



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA

**PROPUESTA DE UN FORMATO ELECTRÓNICO DE EVALUACIÓN
POST-SISMO PARA EDIFICIOS EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL**

TUTOR

MSC. HERRERA VALENCIA JULY ROXANA. ING

AUTORES

JINSON CRISTIAN GARCES CUEVA

GUAYAQUIL

2023

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Propuesta de un formato electrónico de evaluación post-sismo para edificios en la Ciudad de Guayaquil

AUTOR:

Garces Cueva Jinson Cristian

TUTOR:

Msc. Herrera Valencia July Roxana. Ing

INSTITUCIÓN:

Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil

Grado obtenido:

Ingeniero Civil

FACULTAD:

Facultad De Ingeniería, Industria
y Construcción

CARRERA:

Carrera De Ingeniería Civil

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2023

N. DE PÁGS:

106

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción

PALABRAS CLAVE: Earthquakes, Building, Steel

RESUMEN:

Guayaquil, Ecuador, enfrenta una constante amenaza sísmica debido a su ubicación en una zona de alto peligro sísmico. El devastador terremoto de magnitud 7.5 mw en 2016 evidenció la necesidad de una metodología eficiente para evaluar los daños estructurales de edificaciones. Este trabajo propone un formato electrónico de evaluación post-sísmica para las edificaciones de la ciudad, adaptando formatos nacionales e internacionales. Se diseñó en la herramienta Excel, agilizando la toma de decisiones y garantizando el cumplimiento de normativas y conceptos estructurales vigentes dando una valoración de semaforización (verde, amarillo y rojo). La investigación combina métodos cuantitativos y cualitativos para analizar los efectos sísmicos en una edificación en Guayaquil, recopilando datos numéricos y percepciones de

personas afectadas. Se busca comprender integralmente los sismos y mejorar estrategias de construcción para mitigar riesgos. La edificación estudiada consta de 4 pisos de hormigón armado, y la evaluación post-sísmica identificará daños estructurales y propondrá reforzamientos según normativas vigentes. Se mencionan elementos y daños patológicos en la edificación, así como la importancia de considerar amenazas geotécnicas y no estructurales en el análisis sísmico. El formato electrónico acierta mediante una valoración de puntaje calificando por semaforización del cual define como verde (Temporal-Operativa), amarillo (Uso restringido), rojo (no ingresar).

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (Web):		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR: Garces Cueva Jinson Cristian	Teléfono: 098571 1593	E-mail: jgarcesc@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	<p>Mgtr. Genaro Gaibor Spín Decano de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción. Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241 E-mail: ggaibore@ulvr.edu.ec</p> <p>Mgtr. Valle Benitez Alexis Wladimir Director de la carrera de Ingeniera Civil Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 242 E-mail: avalleb@ulvr.edu.ec</p>	

CERTIFICADO DE SIMILITUD

27/7/23, 10:11

Tumitin - Informe de Originalidad - PROPUESTA DE UN FORMATO ELECTRÓNICO DE EVALUA...

Turnitin Informe de Originalidad Visualizador de documentos

Procesado el: 25-jul.-2023 11:04 -05
Identificador: 2136669210
Número de palabras: 18367
Entregado: 1

PROPUESTA DE UN FORMATO ELECTRÓNICO DE EVALUA... Por Jinson Garces Cueva

Índice de similitud		Similitud según fuente	
5%		Internet Sources:	3%
		Publicaciones:	2%
		Trabajos del estudiante:	1%

incluir citas | incluir bibliografía | excluir las coincidencias menores | modo: ver informe en vista quickview (vista clásica)

imprimir | actualizar | descargar

- 1% match (UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ. "VI CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍAS: "INGENIERÍA PARA FORMAR UNA SOCIEDAD SOSTENIBLE"", Editorial Internacional Runaiki, 2019)
[UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ. "VI CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍAS: "INGENIERÍA PARA FORMAR UNA SOCIEDAD SOSTENIBLE"", Editorial Internacional Runaiki, 2019](#)
- <1% match (trabajos de los estudiantes desde 22-may.-2021)
[Submitted to Universidad Tecnológica Indoamerica on 2021-05-22](#)
- <1% match (trabajos de los estudiantes desde 28-nov.-2021)
[Submitted to Universidad Tecnológica Indoamerica on 2021-11-28](#)
- <1% match (Internet desde 20-nov.-2020)
<https://www.guavaguil.gob.ec/Participacion%20Social/EIA%20EXPOST%20HOTEL%20HILTON%20COLON%20GUAYAQUIL.pdf>
- <1% match (Internet desde 26-oct.-2022)
<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/52882/TESIS-1991-220421.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- <1% match (trabajos de los estudiantes desde 21-nov.-2014)
[Submitted to EP NBS S.A.C. on 2014-11-21](#)
- <1% match (María Rosa Ripollés Serrano. "Nueva Constitución de la República del Ecuador : [con un estudio introductorio de María Rosa Ripollés Serrano]", Revista de las Cortes Generales, 2008)
[María Rosa Ripollés Serrano. "Nueva Constitución de la República del Ecuador : \[con un estudio introductorio de María Rosa Ripollés Serrano\]", Revista de las Cortes Generales, 2008](#)
- <1% match (Internet desde 23-dic.-2021)
<http://educacioncontinua.uagro.mx>
- <1% match (Internet desde 06-dic.-2022)
<https://rei.iteso.mx/bitstream/handle/11117/4162/PAP%20Consultor%20cada%20integral%20en%20una%20empresa%20textil.pdf?isAllowed=y&sequence=2>
- <1% match (trabajos de los estudiantes desde 17-may.-2017)
[Submitted to Universidad Autónoma de Nuevo León on 2017-05-17](#)
- <1% match (trabajos de los estudiantes desde 06-abr.-2023)
[Submitted to Universidad Internacional del Ecuador on 2023-04-06](#)
- <1% match (Internet desde 23-sept.-2022)
<https://tesisred.net/bitstream/handle/10803/674067/anfi1de1.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- <1% match (trabajos de los estudiantes desde 20-ago.-2021)
[Submitted to uniminuto on 2021-08-20](#)

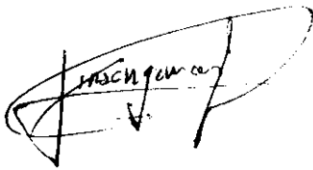
Msc. Herrera Valencia July Roxana. Ing

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El estudiante egresado **Jinson Cristian Garces Cueva**, declara bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, **Propuesta de un formato electrónico de evaluación post-sismo para edificios en la Ciudad de Guayaquil**, corresponde totalmente a él suscrito y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo los derechos patrimoniales y de titularidad a la **Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil**, según lo establece la normativa vigente.

Autor

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jinson Cristian Garces Cueva', enclosed within a large, loopy, oval-shaped scribble.

Firma:

Jinson Cristian Garces Cueva

C.I. 2101179766

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación ***Propuesta de un formato electrónico de evaluación post-sismo para edificios en la Ciudad de Guayaquil***, designada por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Trabajo de Titulación, titulado: ***Propuesta de un formato electrónico de evaluación post-sismo para edificios en la Ciudad de Guayaquil***, presentado por el estudiante ***Jinson Cristian Garces Cueva*** como requisito previo, para optar al Título de ***Ingeniero Civil***, encontrándose apto para su sustentación.

Msc. Herrera Valencia July Roxana. Ing
C.C. 0916201569

AGRADECIMIENTO

En el marco de mi proyecto de titulación, deseo expresar el agradecimiento a todas aquellas personas que contribuyeron de manera significativa para hacer posible este logro.

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, quien me ha brindado fortaleza, sabiduría y perseverancia a lo largo de este camino académico. Su guía y protección han sido fundamentales para superar los desafíos y alcanzar esta meta.

Agradezco de manera especial a mis padres y familia, quienes siempre han estado a mi lado, apoyándome incondicionalmente en cada etapa de mi formación.

Asimismo, deseo agradecer a mis profesores, cuya dedicación, conocimiento y paciencia han sido fundamentales en mi desarrollo académico.

DEDICATORIA

Con cariño y gratitud, dedico este logro a todas las personas que han sido parte fundamental de mi vida.

A Dios, fuente de inspiración y guía en cada paso de este camino, gracias por ser mi refugio en momentos de incertidumbre y por darme la fuerza para perseverar.

A mis padres y familia, quienes desde el principio creyeron en mí y me brindaron su apoyo incondicional e inquebrantable ha sido mi mayor motor para alcanzar mis metas. Todo lo que he logrado es gracias a su confianza y sacrificio.

RESUMEN

Guayaquil, Ecuador, enfrenta una constante amenaza sísmica debido a su ubicación en una zona de alto peligro sísmico. El devastador terremoto de magnitud 7.5 mw en 2016 evidenció la necesidad de una metodología eficiente para evaluar los daños estructurales de edificaciones. Este trabajo propone un formato electrónico de evaluación post-sísmica para las edificaciones de la ciudad, adaptando formatos nacionales e internacionales. Se diseñó en la herramienta Excel, agilizando la toma de decisiones y garantizando el cumplimiento de normativas y conceptos estructurales vigentes dando una valoración de semaforización (verde, amarillo y rojo). La investigación combina métodos cuantitativos y cualitativos para analizar los efectos sísmicos en una edificación en Guayaquil, recopilando datos numéricos y percepciones de personas afectadas. Se busca comprender integralmente los sismos y mejorar estrategias de construcción para mitigar riesgos. La edificación estudiada consta de 4 pisos de hormigón armado, y la evaluación post-sísmica identificará daños estructurales y propondrá reforzamientos según normativas vigentes. Se mencionan elementos y daños patológicos en la edificación, así como la importancia de considerar amenazas geotécnicas y no estructurales en el análisis sísmico. El formato electrónico acierta mediante una valoración de puntaje calificando por semaforización del cual define como verde (Temporal-Operativa), amarillo (Uso restringido), rojo (no ingresar).

Palabras claves: Terremotos, Edificios, Acero

ABSTRACT

Guayaquil, Ecuador, faces a constant seismic threat due to its location in a zone of high seismic hazard. The devastating earthquake of magnitude 7.5 mw in 2016 evidenced the need for an efficient methodology to assess structural damage to buildings. This work proposes an electronic format for post-seismic evaluation for city buildings, adapting national and international formats. It was designed in the Excel tool, streamlining decision-making and guaranteeing compliance with current regulations and structural concepts, giving an assessment of traffic lights (green, yellow and red). The research combines quantitative and qualitative methods to analyze the seismic effects in a building in Guayaquil, collecting numerical data and perceptions of affected people. It seeks to fully understand earthquakes and improve construction strategies to mitigate risks. The building studied consists of 4 floors of reinforced concrete, and the post-seismic evaluation will identify structural damage and propose reinforcements according to current regulations. Elements and pathological damages in the building are mentioned, as well as the importance of considering geotechnical and non-structural threats in the seismic analysis. The electronic format is correct by means of a score evaluation qualifying by traffic lights, which it defines as green (Temporary-Operational), yellow (Restricted Use), red (do not enter).

Palabras claves: Earthquakes, Building, Steel,

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
ENFOQUE DE LA PROPUESTA	2
1.1 Tema:.....	2
1.2 Planteamiento del Problema:	2
1.3 Formulación del Problema:.....	4
1.4 Objetivo General:	4
1.5 Objetivos Específicos:.....	4
1.6 Idea a Defender:	4
1.7 Línea de Investigación Institucional:	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO REFERENCIAL.....	5
2.1 Antecedentes:	5
2.2 Marco teórico:.....	10
2.2.1 Método Delphi	10
2.2.2 Vulnerabilidad sísmica	10
2.2.3 Caso de estudio – Educación.....	12
2.2.4 Método BIM e IBM	13
2.2.5 Evaluación y rehabilitación	15
2.2.6 Plataforma de evaluación	16
2.2.7 Seguridad de edificaciones.....	16
2.2.8 Metodología UAV	19
2.2.9 Procesos Geológicos	19
2.2.10 Metodología daños estructurales	20
2.2.11 Método CNN (Convolutional Neural Network-Based)	22
2.2.12 Sistema SHM (Vigilancia de la salud estructural)	24
2.2.13 Daños psicológicos	27
2.2.14 Interacción Suelo, cimentación y Estructura	29
2.2.15 Espectros sísmicos (NEC).....	30
2.3 Marco conceptual:.....	32
2.3.1 Identificación sismos:	32
2.3.1.1 Magnitud.....	32
2.3.1.2 Intensidad.....	32
2.3.1.3 Hipocentro	33
2.3.1.4 Epicentro	33
2.3.2 Zonificación sísmica:	33
2.3.2.1 Factor Z.....	33
2.3.2.2 Caracterización peligro sísmico	33
2.3.3 Sistemas estructurales.....	34
2.3.4 Elementos estructurales	35
2.3.5 Juntas de separación	36
2.3.6 Separación estructuras adyacentes (NEC).....	36
2.3.7 Establecimiento de separaciones mínimas entre estructuras	37
2.3.8 Sistemas de arriostramiento	37
2.3.9 Ocupación civil	37
2.3.10 Categorización de edificaciones y tipo de uso.....	38
2.3.11 Tipo de suelo NEC.....	39
2.3.12 Inspección y Marcación de Estructuras de Mampostería	40
2.3.13 Amenazas geotécnicas	40

2.3.14	<i>Amenazas no estructurales</i>	41
2.3.15	<i>Regularidades, configuraciones e Irregularidades</i>	42
2.3.16	<i>Tipología del sistema estructural</i>	45
2.2	<i>Marco Legal:</i>	48
2.2.1	<i>Constitución de la República del Ecuador, 2008</i>	48
2.2.2	<i>Norma ecuatoriana de construcción (NEC)</i>	48
2.2.2.1	<i>NEC-SE-RE (Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación De Estructuras)</i>	48
2.2.2.2	<i>NEC-SE-DS (Peligro Sísmico Diseño Sismo Resistente)</i>	49
2.2.2.3	<i>NEC-SE-SG (Cargas “No sísmicas”)</i>	49
2.2.2.4	<i>NEC-SE-HM (Estructuras de Hormigón Armado)</i>	49
2.2.3	<i>Ordenanza sustitutiva de edificaciones y construcciones del cantón Guayaquil</i>	49
2.2.4	<i>ATC-40 (Applied Technology Council-40)</i>	50
2.2.5	<i>ATC-20 (Applied Technology Council-20)</i>	50
CAPÍTULO III		51
MARCO METODOLÓGICO		51
3.1	<i>Enfoque de la investigación: (mixto)</i>	51
3.2	<i>Alcance de la investigación: (descriptivo y correlacional)</i>	51
3.3	<i>Técnica e instrumentos para obtener los datos</i>	52
3.3.1	<i>Técnicas</i>	52
3.3.2	<i>Instrumentos</i>	53
3.4	<i>Población y muestra</i>	53
3.4.1	<i>Población</i>	53
3.4.2	<i>Muestra</i>	54
3.5	<i>Análisis de Técnicas e instrumentos</i>	55
3.5.1	<i>Caracterización de la edificación</i>	55
3.5.1.1	<i>Ubicación</i>	55
3.5.1.2	<i>Datos de construcción y zonificación sísmica</i>	56
3.5.2	<i>Identificación visual</i>	57
3.5.2.1	<i>Condiciones generales para la evaluación post-sismo</i>	57
3.5.2.2	<i>Daños patológicos</i>	57
3.5.2.3	<i>Juntas</i>	58
3.5.2.4	<i>Tipología estructural</i>	58
3.5.2.4	<i>Elementos estructurales</i>	59
3.5.2.5	<i>Amenazas geotécnicas</i>	60
3.5.2.6	<i>Amenazas no estructurales</i>	60
3.5.2.7	<i>Identificación de suelo</i>	61
3.5.3	<i>Tabulación de la encuesta</i>	62
3.5.4	<i>Formato electrónico post-sismo</i>	70
3.5.4.1	<i>Selección de ideas</i>	70
3.5.4.2	<i>Planificación</i>	71
CAPÍTULO IV		72
PROPUESTA		72
4.1	<i>Presentación y análisis de resultados</i>	72
4.1.1	<i>Configuración de formato electrónico</i>	72
4.1.1.1	<i>Información general;</i>	73
4.1.1.2	<i>Información según parámetros NEC</i>	73
4.1.1.3	<i>Evaluación básica</i>	73
4.1.1.4	<i>Evaluación intermedia</i>	73

4.1.1.5 Evaluación avanzada.....	73
4.1.1.6 Evaluación extra	73
4.1.1.7 Evaluación Definitiva	73
4.1.2 Formato electrónico	74
4.1.2 Edificación evaluada	78
CONCLUSIONES.....	84
RECOMENDACIONES	85
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
ANEXOS.....	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Línea de investigación de la facultad de Ingeniería, Industria y Construcción	4
Tabla 2 Estudios de vulnerabilidad sísmica realizados en el período 2006-2019.....	11
Tabla 3 Métodos de evaluación de la vulnerabilidad sísmica	12
Tabla 4 Resumen de las principales características y resultados de los trabajos de SHM de última generación.....	25
Tabla 5 Técnicas de procesamiento de datos comunes en sistemas SHM	26
Tabla 6 Descripción de figura 30	28
Tabla 7 Descripción de imagen 32	30
Tabla 8 Espectros sísmicos	30
Tabla 9 Sistemas estructurales	34
Tabla 10 Elementos estructurales	35
Tabla 11 Juntas de separación	36
Tabla 12 Separación estructuras adyacentes	36
Tabla 13 Sistemas de arriostramiento.....	37
Tabla 14 Ocupación civil	37
Tabla 15 Categorización de edificio en base a su topografía.....	38
Tabla 16 Tipo de uso, destino e importancia	39
Tabla 17 Tipo de perfil de suelo	39
Tabla 18 Inspección y Marcación de Estructuras de Mampostería.....	40
Tabla 19 Amenazas geotécnicas.....	41
Tabla 20 Amenazas no estructurales	42
Tabla 21 Configuraciones estructurales, (NEC-2015)	43
Tabla 22 Irregularidades de elevación y planta (NEC-2015).....	43
Tabla 23 Irregularidades y coeficientes de configuración estructural	44
Tabla 24 Tipología de sistema estructural	45
Tabla 25.- Técnicas.....	52
Tabla 26 Instrumentos	53
Tabla 27 Población influyente estudio.....	54
Tabla 28 Planificación formato electrónico.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ecuador, zonas sísmicas valor del factor de zona “Z”	2
Figura 2 Edificaciones destruidas Guayaquil, 17 de abril 2016	5
Figura 3 Plano de la falla especificado y mapa de deslizamiento	6
Figura 4 Límites de subducción y placas.	6
Figura 5 Ubicación de terremotos históricos	7
Figura 6 Edificaciones que resultaron afectadas en Guayaquil	7
Figura 7 Epicentro del sismo 4.3 y MLv 29 de marzo 2019	8
Figura 8 Localización del sismo Magnitud de 6.1 MLv,	8
Figura 9 Distribución Arquitectónica	9
Figura 10 Documental “Inquebrantables”	9
Figura 11 Estructura del Procedimiento de evaluación de daños sísmicos potenciales en el GPS.....	10
Figura 12 Estudios de vulnerabilidad sísmica Cuba.	11
Figura 13 Evaluación de daños posteriores al terremoto	13
Figura 14 El mapa de procesos para la gestión de estructuras existentes en la fase post-sismo	14
Figura 15 Flujo General de Evaluación y Rehabilitación de Daños en la Guía	15
Figura 16 Prototipo aplicación Smartphone para la evaluación de daños SGE 2.0.	16
Figura 17 Mapa de intensidades sísmicas, Perú	17
Figura 18 Experiencia de Japón “Inspecciones en el área afectada”	18
Figura 19 Experiencia de Japón “Gestión de desastres”	18
Figura 20 Vista en alzado de un BIM.	19
Figura 21 Desplazamiento vertical o ruptura en el suelo, Pungo-Hornillos de la falla activa.....	20
Figura 22 Deficiente separación de estribo en cabeza de Columna.....	21
Figura 23 Ejemplo clásico de piso blando.....	21
Figura 24 Diagrama de flujo de la metodología para obtener el modelo de Red Neuronal Convolutiva	22
Figura 25 Ubicación de sensores Tahara y Toyohashi	23
Figura 26 Registros de movimiento del suelo para el diagrama de flujo de aceleración y deriva	23
Figura 27 Deriva de historia.....	24
Figura 28 Arquitectura general de los sistemas SHM	25
Figura 29 Epicentros del terremoto Nepal, India	27
Figura 30 Categorías identificación de daños	28
Figura 31 Grietas exteriores e internas	29
Figura 32 Estructuras flexibles sobre suelos blandos	29
Figura 33 Curvas de peligro sísmico GYE	31
Figura 34 Magnitud, escala de Richter.....	32
Figura 35 Intensidad, escala de Mercalli Modificada	32
Figura 36 Hipocentro y Epicentro	33
Figura 37 Valores del factor Z.....	34
Figura 38 Esquema de datos.....	53
Figura 39 Ubicación de edificación.....	55
Figura 40 Edificación vista frontal.....	56
Figura 41 Edificación estudio vista lateral	56
Figura 42 Tanque elevado en estructura	57
Figura 43 Cisterna de edificación	57
Figura 44 Entrepiso edificación	57

Figura 45 Diafragma edificación	57
Figura 46 Deterioro en elementos estructurales	58
Figura 47 Deterioro de revestimientos	58
Figura 48 Juntas de separación en entre edificaciones izquierda	58
Figura 49 Juntas de separación en entre edificaciones derecha	58
Figura 50 Viga columna edificación	59
Figura 51 Columnas edificación	60
Figura 52 Viga y escalera edificación	60
Figura 53 Escaleras metálicas entrepiso	61
Figura 54 Escaleras metálicas tumbado	61
Figura 55 Lavaderos	61
Figura 56 Escalera de hormigón.....	61
Figura 57 Encuesta electrónica en Microsoft Forms.....	63
Figura 58 Pregunta #1	63
Figura 59 Pregunta #2	63
Figura 60 Pregunta #3	64
Figura 61 Pregunta #4	64
Figura 62 Pregunta #5	64
Figura 63 Pregunta #6	65
Figura 64 Pregunta #7	65
Figura 65 Pregunta #8	66
Figura 66 Pregunta #9	66
Figura 67 Pregunta #10	66
Figura 68 Pregunta #11	67
Figura 69 Pregunta #12	67
Figura 70 Pregunta #13	67
Figura 71 Pregunta #14	68
Figura 72 Pregunta #15	68
Figura 73 Pregunta #16	68
Figura 74 Pregunta #17	69
Figura 75 Pregunta #18	69
Figura 76 Formato electrónico-Herramienta Excel	74
Figura 77 Formato electrónico-Evaluación de edificación	79

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Mapa de distorsión horizontal del sismo abril, 2016	91
Anexo 2 Parámetros del municipio guayaquil	91

INTRODUCCIÓN

Guayaquil, Ecuador, enfrenta un alto riesgo sísmico debido a su ubicación en una zona de peligro sísmico elevado. El terremoto de magnitud 7.5 MW ocurrido en 2016 generó graves daños estructurales, destacando la necesidad de una metodología eficiente para la evaluación post-sísmica de edificaciones.

Este trabajo propone la implementación de un formato electrónico de evaluación post-sísmica para las edificaciones de la ciudad. Se recopilará información de sismos anteriores en Guayaquil, adaptando formatos nacionales e internacionales a los requerimientos específicos de la ciudad. El objetivo es agilizar la toma de decisiones en la evaluación post-sísmica de estructuras, garantizando el cumplimiento de las normativas y conceptos estructurales vigentes, para mejorar la seguridad y resiliencia de la ciudad ante futuros eventos sísmicos.

La investigación empleará un enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos. Se recopilarán datos numéricos para evaluar aspectos post-sismo, como geotécnicos y daños estructurales, y se explorarán percepciones de personas afectadas y documentos para contextualizar los datos. Este enfoque descriptivo y correlacional proporcionará una visión integral de los efectos sísmicos y factores de riesgo, para mejorar las estrategias de construcción y mitigar riesgos.

La edificación estudiada consta de 4 pisos de hormigón armado, y se tomarán datos representativos para crear el formato y aplicarlo. La evaluación identificará daños estructurales y propondrá reforzamientos acordes a las normativas vigentes. Se enfatiza en considerar amenazas geotécnicas y no estructurales en la evaluación de la capacidad sísmica de la edificación, incluyendo elementos como escaleras metálicas y de hormigón, tanques elevados, letreros y cisternas. También se sugiere analizar condiciones climáticas y geotécnicas para mayor precisión. Estos estudios contribuirán a la seguridad y estabilidad de las edificaciones en Guayaquil ante futuros eventos sísmicos.

CAPÍTULO I

ENFOQUE DE LA PROPUESTA

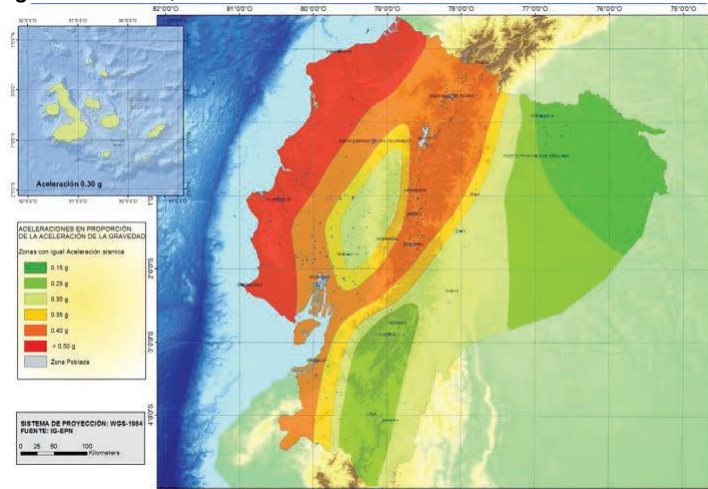
1.1 Tema:

Propuesta de un formato electrónico de evaluación post-sismo para edificios en la Ciudad de Guayaquil

1.2 Planteamiento del Problema:

La ciudad de Guayaquil, capital de la Provincia de Guayas, perteneciente al Ecuador, es amenazada constantemente por la actividad sísmica que se produce al estar ubicada en el cinturón de fuego del Pacífico, específicamente en la zona de interacción de las placas tectónicas Nazca y Sudamérica. De acuerdo con la norma ecuatoriana de construcción (NEC) del capítulo Peligro Sísmico y Diseño Sismo-resistente (NEC-SE-DS), está caracterizada por tener un factor de zonificación sísmica “Z” igual a V, que corresponde a un nivel de peligro sísmico “Alto”. Aunado a las condiciones geográficas, geotécnicas, geomorfológicas y topográficas correspondientes al sector producen que el peligro sísmico se incremente como consecuencia de los llamados efectos de sitio.

Figura 1 Ecuador, zonas sísmicas valor del factor de zona “Z”



Fuente: Ministerio de Desarrollo y Vivienda (MIDUVI) & Cámara de la Industria de la Construcción (CAMICON) (2014)

Adicionalmente, la ciudad de Guayaquil tiene un amplio inventario de edificios con alta vulnerabilidad sísmica, principalmente porque son edificios que en su mayoría son antiguos y que han sido diseñados y construidos con base en reglamentos anteriores y que por lo tanto no cumplen con los criterios de sismo-resistencia vigentes. En adición, la cultura de la autoconstrucción y las malas prácticas profesionales son factores que también afectan la vulnerabilidad estructural.

Por estas razones los efectos de los eventos sísmicos sobre estas estructuras son devastadores, es decir, el riesgo sísmico se incrementa.

El sismo del 16 de abril de 2016 expuso problemáticas muy diversas acerca de la vulnerabilidad de la infraestructura en la ciudad y puso en evidencia debilidades en la respuesta de atención en emergencia. La ciudad de Guayaquil carece de protocolos actualizados para atender desastres de gran intensidad, entre ellos, una metodología que informe los procedimientos de levantamiento de la información y que determine la funcionalidad del edificio. Es importante enfatizar que, la presencia o carencia de daño y el comportamiento de las estructuras identificadas como vulnerables son aspectos que dependen del tipo y magnitud de terremoto demandado y no debe asegurarse que en un próximo evento su respuesta observada se replique, a menos, que el sismo sea de similares características al sucedido en abril de 2016.

La falta de información e herramientas electrónicas para la evaluación en edificaciones post-sísmica durante un evento de gran magnitud deja al descubierto la carencia de métodos empíricos, analíticos o teóricos y experimentales, para identificar la acción o daños y posteriormente la habitabilidad de las estructuras y aptas para seguir con sus funciones y poder garantizar la vida de sus ocupantes que puedan regresar de forma segura a sus domicilios o lugares de trabajo, sumarle un gran desperdicio de tiempo e intervención de varias entidades enfocadas en el diseño y construcción a la toma de decisiones. La existencia de formularios físicos los cuales recolectan la información de campo y al momento de procesarla no lo hacen o simplemente se pierde, esto atrae problemas en la toma de decisiones y necesidades en el momento durante la catástrofe, además, de consecuencias como el congestionamiento de albergues por la pérdida de sus hogares.

