media R	30
Resistencia	210 kg/cm²

Punto 10	
N° de Golpes	R 8índice de Rebote)
1	27
2	30
3	27
4	31
5	26
6	28
7	29
8	25
9	27
10	26
11	28
12	30
Media R	28
Resistencia	180 kg/cm²

Punto 12	
N° de Golpes	R 8índice de Rebote)
1	30
2	33
3	31
4	32
5	30
6	30
7	31
8	32
9	30
10	30
11	32
12	30
Media R	31
Resistencia	220 kg/cm²

Punto 13	
N° de Golpes	R 8índice de Rebote)
1	30
2	25
3	22
4	26
5	22
6	23
7	23
8	26
9	30
10	28
11	26
12	25
Media R	26
Resistencia	158 kg/cm²