

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TEMA:

**Influencia de la irregularidad en planta en daños en edificios
durante sismos en Ecuador**

AUTOR:

Sabagay Mena David Leonardo

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
Ingeniería Civil**

TUTOR:

Ing. Villacrés Sánchez, Alex Raúl, M.Sc.

Guayaquil, Ecuador

22 de marzo del 2021



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Sabagay Mena, David Leonardo**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Civil**.

TUTOR

f. _____

Ing. Villacrés Sánchez, Alex Raúl, M.Sc.

DIRECTORA DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Alcívar Bastidas, Stefany Esther, M.Sc.

Guayaquil, a los 22 días del mes de marzo del año 2021



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Sabagay Mena, David Leonardo**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Influencia de la irregularidad en planta en daños en edificios durante sismos en Ecuador**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 22 días del mes de marzo del año 2021

EL AUTOR

f. _____
Sabagay Mena, David Leonardo



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

AUTORIZACIÓN

Yo, Sabagay Mena, David Leonardo

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Influencia de la irregularidad en planta en daños en edificios durante sismos en Ecuador**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 22 días del mes de marzo del año 2021

EL AUTOR:

f. _____
Sabagay Mena, David Leonardo

REPORTE DE URKUND



Urkund Analysis Result

Analysed Document: David_Sabagay_final.docx (D99412284)
Submitted: 3/24/2021 4:07:00 AM
Submitted By: claglas@hotmail.com
Significance: 5 %

Sources included in the report:

guillermoriverapablogregorio_81386_4228744_Analisis Riesgo Sismico(bahia de Carâque z).pdf (D93365745)
<https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Riemat/article/download/200/159/>
<https://docplayer.es/146453506-Universidad-catolica-santiago-de-guayaquil.html>
<https://docplayer.es/178379543-Facultad-de-ingenieria-carrera-de-ingenieria-civil-tema.html>
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/13842/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-319.pdf>
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/11226/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-266.pdf>
<https://revistas.uclave.org/index.php/agora/article/download/218/108/213>
<http://cidbimena.desastres.hn/docum/ops/publicaciones/044/044.6.htm>
<http://jaimeargudo.com/wp-content/uploads/2011/04/RADIUS-VOLUMEN-III-ESTUDIO-VULNERABILIDAD-EDIFICACIONES.pdf>

Instances where selected sources appear:

19

A handwritten signature in blue ink that reads "Clara Gasca Cavallos". The signature is written in a cursive style with some stylized letters.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento, se encuentra dirigido en primer lugar a Dios por haberme dado la oportunidad de poder culminar mis estudios, darme coraje, fuerza paciencia y tolerancia en todas las adversidades y obstáculos que se presentaron a lo largo de mi carrera universitaria.

En segundo lugar y no menos importante, quisiera agradecerles a mis padres por darme esa fortaleza y constancia en no decaer, en poder llegar a este proceso final en una prestigiosa universidad llamada UCSG, sobre todo a mi madre que con su coraje y constancia, siempre estuvo atrás mío impulsándome y alentándome a pesar de las grandes diferencias que siempre teníamos; así como también a mi tío de parte papá, que gracias a su apoyo al inicio y durante la carrera universitaria no hubiese podido llegar hasta donde estoy ahora.

Al Ing. Villacrés, por haberme tenido paciencia y tolerancia no tan sólo como tutor de mí trabajo de titulación, sino también como docente y haberme compartido sus conocimientos así también como al Ing. Hernández, el Ing. Barros y el Ing. Ponce por haberme dado excelentes bases y así poder llegar a la parte final de mi camino universitario.

Me encuentro muy agradecido con todas las personas, compañeros y amigos que con el paso del tiempo, fueron dejando enseñanzas y aprendizajes apoyándome en noches de desvelos, oraciones y apoyo permitiéndome culminar con éxitos mis materias.

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se lo dedico a Dios, por darme la oportunidad de finalizar mis estudios y tener un logro más en mi vida, por ubicar en cada paso que daba muchas personas de gran conocimiento que fueron el pilar fundamental para la culminación de esta etapa y sobre todo darme salud y una oportunidad más de vida que casi fue truncada por esta enfermedad global llamada COVID-19.

Este proyecto de titulación, se lo dedico con todas mis fuerzas a mi abuelito Jorge Mena Luna y mi abuelita Arabella Escobar Mendoza que ya no se encuentran a mi lado y ellos a pesar de su edad, siempre me alentaron de diversas formas para poder alcanzar mi éxito y es por eso que les dedico este logro a ellos, ya que siempre estarán en mi corazón para darme esas garras y fortalezas en todos los obstáculos que se me presenten en el futuro.

A mi madre Graciela Mena, que si no fuera por ella y su carácter fuerte, no hubiese llegado hasta donde estoy ahora, así mismo como también a mi padre Oswaldo Sabagay, quién nunca dejo de apoyarme permitiéndome llegar a este logro.

A mis hermanos Daniel Sabagay Mena, Gabriela Sabagay Vizqueta y Kevin Sabagay Vizqueta, que sigan el ejemplo de ser profesional y luchar frentes a todos los obstáculos.

Sobre todo quisiera dedicarles este trabajo de titulación a 3 personas que conocí en el paso de mi vida universitaria y laboral llamada Olga Vera Montesdeoca, Janny Morán Santana y Andrea Chacón quienes siempre me alentaron y nunca me dejaron decaer. Siempre me apoyaron y me dieron sabios consejos para nunca rendirme y tomar buenas decisiones en mi vida que gracias a eso pude llegar hasta donde estoy ahora.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. _____

Ing. Carlos Chon Díaz, M.Sc.
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

f. _____

Ing. José Barros Cabezas, M.Sc.
COORDINADOR DEL ÁREA

f. _____

Ing. Jaime Hernández Barredo, M.Sc.
OPONENTE

ÍNDICE

1. CAPÍTULO I.....	2
1.1 INTRODUCCIÓN	2
1.2 ANTECEDENTES.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA	3
1.4 OBJETIVOS	4
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.5 ALCANCE.....	4
1.6 METODOLOGÍA	5
2. CAPÍTULO II	6
2.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	6
2.2 SISMO 12 DE DICIEMBRE DE 1979.....	6
2.3 SISMO 18 DE AGOSTO DE 1980.....	7
2.4 SISMO 4 DE AGOSTO DE 1998.....	11
2.5 SISMO 16 DE ABRIL DEL 2016	15
2.5.1 DAÑOS EN ESTRUCTURAS DE ESMERALDAS POR SISMO DEL 16 DE ABRIL DEL 2016.....	15
2.5.2 DAÑOS EN ESTRUCTURAS DE GUAYAQUIL POR SISMO DEL 16 DE ABRIL DEL 2016.....	15
2.5.3 DAÑOS EN ESTRUCTURAS DE PORTOVIEJO POR SISMO DEL 16 DE ABRIL DEL 2016.....	18

2.5.4 DAÑOS EN ESTRUCTURAS DE MANTA POR SISMO DEL 16 DE ABRIL DEL 2016.....	22
2.5.5 DAÑOS EN ESTRUCTURAS DE PEDERNALES POR SISMO DEL 16 DE ABRIL DEL 2016.....	25
2.5.6 DAÑOS EN ESTRUCTURAS DE BAHÍA DE CARÁQUEZ POR SISMO DEL 16 DE ABRIL DEL 2016.....	27
3. CAPÍTULO III.....	30
3.1 GEOLOGÍA DEL SECTOR.....	30
3.1.1 BAHÍA DE CARÁQUEZ.....	30
3.1.2 MANTA.....	32
3.1.3 PEDERNALES.....	34
3.1.4 GUAYAQUIL.....	36
3.2 ESTRUCTURAS REGULARES E IRREGULARES.....	38
3.3 IRREGULARIDADES EN PLANTA EN EDIFICIOS DEL ECUADOR.....	40
3.3.1 TIPO 1: IRREGULARIDAD TORSIONAL.....	40
3.3.2 TIPO 2: RETROCESOS EXCESIVOS EN LAS ESQUINAS.....	42
3.3.3 TIPO 3: DISCONTINUIDADES EN EL SISTEMA DE PISO.....	43
3.3.4 TIPO 4: EJES ESTRUCTURALES NO PARALELOS.....	44
4. CAPÍTULO IV.....	45
4.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	45
4.1.1 CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA.....	45
4.2 MUESTRA.....	46
4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA MUESTRA.....	64

4.4 CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA POR GRUPO SEGÚN EL TIPO DE SUELO.....	71
4.4.1 GRUPO 1: SUELOS FUERTES.....	72
4.4.2 GRUPO 2: SUELOS SUAVES	75
5. CAPÍTULO V	78
5.1 CONCLUSIONES	78
5.2 RECOMENDACIONES	80
BIBLIOGRAFÍA	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Daños ocasionados por el Tsunami en Tumaco.....	7
Figura 2: Sismo 18 de agosto de 1980.....	9
Figura 3: Vista del Edificio Calipso de H.A. de seis pisos que colapsó en sismo de Bahía de Caráquez.....	11
Figura 4: Vista general del Banco Centro o Banco Nacional de Fomento. Edificio cimentado sobre pilotes ubicado en el sur del malecón de Bahía de Caráquez	12
Figura 5: Asentamiento en escalera de acceso del Banco Central el cual no fue asentado sobre pilotes.	12
Figura 6: Hospital "Miguel H. Alcívar" de Bahía de Caráquez	13
Figura 7: Columna que sufrió mayor daño por falta de refuerzo transversal	13
Figura 8: Severos daños en la Edificación del Cuerpo de Bomberos de Bahía de Caráquez	14
Figura 9: Daños en la fachada del Cuerpo de Bomberos de Bahía de Caráquez	14
Figura 10: Intercambiador de Tráfico en Av. de las Américas	16
Figura 11: Colapso de Techo de Supercines San Marino.....	16
Figura 12: Daños en paredes y mampostería del Edificio Cuartel Modelo de Guayaquil.....	17
Figura 13: Edificio en Ayacucho y García Moreno antes del Sismo 2016	18
Figura 14: Edificio en Ayacucho y García Moreno después del Sismo 2016	18
Figura 15: Hotel Cabrera antes del sismo del 16 de abril.....	19
Figura 16: Hotel Cabrera después del sismo del 16 de abril.....	19
Figura 17: Edificio del IESS antes del sismo del 16 de abril.....	20

Figura 18: Edificio del IESS después del sismo del 16 de abril.....	20
Figura 19: Edificio del Sr. Pedro Ramírez antes del sismo del 16 de abril.....	21
Figura 20: Edificio del Sr. Pedro Ramírez después del sismo del 16 de abril.....	21
Figura 21: Adhesivo utilizado por el MIDUVI.....	23
Figura 22: Hotel Chávez Inn ubicado en la ciudad de Manta	24
Figura 23: Edificio Nerea, ubicado en Manta antes del sismo	24
Figura 24: Edificio Nerea, ubicado en Manta después del sismo	25
Figura 25: Edificio Miranda Banchón después del sismo	26
Figura 26: Edificio del GAD de Pedernales después del sismo	26
Figura 27: Fachada del Hospital Miguel H. Alcívar en Bahía de Caráquez después del sismo	27
Figura 28: Hospital Miguel H. Alcívar durante su demolición	28
Figura 29: Edificio El Almirante después del sismo - parte lateral del inmueble... ..	28
Figura 30: Edificio El Almirante después del sismo - sección interior del inmueble	29
Figura 31: Volcanes y grietas de arena en la zona afectada por el sismo	33
Figura 32: Centro comercial derrumbado en Manta.....	33
Figura 33: Crecimiento Urbano de la ciudad de Guayaquil	37
Figura 34: Edificio residencial de una estructura regular.....	39
Figura 35: Importaciones Selectas (9 de Octubre y Chile) antes del sismo	40
Figura 36: Importaciones Selectas (9 de Octubre y Chile) después del sismo	41
Figura 37: Importaciones Selectas (9 de Octubre y Chile) después del sismo	41
Figura 38: Extensión U. Eloy Alfaro (Av. Bolívar con calle Mateus – Zona Central)	42

Figura 39: Croquis de la configuración en planta de Extensión U. Eloy Alfaro.....	42
Figura 40: CC. Municipal (Chile, P. Gual, 9 de Oct, Ricaurte) antes del sismo.....	43
Figura 41: CC. Municipal (Chile, P. Gual, 9 de Oct, Ricaurte) después del sismo.	43
Figura 42: Edificio Notaria 1ERA (Av. Manabí y Francisco P. Moreira) antes del sismo	44
Figura 43: Edificio Notaria 1ERA (Av. Manabí y Francisco P. Moreira) después del sismo	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Distribución de daños generales sobre las edificaciones	10
Ilustración 2: Daños provocados por el sismo en edificios de hormigón armado en la ciudad de Guayaquil	10
Ilustración 3: Jerarquía de colores en etiquetas usadas para edificaciones por el MIDUVI	23
Ilustración 4: Batimetría del área de estudio y Relieve Continental.....	31
Ilustración 5: Terremotos de subducción generados en la costa central del Ecuador de orden de 8 a 8,3 grados de magnitud.....	31
Ilustración 6: Esquema Morfológico según Winckell (1997).....	32
Ilustración 7: Intensidades sísmicas esperadas en el país	35
Ilustración 8: Mapa de riesgos de la costa ecuatoriana sometido a vulnerabilidades; Tsunami	35
Ilustración 9: Mapa estructural del Golfo de Guayaquil dónde se muestran las diferentes estructuras	36
Ilustración 10: Parámetros cualitativos usados en la muestra.....	45
Ilustración 11: Porcentaje de edificios revisados por tipo de evento sísmico	65
Ilustración 12: Edificios en porcentaje por ubicación	66
Ilustración 13: Edificaciones en porcentajes según el tipo de suelo.....	67
Ilustración 14: Edificaciones con alguna Irregularidad en planta en porcentajes...	68
Ilustración 15: Edificios según su tipo de daño en porcentajes	69
Ilustración 16: Porcentaje de irregularidades en planta en edificios del Grupo Suelos Firmes	73
Ilustración 17: Tipos de daños en edificios en muestra del Grupo 1 en porcentajes	74

Ilustración 18: Porcentaje de irregularidades en planta en edificios del Grupo 2... 76

Ilustración 19: Tipos de daños en edificios en muestra del Grupo 2 en porcentajes 77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipología en las edificaciones de la ciudad de Guayaquil	38
Tabla 2: Tipos de Irregularidades en Planta	40
Tabla 3: Muestra general de edificaciones	47
Tabla 4: Edificios revisados por tipo de evento sísmico	64
Tabla 5: Edificios por ubicación.....	65
Tabla 6: Edificaciones según el tipo de suelo.....	66
Tabla 7: Edificaciones con alguna Irregularidad en planta.....	67
Tabla 8: Edificios según su tipo de daño	68
Tabla 9: Correlación entre grado de daño e irregularidad en planta	69
Tabla 10: Tipos de perfil de suelo según NEC-2015	71
Tabla 11: Grupo 1 y Grupo 2	72
Tabla 12: Edificios del Grupo 1	72
Tabla 13: Irregularidades en planta en edificios del Grupo Suelos Firmes	73
Tabla 14: Tipos de daños en edificios en muestra del Grupo Suelos Firmes	74
Tabla 15: Edificios del Grupo 2	75
Tabla 16: Irregularidades en planta en edificios del Grupo 2	76
Tabla 17: Tipos de daños en edificios en muestra del Grupo Suelos Suaves	77

RESUMEN

En el presente trabajo, se realizará una recopilación de información, que consistirá en la creación de una muestra de cientos de estructuras que resultaron afectadas durante los eventos sísmicos de Esmeraldas, 1979; Guayaquil, 1980; Bahía de Caráquez, 1998; y Pedernales, 2016. Una vez creada la muestra, se realizará una distribución y categorización de las edificaciones según el tipo de suelo y daño que se presentaron durante estos eventos sísmicos para después, efectuar un análisis estadístico de los edificios afectados por los cuatro sismos ocurridos en las diferentes partes del Ecuador, mencionados en la parte inicial. En este estudio, se enfatizará la importancia de conocer las irregularidades en planta de las edificaciones, así como el conocimiento de la geología y antecedentes del tipo de suelo del epicentro en base al uso de la Norma NEC-2015. El propósito de este estudio, es determinar la importancia de los factores de irregularidad en planta en los daños a los edificios de hormigón armado (acero) durante los sismos ocurridos en el Litoral del Ecuador desde 1979 al presente año.

Palabras claves: eventos sísmicos, muestra, análisis estadístico, Irregularidades en planta, tipo de suelo, demolición

ABSTRACT

In the present work, it will do a compilation of information that is to say in the creation of the sample of hundreds of structures that resulted affected during seismic events in Esmeraldas, 1979; Guayaquil, 1980; Bahía de Caráquez, 1998: and Pedernales, 2016. Once the sample has been created, it will do distribution and categorization of the buildings depending on the type of soil and damage that occurred during these seismic events and later, a statistical analysis of the buildings affected by the four earthquakes that occurred in the country Ecuador, mentioned in the initial part. In this study, the importance of knowing the irregularities in the plan of the buildings will be emphasized, as well as the knowledge of the Geology and antecedents of the type of soil of the epicenter based on the use of the Standard (NEC-2015). The purpose of this study is to determine the importance of irregularity factors in the plant in the damage to reinforced concrete (steel) buildings during the earthquakes that occurred on the Ecuadorian coast from 1979 to the present year.

Keywords: seismic events, sample, statistical analysis, plant irregularities, soil type, demolition

1. CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

La ingeniería sísmica, es aquella encargada de realizar la investigación y conducta o comportamiento de las estructuras que se encuentran sujetas a cargas sísmicas. Con el paso del tiempo se han desarrollado herramientas que son esenciales para garantizar el correcto funcionamiento del mismo en cualquier escenario sísmico que se presentase a lo largo del tiempo. Ecuador, país con alto nivel sísmico, ha establecido normas y parámetros que todo diseño debe cumplir como principal requisito antes de la aprobación de sus diseños.

El presente proyecto de titulación, es aquel donde se determinará, cuál será la importancia y en que influye las irregularidades en planta en las estructuras que presentaron daños durante los eventos sísmicos suscitados en Esmeraldas 1979, Guayaquil 1980, Bahía de Caráquez 1998 y Pedernales 2016 en base a las irregularidades en planta que indica la Norma Ecuatoriana de la Construcción. Dicha investigación, se focalizará en la creación de una muestra para así determinar que irregularidad en planta predominó más, durante la revisión que se realizará en las estructuras ubicadas en litoral del Ecuador de los 1979, 1980, 1998 y 2016.

1.2 ANTECEDENTES

La conducta o comportamiento de cada una de las estructuras que se encuentran ubicadas en la costa del territorio ecuatoriano, están clasificadas de acuerdo a la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). La clasificación de estas estructuras son determinadas como edificaciones esenciales, de ocupación especial y otras estructuras. Esto se debe, ya que Ecuador está localizado en el cinturón de fuego del Pacífico, sitio de alto peligro sísmico ocasionando que las estructuras que poseen una o más irregularidad en planta, sumado a ese factor el tipo de perfil de suelo y algunas variables más, provoquen el colapso del mismo ocasionando fallas o daños que puedan ser irreversibles en la edificación, acortando su periodo de vida.

Posteriormente, en este trabajo de titulación, durante los eventos sísmicos ocurridos en Esmeraldas, 1979; Guayaquil, 1980; Bahía de Caráquez, 1998; y el último

evento sísmico ocurrido el 16 de Abril del año 2016, tuvieron magnitud considerable de momento sísmico. Es por esto que algunas estructuras tales como edificios, casas y cuarteles registraron daños importantes y otras hasta el propio colapso, teniendo así resultados desastrosos. Estos daños ocasionados, se encuentran registradas en investigaciones, papers, proyectos de titulación, medios de comunicación y ente otras referentes a las ciudades donde se sintió con mayor intensidad correspondiente a la escala sísmica modificada de Mercalli. El Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) y otras empresas privadas, efectuaron registros y reconocimiento de los sectores para definir si las estructuras analizadas, después del evento sísmico podían rehabilitarse o simplemente darlas por no habitable, es decir demolerlas por los daños que presentaba ya sea en su mampostería o estructurales.