Una de las consecuencias comunes es la falta de preparación de la ciudadanía para la identificación de daños estructurales con gran importancia y anticipar posibles accidentes no ocurrentes durante un sismo principal y posteriormente tolerar las desventajas durante una réplica, además evitamos una gran intervención de profesionales a la hora de evaluar con la ayuda de una plataforma digital, agregar que la gran mayoría de edificaciones compete la autoconstrucción que carece de intervención de un profesional y control de las entidades regulatorias en la fase de diseño y construcción, lo cual aumenta las probabilidades de adquirir deterioros en la estructura luego de la intervención sísmica y la recolección de información post-sísmica.

1.3 Formulación del Problema:

¿Cuál será el aporte de formato electrónico en la evaluación de funcionalidad en las edificaciones post-sísmica?

1.4 Objetivo General:

Proponer el formato electrónico de evaluación post-sísmica en estructuras de la ciudad de Guayaquil, para identificar la seguridad del edificio de forma inmediata los daños estructurales y el estado de la estructura.

1.5 Objetivos Específicos:

- Recopilar información referente a sismos sucedidos en la ciudad de Guayaquil tomando los formatos nacionales e internacionales que mejor se adapten a los requerimientos en nuestra ciudad
- Definir los campos a considerar en la evaluación y programación del formato electrónico mediante con los requerimientos de las edificaciones en la herramienta Excel
- Ejecutar un ejemplo del formato electrónico procesando datos a considerar de una edificación

1.6 Idea a Defender:

Con el formato electrónico se evaluará las edificaciones post-sísmicas para la toma de decisiones sea funcional cumpliendo los parámetros de normativas y conceptos estructurales previstos.

1.7 Línea de Investigación Institucional:

Tabla 1 Línea de investigación de la facultad de Ingeniería, Industria y Construcción

<i>Dominio</i>	<i>Línea institucional</i>	<i>Líneas de Facultad</i>
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de la construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables.	Línea 3. Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.	Territorio

Nota: Línea de investigación a la que pertenece el tema

Fuente: Universidad Laica Vicente Rocafuerte. (2023)

La línea de investigación más adaptable al proyecto de titulación es la 3 en la se refiere a la facultad de ingeniería que refiere a Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción, en la cual se adapta mi trabajo a territorio por corresponder a un trabajo de calificación de edificaciones en la ciudad.

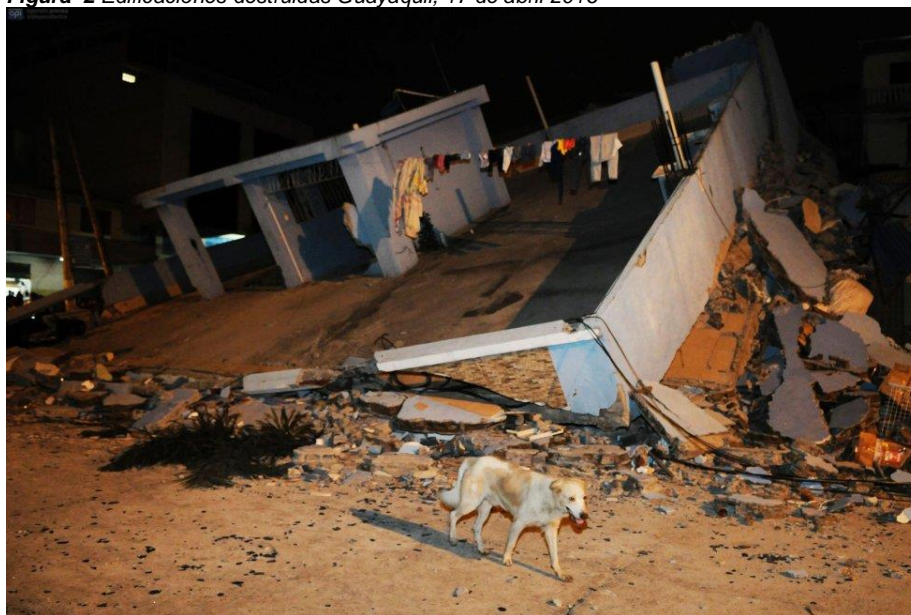
CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes:

A lo largo de los años Ecuador ha sido sacudido por concentrarse en una zona altamente sísmica, esto afectando directamente a las estructuras que son progreso de generar economía y sustentabilidad en varios aspectos. Uno de los más recientes y destructivos tuvo lugar en abril del 2016, cuando sacudió las provincias de Manabí y Esmeraldas repartiéndose alrededor de todo el territorio nacional con una magnitud de 7.8 calificándolo como un Terremoto, según el USGS (Servicio Geológico de Estados Unidos) y confirmado por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional de Ecuador. Por otra parte, Guayaquil no se escapó de recibir sacudidas dejando fracturas en las infraestructuras, de las cuales de esta tragedia desgarradora y consecuencias como varias edificaciones colapsaron, **BBC en 2016** expreso que una cantidad de 602 personas muertas reconocidas y 250 mil habitantes sin hogar, a pesar de esta adversidad el país ha podido superarlos y prepararse para nuevos eventos.

Figura 2 Edificaciones destruidas Guayaquil, 17 de abril 2016

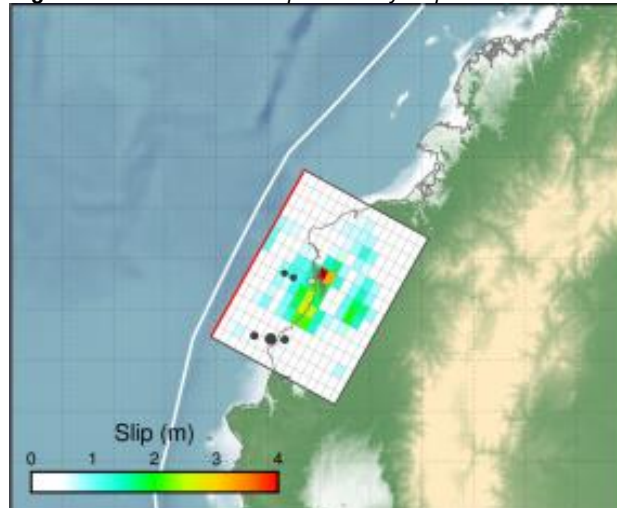


Fuente: Marcos Pin Méndez (AFP) Periódico el País, BBC. (2016)

A lo largo de la historia, los registros sobre los movimientos telúricos revelan conexión entre el sucedido de 2016 con el mega terremoto de 8.8 grados sucedido en 1906. Ambos eventos tienen como epicentro la misma área geográfica aproximadamente de 400 a 500 km, este desencadenando un Tsunami dejando un promedio de 1000 muertes. A consecuencia del movimiento de las placas nazca y

Pacífico, que se desplazan a una velocidad de 61 mm/año según USGS. Según Ares J, de 2016 su profundidad fue de 19 km y su falla indica deslizamientos de 100x100 km en mega empuje sobre su epicentro.

Figura 3 Plano de la falla especificado y mapa de deslizamiento



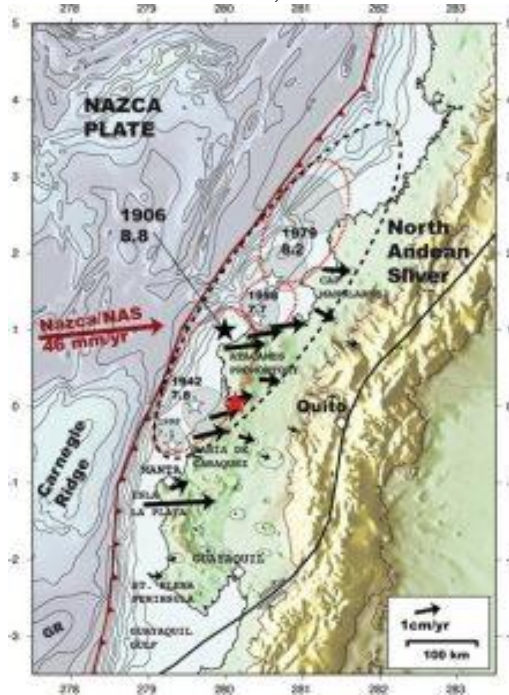
Fuente: USGS, CA, EEUU & Ares, J. (2016)

Figura 4 Límites de subducción y placas. El epicentro y área activa de deslizamiento. (Elipses negras) del mega terremoto de magnitud 8.8 de 1906



Fuente: Ares, J. (2016)

Figura 5 Ubicación de terremotos históricos costas ecuatorianas desde, 1906



Fuente: Ares, J. (2016)

Figura 6 Edificaciones que resultaron afectadas en Guayaquil
Los habitantes decidieron abandonar sus viviendas y pasar la noche en las calles



Fuente: Ariel Ochoa (AFP) Periódico el País. (2016)

Según IGM (Instituto geofísico militar) del 2019 expreso, que Guayaquil no ha enfrentado grandes sismos de magnitud terremoto aun siendo zona costera ni registros en ser implicado directamente tanto epicentro ni hipocentro, pero es afectado por los provenientes de sus Provincias cercanas y además de formar parte del conocido cinturón de fuego además de encontrarse sobre 7 msnm. Conforme a los registros uno de los más recientes y causal de daños sucedido 29 de marzo la ciudad de 4.3 MLv y profundidad de 36 Km así mismo sus cantones cercanos lo han sentido sin daños es sus infraestructurales considerables. Cabe indicar que el IGM indica eventos catástrofes registrados correspondientes a un rango entre 4 a 6.1, los más

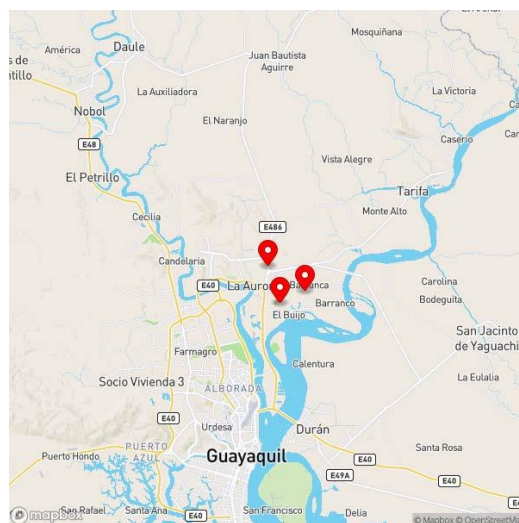
considerables dejando fracturas y fisuras en las estructuras, pero no son eventos de preocupación al tener periodos cortos de vibración.

Figura 7 Epicentro del sismo 4.3 y MLv 29 de marzo 2019



Fuente: Instituto geofísico militar. (2019)

Figura 8 Localización del sismo Magnitud de 6.1 MLv, Acontecimiento registrado 14 de Julio del 2022, Gye

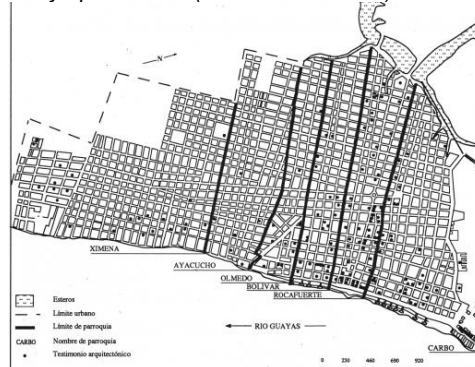


Fuente: Instituto geofísico militar. (2022)

A través de cartografía y testimonios arquitectónicos **Bock** expresa en su texto a principios de 1900 y 1940 nombrado en la obra Pablo lee y Florencio Compte (1987), con las parroquias Rocafuerte y Bolívar ubicadas al sendero del Río salado siendo el primer conjunto de edificios antes de 1925, que ocupa los sectores de Peñas del Norte y sitios próximos al Municipio y Gobernación. Asimismo, el segundo conjunto posterior a 1925 habitado Periférico Oeste de la parroquia Rocafuerte y Centenario. Y el tercer conjunto ubicado a lo largo de la Av 9 de octubre, los conjuntos situados en las Parroquias nombradas corresponden a la zona de más desarrollo y poblacional más

antigua. Por último, el cuarto conjunto ubicada en la calle Pedro Carbo, las cuales se establecen de residencias de burguesía actividades relacionadas al barrio.

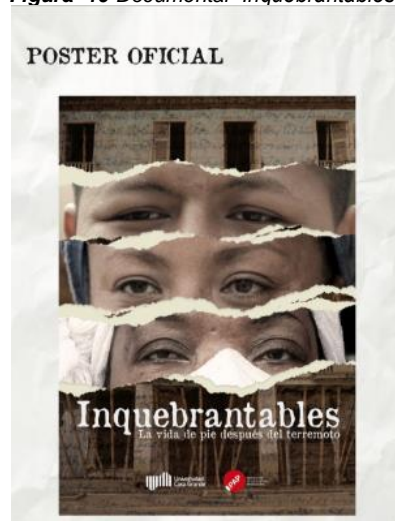
Figura 9 Distribución Arquitectónica Guayaquil en 1987 (Período 1900-1940)



Fuente: OpenEdition Books. (s.f.)

Chavarría Anchundia y otros dijeron en su documental “Inquebrantables” investigado en el año 2020, dirigido por 7 estudiantes de la Universidad casa grande de Guayaquil por el transcurso de 8 meses, donde nos relatan la vida de los ciudadanos luego de 5 años en ciudades de Manabí afectadas luego del terremoto del 16 de abril de 2016 y el Plan de Reconstrucción 2016, expresado por habitantes al ser propios de su historia y ver la pérdida de sus seres queridos. Además, la nostalgia de sus viviendas sobre escombros, impacta el dolor con testimonios de las familias afectadas. Isla de Muisne, Bahía de Caráquez y Portoviejo, 3 personas proyectan lo que vivieron durante el transcurso de la catástrofe y posterior al sismo en sus sectores en las provincias de Manabí y Esmeraldas epicentro del desastre natural, bajo este acontecimiento lo población se ve preparada para enfrentar este tipo de desastres naturales y proporciona una visión con desafíos superados por parte de la población.

Figura 10 Documental “Inquebrantables”



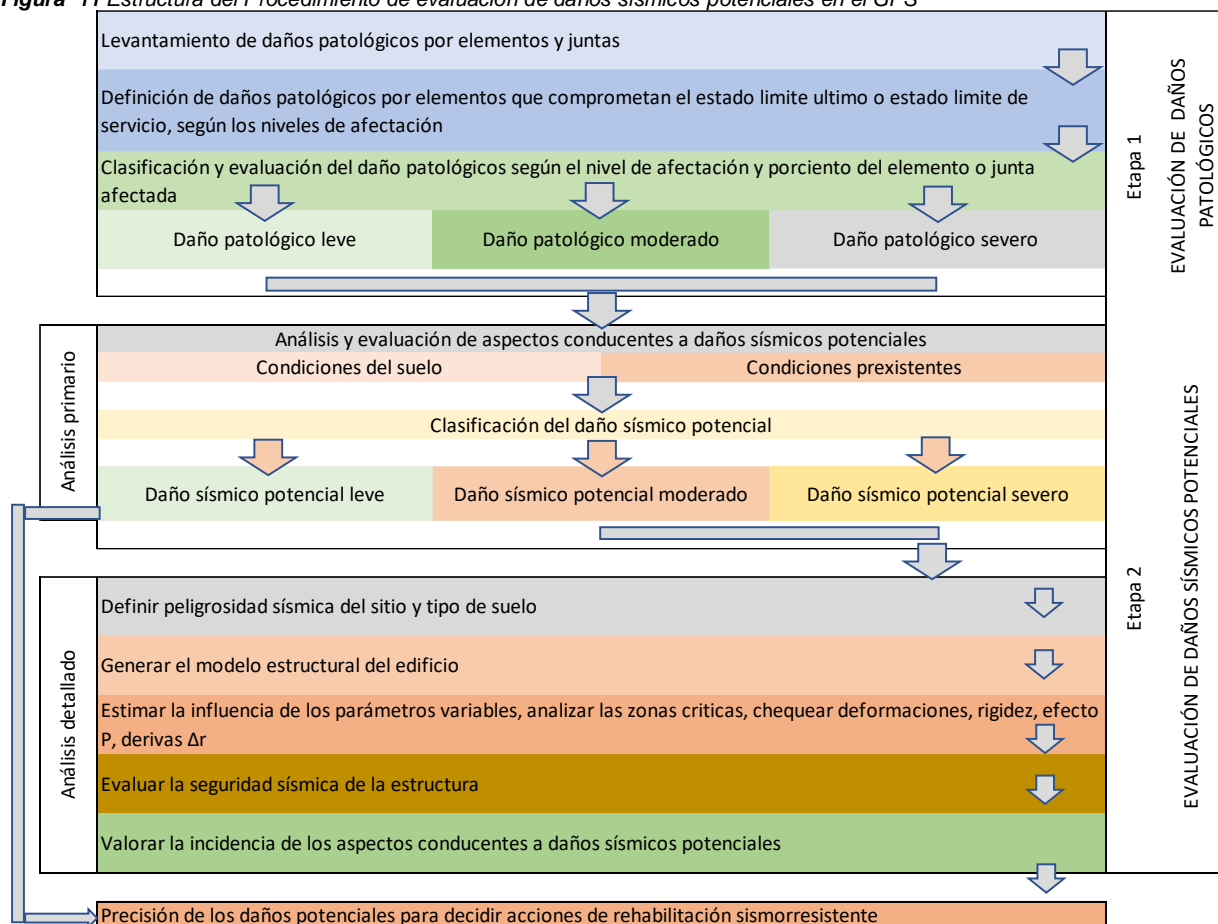
Fuente: Chavarría Anchundia et al. (2020)

2.2 Marco teórico:

2.2.1 Método Delphi

Socarrás Cordoví y otros dijeron en su investigación “**Validación con el método Delphi de ítems para evaluar daños sísmicos potenciales**” del año (2022), lo daños sísmicos potenciales del sistema prefabricado Gran Panel Soviético, permitió validar ítems y parámetros para conformar una evaluación de edificaciones post-sísmica con el avalúo en encuestas a 15 profesionales influyentes expertos, incluye el diagnóstico de 200 edificios que exponen una respuesta a preguntas para certificar si una edificación sea funcional y habitable, luego de recibir el impacto de fuerzas sísmicas durante una catástrofe. Los parámetros que evaluaron y encontraron fueron los daños patológicos y en las juntas estructurales en edificaciones modificadas o rediseñadas, conformaron la solución luego de la evaluación, el reforzamiento estructural con juntas verticales y horizontales para el desempeño sísmico.

Figura 11 Estructura del Procedimiento de evaluación de daños sísmicos potenciales en el GPS



Fuente: Socarrás Cordoví et al. (2022)

2.2.2 Vulnerabilidad sísmica

Socarrás Cordoví y Álvarez Deulofeu nos expresaron en su investigación “**Limitaciones de los estudios de vulnerabilidad sísmica a edificaciones de**

hormigón en Santiago de Cuba” del año 2021, que los sismos siendo desastres naturales producidos por el rozamiento de las placas tectónicas y asumiendo la destrucción de la corteza terrestre por la fuerza impulsada desde el hipocentro origen del sismo ponen en peligro las edificaciones y por consiguiente sus ocupantes, además se muestra la vulnerabilidad sísmica para tomar precauciones durante y después de un evento de gran magnitud. Existen métodos de vulnerabilidad sísmica como empíricos, analíticos o teóricos y experimentales estos ayudan a la evaluación post-sísmica para determinar su funcionalidad, por otro lado, los sistemas estructurales prefabricados y naves estructurales son más propensos a recibir daños por su escasa rigidez.

Tabla 2 Estudios de vulnerabilidad sísmica realizados en el período 2006-2019

Tipología de construcción	Cantidad de estudios de vulnerabilidad sísmica
Girón	23
GPS	1
IMS	4
SAE	1
Naves industriales	2
E-14	1
Patrimoniales	13
Movimiento moderno	2
Total	47

Fuente: Socarrás Cordoví y Álvarez Deulofeu. (2021)

Figura 12 Estudios de vulnerabilidad sísmica Cuba.



A) Girón



B) SAE



C) Gran Panel Soviético



D) E-14

Fuente: Socarrás Cordoví y Álvarez Deulofeu. (2021)

Tabla 3 Métodos de evaluación de la vulnerabilidad sísmica

Método de evaluación de la vulnerabilidad sísmica	Modificadores en base a				Descripción de los daños patológicos	Aplicación
	daños patológicos		estructuras prefabricadas			
	Si	No	Si	No		
Método Índice de vulnerabilidad (1984) [1]	X			X	Descascaramiento, porosidad, disminución de sección efectiva y grietas	Estructuras de mampostería
Método venezolano (1985) [2]	X			X	Deflexiones, grietas, oxidación del acero, asentamientos diferenciales y humedad	Estructuras de hormigón armado y mampostería
Iglesias (1989)	X			X	Deformaciones, asentamientos diferenciales, grietas, humedad, aplastamiento, desplome y corrosión	Estructuras de hormigón armado y mampostería
[3]						
Hurtado y Cardona (1990) [4]		X		X	No tiene	Estructuras de mampostería
Hirosawa (1992) [5]	X			X	Deformaciones, asentamientos diferenciales, grietas, humedad, aplastamiento, desplome y corrosión	Estructuras de hormigón armado y mampostería
Scarlat (1996) [6]	X		X		Fisuras debido a asentamientos diferenciales, corrosión, desprendimiento del recubrimiento del hormigón	Estructuras de madera, acero, mampostería y hormigón armado y prefabricado

Fuente: Socarrás Cordoví y Álvarez Deulofeu. (2021)

2.2.3 Caso de estudio – Educación

Lulić y otros con su investigación “**Post-Earthquake Damage Assessment—Case Study of the Educational Building after the Zagreb Earthquake**” del año (2021), expresaron que durante un evento de magnitud terremoto se evidencio la cantidad de daños en las estructuras, provenientes del impacto en la zona de cimentación adherente a la corteza terrestre. En su parte superficial también se encontraron daños en columnas, vigas, muro confinado, losas, bóvedas, escaleras

dejaron agrietamientos en la sección diagonal ya que los movimientos atacan como fuerzas verticales. Las grietas causadas por la pérdida de estabilidad son corregidas a tiempo antes de producir daños mayores, afortunadamente son mínimas y se encuentran en el enlucido y acabados de mampostería. Se ocupó ensayos de resistencia de mampostería dando como fin fracturas internas en la base y piso uno, para el segundo piso fueron mínimas, además, se usó el método pushover que permite verificar la sobre-resistencia utilizada en análisis no lineal para la revisión del uso de los materiales, donde en la dirección $Y=0.37$ segundos como para $X=0.24$ segundos para el periodo fundamental de vibración.

Figura 13 Evaluación de daños posteriores al terremoto

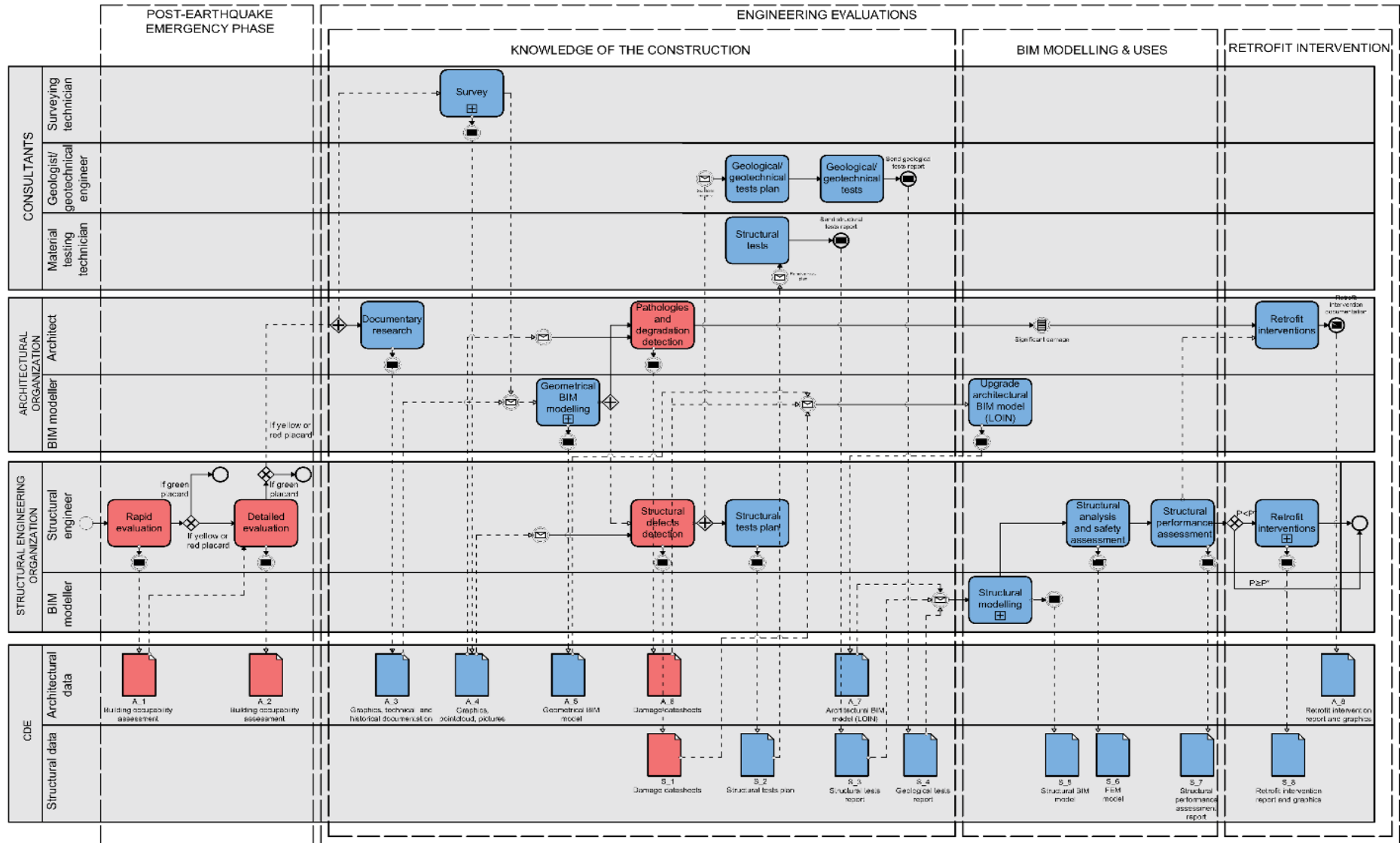


Fuente: Lulić et al. (2021)

2.2.4 Método BIM e IBM

Musella y otros en su investigación “**Open BIM Standards: A Review of the Processes for Managing Existing Structures in the Pre- and Post-Earthquake Phases**” del año 2020 expresaron, la acción de terremotos sucedidos eventualmente pone en peligro las estructuras por ello se debe evaluar su seguridad posterior a un movimiento sísmico. Aplicando estudios de habitabilidad y vulnerabilidad aun si son estratégicos como hospitales, centro de educación e Iglesias, su estudio logrado post-terremoto el cual busca precautelar la vida de sus ocupantes e inmediata vuelta a sus hogares. Por otra parte, establecer una escala de riesgo en el uso, modificaciones y reacondicionamiento con metodologías digitales IBM (representación gráfica de una estructura en 3D) y estándares IDM (procesos para la gestión y accesos de trabajadores a sus actividades diarias). Se desarrolló un PM (persona encargada en la gestión de riesgos) con un lenguaje de BPMN (Modelo y Notación de Procesos de Negocios) para la utilización de plataformas digitales que disminuyen la probabilidad de cometer errores y optimizar su labor operativa.

Figura 14 El mapa de procesos para la gestión de estructuras existentes en la fase post-sismo

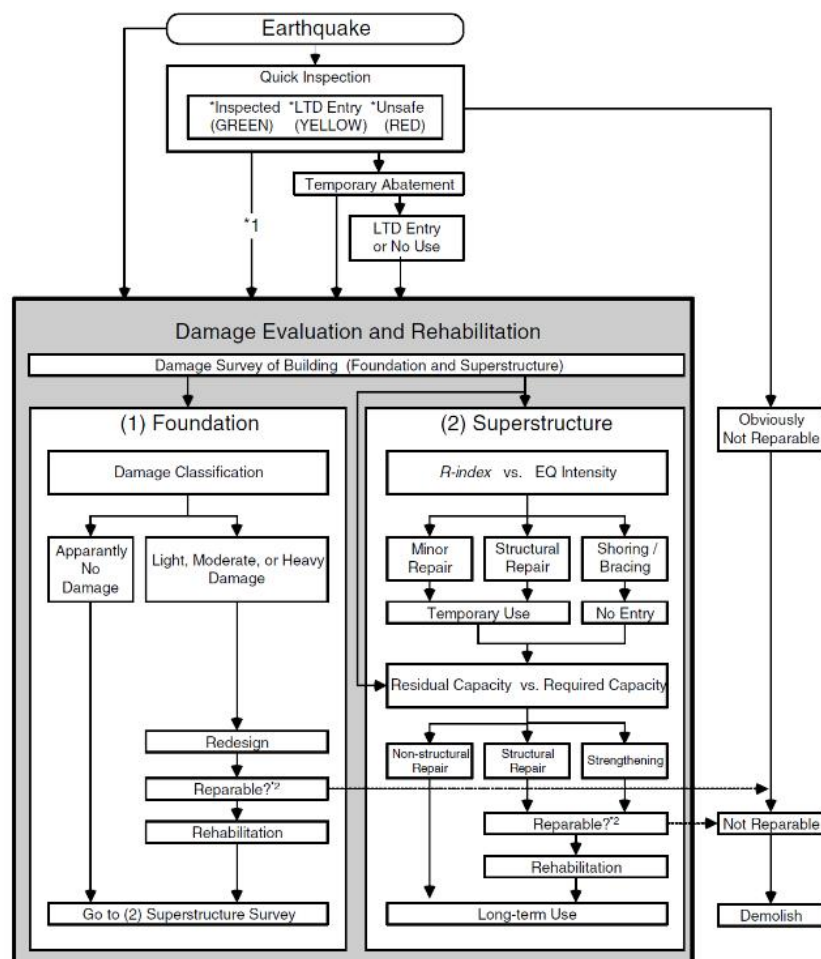


Fuente: Musella et al. (2020)

2.2.5 Evaluación y rehabilitación

Maeda y otros dijeron en su investigación “*An Overview of Post Earthquake Damage and Residual Capacity Evaluation for Reinforced Concrete Buildings In Japan*” del año 2019, posterior a un sismo lo útil y prioritario es la evaluación de la edificación, ubicarla dentro del menor tiempo posible en marcha para salvaguardar la vida de sus ocupantes. Debido a ello se proporcionó una guía en la evaluación de las edificaciones en cual se consideran los daños prioritarios como la cimentación y superestructura que describen conceptos generales y técnicas de rehabilitación posteriormente. En base a los daños los clasifica en Estándar de Evaluación Sísmica de Japón, que estimó la capacidad sísmica Residual (R) en las estructuras golpeadas fuertemente además del uso de factores de contribución (E_r). Este parámetro se evaluó en base a la fuerza y el desplazamiento de amortiguación, con ello se mostró que se puede dar una predicción de los factores de contribución y capacidad sísmica (RC), en contra de las réplicas posibles durante el primer sismo o ya sea prevención de una posible réplica con mayor intensidad.

