



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



**DETERMINACION DE INDICADORES DE RIESGO SISMICO  
EN LAS EDIFICACIONES DEL MUNICIPIO LOS GUAYOS DEL  
ESTADO CARABOBO, PARA EL PROYECTO INTERNACIONAL  
GEM**

*TRABAJO ESPECIAL DE GRADO*

VALENCIA, NOVIEMBRE 2016.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



**DETERMINACION DE INDICADORES DE RIESGO SISMICO  
EN LAS EDIFICACIONES DEL MUNICIPIO LOS GUAYOS DEL  
ESTADO CARABOBO, PARA EL PROYECTO INTERNACIONAL  
GEM**

*TRABAJO ESPECIAL DE GRADO*

**AUTOR:** Br. ANDY G. BOLIVAR A.

**TUTOR:** Ing. ADALGIZA POMBO.

VALENCIA, NOVIEMBRE 2016.

## DEDICATORIA

¶ Jehova Dios nuestro padre celestial, por darme la vida y permitir que esta etapa de mi vida se haya culminado según su voluntad.

¶ mis padres **Maria** y **Guillermo** por hacer de mi la persona que soy hoy en día.

¶ mi esposa **Geiby** por ser mi apoyo incondicional en los momentos más difíciles y por estar ahí conmigo, en todo momento de mi carrera, dandome todo su amor, la fuerza que me permitió alcanzar el éxito.

## AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios, por darme la fortaleza e inteligencia y ayudarme a ser cada día mejor.

A mis padres por su apoyo y grandes enseñanzas durante toda la carrera.

A mi esposa, por amarme, enseñarme a ser constante y apoyarme en todo momento

A la Universidad de Carabobo por la oportunidad brindada.

A mi tutora Adalgiza Pombo, por guiarme y brindarme su confianza.

A FUNVISIS, por todos sus aportes y colaboración.

A los profesores Jesus Pinto, Jose Olivar por sus enseñanzas y gran pedagogía dejaron en mi gran aprendizaje.

A mis tío Jesus y mi hermano Deiby por contribuir con mi educación con cada pequeño detalle.

A Marisol y Victor, por hacerme sentir como parte de sus familias recibiendo en sus casas desde el inicio de mi carrera.

## INDICE

	Pág
Dedicatoria .....	iii
Agradecimiento .....	iv
Indice general .....	v
Indice de tablas .....	vii
Indice de figuras .....	ix
Resumen .....	xv
Introducción .....	1
CAPITULO I	
1.1. Planteamiento del problema .....	4
1.2. Justificación .....	5
1.3. Objetivos .....	6
1.4. Alcance .....	7
CAPITULO II	
2.1. Antecedentes de la investigación.....	8
2.2. Generalidades .....	10
2.2.1. Conceptos generales .....	10
2.2.2. Índices estructurales .....	19
2.2.2.1. Índice de priorización estructural ( $I_p$ ).....	19
2.2.2.2. Índice de amenaza ( $I_A$ ).....	20
2.2.2.3. Índice de vulnerabilidad ( $I_v$ ) .....	21
2.2.2.3.1. Índice de vulnerabilidad asociado a la antigüedad ( $I_1$ ).....	22
2.2.2.3.2. Índice de vulnerabilidad asociado al tipo estructural ( $I_2$ ).....	23
2.2.2.3.3. Índice de vulnerabilidad asociado con irregularidades ( $I_3$ ).....	25

2.2.2.3.4. Índice de vulnerabilidad asociado a la profundidad del deposito (I <sub>4</sub> ).....	28
2.2.2.3.5. Índice de vulnerabilidad asociado a la topografía y drenaje (I <sub>5</sub> ).....	29
2.2.2.3.6. Índice de vulnerabilidad asociado al estado de mantenimiento o deterioro (estructura, paredes y otros) (I <sub>6</sub> ).....	30
2.2.2.4. Índice de importancia (I <sub>7</sub> ) .....	31
2.2.3. Valoración de los índices de vulnerabilidad, riesgo y priorización .....	33
2.3. Marco normativo legal .....	34
CAPITULO IV	
3.1. Generalidades .....	35
3.1.1. Tipo de trabajo .....	35
3.1.2. Tipo de estudio .....	35
3.1.3. Diseño de la investigación .....	35
3.1.4. Población y muestra .....	36
3.1.4.1. Población .....	36
3.1.4.2. Muestra .....	36
3.1.5 Recolección de datos .....	36
3.1.6 Procedimiento de investigación.....	36
3.2. Fases .....	36
3.2.1. Fase 1 Definición mediante imágenes satelitales de zonas homogéneas .....	36
3.2.2. Fase 2 Estimación de edificaciones expuestas para realizar las inspecciones .....	40
3.2.3. Fase 3 Realización de inspecciones en sitio de las edificaciones en las zonas homogéneas seleccionadas .....	40
3.2.4. Fase 4 Determinación de los indicadores de amenaza, vulnerabilidad, riesgo sísmico y priorización .....	76

3.2.5. Fase 5 Elaboración de mapas .....	76
CAPITULO IV	
4.1 Presentación y discusión de resultados .....	77
4.1.1.Fase 1 .....	77
4.1.2.Fase 2 .....	77
4.1.3.Fase 3 .....	77
4.1.4.Fase 4 .....	108
4.1.5.Fase 5 .....	121
Conclusiones .....	123
Recomendaciones .....	125
Bibliografía .....	126
Apéndice .....	128

## INDICE DE TABLAS

	Pág.
CAPITULO II	
1. Tipo de edificaciones según clasificación censo de población y vivienda INE (2011).....	19
2. Valores del índice de amenaza ( $I_A$ ) .....	20
3. Índice de vulnerabilidad específica ( $I_i$ ) y pesos relativos ( $\alpha_i$ ) .....	22
4. Valores del índice de vulnerabilidad asociado con la antigüedad ( $I_1$ ) .....	23
5. Valores del índice de vulnerabilidad asociado con el tipo estructural ( $I_2$ ) ..	24
6. Valores del índice de vulnerabilidad asociado con irregularidades ( $I_3$ ) .....	27
7. Separación entre edificaciones .....	28
8. Valores del índice de vulnerabilidad asociado con la profundidad del depósito ( $I_4$ ) .....	29

9.	Valores del índice de vulnerabilidad asociado con la topografía y a los drenajes ( $I_5$ ) .....	30
10.	Valores del índice de vulnerabilidad asociado al grado de deterioro ( $I_6$ ) ...	31
11.	Clasificación según el uso del edificio .....	32
12.	Valores del índice de importancia ( $I_I$ ) .....	32
13.	Valoración del índice de vulnerabilidad ( $I_V$ ) .....	33
14.	Valoración del índice de riesgo ( $I_R$ ) .....	33
15.	Valoración del índice de priorización ( $I_P$ ) .....	34

