



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA UNIDAD
EDUCATIVA CIUDAD DE MACHALA, APLICANDO METODOLOGÍA
FEMA-154 Y NORMATIVA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN.

ORDOÑEZ CHAMBA JEAN CARLOS
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA UNIDAD
EDUCATIVA CIUDAD DE MACHALA, APLICANDO
METODOLOGÍA FEMA-154 Y NORMATIVA ECUATORIANA DE
CONSTRUCCIÓN.

ORDOÑEZ CHAMBA JEAN CARLOS
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA UNIDAD EDUCATIVA
CIUDAD DE MACHALA, APLICANDO METODOLOGÍA FEMA-154 Y
NORMATIVA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN.

ORDOÑEZ CHAMBA JEAN CARLOS
INGENIERO CIVIL

ZARATE ENCALADA JOSE MARCELO

MACHALA, 24 DE FEBRERO DE 2022

MACHALA
24 de febrero de 2022

FINAL ORDOÑEZ

por JEAN CARLOS ORDOÑEZ

Fecha de entrega: 08-feb-2022 03:14p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1757941755

Nombre del archivo: FINAL-TURNITIN-INFORME_FINAL-ORDO_EZ.pdf (283.72K)

Total de palabras: 5110

Total de caracteres: 27264

FINAL ORDOÑEZ

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	1library.co Fuente de Internet	1%
2	it.scribd.com Fuente de Internet	1%
3	repositorio.espe.edu.ec Fuente de Internet	<1%
4	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	<1%
5	issuu.com Fuente de Internet	<1%
6	docplayer.es Fuente de Internet	<1%
7	www.dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1%
9	Submitted to Universidad Internacional SEK Trabajo del estudiante	<1%

10	repositorio.puce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
11	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	livrosdeamor.com.br Fuente de Internet	<1 %
14	reliefweb.int Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.upse.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
16	steugenes.org Fuente de Internet	<1 %
17	archive.org Fuente de Internet	<1 %
18	cgfm.mil.co Fuente de Internet	<1 %
19	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.ulvr.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
21	upcommons.upc.edu Fuente de Internet	<1 %

22 www.scribd.com Fuente de Internet <1 %

23 www.slideshare.net Fuente de Internet <1 %

24 dspace.uazuay.edu.ec Fuente de Internet <1 %

25 es.slideshare.net Fuente de Internet <1 %

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias Apagado

Excluir bibliografía Activo

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, ORDOÑEZ CHAMBA JEAN CARLOS, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA UNIDAD EDUCATIVA CIUDAD DE MACHALA, APLICANDO METODOLOGÍA FEMA-154 Y NORMATIVA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 24 de febrero de 2022


ORDOÑEZ CHAMBA JEAN CARLOS
0705445641

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se lo dedico especialmente a mi madre Carmen María Chamba Valdivieso, quien de manera incondicional me ayudó en cada etapa de la vida, y en cada paso de mi formación profesional, es mi motivo de inspiración para poder alcanzar cada objetivo que me propongo en la vida.

A toda mi familia, principalmente a mis tías y a mis primos más cercanos que de alguna manera me supieron brindar su ayuda, a mis compañeros de estudio y a cada docente que compartió sus conocimientos y sus experiencias para ayudarnos a formarnos como personas y profesionales.

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera muy especial a cada uno de los docentes de la Unidad Académica de Ingeniería Civil, por cada una de sus enseñanzas académicas que nos supieron brindar, por sus sabios consejos y por la manera en que se esforzaron para que aprendamos.

A mis compañeros que se convirtieron en familia en la facultad, que brindaron su ayuda y su conocimiento para complementar los conocimientos, y por cada experiencia vivida a lo largo de la formación de segundo y tercer nivel.

Y en especial a mi madre, quien fue la que estuvo presente en cada minuto de mi formación, y con sus consejos a no renunciar a mi objetivo, y por último a toda mi familia que me ayudaron de una forma incondicional cuando más los necesitaba.

RESUMEN

El presente trabajo investigativo tiene como objetivo, analizar la vulnerabilidad sísmica de un bloque de la unidad educativa “Ciudad De Machala”, aplicando la metodología FEMA P-154 (“Federal Emergency Management Agency”), es un método cualitativo el cual consiste en una evaluación mediante un Examen de Visualización Rápida “Rapid Visual Screening” (RVS), esta metodología se complementa con la aplicación de la Normativa Ecuatoriana de construcción de Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación de Estructuras (NEC-SE-RE), en la norma de Peligro sísmico y Diseño sismo resistente (NEC-SE-DS), debido a que nos fundamentamos en el Factor Z por zona sísmica, y la región sísmica de Estados Unidos tiene otras consideraciones para encontrar los valores de respuesta de aceleración en roca. De esta manera se selecciona el formulario (alto, moderado, baja sismicidad) que se va a utilizar para esta evaluación.

Los factores más importantes a considerar para el análisis de vulnerabilidad sísmica son: el año de construcción, área de construcción, altura, elevación, irregularidades en planta y el tipo de suelo en el que se encuentra el inmueble. El siguiente formulario cuenta con un sistema de puntuación “S”, y el resultado final será comparado con la puntuación básica de 2, siendo este un valor máximo en la consideración de edificios con un bajo rendimiento al desempeño sísmico, si el puntaje final “S” que se obtiene en el análisis es menor o igual a dos ($S \leq 2$), se debe considerar una evaluación más detallada.

PALABRAS CLAVE: Inspección visual, Vulnerabilidad Sísmica, Riesgo Sísmico, FEMA P-154, NEC, Evaluación, Factor Z.

ABSTRACT

The objective of this research work is to analyze the seismic vulnerability of a block of the educational unit "Ciudad De Machala", applying the FEMA P-154 methodology ("Federal Emergency Management Agency"), a qualitative method which consists of an evaluation by means of a Rapid Visual Screening Examination (RVS), This methodology is complemented with the application of the Ecuadorian Seismic Risk Construction, Evaluation and Rehabilitation of Structures Standard (NEC-SE-RE), in the Seismic Hazard and Seismic Resistant Design Standard (NEC-SE-DS), because we are based on the Z Factor by seismic zone, and the seismic region of the United States has other considerations to find the values of acceleration response in rock. In this way the form (high, moderate, low seismicity) to be used for this evaluation is selected.

The most important factors to consider for the seismic vulnerability analysis are: year of construction, building area, height, elevation, irregularities in floor plan and the type of soil on which the building is located. The following form has an "S" scoring system, and the final result will be compared with the basic score of 2, this being a maximum value in the consideration of buildings with low performance to seismic performance, if the final "S" score obtained in the analysis is less than or equal to two ($S \leq 2$), a more detailed evaluation should be considered.

KEY WORDS: Visual inspection, Seismic Vulnerability, Seismic Risk, FEMA P-154, NEC, Evaluation, Z-Factor.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	- 4 -
AGRADECIMIENTO	- 5 -
RESUMEN	- 6 -
ABSTRACT	- 7 -
INTRODUCCIÓN	- 12 -
1. ¡Error! Marcador no definido.	
1.1 Definición y contextualización del objeto de estudio	- 13 -
1.2 Hechos de interés	- 13 -
1.3 Objetivos de la investigación	- 14 -
2. ¡Error! Marcador no definido.	
2.1 Descripción del enfoque epistemológico de referencia	- 15 -
2.2 Bases teóricas de la investigación	- 15 -
2.2.1 <i>Intensidad sísmica.</i>	- 15 -
2.2.2 <i>Magnitud sísmica.</i>	- 15 -
2.2.3 <i>Peligrosidad sísmica.</i>	- 16 -
2.2.4 <i>Riesgo sísmico.</i>	- 16 -
2.2.5 <i>Vulnerabilidad.</i>	- 16 -
2.2.6 <i>Elementos estructurales.</i>	- 17 -
2.2.7 <i>Elementos no estructurales.</i>	- 17 -
2.2.8 <i>Metodología FEMA P-154.</i>	- 18 -
3. ¡Error! Marcador no definido.	
3.1 Diseño o tradición de investigación seleccionada	- 19 -
3.2 Proceso de recolección de datos en la investigación	- 19 -
3.2.1 <i>Determinación de la región Sísmica.</i>	- 20 -
3.3 Sistema de categorización en el análisis de los datos	- 21 -
3.3.1 <i>Información de identificación del edificio.</i>	- 21 -

3.3.2	<i>Características del edificio.</i>	- 21 -
3.3.3	<i>Fotografía y Boceto de planos del edificio.</i>	- 21 -
3.3.4	<i>Ocupación del edificio.</i>	- 22 -
3.3.5	<i>Tipo de Suelo.</i>	- 22 -
3.3.6	<i>Peligros geológicos.</i>	- 22 -
3.3.7	<i>Proximidad.</i>	- 22 -
3.3.8	<i>Irregularidades</i>	- 23 -
3.3.9	<i>Peligros de caída exterior.</i>	- 23 -
3.3.10	<i>Sección de comentarios.</i>	- 23 -
3.3.11	<i>Puntaje básico del tipo de edificio y modificadores de puntaje.</i>	- 24 -
3.3.12	<i>Alcance de la revisión.</i>	- 24 -
3.3.13	<i>Otros Riesgos.</i>	- 24 -
3.3.14	<i>Acción Requerida.</i>	- 24 -
4.	¡Error! Marcador no definido.	
4.1	Descripción de resultados	- 25 -
4.1.1	<i>Información del inmueble.</i>	- 25 -
4.1.2	<i>Sismicidad del sitio.</i>	- 25 -
4.1.3	<i>Observaciones.</i>	- 26 -
4.1.4	<i>Tipo de edificio y puntuación final.</i>	- 26 -
5.	¡Error! Marcador no definido.	
5.1	Conclusiones	- 27 -
5.2	Recomendaciones	- 28 -
	ANEXOS	- 29 -

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada	- 16 -
Tabla 2. Determinación de la región de sismicidad a partir de la respuesta de aceleración espectral MCER	- 20 -
Tabla 3. Junta de separación sísmica	- 22 -
Tabla 4. Resumen de aceleración en roca	- 26 -

INDICE DE ANEXOS

Anexo A. Secuencia de implementación de detección visual rápida.	- 29 -
Anexo B. Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z y Curva de peligro sísmico para Machala.	- 30 -
Anexo C. Formulario moderadamente alto sísmico.	- 31 -
Anexo D. Fotografía.	- 32 -
Anexo E. Clasificación de los perfiles de suelo	- 33 -
Anexo F. Casos proximidad de estructuras adyacentes	- 34 -
Anexo G. Configuraciones Estructurales Recomendadas y no recomendadas	- 35 -
Anexo H. Coeficientes de irregularidad en planta y elevación	36
Anexo I. Irregularidad en Planta y Vertical – FEMA P-154	37
Anexo J. Orientación sobre la evaluación de daños y deterioro	40
Anexo K. Orientación sobre la evaluación de daños y deterioro	41
Anexo L. Observaciones y Elementos estructurales de la edificación	44

INTRODUCCIÓN

El Ecuador es un lugar considerado de alta peligrosidad sísmica, debido a su ubicación frente al océano pacífico, en donde se ubica el cinturón de fuego del pacífico, el movimiento constante de sus placas lo hacen un lugar muy conocido en el mundo, por lo tanto, este movimiento produce una liberación de energía sísmica de las más fuertes en el planeta. Frente a las costas del país interactúan dos de las más grandes placas tectónicas que son: placa de Nazca y la placa Sudamericana. “Según los sismos registrados en la escala de Richter, la activación sísmica ocurre cada 50 años donde los sismos superan los 8 grados o mayores según en la etapa de reactivación en la que se encuentre.” [1]

Los desastres naturales son eventos los cuales son imposibles de predecir, por esta razón debemos estar preparados siempre, para que de esta manera se pueda evitar la pérdida de vidas humanas, bienes materiales que las personas han construido a través del tiempo con esfuerzo y sacrificio, e innumerables pérdidas a quienes se encontraban inmersos durante estos eventos ocurridos en el Ecuador.