Figura 15 Flujo General de Evaluación y Rehabilitación de Daños en la Guía



Fuente: Maeda et al. (2019)

2.2.6 Plataforma de evaluación

Martínez y Goula enunciaron en su investigación **“Plataforma de evaluación daños post-sismo en edificios”** del año (2019), visto la necesidad de fomentar una cultura informada que permite la recolección de información rápida post-sísmica, favoreciendo en tiempo trascurrido durante una eventual emergencia producto de una catástrofe, surgió la plataforma digital “POCRISC” esta nos permite recolectar la información mediante el uso de la tecnología. Como lo es un teléfono móvil con acceso a internet ayuda a generar datos relevantes, producto de la visualización y los almacena en un apartado. Además, mantiene conexión a la plataforma “ERIKUS”, está siendo un protocolo Europeo correspondiente a un sitio Web, la cual almacena los datos para su estudio durante el tiempo además de sus respectivas acontecimientos y necesidades. Indica la gran importancia de la generación de ubicación al lugar de recepción y catastro para la movilización, que esta genera por sí misma en el sector a levantar la información, escenario que compete por su rapidez y ejecución.

Figura 16 Prototipo aplicación Smartphone para la evaluación de daños SGE 2.0



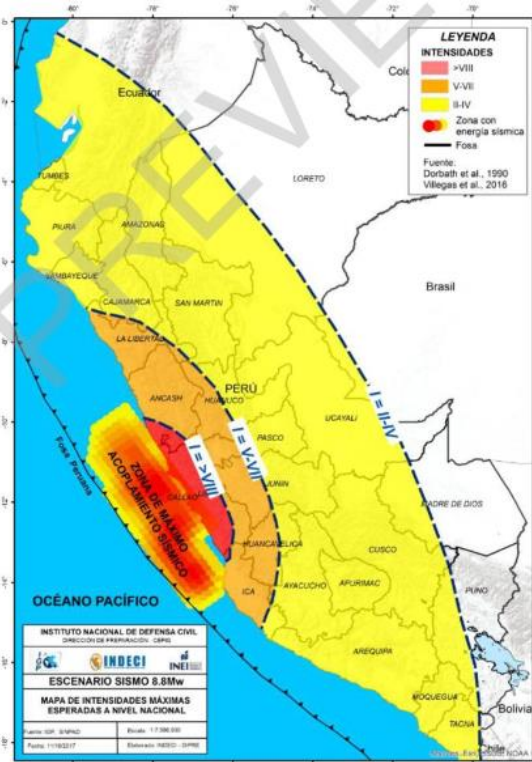
Fuente: Martínez y Goula. (2019)

2.2.7 Seguridad de edificaciones

Porrás Cristobal expuso en su investigación **“Metodología para a Evaluación Post Sismo de la Seguridad de las Edificaciones de Concreto Reforzado y Albañilería en el Perú”** del año (2019), este país ostenta una presencia sísmica frecuente al estar ubicado en zona costera entre la interacción de las placas tectónicas Nazca y Sudamérica por ello se analizaron bajo los lineamientos de la ACT (Applied Technology Council), formatos americanos con sus respectivos manuales como ATC 20, ATC 20-1 y ATC 20-2, aquel menciona sobre la inspección rápida con

un tiempo de 10 a 20 minutos por cada edificación. Si la misma presenta daños estructurales en su exterior se debe evitar el ingreso y dependiendo el daño se lo califica como leve, moderado o severo y dar un veredicto a la seguridad de la edificación. Se analizará desde la parte geotecnia, estructural, no estructural y generales de la estructura que se inspeccionará para un colapso total o parcial, como resultado obtenemos el término entrada restringida, inspeccionada e Insegura. Por otra parte, Nakano formato Japonés que ha igual manera mantiene una gran actividad sísmica por la placa del pacifico, que se compone en 2 niveles, evaluación de daños y rehabilitación de la misma estructura sea conveniente.

Figura 17 Mapa de intensidades sísmicas, Perú

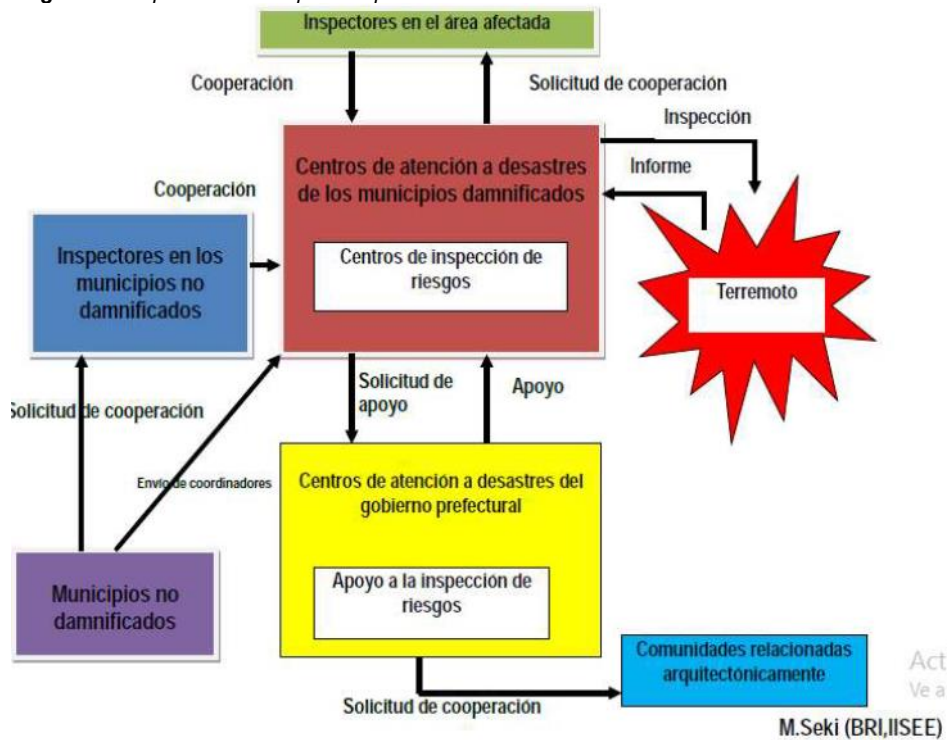


Fuente: PORRAS CRISTOBAL. (2019)

Coronel D y otros manifestaron en su investigación “**Evaluación de la Seguridad de Estructuras Después de un Terremoto en Venezuela: Propuesta Adaptando la Experiencia de Japón del año 2019**”, una emergencia es causada por desastre natural en este caso un sismo, mediante esta amenaza se propuso la evaluación de las estructuras para designar su habitabilidad y operatividad, así como también analizar su nivel de seguridad al momento y consiguiente de absorber un próximo impacto. Sea una réplica del mismo en definitiva consistirá en reparar o demoler el edificio, en Japón analizaron el grado de riesgo temporal este les ayudó a realizar el diagnóstico para determinar su seguridad. Cabe indicar que los encargados

de realizar estos procedimientos son profesionales especializados y calificados, que consideran importante o partes fundamentales en la revisión son: la estabilidad de la estructura, daños en elementos estructurales y daños en elementos no estructurales asimismo dependiendo de los daños los califican como I “Leve”, II “Moderado”, III “Severo” y IV “Extenso”. Chile empieza a generar modelos similares para evaluar sus edificaciones tanto en acero como concreto ambas incluidas en un mismo formato.

Figura 18 Experiencia de Japón “Inspecciones en el área afectada”



Fuente: Coronel et al. (2019)

Figura 19 Experiencia de Japón “Gestión de desastres”

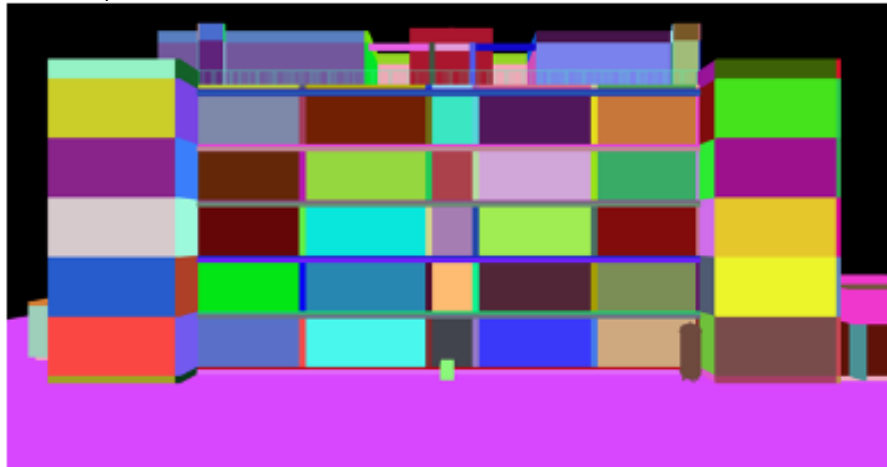


Fuente: Coronel et al. (2019)

2.2.8 Metodología UAV

Levine y Spencer expresaron en su investigación "**Post-Earthquake Building Evaluation Using UAVs: A BIM-Based Digital Twin Framework**" del año 2022, la evaluación de edificios averigua el comportamiento esperado frente a las cargas sísmicas proyectadas durante un sismo, el revisor encargado fija su visión en sus componentes estructurales principalmente además de los no estructurales bajo un análisis cualitativo, que despliegue los daños causados frente a un evento o desastre natural. Los daños esperados que fallen en su mayoría convienen los no estructurales, se reflejan en el desempeño global resistencia y estabilidad. La revisión ayuda en la operatividad de las edificaciones permitiendo a los ocupantes volver a sus viviendas y trabajos de forma inmediata o parcialmente con la asistencia de ingenieros estructurales y demás profesionales referentes en la construcción. Clasificando por 3 colores verde (inspeccionados), amarillo (restringido) y rojo (inseguro peligro de colapso), la recopilación de datos con UAV ayudo en la proyección BIM para un mejor análisis con la inclusión de una nube de punto asociando los daños estructurales con fotografías y generándolas en BIM.

Figura 20 Vista en alzado de un BIM.
Cada componente tiene un identificador de color RGB único



Fuente: Levine y Spencer. (2022)

2.2.9 Procesos Geológicos

INGEMMET (Instituto geológico, minero y metalúrgico de Perú) dijeron en su informe "**Evaluación técnico-geológica post sismo en la provincia de Caylloma – Arequipa. Distrito Maca, provincia Caylloma, departamento Arequipa**" del año 2022, los factores que influyen frente a un sismo, son los procesos geológicos asociados y causados por movimientos en las placas que emergen fuerzas verticales. Sus daños en las estructuras son visibles como grietas en las viviendas y otras

llegando al colapsado, además, mantuvieron aberturas en las calzadas de las vías. La identificación a partir de la licuación de suelos con respecto a desprendimientos o separación en la fractura del terreno, por acción de los sismos asemeja en Perú sector vía Arequipa en la falla activa Colca Pungo-Hornillos la cual se desplazó una dirección con un intervalo de 4 y 40 cm, el transcurso de 4 km de longitud.

Figura 21 Desplazamiento vertical o ruptura en el suelo, Pungo-Hornillos de la falla activa



Fuente: INGEMMET. (2022)

2.2.10 Metodología daños estructurales

Sanabria-Meneses hablaron de una “**Guía para la evaluación de daños en edificaciones después de un sismo en Costa Rica**” en el año 2019, siendo un País con una actividad sísmica activa optó por una metodología en evaluar daños estructurales post-sismo, generando parámetros específicos como: permitir, restringir o prohibir el acceso en la edificación, también las identificó como edificaciones habitables, dañadas o de colapso. Al pasar un sismo lo primordial luego de la evacuación de los habitantes es suministrar seguridad en las edificaciones, con ello disminuyendo el congestionamiento de los albergues o zonas seguras volviendo a sus hogares una vez cumpla la revisión pertinente. Su evaluación se dirigió al sistema estructural parte fundamental de una estructura, además, la metodología propuesta adhiere a edificios de dos y cinco niveles los cuales mostraron una respuesta valida por la cuantificación de daños en las edificaciones.

Yanchapanta Gómez y Delgado Yáñez expresan en su investigación “**Reporte preliminar de daños de 58 estructuras en Manta producidos por el sismo 16-A**” del año 2021, el análisis de desastres naturales post-sismo en Manta, siendo caso de estudio con 58 estructuras incluidas salud, hoteles, comerciales, seguridad. Luego del sismo del 16 de abril 2016 clasificada en base a sus daños por semaforización. De

estos 23 fueron centros de salud mostrando fallas patologías estructurales y además anomalías con respecto al sector zona costera ecuatoriana, así describiéndolas por colores como verde, inspeccionado y ocupación permitida, amarillo como uso restringido y prohibido su ocupación, rojo inseguro y restricción absoluta. El sismo atacó principalmente a los cimientos por consecuencia de ondas sísmicas que son transmitidas desde el Hipocentro hacia el epicentro afectando a las estructuras con suelos saturados y además de sus condiciones geográficas, geomorfológicas de la ciudad.

Figura 22 Deficiente separación de estribo en cabeza de Columna



Fuente: Yanchapanta Gómez & Delgado Yáñez. (2021)

Figura 23 Ejemplo clásico de piso blando

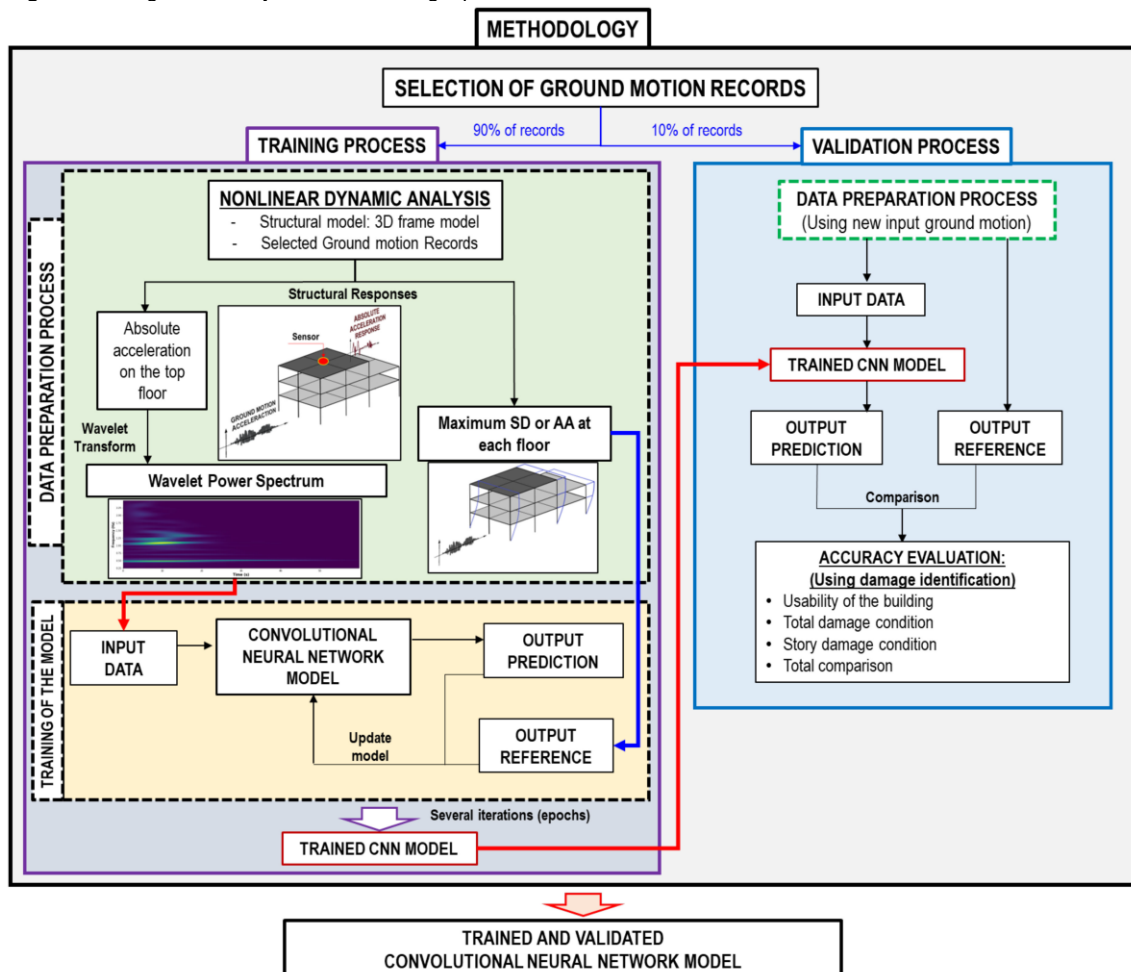


Fuente: Yanchapanta Gómez & Delgado Yáñez. (2021)

2.2.11 Método CNN (Convolutional Neural Network-Based)

Moscoso Alcantara y Saito expusieron en su investigación “**Convolutional Neural Network-Based Rapid Post-Earthquake Structural Damage Detection: Case Study**” del año 2022, propuso la metodología CNN que ayudo a identificar y evaluar daños estructurales post-sismo, para la toma de decisiones en situaciones de emergencia con el objetivo de identificar edificios seguros, evacuar o retomar sus actividades cruciales. Por otra parte, mitigar los riesgos de los ocupantes, con la ayuda de imágenes de edificaciones golpeadas por la actividad sísmica, CNN extrae un análisis a través de IA (inteligencia artificial) visualiza las características más importantes como daños; columnas, vigas, cimentaciones, mampostería, etc. Bajo situaciones reales que respaldaron su eficacia en una evaluación rápida y económica con un porcentaje de acierto superior al 90% con respecto a otras metodologías, además, en la aplicación se suministran dos procesos TP (Training process) y VP (Validation process) los cuales encontraron y precisaron la comparación de daños estructurales.

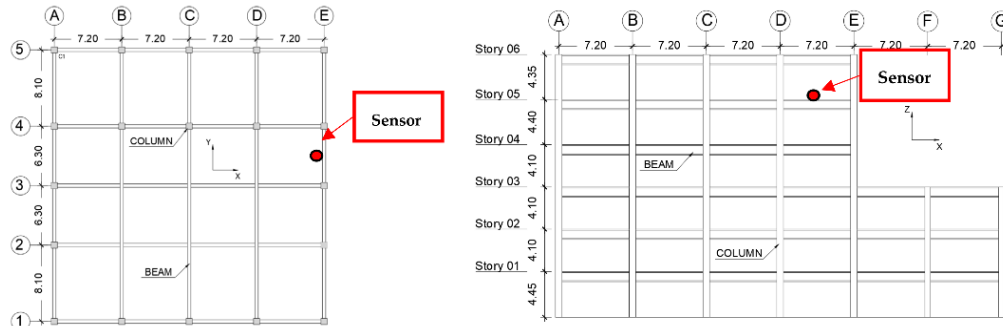
Figura 24 Diagrama de flujo de la metodología para obtener el modelo de Red Neuronal Convolutional



Fuente: Moscoso Alcantara & Saito. (2022)

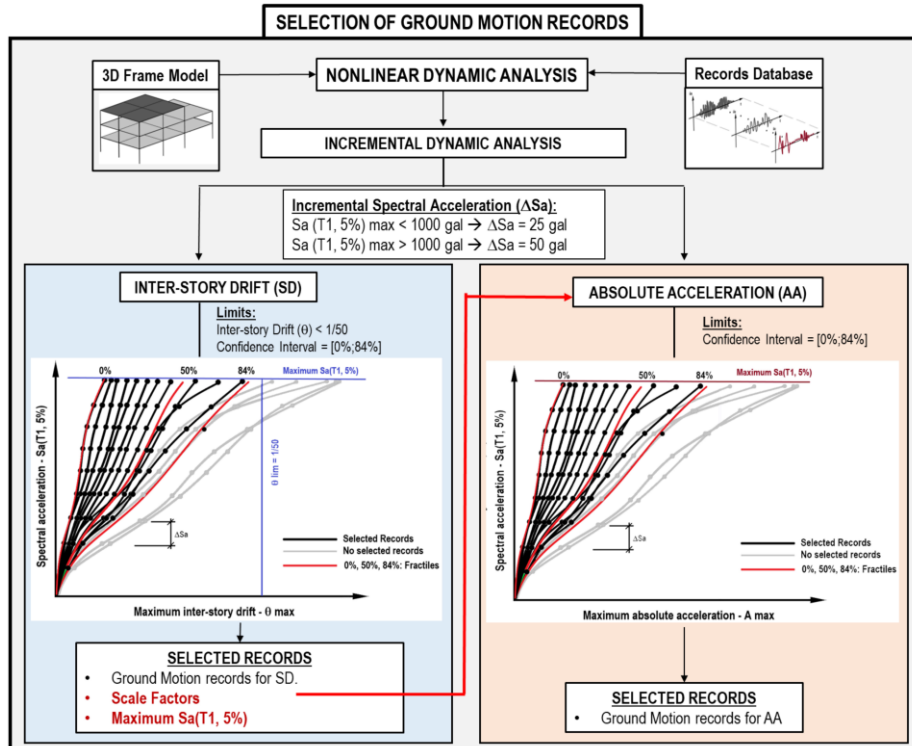
Moscoso Alcantara y Saito también nos expresaron dando resultados con el análisis a 2 edificaciones en acero Tahara City Hall Building y Toyohashi Fire Station Building obteniendo varios resultados de pisos, desplazamiento vertical y horizontal, masa, irregularidades y periodo de vibración en las direcciones X & Y. Por otra parte, dieron un análisis en los suelos con uso de un sensor ubicada en la cimentación el cual recolecto datos del movimiento terrestre a través de USGS (California Geological Survey) institución gubernamental que registra los eventos sísmicos, abordando un registro de 183 movimientos del suelo incluyendo valores de PGA y espectros sísmicos esto comprende una respuesta estructural ya que principalmente su resistencia depende del suelo más su cimentación causante de minimizar el impacto hacia la estructura.

Figura 25 Ubicación de sensores Tahara y Toyohashi



Fuente: Moscoso Alcantara & Saito. (2022)

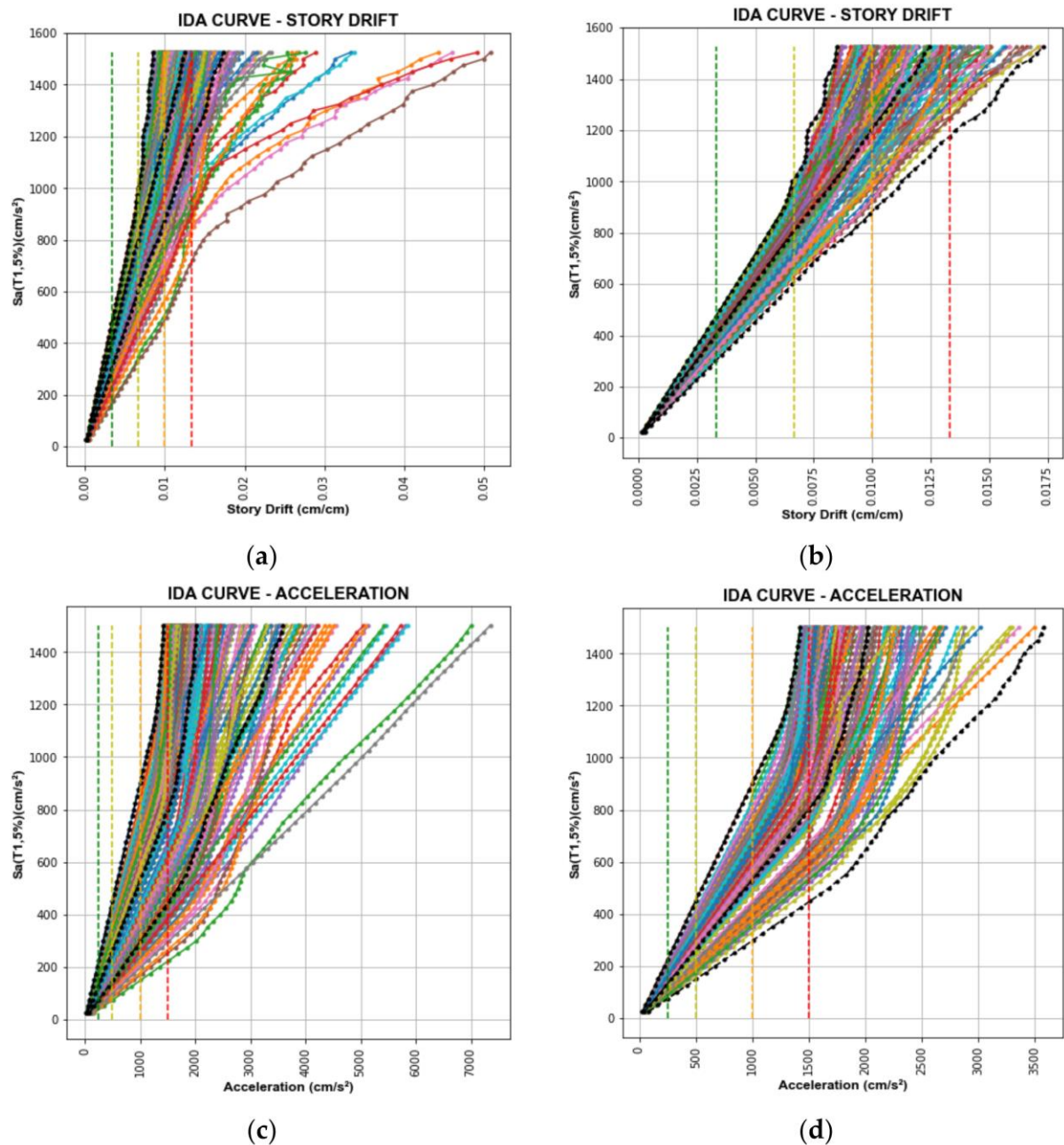
Figura 26 Registros de movimiento del suelo para el diagrama de flujo de aceleración y deriva



Fuente: Moscoso Alcantara & Saito. (2022)

Figura 27 Deriva de historia

IDA Curves of Tahara City Hall Building. (a) IDA curves of the database for SD; (b) IDA curves of selected records for SD; (c) IDA curves of the database for AA; (d) IDA curves of selected records for AA



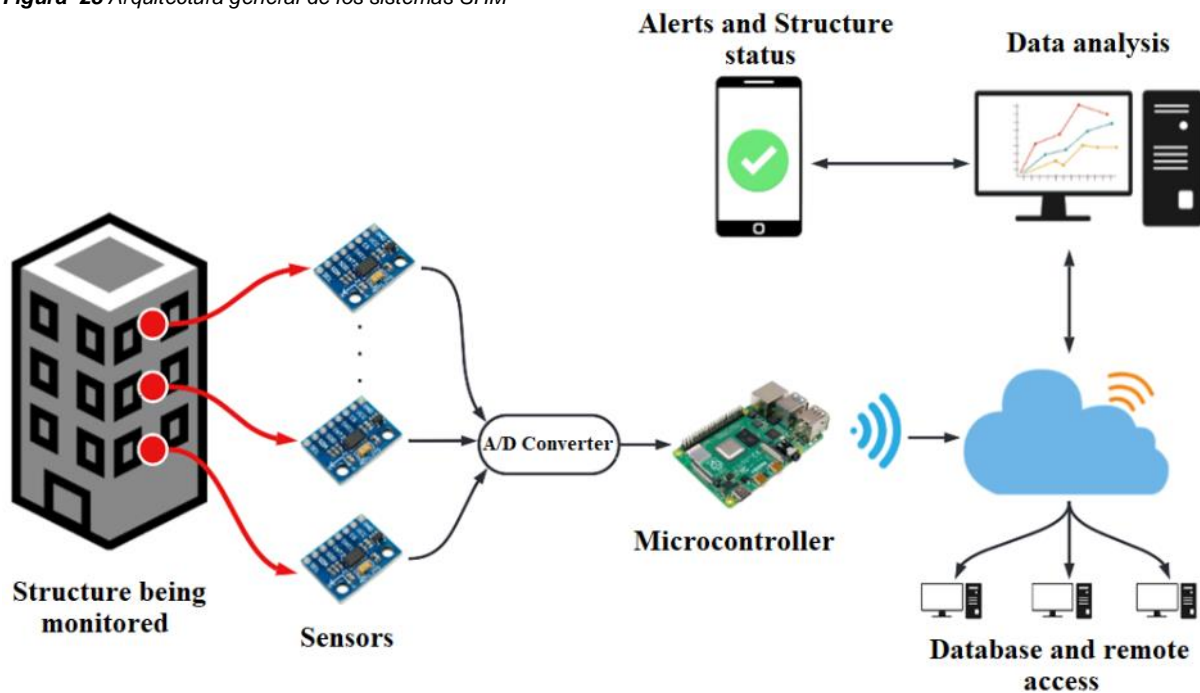
Fuente: Moscoso Alcantara & Saito. (2022)

2.2.12 Sistema SHM (Vigilancia de la salud estructural)

López-Castro y otros expresaron en su investigación “*A Systematic Review of Structural Health Monitoring Systems to Strengthen Post-Earthquake Assessment Procedures*” del año 2022, introducen el método SHM (Structural health monitoring) simplificado a sensores usando la señal de acelerómetros ubicados estratégicamente en los elementos estructurales, que recolectan datos a partir de una actividad sísmica y cuenta con un algoritmo de análisis para generar alarmas y notificaciones preventivas frente a la necesidad de un edificación. Hoy en día la

tecnología aporta suficiente en la solución de problemas esto incluye la cuantificación y evaluación de daños, a partir de una base de datos generada por SHM para definir su habitabilidad, vulnerabilidad, sostenibilidad y estabilidad. Asimismo, los eventos sísmicos emiten fuerzas que tomaron las mejores decisiones para un reforzamiento estructural con esto sus usos en modelamiento y simuladores para el estudio de otras edificaciones, la información se genera bajo una nube del microcontrolador con la ayuda del internet con ello establecen resultados como el desplazamiento.