He ahí la importancia de realizar una revisión técnica de forma estadística, donde se pueda establecer la cantidad de estructuras que poseían irregularidades en planta junto al tipo de nivel de daño, que fueron ocasionados durante los sismos que se mencionan al inicio.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

El territorio ecuatoriano, situado en la zona de subducción, donde se encuentra la placa Sudamericana y la placa de Nazca, se efectúa un hundimiento con el paso del tiempo. Este proceso de hundimiento, es ejecutado entre la placa de Nazca u Oceánica a la placa Sudamericana, llamándose; “Proceso de Subducción”. Este fenómeno es la causa principal de los eventos sísmicos que se han venido aconteciendo en el Ecuador. Este proceso de hundimiento tiene una velocidad promedio de 11 cm/año, por lo que es fundamental, al instante de ejecutarse la recolección de información y creación de la muestra, se pueda efectuar una revisión y un análisis de todas las estructuras observadas con distintos grados de daño, si poseen una o más irregularidades en planta y otros aspectos más de la Ingeniería Sísmica.

Recientemente en el año 2016, existió un evento sísmico de magnitud de 7.8 en el Ecuador, que ocasionó algunos daños desde severos, moderados y ligeros en ciertas partes del país. En la zona del epicentro, ubicado en Pedernales, existieron muchas construcciones que quedaron colapsadas. El mismo episodio se dio para la ciudad de

Esmeraldas en el año 1979, Nobol – Guayaquil en el año 1980 y Bahía de Caráquez en el año 1998.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Examinar el comportamiento y el desempeño de las estructuras que se encuentran en el Ecuador cumpliendo los requisitos y parámetros que indique la Norma Ecuatoriana de la Construcción de acuerdo a la influencia de la irregularidad en planta mediante una muestra.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Crear una muestra de estructuras afectadas durante los sismos ocurridos en 1979, 1980, 1998 y 2016, obtenidas por medio de fuentes oficiales para poder clasificarlos acorde al caso de tipo de daño que se encontrase en él y si este posee alguna irregularidad en planta.
- Efectuar un porcentaje de forma estadística a las edificaciones que sufrieron daños en relación a los casos de las irregularidades en planta que tendrían las estructuras, respecto a los sismos mencionados al inicio mediante una muestra recopilada por información existente.
- Determinar la influencia de las cuatro irregularidades en planta que plantea la NEC en las edificaciones que sufrieron daños durante los sismos mencionados de forma porcentual en relación al 100% y así distribuirlos a cada caso que correspondiera respecto a la muestra.

1.5 ALCANCE

Mediante una recopilación de datos de las diferentes estructuras que fueron seleccionadas para el caso de estudio de este proyecto de titulación es fundamental destacar:

1. Se seleccionarán todas las edificaciones que fueron afectadas durante los terremotos de los años 1979, 1980, 1998 y 2016 formando así un conjunto universo para luego ser evaluadas.
2. A partir de una información existente, se determina una muestra de todas las edificaciones, clasificándolo a cada caso que correspondiera tales como el tipo de suelo, el año del sismo, lugar donde se encontraba la estructura y los 4 tipos de casos, en relación a las irregularidades en planta sugeridas por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC).

1.6 METODOLOGÍA

La metodología en este proyecto de titulación será de manera cualitativa – comparativa, en las edificaciones que fueron afectadas en el Ecuador por los sismos mencionados en la parte inicial. La información que respaldará estos datos, será extraída de estudios técnicos, investigaciones, reportes y documentos oficiales. Es fundamental que para la recopilación de datos que se efectúe en el desarrollo este trabajo de titulación, sea de fuentes oficiales y así crear una muestra “N” en relación a todos los parámetros que indica la Norma (NEC).

A través de una matriz, clasificar las estructuras por tipo de nombre, año del sismo, lugar donde fue construida, tipo de suelo, los diferentes casos de la irregularidad en planta que menciona la NEC y los niveles de daños que se encontraron en ellos. Los daños pueden ser evaluados en forma descendente empezando desde colapso, severos, moderados, leves y sin daños. Esta revisión que se efectuará al momento de la creación de la matriz, podrá darse la posibilidad que se presenten varios casos de irregularidades en planta en una misma edificación.

Una vez realizada la creación de la matriz y analizado cada caso correspondiente respecto a la NEC, es necesario establecer la proporcionalidad de cada uno de los objetos analizados de acuerdo a la irregularidad que correspondiera y efectuar la respectiva relación con el total de edificios del conjunto universo.

2. CAPÍTULO II

2.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

La información que se analizará en este proyecto de titulación, serán de todas las estructuras que fueron afectadas durante los sismos planteados en la fecha del 12 de diciembre de 1979 cuyo epicentro fue en Esmeraldas, sismo del 18 de agosto de 1980 en Nobol a 30 km de Guayaquil, sismo de 4 de agosto de 1998 cuyo epicentro fue en la costa central a 10 km de Bahía de Caráquez y el reciente que fue 16 de abril del año 2016.

Se utilizaron fuentes oficiales de profesionales especializados en el área, diarios, sitios webs, revistas, entre otros.

2.2 SISMO 12 DE DICIEMBRE DE 1979

El Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada en su documento EVENTOS DEL ECUADOR (2020) menciona que: *“Fue un terremoto de magnitud 7.9 Richter ocurrió a las 07h59m3s en la zona fronteriza de Ecuador - Colombia. Sus coordenadas fueron 1.6°N y 79.4°W con una profundidad de 33 km.”* (INOCAR, 2020)

Este evento sísmico producido en la zona norte de la costa ecuatoriana, fue el causante de que se produjera un tsunami teniendo como efectos, daños severos en la zona sur del país vecino, Colombia. El diario cuyo nombre es 20 Minutos (2016) menciona que: *“... provocó cerca 800 muertos, la mayoría en las zonas costeras de ambos países.”* (Anónimo, 2016)

Solís Gordillo Gabriela Xiomara (2014) en su trabajo de titulación llamado TERREMOTO DE ESMERALDAS DEL 12 DE DICIEMBRE DE 1979, MW= 8.2: INVERSIÓN DE DATOS HIDROGRÁFICOS PARA OBTENER SUS CARACTERÍSTICAS DE RUPTURA menciona que: *“... después del terremoto la costa sur de Colombia fue arrasada por un tsunami, y destruyó casi por completo la población de San Juan,.... La mayor parte de los daños y muertes en estos pueblos eran el resultado del tsunami...”* (Solís Gordillo, 2014)

Algunos reportes mencionan que el sector donde se produjo las mayores afectaciones, fue en el pueblo de San Juan. En este pueblo, las olas destruyeron todo lo que se encontraba a su paso, dando así un alto índice de muertes. En la Figura 1, se podrá apreciar los daños causados por el tsunami.



Figura 1: Daños ocasionados por el Tsunami en Tumaco

Fuente: Solís Gordillo, 2014

2.3 SISMO 18 DE AGOSTO DE 1980

Aguilar Reyes Jorge Enrique (2019) en su trabajo de titulación cuyo tema es DESEMPEÑO DE EDIFICIOS ESENCIALES DURANTE SISMOS EN ECUADOR -CASO INSTALACIONES MILITARES, DE POLICIA, BOMBEROS Y DEFENSA CIVIL hace referencia que: *“Su epicentro estuvo ubicado a 30 km de la ciudad de Guayaquil, cerca de Nobol, su magnitud fue $M_s = 6,1$. La intensidad en Guayaquil fue de VII grados en la escala modificada de Mercalli. Tuvo una duración de 60 segundos.”* (Aguilar, 2019)

Algunos expertos y entre esos, el Ing. Xaviera Vera, especializado en sismos informa que *“En una zona rocosa, donde el suelo es un poco más duro, la actividad sísmica se sentirá con menor intensidad que en un suelo arcilloso blando profundo.”* (Vera, 2015)

Xavier Vera expresa que al momento de ejecutarse la propagación de las ondas en un suelo rocoso, existirá una transformación importante en el tiempo exacto que empieza el evento sísmico. Esta anomalía se debe a que cuando existe la propagación de las ondas en un basamento rocoso, estas se van amortiguando a medida que van subiendo a la superficie, mientras que si se produjera en un suelo arcilloso o blando,

por más mínimo que sea el momento sísmico, los parámetros que pudieran ser afectados serían los desplazamientos y las aceleraciones que tuviese el terreno. Se dice que serían afectados debido a la amplificación que podría darse gracias a la geología propia del terreno que en este caso sería un suelo blando o arcilloso.

Diarios y reportajes históricos comunican que el sismo ocurrido en esa fecha, inició como un ligero temblor y que con el pasar de los segundos, su movimiento se fue convirtiendo de manera violenta, causando estruendos en la ciudad. Este evento sísmico, provocó que exista la suspensión de todas las actividades escolares y comerciales, así como transporte y servicios básicos.

Diario EL PAÍS comunica que las pérdidas materiales fueron de una suma muy importante, así como también se dio la muerte de al menos 8 personas. Para esa época, Jaime Roldós quién fue electo como presidente en el Ecuador, ordenó en las costas ecuatorianas y aledañas donde ocurrió el sismo, sea declarado como estado de Emergencia. En ese mismo diario EL PAÍS, comunica que: *“De acuerdo con los primeros informes, en Guayaquil el sismo ocasionó por lo menos cinco muertos y unos cuarenta heridos, varias casas destruidas y daños en los servicios telefónico y eléctrico.”* (Anónimo, 1980)

Para el año 1998, la M. I. Municipalidad de Guayaquil con co – financiamiento de las Naciones Unidas, creó un proyecto denominado RADIUS. Este proyecto fue desarrollado y dirigido por algunos especialistas en el área, siendo su director el Ing. Jaime Argudo Rodríguez Ph.D., realizaron la búsqueda para poder observar y evaluar los daños que pudieron existir durante cualquier evento sísmico. Después de realizado este estudio, el Proyecto RADIUS concluye que las zonas donde existirán mayores afectaciones y problemas es el casco comercial de la ciudad. Se llegó a esa conclusión porque existía la presencia de edificios vulnerables con construcción mixta, es decir que fueron elaboradas con ladrillos y maderas. El tiempo de la construcción también fue un indicador para la elaboración de este proyecto, ya que existían casas muy antiguas, en su mayoría sobrepasaban los 80 años de antigüedad.

Castro Chang Carlos Joaquín (2012) difiere en su trabajo de grado cuyo tema es la ACTUALIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE EDIFICIOS DE ESTRUCTURA MIXTA EN LOS SECTORES CON MAYOR RIESGO SÍSMICO DE GUAYAQUIL y comunica que: *“Hubo 10 muertos y más de*

100 heridos. El 90% de los casos de muertos y heridos graves, ..., fue causado por la caída de paredes de casas mixtas. Más de 100 casas y edificios quedaron destruidos o con daños.” (Castro, 2012)

En otro párrafo Castro (2012) hace un comentario de mucha importancia y es que: “La mayoría de los edificios de hormigón armado tenían cuatro o más pisos, algunos quedaron con ligeros desplomes, ..., otros con daños por, ..., asimetrías en elevación o en planta, pisos débiles, fachadas de vidrio y volados de excesiva longitud” (Castro, 2012)

En la Figura 2, se puede apreciar una fotografía de un diario local que hizo en ese entonces.



Figura 2: Sismo 18 de agosto de 1980

Fuente: Aguilar, 2019

Bastidas Pesántez Gustavo Gilmar (2019) en su trabajo de titulación cuyo nombre consiste en REVISIÓN DEL COMPORTAMIENTO DURANTE EL SISMO DEL 16 DE ABRIL DE 2016 DE EDIFICIOS EN HORMIGÓN ARMADO AFECTADOS POR EL SISMO DEL 18 DE AGOSTO DE 1980 menciona que el sismo que se produjo en la ciudad “... la intensidad es catalogada de grado VII con respecto a la escala modificada de Mercalli; sin embargo en algunos sectores del oeste, centro y el sur de la ciudad este tuvo una intensidad máxima registrada de VIII grados MM.” (Bastidas, 2019)

En la Ilustración 1, se podrá apreciar como el Proyecto RADIUS, realizado por el Instituto de Investigación y Desarrollo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad

Católica Santiago de Guayaquil, cuyo director fue el Ing. Jaime Argudo Rodríguez, Ph.D., tiene a la ciudad categorizada mediante un índice de colores yendo desde color amarillo correspondiente a una intensidad VI, rosado correspondiente a una intensidad VII, rojo correspondiente a una intensidad VIII- y morado a una intensidad VIII+.



Ilustración 1: Distribución de daños generales sobre las edificaciones

Fuente: Proyecto RADIUS, UCSG, Argudo et al, 1999

En la Ilustración 2, se mostrará los daños sísmicos que existieron en los edificios de hormigón armado correspondiente a la ciudad de Guayaquil. Este levantamiento de información, lo realizó el Proyecto RADIUS.

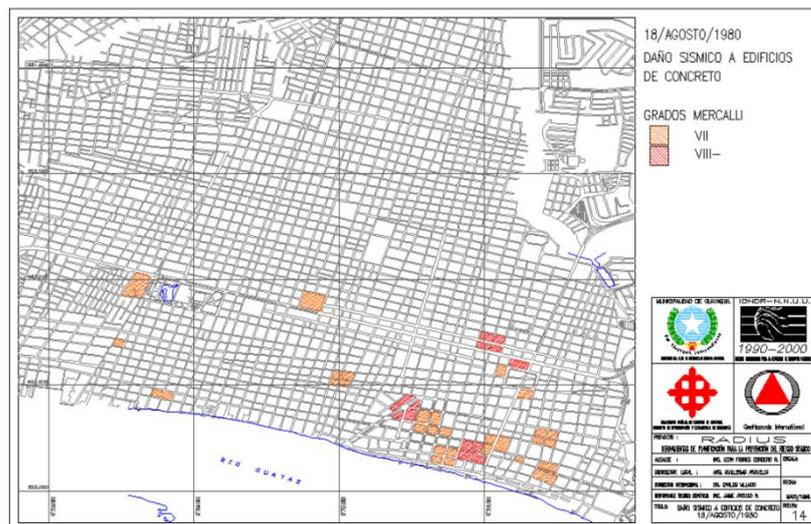


Ilustración 2: Daños provocados por el sismo en edificios de hormigón armado en la ciudad de Guayaquil

Fuente: Proyecto RADIUS, UCSG, Argudo et al, 1999

2.4 SISMO 4 DE AGOSTO DE 1998

Aguiar Roberto, Zeballos Marcos, Palacios Jorge, García Lincoln & Menéndez Edgar (2016) en su documento llamado NECESIDAD DE REFORZAR LAS ESTRUCTURAS AFECTADAS POR UN TERREMOTO comenta que: *“El 4 de agosto de 1998, un sismo de 7.2, ubicado en las siguientes coordenadas: 80.53 W; 0.55 S, causó gran daño a la ciudad de Bahía de Caráquez, y se sintió con menos intensidad en Manta y Portoviejo.”* (Aguiar, Zeballos, Palacios, García & Menéndez, 2016)

En la Figura 3 se mostrará la vista frontal del edificio Calipso de hormigón armado de seis pisos, el mismo que colapsó a causa del sismo ocurrido en Bahía de Caráquez el 4 de agosto de 1998.



Figura 3: Vista del Edificio Calipso de H.A. de seis pisos que colapsó en sismo de Bahía de Caráquez
Fuente: Alva, 2020

Otro factor que mencionan Aguiar Roberto, Zeballos Marcos, Palacios Jorge, García Lincoln & Menéndez Edgar (2016) es la calidad de los materiales y ellos acotan que: *“Es grave el problema de corrosión que existe en la costa. ..., en la construcción si las varillas de acero de un elemento de hormigón armado no tienen suficiente recubrimiento se va a oxidar, el caso se agrava si utilizaron arena de mar”* (Aguiar, Zeballos, Palacios, García & Menéndez, 2016)

Aguilar Reyes Jorge Enrique (2019) comenta que: *“El balance final indicó que tres personas fallecieron y cuarenta resultaron heridos debido al terremoto, los daños ocasionados bordearon los 100 millones de dólares. El epicentro, determinado por (IG-EPN) fue localizado a una profundidad focal de 39 kilómetros.”* (Aguilar, 2019)

En la Figura 4 se mostrará los daños no estructurales que recibió el edificio del Banco Central o Banco Nacional de Fomento. Este edificio se encuentra cimentado sobre pilotes y lo único que no se cimento sobre pilotes fueron las escaleras de acceso ya que en ellas si se aprecia un asentamiento del mismo como se lo puede observar en la Figura 5.



Figura 4: Vista general del Banco Centro o Banco Nacional de Fomento. Edificio cimentado sobre pilotes ubicado en el sur del malecón de Bahía de Caráquez

Fuente: Alva, 2020



Figura 5: Asentamiento en escalera de acceso del Banco Central el cual no fue asentado sobre pilotes.

Fuente: Alva, 2020

Aguiar Roberto, Morales Enrique, Chunga Kervin, Iza Evelyn & Del Castillo Fernando (2016) en su trabajo ACELEROGRAMAS Y ESPECTROS INFERIDOS DEL TERREMOTO 1998 (Mw 7,2), BAHÍA DE CARÁQUEZ, ECUADOR hace mención en lo que sucedió en el único hospital de lugar y dice que: “... estuvo muy cerca de llevar al colapso al único hospital de esa ciudad, que es el Miguel H.

Alcívar.... Un buen número de las columnas perimetrales se dañaron” (Aguiar, Morales, Chunga, Iza & Del Castillo, 2016)

En la Figura 6, se dará a conocer el único hospital ubicado en Bahía de Caráquez y en la Figura 7, la columna perimetral que sufrió mayor daño durante ese sismo. En esa figura, si se observa de manera detenida, se visualizará que en esa columna existió un pandeo y esto es producido por la carencia del refuerzo transversal. He ahí donde entra los conceptos y la importancia de los refuerzos transversales para una columna.



Figura 6: Hospital "Miguel H. Alcívar" de Bahía de Caráquez

Fuente: Aguilar, Morales, Chunga, Iza & Del Castillo, 2016



Figura 7: Columna que sufrió mayor daño por falta de refuerzo transversal

Fuente: Aguilar, Morales, Chunga, Iza & Del Castillo, 2016

Otro dato fundamental que menciona Aguilar Reyes Jorge Enrique (2019), dice que otra edificación que resultó afectada por ese sismo fue el edificio del Cuerpo de Bomberos de Bahía de Caráquez, ubicado en el sector del Malecón Alberto Santos en la zona NE. Esta estructura, estaba construida con hormigón armado. En otras palabras Aguilar Reyes Jorge Enrique (2019) comenta que: “...el sistema estructural

correspondía a losas de hormigón armado sobre pilares, la segunda planta era de mampostería y el techo contaba con láminas de zinc, el edificio tenía 2 pisos.” (Aguilar, 2019)

La edificación sufrió daños en el muro de fachada, ya que este colapsó sobre los vehículos de trabajo de ellos (Carros Bombas), ocasionándole severos daños. Mediante revisiones de expertos, se llegó a la conclusión que la estructura fue afectada en 100% en su totalidad, por lo que horas después del sismo no pudo prestar las ayudas pertinentes. En la Figura 8 y Figura 9 Se apreciará con más detenimiento los daños que recibió la estructura.