### CAPITULO III

16.	Clasificación de zonas homogéneas de uso residencial en Venezuela .....	37
-----	---	----

### CAPITULO IV

17.	Distribución numérica aproximada de las edificaciones por periodo de construcción .....	86
18.	Distribución numérica aproximada de las edificaciones en base al número de pisos .....	87
19.	Distribución numérica y porcentual aproximada de las edificaciones por cantidad de personas que lo ocupan.....	90
20.	Distribución numérica y porcentual aproximada de las edificaciones de acuerdo a su sistema estructural .....	92
21.	Distribución numérica y porcentual aproximada de las edificaciones de acuerdo al uso .....	94
22.	Distribución numérica y porcentual aproximada de las edificaciones de acuerdo al turno de ocupación .....	96
23.	Distribución numérica y porcentual aproximada de las edificaciones en relación a su configuración en planta .....	98
24.	Distribución numérica de las edificaciones que presentan irregularidades..	100

25. Distribución numérica y porcentual aproximada de las edificaciones en relación al esquema de elevación presente .....	101
26. Distribución numérica aproximada de acuerdo al grado de deterioro de los elementos estructurales y no estructurales de las edificaciones .....	104
27. Distribución numérica y porcentual aproximada de las edificaciones de acuerdo al grado de mantenimiento.....	106
28. Distribución numérica y porcentual aproximada de los indicadores de vulnerabilidad .....	108
29. Distribución numérica y porcentual aproximada de los indicadores de riesgo .....	111
30. Distribución numérica y porcentual aproximada de los índices de priorización .....	114
31. Rango de clasificación y distribución numérica y porcentual de los índices de priorización .....	116

## INDICE DE FIGURAS

	Pág
<b>CAPITULO II</b>	
1. Características de un sismo .....	11
2. Falla geológica .....	12
3. Fallas cuaternarias en Venezuela .....	13
4. Placas tectónicas .....	14
5. Mapas de zonificación .....	17
6. Zonas donde se consideran los efectos topográficos en el índice de amenaza .....	21

## CAPITULO III

7.	Tipo de área urbanización, Municipio Los Guayos .....	38
8.	Tipo de área casco central, Municipio Los Guayos .....	39
9.	Tipo de área barrio, Municipio los Guayos .....	39
10.	Zonas homogéneas seleccionadas, Municipio Los Guayos .....	39
11.	Planilla de inspección de edificaciones (frontal) .....	42
12.	Planilla de inspección de edificaciones (posterior) .....	43
13.	Planilla de inspección, datos generales .....	44
14.	Planilla de inspección, datos de los participantes .....	45
15.	Planilla de inspección, datos del entrevistado .....	45
16.	Planilla de inspección, identificación y ubicación de la edificación .....	46
17.	Número de pisos, semisótano y sótanos .....	46
18.	Husos de Venezuela .....	47
19.	Planilla de inspección, uso de la edificación .....	47
20.	Planilla de inspección, capacidad de ocupación .....	48
21.	Planilla de inspección, año de construcción .....	48
22.	Condiciones del terreno .....	49
23.	Separación al talud .....	49
24.	Planilla de inspección, condición del terreno .....	50
25.	Planilla de inspección, tipo estructural .....	50
26.	Pórticos de concreto armado .....	51
27.	Pórticos de concreto armado con paredes de relleno de bloque de arcilla o concreto .....	51
28.	Muros de concreto armado en dos direcciones .....	52
29.	Muros de concreto armado en una sola dirección.....	52
30.	Pórticos de aceros.....	52
31.	Pórticos de aceros con perfiles tubulares.....	53
32.	Pórticos de aceros diagonalizados.....	53
33.	Pórticos de aceros con cerchas.....	53

34.	Sistemas pre-fabricados a base de grandes paneles o de pórticos.....	54
35.	Sistemas cuyos elementos portantes sean de muros de mampostería confinada .....	54
36.	Sistemas cuyos elementos portantes sean de muros de mampostería no confinada .....	54
37.	Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción.....	55
38.	Viviendas de bahareque de un piso .....	55
39.	Viviendas de construcción precarias (tierra, madera, zinc, etc.) .....	55
40.	Planilla de inspección, esquema de planta .....	56
41.	Esquema de planta .....	57
42.	Planilla de inspección, esquema de elevación .....	57
43.	Esquema de elevación .....	58
44.	Planilla de inspección, irregularidades .....	59
45.	Ausencia de vigas altas en una edificación .....	59
46.	Ausencia de vigas altas en dos direcciones .....	59
47.	Ausencia de muros en una dirección .....	60
48.	Edificios frágiles, constituidos por paredes de bloques sin refuerzos metálicos interior, ni la presencia de vigas ni columnas .....	60
49.	Entre piso blando .....	61
50.	Planta baja blanda .....	61
51.	Presencia de columna corta .....	61
52.	Discontinuidad en el eje de columnas .....	62
53.	Abertura significativa en las losas .....	62
54.	Asimetría de rigideces en planta .....	63
55.	Adosamiento: losa contra losa .....	63
56.	Adosamiento: losa contra columna .....	64
57.	Planilla de inspección, grado de deterioro .....	64
58.	Grado de deterioro, estructura de concreto armado .....	65
59.	Grado de deterioro, estructura de acero .....	66

60.	Agrietamiento en mampostería.....	67
61.	Estado general de la estructura .....	67
62.	Planilla de inspección, observaciones .....	68
63.	Planilla de inspección, croquis de ubicación, fachada y planta .....	68
64.	Croquis de ubicación .....	19
65.	Aplicación móvil .....	71
66.	Aplicación móvil (inicio) .....	71
67.	Aplicación móvil (llenado de datos, parte 1) .....	72
68.	Aplicación móvil (llenado de datos, parte 2) .....	73
69.	Aplicación móvil (ubicación de la inspección) .....	73
70.	Aplicación móvil (llenado de datos, parte 3) .....	74
71.	Aplicación móvil (llenado de datos, parte 4) .....	75
72.	Aplicación móvil (almacenamiento y visualización de inspecciones) .....	76