Figura 28 Arquitectura general de los sistemas SHM



Fuente: López-Castro et al. (2022)

Tabla 4 Resumen de las principales características y resultados de los trabajos de SHM de última generación

Procesamiento de datos	Sensores	Tecnologías	Resultados
<ul style="list-style-type: none"> Método de finalización del tensor 	<ul style="list-style-type: none"> Sensor de vibración 		<ul style="list-style-type: none"> Económico Evaluación de daños rápida y eficiente
<ul style="list-style-type: none"> Red neuronal convolucional basada en el modo generado en 3D de la estructura 	<ul style="list-style-type: none"> ADXL345 Acelerómetro piezoeléctrico Sensores FBG Ultrasónico Sensores de presión Sensor de grietas 	<ul style="list-style-type: none"> Red neuronal IoT 	<ul style="list-style-type: none"> La integración de varios sensores aumenta la precisión de la monitorización estructural El uso de dispositivos IoT facilita la comunicación de información Envío de notificaciones de peligro a los usuarios. Sistema de bajo costo Buen rendimiento
	<ul style="list-style-type: none"> Sensores FBG MEMS 		<ul style="list-style-type: none"> Un sistema no intrusivo sin cableado eficiente
	<ul style="list-style-type: none"> Célula de carga MEMS 	<ul style="list-style-type: none"> Inalámbrico (ZigBee) 	

Fuente: López-Castro et al. (2022)

Tabla 5 Técnicas de procesamiento de datos comunes en sistemas SHM

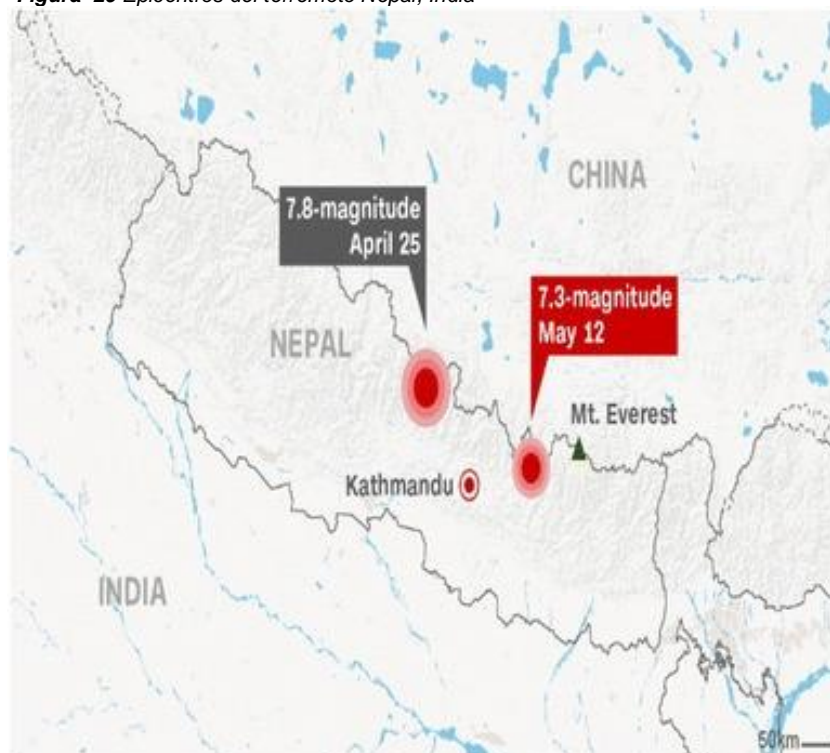
Técnico	Descripción	Ventajas	Desventajas
• Modelos estadísticos de series temporales (TS)	• Se utilizan para desarrollar un modelo matemático aproximado basado en mediciones de entrada y salida.	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil de implementar • Diferentes modelos a utilizar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensible al ruido • Utilizado para modelar sistemas lineales
• Transformada Wavelet (WT)	• El WT proporciona una representación de señal de frecuencia de tiempo a través de la escala y la función de ventana de tiempo	<ul style="list-style-type: none"> • Buena resolución en el dominio tiempo-frecuencia • Buena relación señal-ruido • Tiene una gran selección de modelos Wavelet 	<ul style="list-style-type: none"> • Fuga espectral • Requiere varios niveles de descomposición • La selección de la wavelet madre puede afectar los resultados
• Filtro vienes	• Utiliza métodos estadísticos para aproximar la señal a una sin ruido. Es característico de ser un filtro invariante en el tiempo.	<ul style="list-style-type: none"> • Considera el comportamiento estadístico del ruido 	<ul style="list-style-type: none"> • comportamiento lineal
• Transformada de Hilbert-Huang (HHT)	• Se basa en dos pasos: una descomposición de modo empírico seguida de la transformada espectral de Hilbert (HT).	<ul style="list-style-type: none"> • Método adaptativo • Fácil de implementar • Buena resolución en el dominio del tiempo y la frecuencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere calibración
• Transformada rápida de Fourier (FFT)	• La FFT convierte muestras discretas de una señal de serie temporal continua en una representación en el dominio de la frecuencia.	<ul style="list-style-type: none"> • Puede modelar sistemas lineales y no lineales • Fácil de implementar • Sencillez • Computacionalmente eficiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Es ineficiente en sistemas complejos • Requiere calibración para encontrar el orden del modelo • Sensible al ruido • Solo tiene representación de frecuencia • Su resolución depende del número de muestras
• Transformada de Fourier de tiempo corto (STFT)	• Es una extensión de la FFT capaz de analizar señales no estacionarias. La STFT puede representar la variación del contenido de frecuencia de la señal a medida que la señal cambia en el tiempo al dividir la señal en pequeñas ventanas de tiempo donde cada ventana se analiza usando la FFT.	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil de implementar • Representación tiempo-frecuencia • Sencillez 	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución de tiempo/frecuencia limitada • Su resolución depende del número de muestra • Las señales no lineales no se pueden analizar adecuadamente
• Distribuciones bilineales de tiempo-frecuencia (clase de Cohen)	• Es un método para estimar la energía de sistemas variables en el tiempo.	<ul style="list-style-type: none"> • Computacionalmente eficiente • Alta resolución en el dominio de tiempo-frecuencia 	<ul style="list-style-type: none"> • No es adaptativo • Gran tiempo de procesamiento computacional
• Filtro de Kalman (KF)	• Es un algoritmo óptimo para el procesamiento recursivo de datos capaz de estimar el sistema dinámico lineal.	<ul style="list-style-type: none"> • Buena relación señal-ruido • Presenta una estimación razonable de la tasa de cambio en el tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere parámetros de calibración • Gran tiempo de procesamiento computacional • Precisión de seguimiento limitada • Los sistemas no lineales pueden usar solo una versión del algoritmo
• S transformar	• Es una distribución de tiempo-frecuencia que combina ideas de WT y una ventana de ubicación gaussiana móvil escalable para adaptar la resolución de tiempo dependiendo del contenido de frecuencia de la señal.	<ul style="list-style-type: none"> • Buena resolución en el dominio del tiempo y la frecuencia. • Los componentes del espectro se pueden ubicar en el dominio del tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere calibración • Gran tiempo de procesamiento computacional • No es adaptativo
• Separación ciega de fuentes (BSS)	• El BSS es capaz de revelar características mixtas en los datos medidos.	<ul style="list-style-type: none"> • Buena relación señal-ruido • Buena precisión en la separación de los componentes de frecuencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere calibración • Las señales no lineales y transitorias no se pueden analizar adecuadamente

Fuente: López-Castro et al. (2022)

2.2.13 Daños psicológicos

Kumar & Bhavana expusieron en su artículo "**Post Earthquake Equilibrium Disturbance: A Study After Nepal-India Earthquake 2015**" descrito en el año 2018, a partir de un evento sísmico dejan muchas huellas una de los más emblemáticas son los trastornos, mareos, estrés psicológico y vértigo. La India un País que comparte una de las zonas altamente sísmicas para el año 2015, abril del 25 al 30 enfrentaron 2 sismos de gran magnitud superiores a 7 y múltiples replicas viéndose en la obligación de evaluar su salud mental y física de 43 personas, así ejecutaron un test para su analizar el comportamiento evidenciando el 68.18% enfrente por primera vez, más del 52.2% sentían vibraciones posteriores, el 40.9% mencionaron haber sentido las vibraciones antes que sus acompañantes. Por otra parte, un 38.63% poseían problemas con ansiedad, 50% entablaron conversaciones sobre lo sucedido y el otro 50% entendía lo que sucedía, pero la mayoría expresaron sentir incompetencia por no enfrentar lo sucedido de sus allegados.

Figura 29 Epicentros del terremoto Nepal, India



Fuente: Kumar & Bhavana. (2018)

Mouloud y otros enunciaron en su investigación "**Post-earthquake damage classification and assessment: case study of the residential buildings after the $M_w = 5$ earthquake in Mila city, Northeast Algeria on August 7, 2020**" descrito el año 2022, los movimientos sísmicos arremeten los elementos estructurales

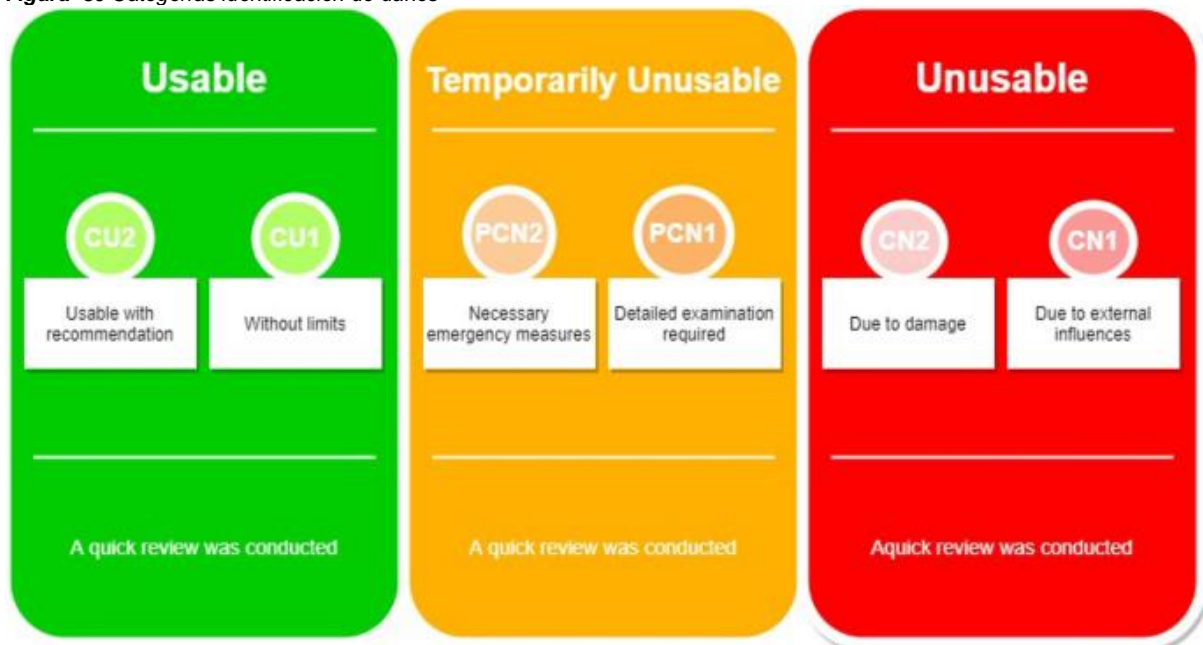
objetivamente además para que ocurran daños implica considerar datos como el año de construcción, tipo de suelo, los materiales, la ductilidad y su rigidez. Por otra parte, también se requieren información de la ciudad influyente como geotécnicos, geomorfológicas, geográficas, topográficos además considerar condiciones sísmicas o ubicación de las placas tectónicas y actividad sísmica relación tiempo historia. El propósito de la evaluación buscar la viabilidad y habitabilidad de las edificaciones post-sismo comprobar si son habitables a corto o largo plazo clasificando en 6 secciones para la identificación, por consiguiente, tras el análisis de una edificación en estudio dio como clasificación TIPO PCN1, daños en los componentes estructurales como no estructurales en más visualizado en grietas y separación en las zonas de confinamiento o nodos estructurales.

Tabla 6 Descripción de figura 30

Clasificación	Descripción
CU1	Uso sin restricciones posible (etiqueta verde oscuro)
CU2	Útil con sugerencias (Etiqueta verde)
PCN2	Inutilizable por el momento, es esencial un examen completo (etiqueta amarilla oscura)
PCN1	temporalmente ineficaz (etiqueta amarilla)
CN2	Debido a influencias externas, ya no se puede utilizar (etiqueta Dark Red)
CN1	Debido a daños, ya no se puede utilizar (Etiqueta roja)

Fuente: Mouloud et al. (2022)

Figura 30 Categorías identificación de daños



Fuente: Mouloud et al. (2022)

Figura 31 Grietas exteriores e internas

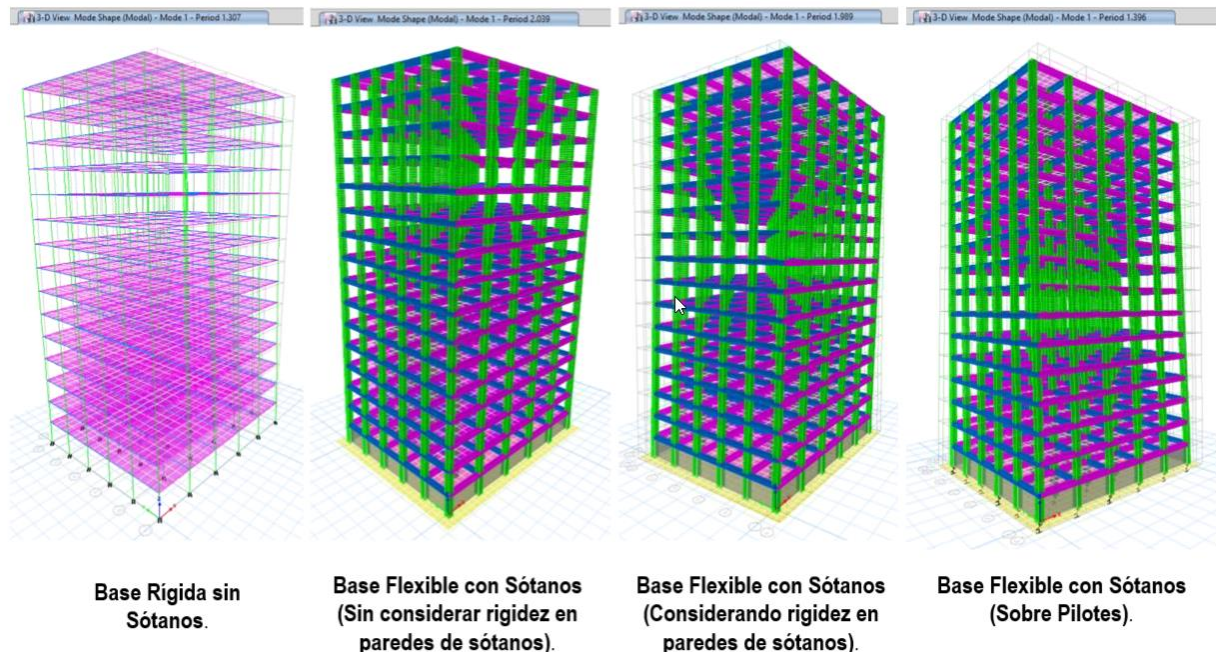


Fuente: Mouloud et al. (2022)

2.2.14 Interacción Suelo, cimentación y Estructura

Comprende el fenómeno ocurrido por el comportamiento dinámico entre suelo-estructura debido a los movimientos sísmicos, esto a partir de una respuesta de la edificación con la cimentación. Es decir, el suelo proyecta, transmite y soporta las cargas ejercidas por los sismos o la estructura, para un mejor diseño o rehabilitación frente a una respuesta estructural del cimiento. Además, considerando los efectos de sitio adherido al comportamiento estructural propone medidas de progreso para dominar el riesgo sísmico.

Figura 32 Estructuras flexibles sobre suelos blandos



Fuente: Sísmica institute. (2023)

Tabla 7 Descripción de imagen 32

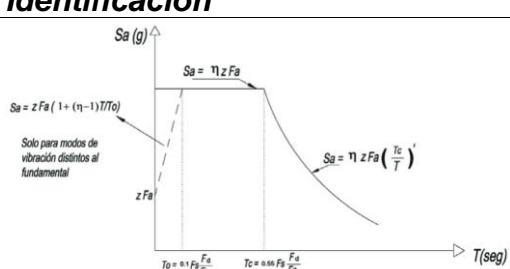
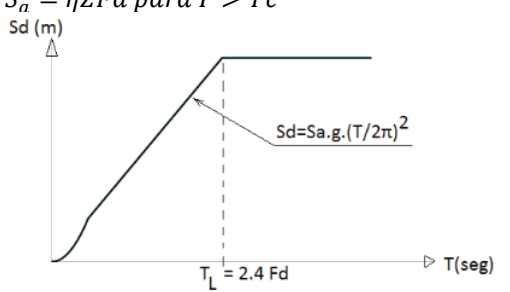
Interacción	Periodo fundamental de vibración
Base rígida sin sótanos	1.307 seg
Base flexible con sótanos (Sin considerar rigidez en paredes de sótanos)	2.039 seg
Base flexible con sótanos (Considerando rigidez en paredes de sótanos)	1.989 seg
Base flexible con sótanos (Sobre pilotes)	1.396 seg

Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

2.2.15 Espectros sísmicos (NEC)

Según Seismous, son curvas que representan las respuestas del suelo ante la actividad sísmica frente a una estructura, son usados para evaluar el riesgo frente al desempeño de una estructura esto depende de la magnitud o intensidad, profundidad y características del suelo.

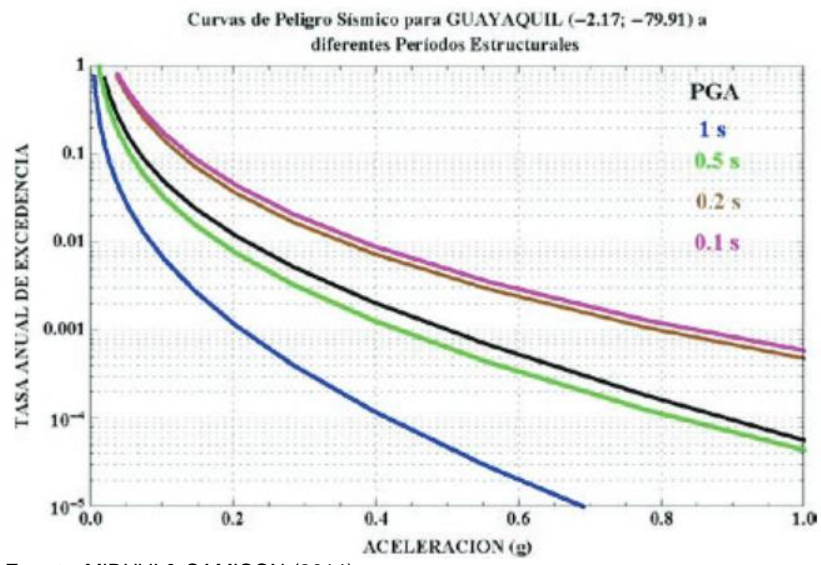
Tabla 8 Espectros sísmicos

Espectro	Descripción	Identificación
Espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones	El espectro de respuesta elástico de aceleraciones S_a , expresado como fracción de la aceleración de la gravedad, para el nivel del sismo de diseño	 <p>Calculados bajo las siguientes formulas: $S_a = \eta Z F a$ para $0 \leq T \leq T_c$ $S_a = \eta Z F a$ para $T > T_c$</p>
Espectro elástico de diseño en desplazamientos	Son desplazamientos espectrales elásticos para diseño, correspondiente al nivel del sismo de diseño, se utilizará el siguiente espectro elástico de diseño de desplazamientos S_d (en metros) definido a partir del espectro de aceleraciones	 <p>Calculados bajo las siguientes formulas: $S_d = S_a(g) * \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2$ para $0 \leq T \leq T_L$ $S_d = S_a(g) * \left(\frac{T_L}{2\pi}\right)^2$ para $T > T_L$</p>

Fuente: MIDUVI & CAMICON (2014)

Modificado por: Garces, Jinson. (2023)

Figura 33 Curvas de peligro sísmico GYE



Fuente: MIDUVI & CAMICON (2014)

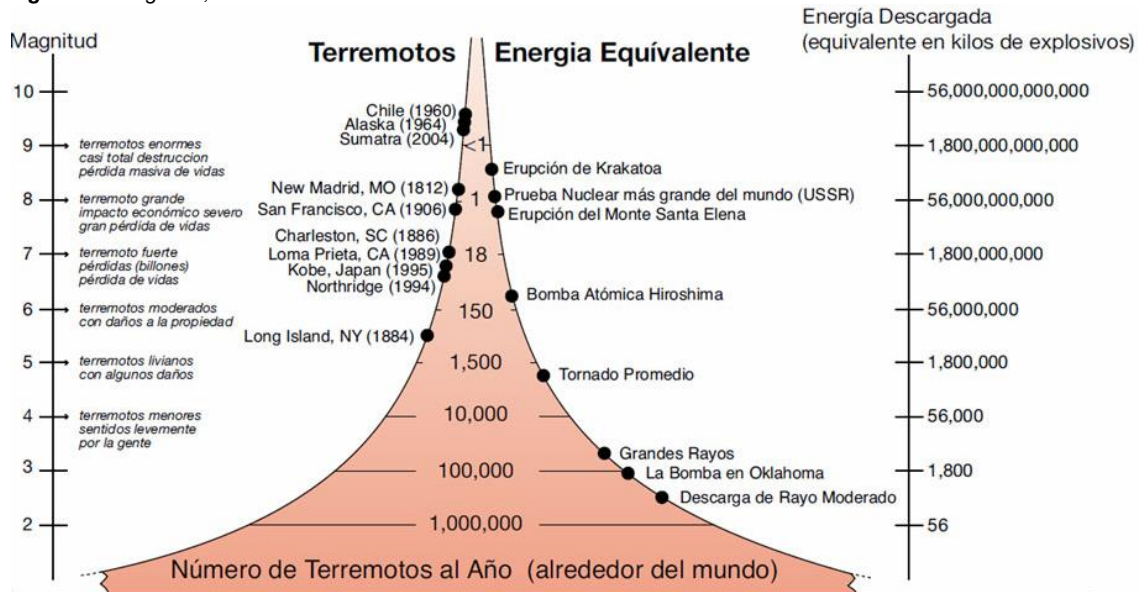
2.3 Marco conceptual:

2.3.1 Identificación sismos:

2.3.1.1 Magnitud

Comprende el análisis sobre cantidad de energía liberada durante un evento, con sismógrafos y la base de escala logarítmica Richter en magnitud de 1 a 10 diseñada en el año 1935 por Charles F. Richter usada en la medición y comparación de tamaño en terremotos, SeismicKnowledge, s.f.

Figura 34 Magnitud, escala de Richter



Fuente: SeismicKnowledge. (s.f.)

2.3.1.2 Intensidad

Analiza los datos a partir de la escala de Mercalli Modificada a través de las ondas sísmicas en la superficie usa una escala de I al XII. Usan los acelerógrafos para dimensionar su energía liberada al epicentro. (SeismicKnowledge, s.f.)

Figura 35 Intensidad, escala de Mercalli Modificada

Escala Sísmica Modificada de Mercalli	
I. Imperceptible	Microsismo, detectado por instrumentos
II. Muy Leve	Sentido por algunas personas (generalmente en reposo)
III. Leve	Sentido por algunas personas dentro de edificios
IV. Moderado	Sentido por algunas personas fuera de edificios
V. Poco Fuerte	Sentido por casi todos
VI. Fuerte	Sentido por todos
VII. Muy Fuerte	Las construcciones sufren daño moderado
VIII. Destructivo	Daños considerables en estructuras
IX. Muy Destructivo	Daños graves y pánico general.
X. Desastroso	Destrucción en edificios bien construidos
XI. Muy Desastroso	Casi nada queda en pie
XII. Catastrófico	Destrucción total

Fuente: SeismicKnowledge. (s.f.)

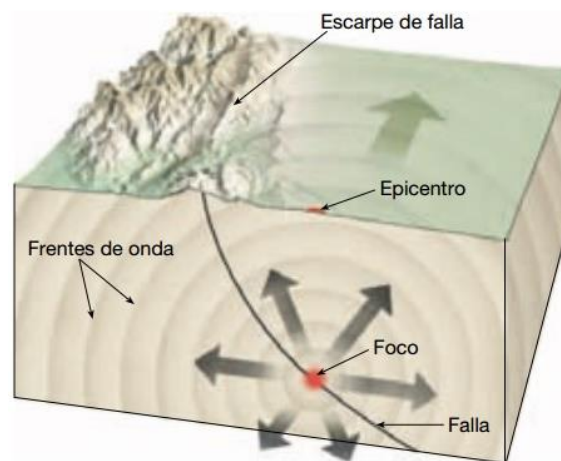
2.3.1.3 Hipocentro

Es el origen parte interna de la superficie y cierta profundidad donde el sismo ocurre su ruptura de la falla, desde allí se propagan las ondas sísmicas, Universidad de Costa Rica, s.f.

2.3.1.4 Epicentro

Es la parte externa donde emerge el sismo y donde genera la genera cantidad de energía liberada desde el hipocentro, Universidad de Costa Rica, s.f.

Figura 36 Hipocentro y Epicentro



Fuente: Universidad de costa rica. (s.f.).

2.3.2 Zonificación sísmica:

Según NEC en el capítulo NEC-SE-DS Peligro Sísmico establece parámetros de identificación de factores de peligrosidad sísmica.

2.3.2.1 Factor Z

El valor de Z de cada zona sísmica de acuerdo a la NEC, representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad.

2.3.2.2 Caracterización peligro sísmico

El Ecuador se divide en seis zonas sísmicas, caracterizada por el valor del factor de zona Z según la NEC. Todo el territorio ecuatoriano está catalogado como de amenaza sísmica alta, con excepción del nororiente que presenta una amenaza sísmica intermedia y del litoral ecuatoriano que presenta una amenaza sísmica muy alta.

Figura 37 Valores del factor Z

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

Fuente: Normativa Ecuatoriana de Construcción, Código NEC-SE-DS. (2015)

2.3.3 Sistemas estructurales

Silja expreso en el año 2022, que son estructuras compuestas de varios miembros para dar forma a una edificación, su función principalmente es soportar las cargas vivas y muertas para transmitir las a la cimentación y por consiguiente al suelo. Dependen esencialmente del tipo de material pueden ser acero, hormigón armado o mampostería.