Figura 8: Severos daños en la Edificación del Cuerpo de Bomberos de Bahía de Caráquez

Fuente: CERESIS – UNESCO, 1998



Figura 9: Daños en la fachada del Cuerpo de Bomberos de Bahía de Caráquez

Fuente: CERESIS – UNESCO, 1998

2.5 SISMO 16 DE ABRIL DEL 2016

Bravo Elizabeth (2017) menciona en su artículo llamado EL SISMO DEL 16 DE ABRIL EN MANABÍ VISTO DESDE LA ECOLOGÍA POLÍTICA DEL DESASTRE y menciona que: “... Ecuador vivió un sismo de magnitud 7.8, cuyo epicentro fue... Pedernales... provincia de Manabí, dejando 670 fallecidos y miles de afectados. Las poblaciones más afectadas fueron Pedernales, Manta, Portoviejo, Canoa, Jama y Bahía de Caráquez en Manabí, y los cantones Muisne y Atacames en Esmeraldas.” (Bravo, 2017)

Muchos estudios realizados y sumados a los que se detalla en este trabajo de titulación es que en el Ecuador no es la primera vez que se siente este tipo de eventos sísmicos de gran magnitud. Según datos históricos revelan que solo en la zona de Esmeraldas y Manabí, fue sentido en un radio de 250 kilómetros. Bravo Elizabeth (2017) resalta también que en tan sólo en dicho sector, se han registrado: “cuatro terremotos con magnitud de 7 grados o más, desde inicios del siglo XX: 1942 (7.8 grados), 1958 (7.7 grados), 1979 (8.2 grados), 1998 (7.1 grados). Los epicentros de estos eventos están dentro de la zona de ruptura del mega evento de 1906” (Bravo, 2017)

2.5.1 DAÑOS EN ESTRUCTURAS DE ESMERALDAS POR SISMO DEL 16 DE ABRIL DEL 2016

En la provincia de Esmeraldas, medios de comunicación observaron daños en las partes estructurales y eléctricas del aeropuerto Internacional Carlos Concha Torres del cantón Esmeraldas. Aquel aeropuerto tuvo que suspender sus actividades de forma obligatoria para asegurar y garantizar la seguridad de los usuarios suspendiendo todas las operaciones y actividades que se efectuaban.

2.5.2 DAÑOS EN ESTRUCTURAS DE GUAYAQUIL POR SISMO DEL 16 DE ABRIL DEL 2016

En la provincia del Guayas se registraron daños severos y en algunas hasta el colapso de algunas estructuras tales como el intercambiador de tráfico que se

encontraba en la Av. de las Américas, viviendas en la zona céntrica de la ciudad. En los centros comerciales de la ciudad tales como San Marino Shopping se observó daños moderados como el desplome del techo y hasta incendios producidos por daños en la parte eléctrica del mismo. Diario El comercio, hace mención que al menos 243 edificios resultaron con daños parciales en su estructura.

En la Figura 10 se observa como quedó el intercambiador ubicado en la Av. de Las Américas de la ciudad de Guayaquil y en la Figura 11 se observa el colapso del techo del centro comercial San Marino en las afueras del Supercines.



Figura 10: Intercambiador de Tráfico en Av. de las Américas

Fuente: Granja, 2016

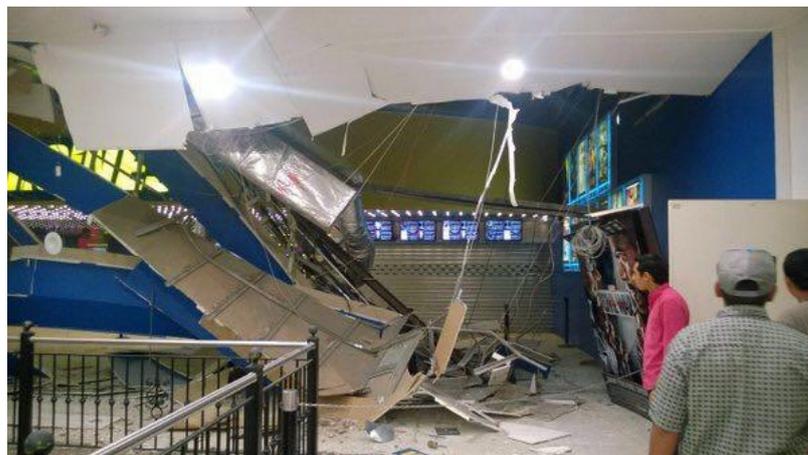


Figura 11: Colapso de Techo de Supercines San Marino

Fuente: Toral, 2016

El 30 de junio 2016, Diario El Universo, hizo un reportaje sobre los daños que provocó el terremoto del 16 de abril en las instalaciones del Cuartel Modelo. El Cuartel Modelo, se encuentra ubicado en Guayaquil, Av. de Las Américas y los daños que se

causaron en esa edificación fueron no estructurales. Es decir “*cuarteaduras y huecos en las paredes de la fachada y laterales.*” (El Universo, 2016)

La mayoría de transeúntes y peatones que circulaban en los exteriores del edificio, transitaban con pánico y esto es debido que no poseía la respectiva cinta de “Peligro” o a su vez miedo a que la estructura colapse con el paso de una réplica. Es por este motivo que se tomó la decisión de todos los funcionarios y administradores que se encontraban en esa edificación, trasladarlos al Consejo de la Judicatura ubicado en el c.c. Albán Borja. Expertos en el tema relatan que los daños en la edificación fueron en paredes y mampostería. En la Figura 12, se puede observar los daños en la mampostería del edificio.



Figura 12: Daños en paredes y mampostería del Edificio Cuartel Modelo de Guayaquil

Fuente: El Universo, 2016

Aguirre Zambrano, Jaime Antonio (2019) en su trabajo de titulación REVISIÓN DEL COMPORTAMIENTO DURANTE EL SISMO DEL 16 DE ABRIL DE 2016 DE EDIFICIOS EN HORMIGÓN ARMADO AFECTADOS POR SÍSMOS ENTRE 1943 Y 1971 EN GUAYAQUIL comenta acerca del colapso de un edificio y dice: “*El condominio de Segundo Llamuca, ubicado en Ayacucho y García Moreno. En la edificación, construida hace cuatro años, invirtió \$ 200 mil.*” (Aguirre, 2019). En la Figura 13 y la Figura 14 se presenta el antes y después del sismo del inmueble.



Figura 13: Edificio en Ayacucho y García Moreno antes del Sismo 2016

Fuente: Google Maps, 2019



Figura 14: Edificio en Ayacucho y García Moreno después del Sismo 2016

Fuente: Diario El Telégrafo, 2016

2.5.3 DAÑOS EN ESTRUCTURAS DE PORTOVIEJO POR SISMO DEL 16 DE ABRIL DEL 2016

Landívar Armendáriz Hugo (2016) en su documento RESULTADO DE LA INSPECCIÓN VISUAL REALIZADA DURANTE EL BREVE RECORRIDO POR LAS CALLES DE PORTOVIEJO EN ABRIL 19 – 2016 hace un comentario y menciona que: *“No todos los edificios inspeccionados fallaron catastróficamente, y entre ellos existen estructuras que aunque no han tenido daños severos, debían ser inspeccionados por tratarse de edificaciones que por su importancia (público o privado de uso público) lo ameritan.”* (Landívar, 2016)

El Hotel Cabrera ubicado en las calles Pedro Gual y García Moreno, es un ejemplo de la mayoría de edificios colapsados en la ciudad de Portoviejo. La posible causa del colapso, debió ser por la irregularidad torsional que poseía. Landívar Armendáriz Hugo (2016) comenta que: *“El colapso total de la edificación incluyendo la muerte de su propietario, ... era un Ingeniero Civil cuyo nombre es Raúl Alfredo Cabrera Suárez. Se encontraba en el hotel durante la ocurrencia del evento sísmico. Material de la estructura es Hormigón Estructural, 4 pisos”* (Landívar, 2016)

En la Figura 15 se muestra el antes y en la Figura 16 el después del edificio luego del sismo en la ciudad de Portoviejo.



Figura 15: Hotel Cabrera antes del sismo del 16 de abril

Fuente: Landívar, 2016



Figura 16: Hotel Cabrera después del sismo del 16 de abril

Fuente: Landívar, 2016

Otro edificio más que se tomó de la investigación realizada por parte del Ing. Landívar Armendáriz Hugo es el Edificio del IESS, el cual se encuentra ubicado en

las calles Chile y Pedro Gual en Portoviejo. El problema que se presentó, fue el de falla en una esquina por problemas de torsión. Además se encontró que el edificio tenía problemas por piso flexible, es decir columnas esbeltas y débiles con relación a la carga. Landívar Armendáriz Hugo (2016) hace otro comentario y dice: *“Colapso en su totalidad de la estructura. Edificación de ocupación pública y fue cambiado su uso con nuevas cargas para tener oficinas públicas. Material de la estructura es Hormigón Estructural, 6 pisos.”* (Landívar, 2016)

En la Figura 17 se exhibe el antes y en la Figura 18 el después del edificio del IESS luego del sismo en la ciudad de Portoviejo.



Figura 17: Edificio del IESS antes del sismo del 16 de abril

Fuente: Landívar, 2016



Figura 18: Edificio del IESS después del sismo del 16 de abril

Fuente: Landívar, 2016

El último ejemplo del conjunto universo del documento por parte del Ing. Landívar Armendáriz Hugo será el Edificio del Sr. Pedro Ramírez, el cual se encuentra

ubicado en la Av. Manabí y Pable Emilio Macías. Este edificio cuenta con un sistema estructural de vigas y columnas. La falla que se produjo en este edificio es en las vigas de los volados ya que posiblemente se produjo un desplazamiento en los planos de acción de elementos verticales. Landívar Armendáriz Hugo (2016) hace referencia a este edificio y acota que el: *“Colapso de la estructura de forma parcial. La edificación tiene volados superiores a 3 metros con mezanine. Material de la estructura es Hormigón Estructural, 3 pisos.”* (Landívar, 2016)

En la Figura 19 se presenta el antes y en la Figura 20 el después del edificio del Sr. Pedro Ramírez luego del sismo en la ciudad de Portoviejo.



Figura 19: Edificio del Sr. Pedro Ramírez antes del sismo del 16 de abril

Fuente: Landívar, 2016



Figura 20: Edificio del Sr. Pedro Ramírez después del sismo del 16 de abril

Fuente: Landívar, 2016

2.5.4 DAÑOS EN ESTRUCTURAS DE MANTA POR SISMO DEL 16 DE ABRIL DEL 2016

Tapia Loor Sheznarda Julieth (2018) en su tema previo a la obtención del título cuyo nombre ESTUDIO DE LAS CAUSAS DE DEMOLICIÓN DE EDIFICIOS AFECTADOS POR EL SISMO DEL 16 DE ABRIL DEL 2016 EN MANTA menciona que: *“conocer los motivos, ..., de algunas estructuras de la ciudad de Manta fueron clasificadas para ser demolidas, resulta ser muy interesante, ..., ya que algunas, ..., estructuras evaluadas podrían haber sido condenadas sin que existiesen “méritos suficientes” que justificasen dicha decisión.”* (Tapia, 2018)

Esto se lo puede interpretar como al momento de tomar la decisión de ser demolida una estructura, es porque aquella presenta daños severos en su sistema estructural o alguna falla en su sistema de columnas o pisos. Es fundamental que en la toma de decisiones, se tenga el criterio adecuado y así poder ordenar su demolición. Si la estructura no presenta ninguno de estos problemas y sólo presenta problemas en mamposterías, recubrimiento o paredes; pues no es necesario la demolición, pues puede reforzarse las columnas en recubrimientos o realizar nuevas paredes si fuese el caso en el sistema de paredes.

El Mercurio, periódico local de la ciudad de Manta indicó que: *“Equipo de profesionales del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) se incorpora al trabajo de recopilación de información sobre las edificaciones afectadas.”* (Tapia, 2018)

El MIDUVI, por medio de adhesivos, colocaba a las edificaciones 3 tipos de etiquetas. Estas etiquetas estaban formadas por 3 colores. Tapia Loor Sheznarda Julieth (2018) acota que la clasificación de los colores fue de la siguiente forma:

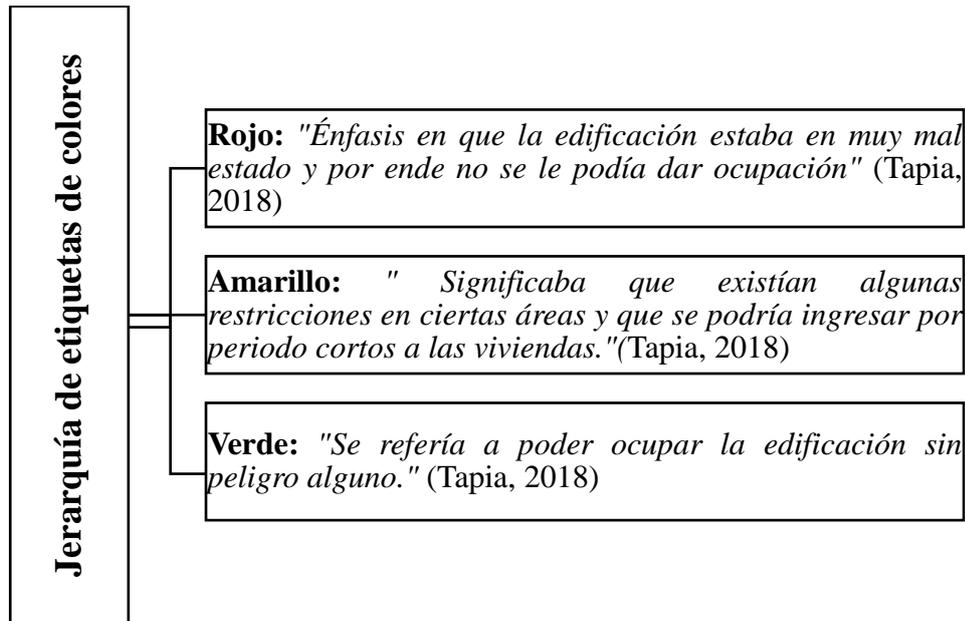


Ilustración 3: Jerarquía de colores en etiquetas usadas para edificaciones por el MIDUVI

Fuente: Sabagay, 2021

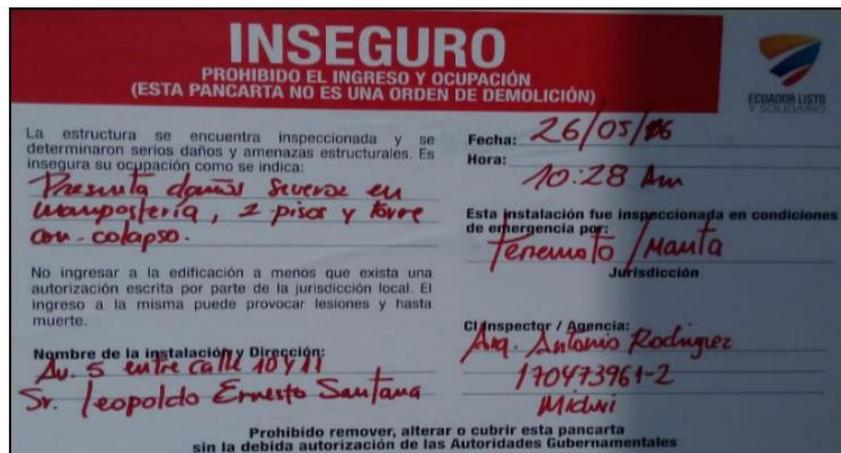


Figura 21: Adhesivo utilizado por el MIDUVI

Fuente: El Mercurio, 2016

Tapia Loor Sheznarda Julieth (2018) hace comentarios respecto al Hotel Chávez Inn y acota que: "... el hotel se encontraba cuarteado" (Tapia, 2018). Así también lo acotó Moreira Fabián (2016) y dijo que: "Habrá que hacer un chequeo general de toda la estructura para ver si se la puede salvar, pero hay que precisar para cada una de las columnas que, si están sentidas, lamentablemente, hay derrocarlas" (Moreira, 2016)

De igual forma, a pesar que el dueño del inmueble, realizó una contratación privada por un experto, en diarios locales y páginas de noticias de la provincia, se dio

la noticia del inmueble y fue la demolición de forma parcial de 2 plantas. Esta decisión se tomó por las autoridades encargadas en ese entonces, ya que su cimentación y estructura no se encontraba en buen estado. En la Figura 22 se puede apreciar de mejor forma gracias a la toma de la fachada realizada por el Ing. Villacrés Alex.



Figura 22: Hotel Chávez Inn ubicado en la ciudad de Manta

Fuente: Villacrés, 2016

Tapia Loor Sheznarda Julieth (2018) hace referencia acerca del edificio Nerea y menciona que es un edificio de hormigón armado, formado por 8 pisos, no sufrió daños estructurales, sino daños en mampostería y paredes. Se podía tomar medidas para la restauración del mismo, pero sin embargo fue demolido. Este inmueble, se encontraba localizado en la ciudad de Manta y estaba ubicado en suelo de perfil tipo C. El año de construcción se dio en el periodo 2011 – 2012. En la Figura 23 se podrá visualizar el antes y en la Figura 24 el después de cómo quedó el inmueble tras el sismo del 16 de abril del 2016.



Figura 23: Edificio Nerea, ubicado en Manta antes del sismo

Fuente: Tapia, 2018



Figura 24: Edificio Nerea, ubicado en Manta después del sismo

Fuente: Villacrés, 2016

2.5.5 DAÑOS EN ESTRUCTURAS DE PEDERNALES POR SISMO DEL 16 DE ABRIL DEL 2016

Elbert Chávez Gema Alejandra (2018) con nombre ESTUDIO DE LAS CAUSAS DE DEMOLICIÓN DE EDIFICIOS AFECTADOS POR EL SISMO DEL 16 DE ABRIL DE 2016 EN PEDERNALES, acota que: *“El suelo es de tipo D en la ciudad de Pedernales”* (Elbert, 2018)

Elbert Chávez Gema Alejandra (2018) también comunica que: *“La estructura es vulnerable por sus irregularidades en planta y en elevación, lo cual amplificaba las deformaciones torsionales por efectos sísmicos”* (Elbert, 2018)

Y como parte final a su comentario respecto al estudio que realizó, concluyó que: *“La resistencia del hormigón no cumple los requerimientos de aceptación. La calidad del hormigón es deficiente, además se observó zonas afectadas por corrosión del acero.”* (Elbert, 2018)

Estos parámetros que nombra, se los visualiza a medida que se realice la revisión de las edificaciones como por ejemplo el edificio Miranda Banchón. Este inmueble se encuentra construido con hormigón armado bajo un sistema compuesto de columnas. Elbert Chávez Gema Alejandra (2018) relata que: *“..., tiene columnas rectangulares de 25 x 30 cm que salen desde el sótano 2 hasta la losa de tercer piso, hasta la cubierta columnas metálicas de 200x100 mm, 150x100 mm y 100x100 mm”* (Elbert, 2018)

Esta edificación sufrió daños fuertes en el extremo inferior de la columna por el desprendimiento del recubrimiento, así como también daños en la mampostería traduciéndolo en daños fuertes. Otro caso más que se presentó en esta edificación es cuando se realizó la extracción de un núcleo y este no cumplía con los parámetros de rotura en resistencia a compresión máxima de las columnas. En la Figura 25 se evidenciará como quedó la edificación Miranda Banchón.



Figura 25: Edificio Miranda Banchón después del sismo

Fuente: GAD Pedernales, 2016

Otro ejemplo podría ser el GAD de Pedernales. En este edificio como se lo observa en la Figura 26, presenta irregularidades en planta a simple vista. Al parecer la estructura no tuvo daños estructurales pero sin embargo en mampostería y paredes si existieron fracturas, sin embargo Elbert Chávez Gema Alejandra (2018) recalca un dato importante y es que: “... *los daños en los elementos estructurales fueron en las columnas y vigas*” (Elbert, 2018)



Figura 26: Edificio del GAD de Pedernales después del sismo

Fuente: GAD Pedernales, 2016

2.5.6 DAÑOS EN ESTRUCTURAS DE BAHÍA DE CARÁQUEZ POR SISMO DEL 16 DE ABRIL DEL 2016

Diario El Universo, realizó un reportaje y comentó que: “El 18 de junio del 2016, se habían estudiado 9482 edificaciones, determinando la destrucción de 455 y 2822 afectadas” (Palma, 2016)

Uno de los casos que más conmocionaron a la ciudad, es el sucedido después del evento sísmico, diario El Universo realizó un reportaje comentando sobre la situación del Hospital Miguel H. Alcívar, y es que este iba a ser demolido por la empresa Trucpar. MIDUVI había hecho la contratación de personal experto en el área para realizar el estudio de edificios y entre esos estaba el hospital dónde las autoridades competentes llegaron a la conclusión que el sistema estructural del edificio no se encontraba en óptimas condiciones y hasta enfatizaron mediante un comentario adicional que no se debía realizar ningún levantamiento o construcción de cualquier estructura ya sea inmueble o centro médico en ese sector. En la Figura 27 se puede apreciar las condiciones de cómo quedó la estructura en su fachada después del sismo y en la Figura 28 como estaba quedando la estructura cuando se estaba realizando la demolición,



Figura 27: Fachada del Hospital Miguel H. Alcívar en Bahía de Caráquez después del sismo

Fuente: El Universo, 2016



Figura 28: Hospital Miguel H. Alcívar durante su demolición

Fuente: El Universo, 2016

Otro ejemplo que puntualizó Chucuyán Pérez María Gabriela (2018) con nombre ESTUDIO DE LAS CAUSAS DE DEMOLICIÓN DE EDIFICIOS AFECTADOS POR EL SISMO DEL 16 DE ABRIL DE 2016 EN BAHÍA DE CARÁQUEZ, menciona acerca de las condiciones de cómo se encontraba el edificio El Almirante y señala que: *“El edificio resultó con daños graves en la estructura. Manuel Gilces, alcalde del Cantón Sucre, confirmó que la demolición la iba a ejecutar la empresa Tragsa y que la conclusión para demoler la edificación fue respaldada, ..., por el MTOP.”* (Chucuyán, 2018)

En la Figura 29 y la Figura 30 se podrán apreciar las condiciones del inmueble después del sismo, apreciándose a simple vista los daños severos de la estructura tanto en la mampostería y paredes.