Las unidades educativas al igual que hospitales son las principales estructuras que deben estar en óptimas condiciones, y preparadas para recibir los eventos sísmicos, ya que sirven como refugio para las personas que hayan sufrido la pérdida de sus hogares a causa de un fuerte sismo que puede llegar a ocurrir en la ciudad por el alto peligro sísmico en la que se encuentra la ciudad de Machala según el mapa de “Riesgo Sísmico Del Ecuador”.

El análisis de vulnerabilidad sísmico es un trabajo el cual consiste en realizar una inspección visual a una estructura, para así poder evaluar a la edificación, mediante la aplicación de la metodología FEMA P-154, esta norma cuenta con un formulario y un sistema de puntuación a la estructura analizada, de esta manera lograremos comprender si es necesario hacer un estudio estricto o no en el lugar, se determinará si los elementos estructurales principales tienen algún tipo de irregularidad, de igual manera se obtendrá el nivel de riesgo sísmico según la zona en la que se encuentra la estructura, con los parámetros presentes en la normativa vigente se realizarán las observaciones correspondientes de la inspección a la unidad educativa “Ciudad de Machala”.

1. GENERALIDADES DE OBJETO DEL ESTUDIO

1.1 Definición y contextualización del objeto de estudio

La unidad educativa “Ciudad de Machala” se encuentra ubicada al centro de la ciudad en una zona urbana. Cuenta con dos bloques de aulas de 2 plantas, y dos bloques de aulas de una sola planta que están destinados para alumnos de clases iniciales. Se tomará en cuenta un bloque de 2 plantas que servirá como objeto de estudio para analizar su vulnerabilidad, debido a sus años de servicio se realizará el diagnóstico y posibles recomendaciones para mejorar su funcionalidad.

“Esta unidad educativa se fundó en 1954, para atender las necesidades de la comunidad oreense, fue diseñada para dar clases a niñas contando con 171 alumnas, luego cambió su modalidad y se convirtió en un centro de educación mixto, actualmente cuenta con 1823 alumnos en sus 2 modalidades matutina y vespertina, y entre el personal docente y administrativo con un total de 64 personas”. [2]

1.2 Hechos de interés

Uno de los sismos más fuertes registrados en el Ecuador, es el ocurrido el 16 de abril del 2016 en el noreste del Ecuador en la provincia de Manabí, se registró un movimiento de 7.8 grados de magnitud que dejó sin vida a más de 1.000 personas, esta cifra supera al número de fallecidos registrados en Colombia en 1999, convirtiendo al Ecuador en el país con más muertes de toda Latinoamérica en eventos sísmicos y dejando a más de 25.000 personas sin hogar, miles de edificaciones incluyendo escuelas que son centros que sirven de refugio en estos eventos colapsaron. [3]

La provincia de Manabí cuenta con 2.426 unidades educativas, de las cuales 560 centros de educación tuvieron daños severos en su infraestructura, y en algunos casos estos llegaron a colapsar dejando daños económicos muy significativos para el país, debido al terremoto que sacudió al país el pasado 16 de abril del año 2016, según el informe de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos se dio a conocer que el 67% de los centros quedaron sin afectación en su estructura, por lo cual muchos de estos centros sirvieron como albergues para miles de familias afectadas que perdieron sus hogares, por último

las consecuencias no menos importantes son que el inicio a clases en la región costa tuvieron que aplazarse 2 meses más, debido a los daños causados por este desastre natural que afectó principalmente la provincia de Manabí. [4]

1.3 Objetivos de la investigación

Objetivo General

Realizar un análisis de vulnerabilidad sísmica en un bloque de aulas en la unidad educativa “Ciudad de Machala”, para dar a conocer su puntuación de evaluación, utilizando la metodología FEMA P-154 y la normativa NEC-SE-RE 2015.

Objetivos específicos

- Realizar una visita técnica a las instalaciones de la unidad educativa para obtener información del estado actual de la estructura que será el objeto de estudio.
- Determinar las características de la estructura, identificar sus irregularidades y efectos de las columnas cortas, y demás características de vulnerabilidad considerables.
- Obtener el grado de vulnerabilidad sísmica en el bloque de la unidad educativa “Ciudad de Machala” mediante la metodología aplicada.
- Analizar los resultados obtenidos y dar posibles recomendaciones de reforzar posibles irregularidades en la estructura en el centro de educación.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO-EPISTEMOLÓGICA DEL OBJETO DE ESTUDIO

2.1 Descripción del enfoque epistemológico de referencia

El enfoque de la investigación es aplicado en un estudio de campo, con la finalidad de identificar las bases de los problemas en el ámbito de la vulnerabilidad sísmica. El país es susceptible a movimientos sísmicos de magnitud leve, a moderada y alta, debido al cercano límite geológico de 2 placas continentales; también se considera una presencia creciente desinformación en el público general sobre las consecuencias de las malas prácticas y diseño en la construcción.

“Para evadir peligros potenciales en el ámbito de vulnerabilidad en edificaciones, es necesario identificar las causas que provocaron un grave daño o el colapso de una estructura durante un evento sísmico; con esto se podría evitar errores y mejorar las prácticas en construcción. Sin embargo, consideramos que algunas construcciones de inmuebles, no está presente un seguimiento de regulación técnica durante en la ejecución de la obra, y esté siendo realizada por personal poco capacitado en temas de reglamentos y normativas vigentes de construcción.” [5]

2.2 Bases teóricas de la investigación

2.2.1 Intensidad sísmica. “Se entiende por intensidad sísmica en un punto la fuerza con que en él se experimentan los efectos del terremoto. Probablemente sea el parámetro de mayor interés en ingeniería sísmica, y se obtiene estimando cualitativamente los daños producidos por el terremoto.” [6]

2.2.2 Magnitud sísmica. “Es una medida instrumental que se relaciona con la energía sísmica liberada en el foco del sismo, y transmitida por ondas sísmicas. La magnitud es una constante que no depende del lugar de observación.” [6]

2.2.3 *Peligrosidad sísmica.* “Probabilidad de excedencia, dentro de un período específico de tiempo y dentro de una región determinada, de movimientos del suelo cuyos parámetros de aceleración, velocidad, desplazamiento, magnitud o intensidad son cuantificados.” [6]

En la siguiente tabla tomada de la norma ecuatoriana de la construcción, se muestra la caracterización de peligro sísmico. Como resultado para la ciudad de Machala se obtiene un valor de factor Z de 0.4g, siendo de una categorización alta peligrosidad sísmica.

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

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta
Fuente: NEC 2015 (Peligro Sísmico - Diseño Sismo Resistente) Tabla 1. Pág. 27						

2.2.4 *Riesgo sísmico.* “Se conoce como la consideración conjunta de la peligrosidad sísmica en el emplazamiento, la vulnerabilidad de las edificaciones y el valor económico de las mismas constituye el riesgo sísmico. En su estimación participan sismólogos, ingenieros, arquitectos, economistas, Compañías de Seguros,” [6]

“De acuerdo a estudios de la Organización de Naciones Unidas (ONU), se menciona que la mayor causa de víctimas mortales durante un movimiento telúrico es por el colapso total del inmueble, o de desprendimiento de escombros.” [7]

Durante un evento sísmico de considerable magnitud, pueden presentarse casos de daño estructural en inmuebles recientemente construidos en comparación con los leves que pueden sufrir algunos inmuebles más antiguos. Podemos inferir que existen ciertos edificios susceptibles al daño los cuales deben ser identificados oportunamente.

2.2.5 *Vulnerabilidad.* “Es la respuesta de la estructura de una obra ante un evento sísmico.” [8]

Un estudio de vulnerabilidad es llevado a cabo con profesionales autorizados, y correspondiente al área de la construcción; la función que cumplen es de hacer una revisión exhaustiva de la obra existente para identificar puntos vulnerables en la estructura, ya sean leves o moderadamente graves. Con las observaciones correspondientes se pueden emitir propuestas de reforzamiento estructural, además de hacer una planificación para evacuación de personas.

“Los métodos para estudio de vulnerabilidad enfocados a eventos sísmicos, aplican herramientas de modelamiento digital para el procesamiento de una gran cantidad de datos, o de carácter cualitativo donde se procede a una valoración visual por medio de inspección técnica en el sitio, del cual no se requiere de algún estudio minucioso.” [9]

2.2.6 Elementos estructurales. “Los elementos estructurales tienen la función de dar rigidez y resistencia a la estructura, además de soportar las diferentes cargas externas e internas expuestas para su diseño” [10] Como por ejemplo son, cargas vivas, muertas, y sísmicas.

Durante un evento sísmico, los inmuebles con una ocupación especial o para fines habitacionales deben soportar cargas excesivas, con el objetivo de priorizar la integridad de los ocupantes y su utilidad estructural después de suscitarse el evento. Para que estos resultados favorables puedan cumplirse es crucial la aplicación de las normativas, especificaciones y códigos de la construcción,

En la actualidad y en la mayoría de todas las ciudades, encontramos diferentes tipos de edificaciones; algunas recientes y otras de varias décadas desde su construcción, con base en la edad inferimos que, una gran parte de las edificaciones habían seguido el antiguo código ecuatoriano de la construcción (C.E.C-2001) y sean más susceptibles a algún tipo de daño considerable. Sin embargo, ciertas construcciones recientes no quedan exentas de algún tipo de daño, si no se ha seguido los lineamientos de diseño y reglamentos establecidos.

2.2.7 Elementos no estructurales. Un porcentaje considerable del presupuesto de la obra se destina a cubrir las necesidades arquitectónicas, e incluso la tubería de alimentación de gas para uso doméstico, entre otras consideraciones que puedan estar presente en cualquier proyecto. Aunque estos elementos no cumplen algún tipo de funcionalidad estructural, son protagonistas en ocasionar considerables heridas para ocupantes o transeúntes, e incluso generar pérdidas de vidas humanas; las principales causas están asociadas con el desprendimiento de escombros, o de la interacción de materiales y elementos que sean potencialmente peligrosos, de ejemplos mencionamos los incendios provocados por fugas de gas y descargas eléctricas. Estos problemas se suscitan durante la evacuación desorganizada del inmueble, de lo cual es necesario identificar elementos no estructurales susceptibles a una frágil ruptura. [11]

“Dentro del tema de vulnerabilidad sísmica en edificaciones, hay que destacar la importancia de los materiales que son empleados en los acabados de la obra, la calidad y la correcta planificación de uso se garantiza la seguridad de los ocupantes y de transeúntes. Las normativas de construcción tienen que minimizar el menor daño posible, mediante el diseño técnico y procedimientos adecuados de ejecución de obra para materiales no estructurales. Esto conlleva evitar que se generen desprendimientos relacionados a mampostería, entre otros” [12]

2.2.8 Metodología FEMA P-154. “La metodología es una asistencia de revisión técnica de vulnerabilidad sísmica para inspección de inmuebles, desarrollada en un formulario por medio de la observación visual de fácil aplicación.” [13]

El resultado de la metodología es de calificar mediante dos rangos de valores, de los cuales se valora al edificio de la siguiente manera:

- Menor a 2, se requiere de un estudio más exhaustivo, y es prominente al colapso.
- Mayor a 2, Un rendimiento sísmico estable, y de menor probabilidad a colapso.

Para el presente trabajo debemos adoptar la Metodología FEMA P-154 con el mapa de zonificación sísmica del Ecuador de acuerdo con la norma NEC-2015.