Tabla 9 Sistemas estructurales

Sistema	Descripción	Identificación
Pórticos hormigón	“Sistema formado por columnas y vigas los cuales transmiten las cargas axiales hacia la cimentación, disipan mayor cantidad de energías sísmicas, pero poseen baja resistencia y rigidez lateral por otra parte su gran flexibilidad permite desplazamientos considerables por lo cual producen daños en los elementos no estructurales puede usarse hasta 20 pisos.” ^a	
Pórticos acero	“Son fabricados a partir de perfiles de acero laminados en frío pueden ser soldados, empernados o remachados entre sus beneficios están bajo peso y mantienen buena resistencia frente a un evento sísmico.” ^b	
Muros portantes	“Considerados placas verticales y horizontales funcionan como paredes de carga reemplazando las columnas y vigas además de lo horizontal como losas, es un sistema que aporta gran resistencia y rigidez y un gran reto en la disipación de esfuerzos sísmicos, termina siendo más liviano a comparación de un sistema aporticado puede ocuparse hasta 30 pisos.” ^a	
Mampostería confinada	“Un sistema el cual conlleva el uso de bloque y luego unir los elementos estructurales formando un conjunto para elevar su resistencia no debe exceder los 5 niveles.” ^c	

Mampostería reforzada interiormente “Su diferencia a la anterior es la colocación del bloque y por el uso de reforzamiento con acero entre los agujeros este método necesita de supervisión activa a consideración de la confinada.”^c



Abovedados “En términos concretos pertenece a un arco usada para cubrir distancias dependiendo de la geometría para soportar condiciones de carga y soporte.”^a



Cerchas “Comprende perfiles unidos entre sí por soldadura para formar una estructura rígida triangular capaz de resistir grandes cargas, parte de un sistema estructural puede ser el aporticado de acero es liviana y económica para llevar a cabo naves estructurales, su sistema es sometido a tracción y compresión.”^c





Fuente: ^aGuedez & Niño (2014), ^bRAG Ingeniería Estructural (s.f.) & ^cNavarro Vargas Inmobiliaria (2023), *Elaborado por:* Garces, Jinson. (2023)

2.3.4 Elementos estructurales

Según Arkiplus en su publicación “Tipos de elementos estructurales” del año 2023, expresa que son partes diferenciadas de una estructura las cuales estarán sometidas a fuerzas pasan por un cálculo para resistir los diferentes esfuerzos.

Tabla 10 Elementos estructurales

Elemento	Descripción	Identificación
Columnas	“Es un elemento estructural vertical diseñado para soportar cargas a compresión. Las columnas transfieren las cargas verticales desde las vigas, techos o estructuras superiores hacia los cimientos o estructuras inferiores.” ^a	
Vigas	“Es un elemento estructural lineal que se maneja para soportar y transferir cargas verticales a las columnas o pilares adyacentes. Habitualmente se diseñan para trabajar a flexión y corte.” ^a	
Losa	“Es una estructura plana comúnmente delgada que se usa como techo o entrepiso. Puede ser de hormigón, acero o madera, y se maneja para distribuir las cargas de forma uniforme y resistir flexiones y cortantes.” ^b	

Muros “Es un elemento estructural vertical diseñado para resistir cargas laterales y suministrar estabilidad a una estructura. Los muros pueden ser de diferentes materiales, como ladrillo, hormigón o acero.”^c


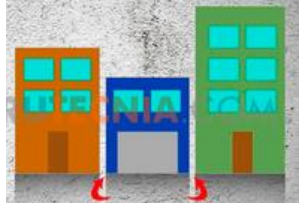


Fuente: ^aGonzales, Cheily-Homify (2021), ^bArkiplus (2023) & ^cARQUITECTURA PURA (s.f.)
Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

2.3.5 Juntas de separación

Las juntas de separación son elementos sustanciales para el uso en la construcción de estructuras, diseñadas para admitir movimientos y acomodar las deformaciones resultantes de cambios térmicos, asentamientos diferenciales, cargas sísmicas, entre otros factores. Estas juntas se utilizan para evitar daños estructurales y funcionales debido a permitir movimientos en una edificación.

Tabla 11 Juntas de separación

Junta de separación	Descripción	Identificación
Juntas de dilatación	Se utilizan para adecuar y controlar los cambios térmicos en la estructura ya sea de hormigón o acero. ^a	
Juntas de construcción	Se instalan durante la construcción para dividir diferentes elementos estructurales, como losas o muros. ^b	
Juntas sísmicas	Diseñadas para permitir el desplazamiento horizontal durante un evento sísmico, reduciendo así la concentración de tensiones y minimizando los daños en la estructura. ^a	

Fuente: MAURER (s.f.) & EMAP Group-360 en Concreto. (s.f.)
Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

2.3.6 Separación estructuras adyacentes (NEC)

Tabla 12 Separación estructuras adyacentes

Junta	Descripción
Separación dentro de la misma estructura	Todos los elementos de la estructura deben diseñarse y construirse para que actúen como un solo sistema estructural a efectos de resistir el sismo de diseño, a menos que intencionalmente se separen unos de otros una distancia suficiente para evitar problemas de colisión entre ellos.

Separación entre estructuras adyacentes

La normatividad urbana de las ciudades debería establecer la separación mínima que debe existir entre estructuras colindantes que no formen parte de la misma unidad estructural.

Fuente: MIDUVI & CAMICON (2014)
Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

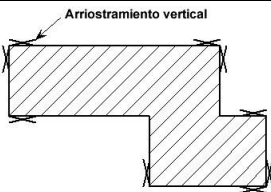
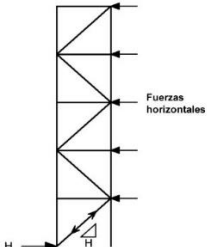
2.3.7 Establecimiento de separaciones mínimas entre estructuras

Según Norma Ecuatoriana de construcción (CAPITULO-SE-DS-2015) expresa, el establecimiento de separaciones mínimas entre estructuras debe evitar el golpeteo entre estructuras adyacentes, o entre partes de la estructura intencionalmente separadas, debido a las deformaciones laterales.

2.3.8 Sistemas de arriostramiento

Se generalizan como sistemas para la distribución de cargas laterales, fundamentales para establecer estabilidad y resistencia ante las fuerzas horizontales causadas por los sismos o vientos evitando el colapso y asegurando la integridad de la edificación.

Tabla 13 Sistemas de arriostramiento

Sistema	Descripción	Identificación
Arriostramiento vertical	Proporcionan transferir las fuerzas horizontales hacia la cimentación y además genera estabilidad lateral	
Arriostramiento horizontal	Proporciona transferir las fuerzas horizontales fijadas en las columnas hacia las vigas o cimentación	

Fuente: C Ingeniería & Construcción S.A.S (2023)
Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

2.3.9 Ocupación civil

Se clasifican en función de servicios y se basan en regulaciones específicas sobre normativas para garantizar el correcto funcionamiento de las mismas.

Tabla 14 Ocupación civil

Tipo	Sección	Descripción
Residencial	Unifamiliar	Edificaciones diseñadas para albergar una sola familia
	Multifamiliar	Edificaciones que contienen múltiples unidades de vivienda, como apartamentos o condominios

Comercial	Oficinas	Edificaciones destinadas a proporcionar espacios para actividades administrativas y de negocios
	Tiendas y locales	Edificaciones destinadas a la venta minorista de bienes o servicios
	Centro comerciales Hoteles o alojamientos	Edificaciones que albergan múltiples tiendas y comercios bajo un mismo techo Edificaciones destinadas a proporcionar servicios de hospedaje y alojamiento temporal
Industrial	Fabricas	Edificaciones utilizadas para la producción y fabricación de bienes
	Almacenes	Edificaciones utilizadas para el almacenamiento de mercancías y productos
Institucional	Educación	Escuelas, colegios, universidades y otros centros de educación
	Salud	Hospitales, clínicas, consultorios médicos y otros centros de atención médica.
	Gubernamentales	Edificaciones utilizadas por entidades gubernamentales para llevar a cabo funciones administrativas y de servicio público
	Religión	Iglesias, mezquitas, sinagogas y otros lugares de culto
Recreativo	Edificios deportivos Entretenimiento	Estadios, gimnasios, pabellones deportivos y otros espacios para actividades deportivas Cines, teatros, salas de conciertos y otros lugares de entretenimiento público.
	Centros recreativos	Piscinas, parques acuáticos, centros de ocio y otros espacios para actividades recreativas
	Seguridad	Edificaciones objetivas de dar seguridad a la ciudadanía en general

Fuente: Antury et al., (2016)

Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

2.3.10 Categorización de edificaciones y tipo de uso

Según MIDUVI & CAMICON en el año 2014, capítulo de cargas no sísmicas establece la clasificación de edificaciones por categoría para identificar su sectorización y posibles daños eventuales sucedidos por causas naturales.

Tabla 15 Categorización de edificio en base a su topografía

Categoría	Descripción
A	(sin obstrucción): edificios frente al mar, zonas rurales o espacios abiertos sin obstáculos topográficos
B	(obstrucción baja): edificios en zonas suburbanas con edificación de baja altura, promedio hasta 10m
C	(zona edificada): zonas urbanas con edificios de altura

Fuente: MIDUVI & CAMICON (2014)

Modificado por: Garces, Jinson. (2023)

Tabla 16 Tipo de uso, destino e importancia

Tipo de uso, destino e importancia	
Categoría	Descripción
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
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
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores

Fuente: MIDUVI & CAMICON (2014)

Modificado por: Garces, Jinson. (2023)

2.3.11 Tipo de suelo NEC

Tabla 17 Tipo de perfil de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s $> V_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	760 m/s $> V_s \geq 360$ m/s $N \geq 50.0$ $S_u \geq 100$ KPa
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ 100 kPa $> S_u \geq 50$ kPa
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50$ kPa
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:	F1, F2, F3, F4, F5, F6 (regirse a la NEC)

Fuente: MIDUVI & CAMICON (2014)

Modificado por: Garces, Jinson. (2023)

2.3.12 Inspección y Marcación de Estructuras de Mampostería

Comprende un proceso importante en la evaluación al recolectar datos prioritarios para identificar daños específicos sobre la edificación como; muros, mampostería.

Tabla 18 Inspección y Marcación de Estructuras de Mampostería

Caso	Descripción	Causas
Falla en el antepecho	En resumen, es un muro de protección ubicado en balcones y terrazas. ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Daños por impacto • Acción sísmica
Falla en la conexión de los diafragmas muro	Ocurridos en las uniones o conexiones de losas, muros, paneles cumplen la función dar resistencia y estabilidad a una estructura durante sucesos sísmicos. ^b	<ul style="list-style-type: none"> • Tipos de conexión • Pérdida de rigidez • Pérdida de capacidad de resistencia sísmica
Falla en el diafragma de muros por inclinación	Son ocurridos cuando se inclina o desplaza desde su posición original. ^b	<ul style="list-style-type: none"> • Inclinación • Pérdida de rigidez • Pérdida de capacidad de resistencia sísmica
Excesiva deflexión en el diafragma	Consideración por deflexiones exageradas incluye los desplazamientos descontrolados puede comprometer la integridad de la edificación. ^b	<ul style="list-style-type: none"> • Insuficiente resistencia • Sobrecarga • Daños de elementos estructurales • Peligros sísmicos
Falla del plano del muro	Comprende al desplazo o deformada no deseada bajo consideraciones de diseño. ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Deformaciones • Sobrecargas • Peligros sísmicos
Colapso del techo y/o losa superior Edificación de cualquier configuración inducida al fallo estructural	Indica bajo las condiciones no aceptadas se desplome. ^b	<ul style="list-style-type: none"> • Fractura

Fuente: ^aMontemayor et al., (2018) & ^bLeal Graciano, (2018)
Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

2.3.13 Amenazas geotécnicas

Durante la evaluación es importante considerar varias hipótesis sobre amenazas geotécnicas que podrían amenazar la estabilidad y seguridad de la edificación frente a la acción de un evento sísmico.

Tabla 19 Amenazas geotécnicas

Amenaza	Descripción	Causas
Falla talud	Comprende el colapso o deslizamiento de una masa en una pendiente o ladera que ejerzan fuerzas sobre el talud	<ul style="list-style-type: none"> • Sobrecarga • Pérdida de cohesión • Efectos erosivos
Muros de contención	Son estructuras diseñadas para resistir presiones laterales y mantenerlas en su sitio, pero también pueden ser una desventaja ante la presencia de nivel freático y sismos	<ul style="list-style-type: none"> • Deslizamiento • Volcamiento • Rotura • Sobrecarga • Corrosión (Acero)
Suelos cohesivos	Son suelos que su particularidad es ser limos y arcillas es decir partículas muy finas por el cual su desventaja es retener el agua además dar problemas muy significativos con la acción de los sismos	<ul style="list-style-type: none"> • Amplificación del movimiento sísmico • Licuación del suelo
Licuefacción de suelos	Parte geotécnica que ocurre durante los sismos específicamente en suelos cohesivos donde las fuerzas sísmicas atacan y se distribuyen causando un gran efecto a la edificación, en casos emergiendo a la superficie cierta parte de limos y arcillas	<ul style="list-style-type: none"> • Suelo saturado • Movimiento sísmico
Deslizamientos	Son eventos que se desplazan de forma rápida o gradual cuesta abajo producidas por fuertes lluvias o variaciones de estabilidad de tierra	<ul style="list-style-type: none"> • Suelo saturado • Desprendimientos • Pérdida de cohesión
Grietas de suelo	Son aberturas superficiales que no representan riesgo sin embargo pueden ser profundas y conllevar a errores de deslizamientos	<ul style="list-style-type: none"> • Movimiento sísmico • Sobrecarga • Deslizamiento • Volcamiento
Nivel freático	Guayaquil estando sobre los 7 msnm garantiza agua subterránea que pueden causar problemas como asentamientos en si ver afectada la estabilidad del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Lluvia • Aumento de cauce








Fuente: Hernández Caballero et al., (2021)

Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

2.3.14 Amenazas no estructurales

Son amenazas de una edificación que se refieren a los peligros que consiguen afectar los elementos no relacionados directamente con la estructura principal de un edificio, pero que pueden comprometer la seguridad, funcionalidad y el bienestar de las personas en su interior.

Tabla 20 Amenazas no estructurales

Amenaza	Descripción	Identificación
Techo falso	Refiere a la presencia de cielo raso en suspensión causadas por elementos adherentes con la acción sísmica	
Instalaciones eléctricas	Considera cuidados en la edificación por la actividad sísmica perpetuada en la edificación	
Instalaciones sanitarias	Considera cuidados en la edificación por la actividad sísmica causante en la edificación	
Paredes interiores y exteriores	Daños en mampostería como grietas, desplazamientos, rotura y fractura a simple vista	
Ascensores	Comprende desprendimientos y colapso con condiciones de no uso	
Escaleras	Comprende desprendimientos y colapso con condiciones de no uso, además, de un análisis minucioso en sus conexiones	
Elementos colgantes	Considerados como luminarias, decoraciones, sistemas de climatización	

Fuente: Iñiguez Jiménez et al., (2017)
 Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

2.3.15 Regularidades, configuraciones e Irregularidades

La regularidad en planta y elevación es una condición se busca que la estructura contenga las fuerzas sísmicas en decir sea sismorresistente, sus parámetros a considerar como la geometría y el sistema estructural empleado. En planta se verifican los elementos en el plano estructural. En elevación se refiere a la acción vertical de los elementos estructurales, señala el no tener interrupciones o discontinuidades que puedan crear concentraciones de esfuerzos.

Las configuraciones de una estructura simple o regular su función es lograr su desempeño sísmico por consecuente evitar el daño comprometiendo su ductilidad y esfuerzos.

Tabla 21 Configuraciones estructurales, (NEC-2015)

Configuración	Descripción	Identificación
Elevación	<p>La altura de entrepiso y la configuración vertical de sistemas aporcados, es constante en todos los niveles.</p> <p>La dimensión del muro permanece constante a lo largo de su altura o varía de forma proporcional</p>	
Planta	<p>La configuración en planta ideal en un sistema estructural es cuando el Centro de Rigidez es semejante al Centro de Masa.</p>	

Fuente: MIDUVI & CAMICON (2014)
 Modificado por: Garcés, Jinson. (2023)

Las irregularidades son variaciones en la geometría debido a la masa o rigidez de una estructura se clasifican en planta y elevación; tanto las de planta se refieren a discontinuidades asimétricas en la forma o distribución de los elementos estructurales en el plano horizontal en cambio las de elevación, tratan las variaciones en plano vertical analizando la rigidez, masa en los pisos y entrepisos.

Tabla 22 Irregularidades de elevación y planta (NEC-2015)

Regularidad	Descripción	Identificación
Elevación	<p>Ejes verticales discontinuos o muros soportados por columnas.</p> <p>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>	

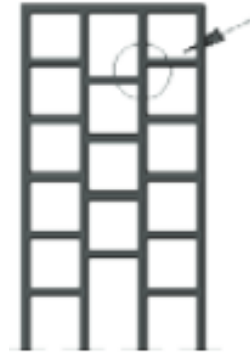
Piso débil-Discontinuidad en la resistencia.

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)



Columna corta.

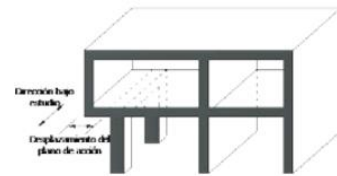
Se debe evitar la presencia de columnas cortas, tanto en el diseño como en la construcción de las estructuras



Planta

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.



Fuente: MIDUVI & CAMICON (2014)
Modificado por: Garces, Jinson. (2023)

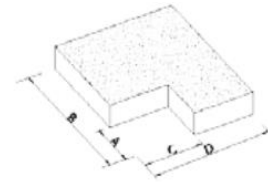
Tabla 23 Irregularidades y coeficientes de configuración estructural

Tipos	Descripción	Identificación
<p>Tipo1 - Irregularidad torsional $\phi_{pi} = 0.9$ $\Delta > 1.2 \frac{(\Delta 1 + \Delta 2)}{2}$</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>	

Tipo 2 - Retrocesos excesivos en las esquinas

$\phi_{pi} = 0.9$
 $A > 0.15B$ y $C > 0.15D$

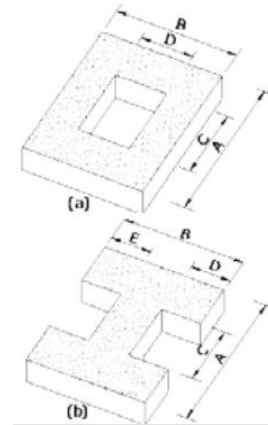
La configuración de una estructura se considera irregular cuando presenta entrantes excesivos en sus esquinas. Un entrante en una esquina se considera excesivo cuando las proyecciones de la estructura, a ambos lados del entrante, son mayores que el 15% de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección del entrante



Tipo 3 - Discontinuidades en el sistema de piso

$\phi_{pi} = 0.9$
 a) $CxD > 0.5AxB$
 b) $(CxD + CxE) > 0.5AxB$

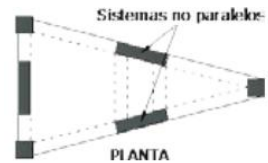
La configuración de la estructura se considera irregular cuando el sistema de piso tiene discontinuidades apreciables o variaciones significativas en su rigidez, incluyendo las causadas por aberturas, entrantes o huecos, con áreas mayores al 50% del área total del piso o con cambios en la rigidez en el plano del sistema de piso de más del 50% entre niveles consecutivos.



Tipo 4 - Ejes estructurales no paralelos

$\phi_{pi} = 0.9$

La estructura se considera irregular cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura.



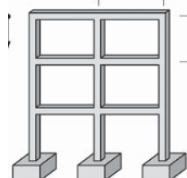
Nota: La descripción de estas irregularidades no faculta al calculista o diseñador a considerarlas como normales, por lo tanto la presencia de estas irregularidades requiere revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación.

Fuente: MIDUVI & CAMICON (2014)
 Modificado por: Garces, Jinson. (2023)

2.3.16 Tipología del sistema estructural

Se clasifica los sistemas estructurales delimitándolos según sus características, formas y función para los que son diseñados basándose en cálculos tanto geométricos y tipo de material.

Tabla 24 Tipología de sistema estructural

Tipología	Descripción	Identificación
Pórtico de hormigón armado	Radica en una serie de columnas y vigas distribuidas y unidas entre si formando un marco rígido capaz de resistir cargas verticales y horizontales	

Pórtico de hormigón armado prefabricados

Trabaja de la misma forma que el anterior simplemente estos son realizados fuera del sitio para luego su ensamblaje



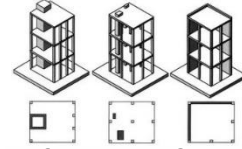
Vivienda prefabricada

Son estructuras construidas fuera del sitio para luego su ensambladura en de totalidad, admite varias ventajas como tiempo y calidad controlable



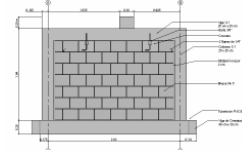
Pórtico de hormigón armado con muros de corte

Comprende el sistema estructural en el cual se combina columnas, vigas y muros para resistir las fuerzas sísmicas producidas por los sismos



Pórtico de hormigón armado con mampostería estructural

Sistema constructivo que combina los muros de mampostería con vigas y columnas formando un solo bloque



Losas prefabricadas de hormigón

Son elementos estructurales horizontales cumple su función división de entrepiso



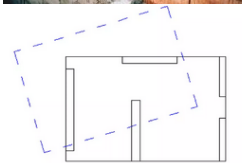
Edificios de mampostería no reforzada

Son muros compuestos netamente de mampostería sin reforzamiento de acero



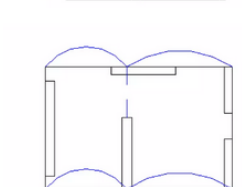
Edificios de mampostería reforzada con diafragmas rígidos

Son estructuras de mampostería con reforzamiento de acero y por columnas, vigas y losa formando un solo elemento rígido



Edificios de mampostería reforzada con diafragmas flexibles

Son estructuras de mampostería con reforzamiento de acero estructural y por columnas, vigas y losa formando un solo elemento flexible



Pórtico de acero laminado (Pórtico resistente a momento)

Sistema estructural compuesto por vigas y columnas que se unen mediante conexiones capaces de transmitir momentos y resistir fuerzas laterales



Pórtico de acero laminado con diagonales

Difiere un sistema de columnas y vigas con diagonales formando el patrón triangulación resisten las fuerzas ejercidas por vientos y sismos



Pórtico de acero alivianado o conformado en frío

Un sistema de pórticos perfiles, vigas laminadas en frío es decir forman de varias piezas alivianando la estructura



Pórtico de acero laminado con muros estructurales hormigón

Comprende columnas, vigas de acero estructural combinados con muros de hormigón



Pórtico de acero con paredes de mampostería de bloque

Es un sistema estructural que las columnas y vigas de acero estructural se combina con paredes de mampostería de bloque



Fuente: De Justo Moscardó et al. (s.f.)
Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

2.2 Marco Legal:

2.2.1 Constitución de la República del Ecuador, 2008

Para la evaluación post-sismo en Ecuador se apoya en varios artículos de la Constitución de la República de Ecuador, 2008. Estos documentos legales brindan el fundamento necesario para analizar los efectos del gobierno central para los movimientos sísmicos causados sobre la sociedad, infraestructuras y medidas de mitigación, hacia una recuperación rápida y de seguridad.

- **Art. 261.-** El Estado central tendrá competencias exclusivas sobre, **con el literal 8**; El manejo de desastres naturales.
- **Art. 326.-** El derecho al trabajo se sustenta en los siguientes principios, **con el literal 5**; Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.
- **Art. 389.-** El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad, **con el literal 6**; Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional, Constitución del Republica de Ecuador (2008).

2.2.2 Norma ecuatoriana de construcción (NEC)

En la investigación, se emplearon diversos capítulos de la Norma Ecuatoriana de Construcción de la República del Ecuador. Estos capítulos ofrecen directrices y pautas cruciales para analizar la resistencia y el estado estructural de edificaciones tras un sismo, contribuyendo a la mejora de la resiliencia y seguridad de las construcciones.

2.2.2.1 NEC-SE-RE (Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación De Estructuras)

- Verificación del desempeño sísmico de estructuras
- Rehabilitación sísmica
- Evaluación del riesgo sísmico en edificios

- Evaluación del riesgo sísmico a nivel nacional, regional y urbano, MIDUVI & CAMICON (2014)

2.2.2.2 NEC-SE-DS (Peligro Sísmico Diseño Sismo Resistente)

- El objetivo es reducir el riesgo sísmico a niveles aceptables para el contexto ecuatoriano.
- Se recuerda que la respuesta de una edificación a sollicitaciones sísmica del suelo se caracteriza por aceleraciones, velocidades y desplazamientos de sus elementos, en particular de los pisos en el caso de edificios.
- Categorización sísmica
- Desempeño sísmico, MIDUVI & CAMICON (2014).

2.2.2.3 NEC-SE-SG (Cargas “No sísmicas”)

- Categorización de edificaciones
- Carga viva: sobrecargas mínimas
- Elementos estructurales

2.2.2.4 NEC-SE-HM (Estructuras de Hormigón Armado)

- Requisitos de resistencia
- Sistemas estructurales de hormigón armado
- Tipos de acero para hormigón armado
- Conectores para resistir fuerzas de corte, MIDUVI & CAMICON (2014)

2.2.3 Ordenanza sustitutiva de edificaciones y construcciones del cantón

Guayaquil

- Línea de construcción
- Salientes y voladizos
- Clasificación de las edificaciones
- Indicadores de Edificabilidad
- Usos de las Edificaciones
- Habitabilidad, Municipalidad del Cantón Guayaquil (2000).

2.2.4 ATC-40 (Applied Technology Council-40)

Como norma internacional y citada en la NEC, se toma la ATC-40, esta norma es una herramienta fundamental que proporciona directrices y procedimientos para realizar una evaluación estructural de edificaciones después de un sismo, permitiendo identificar daños, evaluar la seguridad y recomendar medidas de mitigación adecuadas para mejorar la resiliencia sísmica, ATC-40 (1996). Además, detalla instrucciones conjuntas en la evaluación de edificaciones existentes luego de un evento sísmico, representa la Comisión de Seguridad Sísmica de California (CSSC) – Estados Unidos. Esta norma detalla procedimientos los cuales adherirse para cumplir parámetros post-sismo frente a un evento de gran magnitud en la evaluación de estructuras además del manejo para planear un adecuado sistema de reforzamiento estructural, basándose en el desempeño estructural.

2.2.5 ATC-20 (Applied Technology Council-20)

En 1989, con fondos de la Oficina de Servicios de Emergencia de California, la Oficina de Planificación y Desarrollo de la Salud Estatal de California y la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias, el Consejo de Tecnología Aplicada (ATC) publicó los Procedimientos ATC-20 para la evaluación de la seguridad de los edificios después de un terremoto, y acompañante ATC-20-1 Field Manual: Postearthquake Safety Evaluation of Buildings, Second Edition (revisado a principios de 2005). Escritos específicamente para ingenieros estructurales voluntarios e inspectores de edificios, estos informes incluyen procedimientos de evaluación rápidos y detallados para evaluar edificios dañados por terremotos y publicarlos como INSPECCIONADOS (aparentemente seguros, cartel verde), ENTRADA LIMITADA (cartel amarillo) o INSEGUROS (cartel rojo). En 1995, con fondos de la Fundación Nacional de Ciencias y el Servicio Geológico de EE. UU., ATC publicó el informe ATC-20-2, Anexo a los Procedimientos de evaluación de seguridad de edificios posteriores a terremotos de ATC-20, que contiene actualizaciones de los procedimientos ATC-20, incluida una Formulario de Evaluación de Seguridad de Evaluación Rápida revisado, un Formulario de Evaluación de Seguridad de Evaluación Detallada revisado y carteles rojos, amarillos y verdes revisados, ATC-20 (2005).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de la investigación: (mixto)

La presente investigación se caracteriza por su enfoque mixto, que integra tanto métodos cuantitativos como cualitativos. Con el objetivo de analizar los efectos observacionales, se recopilan datos cuantitativos, mientras que para comprender las respuestas proyectadas se emplean enfoques cualitativos. Además, se realiza una exhaustiva revisión de información proveniente de diversas plataformas y sitios de investigación relacionados con los sismos. Esta estrategia se adopta para garantizar una comprensión integral del fenómeno estudiado y cumplir con los requerimientos específicos de la investigación.

La combinación de enfoques y la diversidad de fuentes de información permiten obtener una visión más completa y precisa de los sismos y sus implicaciones. En una investigación de evaluación post-sismo con enfoque mixto, se utiliza una combinación de los métodos para obtener una comprensión completa de los efectos del sismo en la construcción y recopilar información.

Fase cuantitativa, se obtendrá y analizará datos numéricos para cuantificar y medir aspectos específicos de la evaluación post-sismo, incluyendo datos geográficos, demográficos, geotécnicos, estructurales, serviciabilidad, intensidad del sismo, duración y magnitud de daños de edificios.

Fase cualitativa, comprende las percepciones de las personas afectadas por este fenómeno los sismos, además, incluye documentales, entrevistas y análisis de documentos relevantes que aportan con información valiosa en contextualizar y comprender los datos cuantitativos.

3.2 Alcance de la investigación: (descriptivo y correlacional)

Para la evaluación de edificaciones post-sismo se adhiere al alcance descriptivo y correlacional, suma importancia de comprender varios efectos sísmicos y mejorar las estrategias como prácticas de construcción con el fin de mitigar los riesgos en el País, además, implica recopilar datos obtenidos de edificaciones afectadas y detallarlos de manera exhaustiva con el enfoque mixto de sus efectos por los sismos en las edificaciones.