Figura 29: Edificio El Almirante después del sismo - parte lateral del inmueble

Fuente: El Diario, 2016



Figura 30: Edificio El Almirante después del sismo - sección interior del inmueble

Fuente: El Diario, 2016

Por eso es necesario efectuar una revisión de las estructuras falladas o colapsadas, junto a las demolidas para conocer si en esas estructuras existió alguna irregularidad en planta, el tipo de perfil de suelo donde se encontraba ubicada y el tipo de daño recibido durante los cuatro sismos seleccionados ocurridos en el Ecuador en el año 1979, 1980, 1998 y 2016. Al garantizar un comportamiento dúctil, la estructura se encuentra en la capacidad de esparcir la energía provocada por el evento sísmico por parte de los elementos, dándole un buen comportamiento y así satisfaciendo la configuración estructural al cual fue diseñado.

3. CAPÍTULO III

3.1 GEOLOGÍA DEL SECTOR

3.1.1 BAHÍA DE CARÁQUEZ

Bahía de Caráquez de acuerdo Aguiar Roberto, Morales Enrique, Chunga Kervin, Iza Evelyn & Del Castillo Fernando (2016) comenta que: *“La zona de subducción del Ecuador tiene 576 kilómetros de longitud, pero si se considera la geodinámica de subducción desde la costa norte de Perú, alcanzando la parte sur andina del territorio continental del Ecuador, la zona de subducción tiene 756 kilómetros de longitud.”* (Chunga, Aguiar, Zambrano, Quiñonez, Galarza, 2016, como se citó en Aguiar, Morales, Chunga, Iza, & del Castillo, 2016)

Es decir, en toda la zona costera del territorio ecuatoriano, se encuentra considerada la geodinámica de subducción empezando desde el territorio peruano, específicamente en la parte norte costera hasta el sur del territorio ecuatoriano. Según estudios, abarca una longitud promedio de 756 kilómetros. Hernández Salazar María José (2012) hace referencia en su trabajo llamado EL SISTEMA DE FALLAS DE JAMA EN LA PLATAFORMA CONTINENTAL (OFF-SHORE) DEL MARGEN ECUATORIANO y habla acerca de la morfología de Bahía y acota que: *“El relieve de la plataforma continental en el área de estudio es suave... Desde los inicios de pendiente hacia la fosa, las curvas de nivel se vuelven mucho más densas y abarcan valores desde -250 m hasta - 3000m.”* (Hernández, 2012)

En pocas palabras, lo que quiere dar a entender mediante el resultado de la batimetría es que las curvas de nivel se encuentran muy separadas, y esto se debe por la profundidad que posee la fosa marina del sitio. En la Ilustración 4, se visualizará la batimetría del área de estudio y su relieve continental.

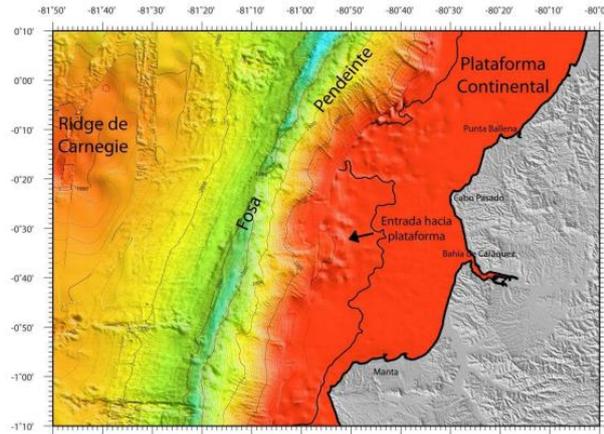


Ilustración 4: Batimetría del área de estudio y Relieve Continental

Fuente: (Michaud, 2006)

Aguiar Roberto, Morales Enrique, Chunga Kervin, Iza Evelyn & Del Castillo Fernando (2016) menciona que: “La estructura sismo génica de subducción en la costa central tiene 165 kilómetros de longitud, pudiendo alcanzar máximos valores estimados de magnitud de 8.3 grados y PGA de 0.42 g” (Chunga, 2016, como se citó en Aguiar, Morales, Chunga, Iza, & del Castillo, 2016)

Interpretando su comentario acerca de los eventos sísmicos, es que aquellos son creados por la estructura presentada en el terreno y debido al efecto de subducción producido en la costa, este alcanzaría valores casi a 8.3 grados. Durante un evento sísmico, se podrían presentar escenarios tales como deslizamientos en laderas, la existencia de licuefacción del suelo, grietas en el terreno, entre otras. En la Ilustración 5 se evidencia los terremotos generados en el litoral del Ecuador.

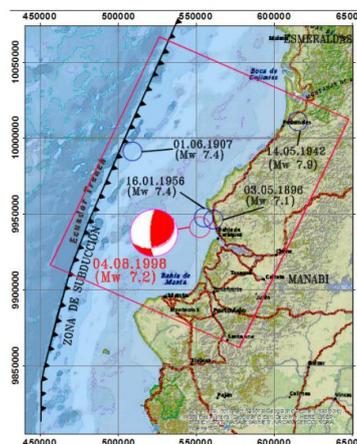


Ilustración 5: Terremotos de subducción generados en la costa central del Ecuador de orden de 8 a 8,3 grados de magnitud

Fuente: Aguiar, Morales, Chunga, Iza, & del Castillo, 2016

3.1.2 MANTA

Coronel Quevedo Jorge Alberto en su tema investigación llamada ANÁLISIS DE MORFOESTRUCTURAS EN IMÁGENES RADAR, FOTOS AÉREAS, RED DE DRENAJE Y MODELOS NUMÉRICOS PARA LA OBSERVACIÓN DE DEFORMACIONES DE UNA MARGEN ACTIVA: EJEMPLO DE MANTA acota lo siguiente: “La zona de estudio ocupa una posición geográficamente excéntrica, su límite oriental corresponde a la terminación occidental de los cerros de Portoviejo, Montecristi y del tramo sur de la cordillera costanera” (Winckell, 1997 citado por Coronel, 2011

Investigaciones reflejan acerca de la carretera Manta – Montecristi y evidencian que dicha carretera posee una formación peculiar, es decir un relieve con elevaciones entre 300 a 320 metros. En La Ilustración 6 se podrá visualizar el esquema Morfológico que según detalla Winckell.

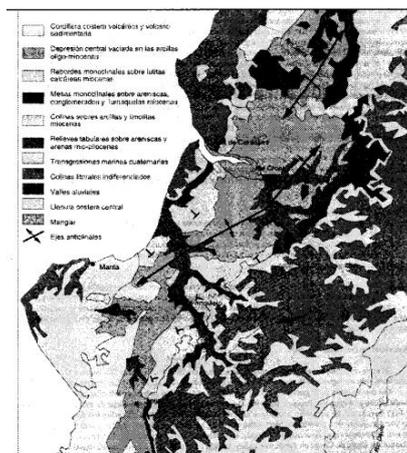


Ilustración 6: Esquema Morfológico según Winckell (1997)

Fuente: Winckell, 1997

ABC ARCHITECTURAL SOLUTIONS en su Informe Técnico del estudio de suelo (2018) comenta que: “Existen suelos difíciles, un caso particular en el sector de Tarqui, donde definitivamente hay que usar cimentaciones con pilotes, ..., y en suelos arcillosos” (ABC ARCHITECTURAL SOLUTIONS, 2018)

También hace otro comentario que: “Lo que ocurrió en la zona de Tarqui – Manta, según los técnicos, fue un proceso de licuefacción provocado por el alto nivel freático del suelo.” (ABC ARCHITECTURAL SOLUTIONS, 2018)

En la Figura 31 se puede apreciar volcanes y grietas de arena en las zonas afectadas.



Figura 31: Volcanes y grietas de arena en la zona afectada por el sismo

Fuente: El Diario, 2016

Tapia Loor Sheznarda Julieth (2018) comenta otra vez y dice: *“Las edificaciones en la ciudad de Manta, muchas colapsaron totalmente, otras estaban debilitadas, se encontraban con daños severos, tenían daños estructurales, entre otros casos. La parroquia Tarqui fue uno de los sectores principales en los que se encontraban daños significativos e impactantes”* (Tapia, 2018)

Tapia Sheznarda manifiesta acerca de los inmuebles y edificaciones de la ciudad de Tarqui – Manta y en su mayoría fueron afectados. El Ing. Alex Villacrés, sumado a investigaciones de otros profesionales, apoyó en el aclaramiento sobre las demoliciones y las afectaciones estructurales y no estructurales que se ejecutaron en Manta siendo los diarios la principal fuente de información. En la Figura 32 se visualiza el colapso del centro comercial de Manta.



Figura 32: Centro comercial derrumbado en Manta

Fuente: Ochoa, 2016

3.1.3 PEDERNALES

Dávalos Yerovi Cristian & Morán Navarrete Paul (2017) en su documento llamado IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESPECTRAL DE CONSTRUCCIONES DE HORMIGÓN Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS EN LA CABECERA CANTONAL DE PEDERNALES MEDIANTE TÉCNICAS DE TELEDETECCIÓN Y SIG difiere que: *“la probabilidad de ocurrencia de un sismo, según estudios del Instituto Geológico, las mayores intensidades sísmicas esperadas en el país son de grado IX, que corresponden a las provincias de Esmeraldas y Norte de Manabí.”* (Yerovi & Morán, 2017)

Así mismo menciona que: *“...el territorio ecuatoriano es considerado como zona sísmicamente activa, de tal caso que en la región costanera se han suscitado eventos sísmicos de gran magnitud, como es el sismo del 16 de abril cuyo epicentro fue en Pedernales”* (Yerovi & Morán, 2017)

Otro factor que menciona Dávalos Yerovi Cristian & Morán Navarrete Paul (2017) es que: *“En el cantón Pedernales existen amenazas de tipo hidrometeorológicas como son inundaciones y deslizamientos de tierra.”* (Yerovi & Morán, 2017)

En el territorio ecuatoriano mediante datos históricos, existen registros acerca de tsunamis ocurridos en él. Estos tsunamis podrían generar pérdidas grandes entre económicas y humanitarias, debido a la gran afluencia de personas al balneario. En la Ilustración 7 se puede apreciar las intensidades esperadas en el territorio ecuatoriano. En Esmeraldas y Loja se espera intensidades de XI en la escala de Mercalli Modificada y en la Ilustración 8 se visualizará el mapa de riegos tsunamis a la cual está sometida la costa ecuatoriana.

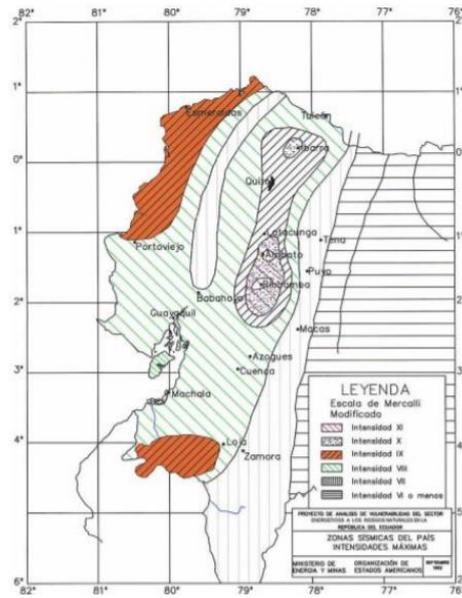


Ilustración 7: Intensidades sísmicas esperadas en el país

Fuente: Ministro de Energía & OEA, 1992

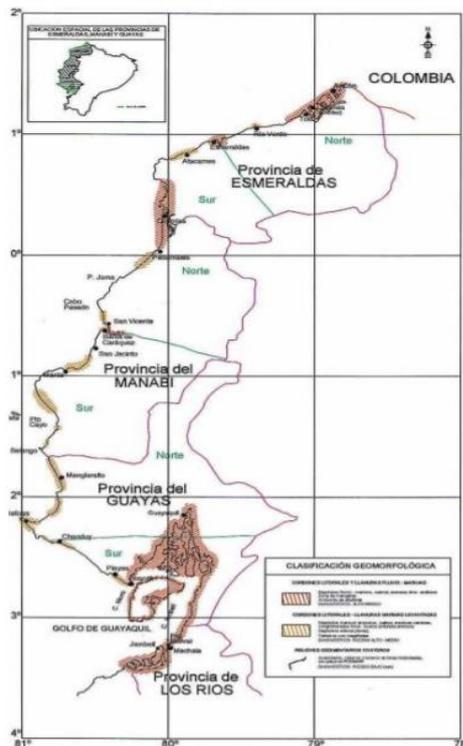


Ilustración 8: Mapa de riesgos de la costa ecuatoriana sometido a vulnerabilidades; Tsunami

Fuente: Cruz M. & Acosta M., 2005

3.1.4 GUAYAQUIL

Gilces Bravo Stefany Maryolaine (2015) previo a su trabajo de titulación llamado MORFOESTRUCTURAL ENTRE LA ZONA SUR DE LA ISLA PUNÁ Y BORDE NORTE DE LA ISLA SANTA CLARA, GOLFO DE GUAYAQUIL, ECUADOR acota que: “El Golfo de Guayaquil es considerado una cuenca de antearco por estar en la zona de subducción y el arco volcánico de los Andes” (Benítez, 1995, citado por Gilces, 2015)

Esto se puede traducir que la principal causa de la formación del Golfo de Guayaquil, es debido por un arco volcánico de la Cordillera de Los Andes y la zona de Subducción. Diversos estudios expresan que el Golfo de Guayaquil está formado por: “Primero la cuenca de Jambelí, ..., Santa Clara y la estructura Amistad. La segunda, ..., el levantamiento de Santa Elena limitada al sur por la falla Posorja y al este por Puná y la tercera, ..., ubicada al oeste de Santa Clara y la estructura Amistad.” (Benítez, 1995, citado por Deniaud, 1999, citado por Gilces, 2015)

La Ilustración 9 señala la geología estructural del Golfo de Guayaquil, sustentando la teoría de Gilces.

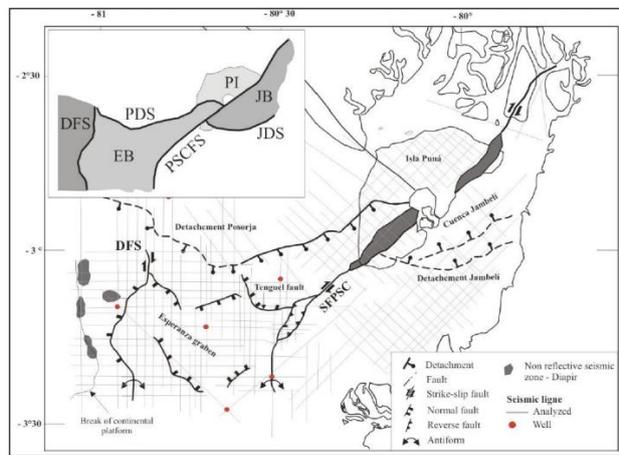


Ilustración 9: Mapa estructural del Golfo de Guayaquil donde se muestran las diferentes estructuras

Fuente: Witt, 2007

El proyecto RADIUS concluyó sobre el tipo de perfil de suelo encontrado en la ciudad de Guayaquil y fue el de formaciones rocosas. En la zona norte llamada Pascuales, es aquel donde se halló la mayor formación del complejo Ígneo llamado Formación Piñón, conformado por rocas resistentes. El sector sur de Pascuales se encuentra constituido por rocas sedimentarias y, gracias a su geografía no posee áreas

susceptibles a deslizamientos exceptos en pequeños sectores donde existen pendientes como Lomas de Urdesa, Mapasingue, Pancho Jácome, entre otros.

De acuerdo a lo que informa el Proyecto RADIUS (1999) acerca del crecimiento de la ciudad de Guayaquil es: *“El crecimiento histórico de Guayaquil iniciado en 1547,..., ha continuado sucesivamente hacia el Sur, Oeste y Norte (actualmente). Dado que las zonas Sur y Centro no ofrecen posibilidades de expansión”* (Proyecto RADIUS, UCSG, Argudo et al, 1999)

En la Figura 33 se muestra el crecimiento de la ciudad de Guayaquil, siendo el color rojo base desde 1906

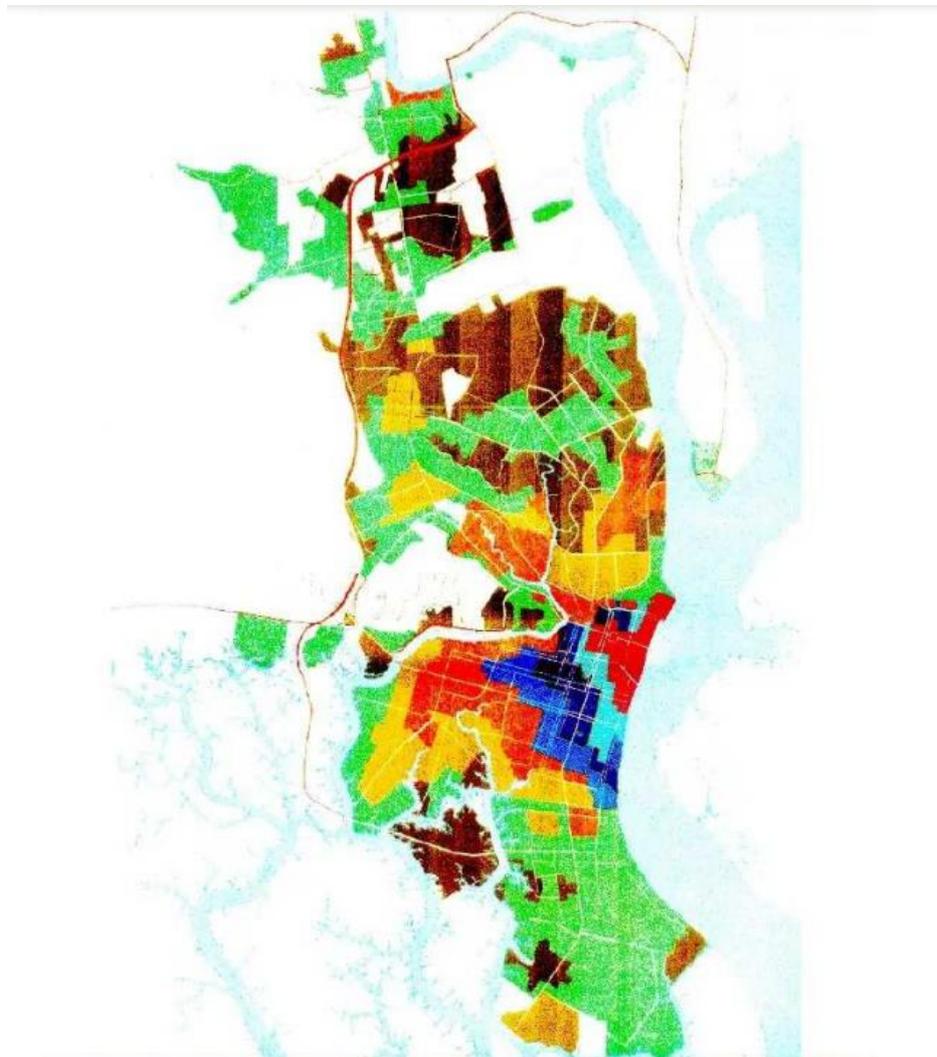


Figura 33: Crecimiento Urbano de la ciudad de Guayaquil

Fuente: Proyecto RADIUS, UCSG, Argudo et al, 1999

Otro dato importante encontrado en el Proyecto RADIUS sobre las edificaciones y es que están distribuidas de acuerdo a su tipología de construcción bajo el propósito

de estimar el riesgo sísmico de la estructura. En la Tabla 1 se indica la tipología de las edificaciones en la ciudad de Guayaquil.