3. PROCESO METODOLÓGICO

3.1 Diseño o tradición de investigación seleccionada

Esta investigación se fundamenta en un marco teórico para poseer una base de criterios de evaluación y discernir los resultados del presente estudio.

“La metodología FEMA P-154 se basa en un análisis cualitativo para calificar a edificios peligrosos a vulnerabilidad sísmica mediante el procedimiento de visualización rápida (RVS, por sus siglas en inglés), ya identificados como potencialmente peligrosos se evaluarán los diseños por parte de un profesional.” [14]

Con la aplicación de las siguientes etapas, se dará a explicar el desarrollo del examen visual rápido (RVS):

ETAPAS	
Investigación precedente	Con esta etapa realizamos una búsqueda exhaustiva de información bibliográfica referente al tema, y lugar de estudio. Es importante conocer las normativas y metodologías aplicadas.
Investigación de campo	Se realiza una visita técnica al inmueble a evaluar, para identificar su estado actual, y las características estructurales que se presenta.
Procesamiento de información	En esta etapa se procede a completar la información requerida en el formulario de la metodología FEMA P-154
Valoración de resultados	Se identifica el resultado de calificación de la evaluación, además de realizar las observaciones y comentarios del inmueble.

En la Metodología FEMA P-154 se tiene presente una secuencia de detección visual rápida, el cual se muestra en el ANEXO A.

3.2 Proceso de recolección de datos en la investigación

“En el desarrollo de este capítulo se tomará relevancia la información obtenida en el relevamiento del inmueble para conocer el estado. y su forma estructural, además de saber con precisión la edad de la construcción, alguna falla técnica o estructural.” [15]

En esta sección se describirán los requerimientos técnicos que interviene para completar formulario el formulario:

3.2.1 *Determinación de la región sísmica.* Con la información perteneciente a la normativa ecuatoriana de la construcción para diseño sísmico (NEC-SE-SD), identificamos la aceleración máxima en roca (z) de 0.4g, perteneciente a la ciudad de Machala.

El mapa de zonificación sísmica mostrado en el ANEXO B, fue elaborado por el resultado de un estudio de peligro sísmico para un periodo de retorno de 475 años. Sin embargo, aplicando las gráficas de curvas de peligro sísmico para un periodo estructural de 0.2 segundos, se tiene un resultado de $z=0.6g$.

La metodología FEMA P-154 brinda al evaluador a escoger uno de cinco tipos de formularios para la valoración del inmueble, aunque los formularios están relacionados con la consideración de región sísmica en Estados Unidos. Si consideramos el valor de z como 0.6, para normativa NEC es considerado con una categorización sísmica muy alta, pero en la revisión de la metodología FEMA se considera el formulario sísmicamente moderadamente alto. Tal como se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Determinación de la región de sismicidad a partir de la respuesta de aceleración espectral MCER

Formulario de Región sísmica	Respuesta de aceleración espectral, S_s (período corto o 0.2 segundos)	Respuesta de aceleración espectral, S_1 (período largo o 1.0 segundo)
Baja	menos de 0.25g	menos de 0.10g
Moderada	mayor o igual a 0.25g pero menor a 0.50g	mayor o igual a 0.10g pero menor a 0.20g
Moderadamente Alta	mayor o igual a 0.50g pero menor a 1.00g	mayor o igual a 0.20g pero menor a 0.40g
Alta	mayor o igual a 1.00g pero menor a 1.50g	mayor o igual a 0.40g pero menor a 0.60g
Muy Alta	mayor o igual a 1.50 g	mayor o igual a 0.600g
Notas: g = aceleración de la gravedad en dirección horizontal		
Fuente: Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards (FEMA P-154) Table 2-2. Pág. 2-16		

El formulario mostrado en el ANEXO C corresponde a una región sísmica moderadamente alta.

3.3 Sistema de categorización en el análisis de los datos

Con el formulario mostrado en el Anexo C, se explicará la información que se requiere en cada sección del formulario Nivel 1, además de responder los ítems para las especificaciones del inmueble evaluado.

La resolución de los ítems no es muy exhaustiva, y el inspector podrá completar sin inconveniente.

3.3.1 Información de identificación del edificio.

Dirección:	Manuel Serrano e/ Tarqui y Junin, Gral. Manuel Serrano, Machala		
Código Postal:	70206	Otros identificadores:	Esquina
Nombre del edificio:	Ciudad de Machala		
Uso:	Centro Educativo		
Latitud:	-3.262888171	Longitud:	79.95990581
Ss:	0.60	S1:	0.4
Fecha:	20/01/2022		
Inspector:	Ordoñez JeanCarlos		

Ilustración 1. Registro de Información del inmueble. Fuente: Autor

En esta sección se registra información de ubicación geográfica del inmueble, además del nombre del inspector y de la fecha de inspección.

3.3.2 Características del edificio.

No. Niveles superiores:	1	Año construcción:	1954
Pisos: Niveles Inferiores:	0		
Área total del piso (m ²):	297	Año del código:	2002
Adiciones:	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Sí, año (s) de construcción:	
Ocupación:	Unidad educativa		

Ilustración 2. Datos del Edificio. Fuente: Autor

De acuerdo al relevamiento de medidas realizadas en campo; se corrobora 2 áreas de piso, una en planta baja de 49.5m de largo y 6 m de ancho. Para el nivel superior, el ancho aumenta 2.5 por el área contributaria del volado para corredor. Bloque educativo se observó que está dividido en dos partes de aulas, y una parte central que está destinada para las escaleras.

3.3.3 *Fotografía y Boceto de planos del edificio.* Es necesario tomar una fotografía frontal del inmueble, además es indispensable un boceto en planta y lateral del inmueble, del cual pueda visualizarse las dimensiones del inmueble. La fotografía del inmueble se muestra en el ANEXO D.

3.3.4 *Ocupación del edificio.* La categoría del edificio para ocupación especial, es destinada a centro educativo.

3.3.5 *Tipo de suelo.* Si durante la inspección no hay disponibilidad de información técnica del tipo de suelo, se asume en el formulario que el inmueble se encuentra ubicado en un suelo de tipo D. Caso contrario se señalará el tipo de suelo correspondiente. Ver Anexo E.

3.3.6 *Peligros geológicos.* Dentro del formulario se menciona tres tipos de peligros geológicos, si evaluador verifica mediante observación o documentación técnica verifica la presencia de algunos de estos peligros, se indicará en los resultados el requerimiento de un estudio más exhaustivo para la estructura; los peligros geológicos que se menciona son los siguientes:

- Licuefacción del suelo saturado
- Deslizamiento por taludes cercanos a la estructura
- Falla geológica

3.3.7 *Proximidad.* Es común ver edificios construidos junto otros, sin considerar la separación mínima reglamentaria. Esto expone a las estructuras próximas a golpes provocado por los desplazamientos laterales de las losas y columnas a causa de la diferencia de niveles de losa de edificios continuos.

En la siguiente tabla se presenta las recomendaciones de separación recomendada para cada región sísmica:

Tabla 3. Junta de separación sísmica

Región Sísmica	Separación Mínima	Edificios adyacentes de seis pisos
Muy Alta	5.08 cm (2")	30.48 cm (12")
Alta	3.81 cm (1 ½")	22.86 cm (9")
Moderadamente Alta	2.54 cm (1")	15.24 cm (6")
Moderadamente Baja & Baja	1.27 cm (½")	7.62 cm (3")
Fuente: FEMA P-154, 2015. Figure 3-12, Figure 3-13, Figure 3-14. Pág. 3-14, 3-15		

En el ANEXO F se presentan los casos ilustrados de proximidad de edificios.

3.3.8 *Irregularidades.* Los casos de irregularidades que puedan afectar negativamente en el desempeño sísmico de las edificaciones son los siguientes:

- Altura de planta baja es superior a los niveles superiores
- Presencia de ventanas no alineadas, amplias o cortas en los lados del inmueble.
- Discontinuidad de columnas

En el ANEXO G se presentan las configuraciones estructurales recomendadas y no recomendadas, por parte de la Norma NEC-2015 de Diseño Sísmico. Dentro de un estudio de desempeño sísmico, los valores de coeficiente de irregularidad de planta y elevación, son términos indispensables en la cuantificación del cortante basal para la estimación de la carga sísmica. Ver ANEXO H

En el manual de la metodología FEMA P-154, en la sección 3.10.1 y 3.10.2 da más información sobre los casos de irregularidades en planta y elevación. Ver ANEXO I.

3.3.9 *Peligros de caída exterior.* “Los peligros de caídas no estructurales, como chimeneas, parapetos, cornisas, revestimientos, voladizos y revestimientos pesados pueden representar peligros para la seguridad de la vida si no se anclan adecuadamente al edificio.” [16]

Los elementos más considerados a desprendimiento son los siguientes:

- Chimeneas Sin arriostrar
- Contrapecho o Parapetos
- Revestimiento Pesado o Chapa Pesada

En la fachada principal de un edificio, pueden implementarse acabados de mampostería ligera para acabados o incluso de aluminio, vidrio o alucobond, que es un material formado por 2 láminas de aluminio con un núcleo de mineral: siendo unos de los materiales mayor usado para fines estéticos.

3.3.10 *Sección de comentarios.* En la sección, se pueden describir el deterioro o daños presentes en la estructura, incluyendo la descripción de las irregularidades de planta y elevación presente. Además, es necesaria las observaciones realizadas mediante evidencia fotográfica.

En el ANEXO J se tiene ejemplos de orientación sobre la evaluación de daños y deterioro en la estructura.

3.3.11 *Puntaje básico del tipo de edificio y modificadores de puntaje.* Para el evaluador, es preciso conocer e identificar los 17 tipos de inmuebles que considera la metodología y la puntuación básica para la región sísmica ubicada. En el ANEXO K, se muestran los tipos edificios mencionados.

La unidad educativa está categorizada como pórtico de concreto resistente al momento (C1) con una puntuación básica de 1.7 en regiones sísmicas moderadamente altas.

Puede existir casos donde el inmueble tiene presente más de 1 tipo de estructura con distinto material, para estos casos excepcionales se opta el uso de 2 puntuaciones básicas con sus modificadores de puntaje respectivos que afectan positiva y negativamente al rendimiento del edificio.

3.3.12 *Alcance de la revisión.* En esta sección se destacan las fuentes de información en consideración al estudio de suelo, incluyendo los alcances revisados dentro y fuera del edificio.

3.3.13 *Otros Riesgos.* Se especifica los tipos de riesgos presentes, en el caso de la unidad educativa no hay presencia de edificios adyacentes o de algún daño estructural significativo.

3.3.14 *Acción Requerida.* Al final de la evaluación se selecciona el literal cuyo resultado implique la presencia de un estudio más detallado.

4. RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Descripción de resultados

En este capítulo se darán a conocer las observaciones más relevantes que se han obtenido mediante la evaluación visual rápida. Los resultados se comentarán de manera secuencial al procedimiento de observación, y también se comentarán algunas sugerencias para el desarrollo.

4.1.1 *Información del inmueble.* La recolección de información técnica de la obra es una de las tareas de mayor relevancia, una vez seleccionado el inmueble, se tiene que solicitar al sobre los planos y estudios propios de suelo. Para la obra evaluada se menciona lo siguiente:

- El año de construcción del bloque de la unidad educativa, se considera entre el año 1998 y 2000, pocos años antes del código ecuatoriano de la construcción del 2002.
- No había disposición de planos o memoria técnica del inmueble, esto implicó en la elección del tipo de suelo D para el lugar de asentamiento. “De acuerdo a la metodología FEMA, en ausencia de información de clasificación de suelo se asume la clasificación de tipo” [17]
- El bloque educativo se compone de 3 partes, 2 bloques destinados a aulas y un bloque para escaleras. Además, las estructuras solo tienen un solo nivel de superior.
- La altura de entrepiso es de 3.1 m, además la estructura presenta 2 volados, uno para pasillo con contrapecho y el otro para cubierta.
- Se visualizó desprendimiento de recubrimiento en el bloque de la escalera.