Se analizarán los datos cuantitativos y cualitativos obtenidos de forma integral que permiten la evaluación precisa del impacto sobre la edificación, además, se

obtendrán datos sobre los elementos estructurales principalmente como: columnas, vigas, losa y cimentación, así como también de no estructurales como mampostería, escaleras, cisternas, chimeneas y dependiendo del sistema estructural analizar su correspondiente edificación.

Por parte del alcance descriptivo, recopila datos objetivos o características específicas que servirán en la evaluación correspondiente detalla daños explícitos sobre una edificación esto implica la recolección de datos visuales y mediciones técnicas para evaluar los daños estructurales es decir se analizarán los elementos estructurales con el fin de predecir deformaciones, agrietamientos, desprendimientos y otros signos de daño, además, recolecta características como antigüedad, tipo de edificación, tipo de construcción, materiales y el cumplimiento de normativas y códigos de construcción.

Por otra parte, el alcance correlacional centra su atención en explorar las relaciones entre las variables como la intensidad del sismo y los daños causados además de contar sobre el contexto geográfico y vulnerabilidad sísmica, también, comparte cuantificar los daños obtenidos y factores de riesgo contando estrategias, planificación y mitigación.

La mezcla del alcance descriptivo y correlacional en la investigación de evaluación post-sismo en edificaciones es valiosa para obtener una comprensión más amplia sobre los efectos de los sismos causantes para una edificación. Los datos descriptivos suministran información detallada sobre los daños sufridos y las características de las edificaciones, mientras que el estudio correlacional permite identificar relaciones asociar variables y explorar posibles factores de riesgo.

3.3 Técnica e instrumentos para obtener los datos

3.3.1 Técnicas

Tabla 25.- Técnicas

Técnica	Descripción
Encuesta	Recopilación de datos con un formulario sobre acontecimientos del sector frente a la evaluación post-sismo
Observación	Recopilación de datos con visita técnica a la edificación de estudio

Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

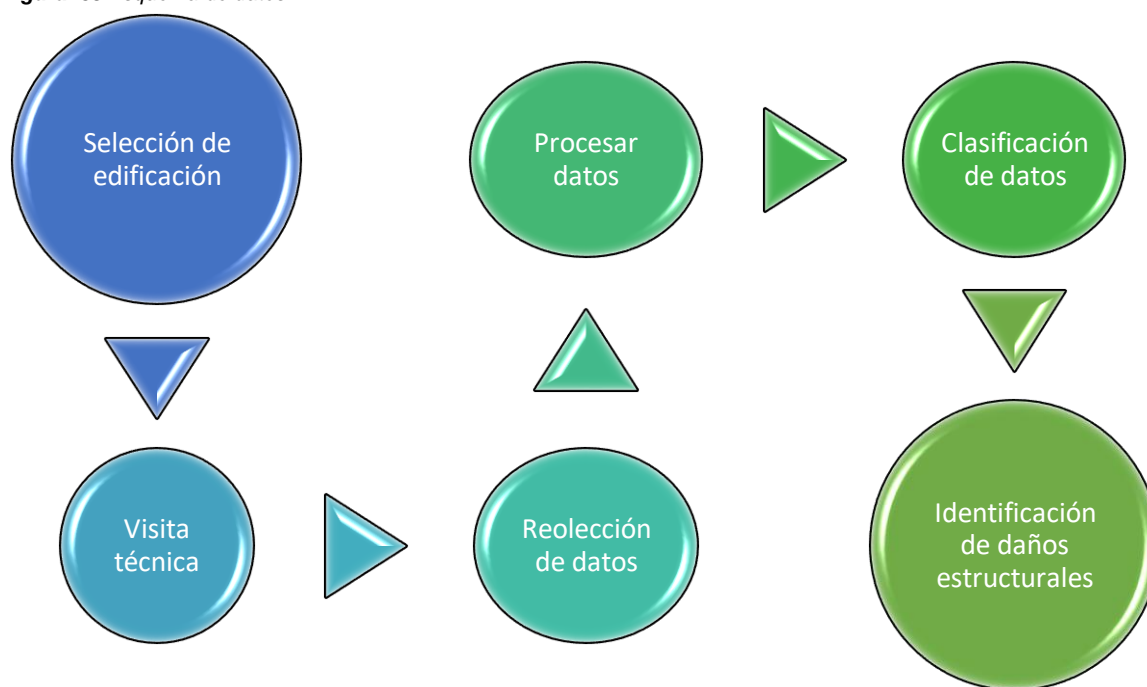
3.3.2 Instrumentos

Tabla 26 Instrumentos

Instrumentos	Descripción
Cámara fotográfica	Dispositivo usado para capturar imágenes o fotografías sobre objetos o escenas
Computadora	Aparato electrónico encargada de recibir, procesar y almacenar la información
Vehículo	Transporte
Flexómetro	Instrumento de medición

Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Figura 38 Esquema de datos



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

La población, en el contexto de este estudio, se refiere al conjunto de individuos que residen en una ubicación geográfica específica. Se considera tanto un grupo sociológico como biológico, ya que involucra aspectos demográficos y características individuales. En este caso particular, se delimitó la zona de estudio en Guayaquil, centrándose en la parroquia Tarqui y específicamente en la Ciudadela Simón Bolívar. Esta área se seleccionó como el centro de estudio y ubicación de la edificación donde se recopilarán los datos necesarios para el estudio. Esta delimitación geográfica permite enfocarse en una población específica y obtener resultados más precisos y relevantes para el objetivo de investigación.

Tabla 27 Población influyente estudio

INEN	Habitantes	Año
Guayaquil	2'698.077	2023
Parroquia Tarqui	1'050.826	2023
Cdla. Simón Bolívar	54	Aprox.

Fuente: Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN. (2023)

Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

3.4.2 Muestra

La muestra es una porción representativa de un "universo" o población, que se utiliza cuando resulta difícil abarcarla en su totalidad. En el caso de este estudio, la muestra se obtiene al recolectar datos y analizar los factores de riesgo en asentamientos urbanos. La población específica considerada es la Ciudadela Simón Bolívar, que cuenta con 54 personas, lo que la convierte en una población finita. La muestra seleccionada permitirá obtener información valiosa y generalizable sobre los factores de riesgo en esta comunidad.

$$n = \frac{z^2 * P * Q * N}{e^2(N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

n= tamaño de la muestra

Z= valor de confianza

p= probabilidad de éxito

q= probabilidad de fracaso

N= población

e= error muestra

Calculo:

Z= 95% valor de confianza

e= 4%

p= 50%

q= 50%

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 60}{0.04^2(60 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 54.63$$

Nota: Aproximadamente 54 personas

3.5 Análisis de Técnicas e instrumentos

3.5.1 Caracterización de la edificación

3.5.1.1 Ubicación

La edificación objeto de estudio se encuentra ubicada en la Cdla. Simón Bolívar, en la parroquia Tarqui de la ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas, Ecuador. Es importante resaltar que esta descripción de su ubicación geográfica permite contextualizar la edificación dentro de un entorno específico, considerando las características sísmicas y geológicas de la zona.

La estructura consta de 4 pisos construidos íntegramente con hormigón armado, lo que le confiere resistencia y rigidez. Este tipo de construcción es común en zonas sísmicas, ya que el hormigón armado tiene la capacidad de absorber y distribuir las fuerzas generadas por los movimientos sísmicos.

Durante el desarrollo del estudio, se recopilarán los datos más relevantes relacionados con esta edificación en particular. Estos datos serán utilizados para identificar posibles daños estructurales y realizar una evaluación exhaustiva posterior al sismo. La evaluación post-sísmica permitirá determinar la capacidad de resistencia de la estructura, analizar su respuesta ante el evento sísmico y, en caso de ser necesario, proponer medidas de reforzamiento para garantizar la seguridad y estabilidad de la edificación en futuros eventos sísmicos.

La descripción de la ubicación geográfica y las características constructivas de la edificación nos brindan un contexto necesario para comprender los desafíos sísmicos a los que se enfrenta. La recolección de datos y la evaluación posterior nos permitirán tomar las medidas adecuadas para garantizar la seguridad y mitigar los riesgos asociados a los eventos sísmicos en esta edificación en particular.

Figura 39 Ubicación de edificación



Fuente: Google earth. (2023)

Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

3.5.1.2 Datos de construcción y zonificación sísmica

La edificación tiene una antigüedad de 30 años y está completamente construida con hormigón. Además, debido a su ubicación en una zona 4, clasificada como una región de alta actividad sísmica el Cantón Guayaquil, de acuerdo con las normativas de la NEC a lo cual se han realizado ensayos en el suelo de toda la localidad, determinando que posee una resistencia media-baja.

Es importante destacar que las condiciones geográficas de la ciudad y las edificaciones, como estar a 7 msnm, generan una presión hidrostática adicional. Estas condiciones hacen que la edificación esté expuesta a condiciones geomecánicas extremas. A simple vista, no se observan errores estructurales evidentes durante el estudio visual, sin embargo, se pueden notar signos de deterioro en toda la estructura. Este puede ser el resultado del envejecimiento de la edificación y las condiciones ambientales a las que ha estado expuesta durante su vida útil.

Estos aspectos son importantes para considerar en el análisis de la capacidad sísmica de la edificación y la evaluación de su resistencia frente a futuros eventos sísmicos. Es fundamental realizar un estudio más detallado para evaluar el estado de los elementos estructurales y determinar si se requiere un refuerzo o mantenimiento adecuado para garantizar la seguridad y estabilidad de la edificación ante posibles eventos sísmicos.

Figura 40 Edificación vista frontal



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Figura 41 Edificación estudio vista lateral



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

3.5.2 Identificación visual

3.5.2.1 Condiciones generales para la evaluación post-sismo

Se identifica elementos tales como:

- Tanque elevado
- Cisterna
- Separación en edificación
- Altura entrepiso
- Locales comerciales
- Elementos no estructurales

Figura 42 Tanque elevado en estructura



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Figura 43 Cisterna de edificación



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Figura 44 Entrepiso edificación



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Figura 45 Diafragma edificación



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

3.5.2.2 Daños patológicos

Se identifica daños tales como:

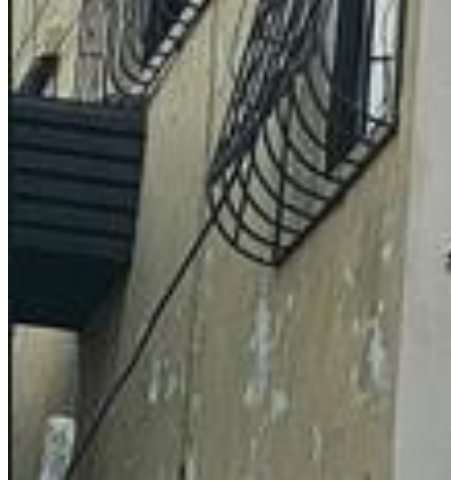
- Grietas y fisuras mínimas
- Humedad y filtraciones
- Deterioro de revestimientos

Figura 46 Deterioro en elementos estructurales



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Figura 47 Deterioro de revestimientos

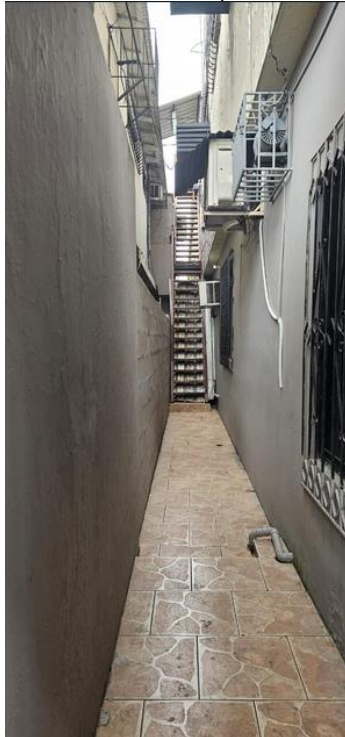


Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

3.5.2.3 Juntas

Se observa juntas de separación entre estructuras adyacentes.

Figura 48 Juntas de separación en entre edificaciones izquierda



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Figura 49 Juntas de separación en entre edificaciones derecha



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

3.5.2.4 Tipología estructural

La edificación está construida íntegramente con hormigón y utiliza un sistema estructural de “pórtico de hormigón armado”. Este sistema es ampliamente utilizado por muchos constructores debido a su capacidad de adaptarse eficientemente a las fuerzas verticales generadas por eventos sísmicos o de viento. Las columnas juegan

un papel fundamental al resistir las cargas verticales, y a su vez, las vigas distribuyen de manera horizontal hacia las cimentaciones o el piso. Esta distribución equilibrada de las cargas permite una mayor resistencia y estabilidad estructural durante eventos sísmicos.

El uso de un pórtico de hormigón armado proporciona una serie de ventajas, como la capacidad de absorber y redistribuir las fuerzas sísmicas a través de las columnas y vigas, brindando resistencia y rigidez a la edificación. Además, el hormigón armado es conocido por su durabilidad y resistencia a largo plazo, lo que contribuye a la seguridad y la vida útil de la estructura.

Es importante tener en cuenta este sistema estructural al realizar análisis y evaluaciones de la capacidad sísmica de la edificación, ya que la resistencia y el comportamiento de la estructura durante un terremoto dependerán en gran medida de la integridad y el diseño del pórtico de hormigón armado.

Figura 50 Viga columna edificación



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

3.5.2.4 Elementos estructurales

Se procedo a observar los siguientes elementos estructurales:

- Columnas interiores, esquineras
- Vigas esbeltas
- Losas

Figura 51 Columnas edificación



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Figura 52 Viga y escalera edificación



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

3.5.2.5 Amenazas geotécnicas

No son observables al ubicarse en un sector de geometría plana. Pero son considerables por las condiciones climáticas y geotécnicas, geomorfológicas y topográficas correspondientes al sector adhieren a considerar esta interrogante para análisis leve en la edificación.

3.5.2.6 Amenazas no estructurales

Se procedo a observar lo siguiente:

- Escaleras metálicas y hormigón
- Tanque elevado
- Letreros observables
- Cisterna

Figura 53 Escaleras metálicas entrepiso



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Figura 54 Escaleras metálicas tumbado



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Figura 55 Lavaderos



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Figura 56 Escalera de hormigón



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

3.5.2.7 Identificación de suelo

En Guayaquil, prevalecen los suelos de media a baja consistencia o resistencia, como se clasifican en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) de 2015, con tipos de perfil E y F. Estos suelos son principalmente arcillosos, con una consistencia que oscila entre media y blanda. Estos se los encuentra a un espesor que varía entre 15 y 40 metros, además de las características geotécnicas específicas requieren estudios detallados para garantizar la estabilidad y seguridad en proyectos de ingeniería.

La presencia de partículas de arcilla influye en las características físicas y mecánicas, es importante considerar estos factores al diseñar y construir edificaciones en Guayaquil, ya que las propiedades geotécnicas del suelo pueden afectar la respuesta de la estructura durante un evento sísmico. Además, tienden a tener una mayor compresibilidad y menor capacidad de carga, lo que puede afectar la estabilidad y la capacidad de resistencia de la edificación, Moncayo Theurer et al., (2018).

3.5.3 Tabulación de la encuesta

En el campo de la ingeniería, la recopilación de datos es esencial para comprender y abordar problemas relacionados con las edificaciones, especialmente después de eventos sísmicos. En este contexto, se llevará a cabo una encuesta con el objetivo de recopilar información precisa y relevante sobre las edificaciones en la Ciudad de Guayaquil.

La muestra seleccionada para esta encuesta constará de 45 participantes, quienes serán encuestados utilizando un conjunto de 18 preguntas específicas relacionadas a los sismos y edificaciones. Esta muestra se considera representativa de la población en estudio y proporcionará una visión integral de las características y condiciones de las edificaciones en la ciudad.

La encuesta se basará en un enfoque mixto de investigación, combinando elementos cualitativos y cuantitativos para obtener una comprensión más completa de la situación. Esto permitirá analizar tanto las características descriptivas de las edificaciones, como también explorar las relaciones y correlaciones existentes entre diferentes variables.

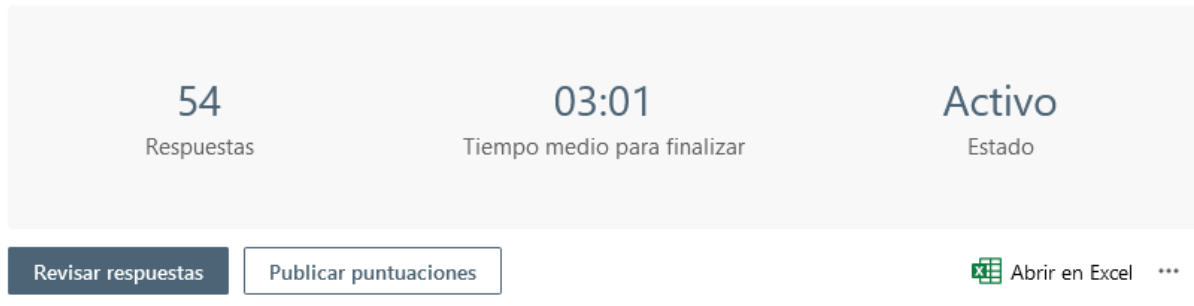
El alcance de esta investigación se centra en la descripción de las edificaciones y en la identificación de posibles correlaciones entre diversas variables. Los resultados de esta encuesta proporcionarán información valiosa para la creación de un formato electrónico post-sismo, el cual será diseñado para facilitar la evaluación y monitoreo de las edificaciones después de un evento sísmico.

Es importante destacar que el formato electrónico resultante se diseñará teniendo en cuenta los hallazgos de la encuesta y cumpliendo con los estándares y regulaciones pertinentes en el ámbito de la ingeniería estructural. Este formato electrónico será una herramienta útil para recopilar y analizar datos relacionados con

las edificaciones, lo que permitirá una respuesta más eficiente y efectiva ante futuros eventos sísmicos.

Figura 57 Encuesta electrónica en Microsoft Forms

PROPUESTA DE UN FORMATO ELECTRÓNICO DE EVALUACIÓN POST-SISMO

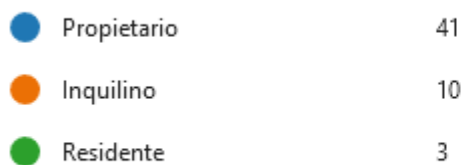


Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

A. Preguntas de encuesta:

1. ¿Cuál es la relación con tu residencia?

Figura 58 Pregunta #1

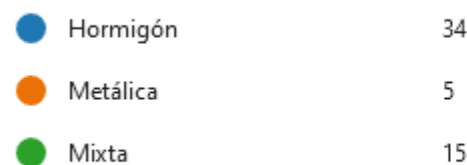


Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Análisis: Realizada la encuesta los resultados conseguidos dieron para propietario 41 (76%), inquilino 10 (19%) y residente 3 (6%).

2. ¿Cuál es el material de construcción de tu residencia?

Figura 59 Pregunta #2



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Análisis: Realizada la encuesta los resultados conseguidos dieron como hormigón 34 (63%), mixta 15 (28%) y metálica 5 (9%).

3. ¿Cuál es la antigüedad aproximada de la edificación en la que te encuentras actualmente?

Figura 60 Pregunta #3

Menos de 5 años	2
Entre 5 y 10 años	20
Entre 10 y 20 años	20
Más de 20 años	12



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Análisis: Realizada la encuesta los resultados conseguidos dieron en su edad aproximada como; menos de 5 años 2 (4%), entre 5 y 10 años 20 (37%), entre 10 y 20 años 20 (37%) y más de 20 años 12 (22%).

4. ¿Has experimentado algún sismo en el área donde se ubica su residencia?

Figura 61 Pregunta #4

Si	48
No	6



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Análisis: Realizada la encuesta los resultados conseguidos dieron en su edad aproximada como sismo en la localidad; si 48 (89%) y no 6 (11%).

5. ¿En qué medida consideras que la edificación en la que te resides actualmente fue afectada por la actividad sísmica?

Figura 62 Pregunta #5

Muy afectada	0
Moderadamente afectada	4
Ligeramente afectada	15
No afectada	35

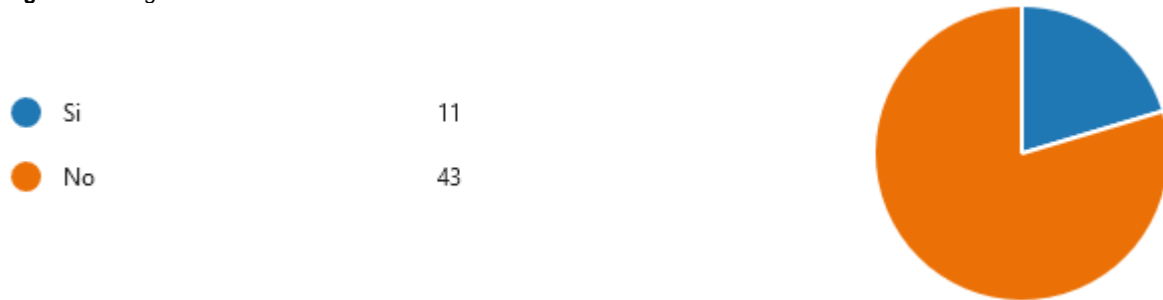


Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Análisis: Realizada la encuesta los resultados conseguidos dieron como; Muy afectada 0 (0%), moderadamente afectada 4 (7%), ligeramente afectada 15 (28%), no afectada 35 (65%).

6. ¿Se realizaron evaluaciones estructurales posteriores a un evento sísmico?

Figura 63 Pregunta #6



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Análisis: Realizada la encuesta los resultados conseguidos dio como; si 11 (20%) y no 43 (80%).

7. ¿En caso de haberse realizado una evaluación estructural, ¿qué daños se identificaron en la edificación?

Figura 64 Pregunta #7



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Análisis: Realizada la encuesta los resultados conseguidos dio a; Columnas, Vigas, Losa 15 (17%), Cimentación 6 (7%), Mampostería (paredes) 31 (36%), No estructurales (escaleras, ascensores, etc.) 18 (20%) y no aplica 17 (20%).

8. ¿Se tomaron medidas para reparar los daños producto de los eventos sismos?

Figura 65 Pregunta #8

● Si	13
● No	41



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Análisis: Realizada la encuesta los resultados conseguidos dio a; si 13(24%) y no 41 (76%).

9. En caso de haberse implementado medidas de reforzamiento, ¿cuáles fueron?

Figura 66 Pregunta #9

● Arriostramiento vertical y horizo...	1
● Reforzamiento estructural	8
● Desconozco	45



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Análisis: Realizada la encuesta los resultados conseguidos dio a; Arriostramiento vertical y horizontal 1 (2%), Reforzamiento estructural 8 (15%) y Desconozco 45 (83%).

10. ¿Consideras que las medidas de reparación fueron adecuadas para garantizar la seguridad de la edificación?

Figura 67 Pregunta #10

● Sí, completamente adecuadas	3
● Sí, parcialmente adecuadas	9
● No, inadecuadas	4
● No aplica	38



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Análisis: Realizada la encuesta los resultados conseguidos dio a; Sí, completamente adecuadas 3 (6%), Sí, parcialmente adecuadas 9 (17%), No, inadecuadas 4 (7%) y No aplica 38 (70%).

11. ¿Has recibido capacitación o información sobre medidas de seguridad ante sismos en tu edificación?

Figura 68 Pregunta #11

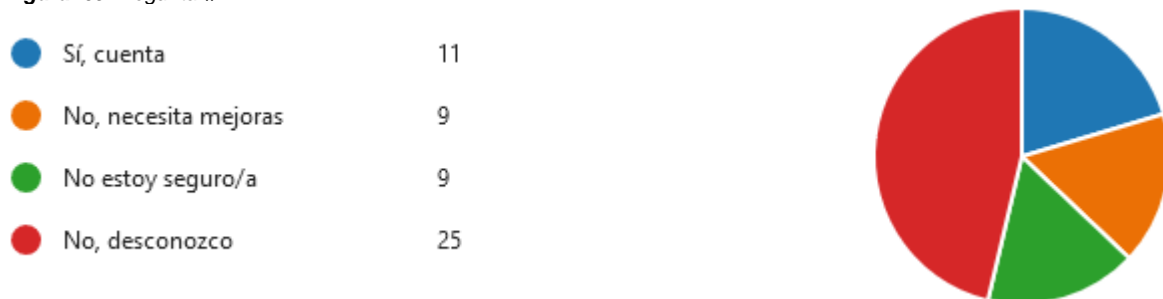


Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Análisis: Realizada la encuesta los resultados conseguidos dio a; si 21 (39%) y no 33 (61%).

12. ¿Consideras que la edificación cuenta con elementos de seguridad adecuados, para enfrentar movimientos sísmicos?

Figura 69 Pregunta #12



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Análisis: Realizada la encuesta los resultados conseguidos dio a; Sí, cuenta 11 (20%), No, necesita mejoras 9 (17%), No estoy seguro/a 9 (17) y No, desconozco 25 (46%).

13. ¿Has experimentado problemas de comunicación o acceso a servicios básicos (agua, electricidad, etc.) luego de un sismo?

Figura 70 Pregunta #13



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Análisis: Realizada la encuesta los resultados conseguidos dio a; Sí, cuenta 25 (49%), No, 29 (51%).

14. ¿Se han implementado medidas de monitoreo sísmico en la edificación, como sensores de movimiento o acelerómetros?

Figura 71 Pregunta #14

● Si	6
● No	18
● Desconozco	30



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Análisis: Realizada la encuesta los resultados conseguidos dio a; Si 6 (11%), No 18 (33%) y Desconozco 30 (56%).

15. ¿Crees que se requiere una mayor supervisión y control por parte de las autoridades competentes en el sector de la construcción?

Figura 72 Pregunta #15

● Sí, definitivamente	44
● No, no es necesario	10



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Análisis: Realizada la encuesta los resultados conseguidos dio a; Sí, definitivamente 44 (81%) y No, no es necesario 10 (19%).

16. ¿Se han realizado estudios geotécnicos para identificar las condiciones del suelo, que se encuentra la edificación luego del evento sísmico?

Figura 73 Pregunta #16

● Si	12
● No	29
● No es necesario	13



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Análisis: Realizada la encuesta los resultados conseguidos dio a; Si 12 (22%), No 29 (54%) y No es necesario 13 (24%).

17. En caso de haber ocurrido daños significativos en la edificación, ¿se ha evaluado la posibilidad de reforzarla o reconstruirla?

Figura 74 Pregunta #17

● Si	4
● No	26
● No aplica, no ha habido daños s...	24



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Análisis: Realizada la encuesta los resultados conseguidos dio a; Si 4 (7%), No 26 (48%) y No aplica, no ha habido daños significativos 24 (44%).

18. Crees que el formato electrónico post-sismo sea adecuado para la evaluación en edificaciones

Figura 75 Pregunta #18

● Definitivamente	26
● Posiblemente	21
● No estoy seguro/a	7



Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

Análisis: Realizada la encuesta los resultados conseguidos dio a; Definitivamente 26 (48%), Posiblemente 21 (39%) y No estoy seguro/a 7 (13%).

B. Conclusión de encuesta

Como conclusión en base a las entrevistas realizadas de un total de 54 personas, se puede concluir que se ha obtenido una muestra representativa para obtener información. Estos datos han proporcionado una visión amplia y diversa de los opiniones, experiencias y conocimientos de los participantes.

Las entrevistas han permitido identificar patrones, tendencias y áreas de interés comunes entre los entrevistados. Además, se han obtenido datos cualitativos y

cuantitativos que han enriquecido la comprensión del tema y han brindado una base sólida para el análisis y las conclusiones. Los resultados de estas entrevistas reflejan una variedad de perspectivas, lo que demuestra la importancia de considerar diferentes puntos de vista al abordar el problema en cuestión. Estos hallazgos proporcionan una base sólida para futuras investigaciones y pueden servir como punto de partida para la implementación de medidas y soluciones pertinentes.

3.5.4 Formato electrónico post-sismo

La creación del formato electrónico post-sismo comprende una tarea fundamental en la investigación relacionada con la evaluación y monitoreo de edificaciones después de un evento sísmico. Este formato electrónico tiene como objetivo recopilar, organizar y analizar datos relevantes para comprender el impacto de los terremotos en las estructuras y facilitar la toma de decisiones informadas en cuanto a la seguridad y rehabilitación de los edificios.

En situaciones de desastre, como los terremotos, es crucial contar con herramientas efectivas para evaluar el estado de las edificaciones y determinar su capacidad para soportar futuros eventos sísmicos. El formato electrónico post-sismo se presenta como una solución innovadora que aprovecha las tecnologías de la información y la comunicación para recopilar datos precisos y agilizar el proceso de análisis.

3.5.4.1 Selección de ideas

En vista de la importancia de desarrollar proyectos que se ajusten a las necesidades de la ciudad y el país, se ha iniciado un proceso de recepción de ideas y propuestas relacionadas. Con un enfoque mixto permite recopilar una amplia gama de sugerencias, con el objetivo de encontrar soluciones innovadoras y eficientes.