Tabla 1: Tipología en las edificaciones de la ciudad de Guayaquil

TIPOLOGIA	DESCRIPCION
A	Madera desde uno (caña, predominante en el grupo) y hasta seis pisos (unas pocas son de tres o más pisos). Con buen estado de conservación, y en su mayoría de uso residencial
B	Mixtas (estructura de madera y paredes de bloque) de uno a seis niveles en buen estado de conservación, principalmente de uso residencial. En su mayor parte son de 1 o 2 pisos.
C	Madera o Mixtas (estructura de madera, con o sin paredes de bloque) de uno a dos niveles y en mal estado de conservación.
D	Madera o Mixtas (estructura de madera, con o sin paredes de bloque) de tres a seis pisos y en mal estado de conservación.
E	Hormigón, de uno o dos pisos y de uso residencial.
F	Hormigón, de uno o dos pisos y de uso comercial.
G	Hormigón, de tres a seis pisos y de uso residencial.
H	Hormigón, de tres a seis pisos y de uso comercial
I	Hormigón, de siete a trece pisos.
J	Hormigón, de catorce o más pisos.
K	Acero, de un piso.
L	Acero, de dos o más pisos.

Fuente: Proyecto RADIUS, UCSG, Argudo et al, 1999

3.2 ESTRUCTURAS REGULARES E IRREGULARES

3.2.1 ESTRUCTURAS REGULARES

Lino Rodríguez, Núñez Carlos & Rodríguez Josué (2018) en su presentación de IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES comenta sobre: *“Las configuraciones regulares respetan la simetría (en planta y elevación), y tienen una distribución uniforme tanto en fuerzas de gravedad como de resistencia lateral”* (Rodríguez, Núñez & Rodríguez, 2018)

Sistematizando la teoría de Rodríguez, Núñez & Rodríguez (2018) para una edificación o estructura regular, los parámetros a cumplir serían de tener igual medida en lados, es decir debe ser simétrico tanto en su construcción vertical como en su construcción en planta, así como también igual forma y tamaño en los arreglos de sus elementos estructurales sin poseer discontinuidades físicas. En la Figura 34 se mostrará un ejemplo de un edificio residencial de una estructura regular.



Figura 34: Edificio residencial de una estructura regular

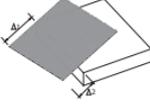
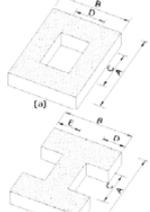
Fuente: Alamy, 2021

3.2.2 ESTRUCTURAS IRREGULARES

Lino Rodríguez, Núñez Carlos & Rodríguez Josué (2018) comunican sobre las estructuras irregulares y comentan: *“Se consideran estructuras irregulares, ..., aquellas que tienen discontinuidades físicas significativas en su configuración o en su sistema resistente a las fuerzas laterales.”* (Rodríguez, Núñez & Rodríguez, 2018)

En otras palabras una estructura irregular es aquella donde no existe simetría en la distribución de fuerzas de gravedad o arreglo estructural. Para esto es importante el conocimiento de los tipos de irregularidades que pueden existir ya sea en su altura o en su configuración en planta. La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC – 2015) menciona los tipos de irregularidades más frecuentes e importantes que puede tener una edificación, en este caso para el desarrollo del respectivo Trabajo de Titulación se enfocará sólo en las Irregularidades en planta encontradas en el Capítulo de Peligro Sísmico y Diseño Sismo Resistente de las normas NEC – 2015, expuestas en la Tabla 2.

Tabla 2: Tipos de Irregularidades en Planta

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

Fuente: NEC, 2015

3.3 IRREGULARIDADES EN PLANTA EN EDIFICIOS DEL ECUADOR

3.3.1 TIPO 1: IRREGULARIDAD TORSIONAL



Figura 35: Importaciones Selectas (9 de Octubre y Chile) antes del sismo

Fuente: Landívar, 2016

En la Figura 35 antes del sismo ubicado en la ciudad de Portoviejo, se aprecia una edificación de 5 pisos con muros de corte, mientras que en la Figura 36 y Figura

37, a través de una rápida inspección visual durante el sismo, se observa que sufrió daños moderados en su sistema estructural así como también en la mampostería.



Figura 36: Importaciones Selectas (9 de Octubre y Chile) después del sismo

Fuente: Landívar, 2016



Figura 37: Importaciones Selectas (9 de Octubre y Chile) después del sismo

Fuente: Landívar, 2016

3.3.2 TIPO 2: RETROCESOS EXCESIVOS EN LAS ESQUINAS



Figura 38: Extensión U. Eloy Alfaro (Av. Bolívar con calle Mateus – Zona Central)

Fuente: Narváez, 2015

En la Figura 38, la extensión de la Universidad Eloy Alfaro, ubicada en Bahía de Caráquez, se aprecia los daños sufridos durante el sismo de Bahía de Caráquez de 1998 y en la Figura 39, el croquis de la configuración en planta que poseía la estructura.

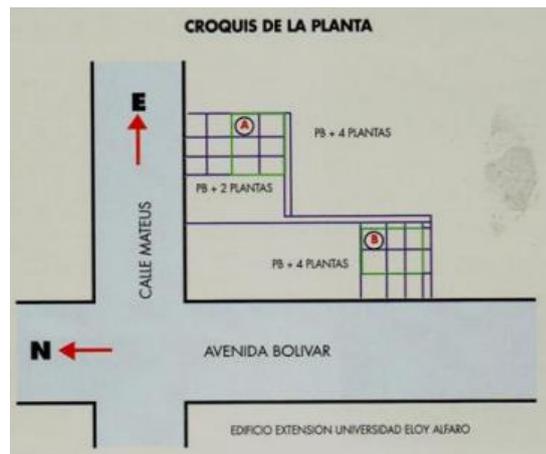


Figura 39: Croquis de la configuración en planta de Extensión U. Eloy Alfaro

Fuente: Narváez, 2015

3.3.3 TIPO 3: DISCONTINUIDADES EN EL SISTEMA DE PISO



Figura 40: CC. Municipal (Chile, P. Gual, 9 de Oct, Ricaurte) antes del sismo

Fuente: Landívar, 2016

En la Figura 40 se aprecia la estructura antes del sismo observando una irregularidad en planta. La estructura posee una configuración tipo H y en la Figura 41 el colapso parcial de la planta baja después del evento sísmico.



Figura 41: CC. Municipal (Chile, P. Gual, 9 de Oct, Ricaurte) después del sismo

Fuente: Landívar, 2016

3.3.4 TIPO 4: EJES ESTRUCTURALES NO PARALELOS

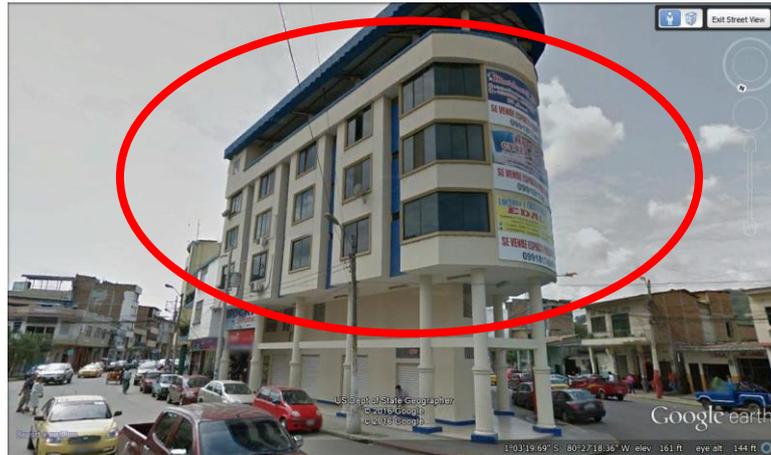


Figura 42: Edificio Notaria 1ERA (Av. Manabí y Francisco P. Moreira) antes del sismo

Fuente: Landívar, 2016

En la Figura 42 antes del sismo se visualiza la irregularidad que posee (semejante a un triángulo) y en la Figura 43 después del sismo las afectaciones producidas en él.



Figura 43: Edificio Notaria 1ERA (Av. Manabí y Francisco P. Moreira) después del sismo

Fuente: Landívar, 2016

4. CAPÍTULO IV

4.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el desarrollo de este trabajo de titulación, se utilizaron varias fuentes oficiales en la creación de la muestra. Se realizará un análisis cualitativo para categorizar cada uno de los aspectos que presentó la estructura durante su observación. Estos aspectos pueden ser de acuerdo a su configuración en planta correspondiente a cada uno de los casos, tipo de suelo donde se encuentra la estructura y el tipo de daño que recibió la edificación durante los eventos sísmicos. Las estructuras que se seleccionaron, fueron aquellas revisadas después de los eventos sísmicos tales como el de Esmeraldas 1979, Guayaquil 1980, Bahía de Caráquez 1998 y Pedernales 2016.

El tamaño N de la muestra fue un total de 225 edificaciones ubicadas en Guayaquil, Esmeraldas, Bahía de Caráquez, Manta, Pedernales, Chone y Portoviejo, para después categorizarla como grupo N1 que corresponde a los Suelos Firmes tales como A, B y C y grupo N2 correspondiente a los Suelos Suaves tales como D, E y F.

4.1.1 CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA

La muestra, fue clasificada por medio de un formato, en dónde se utilizaron varios indicadores cualitativos y cuantitativos. En la Ilustración 10, se visualizan los parámetros cualitativos que se usaron en la muestra y así poder clasificarla.

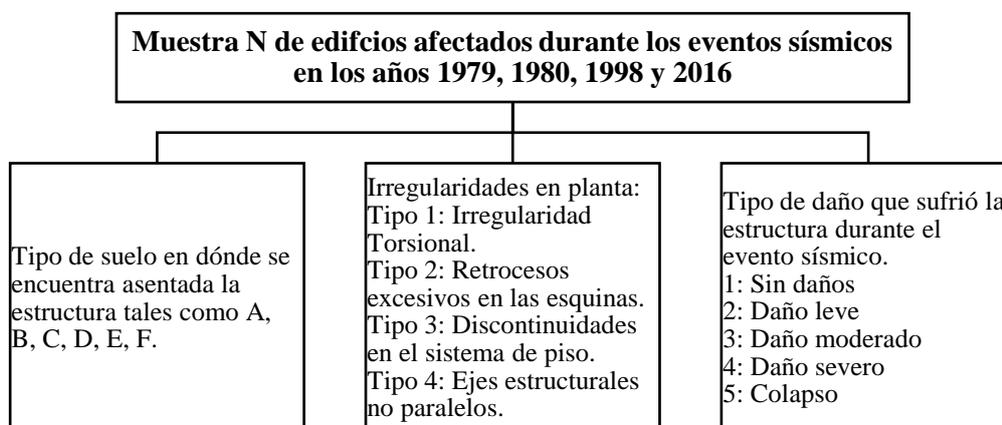


Ilustración 10: Parámetros cualitativos usados en la muestra

Fuente: Sabagay, 2021

4.2 MUESTRA

Para la creación de la muestra, fue necesario realizar una recopilación de información extraída de medios oficiales, papers, documentos investigativos, entre otras como se lo puede visualizar en la Tabla 3. Una vez extraído los datos, la información se ordenó mediante un formato de manera descendente en referencia al año ocurrido del evento sísmico. El orden consistió en un grupo de columnas de la siguiente forma.

1: Nombre y registro fotográfico de las estructuras.

2: Año de ocurrencia del sismo ordenada de manera descendente.

3: Ciudad o sitio dónde se encuentra ubicada la estructura.

4: Tipo de perfil de suelo.

5: Características generales de la estructura.

6: Irregularidad en planta:

A: Irregularidad Torsional.

B: Retrocesos excesivos en las esquinas.

C: Discontinuidad en el sistema de piso.

D: Ejes estructurales no paralelos.

7: Tipo de nivel de daño:

A: Sin daños.

B: Daño leve.

C: Daño moderado.

D: Daño severo.

E: Colapso.

Nota: En las columnas de Irregularidad en Planta y nivel de daño se utilizó el valor de 1 para dar la afirmación de la existencia de una o más irregularidades en planta

correspondiente a cada uno de sus casilleros, así como también el tipo de nivel de daño que adquirió la estructura durante el evento sísmico.

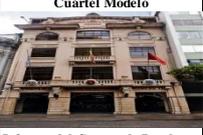
Tabla 3: Muestra general de edificaciones

INFLUENCIA DE LA IRREGULARIDAD EN PLANTA EN DAÑOS EN EDIFICIOS DURANTE SISMOS EN ECUADOR																
No	NOMBRE DE EDIFICACIONES	AÑO DEL SISMO	CIUDAD	TIPO DE SUELO	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EDIFICIO	IRREGULARIDAD EN PLANTA					NIVEL DE DAÑO					
						IRREGULARIDAD TORSIONAL	RETORCESO EXCESIVOS EN LA ESQUINA	DISCONTINUIDAD EN EL SISTEMA DE PISO	ETES ESTRUCTURALES NO PARALELOS	SIN DAÑOS	LEVE	MODERADO	SEVERO	COLAPSO		
1	 Edificio Álava	2016	Portoviejo	D	Edificio de 7 pisos esquinero con volados de uso público. Construcción con H.A.	1		1					1			
2	 Hotel Cabrera	2016	Portoviejo	D	Edificio de 5 pisos con columnas irregularmente distribuidas. Construcción con H.A.											1
3	 Edificio BIESS	2016	Portoviejo	D	Edificio de uso público de 3 pisos, antes desaparecido Filanbanco. Construcción con H.A.	1									1	
4	 Edificio Palau (Motos Cred Ec)	2016	Portoviejo	D	Edificación esquinera de 4 pisos. Parte inferior locales comerciales. Construcción con H.A.	1		1								1
5	 Edificio IESS	2016	Portoviejo	D	Edificación esquinera de 7 pisos con mezanine. Construido anteriormente con 2 pisos menos. Construcción con H.A.	1										1
6	 Edificio Chinito – Comandato	2016	Portoviejo	D	Edificación de 7 pisos con debilidad en las columnas en planta baja. Construcción con H.A.											1
7	 Alm. Johan-Artefacta	2016	Portoviejo	D	Edificio de 4 pisos con mezanine, parte inferior de la estructura locales comerciales.										1	
8	 Importaciones Selectas	2016	Portoviejo	D	Edificio de 5 pisos con locales comerciales en la parte inferior. Construcción con H.A.	1			1				1			
9	 Casa Junto Coop. Comercio	2016	Portoviejo	D	Edificio de 2 pisos con locales comerciales en la parte inferior. Construcción mixta.											1
10	 Hotel Alejandro	2016	Portoviejo	D	Edificio de 7 pisos. Construcción con H.A.											1

37	 Azul)	2016	Portoviejo	D	Edificio de 4 pisos con mezanine y con columnas irregularmente distribuidas. Parte inferior de la estructura farmacia cruz azul. Construcción pobre.				1									1
38	 Edificio SRI	2016	Portoviejo	D	Edificio de 6 pisos de uso público. Construcción con H.A.				1									1
39	 Coop. Policía Nacional	2016	Portoviejo	D	Edificio de 4 pisos de uso público. Construcción con H.A.	1			1									1
40	 Palacio de Justicia	2016	Portoviejo	D	Edificio de 12 pisos de uso público. Construcción con H.A.	1			1									1
41	 Palacio Municipal	2016	Portoviejo	D	Edificio de 6 pisos de uso público. Construcción con H.A.	1			1									1
42	 Edif. Cooperativa Magisterio	2016	Portoviejo	D	Edificio de 6 pisos de uso público. Construcción con H.A.													1
43	 Edif. Casa Ex Diputado Villacrés	2016	Portoviejo	D	Edificio de 4 pisos. Distribución inadecuada de las columnas en la planta baja y el edificio en general. Construcción con H.A.													1
44	 Concesionario Chevrolet	2016	Portoviejo	D	Explanada de concesionario falla por desestabilización de talud.													1
45	 Colegio Uruguay	2016	Portoviejo	D	Edificio de 2 pisos de uso público. Construcción con H.A.												1	
46	 Mi Bankito	2016	Portoviejo	D	Edificio de 4 pisos. Columnas débiles en planta baja. Construcción con H.A.	1												1
47	 Asadero El Bellaco	2016	Portoviejo	D	Edificio de 2 pisos. Construido sin la participación de un profesional en el área y con H.A.													1
48	 Sindicato de Choferes	2016	Portoviejo	D	Edificio de 4 pisos de uso público. Construcción con H.A.													1
49	 Hotel Angelicat	2016	Portoviejo	D	Edificio de 5 pisos de uso público. Construcción con H.A.												1	

50	 Multi-Plaza (Supermaxi)	2016	Portoviejo	D	Edificio de 2 pisos de uso público. Construcción con H.A.			1						1	
51	 Hotel Ceibo Real	2016	Portoviejo	D	Edificio de 5 pisos de uso público. Construcción con H.A.	1								1	
52	 Edificio Notaria Primera	2016	Portoviejo	D	Edificio de 6 pisos de uso público. Construcción con H.A.				1						1
53	 Hotel Emperador	2016	Portoviejo	D	Edificio de 5 pisos de uso público. Construcción con H.A.				1					1	
54	 Edificio Licorera Nilton Díaz	2016	Portoviejo	D	Edificio de 4 pisos de uso público. Construcción con H.A.	1								1	
55	 Cafetería Jean Pierre	2016	Portoviejo	D	Edificio de 4 pisos de uso público con mezanine y configuración geométrica especial. Construcción con H.A.			1						1	
56	 Edif. Calzado Mariner	2016	Portoviejo	D	Edificio de 5 pisos con columnas irregularmente distribuidas. Construcción mixta.										1
57	 Escuela Horacio Hidrovo V.	2016	Portoviejo	D	Edificio de 4 pisos de uso estudiantil. Construcción con H.A.									1	
58	 Edif. Mundo de Ofertas	2016	Portoviejo	D	Edificio de 4 pisos de uso comercial. Construcción con H.A.									1	
59	 Antonio	2016	Portoviejo	D	Edificio de 4 pisos de uso público. Construcción con H.A.	1									1
60	 Clínica San Antonio	2016	Portoviejo	D	Edificio de 4 pisos de uso público. Construcción con H.A.	1									1
61	 Comisariato El mayor	2016	Portoviejo	D	Edificio de 4 pisos de uso público con mezanine. Construcción con H.A.									1	
62	 Casa 2 Pisos	2016	Portoviejo	D	Edificio de 2 pisos. Construcción mixta.										1