4.1.2 *Sismicidad del sitio.* Con el uso de las curvas de peligro sísmico, y la aceleración de 0.2g para el periodo estructural, permitió escoger un formulario de sismo Moderadamente Alto para un sismo raro de 0.6g. Para el caso de un evento extremo el formulario se escogería para un sismo alto. Ver ANEXO B.

En la tabla 4 se resumen los valores de aceleración en roca referenciados en la tabla de curvas sísmicas de Machala.

Tabla 4. Resumen de aceleración en roca

Tasa anual de excedencia (1/Tr)	Aceleración en roca			
	Sismo	Período estructural 0.2s	Valor de la aceleración sísmica máxima en el terreno (PGA)	Período estructural 1.0s
0.00211	Raro (severo)	0.60g	0.40g	0.15g
0.0004 MCE _R	Muy raro (extremo)	1.00g	0.62g	0.25g
Fuente: Autor				

4.1.3 *Observaciones.* El único potencial riesgo de caída exterior que está presente sería el desprendimiento de recubrimiento de los antepechos del nivel superior.

La Junta de separación entre cada bloque es de aproximadamente de 1 pulgada, sin embargo, se constató que esta separación superficialmente se encuentra oculta por enlucido.

La observación más relevante que se puede destacar es la presencia de columnas cortas, en fachada exterior y posterior. En un evento sísmico extremo pueden provocar fracturas en las columnas.

Ver ANEXO L

El inmueble no tiene problemas de golpeteos con otros edificios, puesto que está completamente aislado de otros edificios.

4.1.4 *Tipo de edificio y puntuación final.* Previo al resultado de vulnerabilidad, el edificio se cataloga como tipo C1, siendo una estructura resistente al momento (MRF). En la siguiente tabla se resumen la valoración obtenida para el formulado de sismicidad moderadamente alta y Alta.

TIPO DE EDIFICIO FEMA	C1 (MRF) Moderada mente Alta	C1 (MRF) Alta
Puntaje Básico	1.70	1.50
Irregularidad vertical severa, V _{L1}	-1.00	-0.90
Irregularidad vertical moderada, V _{L1}	-0.60	-0.50
Irregularidad de planta, P _{L1}	-0.70	-0.60
Precódigo	-0.40	-0.40
Post-Benchmark	1.90	1.90
Suelo tipo A o B	0.60	0.40
Suelo tipo E (1-3 pisos)	-0.20	0.00
Suelo tipo E (> 3 pisos)	-0.60	-0.50
Puntaje mínimo, S _{MIN} =	0.30	0.30
NIVEL 1 FINAL PUNTUACIÓN, S _{L1} ≥ S _{MIN} : S _{L1} =	0.600	0.500

Como acción requerida, es necesario una evaluación estructural más detallada, aunque el puntaje final obtenido supera al puntaje mínimo.

5. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Las principales conclusiones que se ha de destacar en la inspección rápida de vulnerabilidad sísmica son las siguientes:

- El inmueble no se encuentra junto a otros edificios de mayor altura, el bloque educativo se encuentra dentro de un terreno amplio y despejado, siendo favorable para una evacuación de las aulas sin obstáculos cercanos.
- El inmueble se encuentra dividido en 3 bloques, el propósito de esta división es evitar movimientos torsionales que se pueden presentar. Además, los bloques se encuentran distanciados a una pulgada de distancia, aunque los espaciamientos se encuentran cubiertos superficialmente con mortero.
- La estructura fue construida antes del código ecuatoriano de la construcción del 2001, con esto consideramos 20 años de uso aproximadamente. Debemos recalcar que los códigos de la construcción anteriores no consideran algunos criterios de diseño y modelamiento que actualmente la normativa NEC aplica en diseños estructurales.
- La caída de escombros es uno de las amenazas presentes en el bloque educativo, siendo el caso de recubrimiento de contrapecho y de la superficie inferior de losa.
- Las columnas cortas, están presentes en ambos niveles del edificio, siendo una característica muy común en casi la mayoría de inmuebles. Del cual se pudo haber optado la presencia de juntas de separación entre la mampostería y la columna.

Con base el resultado de puntuación final para las modificaciones de puntaje de los formularios de Alto Moderadamente sísmico, y altamente sísmico, se obtuvo calificación mayor al puntaje mínimo requerido, pero no superó al valor de 2, siendo un valor referencial al límite aceptable para la metodología FEMA P-154. Por la edad y características del edificio, es un candidato para una evaluación estructural más detallada con la normativa actual.

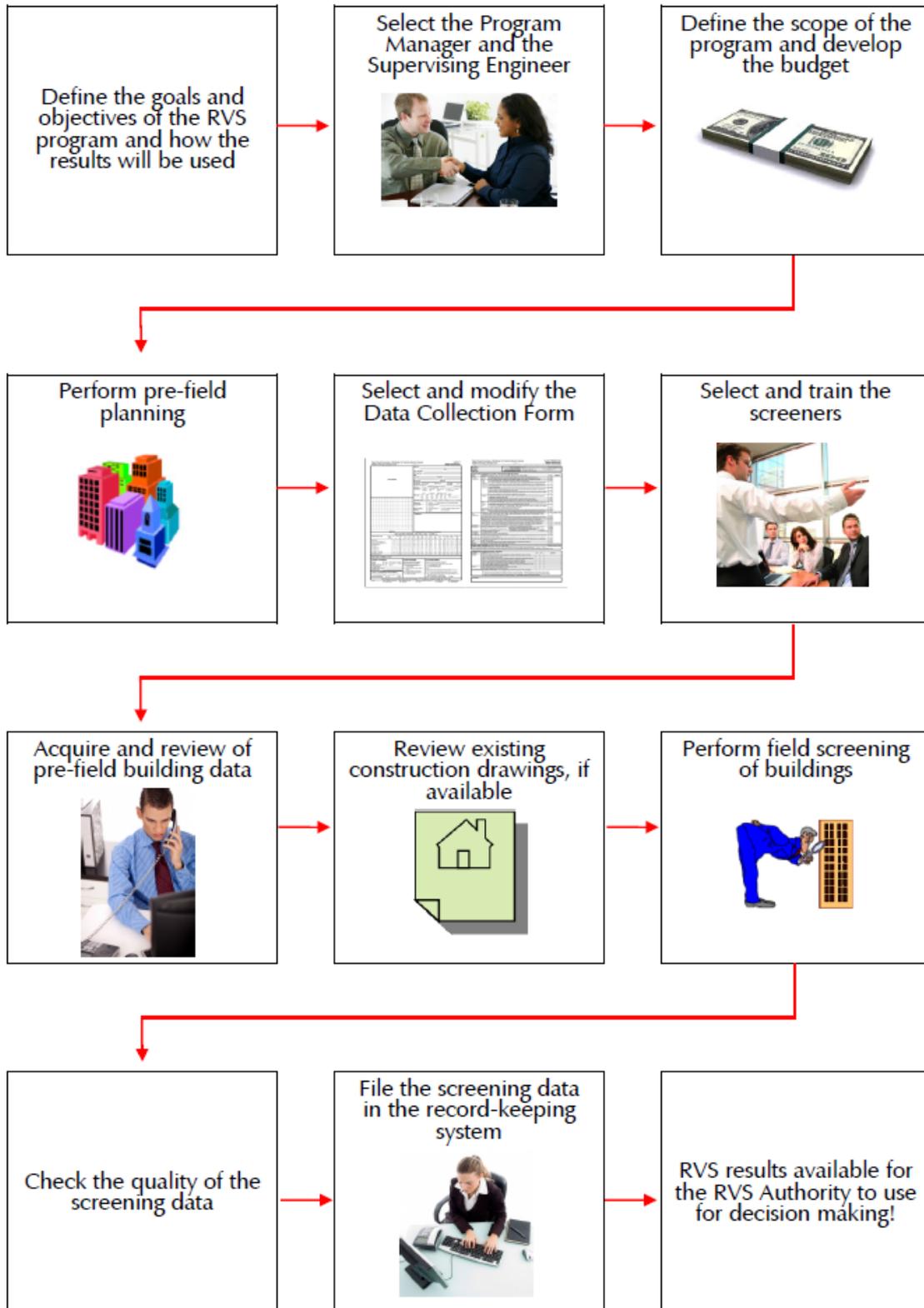
5.2 Recomendaciones

Como comentario en el desarrollo de la metodología FEMA P-154, se dará a conocer los siguientes requerimientos prioritarios necesarios para el formulario:

- Se recomienda al evaluador buscar información del tipo suelo del inmueble, o del edificio adyacente. En unidades educativas públicas, los planos o memoria técnica del inmueble se deben pedir con anticipación a las autoridades pertenecientes.
- Como hemos observado en el desarrollo del formulario; es necesario anexar información sobre las anomalías estructurales, deterioros existentes o necesidades que se tenga que considerar en un estudio más minucioso.
- Machala, ubicado en una zona altamente sísmica, es necesario que requiera un estudio de vulnerabilidad a los edificios de mayor ocupación, y cercanas al centro de la ciudad. Donde es común la presencia constante de transeúntes y ocupantes.
- Para el inmueble evaluado, se hubiera preferido hacer un análisis dinámico en un software de modelado estructural.

ANEXOS

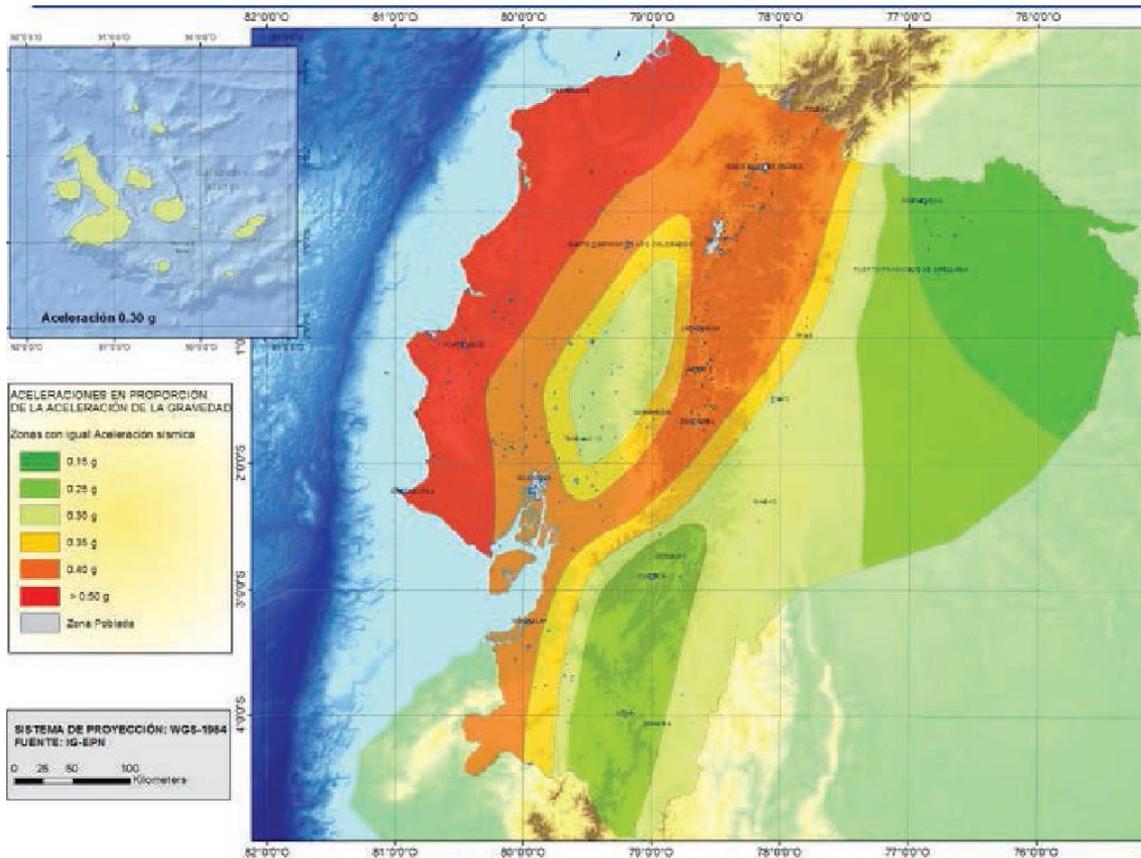
Anexo A. Secuencia de implementación de detección visual rápida.