#### CAPITULO IV

73.	Inspección de edificación (frontal). Ejemplo 1. ....	79
74.	Inspección de edificación (posterior). Ejemplo 1. ....	80
75.	Inspección de edificación (frontal). Ejemplo 2. ....	82
76.	Inspección de edificación (posterior). Ejemplo 2. ....	83
77.	Distribución numérica aproximada de las edificaciones por periodo de construcción.....	87
78.	Distribución porcentual aproximada de las edificaciones por periodo de construcción .....	87
79.	Distribución numérica aproximada de las edificaciones según cantidad de pisos .....	89
80.	Distribución porcentual aproximada de las edificaciones según cantidad de pisos .....	89
81.	Distribución numérica aproximada de las edificaciones por cantidad de personas que lo ocupan .....	91
82.	Distribución porcentual aproximada de las edificaciones por cantidad de	

personas que lo ocupan .....	91
83. Distribución numérica aproximada de las edificaciones de acuerdo a su sistema estructural .....	93
84. Distribución porcentual aproximada de las edificaciones de acuerdo a su sistema estructural .....	93
85. Distribución numérica aproximada de las edificaciones de acuerdo al uso .....	94
86. Distribución porcentual aproximada de las edificaciones de acuerdo al uso .....	95
87. Distribución numérica aproximada de las edificaciones de acuerdo al turno de ocupación .....	96
88. Distribución porcentual aproximada de las edificaciones de acuerdo al turno de ocupación .....	97
89. Distribución numérica aproximada de las edificaciones de acuerdo al esquema en planta .....	98
90. Distribución porcentual aproximada de las edificaciones de acuerdo al esquema en planta .....	99
91. Distribución numérica aproximada de las irregularidades presentes en las edificaciones .....	101
92. Distribución numérica aproximada de las edificaciones según el esquema de elevación .....	102
93. Distribución porcentual aproximada de las edificaciones según el esquema de elevación .....	102
94. Distribución numérica aproximada de acuerdo al grado de deterioro de los elementos estructurales y no estructurales de las edificaciones .....	105
95. Distribución numérica aproximada de las edificaciones de acuerdo al grado de mantenimiento .....	107
96. Distribución porcentual aproximada de las edificaciones de acuerdo al grado de mantenimiento .....	107

97.	Distribución numérica aproximada de los indicadores de vulnerabilidad	109
98.	Distribución porcentual aproximada de los indicadores de vulnerabilidad .....	109
99.	Distribución numérica aproximada de los indicadores de riesgo sísmico.	112
100.	Distribución porcentual aproximada de los indicadores de riesgo sísmico .....	112
101.	Distribución numérica aproximada de los índices de priorización .....	114
102.	Distribución porcentual aproximada de los índices de priorización .....	115
103.	Distribución espacial aproximada de los índices de vulnerabilidad .....	121
104.	Distribución espacial aproximada de los índices de riesgo .....	122
105.	Distribución espacial aproximada de los índices de priorización .....	123



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



## **DETERMINACION DE INDICADORES DE RIESGO SISMICO EN LAS EDIFICACIONES DEL MUNICIPIO LOS GUAYOS DEL ESTADO CARABOBO, PARA EL PROYECTO INTERNACIONAL GEM**

**Autor: Andy G. Bolivar A.**

**Tutor: Adalgiza Pombo**

### **RESUMEN**

Siendo la amenaza sísmica un fenómeno natural, donde el hombre no puede intervenir, sólo queda la posibilidad de reducir el impacto del riesgo sísmico disminuyendo la vulnerabilidad de las instalaciones, estructuras y viviendas. Hoy día la amenaza de riesgo sísmico en nuestro país, debe ser objeto de estudio, Una de las mayores fuentes de vulnerabilidad en Venezuela lo constituyen las edificaciones construidas hace varias décadas, con criterios de diseño considerablemente menos exigentes que los contemplados en las normas sísmicas modernas, así como también, es que gran parte de la población del país viven en edificaciones, en las que predominan viviendas con bajo o muy poco criterio de diseño estructural Sismorresistente lo que conlleva a estar expuestas a sufrir colapsos estructurales. Sólo queda la posibilidad de contar con información de las características Sismorresistente presentes en nuestro país para de esta manera reducir el impacto del riesgo sísmico. Se contempla el estudio de 106 edificaciones, dichos estudios fueron realizados con inspecciones en sitio empleando el “Método de Inspección visual rápida” propuesta y

diseñada por FUNVISIS, y la aplicación App para Android desarrollada por la misma el cual permite Automatizar y sistematizar los datos recolectados.

Luego de hacer el análisis se obtuvo, aproximadamente 7.735 edificaciones (23%) con riesgo sísmico elevado, y presentó mayor cantidad la clasificación media alta con 13.628 edificaciones (41%). Por otra parte se determinó que la mayor cantidad de edificaciones presentan Vulnerabilidad sísmica baja con 17.211 (52%) y 4.513 edificaciones (14%) con vulnerabilidad elevada. Finalmente, los índices de priorización calculados se dividieron en tres categorías, obteniendo en prioridad alta 274 edificaciones (1%), para prioridad media 21.089 edificaciones (63%) y por ultimo prioridad baja con 12.010 edificaciones (36%).

**Palabras claves:** Riesgo sismico, indicadores de riesgo sismico, Amenaza sismica, vulnerabilidad, indices de priorizacion, indice de importancia.

## INTRODUCCION

Un sismo propiamente dicho es una serie de sacudidas o movimientos bruscos de determinado terreno, generados en la corteza terrestre como consecuencia de la liberación repentina de energía en el interior de la tierra o a la tectónica de placas. Esta energía se transmite a la superficie en forma de ondas que se propagan en todas las direcciones. El riesgo sísmico por su parte, se refiere a la medida en la cual se combine la peligrosidad sísmica o amenaza con la vulnerabilidad y la posibilidad de que se produzcan en ella daños por movimientos sísmicos en un periodo determinado.

Daños y derrumbes en construcciones observados en diversos sismos ocurridos en el planeta corresponden problemente a edificaciones que se construyeron sin ninguna normativa o con normas antiguas que no consideraban los efectos sismorresistentes definidas en normas actuales, por lo cual presentan daños al momento de un sismo. Aun así, con la existencia de una norma de construcción sismorresistente, no necesariamente garantiza su correcta aplicación y su cumplimiento.

No existe método fiable alguno para predecir a corto plazo la ocurrencia de un sismo, pero basándonos en que los sismos son fenómenos cíclicos o repetitivos puede estimarse la probabilidad de que se produzca un sismo de una magnitud considerable usando como base los registros de fenómenos ocurridos anteriormente en una zona determinada.

Venezuela presenta grandes riesgos potenciales en cuanto a eventos sísmicos se refiere, puesto que en la actualidad, según datos de la Fundación Venezolana de Investigaciones Sísmicas (FUNVISIS, 2002) un 80 por ciento de la población venezolana, aproximadamente, vive en zonas con alta amenaza de sismos y dicho porcentaje va en crecimiento dado que cada vez aumenta el índice demográfico e inversiones en infraestructura en estas zonas.

Una de las mayores fuentes de vulnerabilidad en Venezuela lo constituyen las edificaciones construidas hace varias décadas con criterios de diseño considerablemente menos exigentes que los contemplados en las normas sísmicas modernas. Gran parte de la población del país viven en zonas rurales, en las que predominan viviendas con bajo o muy poco criterio de diseño estructural Sismorresistente lo que conlleva a estar expuestas a una alta vulnerabilidad sísmica.

Desde hace mucho tiempo Venezuela ha sufrido los efectos de los terremotos, históricamente se conoce que en el periodo de 1530 hasta el año 2004 ha ocurrido aproximadamente 130 eventos sísmicos (FUNVISIS, 2002). En el país, la zona con mayor actividad sísmica recorre los sistemas montañosos de los andes, cordillera central y oriental.

La Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS), ente adscrito al Ministerio del Poder Popular para Educación Universitaria, Ciencia y Tecnología (Mpppeuct), firmó un convenio de cooperación internacional con la Fundación GEM (Global Earthquake Model), con el objetivo principal de realizar una evaluación integrada del riesgo sísmico en Venezuela. Este acuerdo permitirá definir programas de gestión de riesgo, como planes de mitigación, emergencia y mecanismos de transferencia del riesgo, que estarán basados en metodologías novedosas y datos públicos y confiables sobre los edificios y su vulnerabilidad frente a la amenaza sísmica.

Debido a la amenaza sísmica en la Región Andina, la Fundación GEM ha considerado apropiado promover estimaciones y programas de gestión del riesgo en países como Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, con la participación de expertos locales, instituciones gubernamentales e investigadores de la institución internacional.

El estudio de los Indicadores de Riesgo Sísmico, específicamente del municipio los Guayos del Estado Carabobo, se muestra como un aporte de información histórica y fidedigna de la situación actual de las edificaciones en

estudio, y a su vez ayuda a la creación de base de datos útiles para mejorar las acciones a tomar en probables amenazas sísmicas futuras en el país.

Se emplea además un procedimiento diseñado por FUNVISIS (Aplicado en estudios recientes en varias Ciudades del país) para asignar índices de priorización para la gestión del riesgo sísmico en el Municipio en estudio. A su vez, el índice de priorización incorpora índices de amenaza, de vulnerabilidad y de importancia de la construcción, a medida que se vaya desarrollando el presente trabajo especial de grado se conceptualizaran y explicarían con detalles dichos índices.

Se seleccionaron zonas homogéneas, donde las edificaciones (casas, edificios) de usos residencial presentan características en común según información que puede identificarse mediante imágenes satelitales; cuantificando de esta manera 33373 edificaciones estimadas en el Municipio Los guayos.

El trabajo se encuentra estructurado en 4 capítulos, y será desglosado de la siguiente manera:

En el primer capítulo se indica el planteamiento del problema, justificación, el marco en el cual está comprendido, así como su objetivo general y los específicos;

En el capítulo II, se exponen algunos antecedentes relacionados a esta investigación y el marco teórico en el que se definen conceptos para la comprensión del mismo, así como también la explicación detallada de la planilla Inspección visual rápida diseñada por FUNVISIS.

En el capítulo III se presenta la metodología empleada para la evaluación de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones del Municipio los Guayos.

Finalmente, el capítulo IV es dedicado a mostrar los resultados obtenidos mediante tablas, gráficos numéricos y porcentuales asociados a las características específicas a través de las inspecciones en sitio, así como también algunos ejemplos de los estudiados. Posteriormente se muestra las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio, por último, se presenta una bibliografía en la que se identifican las fuentes documentales utilizadas para apoyar los fundamentos de la investigación.

## CAPITULO I

### EL PROBLEMA

#### 1.1. Planteamiento Del Problema

Debido al crecimiento acelerado de la teoría y la práctica de la ingeniería Sismorresistente en los últimos 50 años, las normas modernas contienen requisitos de análisis, diseño y construcción bastante más exigentes que las antiguas; se desprende entonces que una edificación antigua posee una confiabilidad para resistir terremotos significativamente menor a la de una moderna (López, 2009). La gran vulnerabilidad existente en las edificaciones a nivel nacional está en estudio desde hace mucho tiempo, dado al aumento poblacional y su incremento en la construcción de edificaciones en zonas de alto riesgo, en los últimos años el 80% de la población venezolana, vive en zonas con alta amenaza de sismos (FUNVISIS, 2002).

Dado que en el país, no existe un censo específico que contemple las características como año de construcción, condiciones del terreno, tipo de estructura, irregularidades estructurales así como grado de deterioro por falta mantenimiento, entre otros, de las edificaciones por región y/o localidad del mismo y partiendo de la premisa que la seguridad de la población venezolana debe ser entendida como un derecho humano fundamental, se hace necesario estudiar el riesgo sísmico a que están expuestos los edificios en determinadas zonas, en el caso de este trabajo se estudiará la zona corresponde al Municipio Los Guayos del Estado Carabobo, en el cual se

determinaran los indicadores de amenazas sísmicas, vulnerabilidad, riesgo sísmico y priorización de las edificaciones evaluadas.

En el país la zona de mayor actividad sísmica corresponde a una franja de unos 100 km de ancho definida por los sistemas montañosos de los Andes, la cordillera oriental y la cordillera central, identificándose una serie de fallas geológicas producto del desplazamiento de la placa del Caribe y la Placa Suramericana, generando un sistemas de fallas como lo son la de Boconó, San Sebastián, El Pilar, Oca-Ancón, Valera, La Victoria y Úrica, responsables de los diferentes sismos que han ocurrido en el país, convirtiéndose en una región vulnerable ante este tipo de evento, por lo que se han realizado estudios que permiten una evaluación previa del riesgo, con el desarrollo de un mapa de zonificación sísmica que divide el territorio nacional en varias zonas, identificadas por números en un rango del 0 al 7 según sea el grado de peligrosidad sísmica.

Según mapa de zonificación sísmica de FUNVISIS, el Municipio en estudio se encuentra en una Región que presenta amenaza sísmica alta, esto se debe a la cercanía de la falla la Victoria y la fuerte influencia que ejerce en ese sector (INE, 2011). Es por ello, que es de vital importancia hoy día evaluar las edificaciones existentes en el Municipio Los Guayos, mediante parámetros actualizados en las normas a fin de mitigar el riesgo sísmico.

## 1.2. Justificación

Los terremotos son los causantes de catástrofes naturales que provocan muchas pérdidas humanas, y a pesar de que muchos esfuerzos están siendo dedicados al estudio de amenazas sísmicas, las comunidades siguen confiadas en la seguridad física y funcional de las edificaciones en general, particularmente en zonas vulnerables y con alto riesgo sísmico.

La historia del país ha registrado innumerables sismos por encontrarse situado en los bordes de la placa tectónica del Caribe y Suramérica, y particularmente, el estado Carabobo presenta gran vulnerabilidad debido a que se encuentra en una zona de gran riesgo sísmico.

Los avances que se realizan continuamente en el diseño de estructuras se aplican en su mayoría a las estructuras nuevas y en menor medida a la rehabilitación de estructuras existentes. Sin embargo, el número total de estructuras existentes es muy grande en comparación con el número de estructuras en construcción.

Ante la incertidumbre del riesgo sísmico en las edificaciones del Municipio Los Guayos, se decidió realizar ésta investigación ya que permitirá avanzar en planes de mitigación y prevención del riesgo sísmico, así como también, determinar indicadores que permita establecer cuales edificaciones requieren un estudio más detallado por parte de especialista en la materia y determinar así su vulnerabilidad ante un evento sísmico.

## 1.1. Objetivos

### ***General.***

Determinar los indicadores de riesgo sísmico de las edificaciones del Municipio Los Guayos, Estado Carabobo, para el proyecto Internacional GEM.