89	 Bomberos de Portoviejo	2016	Portoviejo	D	Edificio de 5 pisos con mezanine y columnas irregularmente distribuidas. Construcción con H.A.											1		
90	 Farmacia Comercio	2016	Portoviejo	D	Edificio de 6 pisos con losas planas y columnas irregularmente distribuidas. Construcción con H.A.													1
91	 Edif. Familias Macías y Bonilla	2016	Portoviejo	D	Edificio de 4 pisos con losas planas y columnas irregularmente distribuidas. Construcción con H.A.													1
92	 Florería Esmeralda	2016	Portoviejo	D	Edificio de 5 pisos con columnas irregularmente distribuidas. Construcción con H.A.											1		
93	 Paseo Shopping	2016	Portoviejo	D	Edificio de 2 pisos de uso público. Construcción con H.A.	1										1		
94	 Edif. Ex Farmacia Barcia	2016	Portoviejo	D	Edificio de 3 pisos con construcción mixta. En el se encuentra la falta de mantenimiento.													1
95	 Edificio Dinamo	2016	Portoviejo	D	Edificio de 5 pisos con columnas irregularmente distribuidas. Construcción con H.A.	1											1	
96	 Edificio Junto al SRI	2016	Portoviejo	D	Edificio de 6 pisos en construcción. Construcción con H.A.												1	
97	 Almacenes La Norma	2016	Portoviejo	D	Edificio comercial de 1 piso con negocios informales. Construcción mixta.													1
98	 Patio de Máquinas CPM	2016	Portoviejo	D	Muro de cerramiento del complejo de las máquinas del consejo provincial de Manabí. Construcción con H.A.													1
99	 Almacén Edita	2016	Portoviejo	D	Edificio de 2 pisos con construcción mixta. En la parte inferior se encuentran locales comerciales.													1
100	 Banco de Fomento	2016	Portoviejo	D	Edificio de 3 pisos de uso público. Construcción con H.A.											1		
101	 Gobernación de Manabí	2016	Portoviejo	D	Edificio de 4 pisos de uso público. Construcción con H.A.											1		

128		2016	Chone	D	Edificio compuesto por 7 bloques de 2 pisos, 3 pisos y un solo piso. Compuesto por un sistema porticado de vigas - columnas con secciones de columnas de dimensiones variadas.			1							1	
	Centro Comercial Municipal															
129		2016	Chone	E	Edificio de 3 pisos compuesto por un sistema porticado de vigas - columnas. Losas de tipo reticular, alivianadas y armadas de dos direcciones.		1	1							1	
	Salón de la Ciudad															
130		2016	Chone	E	Edificio de uso hospitalario construido con hormigón armado. El edificio se encontraba ubicado en un lugar de alto nivel freático.	1	1	1							1	
	Hospital Napoleón Dávila															
131		2016	Bahía de Caráquez	D	Edificio de 2 pisos de uso público. Construido con hormigón armado con un sistema estructural de pórticos resistentes a momento.										1	
	Cuartel Cuerpo de Bomberos															
132		2016	Bahía de Caráquez	D	Edificio de 3 pisos de uso público. Construido con hormigón armado.				1						1	
	Capitanía del Puerto															
133		2016	Guayaquil	E	Edificio de 4 pisos de uso público. Construido con hormigón armado con un sistema estructural de pórticos resistentes a momento.		1								1	
	Cuartel Modelo															
134		2016	Guayaquil	E	Edificio de 5 pisos de uso público. Construido con hormigón armado con un sistema estructural de pórticos resistentes a momento.										1	
	Jefatura del Cuerpo de Bomberos															
135		2016	Guayaquil	D	Edificio de 3 pisos de uso público. Construido con hormigón armado y pórtico espacial sismo resistente con vigas descolgadas.			1							1	
	Edificio de la Gobernación															
136		2016	Guayaquil	D	Edificio de 5 pisos de uso público. Construido con hormigón armado y pórtico espacial sismo resistente con vigas descolgadas.			1							1	
	Municipio de Guayaquil															
137		2016	Guayaquil	D	Edificio de 5 pisos de uso público. Construido con hormigón armado y pórtico espacial sismo resistente con vigas descolgadas.										1	
	Edificio de la EMAPAG															
138		2016	Guayaquil	D	Edificio de 3 pisos de uso público. Construido con hormigón armado y pórtico espacial sismo resistente con vigas descolgadas.			1							1	
	Colegio Vicente Rocafuerte															
139		2016	Guayaquil	D	Edificio de 1 piso de uso público. Construido con hormigón armado y pórtico espacial sismo resistente con vigas descolgadas.									1		
	Correccional de menores															
140		2016	Guayaquil	D	Edificio de 2 pisos de uso público. Construido con hormigón armado y pórtico espacial sismo resistente con vigas descolgadas.			1						1		
	Ex - Hospital Alejandro Mann															

154	 Casa Avellán	2016	Guayaquil	D	Edificio de 5 pisos de uso público. Construido con hormigón armado y pórtico espacial sismo resistente con vigas descolgadas.													1			
155	 Casa Andrade	2016	Guayaquil	D	Edificio de 5 pisos de uso público. Construido con hormigón armado y pórtico espacial sismo resistente con vigas descolgadas.													1			
156	 Edificio Pasaje Valco	2016	Guayaquil	D	Edificio de 10 pisos de uso residencial. Construido con hormigón armado y pórtico espacial sismo resistente con vigas descolgadas.															1	
157	 Edificio de Solca	2016	Guayaquil	D	Edificio de 6 pisos de uso hospitalario. Construido con hormigón armado y pórtico espacial sismo resistente con vigas descolgadas.				1											1	
158	 Edificio Hospital Naval	2016	Guayaquil	D	Edificio de 7 pisos de uso hospitalario. Construido con hormigón armado y pórtico espacial sismo resistente con vigas descolgadas.					1	1									1	
159	 Edificio Vihear	2016	Guayaquil	D	Edificio de 8 pisos de uso público. Construido con hormigón armado y pórtico espacial sismo resistente con vigas descolgadas.						1									1	
160	 Samborodón Plaza	2016	Guayaquil	D	Edificio de 6 pisos con sub-suelo de uso público. Construido con hormigón armado y pórtico espacial sismo resistente con vigas descolgadas.	1	1	1													1
161	 Edificio Casas del Río	2016	Guayaquil	D	Edificio de 9 pisos con sub-suelo de uso residencial. Construido con hormigón armado y pórtico espacial sismo resistente con vigas descolgadas.																1
162	 Village Plaza	2016	Guayaquil	D	Edificio de 3 pisos de uso público. Construido con hormigón armado y pórtico espacial sismo resistente con vigas descolgadas.	1	1	1													1
163	 Edificio Milenium	2016	Guayaquil	D	Edificio de 8 pisos de uso público. Construido con hormigón armado y pórtico espacial sismo resistente con vigas descolgadas.				1												1
164	 Centro Comercial San Marino	2016	Guayaquil	D	Edificio de 4 pisos con sub-suelo de uso público. Construido con hormigón armado y pórtico espacial sismo resistente con vigas descolgadas.	1	1	1													1
165	 Edificio B. del Pichincha-Urdesa	2016	Guayaquil	D	Edificio de 4 pisos de uso público. Construido con hormigón armado y pórtico espacial sismo resistente con vigas descolgadas.						1										1
166	 Edificio Panasonic-Urdesa	2016	Guayaquil	D	Edificio de 4 pisos de uso público. Construido con hormigón armado y pórtico espacial sismo resistente con vigas descolgadas.																1

180	 Neptuno	1998	Bahía de Caráquez	C	Edificio de 6 plantas con cisterna vacía. Construido con pórticos de hormigón armado y planta rectangular con caja de ascensor de bloques.	1	1	1						1	
181	 Mikonos	1998	Bahía de Caráquez	C	Edificio de 11 pisos. Construido con pórticos espacial de hormigón armado con vanos de orden de 7 m.	1		1							1
182	 Vista Mar	1998	Bahía de Caráquez	C	Edificio de 8 pisos con sótano y cisterna. Construido con una estructura espacial de hormigón armado.	1	1	1				1			
183	 El Pirata	1998	Bahía de Caráquez	C	Edificio de 7 pisos. Construido con cimentación debajo del nivel del terreno con un sistema de vigas invertidas.	1	1	1				1			
184	 Salango	1998	Bahía de Caráquez	C	Edificio de 10 pisos. Construido con pórticos de columnas circulares y muros. Losas armadas en una dirección.	1	1								1
185	 Nautilus	1998	Bahía de Caráquez	C	Edificio de 9 pisos con mezanine. Construido con pórticos espacial y pared alrededor del ascensor.	1					1			1	
186	 Banco nacional de fomento	1998	Bahía de Caráquez	C	Edificio de 6 pisos. Construido con pórtico espacial y una cimentación con pilotes de hormigón armado.	1									1
187	 Municipio	1998	Bahía de Caráquez	C	Edificio de 4 pisos. Construido con elementos de hormigón armado, columnas perimetrales de gran esbeltez y techo muy liviano.	1	1						1		
188	 Hotel Italia	1998	Bahía de Caráquez	C	Edificio de 4 pisos con techo liviano en la platabanda. Construido con pórticos de hormigón armado, columnas de planta baja de 3,84 a 4 m.	1	1						1		
189	 El portal	1998	Bahía de Caráquez	C	Edificio de 4 pisos. Construido con un sistema estructural de alta densidad en mampostería y elementos de hormigón armado.	1	1							1	
190	 Karina	1998	Bahía de Caráquez	C	Edificio de 4 pisos con mezanine. Construido con mampostería confinada de elementos de hormigón armado. Cimentación de zapata corrida.	1									1
191	 Los Corales	1998	Bahía de Caráquez	C	Edificio de 6 pisos. Construido con pórticos de hormigón armado y vigas planas.	1								1	
192	 Colegio Inmac.	1998	Bahía de Caráquez	C	Edificio de 2 pisos. Construido con mampostería confinada de elementos estructurales.			1			1				

193	 Cuerpo de Bomberos	1998	Bahía de Caráquez	C	Edificio de 2 pisos. Construido con losas de hormigón armado sobre pilares. Segunda planta de mampostería y techo liviano de láminas de zinc.														1
194	 Spondilus	1998	Bahía de Caráquez	C	Edificio de 9 pisos con mezanine y cisterna alta. Construido con pórtico espacial de hormigón armado con vigas planas en dirección-S y vanos centrales.	1	1												1
195	 Edificio 40 - En esquina	1998	Bahía de Caráquez	C	Edificio de 6 pisos. Construido con hormigón armado y planta irregular en forma de L.	1							1						
196	 Ex-edificio de EMETEL	1980	Guayaquil	D	Edificio de 5 pisos de uso público. Construcción con H.A.													1	
197	 Palacio de Justicia	1980	Guayaquil	D	Edificio de 4 pisos en el bloque anterior y 10 pisos en el bloque posterior. De uso público y construido con hormigón armado.	1		1											1
198	 Ex-edificio JUNAVI	1980	Guayaquil	D	Edificio esquinero de 5 pisos de uso residencial. Construido con hormigón armado	1		1										1	
199	 Colegio Dolores Sucre	1980	Guayaquil	D	Edificio compuesto por 2 bloques. Cada bloque tiene un total de 4 pisos y de uso académico. Construido con hormigón armado				1									1	
200	 Colegio Ana Paredes de Alfaro	1980	Guayaquil	D	Edificio esquinero de 2 pisos de uso académico. Construido con hormigón armado.													1	
201	 Colegio Nacional Guayaquil	1980	Guayaquil	D	Edificio esquinero de 2 pisos de uso académico. Construido con hormigón armado.	1		1											1
202	 Colegio Sagrados Corazones	1980	Guayaquil	D	Edificio medianero de 4 pisos de uso académico. Construido con hormigón armado.	1	1											1	
203	 Colegio La Inmaculada	1980	Guayaquil	D	Edificio esquinero de 3 pisos de uso académico. Construido con hormigón armado.	1		1										1	
204	 Academia Benedict	1980	Guayaquil	D	Edificio esquinero de 4 pisos de uso académico. Construido con hormigón armado.														1
205	 Colegio Adolfo H. Simonds	1980	Guayaquil	D	Edificio esquinero de 3 pisos de uso académico. Construido con hormigón armado.	1	1						1						

206	 Colegio Dante Alighieri	1980	Guayaquil	D	Edificio esquinero de 4 pisos de uso académico. Construido con hormigón armado.	1		1										1
207	 Colegio Santa María Gorety	1980	Guayaquil	D	Edificio esquinero de 4 pisos de uso académico. Construido con hormigón armado.	1		1										1
208	 Colegio República del Ecuador	1980	Guayaquil	D	Edificio esquinero de 5 pisos de uso académico. Construido con hormigón armado.	1		1										1
209	 Colegio López Domínguez	1980	Guayaquil	D	Edificio medianero de 4 pisos de uso académico. Construido con hormigón armado.													1
210	 Colegio La Providencia	1980	Guayaquil	D	Edificio esquinero de 3 pisos de uso académico. Construido con hormigón armado.	1		1										1
211	 Colegio Benjamín Carrión	1980	Guayaquil	D	Edificio medianero de 3 pisos de uso académico. Construido con hormigón armado.													1
212	 Instituto Superior 25 de Julio	1980	Guayaquil	D	Edificio medianero de 5 pisos de uso académico. Construido con hormigón armado.												1	
213	 Colegio Ariel	1980	Guayaquil	D	Edificio esquinero de 4 pisos de uso académico. Construido con hormigón armado.													1
214	 Hospital Guayaquil	1980	Guayaquil	D	Edificio esquinero de 7 pisos de uso hospitalario. Construido con hormigón armado.	1		1										1
215	 Hospital Valenzuela	1980	Guayaquil	D	Edificio esquinero de 3 pisos de uso hospitalario. Construido con hormigón armado.												1	
216	 Ex-cuartel de Bomberos	1980	Guayaquil	D	Edificio medianero de 2 pisos de uso público. Construido con hormigón armado.													1
217	 Edificio Fénix	1980	Guayaquil	D	Edificio esquinero de 9 pisos de uso comercial. Construido con hormigón armado.												1	
218	 Ex-edificio Matriz de Fianbanco	1980	Guayaquil	D	Edificio esquinero de 17 pisos de uso comercial. Construido con hormigón armado.												1	

219	 Basílica Menor de la Merced	1980	Guayaquil	D	Edificio esquinero - medianero de 3 pisos de uso público. Construido con hormigón armado.	1		1						1		
220	 Iglesia Evangélica	1980	Guayaquil	D	Edificio esquinero de 2 pisos de uso público. Construido con hormigón armado.									1		
221	 Museo Municipal	1980	Guayaquil	D	Edificio esquinero - medianero de 2 pisos de uso público. Construido con hormigón armado.	1	1							1		
222	 Cámara de comercio	1980	Guayaquil	D	Edificio esquinero de 6 pisos de uso público. Construido con hormigón armado.	1	1							1		
223	 Estadio Folke Anderson	1979	Esmeraldas	E	Estadio deportivo de 16000 espectadores, inaugurado en el año 1956. Sufrió afectaciones durante todos los sismos y no se realizó ninguna reconstrucción hasta después del de 16 de abril			1						1		
224	 Estadio Reales Tamarindo	1979	Portoviejo	D	Estadio deportivo de 21000 espectadores, inaugurado en el año 1970. Desde el año 1985 al 1993 fue sometido a varias remodelaciones, ampliaciones y reconstrucciones.	1		1						1		
225	 Estadio Jocay	1979	Manta	D	Estadio deportivo de 20000 espectadores, construido en el año 1962. Sufrió afectaciones durante todos los sismos y fue sometido a varias reconstrucciones hasta la fecha									1		

Fuente: Sabagay, 2021

4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA MUESTRA

De acuerdo a lo propuesto en el Capítulo 1, la metodología a desarrollar es de realizar un análisis estadístico a los cientos de edificios que fueron seleccionaron para realizar su respectivo análisis cualitativo. En la Tabla 4, se visualiza la cantidad de edificios revisados según el año del evento sísmico y en la Ilustración 11 el porcentaje de los edificios según el año en el que fue revisado.

Tabla 4: Edificios revisados por tipo de evento sísmico

INFLUENCIA DE LA IRREGULARIDAD EN PLANTA EN DAÑOS EN EDIFICIOS DURANTE SISMOS EN ECUADOR		
Edificios revisados por sismo 2016	170	75,56%
Edificios revisados por sismo 1998	25	11,11%
Edificios revisados por sismo 1980	27	12,00%
Edificios revisados por sismo 1979	3	1,33%
Total	225	100%

Fuente: Sabagay, 2021



Ilustración 11: Porcentaje de edificios revisados por tipo de evento sísmico

Fuente: Sabagay, 2021

De acuerdo como se observa en la Ilustración 11, la cantidad de la muestra total de edificios revisados fue de 225. En primer lugar se ubica el sismo del 2016, en segundo lugar a las edificaciones revisadas en el año de 1980, en tercer lugar del año del sismo de 1998 y en último lugar el sismo de 1979. Esto quiere decir, que para el año 2016, existió una gran cantidad de edificaciones que sufrieron daños importantes, llamando la atención de profesionales especializados en el área, para luego realizar levantamientos de información expuestos en revistas científicas, papers y hasta documentos de titulación.

En la Tabla 5 se observa la cantidad de edificios revisados pero esta vez por tipo de ciudades mientras que en la Ilustración 12 el porcentaje de los edificios revisados pero por tipo de ubicación.

Tabla 5: Edificios por ubicación

INFLUENCIA DE LA IRREGULARIDAD EN PLANTA EN DAÑOS EN EDIFICIOS DURANTE SISMOS EN ECUADOR		
Edificios revisados en Bahía de Caráquez	27	12,00%
Edificios revisados en Guayaquil	64	28,44%
Edificios revisados en Manta	7	3,11%
Edificios revisados en Chone	5	2,22%
Edificios revisados en Esmeraldas	1	0,44%
Edificios revisados en Pedernales	11	4,89%
Edificios revisados en Portoviejo	109	48,44%
Edificios revisados en Samborondón	1	0,44%
Total	225	100,00%

Fuente: Sabagay, 2021



Ilustración 12: Edificios en porcentaje por ubicación

Fuente: Sabagay, 2021

Visualizada la Tabla 5 e Ilustración 12, la mayor cantidad de edificaciones para el desarrollo de esta muestra fueron los de Portoviejo liderando el grupo del total de la muestra. 109 edificios fueron revisados en Portoviejo dando un porcentaje de 48,44%, en segundo lugar está la ciudad de Guayaquil con 64 edificios dando un 28,44% y en tercer lugar se encuentra Bahía de Caráquez con 27 edificios dando 12%. Con estos resultados se puede concluir, que para el desarrollo de esta muestra, se encontró mayor información y material de consulta en la web acerca de Portoviejo equivaliendo a casi el 50% de la muestra total.

En la Tabla 6 se observa el tipo de suelo en el que se encuentran ubicadas las estructuras y en la Ilustración 13 el porcentaje según el tipo de suelo en relación a la muestra.

Tabla 6: Edificaciones según el tipo de suelo

INFLUENCIA DE LA IRREGULARIDAD EN PLANTA EN DAÑOS EN EDIFICIOS DURANTE SISMOS EN ECUADOR		
Edificio ubicado en tipo de suelo C	26	11,56%
Edificio ubicado en tipo de suelo D	190	84,44%
Edificio ubicado en tipo de suelo E	6	2,67%
Edificio ubicado en tipo de suelo F	3	1,33%
Total	225	100,00%

Fuente: Sabagay, 2021



Ilustración 13: Edificaciones en porcentajes según el tipo de suelo

Fuente: Sabagay, 2021

En la Tabla 6 e Ilustración 13, se puede percibir que la mayor cantidad de edificaciones encontradas son en el tipo de suelo D dando un total de 190 edificios con un porcentaje de 84,44%. En segundo lugar se encuentran las edificaciones con suelo de tipo C, dando una totalidad de 26 edificaciones con un valor de 11,56%, en tercer lugar se encuentran los edificios en suelos de tipo E con 6 edificaciones dando 2,67% y en último lugar los edificios de suelo tipo F con 3 edificios dando 1,33%, llegando a una conclusión que la mayor parte de las estructuras recopiladas para la creación de esta muestra, se encuentran en los suelos de tipo de perfil D.

En Tabla 7 se encuentran la cantidad de edificios que poseían alguna irregularidad en planta mientras que en la Ilustración 14, el porcentaje de inmuebles que poseían irregularidades en planta.