Fuente: Agencia Federal para el Manejo de Emergencias. (FEMA P-154), Figure 2-1.

Pág. 2-3

Anexo B. Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z y Curva de peligro sísmico para Machala.



Fuente: Normativa NEC-SE-DS 2015, Figure 1. Pág. 27

Curvas de Peligro Sísmico para MACHALA (−3.26; −79.96) a diferentes Periodos Estructurales

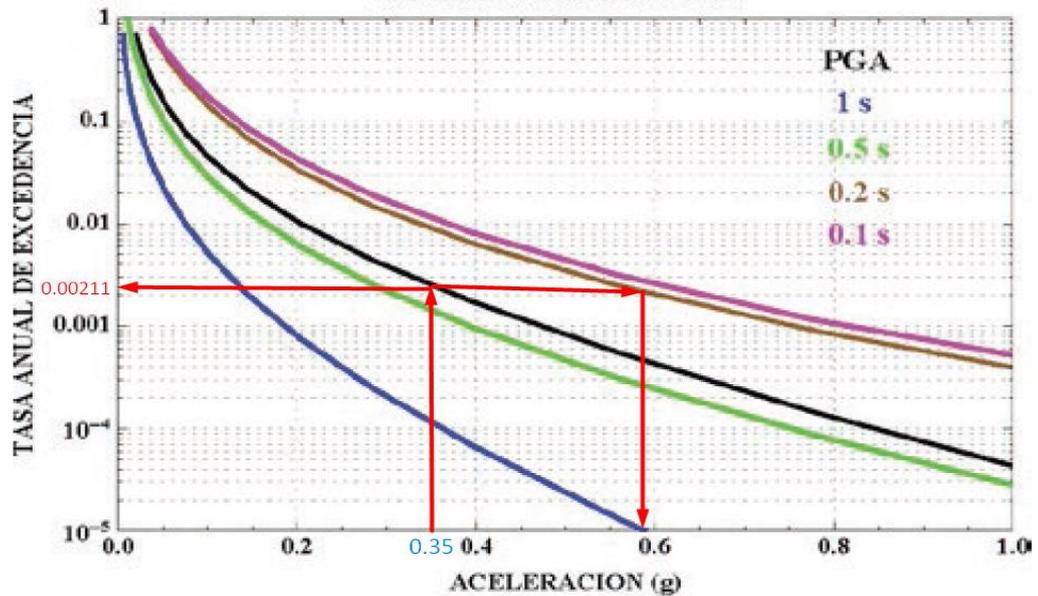


Figura 26: Curvas de peligro sísmico, Machala.

Fuente: Normativa NEC-SE-DS 2015, Figura 26. Pág. 118

Anexo C. Formulario moderadamente alto sísmico.

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards
FEMA P-154 Data Collection Form

Level 1
MODERATELY HIGH Seismicity

PHOTOGRAPH

Address: _____ Zip: _____

3.3
Other Identifiers: _____

Building Name: _____

Use: _____

Latitude: _____ Longitude: _____

S: _____ S: _____

Screener(s): _____ Date/Time: _____

No. Stories: Above Grade: _____ Below Grade: _____ Year Built: EST
Total Floor Area (sq. ft.): _____ Code Year: _____

Additions: None Yes, Year(s) Built: _____

Occupancy: Assembly Commercial Other Services Historic Storage
 Industrial Office School Government
 Utility Warehouse Residential, # Units: _____

Soil Type: A B C D E F DNK
Hard Avg. Dense Stiff Soft Poor #DNK assume Type D
Rock Soil Soil Soil Soil

Geologic Hazards: Landslide: Yes/No/DNK Surf. Rupt.: Yes/No/DNK
Adjacency: Pounding Falling Hazards from Taller Adjacent Building

Irregularities: Vertical (types/levels): _____
 Plan (type) _____

Exterior Falling Hazards: Unbraced Chimneys Heavy Cladding or Heavy Veneer
 Parapets Appendages
 Other: _____

COMMENTS: _____

SKETCH

Additional sketches or comments on separate page

FEMA BUILDING TYPE	Do Not Know	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TL)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Basic Score		4.1	3.7	3.2	2.3	2.2	2.9	2.2	2.0	1.7	2.1	1.4	1.8	1.5	1.8	1.8	1.2	2.2
Severe Vertical Irregularity, V_v		-1.3	-1.3	-1.3	-1.1	-1.0	-1.2	-1.0	-0.9	-1.0	-1.1	-0.8	-1.0	-0.9	-1.0	-1.0	-0.8	NA
Moderate Vertical Irregularity, V_v		-0.8	-0.8	-0.8	-0.7	-0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	NA
Plan Irregularity, P_v		-1.3	-1.2	-1.1	-0.9	-0.8	-1.0	-0.8	-0.7	-0.7	-0.9	-0.6	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.5	NA
Free-Code		-0.8	-0.9	-0.9	-0.5	-0.5	-0.7	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.4	-0.3	-0.5	-0.5	-0.1	-0.3
Post-Benchmark		1.5	1.9	2.3	1.4	1.4	1.0	1.9	NA	1.9	2.1	NA	2.1	2.4	2.1	2.1	NA	1.2
Soil Type A or B		0.3	0.6	0.9	0.6	0.9	0.3	0.9	0.9	0.6	0.8	0.7	0.9	0.7	0.8	0.8	0.6	0.9
Soil Type E (1-3 stories)		0.0	-0.1	-0.3	-0.4	-0.5	0.0	-0.4	-0.5	0.2	-0.2	-0.4	-0.5	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.5
Soil Type E (> 3 stories)		-0.5	-0.8	-1.2	-0.7	-0.7	NA	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.4	NA	-0.5	-0.6	-0.7	-0.3	NA

FINAL LEVEL 1 SCORE, $S_{L1} \geq S_{M1}$:

<p>EXTENT OF REVIEW</p> <p>Exterior: <input type="checkbox"/> Partial <input type="checkbox"/> All Sides <input type="checkbox"/> Aerial</p> <p>Interior: <input type="checkbox"/> None <input type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Entire</p> <p>Drawings Reviewed: <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No</p> <p>Soil Type Source: _____</p> <p>Geologic Hazards Source: _____</p> <p>Contact Person: _____</p>	<p>OTHER HAZARDS</p> <p>Are There Hazards That Trigger A Detailed Structural Evaluation?</p> <p><input type="checkbox"/> Pounding potential (unless $S_{L2} >$ out-of, if known)</p> <p><input type="checkbox"/> Falling hazards from taller adjacent building</p> <p><input type="checkbox"/> Geologic hazards or Soil Type F</p> <p><input type="checkbox"/> Significant damage/deterioration to the structural system</p>	<p>ACTION REQUIRED</p> <p>Detailed Structural Evaluation Required?</p> <p><input type="checkbox"/> Yes, unknown FEMA building type or other building</p> <p><input type="checkbox"/> Yes, score less than cut-off</p> <p><input type="checkbox"/> Yes, other hazards present</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p>Detailed Nonstructural Evaluation Recommended? (check one)</p> <p><input type="checkbox"/> Yes, nonstructural hazards identified that should be evaluated</p> <p><input type="checkbox"/> No, nonstructural hazards exist that may require mitigation, but a detailed evaluation is not necessary</p> <p><input type="checkbox"/> No, no nonstructural hazards identified <input type="checkbox"/> DNK</p>
--	---	--

Where information cannot be verified, screener shall note the following: EST = Estimated or unreliable data OR DNK = Do Not Know

Legend: MRF = Moment-resisting frame BR = Braced frame RC = Reinforced concrete SW = Shear wall URM INF = Unreinforced masonry infill TU = Tie up MH = Manufactured Housing LM = Light metal PD = Flexible diaphragm RD = Rigid diaphragm

3.3.12

3.3.15

3.3.13

3.3.14

Anexo D. Fotografía.



Vista Frontal

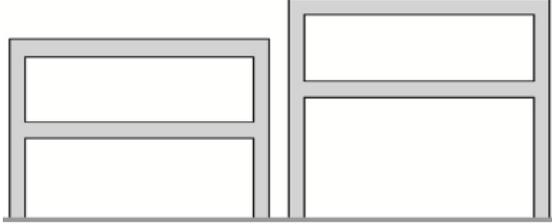
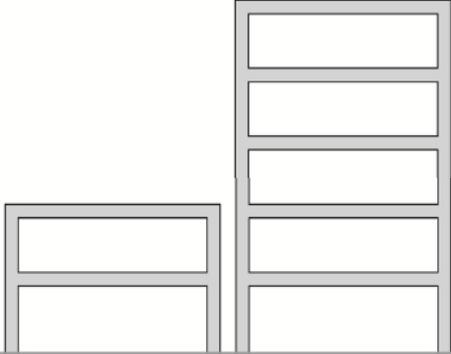
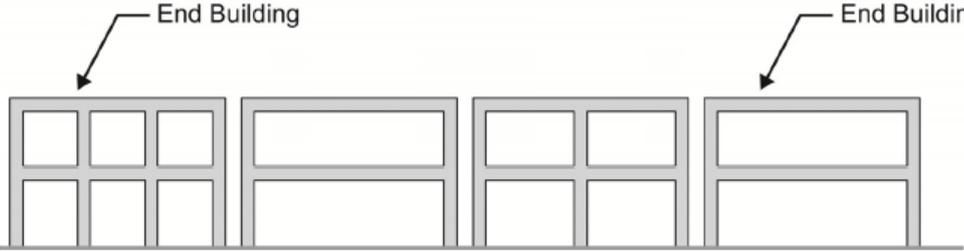


Vista Lateral

Anexo B. Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > V_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > V_s \geq 360$ m/s
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100$ KPa
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180$ m/s
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ $100 \text{ kPa} > S_u \geq 50$ kPa
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante	$V_s < 180$ m/s
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50$ kPa
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:	
	F1—Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	
	F2—Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).	
	F3—Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con índice de Plasticidad IP > 75)	
	F4—Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 30m)	
	F5—Suelos con contrastes de impedancia α ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.	
F6—Rellenos colocados sin control ingenieril.		
Fuente: NEC 2015 (Peligro Sísmico - Diseño Sismo Resistente), Tabla 2. Pág. 30-		

Anexo F. Casos proximidad de estructuras adyacentes

<p>Diferencia de Niveles de pisos</p>  <p>La losa puede impactar directamente las columnas o paredes del edificio adyacente.</p>
<p>Edificio de dos o más pisos más alto que el edificio adyacente</p>  <p>El daño puede concentrarse en el edificio más alto en el nivel del techo del edificio más corto.</p>
<p>El edificio está al final de una fila de tres o más edificios</p>  <p>Se imponen demandas más altas al edificio final cuando el edificio adyacente se mueve hacia él y porque no tiene un edificio en el otro lado para equilibrar las cargas.</p>
<p>Fuente: Agencia Federal para el Manejo de Emergencias. (FEMA P-154). Figure 3-12, Figure 3-13, Figure 3-14. Pág. 3-14, 3-15</p>