### ***Específicos.***

- Definir mediante imágenes satelitales, zonas Homogéneas donde predominen edificaciones de uso residencial como lo son: edificios, quintas y casas.
- Estimar la cantidad de edificaciones en las zonas expuestas para realizar las inspecciones.
- Realizar inspecciones de las edificaciones en las zonas homogéneas seleccionadas.

- Determinar indicadores de amenaza, vulnerabilidad, riesgo sísmico y priorización de las edificaciones inspeccionadas.

#### 1.4. Alcance de la investigación.

Nuestro estudio será desarrollado en las edificaciones ubicadas al Norte de la Ciudad de Valencia, específicamente en el Municipio Los Guayos, Estado Carabobo, el cual limita:

**Norte:** Con la parroquia urbana San Diego, desde la autopista Caracas-valencia hasta encontrar la punta de Tapiaca, lindero con el Municipio Guacara.

**Este:** Con el municipio Guacara, desde la punta de Tapiaca siguiendo el cauce de la quebrada los Dividives, hasta el lago de valencia.

**Oeste:** Con el Municipio Valencia.

**Sur:** Con la parroquia foránea Tacarigua del Municipio Carlos Arvelo, partiendo por la carretera Valencia-Guigue, por el caño Santa Rita o central hasta su desembocadura en el Lago de Valencia.

Para el desarrollo del estudio se hará uso de las planillas de inspección y la aplicación Móvil (App) de FUNVISIS, 2014, herramienta que se emplearan para el levantamiento de información necesaria de las edificaciones residenciales como lo son casas-quintas, casas y edificios. Adicionalmente nos apoyaremos en programas para computadoras como Microsoft Excel y la aplicación Google Eart.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

A continuación se presentan algunos de los tantos estudios de vulnerabilidad sísmica de edificaciones existentes, donde se evalúa la susceptibilidad de los elementos estructurales a través de diferentes metodologías establecidas por distintos autores expertos en el tema.

#### 2.1. Antecedentes de la Investigación.

Torres S. Laura, Vasquez O. Jesuani, 2009. Trabajo especial de grado de la Universidad de Carabobo. “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica estructural del Municipio los Guayos.” El objetivo de este trabajo es evaluar los índices de vulnerabilidad estructural ante amenaza sísmica de las edificaciones del Municipio los Guayos del Estado Carabobo, la metodología utilizada para calcular dichos índices se basó en el uso de la planilla consejo de tecnología aplicada (ATC-21). En este estudio se evaluaron edificaciones de uso residencial, centros asistenciales, centros comerciales, viviendas de uno y dos plantas, edificios de oficinas. En este trabajo se llegó a la conclusión de que el Municipio Los Guayos es una zona altamente vulnerable ya que el 80% de sus edificaciones requieren de revisión detallada de sus estructuras. Este trabajo sirve para orientarme y tener una perspectiva en cuantos al grado de vulnerabilidad de las edificaciones existentes en el Municipio.

Oscar A. López, 2009. Boletín Técnico IMME Volumen 47 N° 1, Universidad Central de Venezuela. “Indicadores de riesgo sísmico en edificios escolares de Venezuela”. El objetivo de este trabajo consistió en evaluar la vulnerabilidad de edificaciones escolares ante la presencia de sismos. Se propuso una metodología para la determinación de indicadores de riesgo y daño en una población de edificaciones escolares existentes sujeta a movimientos sísmicos, cuantificándose el índice de riesgo en términos del cociente demanda/capacidad de desplazamiento, utilizando como información básica la edad y la localización del edificio. requiriendo únicamente conocer tres parámetros de la estructura; estos parámetros son el período efectivo, la fuerza cortante resistente expresada en forma adimensional como una fracción del peso del edificio y el factor de capacidad dúctil. El procedimiento fue aplicado en 239 edificaciones escolares distribuidas en todo el país. Se concluyó que la mayoría de los 28119 planteles escolares del país fueron construidos con las normas antiguas que van de los años 1939 hasta la de 1997 con criterios Sismorresistente muy poco exigentes que los usados hoy día, y que un 69.4% de ellos están localizados en zonas de amenazas sísmicas elevadas. Adicionalmente se conoció que varios centenares de estos edificios escolares son similares o idénticos a los que se derrumbaron en Cariaco en el año de 1997.

Oscar Andrés López, Gustavo Coronel D., Romme Rojas. 2014. Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V “Índices de priorización para la gestión del riesgo sísmico en edificaciones existente” Aquí se presenta un procedimiento para la asignación de índices de vulnerabilidad, priorización sísmica y de riesgo de un número elevado de edificaciones de Venezuela considerando las tipología constructivas típica del país, incluyendo viviendas populares, El procedimiento propuesto se aplicó a una muestra de 154 edificios localizados en la Parroquia Catedral de la ciudad de Caracas. Se encontró que un 82,5% fueron construidos antes de 1967, un 31% poseen una vulnerabilidad Muy Elevada y un 23% poseen un riesgo sísmico Elevado. Las edificaciones se ordenaron según su Índice de Priorización, el cual permite seleccionar aquellas que deben pasar a la fase de estudios detallados para la toma de decisiones de adecuación sísmica y refuerzo estructural, bajo el marco de

la prevención ante la futura ocurrencia de terremotos. Este estudio fue de gran utilidad para el presente trabajo debido a que se pudo observar cómo fue la metodología del mismo, de esta manera servir de guía para la realización del presente trabajo, además de explicar de manera detallada el cálculo del índice de vulnerabilidad y riesgo sísmico.

## 2.2. Generalidades

En principio es conveniente tener presente algunas particularidades de los sismos, por esta razón es importante conocer algunas definiciones claves que los mismos involucran como:

### 2.2.1. Conceptos Generales.

#### *Sismos.*

El sismo es un movimiento súbito e impredecible de una parte de la corteza terrestre, ocasionado por fuerzas que tienen su origen en el interior de la Tierra.

Pueden ser de origen tectónico, producidos por el desplazamiento de bloques de la litosfera, o volcánico, producido por la extrusión de magma hacia la superficie. En ambos casos hay una liberación de energía acumulada que se transmite en forma de ondas elásticas, causando vibraciones y oscilaciones a su paso a través de las rocas sólidas del manto y la litosfera hasta “arribar” a la superficie terrestre.

Esta energía se transmite a la superficie en forma de ondas sísmicas que se propagan en todas las direcciones. El punto en que se origina el terremoto se llama foco o hipocentro; este punto se puede situar a un máximo de unos 700 km hacia el interior terrestre. El epicentro es el punto de la superficie terrestre más próximo al foco del terremoto.