Tabla 7: Edificaciones con alguna Irregularidad en planta

INFLUENCIA DE LA IRREGULARIDAD EN PLANTA EN DAÑOS EN EDIFICIOS DURANTE SISMOS EN ECUADOR		
Edificios con 3 Irregularidades en planta	8	3,56%
Edificios con 2 Irregularidades en planta	44	19,56%
Edificios con una Irregularidad en planta	53	23,56%
Edificios con ninguna Irregularidad en planta	120	53,33%
Total	225	100,00%

Fuente: Sabagay, 2021



Ilustración 14: Edificaciones con alguna Irregularidad en planta en porcentajes

Fuente: Sabagay, 2021

En Tabla 7 e Ilustración 14 se puede examinar, la cantidad de estructuras que poseían alguna Irregularidad en planta dando como resultado que 120 estructuras no presentó ninguna irregularidad en planta con un 53,33%, 53 estructuras presentaron al menos una irregularidad en planta con un 23,56%, 44 estructuras presentaron al menos 2 irregularidades en planta con 19,56% y 8 estructuras presentaron al menos 3 irregularidades en planta con un total de 3,56%. De forma más concisa, se podría llegar a la hipótesis que la mayoría de las estructuras que fueron recopiladas y analizadas en esta muestra, 120 estructuras no se encontró ninguna irregularidad en planta.

En la Tabla 8 se encuentra la cantidad de edificios según su tipo de afectación durante los eventos sísmicos mencionados en la parte inicial y en la Ilustración 15 el porcentaje de los edificios que fueron afectados según su tipo de daño.

Tabla 8: Edificios según su tipo de daño

INFLUENCIA DE LA IRREGULARIDAD EN PLANTA EN DAÑOS EN EDIFICIOS DURANTE SISMOS EN ECUADOR		
Edificio con colapso	56	24,89%
Edificio con daño severo	69	30,67%
Edificio con daño moderado	67	29,78%
Edificio con daño leve	25	11,11%
Edificio sin daño	8	3,56%
Total	225	100,00%

Fuente: Sabagay, 2021

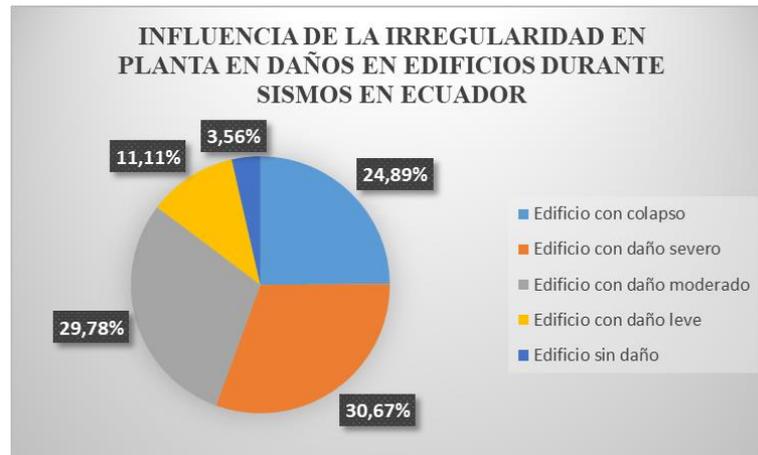


Ilustración 15: Edificios según su tipo de daño en porcentajes

Fuente: Sabagay, 2021

En la Tabla 8 se puede apreciar la cantidad de edificios que sufrieron algún daño y en la Ilustración 15 el porcentaje de los edificios que sufrieron daños, dando como resultado que 69 estructuras recibieron daños severos durante los eventos sísmicos seleccionados, ubicándose en primer lugar con un total 30,67%, seguido de alrededor de 67 estructuras recibieron daños moderados con 29,78% y en tercer lugar se ubican las estructuras que colapsaron, dando un total de 24,89%, es decir que 56 edificaciones fallaron en su totalidad o de forma parcial. Una vez obtenido estos valores, se puede llegar a la conclusión que al menos de las 225 estructuras recopiladas, 69 edificaciones recibieron daños severos ya sea en su sistema estructural como en mampostería con alrededor del 31% de la muestra total.

En la Tabla 9 se visualizará mediante forma numérica y porcentaje la correlación existente entre el grado de daño de las edificaciones y la irregularidad en planta.

Tabla 9: Correlación entre grado de daño e irregularidad en planta

	Edificios con ninguna Irregularidad en planta		Edificios con una Irregularidad en planta		Edificios con 2 Irregularidades en planta		Edificios con 3 Irregularidades en planta		Total	
Edificio con colapso	46	20,44%	7	3,11%	3	1,33%	0	0,00%	56	24,89%
Edificio con daño severo	32	14,22%	14	6,22%	19	8,44%	4	1,78%	69	30,67%
Edificio con daño moderado	26	11,56%	25	11,11%	14	6,22%	2	0,89%	67	29,78%
Edificio con daño leve	11	4,89%	6	2,67%	7	3,11%	1	0,44%	25	11,11%
Edificio sin daño	5	2,22%	1	0,44%	1	0,44%	1	0,44%	8	3,56%
									225	100%

Fuente: Sabagay, 2021

La hipótesis que se puede llegar, mediante una correlación entre el grado de daño e irregularidad en planta desarrollada para esta muestra, visualizado en la Tabla 9, es que al menos 69 edificaciones (30,69%), recibieron daños severos, 67 estructuras (29,78%) daños moderados y 56 inmuebles colapsaron de las 225 en total. Para los 69 edificios con nivel de daño severo, se encontró que 32 edificios (14,22%), no poseían ninguna irregularidad en planta, es decir, pudiese dar el caso que sus daños fueron causados por algún otro parámetro como el tipo de perfil de suelo en el que se encontraba ubicado pero no por alguna irregularidad en planta. Otro caso relevante sería para el mismo bloque de edificios con daños severos y es que 19 estructuras (8,44%), recibieron un nivel de daño severo pero con la diferencia que ahora posee al menos 2 irregularidades en planta.

La siguiente correlación podría realizarse al bloque sucesor llamado nivel de daño moderado. En este nivel de daño, mediante el levantamiento de información, dio como resultado 67 estructuras (29,78%) de las 225 correspondiente a la muestra total. En este bloque se encontró algo curioso y es que casi la misma cantidad, recibieron daños moderados durante algún evento sísmico seleccionado en la parte inicial. Es decir, 26 estructuras (11,56%), recibieron daños moderados y no poseía ninguna irregularidad en planta, el mismo caso se presentó para edificaciones con una irregularidad en planta que dio un valor de 25 edificaciones (11,11%) correspondiente al bloque daño moderado.

El último bloque analizado, correspondió a los edificios que colapsaron dando un total de 56 estructuras (24,89%) de las 225 en total. En este caso se pudo evidenciar que 46 de las 56 correspondiente a este bloque, colapsaron en su totalidad o fallaron de manera parcial y no existió ninguna irregularidad en planta.

EL cuarto corresponde al bloque de los edificios con nivel de daño leve. En este bloque, se encontró que 25 estructuras (11,11%) de las 225 en total, recibieron daños leves. Hablando de forma jerárquica; 11 de las 25 recibieron daños leves y así mismo no poseía ninguna. En este bloque se encontró una similitud respecto a estructuras con nivel de daño leve y es que casi igual número de estructuras recibieron daños leves con una o 2 irregularidades en planta.

4.4 CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA POR GRUPO SEGÚN EL TIPO DE SUELO

La Norma Ecuatoriana (NEC-2015) menciona que existen 6 tipos de suelos. Estos tipos de suelos se encuentran de manera descendente, partiendo desde el tipo de perfil de suelo A hasta el perfil de suelo tipo F, siendo este último como el peor de todos, obligando al diseñador y constructor realizar un mejoramiento.

Tabla 10: Tipos de perfil de suelo según NEC-2015

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	360 m/s $> V_s \geq 180$ m/s
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones:	$50 > N \geq 15,0$ 100 kPa $> S_u \geq 50$ kPa
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180$ m/s
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50$ kPa
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:	
	F1—Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	
	F2—Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).	
	F3—Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con índice de Plasticidad IP > 75)	
	F4—Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 30m)	
	F5—Suelos con contrastes de impedancia o ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.	
	F6—Rellenos colocados sin control ingenieril.	

Fuente: NEC, 2015

Para que exista una mayor comprensión, en este trabajo de titulación se realizará una clasificación mediante 2 grupos. Estos grupos son:

- Grupo 1: Suelos Firmes
- Grupo 2: Suelos Suaves

En la Tabla 11 que se muestra a continuación, se puede visualizar la cantidad que edificios que conforman el Grupo 1 correspondiente a Suelos Firmes y el Grupo 2 correspondiente a Suelos Suaves.

Tabla 11: Grupo 1 y Grupo 2

INFLUENCIA DE LA IRREGULARIDAD EN PLANTA EN DAÑOS EN EDIFICIOS DURANTE SISMOS EN ECUADOR		
SUELOS FIRMES		
Edificio asentado en tipo de suelo C	26	11,56%
SUELOS SUAVES		
Edificio asentado en tipo de suelo D	190	84,44%
Edificio asentado en tipo de suelo E	6	2,67%
Edificio asentado en tipo de suelo F	3	1,33%
Total	225	100,00%

Fuente: Sabagay, 2021

4.4.1 GRUPO 1: SUELOS FUERTES

Este grupo, es aquel que se encuentra comprendido con los tipos de perfil de suelo A, B y C. En la Tabla 12 se presentan los edificios pertenecientes al grupo 1.

Tabla 12: Edificios del Grupo 1

INFLUENCIA DE LA IRREGULARIDAD EN PLANTA EN DAÑOS EN EDIFICIOS DURANTE SISMOS EN ECUADOR			
N°	NOMBRE DE EDIFICACIONES	N°	NOMBRE DE EDIFICACIONES
1	Edificio Nerea	14	El Pirata
2	Calipso	15	Salango
3	Cabo Coral	16	Nautilus
4	Iglesia María Auxiliadora	17	Banco nacional de fomento
5	Ext. Universidad Eloy Alfaro	18	Municipio
6	Marun Jalil	19	Hotel Italia
7	Torre Mar	20	El portal
8	El Delfín	21	Karina
9	El Almirante	22	Los Corales
10	Punta Norte	23	Colegio Inmac.
11	Neptuno	24	Cuerpo de Bomberos
12	Mikonos	25	Spondilus
13	Vista Mar	26	Edificio 40 - En esquina

Fuente: Sabagay, 2021

En la Tabla 13 se puede observar los tipos de irregularidades que presentaron en el levantamiento de los edificios del Grupo Suelos Firmes y en la Ilustración 16 la cantidad de irregularidades en planta que presentaron en las edificaciones.

Tabla 13: Irregularidades en planta en edificios del Grupo Suelos Firmes

INFLUENCIA DE LA IRREGULARIDAD EN PLANTA EN DAÑOS EN EDIFICIOS DURANTE SISMOS EN ECUADOR		
Edificios con 3 Irregularidades en planta	4	15,38%
Edificios con 2 Irregularidades en planta	13	50,00%
Edificios con una Irregularidad en planta	6	23,08%
Edificios con ninguna Irregularidad en planta	3	11,54%
Total	26	100,00%

Fuente: Sabagay, 2021



Ilustración 16: Porcentaje de irregularidades en planta en edificios del Grupo Suelos Firmes

Fuente: Sabagay, 2021

Como se puede observar en la Tabla 13 e Ilustración 16, existieron edificios donde se presentaron hasta 3 irregularidades en planta. En primer lugar, se encontraron edificaciones con 2 irregularidades en planta con 13 edificios, equivalente al 50% mientras que en segundo lugar, existieron 6 edificaciones donde presentó una irregularidad en planta, siendo esto equivalente al 23,08%. En tercer lugar se ubican las edificaciones que presentaron hasta 3 irregularidades con un total de 4 estructuras equivalente al 15,38% y en último lugar las estructuras donde no se presentó ninguna irregularidad en planta, fue de 3 edificios siendo el porcentaje restante de 11,54%.

En la Tabla 14 proyectada, se puede observar los tipos de daños que presentaron los edificios y en la Ilustración 17, el porcentaje que presentaron los edificios los edificios de la muestra correspondiente al Grupo Suelos Firmes.

Tabla 14: Tipos de daños en edificios en muestra del Grupo Suelos Firmes

INFLUENCIA DE LA IRREGULARIDAD EN PLANTA EN DAÑOS EN EDIFICIOS DURANTE SISMOS EN ECUADOR		
Edificio con colapso	3	11,54%
Edificio con daño severo	11	42,31%
Edificio con daño moderado	5	19,23%
Edificio con daño leve	4	15,38%
Edificio sin daño	3	11,54%
Total	26	100,00%

Fuente: Sabagay, 2021



Ilustración 17: Tipos de daños en edificios en muestra del Grupo 1 en porcentajes

Fuente: Sabagay, 2021

Una vez obtenido los datos presentadas en la Tabla 14 y los porcentajes de los inmuebles como se muestra en la Ilustración 17 acerca de los edificios del Grupo Suelos Firmes de acuerdo al tipo de daño que presentó durante los sismos, se puede concluir que 11 estructuras sufrieron daños severos con 42,31% ubicándose en primer lugar, seguido que 5 estructuras sufrieron daños moderados con 19,23% y 4 presentaron daños leves con 15,38% y en último lugar, 3 estructuras presentaron colapso y 3 estructuras no presentaron daños teniendo un porcentaje de 11,54% ambas. Una vez obtenido estos valores, se puede concluir que en el levantamiento de información para crear la muestra del Grupo Suelos Firmes, 11 estructuras sufrieron daños severos dando como conocimiento que a pesar de estar ubicado en un suelo de perfil de tipo C, casi la mayoría sufrieron daños considerables tanto en su estructura como mampostería.

4.4.2 GRUPO 2: SUELOS SUAVES

Los edificios perteneciente al Grupo Suelos Suaves son aquellos que se encuentran ubicados en suelos de perfil tipo D, E y F como se muestra en la Tabla 15.

Tabla 15: Edificios del Grupo 2

INFLUENCIA DE LA IRREGULARIDAD EN PLANTA EN DAÑOS EN EDIFICIOS DURANTE SISMOS EN ECUADOR							
N°	NOMBRE DE EDIFICACIONES	N°	NOMBRE DE EDIFICACIONES	N°	NOMBRE DE EDIFICACIONES	N°	NOMBRE DE EDIFICACIONES
1	Edificio Álava	51	Hotel Ceibo Real	101	Gobernación de Manabí	151	Casa Ulloa
2	Hotel Cabrera	52	Edificio Notaría Primera	102	Edificio Capitán Santana	152	Casa Thome
3	Edificio BIESS	53	Hotel Emperador	103	Edificio Almacén de Repuestos	153	Casa Avellán
4	Edificio Palau (Motos Cred Ec)	54	Edificio Licorera Nilton Díaz	104	Edificio Calzado Mariner	154	Casa Andrade
5	Edificio IESS	55	Cafetería Jean Pierre	105	Edificio Servipagos	155	Edificio Pasaje Valco
6	Edificio Chinito – Comandato	56	Edif. Calzado Mariner	106	Unidad de Vigilancia Comunitaria	156	Edificio de Solca
7	Alm. Johan-Artefacta	57	Escuela Horacio Hidrovo V.	107	Comisión de Tránsito	157	Edificio Hospital Naval
8	Importaciones Selectas	58	Edif. Mundo de Ofertas	108	Cuartel Cuerpo de Bomberos	158	Edificio Vilhear
9	Casa Junto Coop. Comercio	59	Edif. frente a Clínica San Antonio	109	Edificio Venus Loor	159	Samborondón Plaza
10	Hotel Alejandro	60	Clínica San Antonio	110	Edificio Líder Vera	160	Edificio Casas del Río
11	Almacén San Agustín	61	Comisariato El mayor	111	Edificio Julio Willians	161	Village Plaza
12	CC Municipal	62	Casa 2 Pisos	112	Edificio Willians Center	162	Edificio Milenium
13	Almacén Movistar	63	Edificio junto Placacentro	113	Edificio GAD Pedernales	163	Centro Comercial San Marino
14	Almacén de telas Hidalgo	64	Fábrica dtp	114	Edificio Yam Yam	164	Edificio B. del Pichincha-Urdesa
15	Hotel El Gato	65	Fábrica de Muebles	115	Edificio Juana Wacho	165	Edificio Panasonic-Urdesa
16	Ed. Vásquez - Farm. Sta. Martha	66	IISUP	116	Edificio Last Mar	166	Cosmo centro
17	Edif. Abril	67	Casa de 3 pisos	117	Edificio UPC	167	The Point
18	Digicom	68	Cevichería Anthony	118	Edificio Frente UPC	168	Almacén Pica
19	Edif. frente Super Cap.	69	Edificio Imprenta Cevallos	119	Edificio Miranda Banchón	169	Riocentro Entre Ríos
20	Boutique Escándalo	70	Casas de 2 pisos	120	Unidad de Vigilancia Comunitaria	170	Ex-edificio de EMETEL
21	Casa Esq. antigua	71	Catedral de Portoviejo	121	Capitanía del Puerto	171	Palacio de Justicia
22	Edif. Mutualista Pichincha	72	Edificio en el Centro (UNE)	122	Hospital IESS de Manta	172	Ex-edificio JUNAVI
23	Edificio CRONIC y otros	73	Farmacias San Gregorio	123	Colegio San José	173	Colegio Dolores Sucre
24	Banco del Pacifico	74	Farmacia Cruz Azul	124	Hotel "Chávez Inn"	174	Colegio Ana Paredes de Alfaro
25	Banco Comercial de Manabí	75	Farmacias Comunitarias	125	Cuerpo de Bomberos	175	Colegio Nacional Guayaquil
26	Hotel Ejecutivo	76	Edificio Pañalera López	126	Registro de la propiedad	176	Colegio Sagrados Corazones
27	Edificio CNT	77	Imprenta y Papelería Wilma	127	Centro Comercial Municipal	177	Colegio La Inmaculada
28	Pasaje Comercial	78	Edificio PC MAN	128	Salón de la Ciudad	178	Academia Benedict
29	Edif. Comercial	79	Cincuentazo	129	Hospital Napoleón Dávila	179	Colegio Adolfo H. Simonds
30	Edif. MICHELIN	80	Edificio El Pillín	130	Cuartel Cuerpo de Bomberos	180	Colegio Dante Alighieri
31	Edificio Ex CRM	81	Casa frente a Cuerpo Bomberos	131	Capitanía del Puerto	181	Colegio Santa María Gorety
32	Banco del Pichincha	82	Casa antigua	132	Cuartel Modelo	182	Colegio República del Ecuador
33	Edif. Banco la Previsora	83	Casa parque cementerio	133	Jefatura del Cuerpo de Bomberos	183	Colegio López Domínguez
34	Contraloría	84	Bazar Norita	134	Edificio de la Gobernación	184	Colegio La Providencia
35	Clínica Yanqui	85	Terminal Aéreo de Manabí	135	Municipio de Guayaquil	185	Colegio Benjamín Carrión
36	Edificio Kausman	86	Casa junto a almacén JAHHER	136	Edificio de la EMAPAG	186	Instituto Superior 25 de Julio
37	Azul	87	Unid Ed Sta Mariana de Jesús	137	Colegio Vicente Rocafuerte	187	Colegio Ariel
38	Edificio SRI	88	Edif. Distribuidora Nazly	138	Correcional de menores	188	Hospital Guayaquil
39	Coop. Policía Nacional	89	Bomberos de Portoviejo	139	Ex - Hospital Alejandro Mann	189	Hospital Valenzuela
40	Palacio de Justicia	90	Farmacia Comercio	140	Jefatura de cuerpo de bomberos	190	Ex-cuartel de Bomberos
41	Palacio Municipal	91	Edif. Familias Macías y Bonilla	141	Ex - Banco La Previsora	191	Edificio Fénix
42	Edif. Cooperativa Magisterio	92	Florería Esmeralda	142	La Catedral	192	Ex-edificio Matriz de Filanbanco
43	Edif. Casa Ex Diputado Villacrés	93	Paseo Shopping	143	Templo de la Victoria	193	Basílica Menor de la Merced
44	Concesionario Chevrolet	94	Edif. Ex Farmacia Barcia	144	Templo de San Francisco	194	Iglesia Evangélica
45	Colegio Uruguay	95	Edificio Dinamo	145	Iglesia San José	195	Museo Municipal
46	Mi Bankito	96	Edificio Junto al SRI	146	Iglesia San Alejo	196	Cámara de comercio
47	Asadero El Bellaco	97	Almacenes La Norma	147	Edificio del Diario El Universo	197	Estadio Folke Anderson
48	Sindicato de Choferes	98	Patio de Máquinas CPM	148	Edificio del Diario El Telégrafo	198	Estadio Reales Tamarindo
49	Hotel Angelical	99	Almacén Edita	149	Sociedad Filantrópica Guayas	199	Estadio Jocay
50	Multi-Plaza (Supermaxi)	100	Banco de Fomento	150	Residencial Pauker		

Fuente: Sabagay, 2021

En la Tabla 16 se puede observar los tipos de irregularidades que presentaron los edificios del Grupo Suelos Suaves y en la Ilustración 18 la cantidad de Irregularidades en planta que se presentaron en las edificaciones.