Anexo G. Configuraciones Estructurales Recomendadas y no recomendadas

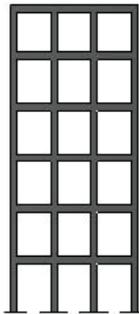
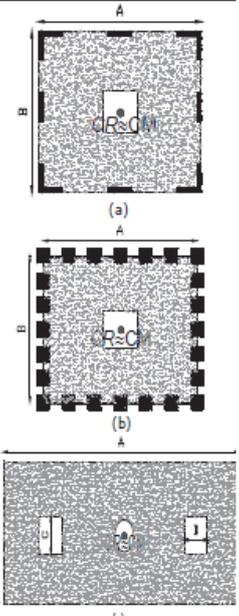
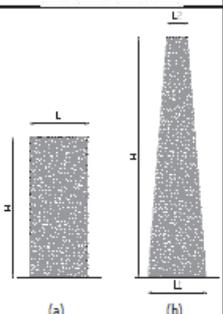
CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN $\phi_{E1}=1$		CONFIGURACIÓN EN PLANTA $\phi_{P1}=1$	
<p>La altura de entrepiso y la configuración vertical de sistemas aporricados, es constante en todos los niveles.</p> <p>$\phi_{E1}=1$</p>		<p>La configuración en planta ideal en un sistema estructural es cuando el Centro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

Tabla 11 : Configuraciones estructurales recomendadas

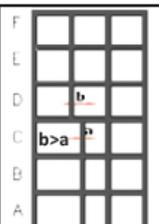
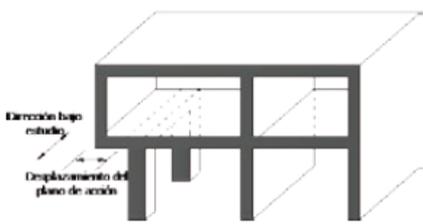
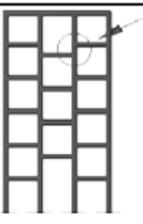
IRREGULARIDADES EN ELEVACIÓN		IRREGULARIDADES EN PLANTA
<p>Ejes verticales discontinuos o muros soportados por columnas. La estructura se considera irregular no recomendada cuando existen desplazamientos en el alineamiento de elementos verticales del sistema resistente, dentro del mismo plano en el que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

Tabla 12 : Configuraciones estructurales no recomendadas

Fuente: NEC 2015 (Peligro Sísmico - Diseño Sismo Resistente), Tablas 11 y 12. Pág. 48-49-

Anexo H. Coeficientes de irregularidad en planta y elevación

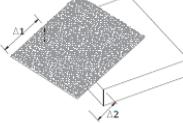
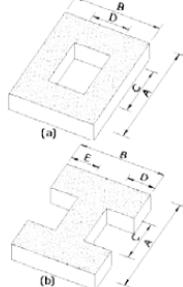
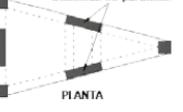
<p>Tipo 1 - Irregularidad torsional $\phi_T=0.9$ $\Delta > 1.2 \frac{(\Delta_1 + \Delta_2)}{2}$</p> <p>Existe irregularidad por torsión, cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es mayor 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 $\phi_T=0.9$ $A > 0.15B$ 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 $\phi_T=0.9$ 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 $\phi_T=0.9$</p> <p>La estructura se considera irregular cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura.</p>	
<p>Nota: La descripción de estas irregularidades no faculta al calculista o diseñador a considerarlas como normales, por lo tanto la presencia de estas irregularidades requiere revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación.</p>	

Tabla 13: Coeficientes de irregularidad en planta

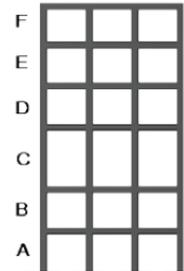
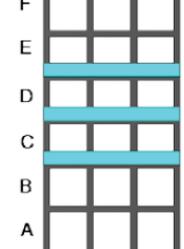
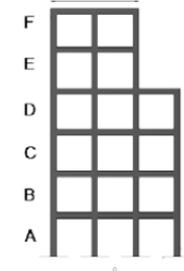
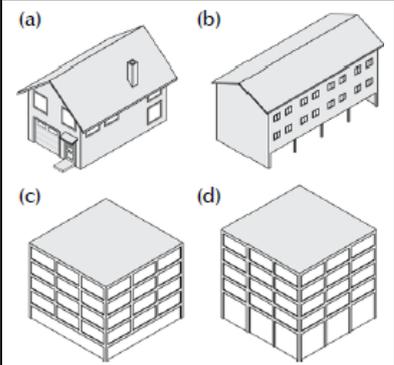
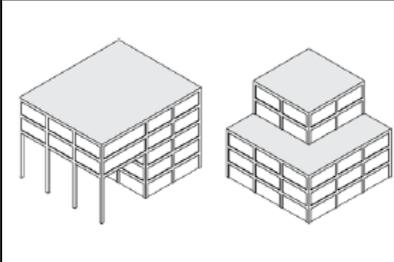
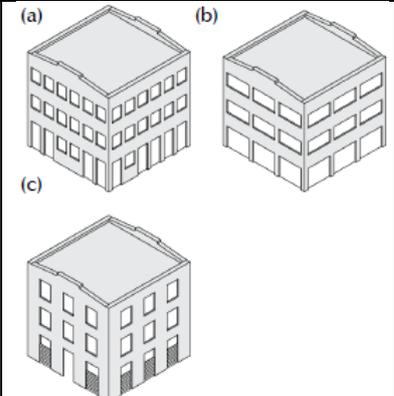
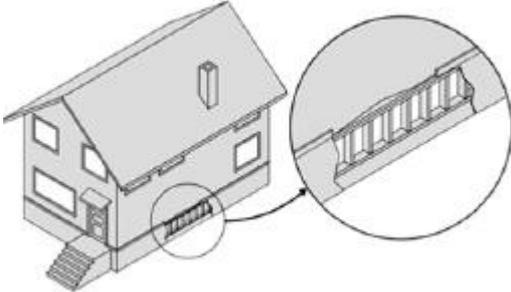
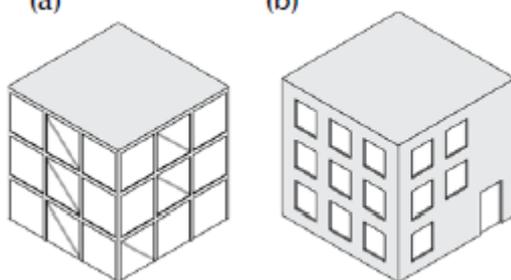
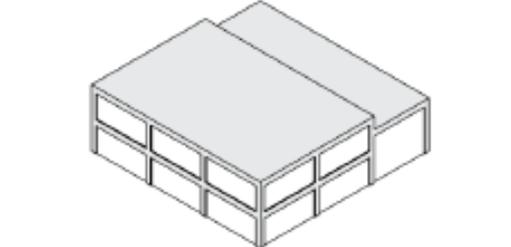
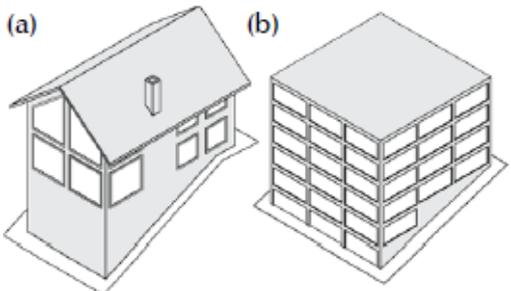
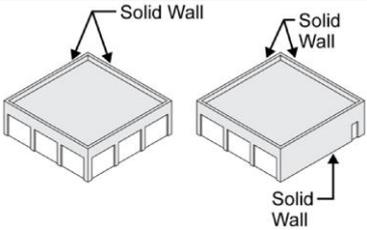
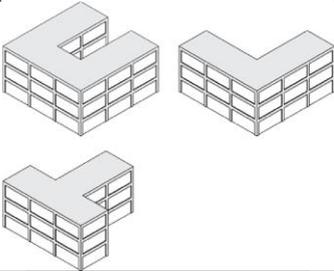
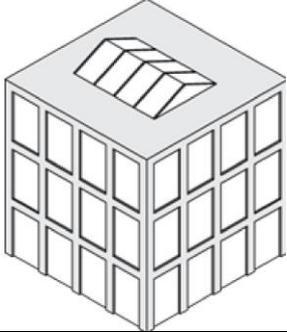
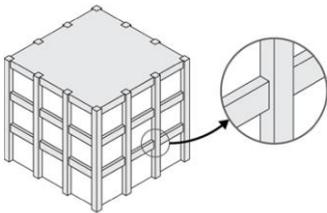
<p>Tipo 1 - Piso flexible $\phi_E=0.9$ Rigidez $K_c < 0.70$ Rigidez K_D Rigidez $< 0.80 \frac{(K_D + K_E + K_F)}{3}$</p> <p>La estructura se considera irregular cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 80 % del promedio de la rigidez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

Tabla 14 : Coeficientes de irregularidad en elevación

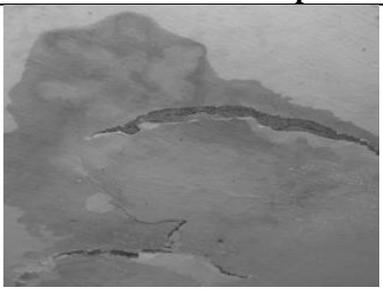
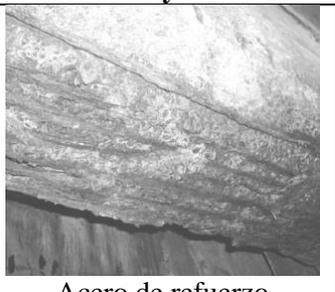
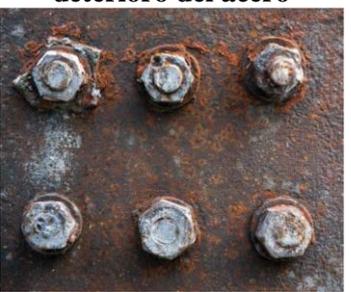
Anexo I. Irregularidad en Planta y Vertical – FEMA P-154

Guía de referencia de irregularidad vertical		
Nivel de Gravedad Severa		
Piso débil y/o suave		<p>a: para una casa W1 con espacio ocupado sobre un garaje con paredes limitadas o cortas en ambos lados de la abertura del garaje.</p> <p>b: Para un edificio W1A con un frente abierto en la planta baja (como para estacionamiento).</p> <p>c: Cuando una de los pisos tiene menos muro o menos columnas que las otras (generalmente la historia inferior).</p> <p>d: Cuando una de los pisos es más alto que los otros (generalmente la historia inferior).</p>
Fuera de planta o retroceso		<p>Esta irregularidad es más severa cuando los elementos verticales del sistema lateral en los niveles superiores están fuera de los de los niveles inferiores.</p> <p>Si se sabe que los muros no apilables no son estructurales, esta irregularidad no se aplica. Aplique el retroceso si es mayor o igual a 2 pies.</p>
Columna corta / muelle		<p>(a): Algunas columnas / pilares son mucho más cortos que de los niveles superiores.</p> <p>(b): las columnas / pilares son estrechas en comparación con la profundidad de las vigas.</p> <p>(c): hay paredes de relleno que acortan la altura libre de la columna. Tenga en cuenta que esta deficiencia se ve típicamente en los tipos de edificios de hormigón y acero más antiguos.</p>
<p>Fuente: Agencia Federal para el Manejo de Emergencias. (FEMA P-154). Figure 3-18, Figure 3-19, Figure 3-25. Pág. 3-20, 3-23</p>		