Como parte de esta estrategia, se ha identificado la necesidad de adquirir un modelo neutro que sea capaz de adaptarse a los diversos desafíos y requerimientos de la ciudad y el país. Este modelo se convertirá en una herramienta fundamental para la evaluación de edificaciones que busquen mejorar la calidad de vida de los habitantes, promover el crecimiento económico y avanzar hacia una sociedad más sostenible.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que los fenómenos naturales, en particular los sismos, plantean un desafío adicional en las edificaciones, pueden causar daños significativos en la infraestructura existente y afectar la viabilidad de las

soluciones propuestas. Por lo tanto, se debe considerar la resiliencia sísmica y la capacidad de respuesta ante estos eventos al evaluar y seleccionar el modelo neutro post-sismo.

1. Parte inicial, reconocimiento del sector de evaluación
2. Parte intermedia, evaluación mínima e intermedia
3. Parte final, evaluación avanzada y definitiva

3.5.4.2 Planificación

Se genera una planificación conforme a la recopilación de datos e ideas

1. Parte inicial, durante la 1er semana de inicio
2. Parte intermedia, recopilación de la NEC y normativas internacionales durante la 2 a 9 semana
3. Parte final, referente a normativas internacionales parte de ATC-40, ATC-20, ASCE 7-16, ACI 318-19 durante la semana 9 a 12 semana

Tabla 28 Planificación formato electrónico

		Cronograma de Formato Electrónico											
		Mayo				Junio				Julio			
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12
Fase 1	Información Personal (Evaluador)	x											
Fase 2	Información parámetros NEC		x										
Fase 3	Evaluación Básica		x										
Fase 4	Evaluación Intermedia			x	x	x							
Fase 5	Evaluación Avanzada						x	x	x				
Fase 6	Evaluación Extra									x	x		
Fase 7	Evaluación Definitiva											x	
Fase 8	Resultados												x

Elaborado por: Garcés, Jinson. (2023)

CAPÍTULO IV

PROPUESTA

En este apartado, se realizará una exposición detallada de los hallazgos, datos y su interpretación correspondiente obtenidos durante el estudio de campo llevado a cabo a lo largo del período de investigación, siguiendo rigurosamente la metodología establecida. En este sentido, se presentarán de manera clara y concisa los resultados obtenidos, respaldados por los datos recolectados en el terreno.

Además, se destacará la relevancia de estos hallazgos en relación con la línea de investigación proporcionada por la Universidad, estableciendo una conexión directa entre los objetivos propuestos y los resultados alcanzados. Es importante resaltar que estos resultados no solo cumplen con los objetivos del estudio, sino que también contribuyen al avance y desarrollo del conocimiento en el área específica de investigación.

Asimismo, se enfatizará la importancia de estos resultados para respaldar o refutar la hipótesis planteada al inicio del estudio. A través de un análisis exhaustivo, se evaluará la consistencia de los datos y se establecerán conclusiones sólidas que permitan confirmar o rechazar la hipótesis planteada, brindando así un aporte valioso al campo de estudio.

En definitiva, este apartado constituye el núcleo de la investigación, donde se expondrán los resultados obtenidos en el terreno, se interpretarán y analizarán en función de los objetivos planteados y se relacionarán directamente con la hipótesis formulada. De esta manera, se contribuirá significativamente al cuerpo de conocimientos existente en el área de investigación en cuestión.

4.1 Presentación y análisis de resultados

4.1.1 Configuración de formato electrónico

El formato electrónico se lo programo en la herramienta Excel en base a los parámetros recolectados en la encuesta y además por parte de la observación se ejecutó en secciones por identificadores a través de los datos y normativas aplicables dentro del campo construcción como la NEC.

Por otra las secciones están divididas en información general, parámetros aplicables de la NEC, Evaluación básica, intermedia, avanzada, extra y definición de la edificación; cada sección tiene su propósito e información relevante para la evaluación post-sismo:

4.1.1.1 Información general;

- Datos de edificación
- Datos del profesional (evaluador)
- Datos del sismo
- Ocupación de la edificación
- Datos de construcción

4.1.1.2 Información según parámetros NEC

- Categorización de edificaciones
- Tipo de suelo
- Zonificación sísmica
- Sistema estructural

4.1.1.3 Evaluación básica

- Datos patológicos
- Elementos estructurales
- Juntas de separación

4.1.1.4 Evaluación intermedia

- Separación estructuras adyacentes
- Sistemas de arriostramiento
- Inspección y Marcación de Estructuras de Mampostería
- Amenazas geotécnicas
- Amenazas no estructurales

4.1.1.5 Evaluación avanzada

- Regularidad - configuración estructural – Irregularidades
- Tipología del sistema estructural

4.1.1.6 Evaluación extra



- Peligros no estructurales observables
- Peligro de caída de Exteriores

4.1.1.7 Evaluación Definitiva

- Clasificación de daños
- Definitiva

4.1.2 Formato electrónico

Figura 76 Formato electrónico-Herramienta Excel

 UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE  <small>INCENTRO INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN</small>				
Evaluación de edificios Post-sismo <small>Creador: Jinson Garces, 2023</small>				
Datos edificación	ID			
	Dirección			
	Referencias			
	Zona	Sur	Fecha	18/07/2023 13:58
	Coordenadas		Hora	
	Tipo de suelo	Calizos	Clima	Seco
	# Pisos	6	Código postal	
	Clave catastral			
	Numero predio			
Datos del profesional	Nombres		Publico	
	CI		Privado	
	Registro		Registro	
	SENESCYT		colegio de Ingenieros	
Datos del sismo	ID-IGM		Longitud	
	Fecha - hora		Latitud	
	Magnitud		Provincia	
	Intensidad		Cantón	
	Hipocentro		Parroquia	
	Epicentro			
Ocupación	Ocupada			
	Tipo	Clasificación	Descripción	
	Residencial	Multifamiliar	Edificaciones que contienen múltiples unidades de vivienda, como apartamentos o condominios	
	Comercial	Oficinas	Edificaciones destinadas a proporcionar espacios para actividades administrativas y de negocios	
	Industrial	Fabricas	Edificaciones utilizadas para la producción y fabricación de bienes	
	Institucional	Gubernamentales	Edificaciones utilizadas por entidades gubernamentales para llevar a cabo funciones administrativas y de servicio público	
	Recreativo	Edificios deportivos	Estadios, gimnasios, pabellones deportivos y otros espacios para actividades deportivas	
	Seguridad	Seguridad	Edificaciones objetivas de dar seguridad a la ciudadanía en general	
Datos de construcción	Sobre suelo:		Bajo el suelo:	
	Año de construcción		Cimentación	Cimentación Superficial
	Área de construcción		Historia de suelo	
	Año de remodelación			
	Altura de edificación			
	Altura entrepiso			
	Categorización de edificaciones	Categoría	C	(zona edificada): zonas urbanas con edificios de altura
Tipo de uso		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 substancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras substancias	
Tipo de suelo NEC	Tipo de perfil	B	Perfil de roca de rigidez media	
Zonificación sísmica	Zona sísmica	III		
	Valor factor Z	0.3		
	Caracterización peligro sísmico	Alta		

Sistema Estructural	Pórticos acero	Son fabricados a partir de perfiles de acero laminados en frío pueden ser soldados, empernados o remachados entre sus beneficios están bajo peso y mantienen buena resistencia frente a un evento sísmico	<input type="checkbox"/>	
Daños Patológicos	Grietas y fisuras en muros, pisos o techos	Las causas pueden ser suelos asentados, movimientos sísmicos, sobrecargas, falta de juntas de dilatación, materiales deficientes o errores constructivos. Estas grietas, de diferentes tamaños, indican posibles problemas estructurales o de cimentación.	<input type="checkbox"/>	
	Humedad y filtraciones.	Su presencia indica filtraciones, grietas y juntas defectuosas que deterioran materiales y edificación, acelerando la corrosión de las armaduras. Además, provoca desprendimientos, hongos, moho y afecta la calidad del aire	<input type="checkbox"/>	
	Deterioro de revestimientos	El tiempo y los elementos dañan revestimientos como estuco, pintura, yeso y azulejos. Desprendimientos, descascaramientos y deformaciones afectan estética y protección edificios.	<input type="checkbox"/>	
	Problemas estructurales	Estas deficiencias derivan de errores en diseño, cálculo de cargas, materiales inapropiados o construcción defectuosa. Deformaciones visibles como desplazamientos de muros o columnas, hundimientos de losas y pandeo de vigas ponen en riesgo la estabilidad y seguridad de la edificación	<input type="checkbox"/>	
	Deficiencias en instalaciones eléctricas, sanitarias, etc.	Instalaciones eléctricas, sanitarias y climatización afectan funcionamiento. Cortocircuitos, fugas, falta de presión, mal drenaje, aislamiento deficiente comprometen habitabilidad, confort y seguridad en la edificación	<input type="checkbox"/>	
Elementos estructurales	Columnas	Es un elemento estructural vertical diseñado para soportar cargas a compresión	<input type="checkbox"/>	
	Vigas	Es un elemento estructural lineal que se maneja para soportar y transferir cargas verticales a las columnas o pilares adyacentes, trabaja a flexión y corte.	<input type="checkbox"/>	
	Losas	Es una estructura plana comúnmente delgada que se usa como techo o entrepiso.	<input type="checkbox"/>	
	Muros	Es un elemento estructural vertical diseñado para resistir cargas laterales y suministrar estabilidad a una estructura	<input type="checkbox"/>	
	Detalle minucioso	Columnas	Falla por cortante	<input type="checkbox"/>
			Falla por compresión	<input type="checkbox"/>
			Falla por sobrecarga	<input type="checkbox"/>
			Falla en zona de confinamiento	<input type="checkbox"/>
		Vigas	Falla por pandeo	<input type="checkbox"/>
			Falla por cortante	<input type="checkbox"/>
			Falla por sobrecarga	<input type="checkbox"/>
			Falla en zona de confinamiento	<input type="checkbox"/>
		Losas	Falla por pandeo	<input type="checkbox"/>
			Falla por flexión	<input type="checkbox"/>
			Falla por cortante	<input type="checkbox"/>
Falla por sobrecarga			<input type="checkbox"/>	
Perfiles	Falla por pandeo	<input type="checkbox"/>		
	Falla por corrosión	<input type="checkbox"/>		
	Falla por sobrecarga	<input type="checkbox"/>		
	Falla en zona de anclaje	<input type="checkbox"/>		
Juntas de separación	Juntas de dilatación	Se utilizan para adecuar y controlar los cambios térmicos en la estructura ya sea de hormigón o acero.	<input type="checkbox"/>	
	Juntas de construcción	Se instalan durante la construcción para dividir diferentes elementos estructurales, como losas o muros	<input type="checkbox"/>	
	Juntas sísmicas	Diseñadas para permitir el desplazamiento horizontal durante un evento sísmico, reduciendo así la concentración de tensiones y minimizando los daños en la estructura	<input type="checkbox"/>	
Separación estructuras adyacentes (NEC)	Separación dentro de la misma estructura	Todos los elementos de la estructura deben diseñarse y construirse para que actúen como un solo sistema estructural a efectos de resistir el sismo de diseño, a menos que intencionalmente se separen unos de otros una distancia suficiente para evitar problemas de colisión entre ellos.	<input type="checkbox"/>	
	Separación entre estructuras adyacentes	La normatividad urbana de las ciudades debería establecer la separación mínima que debe existir entre estructuras colindantes que no formen parte de la misma unidad estructural.	<input type="checkbox"/>	

Sistemas de arriostramiento	Sistema: <input checked="" type="checkbox"/> No			
	Arriostramiento vertical	Proporcionan transferir las fuerzas horizontales hacia la cimentación y además genera estabilidad lateral	<input type="checkbox"/>	
	Arriostramiento horizontal	Proporciona transferir las fuerzas horizontales fijadas en las columnas hacia las vigas o cimentación	<input type="checkbox"/>	
Inspección y Marcación de Estructuras de Mampostería	Falla en el antepecho		En resumen, es un muro de protección ubicado en balcones y terrazas. <input type="checkbox"/>	
	Falla en la conexión de los diafragmas muro		Ocurridos en las uniones o conexiones de losas, muros, paneles cumplen la función dar resistencia y estabilidad a una estructura durante sucesos sísmicos <input type="checkbox"/>	
	Falla en el diafragma de muros por inclinación		Son ocurridos cuando se inclina o desplaza desde su posición original <input type="checkbox"/>	
	Excesiva deflexión en el diafragma		Consideración por deflexiones exageradas incluye los desplazamientos descontrolados puede comprometer la integridad de la edificación <input type="checkbox"/>	
	Falla del plano del muro		Comprende al desplazo o deformada no deseada bajo consideraciones de diseño <input type="checkbox"/>	
	Colapso del techo y/o losa superior		Indica bajo las condiciones no aceptadas se desplome <input type="checkbox"/>	
	Edificación de cualquier		Comprende mal diseño <input type="checkbox"/>	
Amenazas geotécnicas	Falla talud		Comprende el colapso o deslizamiento de una masa en una pendiente o ladera que ejerzan fuerzas sobre el talud <input type="checkbox"/>	
	Muros de contención		Son estructuras diseñadas para resistir presiones laterales y mantenerlas en su sitio, pero también pueden ser una desventaja ante la presencia de nivel freático y sismos <input type="checkbox"/>	
	Suelos cohesivos		Son suelos que su particularidad es ser limos y arcillas es decir partículas muy finas por el cual su desventaja es retener el agua además dar problemas muy significativos con la acción de los sismos <input type="checkbox"/>	
	Licuefacción de suelos		Parte geotécnica que ocurre durante los sismos específicamente en suelos cohesivos donde las fuerzas sísmicas atacan y se distribuyen causando un gran efecto a la edificación, en casos emergiendo a la superficie cierta parte de limos y arcillas <input type="checkbox"/>	
	Deslizamientos		Son eventos que se desplazan de forma rápida o gradual cuesta abajo producidas por fuertes lluvias o variaciones de estabilidad de tierra <input type="checkbox"/>	
	Grietas de suelo		Son aberturas superficiales que no representan riesgo sin embargo pueden ser profundas y conllevan a errores de deslizamientos <input type="checkbox"/>	
	Nivel freático		Guayaquil estando sobre los 7 msnm garantiza agua subterránea que pueden causar problemas como asentamientos en si ver afectada la estabilidad del suelo <input type="checkbox"/>	
	Detalle minucioso	Parte 1:		<input type="checkbox"/>
		Para los análisis de estabilidad de laderas naturales o intervenidas y taludes de excavación, se deben tener en cuenta:		<input type="checkbox"/>
		La geometría del terreno antes y después de cualquier intervención constructiva		<input type="checkbox"/>
		La distribución y características geomecánicas de los materiales del subsuelo que conforman el talud		<input type="checkbox"/>
		Las condiciones hidrogeológicas e hidráulicas		<input type="checkbox"/>
		Las sobrecargas de las obras vecinas		<input type="checkbox"/>
		Los sistemas y procesos constructivos		<input type="checkbox"/>
		Los movimientos sísmicos		<input type="checkbox"/>
Parte 2:		<input type="checkbox"/>		
Estructuras y sistemas de contención		<input type="checkbox"/>		
Muros de gravedad (en mampostería, concreto ciclópeo, tierra reforzada, gaviones, o cribas).		<input type="checkbox"/>		
Muros en voladizo (con o sin contrafuertes).		<input type="checkbox"/>		
Tablestacas		<input type="checkbox"/>		
Pantallas atrantadas		<input type="checkbox"/>		
Muros anclados		<input type="checkbox"/>		
Estructuras y excavaciones entibadas.		<input type="checkbox"/>		
Otros que se diseñaren y que su cálculo y estabilidad estén garantizadas		<input type="checkbox"/>		
As no estructurales	Techo falso		Refiere a la presencia de cielo raso en suspensión causadas por elementos adherentes con la acción sísmica <input type="checkbox"/>	
	Instalaciones eléctricas		Considera cuidados en la edificación por la actividad sísmica perpetuada en la edificación <input type="checkbox"/>	
	Instalaciones sanitarias		Considera cuidados en la edificación por la actividad sísmica causante en la edificación <input type="checkbox"/>	
	Paredes interiores y exteriores		Daños en mampostería como grietas, desplazamientos, rotura y fractura a simple vista <input type="checkbox"/>	

Amenaza	Ascensores	Comprende desprendimientos y colapso con condiciones de no uso		<input type="checkbox"/>	
	Escaleras	Comprende desprendimientos y colapso con condiciones de no uso, además, de un análisis minucioso en sus conexiones		<input type="checkbox"/>	
	Elementos colgantes	Considerados como luminarias, decoraciones, sistemas de climatización		<input type="checkbox"/>	
Regularidad - configuración estructural - Irregularidades (NEC)	Regularidad	Elevación	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.	<input type="checkbox"/>
			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)	<input type="checkbox"/>
			Columna corta.	Se debe evitar la presencia de columnas cortas, tanto en el diseño como en la construcción de las estructuras	<input type="checkbox"/>
		Planta	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.	<input type="checkbox"/>
	Configuración estructural	Elevación		La altura de entrepiso y la configuración vertical de sistemas aporticados, es constante en todos los niveles.	<input type="checkbox"/>
				La dimensión del muro permanece constante a lo largo de su altura o varía de forma proporcional	<input type="checkbox"/>
		Planta		La configuración en planta ideal en un sistema estructural es cuando el Centro de Rigidez es semejante al Centro de Masa.	<input type="checkbox"/>
	Irregularidad	Tipo1 - Irregularidad torsional		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	<input type="checkbox"/>
		Tipo 2 - Retrocesos excesivos en las esquinas		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	<input type="checkbox"/>
		Tipo 3 - Discontinuidades en el sistema de piso		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.	<input type="checkbox"/>
		Tipo 4 - Ejes estructurales no paralelos		La estructura se considera irregular cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura.	<input type="checkbox"/>
	Tipología del sistema estructural	Hormigón	Pórtico de hormigón armado		<input type="checkbox"/>
			Pórtico de hormigón armado prefabricados		<input type="checkbox"/>
			Pórtico de hormigón armado con muros de corte		<input type="checkbox"/>
Pórtico de hormigón armado con mampostería estructural			<input type="checkbox"/>		
Prefabricados Hormigón		Vivienda prefabricada		<input type="checkbox"/>	
		Losas prefabricadas de hormigón		<input type="checkbox"/>	
		Edificios de mampostería no reforzada		<input type="checkbox"/>	
		Edificios de mampostería reforzada con diafragmas rígidos		<input type="checkbox"/>	
Acero		Edificios de mampostería reforzada con diafragmas flexibles		<input type="checkbox"/>	
		Pórtico de acero laminado (Pórtico resistente a momento)		<input type="checkbox"/>	
		Pórtico de acero laminado con diagonales		<input type="checkbox"/>	
		Pórtico de acero alivianado o conformado en frío		<input type="checkbox"/>	
		Pórtico de acero laminado con muros estructurales hormigón		<input type="checkbox"/>	
	Pórtico de acero con paredes de mampostería de bloque		<input type="checkbox"/>		

Clasificación de daños	<i>Cimentaciones</i>	<i>Aparentemente sin daño</i>	<i>Ligero</i>
		<input type="checkbox"/>	<i>Moderado</i>
			<i>Severo</i>
			<i>Extremo</i>
<i>Superestructura</i>	<i>Deterioro</i>	<i>Reparación estructural</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<i>Mínima reparación</i>	<i>Apuntalamiento</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Definitiva	Operativa-Temporal	Uso restringido	No ingresar
	↓	↓	↓
	Rediseñar	Rehabilitación	Demolición

Elaborado por: Garces, Jinson. (2023)

4.1.2 Edificación evaluada

La edificación evaluada es la misma de la cual se extrajeron los datos para su creación, lo cual difiere del capítulo 3, sección 3.5.1. Es fundamental realizar una evaluación exhaustiva de esta edificación debido a su antigüedad aproximada de 30 años. En este sentido, se hace especial hincapié en analizar detalladamente sus elementos estructurales, ya que estos juegan un papel crucial en la resistencia frente a los ataques sísmicos, teniendo en cuenta su periodo y la máxima aceleración (PGA) a la que podría estar sometida.

Dado que Guayaquil no es considerado epicentro de eventos sísmicos de gran magnitud, resulta esencial evaluar la edificación considerando los sismos más recientes a nivel nacional, como el ocurrido en abril de 2016. Este evento sísmico tuvo un impacto devastador, dejando muchas viviendas destruidas y causando un profundo dolor a todas las familias ecuatorianas.

En el análisis de la edificación, se debe considerar cómo ha evolucionado la normativa de construcción y el conocimiento técnico desde su construcción hace 30 años hasta la fecha actual. Los avances en ingeniería y las lecciones aprendidas de eventos sísmicos anteriores deben ser tomados en cuenta para evaluar adecuadamente su capacidad de resistencia frente a futuros sismos.

Además, es relevante considerar el entorno urbano circundante, la calidad del suelo donde se encuentra la edificación y su posible interacción con estructuras cercanas. Asimismo, es importante revisar la integridad de los materiales utilizados en la construcción y la adecuada realización de mantenimientos y reparaciones a lo largo de los años.

Figura 77 Formato electrónico-Evaluación de edificación



Evaluación de edificios Post-sismo

Creador: Jinson Garces, 2023

Datos edificación	ID	Edificación 001 - Propietario Carlos			
	Dirección	Av americas cdla simon bolivar pasaje 3			
	Referencias	Diagonal DEMACO			
	Zona	Norte	Fecha	21/07/2023 14:44	
	Coordenadas	623811.86 m E; 9762079.45 m S		Hora	14:20
	Tipo de suelo	Mixtos	Clima	Seco	
	# Pisos	4	Código postal	SN	
	Clave catastral	SN			
	Numero predio	SN			
	Datos del profesional	Nombres		Publico	
CI			Privado		
Registro SENESCYT			Registro colegio de Ingenieros		
Datos del sismo	ID -IGM	igepn2016hnm			
	Fecha - hora	(16/04/2016 23:58:34)		Longitud	0°22'16"N 79°56'24"O
	Magnitud	7.5		Latitud	0°22'16"N 79°56'24"O
	Intensidad	4		Provincia	Manabi
	Hipocentro	20 km		Cantón	Pedernales
	Epicentro	0°22'16"N 79°56'24"O		Parroquia	Pedernales
Ocupación	Ocupada				
	Tipo	Clasificación	Descripción		
	Residencial	Multifamiliar	Edificaciones que contienen múltiples unidades de vivienda, como apartamentos o condominios		
	Comercial	Oficinas	Edificaciones destinadas a proporcionar espacios para actividades administrativas y de negocios		
	Industrial	Fabricas	Edificaciones utilizadas para la producción y fabricación de bienes		
	Institucional	Gubernamentales	Edificaciones utilizadas por entidades gubernamentales para llevar a cabo funciones administrativas y de servicio público		
	Recreativo	Edificios deportivos	Estadios, gimnasios, pabellones deportivos y otros espacios para actividades deportivas		
Seguridad	Seguridad	Edificaciones objetivas de dar seguridad a la ciudadanía en general			
Datos de construcción	Sobre suelo:				
	Año de construcción	1990			
	Área de construcción	200 m2			
	Año de remodelación	2008			
	Altura de edificación	10			
	Altura entrepiso	3.25			
	Bajo el suelo:				
	Cimentación	Cimentación Superficial			
	Historia de suelo	Buen suelo			
Categorización de edificaciones	Categoría	B	(obstrucción baja): edificios en zonas suburbanas con edificación de baja altura, promedio hasta 10m		
	Tipo de uso	Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores		
Tipo de suelo NEC	Tipo de perfil	D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones		
Zonificación sísmica	Zona sísmica	IV			
	Valor factor Z	0.35			
	Caracterización peligro sísmico	Alta			

INFORMACIÓN GENERAL

INFORMACIÓN SEGÚN PARÁMETROS NEC

Sistema Estructural	Pórticos hormigón	Sistema formado por columnas y vigas los cuales transmiten las cargas axiales hacia la cimentación, disipan mayor cantidad de energías sísmicas, pero poseen baja resistencia y rigidez lateral por otra parte su gran flexibilidad permite desplazamientos considerables por lo cual producen daños en los elementos no estructurales puede usarse hasta 20 pisos	<input checked="" type="checkbox"/>	
Daños Patológicos	Grietas y fisuras en muros, pisos o techos	Las causas pueden ser suelos asentados, movimientos sísmicos, sobrecargas, falta de juntas de dilatación, materiales deficientes o errores constructivos. Estas grietas, de diferentes tamaños, indican posibles problemas estructurales o de cimentación.	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Humedad y filtraciones.	Su presencia indica filtraciones, grietas y juntas defectuosas que deterioran materiales y edificación, acelerando la corrosión de las armaduras. Además, provoca desprendimientos, hongos, moho y afecta la calidad del aire	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Deterioro de revestimientos	El tiempo y los elementos dañan revestimientos como estuco, pintura, yeso y azulejos. Desprendimientos, descascaramientos y deformaciones afectan estética y protección edificios.	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Problemas estructurales	Estas deficiencias derivan de errores en diseño, cálculo de cargas, materiales inapropiados o construcción defectuosa. Deformaciones visibles como desplazamientos de muros o columnas, hundimientos de losas y pandeo de vigas ponen en riesgo la estabilidad y seguridad de la edificación	<input type="checkbox"/>	
	Deficiencias en instalaciones eléctricas, sanitarias, etc.	Instalaciones eléctricas, sanitarias y climatización afectan funcionamiento. Cortocircuitos, fugas, falta de presión, mal drenaje, aislamiento deficiente comprometen habitabilidad, confort y seguridad en la edificación	<input type="checkbox"/>	
Elementos estructurales	Columnas	Es un elemento estructural vertical diseñado para soportar cargas a compresión	<input type="checkbox"/>	
	Vigas	Es un elemento estructural lineal que se maneja para soportar y transferir cargas verticales a las columnas o pilares adyacentes, trabaja a flexión y corte.	<input type="checkbox"/>	
	Losa	Es una estructura plana comúnmente delgada que se usa como techo o entrepiso.	<input type="checkbox"/>	
	Muros	Es un elemento estructural vertical diseñado para resistir cargas laterales y suministrar estabilidad a una estructura	<input type="checkbox"/>	
	Detalle minucioso	Columnas	Falla por cortante	<input type="checkbox"/>
			Falla por compresión	<input type="checkbox"/>
			Falla por sobrecarga	<input type="checkbox"/>
			Falla en zona de confinamiento	<input type="checkbox"/>
		Vigas	Falla por pandeo	<input type="checkbox"/>
			Falla por cortante	<input type="checkbox"/>
			Falla por sobrecarga	<input type="checkbox"/>
		Losas	Falla por pandeo	<input type="checkbox"/>
			Falla por flexión	<input type="checkbox"/>
			Falla por cortante	<input type="checkbox"/>
		Perfiles	Falla por pandeo	<input type="checkbox"/>
Falla por corrosión			<input type="checkbox"/>	
Falla por sobrecarga	<input type="checkbox"/>			
Falla en zona de anclaje	<input type="checkbox"/>			
Juntas de separación	Juntas de dilatación	Se utilizan para adecuar y controlar los cambios térmicos en la estructura ya sea de hormigón o acero.	<input type="checkbox"/>	
	Juntas de construcción	Se instalan durante la construcción para dividir diferentes elementos estructurales, como losas o muros	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Juntas sísmicas	Diseñadas para permitir el desplazamiento horizontal durante un evento sísmico, reduciendo así la concentración de tensiones y minimizando los daños en la estructura	<input type="checkbox"/>	
Separación estructuras adyacentes (NEC)	Separación dentro de la misma estructura	Todos los elementos de la estructura deben diseñarse y construirse para que actúen como un solo sistema estructural a efectos de resistir el sismo de diseño, a menos que intencionalmente se separen unos de otros una distancia suficiente para evitar problemas de colisión entre ellos.	<input type="checkbox"/>	
	Separación entre estructuras adyacentes	La normatividad urbana de las ciudades debería establecer la separación mínima que debe existir entre estructuras colindantes que no formen parte de la misma unidad estructural.	<input checked="" type="checkbox"/>	

EVALUACIÓN POST-SISMO (BÁSICA)