Tabla 16: Irregularidades en planta en edificios del Grupo 2

INFLUENCIA DE LA IRREGULARIDAD EN PLANTA EN DAÑOS EN EDIFICIOS DURANTE SISMOS EN ECUADOR		
Edificios con 3 Irregularidades en planta	4	2,01%
Edificios con 2 Irregularidades en planta	31	15,58%
Edificios con una Irregularidad en planta	47	23,62%
Edificios con ninguna Irregularidad en planta	117	58,79%
Total	199	100,00%

Fuente: Sabagay, 2021

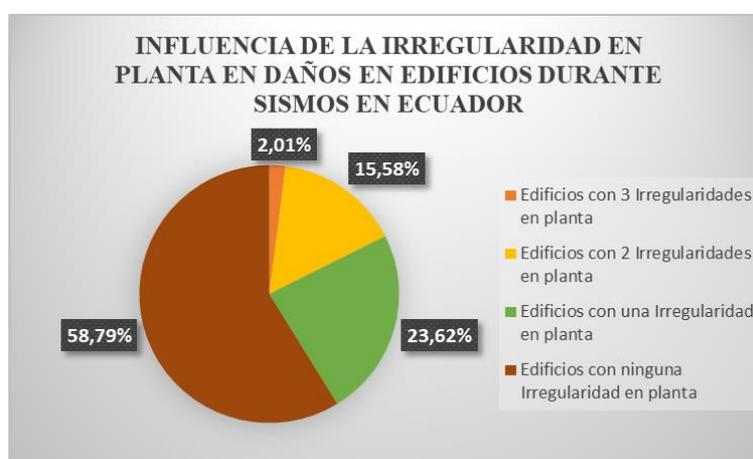


Ilustración 18: Porcentaje de irregularidades en planta en edificios del Grupo 2

Fuente: Sabagay, 2021

Como se puede observar en la Tabla 16 e Ilustración 18, en primer lugar, se encontró edificaciones que no presentó irregularidad en planta dando un total de 117 edificios, equivalente al 58,79% mientras que en segundo lugar, existieron 47 edificaciones donde se presentó una irregularidad en planta, siendo esto equivalente al 23,62%. En tercer lugar se ubican las edificaciones que presentaron hasta 2 irregularidades en planta con un total de 31 estructuras equivalente al 15,58% y en último lugar las estructuras donde se presentaba hasta 3 irregularidad en planta, fue de 4 edificios siendo el porcentaje de 2,01%.

En la Tabla 17 examinada, se encuentran los tipos de daños presentados en los edificios y en la Ilustración 19, el porcentaje que presentaron los edificios de la muestra correspondiente al Grupo Suelos Suaves.

Tabla 17: Tipos de daños en edificios en muestra del Grupo Suelos Suaves

INFLUENCIA DE LA IRREGULARIDAD EN PLANTA EN DAÑOS EN EDIFICIOS DURANTE SISMOS EN ECUADOR		
Edificio con Colapso	53	26,63%
Edificio con daño Severo	58	29,15%
Edificio con daño Moderado	62	31,16%
Edificio con daño Leve	21	10,55%
Edificio sin Daño	5	2,51%
Total	199	100,00%

Fuente: Sabagay, 2021

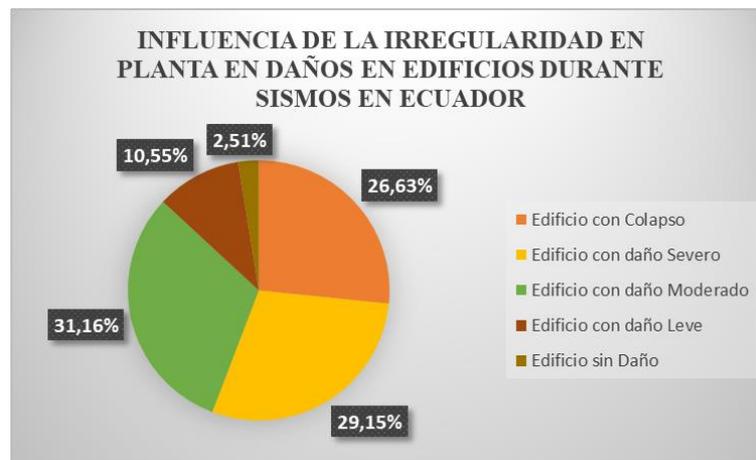


Ilustración 19: Tipos de daños en edificios en muestra del Grupo 2 en porcentajes

Fuente: Sabagay, 2021

Una vez obtenido los datos que se presentan en la Tabla 17 y los porcentajes de los inmuebles como se muestra en la Ilustración 19 acerca de los edificios del Grupo Suelos Suaves de acuerdo al tipo de daño que presentó durante los sismos, se puede concluir que 62 estructuras sufrieron un nivel de daño moderado con 31,16% ubicándose en primer lugar, seguido 58 estructuras sufrieron daños severos con 29,15%, 53 edificaciones colapsaron o fallaron de forma parcial con 26,63%, 21 estructuras presentaron daños leves con 10,55% y 5 estructuras no presentaron daños teniendo un porcentaje de 2,51%.

Una vez obtenido estos valores, se puede concluir respecto a la muestra obtenida mediante la información recopilada y categorizada del Grupo Suelos Suaves es que 62 estructuras sufrieron un nivel de daño moderado, seguido de 58 con daños severos y 53 colapsaron.

5. CAPÍTULO V

5.1 CONCLUSIONES

En este trabajo de titulación, se realizó una revisión de la existencia de irregularidades en planta y como este puede influir en los edificios y estructuras que fueron afectadas por los sismos ocurridos en el Ecuador en los años de 1979 – Esmeraldas, 1980 – Guayaquil, 1998 – Bahía de Caráquez y 2016 – Pedernales causando varios daños en la estructura. Fue necesario como parte inicial, analizar la historia del sector por medio de datos históricos y así recopilar información necesaria.

Mediante fuentes oficiales de investigadores y tesis, se realizó la respectiva recopilación de información para así poder determinar una muestra que fue comprendida con un total de 225 estructuras (Casas, condominios, escuelas, colegios, hospitales y estructuras). Para esto se pudo concluir lo siguiente:

1. Se determinó mediante la elaboración de una muestra, cuyo tamaño fue de 225 estructuras estudiadas, el 75,56% conformado por 170 estructuras fueron revisadas por el sismo del año 2016, información extraída por varias investigaciones de profesionales, tesis y archivos científicos de gran utilidad para el desarrollo de este trabajo investigativo. El 12% compuesto por 27 estructuras fueron revisadas en el año 1980, información extraída por el proyecto RADIUS, el 11,11% conformada por 25 estructuras y el 1,33% correspondiente a 3 edificaciones revisadas durante el sismo del año 1979. En estas edificaciones, se realizó la respectiva revisión en base a la Norma NEC – 2015, Capítulo de Peligro Sísmico y Diseño Sismo Resistente.
2. Otra conclusión que se llegó mediante una correlación de nivel de daños y tipos de irregularidad en planta encontradas en los edificios correspondiente a la muestra creada, es que al menos 69 edificaciones (30,69%), recibieron daños severos, 67 estructuras (29,78%) daños moderados y 56 inmuebles colapsaron de las 225 en total. Para los 69 edificios con nivel de daño severo, se encontró que 32 edificios (14,22%), no poseían ninguna irregularidad en planta, es decir, pudiese dar el caso que sus daños fueron causados por algún otro parámetro como el tipo de perfil de suelo en el que se encontraba ubicado pero no por

alguna irregularidad en planta. Otro caso relevante sería para el mismo bloque de edificios con daños severos y es que 19 estructuras (8,44%), recibieron un nivel de daño severo pero con la diferencia que ahora posee al menos 2 irregularidades en planta. Así mismo se realizó la misma metodología en el bloque sucesor llamado nivel de daño moderado. En este nivel de daño, mediante el levantamiento de información, dio como resultado 67 estructuras (29,78%) de las 225 correspondiente a la muestra total. En este bloque se encontró algo curioso y es que casi la misma cantidad, recibieron daños moderados durante algún evento sísmico seleccionado en la parte inicial. Es decir, 26 estructuras (11,56%), recibieron daños moderados y no poseía ninguna irregularidad en planta, el mismo caso se presentó para edificaciones con una irregularidad en planta que dio un valor de 25 edificaciones (11,11%) correspondiente al bloque daño moderado. El último bloque analizado, correspondió a los edificios que colapsaron dando un total de 56 estructuras (24,89%) de las 225 en total. En este caso se pudo evidenciar que 46 de las 56 correspondiente a este bloque, colapsaron en su totalidad o fallaron de manera parcial y no existió ninguna irregularidad en planta. EL cuarto corresponde al bloque de los edificios con nivel de daño leve. En este bloque, se encontró que 25 estructuras (11,11%) de las 225 en total, recibieron daños leves. Hablando de forma jerárquica; 11 de las 25 recibieron daños leves y así mismo no poseía ninguna. En este bloque se encontró una similitud respecto a estructuras con nivel de daño leve y es que casi igual número de estructuras recibieron daños leves con una o 2 irregularidades en planta.

3. Finalmente se determinó que las estructuras que presentaron mayores daños, fueron las estructuras del Grupo Suelos Suaves perteneciente al tipo de perfil de suelo D, E y F con 62 estructuras con nivel de daño moderado de 199 edificaciones propias de la muestra de ese grupo.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Toda construcción, que vaya a ser ejecutada en cualquier parte del Ecuador, se realice un respectivo estudio de suelo y poder conocer el perfil del suelo al que el Ingeniero constructor se está aventurando para determinar el tipo de suelo y así diseñar la estructura bajo esas condiciones.
2. Realizar ensayos de calidad en los materiales de construcción y una revisión en la Norma al momento de su diseño, ya que al momento de realizar investigaciones, las irregularidades en planta no solo fueron influencias en el colapso o daños severos causados en la estructura sino también que se encontró algunos factores más tales como la corrosión en el acero, el efecto de piso blando, volados excesivos, entre otros.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguiar, R., Morales, E., Chunga, K., Iza, E. & Del Castillo, F., (2016). *Acelerogramas y espectros inferidos del terremoto 1998 (Mw 7,2), Bahía de Caráquez, Ecuador**. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Roberto-Aguiar/publication/311607980_Acelerogramas_y_espectros_inferidos_del_terremoto_1998_Mw_72_Bahia_de_Caraquez_Ecuador/links/58508b0108aed95c250b843b/Acelerogramas-y-espectros-inferidos-del-terremoto-1998-Mw-7-2-Bahia-de-Caraquez-Ecuador.pdf
- Aguiar, R., Zeballos, M., Palacios, J., García, L. & Menéndez, E., (2016). *Necesidad de reforzar las estructuras afectadas por un terremoto*. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí & Universidad Técnica de Manabí. Recuperado de: <file:///C:/Users/david/Downloads/200-73-354-1-10-20170412.pdf>
- Aguirre Zambrano, J., (2019). *Revisión del comportamiento durante el sismo del 16 de abril de 2016 de edificios en hormigón armado afectados por sísmos entre 1943 y 1971 en Guayaquil*. Universidad Católica Santiago de Guayaquil. Recuperado de: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/12596/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-281.pdf>
- Alva Hurtado, J., (2016). *XIII Simposio sobre prevención de desastres sismos y sistemas no convencionales en la construcción*. Universidad Nacional de Ingeniería. Recuperado de: http://www.jorgealvahurtado.com/files/redacis44_p.pdf
- Bastidas Pesántez, G., (2019). *Revisión del comportamiento durante el sismo del 16 de abril de 2016 de edificios en hormigón armado afectados por el sismo del 18 de agosto de 1980*. Universidad Católica Santiago de Guayaquil. Recuperado de: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/12593/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-283.pdf>
- Bonifaz García, H. & Haro Lescano, J., (2017). *Tipos de perfil de suelo para diseño sísmico en Manta, Portoviejo, Chone y Bahía de Caráquez ciudades*

afectadas por el sismo del 16 abril del 2016. Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Hugo_Bonifaz_Garcia/publication/328367680_Docente-Investigador/links/5bc8c1aca6fdcc03c790933d/Docente-Investigador.pdf?origin=publication_detail#:~:text=Ciudad%20de%20Bah%C3%ADa%20de%20Car%C3%A1quez,sur%20occidente%20de%20la%20ciudad.

Bravo, E., (2017). *El sismo del 16 de abril en Manabí visto desde la ecología política del desastre.* Universitarias. Revista de Ciencias Sociales y Humanas, núm. 26, 2017. Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/4761/476151860010/html/index.html>

Castro Chang, C., (2012). *Actualización de la evaluación del riesgo sísmico de edificios de estructura mixta en los sectores con mayor riesgo sísmico de Guayaquil.* Universidad Católica Santiago de Guayaquil. Recuperado de: <file:///C:/Users/david/Downloads/T-UCSG-PRE-ING-IC-8.pdf>

Chucuyán Pérez, M., (2018). *Estudio de las causas de demolición de edificios afectados por el sismo del 16 de abril de 2016 en Bahía de Caráquez.* Universidad Católica Santiago de Guayaquil. Recuperado de: <file:///C:/Users/david/Downloads/T-UCSG-PRE-ING-IC-268.pdf>

Coronel Quevedo, J., (2001). *Análisis de morfoestructuras en imágenes radar, fotos aéreas, red de drenaje y modelos numéricos para la observación de deformaciones de una margen activa: ejemplo de MANTA.* Escuela Superior Politécnica del Litoral. Recuperado de: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3391/1/5914.pdf>

Dávalos Yerovi, C. & Morán Navarrete, P., (2017). *Identificación y análisis del comportamiento espectral de construcciones de hormigón y características físicas en la cabecera cantonal de pedernales mediante técnicas de teledetección y SIG.* Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13353/Comportamien>

to%20Espectral%20del%20Hormigon%20en%20Pedernales.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Elbert Chávez, G., (2018). *Estudio de las causas de demolición de edificios afectados por el sismo del 16 de abril de 2016 en Pedernales*. Universidad Católica Santiago de Guayaquil. Recuperado de: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/11226/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-266.pdf>

El País, (1980). *Ocho muertos en un violento terremoto en Ecuador*. Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado de: https://elpais.com/diario/1980/08/19/internacional/335484018_850215.html

Gilces Bravo, S., (2015). *ESTUDIO MORFOESTRUCTURAL ENTRE LA ZONA SUR DE LA ISLA PUNÁ Y BORDE NORTE DE LA ISLA SANTA CLARA, GOLFO DE GUAYAQUIL, ECUADOR*. Universidad de Guayaquil. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11724/1/tesis.pdf>

Hernández Salazar, M., (2012). *EL SISTEMA DE FALLAS DE JAMA EN LA PLATAFORMA CONTINENTAL (OFF – SHORE) DEL MARGEN ECUATORIANO*. Escuela Politécnica Nacional. Recuperado de: <file:///C:/Users/david/Downloads/CD-4197.pdf>

Instituto oceanográfico y antártico de la armada, (2021). *Eventos en el Ecuador*. Quito, Pichincha, Ecuador.

Mera, W., Villacrés, A. & Argudo J., (1999). *Proyecto RADIUS, Volumen III, Historia de la Vulnerabilidad, Estimación de Pérdidas y Recomendaciones para Reducir el Riesgo Sísmico en Edificaciones de Riesgo Sísmico en Edificaciones de Guayaquil*. Obtenido de M. I. Municipalidad de Guayaquil; IIFIUC Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Secretaría de las Naciones Unidas del Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales (IDNDR/ISDR), GeoHazards International (GHI).: <https://www.jaimeargudo.com/radius-project/spanish/>

Narváez Changan, E., (2015). *Daños que se presentan en edificaciones de hormigón armado después de un evento sísmico. (terremoto de Bahía de Caráquez)*.

aislación sísmica con aisladores elastómeros con núcleo de plomo. Universidad Internacional del Ecuador. Recuperado de: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2199/1/T-UIDE-1248.pdf>

Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC – 2015). NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sismo resistente parte 2. Quito, Pichincha, Ecuador.

Rodríguez L., Núñez, J. & Rodríguez, J., (2018). *Irregularidades estructurales*. Prezi. Recuperado de: <https://prezi.com/svs2lueuv6yd/1-irregularidad-torsional-a-considerarse-cuando-los-diafra/>

Solís Gordillo, G., (2014). *Terremoto de Esmeraldas del 12 de diciembre de 1979, $m_w = 8.2$: inversión de datos hidrográficos para obtener sus características de ruptura*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Recuperado de: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/32242/D-68980.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>

Tapia Loor, S., (2018). *Estudio de las causas de demolición de edificios afectados por el sismo del 16 de abril del 2016 en Manta*. Universidad Católica Santiago de Guayaquil. Recuperado de: <file:///C:/Users/david/Downloads/T-UCSG-PRE-ING-IC-227.pdf>

20 minutos, (2016). *El terremoto de Ecuador, el peor en el país desde 1979*. Madrid, España. Recuperado de: <https://www.20minutos.es/noticia/2723616/0/datos-terremotos-historia/ecuador-chile-mexico/el-salvador-peru-latinoamerica/>

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Sabagay Mena, David Leonardo**, con C.C: # **0930257340** autor del trabajo de titulación: **Influencia de la Irregularidad en Planta en daños en edificios durante sismos en Ecuador** previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **22 de marzo de 2021**

f. _____

Nombre: **Sabagay Mena, David Leonardo**

C.C: **0930257340**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TEMA Y SUBTEMA:	Influencia de la irregularidad en planta en daños en edificios durante sismos en Ecuador		
AUTOR(ES)	David Leonardo Sabagay Mena		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Alex Raúl Villacrés Sánchez		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica De Santiago De Guayaquil		
FACULTAD:	Ingeniería		
CARRERA:	Ingeniería Civil		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Civil		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	22 de marzo de 2021	No. DE PÁGINAS:	103
ÁREAS TEMÁTICAS:	Estructuras		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Eventos sísmicos, muestra, análisis estadístico, Irregularidades en planta, tipo de suelo, demolición.		
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>En el presente trabajo, se realizará una recopilación de información, que consistirá en la creación de una muestra de cientos de estructuras que resultaron afectadas durante los eventos sísmicos de Esmeraldas, 1979; Guayaquil, 1980; Bahía de Caráquez, 1998; y Pedernales, 2016. Una vez creada la muestra, se realizará una distribución y categorización de las edificaciones según el tipo de suelo y daño que se presentaron durante estos eventos sísmicos para después, efectuar un análisis estadístico de los edificios afectados por los cuatro sismos ocurridos en las diferentes partes del Ecuador, mencionados en la parte inicial. En este estudio, se enfatizará la importancia de conocer las irregularidades en planta de las edificaciones, así como el conocimiento de la geología y antecedentes del tipo de suelo del epicentro en base al uso de la Norma NEC-2015. El propósito de este estudio es determinar la importancia de los factores de irregularidad en planta en los daños a los edificios de hormigón armado (acero) durante los sismos ocurridos en el Litoral del Ecuador desde 1979 al presente año.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-984911586	E-mail: david_sabagay1@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Clara Catalina Glas Cevallos		
	Teléfono: +593-4-8806956		
	E-mail: clara.glas@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			