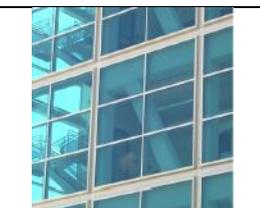
Guía de referencia de irregularidad vertical		
Nivel de Gravedad Moderada		
Pared lisiada sin refuerzo		<p>Aplique si se observan paredes lisiadas sin refuerzo en el espacio de acceso del edificio. Esto se aplica a los edificios W1. Si el sótano está ocupado, considere esta condición como una historia suave.</p>
Retroceso en plano		<p>Aplicar si hay un desplazamiento en el plano del sistema lateral. Por lo general, esto se puede observar en el marco arriostrado (Figura (a)) y en los edificios de muros de corte (Figura (b)).</p>
Niveles divididos		<p>Aplique si los pisos del edificio no se alinean o si hay un escalón en el nivel del techo.</p>
Nivel de Gravedad Variada		
Sitio inclinado		<p>Aplicar si hay más de una pendiente de un piso de un lado del edificio al otro. Evalúe como Severo para edificios W1 como se muestra en la Figura (a); evalúe como Moderado para todos los demás tipos de edificios como se muestra en la Figura (b).</p>
<p>Fuente: Agencia Federal para el Manejo de Emergencias. (FEMA P-154). Figure 3-17, Figure 3-26, Figure 3-29. Pág. 3-23, 3-25</p>		

Guía de referencia de irregularidad en planta		
Torsión		<p>Aplique si hay buena resistencia lateral en una dirección, pero no en la otra, o si hay rigidez excéntrica en el plano (como se muestra en las Figuras (a) y (b)); paredes sólidas en dos o tres lados con paredes con muchas aberturas en los lados restantes).</p>
Sistemas no paralelos		<p>Aplique si los lados del edificio no forman ángulos de 90 grados.</p>
Rincón reentrante		<p>Aplique si hay una esquina reentrante, es decir, el edificio tiene forma de L, U, T o +, con proyecciones de más de 20 pies. Donde sea posible, verifique si hay separaciones sísmicas donde las alas se encuentran. Si es así, evalúe para golpear.</p>
Aberturas de diafragma		<p>Aplique si hay una abertura que tenga un ancho de más del 50% del ancho del diafragma en cualquier nivel.</p>
Las vigas no se alinean con las columnas.		<p>Aplicar si las vigas exteriores no se alinean con las columnas en planta. Por lo general, esto se aplica a los edificios de concreto, donde las columnas perimetrales están fuera de las vigas perimetrales.</p>
<p>Fuente: Agencia Federal para el Manejo de Emergencias. (FEMA P-154). Figure 3-32, Figure 3-35, Figure 3-26. Pág. 3-27, 3-28</p>		

Anexo J. Orientación sobre la evaluación de daños y deterioro

Orientación sobre la evaluación de daños y deterioro de la madera		
 <p>Deterioro de la madera en el muro lisiado.</p>	 <p>Poste de madera dañado.</p>	 <p>Columna de madera podrida</p>
Guía para evaluar el daño y el deterioro del concreto		
 <p>Cubierta de hormigón desconchado</p>	 <p>Acero de refuerzo expuesto.</p>	 <p>Grietas de hormigón.</p>
Orientación sobre la evaluación de daños y deterioro del acero	Guía para evaluar el daño y el deterioro de la mampostería reforzada	Orientación sobre la evaluación de daños y deterioro de la mampostería no reforzada
 <p>Sujetadores de acero corroídos.</p>	 <p>Agrietamiento en “escalón”.</p>	 <p>Separaciones de juntas de albañilería.</p>
<p>Fuente: Agencia Federal para el Manejo de Emergencias. (FEMA P-154). Figure 3-32, Figure 3-35, Figure 3-26. Pág. 3-27, 3-28</p>		

Anexo K. Orientación sobre la evaluación de daños y deterioro

FEMA Tipo de Edificio	Fotografía	Puntuación básica	Características y Rendimiento
<p>W1 Estructura ligera de madera - o múltiple - viviendas familiares de uno o más pisos de altura.</p>		<p>(VH)=2,1 (H)=3,6 (MH)=4,1 (M)=5,1 (L)= 6,2</p>	<p>Los edificios de este tipo tuvieron un excelente rendimiento en los terremotos del pasado debido a las cualidades inherentes del sistema estructural y porque son de aumento de peso ligero y bajo. El tipo más común de daños estructurales en edificios antiguos como resultado de una falta de conexión entre la superestructura y la base, y soporte de las chimeneas inadecuadas.</p>
<p>W1A Estructura ligera de madera de unidades múltiples, de varios pisos edificios de viviendas con áreas del plan en cada planta de más de 3.000 pies cuadrados.</p>		<p>VH)=1,9 (H)=3,2 (MH)=3,7 (M)=4,5 (L)= 5,9</p>	<p>Se trata de edificios residenciales típicos, pero algunos pueden tener espacio comercial en la planta baja. Grandes aberturas son comunes en la planta baja para el estacionamiento. Estos se denominan a menudo tuck debajo de los edificios W1A Edificios con grandes aberturas en la planta baja para estacionamiento o comerciales con fines han realizado mal en terremotos pasados debido a los grandes aberturas crean un piso blando.</p>
<p>W2 Estructura de madera edificios comerciales e industriales con una superficie mayor de 5.000 pies cuadrados.</p>		<p>(VH)=1,8 (H)=2,9 (MH)=3,2 (M)=3,8 (L)= 5,7</p>	<p>Es decir, normalmente edificios comerciales o industriales por lo general estructuras de uno a tres pisos, y, en raras ocasiones, tan alto como seis pisos. Para edificios comerciales e industriales con menos de 5.000 pies cuadrados, también se puede asignar el tipo W2.</p>
<p>S1 Estructura de acero resistente a momento</p>		<p>(VH)=1,5 (H)=2,1 (MH)=2,3 (M)=2,7 (L)= 3,8</p>	<p>Los diafragmas de piso son generalmente de hormigón, a veces sobre cubiertas de acero. Este tipo estructural se utiliza para edificios comerciales, institucionales y públicos. El 1994 en Northridge y 1995 terremotos de Kobe mostraron que las soldaduras en edificios con estructura de acero momento eran vulnerables a daños severos. el daño tomó la forma de conexiones rotas entre las vigas y columnas La relativamente baja rigidez del marco puede conducir a un daño sustancial no estructural. Este edificio también podría tener un sistema de fuerza de resistencia sísmica de hormigón.</p>
<p>S2 Estructura de acero con marco arriostrado</p>		<p>(VH)=1,4 (H)=0,2 (MH)=2,2 (M)=2,6 (L)= 3,9</p>	<p>Marcos arriostrados se utilizan a veces para edificios largos y estrechos debido a su rigidez. En los terremotos recientes, se encontró que los marcos arriostrados podrían tener daños que se preparen las conexiones y, en algunos casos, a los apoyos, especialmente en los niveles más bajos.</p>

Fuente: Agencia Federal para el Manejo de Emergencias. (FEMA P-154). Table 3-1. Pág. 3-36, 3-45

FEMA Tipo de Edificio	Fotografía	Puntuación básica	Características y Rendimiento
S3 Estructura de acero ligero		(VH)=1,6 (H)=2,6 (MH)=2,9 (M)=3,5 (L)= 4,4	El sistema estructural por lo general consta de marcos momento en la dirección transversal y se preparó marcos en la dirección longitudinal, con hoja ondulada - revestimiento de metal. En algunas regiones, construcciones metálicas ligeras pueden tener paredes de mampostería parciales.
S4 Estructura de acero con muro de corte y acero reforzado.		(VH)=1,4 (H)=2,0 (MH)=2,2 (M)=2,5 (L)= 4,1	Las cargas laterales son resistidas por muros de corte, que generalmente rodean los núcleos de ascensores y escaleras, y están cubiertas por materiales de acabado. Cizalla agrietamiento y la tensión puede ocurrir alrededor de las aberturas en muros de hormigón armado durante los terremotos.
S5 Estructura de acero con paredes de relleno de mampostería no reforzada		(VH)=1,2 (H)=1,7 (MH)=2,0 (M)=2,7 (L)= 4,5	Las columnas de acero son relativamente delgadas y pueden estar ocultos en las paredes. Por lo general, la mampostería está expuesta en el exterior con pilares estrechos (menos de 4 pies de ancho) entre ventanas. Algunas partes de paredes sólidas se alinearán verticalmente. Muros de relleno son por lo general de dos a tres hiladas de espesor.
C1 Estructura de concreto resistente a momento.		(VH)=1,0 (H)=1,5 (MH)=1,7 (M)=2,1 (L)= 3,3	Todos los marcos de hormigón expuestos están reforzados (marcos de acero no revestidos de cemento) de hormigón. Un factor fundamental que rige el funcionamiento de marcos resistentes a momento concreto es el nivel de detalle dúctil. Daños en la columna debido a golpes con los edificios adyacentes puede ocurrir.
C2 Estructura de concreto con muros de corte		(VH)=1,2 (H)=2,0 (MH)=2,1 (M)=2,5 (L)= 4,2	Edificios muro de concreto generalmente se echaron en el lugar, y muestran signos típicos de hormigón in situ. Estos edificios generalmente se comportan mejor que edificios con estructura de hormigón.
C3 Marcos de hormigón con paredes de relleno de mampostería no reforzada		(VH)=0,9 (H)=1,2 (MH)=1,4 (M)=2,0 (L)= 3,5	Columnas y vigas de hormigón pueden ser de espesor de pared completa y pueden ser expuestos para su visualización en los laterales y la parte trasera del edificio. Por lo general, la mampostería se expone en el exterior con muelles estrechos (menos de cuatro pies de ancho) entre ventanas.

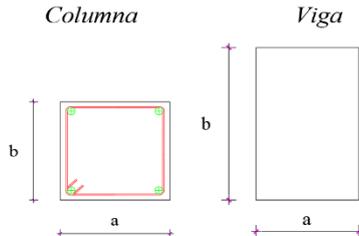
Fuente: Agencia Federal para el Manejo de Emergencias. (FEMA P-154). Table 3-1. Pág. 3-36, 3-45

FEMA Tipo de Edificio	Fotografía	Puntuación básica	Características y Rendimiento
PC1 Edificios inclinados hacia arriba		(VH)=1,1 (H)=1,6 (MH)=1,8 (M)=2,1 (L)= 3,8	El techo puede ser un diafragma de madera contrachapada realizado en correas de madera y vigas de madera laminada o un sistema de cubierta de acero y viguetas luz apoyado en el interior del edificio sobre columnas tubos de acero.
PC2 Estructuras de concreto prefabricado		(VH)=1,0 (H)=1,4 (MH)=1,5 (M)=1,9 (L)= 3,3	Prefabricados de estructuras de hormigón son, en esencia, el correo y construcción de vigas de hormigón. Estructuras a menudo emplean muros de corte de hormigón o mampostería reforzada (de ladrillo o bloque). La corrosión de los conectores metálicos entre los elementos prefabricados pueden ocurrir.
RM1 Edificios de mampostería reforzada con diafragmas flexibles		(VH)=1,1 (H)=1,7 (MH)=1,8 (M)=2,1 (L)= 3,7	Las paredes son de ladrillos o de bloques de hormigón. Se requiere una inspección interna para determinar si los diafragmas son flexibles o rígidos. Estos edificios pueden realizar bien en sismos moderados si se refuerzan y rellenas de manera adecuada, con suficiente anclaje diafragma.
RM2 edificios de mampostería reforzada con diafragmas rígidos		(VH)=1,1 (H)=1,7 (MH)=1,8 (M)=2,1 (L)= 3,7	Las paredes son de ladrillos o de bloques de hormigón. Se requiere una inspección interna para determinar si los diafragmas son flexibles o rígidos. La práctica de la construcción deficiente puede dar lugar a paredes de lechada de cemento y sin refuerzo, que van a fallar fácilmente.
URM Edificios de mampostería no reforzada		(VH)=0,9 (H)=1,0 (MH)=1,2 (M)=1,7 (L)= 3,2	Los arcos son a menudo una característica arquitectónica de los edificios de ladrillo muro de carga mayores. Estos edificios de uso frecuente débil mortero de cal para unir las unidades de mampostería juntos. El rendimiento de este tipo de construcción es deficiente debido a la falta de anclaje de las paredes de los pisos y techos, mortero suave y muelles estrechos entre las aberturas de las ventanas.
MH Viviendas prefabricadas		(VH)=1,4 (H)=1,8 (MH)=2,2 (M)=2,9 (L)= 4,6	La fuente principal de daño es debido a la falta de una conexión de base permanente o un sistema de arriostramiento resistente a los terremotos (EC). En agitación moderada, el edificio puede caer de sus soportes, soportes del gato y puede penetrar el suelo. Líneas de conexión de servicios públicos pueden ser cortadas, y un escape de gas puede causar incendios.