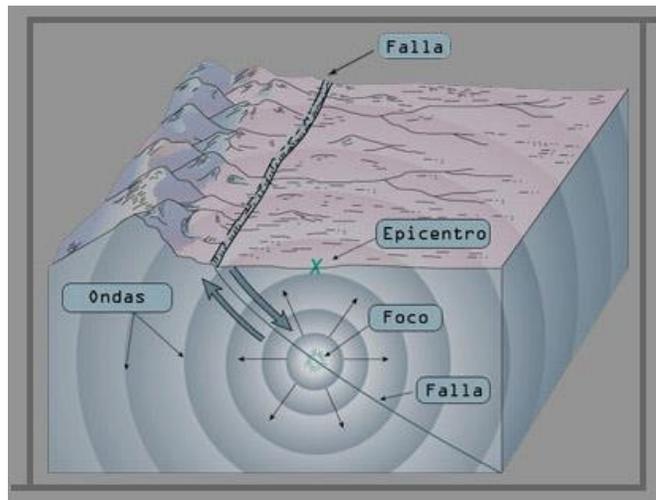


Figura 1. Características de un sismo.

Fuente: <http://redescolar.ilce.edu.mx>

Los sismos tectónicos se suelen producir en zonas donde la concentración de fuerzas generadas por los límites de las placas tectónicas da lugar a movimientos de reajuste en el interior y en la superficie de la Tierra.

Es por esto que los sismos de origen tectónico están íntimamente asociados con la formación de fallas geológicas. Suelen producirse al final de un ciclo denominado ciclo sísmico, que es el período de tiempo durante el cual se acumula deformación en el interior de la Tierra que más tarde se liberará repentinamente. Dicha liberación se corresponde con el terremoto, tras el cual, la deformación comienza a acumularse nuevamente.

#### *Fallas Geológicas.*

Una falla geológica es una fractura en la corteza terrestre a lo largo de la cual se mueven los bloques rocosos que son separados por ella.

Las Fallas geológicas son estructuras muy comunes en la corteza terrestre, en Venezuela existen varias de ellas formando complejos sistemas, sobresaliendo en importancia las fallas que constituyen el contacto entre la placa de Sur América y la placa del Caribe.

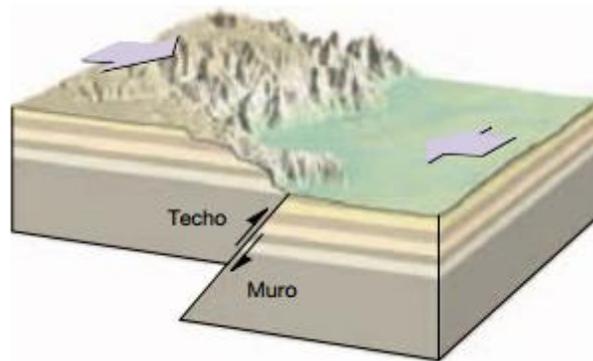


Figura 2. Falla Geológica.

Fuente: Fuente: Tarbuck, E., 2001.

La zona de contacto entre la placa del Caribe y la placa Suramericana está conformada por tres sistemas de fallas, cuyo ancho promedio oscila alrededor de los 100 km. Estas fallas son la de Boconó (Los Andes), San Sebastián (Cordillera de la Costa) y El Pilar (Serranía del Interior), y son las causantes de los eventos más severos que han ocurrido en el territorio nacional. Además, existen otros accidentes activos menores (Oca-Ancón, Valera, La Victoria, entre otros), capaces de producir sismos importantes. FUNVISIS, 2002.



Figura 3. Fallas cuaternarias en Venezuela.

Fuente: FUNVISIS, 2014

### *Tectónica de Placas.*

Venezuela está comprendida entre dos placas: la Placa del Caribe y la Placa Sudamericana; la primera se mueve hacia el oeste y su límite oriental se asocia al arco de islas antillanas. La geo fractura que pasa por la costa y por la Cordillera de Mérida comprende un borde "dudoso" entre las placas antes mencionadas. Los desplazamientos a ambos lados de dicha geo fractura indican una especie de movimiento de rotación en el borde sur de la placa caribeña. Una de las evidencias de este contacto es la intensidad sísmica (fallas de Boconó y de El Pilar), siendo Los Andes y las montañas costeras zonas de alta sismicidad. Estudios recientes (finales del siglo XX), a través de la utilización de aparatos de GPS, demostraron que la Placa del Caribe, en la parte norte del estado Sucre, se mueve a razón de un centímetro por año en dirección hacia el este. FUNVISIS, 2002.

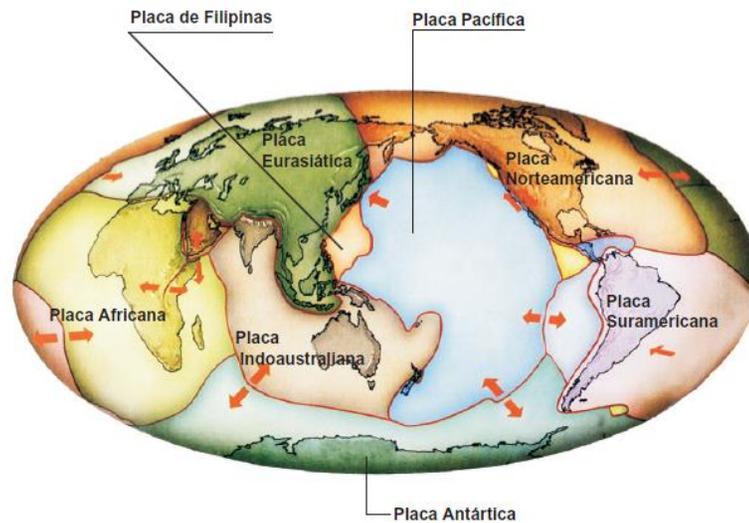


Figura 4. Placas Tectónicas.

Fuente: FUNVISIS, 2002

En resumen, los efectos más recientes de la tectónica de placas han dado origen en Venezuela a los sistemas montañosos andinos y costeros.

A pesar de que la tectónica de placas y la actividad volcánica son la principal causa por la que se producen los terremotos, existen otros muchos factores que pueden dar lugar a temblores de tierra como: desprendimientos de rocas en las laderas de las montañas, hundimiento de cavernas, variaciones bruscas en la presión atmosférica por ciclones e incluso actividad humana. Estos mecanismos generan eventos de baja magnitud que generalmente caen en el rango de microsismos, temblores que solo pueden ser detectados por sismógrafos. FUNVISIS, 2002.

#### *Vulnerabilidad.*

Se puede definir el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo resultado de la probable ocurrencia de un suceso desastroso, expresada en una escala desde 0 o sin daño a 1 o pérdida total. Esta se asocia con las características del diseño y la construcción de la estructura.

Existen diferentes tipos de vulnerabilidad:

- Vulnerabilidad física-estructural, asociada a los elementos estructurales, vigas, Columnas, muros y conexiones.
- Vulnerabilidad física-no estructural, asociada a paredes, techos, antepechos, componentes mecánicos, eléctricos y mobiliario.
- Vulnerabilidad funcional, asociada a pérdida de la funcionalidad, en especial en edificios esenciales: hospitales, estaciones de bomberos, edificios gubernamentales, escuelas, líneas vitales y otros.