Sistemas de arriostramiento	Sistema:	No		
	Arriostramiento vertical	Proporcionan transferir las fuerzas horizontales hacia la cimentación y además genera estabilidad lateral	<input type="checkbox"/>	
	Arriostramiento horizontal	Proporciona transferir las fuerzas horizontales fijadas en las columnas hacia las vigas o cimentación	<input type="checkbox"/>	
Inspección y Marcación de Estructuras de Mampostería	Falla en el antepecho	En resumen, es un muro de protección ubicado en balcones y terrazas.	<input type="checkbox"/>	
	Falla en la conexión de los diafragmas muro	Ocurridos en las uniones o conexiones de losas, muros, paneles cumplen la función dar resistencia y estabilidad a una estructura durante sucesos sísmicos	<input type="checkbox"/>	
	Falla en el diafragma de muros por inclinación	Son ocurridos cuando se inclina o desplaza desde su posición original	<input type="checkbox"/>	
	Excesiva deflexión en el diafragma	Consideración por deflexiones exageradas incluye los desplazamientos descontrolados puede comprometer la integridad de la edificación	<input type="checkbox"/>	
	Falla del plano del muro	Comprende al desplazo o deformada no deseada bajo consideraciones de diseño	<input type="checkbox"/>	
	Colapso del techo y/o losa superior	Indica bajo las condiciones no aceptadas se desplome	<input type="checkbox"/>	
	Edificación de cualquier configuración	Comprende mal diseño	<input type="checkbox"/>	
Amenazas geotécnicas	Falla talud	Comprende el colapso o deslizamiento de una masa en una pendiente o ladera que ejerzan fuerzas sobre el talud	<input type="checkbox"/>	
	Muros de contención	Son estructuras diseñadas para resistir presiones laterales y mantenerlas en su sitio, pero también pueden ser una desventaja ante la presencia de nivel freático y sismos	<input type="checkbox"/>	
	Suelos cohesivos	Son suelos que su particularidad es ser limos y arcillas es decir partículas muy finas por el cual su desventaja es retener el agua además dar problemas muy significativos con la acción de los sismos	<input type="checkbox"/>	
	Licuefacción de suelos	Parte geotécnica que ocurre durante los sismos específicamente en suelos cohesivos donde las fuerzas sísmicas atacan y se distribuyen causando un gran efecto a la edificación, en casos emergiendo a la superficie cierta parte de limos y arcillas	<input type="checkbox"/>	
	Deslizamientos	Son eventos que se desplazan de forma rápida o gradual cuesta abajo producidas por fuertes lluvias o variaciones de estabilidad de tierra	<input type="checkbox"/>	
	Grietas de suelo	Son aberturas superficiales que no representan riesgo sin embargo pueden ser profundas y conllevan a errores de deslizamientos	<input type="checkbox"/>	
	Nivel freático	Guayaquil estando sobre los 7 msnm garantiza agua subterránea que pueden causar problemas como asentamientos en si ver afectada la estabilidad del suelo	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Detalle minucioso	Parte 1: Para los análisis de estabilidad de laderas naturales o intervenidas y taludes de excavación, se deben tener en cuenta:		
		La geometría del terreno antes y después de cualquier intervención constructiva		<input type="checkbox"/>
		La distribución y características geomecánicas de los materiales del subsuelo que conforman el talud		<input type="checkbox"/>
		Las condiciones hidrogeológicas e hidráulicas		<input type="checkbox"/>
		Las sobrecargas de las obras vecinas		<input type="checkbox"/>
		Los sistemas y procesos constructivos		<input type="checkbox"/>
Los movimientos sísmicos			<input type="checkbox"/>	
Parte 2: Estructuras y sistemas de contención				
Muros de gravedad (en mampostería, concreto ciclópeo, tierra reforzada, gaviones, o cribas).			<input type="checkbox"/>	
Muros en voladizo (con o sin contrafuertes).			<input type="checkbox"/>	
Tablestacas		<input type="checkbox"/>		
Pantallas atrinchantadas		<input type="checkbox"/>		
Muros anclados		<input type="checkbox"/>		
Estructuras y excavaciones entibadas.		<input type="checkbox"/>		
Otros que se diseñaren y que su cálculo y estabilidad estén garantizadas		<input type="checkbox"/>		
as no estructurales	Techo falso	Refiere a la presencia de cielo raso en suspensión causadas por elementos adherentes con la acción sísmica	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Instalaciones eléctricas	Considera cuidados en la edificación por la actividad sísmica perpetuada en la edificación	<input type="checkbox"/>	
	Instalaciones sanitarias	Considera cuidados en la edificación por la actividad sísmica causante en la edificación	<input type="checkbox"/>	
	Paredes interiores y exteriores	Daños en mampostería como grietas, desplazamientos, rotura y fractura a simple vista	<input type="checkbox"/>	

EVALUACIÓN POST-SISMO (INTERMEDIA)

Amenaz:	Ascensores		Comprende desprendimientos y colapso con condiciones de no uso	<input type="checkbox"/>	
	Escaleras		Comprende desprendimientos y colapso con condiciones de no uso, además, de un análisis minucioso en sus conexiones	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Elementos colgantes		Considerados como luminarias, decoraciones, sistemas de climatización	<input checked="" type="checkbox"/>	
Regularidad - configuración estructural - Irregularidades (NEC)	Regularidad	Elevación	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.	<input type="checkbox"/>
			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)	<input type="checkbox"/>
			Columna corta.	Se debe evitar la presencia de columnas cortas, tanto en el diseño como en la construcción de las estructuras	<input type="checkbox"/>
	Configuración estructural	Elevación	La altura de entrepiso y la configuración vertical de sistemas aporticados, es constante en todos los niveles.		<input type="checkbox"/>
			La dimensión del muro permanece constante a lo largo de su altura o varía de forma proporcional		<input type="checkbox"/>
	Irregularidad	Planta	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.	<input type="checkbox"/>
			Tipo1 - Irregularidad torsional	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	<input type="checkbox"/>
			Tipo 2 - Retrocesos excesivos en las esquinas	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	<input type="checkbox"/>
			Tipo 3 - Discontinuidades en el sistema de piso	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.	<input type="checkbox"/>
			Tipo 4 - Ejes estructurales no paralelos	La estructura se considera irregular cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura.	<input type="checkbox"/>
	Tipología del sistema estructural	Hormigón	Pórtico de hormigón armado		<input checked="" type="checkbox"/>
			Pórtico de hormigón armado prefabricados		<input type="checkbox"/>
			Pórtico de hormigón armado con muros de corte		<input type="checkbox"/>
Pórtico de hormigón armado con mampostería estructural			<input type="checkbox"/>		
Prefabricados Hormigón		Vivienda prefabricada		<input type="checkbox"/>	
		Losas prefabricadas de hormigón		<input type="checkbox"/>	
		Edificios de mampostería no reforzada		<input type="checkbox"/>	
		Edificios de mampostería reforzada con diafragmas rígidos		<input type="checkbox"/>	
Acero		Edificios de mampostería reforzada con diafragmas flexibles		<input type="checkbox"/>	
		Pórtico de acero laminado (Pórtico resistente a momento)		<input type="checkbox"/>	
		Pórtico de acero laminado con diagonales		<input type="checkbox"/>	
		Pórtico de acero alivianado o conformado en frío		<input type="checkbox"/>	
		Pórtico de acero laminado con muros estructurales hormigón		<input type="checkbox"/>	
		Pórtico de acero con paredes de mampostería de bloque	<input type="checkbox"/>		

EVALUACIÓN POST-SISMO (AVANZADA)

CONCLUSIONES

Las conclusiones de esta investigación proporcionan una visión esclarecedora de los impactos de un sismo en la ciudad y sus alrededores. Aunque el epicentro no afectó directamente a la ciudad, se evidenciaron impactos en cantones vecinos y provincias cercanas. Estos hallazgos son fundamentales para mejorar la preparación y capacidad de respuesta de las edificaciones ante futuros eventos sísmicos, y fortalecer la resiliencia de las edificaciones afectadas.

La implementación del formato post-sismo ha sido efectiva al brindar información valiosa y detallada sobre las características estructurales de los edificios. Este formato permite realizar una valoración exhaustiva de las edificaciones, garantizando su seguridad frente a eventos sísmicos y verificando su capacidad de respuesta ante situaciones de alta exigencia. El proceso de evaluación se realiza mediante un minucioso análisis y calificación utilizando un sistema de semaforización. Los colores verde, amarillo y rojo indican el estado de las estructuras. El verde significa que la edificación está en buenas condiciones y no necesita intervención. El amarillo sugiere que es necesario realizar trabajos de rehabilitación para reforzar la resistencia sísmica. El rojo implica que la edificación presenta daños significativos y se recomienda considerar la demolición.

La seguridad post-sismo es crucial para garantizar la habitabilidad de las edificaciones. La evaluación precisa determina si es seguro permanecer en ellas sin riesgos futuros, o si es necesario remodelarlas para hacerlas más resistentes ante posibles réplicas. Así, se evitan daños estructurales graves que pongan en peligro la vida humana. La responsabilidad de las autoridades, propietarios y profesionales, el cumplimiento de las normas sísmicas actualizadas y el mantenimiento periódico son clave para salvaguardar las estructuras y comunidades en caso de futuros eventos sísmicos.

La plataforma de evaluación post-sismo es una solución innovadora y eficiente que fomenta la seguridad en las edificaciones. Aprovechando la tecnología computacional, permite una evaluación rápida y precisa, almacenando datos para su revisión. Esto brinda calificaciones confiables a las construcciones tras un sismo. La plataforma facilita la toma de decisiones fundamentadas sobre rehabilitación y garantiza la protección de la vida humana frente a posibles eventos sísmicos

RECOMENDACIONES

Para llevar a cabo una evaluación post-sismo de manera organizada y técnica, es imprescindible seguir una serie de pasos y consideraciones para garantizar la seguridad de los evaluadores y obtener información precisa sobre los daños y la integridad estructural. A continuación, se detallan los pasos clave para realizar una evaluación post-sismo efectiva:

1. Preparación y seguridad del equipo de evaluación
2. Esperar a que cesen las réplicas
3. Uso de identificadores de medidas
4. Observación detallada de la estructura
5. Uso de instrumentos de medición
6. Llenado del formato de evaluación
7. Seguimiento y respaldo

En resumen, llevar a cabo una evaluación post-sismo de manera organizativa y técnica requiere una preparación meticulosa, el cumplimiento de medidas de seguridad y la adopción de un enfoque sistemático y consistente en la observación y registro de los daños estructurales. Siguiendo estos pasos, se obtendrá información valiosa que contribuirá a la toma de decisiones adecuadas para la mitigación de riesgos y la reconstrucción después de un sismo.

Evitar las redundancias subjetivas de aplicación de normativas vigentes ya que estas se adhieran a parámetros de especificaciones mínimas que deben cumplir cada edificación, para así nombrarse habitable y tener condiciones mínimas de diseño estructural y por ende seguridad, por otra parte, las edificaciones de mayor antigüedad no cumplen con normativas actualizadas a 2023. Por ello es recomendable evitar el ingreso en la edificación sin antes realizar una supervisión exterior conforme a varios parámetros del formato electrónico.

Un alcance mínimo no alcanzado se reduce a establecer un servidor donde sea receptada toda la información de los edificios sean evaluados para orden de todo organismo público, esto también cubre puntos negativos como la fuga de información de las edificaciones y tener más vulnerabilidad de la existente en la ciudad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antury, A. J., Melán, C. C., Bustos, Y. P., y Rendifo, D. A. (19 de Mayo de 2016). *CLASIFICACIÓN DE LAS EDIFICACIONES POR GRUPOS DE OCUPACIÓN*. prezi.com: <https://prezi.com/dx3k4k2bnpp9/clasificacion-de-las-edificaciones-por-grupos-de-ocupacion/>
- Ares J, R. (16 de Abril de 2016). *LO QUE PODEMOS APRENDER DEL TERREMOTO DEL 16 DE ABRIL DE 2016*. yachaytech.edu.ec: <https://www.yachaytech.edu.ec/noticia/lo-que-podemos-aprender-del-terremoto-del-16-de-abril-de-2016/>
- Arkiplus. (14 de Agosto de 2023). *Arkiplus.com*. Tipos de elementos estructurales: <https://www.arkiplus.com/tipos-de-elementos-estructurales/>
- ARQUITECTURA PURA. (s.f.). *Estructuras en la construcción*. arquitecturapura.com: <https://www.arquitecturapura.com/construccion/estructuras-13278/>
- ART Hormigon. (s.f.). *¿Cómo hacer una junta de dilatación en hormigón?* ehormigonimpreso.com: <https://ehormigonimpreso.com/junta-dilatacion-hormigon/>
- ATC-20. (2005). *Building Safety Evaluation Forms and Placards*. atcouncil.org: <https://www.atcouncil.org/atc-20>
- ATC-40. (noviembre de 1996). *Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings*. tanbakoochi: <http://tanbakoochi.com/File/www.tanbakoochi.com-ATC40.pdf>
- BBC, M. (20 de abril de 2016). *Terremoto de magnitud 7,8 en la zona costera de Ecuador deja más de 600 muertos*. bbc.com: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/04/160416_ecuador_terremoto_magnitud_colombia_peru_bm
- Bock, M. S. (s.f.). *Estudio macro-espacial de la arquitectura y de la sociedad guayaquileñas (1900-1940)*. books.openedition.org: <https://books.openedition.org/ifea/2013?lang=es>
- C Ingeniería & Construcción S.A.S. (2023). *Arriostramiento, Marcos estructurales arriostrados o Riostras*. estructurasmetalicascolombia.com: <https://www.estructurasmetalicascolombia.com/construcciones-metalicas/arriostramiento-marcos-estructurales-arriostrados-o-riostras>
- Chavarría Anchundia, G., Chiriboga, D., Jordán, A. M., Luzón, J. F., Minchala, J., Quirola, A., y Vélez Mera, L. (diciembre de 2020). *Manabí 5 años después:*

“Inquebrantables: la vida de pie después del terremoto” Una mirada desde la reducción del riesgo y la recuperación post desastre. casagrande.edu.ec:
<http://dspace.casagrande.edu.ec:8080/handle/ucasagrande/2515>

Coronel D, G., Gonzalez, J., Páez, V., Rodríguez, M., y Pérez, R. (2019). Evaluación de la Seguridad de Estructuras Después de un Terremoto en Venezuela: Propuesta Adaptando la Experiencia de Japón. *Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME)*, 27.
https://doi.org/https://www.academia.edu/45583390/Evaluaci%C3%B3n_de_la_Seguridad_de_Estructuras_Despu%C3%A9s_de_un_Terremoto_en_Venezuela_Propuesta_Adaptando_la_Experiencia_de_Jap%C3%B3n?auto=download&email_work_card=download-paper

De Justo Moscardó, E., Delgado Trujillo, A., Fernández Serrano, A., y Bascón Hurtado, M. C. (s.f.). *TEMA 2 :TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL*. docplayer.es:
<https://docplayer.es/36008630-Tema-2-tipologia-estructural.html>

ECOEXPLORATORIO. (s.f.). *Magnitud, Intensidad y Aceleración*.
ecoexploratorio.org: <https://ecoexploratorio.org/amenazas-naturales/terremotos/magnitud-intensidad-y-aceleracion/>

Ecuador. (2008). *Constitución del Republica de Ecuador*. asambleanacional:
<https://www.asambleanacional.gob.ec/es>

Gonzales, Cheily (Homify). (24 de abril de 2021). *15 Elementos Estructurales Imprescindibles en el Sistema de Construcción..!* homify.com.mx:
https://www.homify.com.mx/libros_de_ideas/7894996/15-elementos-estructurales-imprescindibles-en-el-sistema-de-construccion

Guedez, C., y Niño, V. E. (8 de junio de 2014). *Sistemas estructurales*. Slideshare.net:
<https://es.slideshare.net/1964victoria/sistemas-estructurales-35624621>

Hernández Caballero, J. D., Moreno Ospina, J. E., y Valbuena Guevara, F. S. (Mayo de 2021). *Identificación de las características geotécnicas y evaluación de riesgo de las construcciones realizadas sobre la ribera de la margen derecha del río Magdalena ubicadas dentro de la zona urbana del municipio de Girardot, Cundinamarca*. uniminuto.edu:
<https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/12657>

IGM. (29 de Marzo de 2019). *Informe Sísmico Especial N° 8 - 2019 IGEPN*. igeppn.edu.ec: <https://www.igeppn.edu.ec/servicios/noticias/1722-informe-sismico-especial-n-8-2019>

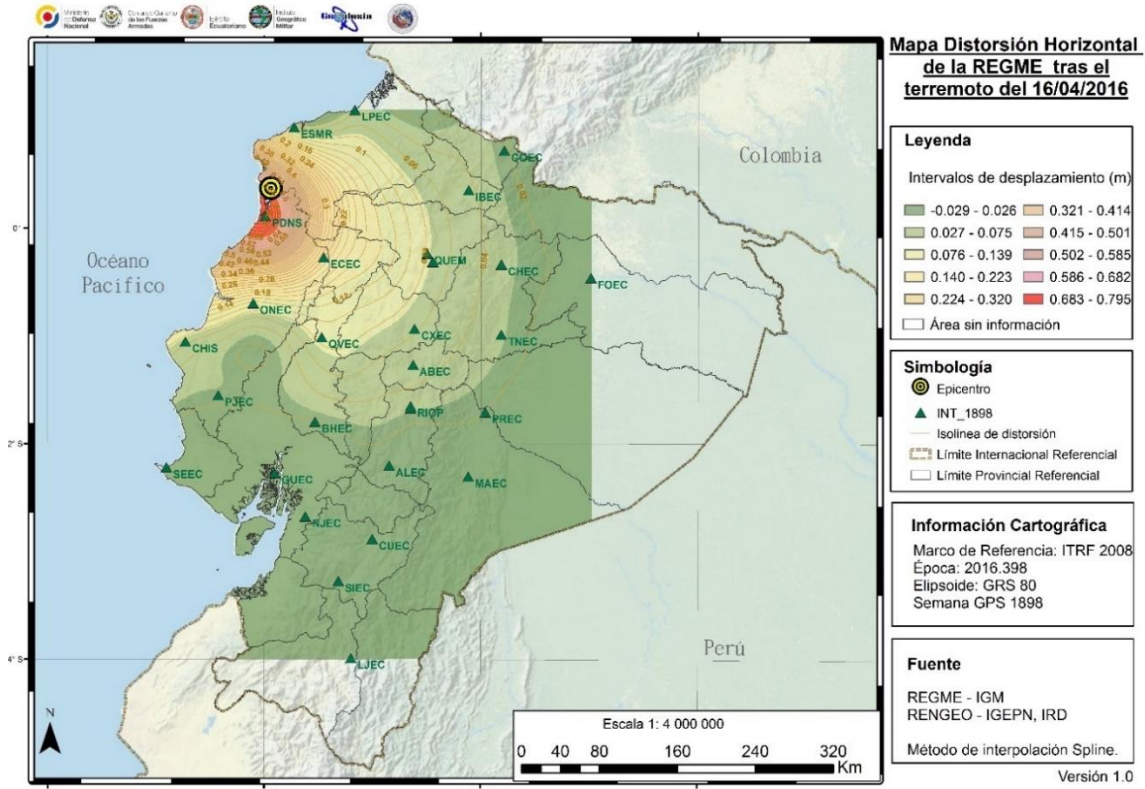
- INGEMMET. (mayo de 2022). *Evaluación técnico-geológica post sismo en la provincia de Caylloma – Arequipa. Distrito Maca, provincia Caylloma, departamento Arequipa*. Ingemmet: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3851>
- Iñiguez Jiménez, G., Barragán Aroca, G., Mas Camacho, M. R., y Vallejo Ilijama, M.a. (27 de Septiembre de 2017). *Estudio de amenazas, vulnerabilidad y riesgos estructurales en las instituciones de la parroquia urbana del Cantón Chimbo*. revistapublicando.org:
<https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/712>
- Kumar, V., y Bhavana, K. (2018). Post Earthquake Equilibrium Disturbance: A Study After Nepal–India Earthquake 2015. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*, 71. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12070-018-1296-5>
- Leal Graciano, J. M. (Febrero de 2018). *Comportamiento de muros diafragma ante cargas laterales*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.: <https://repositorio.unam.mx/contenidos/85279>
- Levine, N., y Spencer, B. (2022). Post-Earthquake Building Evaluation Using UAVs: A BIM-Based Digital Twin Framework . *Sensors*, 24. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/s22030873>
- López, S. M. (28 de Septiembre de 2022). *Descubre los distintos tipos de sistemas estructurales que existen en arquitectura*. certicalia.com: <https://www.certicalia.com/blog/tipos-sistemas-estructurales-arquitectura>
- López-Castro, B., Haro-Baez, A. G., Arcos-Aviles, D., Barreno-Riera, M., y Landázuri-Avilés, B. (2022). A Systematic Review of Structural Health Monitoring Systems to Strengthen Post-Earthquake Assessment Procedures. *sensors*, 22(9206), 21. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/s22239206>
- Lulić, L., Ožić, K., Kišiček, T., Hafner, I., y Stepinac, M. (2021). Post-Earthquake Damage Assessment—Case Study of the Educational Building after the Zagreb Earthquake. 25. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su13116353>
- Maeda, M., Al-washali, H., y Matsukawa2, K. (2019). AN OVERVIEW OF POST EARTHQUAKE DAMAGE AND RESIDUAL CAPACITY EVALUATION FOR REINFORCED CONCRETE BUILDINGS IN JAPAN. *ECCOMAS*, 14. <https://doi.org/https://doi.org/10.7712/120119.6969.19228>
- Martínez, F., y Goula, X. (2019). Plataforma de evaluación daños post-sismo en edificios. *POCRISC(24)*, 10. <https://doi.org/https://www.preventionweb.net/quick/49169>

- MAURER. (s.f.). *Juntas de dilatación y Sísmicas*. maurer.eu: <https://www.maurer.eu/es/productos/juntas-de-dilatacion/sismicas/>
- Ministerio de Desarrollo y Vivienda (MIDUVI) & Cámara de la Industria de la construcción (CAMICON). (Diciembre de 2014). *Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC)*. habitatyvivienda.gob.ec: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>
- Moncayo Theurer, M., Vargas Jiménez, J., Santos Baquerizo, E., Gonzales, E., Barzola Zambrano, L., Velasco Cevallos, G., . . . Lucio, S. (13 de junio de 2018). *Parámetros para la construcción de un modelo matemático para simular el comportamiento dinámico del suelo debajo de la universidad de Guayaquil - Ecuador*. redalyc.org: <https://www.redalyc.org/journal/467/46752305003/html/>
- Montemayor, T., Vázquez Magaña, J. J., Hoyos Castellanos, A., y René, S. (18 de mayo de 2018). *Métodos de reparación para las fallas estructurales más comunes*. researchgate.net: <https://n9.cl/qyklp>
- Moscoso Alcantara, E. A., y Saito, T. (2022). Convolutional Neural Network-Based Rapid Post-Earthquake Structural Damage Detection: Case Study. *sensors*, 22(6426), 22. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/s22176426>
- Mouloud, H., Chaker, A., Nassim, H., Lebdioui, S., y Rodrigues, H. (2022). Post-earthquake damage classification and assessment: case study of the residential buildings after the $M_w = 5$ earthquake in Mila city, Northeast Algeria on August 7, 2020. *Bull Earthq Eng*, 43. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10518-022-01568-9>
- Municipalidad del Cantón Guayaquil. (24 de junio de 2000). *Ordenanza sustitutiva de edificaciones y construcciones del cantón Guayaquil*. academia.edu: https://www.academia.edu/13334899/ORDENANZA_SUSTITUTIVA_DE_EDIFICACIONES_Y_CONSTRUCCIONES_DEL_CANTON_GUAYAQUIL
- Musella, C., Serra, M., Salzano, A., Menna, C., y Asprone, D. (2020). Open BIM Standards: A Review of the Processes for Managing Existing Structures in the Pre- and Post-Earthquake Phases. *CivilEng*(2-19), 19. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/civileng1030019>
- Navarro Vargas Inmobiliaria. (2023). *¿Cuál es la diferencia entre mampostería confinada y mampostería reforzada?* navarrovargas.com:

- <https://www.navarrovargas.com/construccion/cual-es-la-diferencia-entre-mamposteria-confinada-y-mamposteria-reforzada/>
- PORRAS CRISTOBAL, M. A. (Noviembre de 2019). *METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN POST SISMO DE LA SEGURIDAD DE LAS EDIFICACIONES DE CONCRETO REFORZADO Y ALBAÑILERÍA EN EL PERÚ*. PUCP: <https://n9.cl/10zxi>
- RAG Ingeniería Estructural. (s.f.). *Sistema de porticos especiales de acero-Trelix*. <http://ragingenieria.com/>: <http://ragingenieria.com/sistema-de-porticos/>
- Sanabria-Meneses, K. (2019). *Guía para la evaluación de daños en edificaciones después de un sismo en Costa Rica*. tec.ec.cr: <https://hdl.handle.net/2238/10986>
- SeismicKnowledge. (s.f.). *¿Cómo se mide un Terremoto?* ipleiria.pt: <https://sites.ipleiria.pt/seismicknowledge/tag/escala-de-mercalli/>
- Seismous. (s.f.). *Espectro sísmico: ¿qué es y por qué es importante?* seismous.com: <https://seismous.com/espectro-sismico-que-es-y-por-que-es-importante/>
- Socarrás Cordoví, Y. C., Álvarez Deulofeu, E. R., y González Díaz, L. (2022). Validación con el método Delphi de ítems para evaluar daños sísmicos potenciales. *Revista de ciencias humanas y sociales*(98), 28. <https://doi.org/https://www.doi.org/10.5281/zenodo.7348271>
- Socarrás Cordoví, Y. C., y Álvarez Deulofeu, E. (11 de octubre de 2021). *Limitaciones de los estudios de vulnerabilidad sísmica a edificaciones de hormigón en Santiago de Cuba*. redalyc.org: <https://www.redalyc.org/journal/1939/193969257004/movil/>
- Universidad de Costa Rica. (s.f.). *¿Qué son el hipocentro y el epicentro?* ucr.ac.cr: <https://rsn.ucr.ac.cr/documentos/educativos/sismologia/2329-que-son-el-hipocentro-y-el-epicentro>
- Yanchapanta Gómez, N. B., y Delgado Yáñez, M. S. (2021). Reporte preliminar de daños de 58 estructuras en Manta producidos por el sismo 16-A. *uce.edu.ec*(18), 7. <https://doi.org/http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/27305>
- Yanchapanta Gómez, N. B., y Delgado Yáñez, M. S. (2021). Reporte preliminar de daños de 58 estructuras en Manta producidos por el sismo 16-A. *uce.edu.ec*(18), 7. <https://doi.org/http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/27305>

ANEXOS

Anexo 1 Mapa de distorsión horizontal del sismo abril, 2016



Fuente: IGM. (2019)

Anexo 2 Parámetros del municipio guayaquil

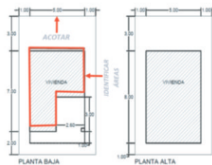
¿QUÉ ES UN ESQUEMA LEGIBLE Y SU ACOTADO?

- El **Esquema legible** es la proyección y gráfica del terreno con sus áreas edificadas.
- El **Acotado** se le llama a las medidas del terreno y edificación a presentar.

EJEMPLOS DE ESQUEMA LEGIBLE Y ACOTADO

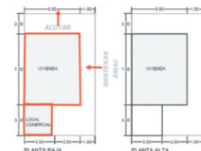
CASO 1:

ACTUALIZACIÓN POR AUMENTOS EN LA EDIFICACIÓN



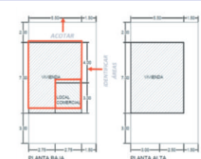
CASO 2:

ACTUALIZACIÓN DEL USO DE SUELO DE LA EDIFICACIÓN



CASO 3:

ACTUALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN Y USO DE SUELO



TOMA EN CUENTA LAS SIGUIENTES RESTRICCIONES EN CASO DE TENER SALIENTES O VOLADIZOS

Que frente al voladizo no se encuentren cables aéreos de tendido eléctrico que comprometa la seguridad de las personas. En caso de existir tendido eléctrico deberás solicitar un informe de CNEL y presentarlo junto a tu solicitud.

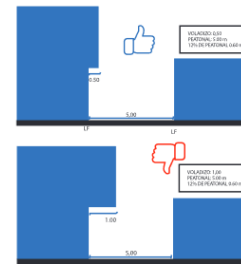
Que el voladizo no supere el 50% del ancho de la acera frente a calles vehiculares, y no podrán superar el 120 metros.



- La altura mínima del voladizo no podrá ser menor a 2,60 metros medidos desde la acera.



- En edificaciones a línea de lindero que enfrenten vías peatonales, se permitirán voladizos hasta el 12% del ancho de la vía y/o peatonal hasta un máximo de 1,20 metros.



¿QUIÉNES NO PODRÁN APLICAR A LA REGULARIZACIÓN DE EDIFICACIONES?

- Quiénes ocupen la vía pública (salvo excepciones del Art. 8) o propiedad privada de terceros
- Que se encuentren **Bajo el régimen de propiedad horizontal**
- Quiénes tengan **afectaciones por servidumbre**, salvo consentimiento expreso de la entidad beneficiaria de la servidumbre.
- Que se encuentren en una **zona de riesgo** determinadas por las entidades públicas competentes.
- Que se encuentren en **áreas o zonas protegidas**.
- Quiénes se encuentren **invadiendo la zona del soporte**.
- Edificaciones que se encuentren en **estado vetusto** (Puedes solicitar la inspección a OI/MIMC).
- Edificaciones donde el **área del solar exceda el 2%** del error técnico comparado con la escritura. (En caso de superar el porcentaje de error técnico tendrá que antes de acogerse a la Ordenanza hacer el trámite de rectificación de linderos y medida o compra de excedente en Catastro)
- Que se encuentren en **predios no legalizados** (salvo los casos que se encuentren en proceso de legalización municipal)

¿QUIÉNES NO PODRÁN REGULARIZAR SU USO DE SUELO O ACTIVIDAD COMERCIAL?

Los establecimientos destinados a las siguientes actividades:

Casas de citas, cabarets, prostibulos y similares.

Billares, bares, discotecas.

Antenas, Radiobases, Letreras en general (no podrán regularizar la infraestructura).

- Patio de contenedores, recicladoras.

- Similares y afines a las actividades desarrolladas en mercados públicos municipales, y que se encuentran en un radio de 4 manzanas en el caso de mercados minoristas y en el caso de mercados mayoristas deberá ser un radio de 8 manzanas.

Fuente: Municipalidad del Cantón Guayaquil (2000)

Para mayor información contactanos a nuestro call center al +593-46303030 (línea 1)
INFO@GUAYAQUIL.GOB.EC