Fuente: Agencia Federal para el Manejo de Emergencias. (FEMA P-154). Table 3-1. Pág. 3-36, 3-45

Anexo L. Observaciones y Elementos estructurales de la edificación

<p>Contra Pecho en la Fachada exterior</p>  <p>Altura de contrapecho 1.2 m.</p>	<p>Columnas cortas</p>  <p>Altura de columnas corta 1. metros.</p>	<p>Desprendimiento de recubrimiento</p>  <p>En la entrada principal de la institución, en los bloques más antiguo de la institución</p>
<p>Junta de Separación</p>  <p>Distancia de 1 pulgada</p>	<p>Volados</p>  <p>Prolongación de vigas para volados 1.75 m</p>	
<p>Fuente: Autor</p>		

Nivel de Planta	Número de Columnas	Dimensiones de Columna		
		Largo a (m)	Ancho b (m)	Altura h (m)
Baja	10	0.4	0.4	3.2m
	4	0.35	0.35	
1.00	10	0.35	0.35	3.2m
	4	0.35	0.35	
Número de Vigas	Dimensiones de Vigas			
	Longitud L (m)	Ancho b (m)	Alto a (m)	
14	6	0.35	0.5	
40	4.5	0.35	0.5	
Altura del Antepecho (m)	Espesor de Losa (m)	<p><i>Columna</i> <i>Viga</i></p> 		
1.2	0.25			

Chequeo Visual Rápido De Edificios Para Potencial Amenaza Sísmica
Formulario de recopilación de datos FEMA P-154

Nivel I

Sismicidad Moderadamente Alta

Fotografía:



Manuel Serrano / Tarquí y Junín, Gral. Manuel Serrano, Machala

Dirección: Manuel Serrano / Tarquí y Junín, Gral. Manuel Serrano, Machala

Código Postal: 70206 Otros identificadores: Esquina

Nombre del edificio: Ciudad de Machala

Uso: Centro Educativo

Latitud: -3.262888171 Longitud: 79.95990581

S: 0.60 S₁: 0.4 Fecha: 20/01/2022

Inspector: Ordoñez Jean Carlos

No. Niveles superiores: 1 Año construcción: 1998

Pisos: Niveles inferiores: 1

Área total del piso (m²): 735.3 Año del código: 2002

Adiciones: Ninguno Sí, año (s) de construcción:

Ocupación: Unidad educativa

Tipo de suelo: A B C D E F Ninguno

Roca: Roca dura Roca de mediana rigidez Suelo denso Suelo rígido Suelo suave Suelo pobre Se asume tipo D

Peligros geológicos: Licuefacción: Sí/No/DNK
Deslizamiento de tierra: Sí/No/DNK
Rotura de fallas: Sí/No/DNK

Proximidad: "Golpeteo" "Peligros de caída del edificio adyacente más alto"

Irregularidad: Vertical (tipo/gravedad) Presencia de columnas cortas Plan (tipo) Estructura con volado

Peligros de caída exterior: Chimeneas sin refuerzo Revestimiento pesado o chapas gruesas Parapetos Accesorios Otros

Comentarios:

PUNTUACIÓN BÁSICA, MODIFICADORES Y PUNTUACIÓN FINAL DE NIVEL 1, SL1

TIPO DE EDIFICIO FEMA	No aplica	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RMI (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Puntaje Básico		4.1	3.7	3.2	2.3	2.2	2.9	2.2	2.0	1.7	2.1	1.4	1.8	1.5	1.8	1.8	1.2	2.2
Irregularidad vertical severa, V1.1		-1.3	-1.3	-1.3	-1.1	-1.0	-1.2	-1.0	-0.9	-1.0	-1.1	-0.8	-1.0	-0.9	-1.0	-1.0	-0.8	NA
Irregularidad vertical moderada, V1.1		-0.8	-0.8	-0.8	-0.7	-0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	NA
Irregularidad de planta, PL1		-1.3	-1.2	-1.1	-0.9	-0.8	-1.0	-0.8	-0.7	-0.7	-0.9	-0.6	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.5	NA
Pre código		-0.8	-0.9	-0.9	-0.5	-0.5	-0.7	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.4	-0.3	-0.5	-0.5	-0.1	-0.3
Post-Benchmark		1.5	1.9	2.3	1.4	1.4	1.0	1.9	NA	1.9	2.1	NA	2.1	2.4	2.1	2.1	NA	1.2
Suelo tipo A o B		0.3	0.6	0.9	0.6	0.9	0.3	0.9	0.9	0.6	0.8	0.7	0.9	0.7	0.8	0.8	0.6	0.9
Suelo tipo E (1-3 pisos)		0.0	-0.1	-0.3	-0.4	-0.5	0.0	-0.4	-0.5	-0.2	-0.2	-0.4	-0.5	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.5
Suelo tipo E (> 3 pisos)		-0.5	-0.8	-1.2	-0.7	-0.7	NA	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.4	NA	-0.5	-0.6	-0.7	-0.3	NA
Puntaje mínimo, SMIN		1.6	1.2	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	1.4

NIVEL 1 FINAL PUNTUACIÓN, SL1 ≥ SMIN:

0.6

<p>Alcance de revisión</p> <p>Exterior: <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Interior: <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Dibujos revisados: <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Fuente Tipo de suelo: <u>Se considera tipo D</u></p> <p>Fuente Peligro Geológico: <u>Se desconoce</u></p> <p>Persona de contacto:</p>	<p>Otros peligros</p> <p>¿Existen otros peligros que hacen que se requiera una Evaluación Estructural Detallada?</p> <p><input type="checkbox"/></p>	<p>Acción requerida</p> <p>¿Se requiere evaluación estructural detallada?</p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p> <p>¿Se recomienda una evaluación no estructural detallada?</p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p>
<p>¿Inspección de nivel 2 realizada?</p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p>

Cualquier información que no pueda ser verificada, el evaluador deberá anotar lo siguiente: EST= Estimado o datos no confiables O DNK= No Se Sabe Leyenda

Leyenda:

Bibliografía

- [1] M. Moncayo Theurer, G. Velasco, C. Mora, M. Montenegro y J. Cordova, «Terremotos mayores a 6.5 en escala Richter ocurridos en Ecuador desde 1900 hasta 1970,» *Ingeniería*, vol. 21, n° 2, pp. 3-4, 2017.
- [2] diariocorreo.com, «Diario Correo,» 23 06 2021. [En línea]. Available: <https://diariocorreo.com.ec/57498/ciudad/ue-ciudad-de-machala-cumple-67-anos-de-servir-a-la-comunidad-oreense>.
- [3] BBC Mundo, «BBC NEW Mundo,» 20 abril 2016. [En línea]. Available: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/04/160416_ecuador_terremoto_magnitud_colombia_peru_bm.
- [4] eluniverso, 28 abril 2016. [En línea]. Available: <https://www.eluniverso.com/noticias/2016/04/28/nota/5549121/560-planteles-afectaciones-todo-tipo-zona-desastre/>.
- [5] S. Herrera, A. Bohórquez y M. Morales, «La Evaluación Socioformativa en la Reconstrucción de la Educación en Oaxaca Después del Sismo,» *researchgate.net*, vol. 1, n° 1, p. 2, 2017.
- [6] M. Herráiz, «MAGNITUD SÍSMICA,» de *Conceptos Básicos de SISMOLOGÍA PARA INGENIEROS*, Rímac, Lima, LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA - CISMID, 1997, 1997, pp. 52-58-101.
- [7] B. Perepérez, «La peligrosidad sísmica y el factor de riesgo,» *Informes de la Construcción*, vol. 66, n° 534, p. 2, 2014.
- [8] L. Serrano y C. Temes, «Vulnerabilidad y riesgo sísmico de los edificios residenciales estudiados dentro del Plan Especial de evaluación del riesgo sísmico en la Comunidad Valenciana,» *informesdelaconstruccion*, vol. LXVII, n° 539, p. 2, 2015.
- [9] L. S. Mendoza, «Vulnerabilidad sísmica de la infraestructura escolar urbana en Girardot-Cundinamarca,» *Ingenierías*, vol. XVIII, n° 25, p. 24, 2015.
- [10] H. Rodas, «Estructuras 1 Apuntes de Clase,» *Universidad de Cuenca*, vol. I, n° 1, p. 20, 2014.

- [11] R. Barbosa, J. Álvarez y J. Carrillo, «Aceleraciones de piso para diseño de elementos no estructurales y estructurales que no hacen parte del sistema de resistencia sísmica en edificios,» *Rev. ing. univ. Medellín*, vol. XVII, n° 33, p. 101, 2018.
- [12] C. Medina y P. Placencia, «Reducción de la Vulnerabilidad en Estructuras Esenciales de Hormigón Armado: Hospitales, Situadas en Zonas de Alto Peligro Sísmico en el Ecuador,» *Revista Politécnica*, vol. XL, n° 1, pp. 1-2, 2017.
- [13] W. Cando, Ó. Jaramillo, J. Bucheli y X. Paredes, «Evaluación técnico-visual de estructuras según nec-se-re en el sector “la armenia 1” para la determinación de riesgo ante fenómenos naturales específicos,» *REVISTA PUCE*, vol. I, n° 106, pp. 6-7, 2018.
- [14] J. Hernández y S. Lockhart, «Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de hormigón armado existente,» *Ciencia y Sociedad*, vol. XXXVI, n° 2, pp. 4 - 5, 2011.
- [15] M. Grisel, A. Oscar, B. Yelena, L. Kenia, V. Madelín, R. José, G. O’Leary, Á. Leonardo y S. Michael, «Evaluación del riesgo sísmico del fondo habitacional de las ciudades Guarenas y Guatire,» *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, vol. XXIX, n° 3, pp. 38-39, 2014.
- [16] A. Acevedo y F. Zora, «Características estructurales de escuelas colombianas de pórticos de hormigón reforzado con mampostería no reforzada,» *Ingeniería y Cienciarzada*, vol. XIII, n° 25, p. 211, 2017.
- [17] FEMA, «Geologic Hazards,» de *fema_earthquakes_rapid-visual-screening-of-buildings-for-potential-seismic-hazards-a-handbook-third-edition-fema*, Washintong, D.C, APLLIED TECHNOLGY COUNCIL, 2015, p. 94.