Se debe de tener en cuenta que la vulnerabilidad sísmica de una estructura es una propiedad intrínseca a sí misma, y, además, es independiente de la peligrosidad del lugar ya que se ha observado en sismos anteriores que edificaciones de un tipo estructural similar sufren daños diferentes, teniendo en cuenta que se encuentran en la misma zona sísmica. En otras palabras una estructura puede ser vulnerable, pero no estar en riesgo si no se encuentra en un lugar con un determinado peligro sísmico o amenaza sísmica.

#### *Riesgo sísmico.*

En el riesgo sísmico influyen la probabilidad de que se produzca un evento sísmico o terremoto, los posibles efectos locales de amplificación de las ondas sísmicas, directividad, etc., la vulnerabilidad de las construcciones y la existencia de habitantes y bienes que puedan ser perjudicados.

El Riesgo (R) se puede entender como la cuantificación de las consecuencias causadas por la ocurrencia de un evento (amenaza) sobre un elemento vulnerable expuesto ella, además este representa el producto de la amenaza y la vulnerabilidad. Por lo tanto este se puede definir como  $R = A * V$ .

### *Amenaza sísmica.*

Es un término técnico mediante el cual se caracteriza numéricamente la probabilidad estadística de la ocurrencia (o excedencia) de cierta intensidad sísmica (o aceleración del suelo) en un determinado sitio, durante un periodo de tiempo.

La amenaza sísmica generalmente se representa mediante mapas con curvas de isoaceleración para diferentes períodos de retornos y mediante espectros de pseudovelocidad del suelo, mostrando su comportamiento en función de las fuentes sísmicas. Los resultados de estos estudios se utilizan en el diseño de obras civiles, puesto que permiten estimar las fuerzas probables a las que se someterá una estructura en un determinado lugar, en caso de un evento sísmico.

En Venezuela, el Mapa de Amenaza Sísmica se toma en cuenta para el diseño de edificaciones, mediante la aplicación de la norma Sismorresistente (COVENIN-MINDUR 1756-2001) en la que se establece una aceleración horizontal pico en roca para cada zona.

Actualmente, este mapa está conformado por 8 zonas: desde la Zona 0, donde no se requiere la consideración de las acciones sísmicas, hasta la Zona 7 donde el coeficiente de aceleración horizontal  $A_0$  es igual a 0,40. Este mapa se ha elaborado para un período medio de retorno de 475 años, que corresponde a una probabilidad de excedencia de 10% para una vida útil de 50 años. FUNVISIS, 2002.

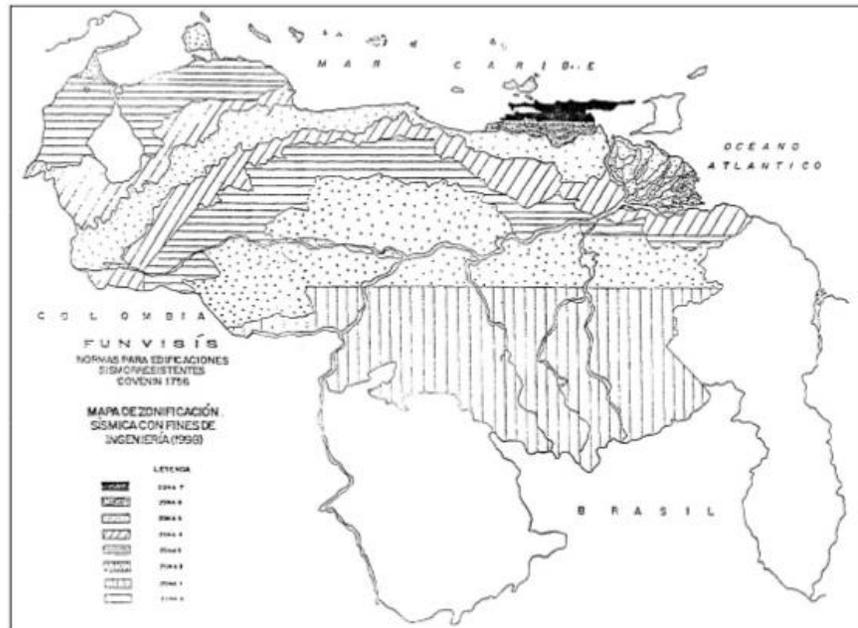


Figura 5. Mapa de zonificación.

Fuente: Norma Venezolana COVENIN 1756:2001-1

Por conveniencia, la delimitación final de las zonas se ajusta, en lo posible, a la división política del país; es decir: límites de estados o municipios, de acuerdo con el documento OCEI 1997 (Codificación de la División Política Territorial de Venezuela, actualizada, septiembre de 1997). INE, 2013.

El Municipio Los Guayos del Estado Carabobo se encuentra en la Zona 5 el cual presenta un alto índice de riesgo sísmico.

De lo analizado hasta ahora, se concluye que el riesgo sísmico depende de la amenaza y la vulnerabilidad, las edificaciones con cierta amenaza sísmica pueden verse afectados en menor o mayor medida dependiendo del grado de vulnerabilidad que tengan, ocasionando un cierto nivel de riesgo sísmico.

### *Zonas Homogéneas.*

Definiremos como zona homogénea aquella área en donde las edificaciones (casas y edificios), presenten características estructurales en común según

información que puede identificarse mediante el uso de imágenes satelitales y correlacionarse con los datos oficiales del censo del INE (2011).

Para definir un área como zona homogénea deberá existir un predominio de un tipo de edificación o vivienda de al menos un 75% al referirnos a una escala nacional, 85% en el caso que sea una escala regional y a escala local un 95%, y el predominio del uso de la edificación deberá ser de un 90%.

La zona deberá ser limitada a través de calles, avenidas, cauces de ríos o quebradas.

#### *Caracterización de la zona homogénea.*

Las zonas serán caracterizadas mediante características presentes en el Registro de unidades Inmobiliarias (RUI) desarrollado por el INE (2010) y el censo de la población y vivienda del INE (2011).

Tipo de zona: se clasifican en Urbana y Rural, según la población presente y su asociación con las ciudades y pueblos.

Tipo de área: definida mediante tres categorías:

- Tipo de área Urbanización: asociada a zonas donde hay buena accesibilidad vial y servicios básicos.
- Tipo de área casco central: zonas predominantemente antiguas donde se ubica el centro histórico de la ciudad, municipio o localidad, caracterizada por tener un orden urbano con alta densidad y vialidad estrecha.
- Tipo de área Barrio: zonas no planificadas donde predomina la construcción popular o informal.

Tipo de edificación, será basada en la definición planteada por el INE en el censo de población y vivienda del 2011. Como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1. Tipo de edificación según clasificación censo de población y vivienda INE (2011).

Tipo de Vivienda, Censo (INE,2011)
Quinta o Casa-quinta
Casa
Casa vecindad
Apartamento en casa, Quinta, Casaquinta
Apartamento en edificio
Rancho
Vivienda indígena

Fuente: INE, 2011.

### 2.2.2. Índices Estructurales.

#### 2.2.2.1 Índice De Priorización Estructural ( $I_p$ ).

Este se define tomando en consideración la amenaza sísmica en el sitio, la vulnerabilidad de la estructura y la importancia de la construcción. Este se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$I_p = I_A * I_V * I_I \quad (1)$$

Donde  $I_A$  es el índice de amenaza,  $I_V$  es el índice de vulnerabilidad y  $I_I$  es el índice de Importancia. El índice de amenaza puede variar entre 0,05 y 1,00, el índice de vulnerabilidad entre 6,0 y 100 y el índice de importancia entre 0,80 y 1,00.

El índice de priorización puede variar entre 1 y 100. El Índice de Riego sísmico de una edificación se define como el producto de los índices de amenaza y vulnerabilidad el cual está dado por la siguiente ecuación:

$$I_R = I_A * I_V \quad (2)$$

#### 2.2.2.2 Índice De Amenaza ( $I_A$ ).

Este índice tomo en consideración dos factores, el primero viene dado por la relación que guardan los valores del coeficiente ( $A_0$ ) de la aceleración del terreno en roca en las siete zonas sísmicas definidas en la norma sismo resistente nacional (COVENIN, 2001). Y el segundo la incorporación del efecto topográfico que amplifica el índice de amenaza en aproximadamente un diez por ciento (10%). Ver Tabla 2.

Tabla 2. Valores del Índice de Amenaza ( $I_A$ )

Zona	Peligro Sísmico	A <sub>0</sub> (Covenin, 2001)	I <sub>A</sub>	
			Sin efectos topográficos	Con efectos topográficos
7	Elevado	0,40	0,90	1
6		0,35	0,80	0,88
5		0,30	0,68	0,75
4	Intermedio	0,25	0,56	0,63
3		0,20	0,45	0,50
2	Bajo	0,15	0,34	0,38
1		0,10	0,23	0,25
0		-	0,05	0,05

Fuente: FUNVISIS, 2011.

Se consideran efectos topográficos cuando la construcción esté Localizada sobre la mitad superior ( $L/2$ ) de una ladera con pendiente mayor a 25 grados (aproximadamente 46%), o en la zona de la cima que está a una distancia de la cresta menor a la altura ( $H$ ) de la ladera, según se ilustra en la figura 6. Los valores del

índice  $I_A$  sin efectos topográficos se incrementan en aproximadamente un 10% al incluir los efectos topográficos, de manera de considerar de forma aproximada las amplificaciones que pueden ocurrir en esas circunstancias.

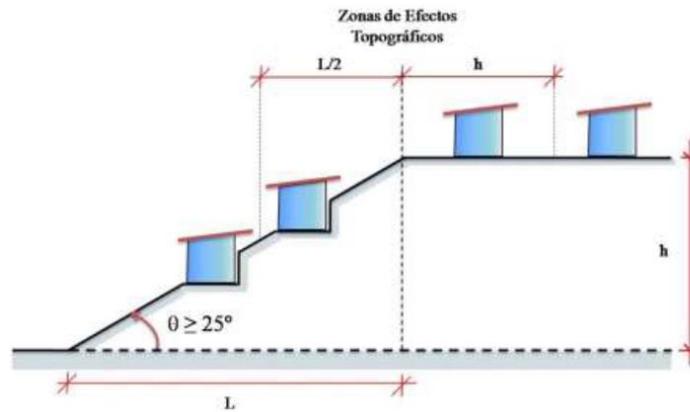


Figura 6. Zonas donde se consideran los efectos topográficos en el Índice de Amenaza  $I_A$ .

Fuente: FUNVISIS, 2011.

### 2.2.2.3 Índice De Vulnerabilidad ( $I_v$ ).

Tiene como intención identificar aquellas características intrínsecas en una estructura que puede potenciar un desempeño inadecuado durante un sismo.

Esta dependerá directamente de la antigüedad de la obra (Norma Usada), el tipo estructural, irregularidades presentes, el número de pisos, la profundidad de depósito de suelo, el grado de deterioro, la topografía del sitio y algunas características básicas de la estructura y de las paredes de relleno que condicionan su desempeño sísmico. El Índice de Vulnerabilidad se define mediante la siguiente expresión:

$$I_v = \sum_1^6 \alpha_i \cdot I_i \quad (3)$$

Donde  $I_i$  es el índice de la vulnerabilidad específica “i” y  $\alpha_i$  es su peso relativo tal como se describe en la Tabla 3. Cada índice  $I_i$  tiene una cota superior a 100 por lo que el Índice de Vulnerabilidad ( $I_v$ ) está también acotado a 100.

Tabla 3. Índice de Vulnerabilidad específica ( $I_i$ ) y pesos relativos ( $\alpha_i$ ).

$I_i$	Vulnerabilidad asociada con:	$\alpha_i$
I1	Antigüedad y norma utilizada	0.25
I2	Tipo de estructura	0.35
I3	Irregularidad	0.25
I4	Profundidad del deposito	0.07
I5	Topografía y drenajes	0.04
I6	Grado de deterioro	0.04

Fuente: FUNVISIS, 2011.

#### 2.2.2.3.1 Índice De Vulnerabilidad asociado a la antigüedad ( $I_1$ )

El valor de  $I_1$  de la Tabla 4 posee un máximo valor de 100 para aquellos edificios construidos antes la aparición de la primera norma del Ministerio de Obras Públicas (MOP, 1955), el valor de dicho Índice va disminuyendo hasta llegar al año de aplicación de la Norma Sismorresistente actual (COVENIN, 2001), en la cual llega a 15, esto debido a una ligera disminución de los valores espectrales en esta última con relación con la primera mencionada. Si una edificación ha sido diseñada con diferentes normas, se recomienda seleccionar aquella con mayor índice. Para el caso de viviendas populares, las cuales han sido construidas sin cumplir los requisitos por normas oficiales de construcción y diseño, se recomienda usar el valor de  $I_1=100$  debido a que este valor representa el caso más desfavorable.

Tabla 4. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado con la antigüedad ( $I_1$ )

Año de Construcción (t)	$t \leq 1939$	$1939 < t \leq 1947$	$1947 < t \leq 1955$	$1955 < t \leq 1967$	$1967 < t \leq 1982$	$1982 < t \leq 1998$	$1998 < t \leq 2001$	$t > 2001$
$I_1$	100	80	80	90	60	30	10	15

Fuente: FUNVISIS, 2011.

#### 2.2.2.3.2 Índice De Vulnerabilidad asociado al tipo estructural ( $I_2$ )

En la Tabla 5 se definen quince (15) tipos estructurales más comunes en el país y a este se le asigna un valor ( $I_2$ ) de Vulnerabilidad intrínseca, si una edificación posee dos o más de un tipo estructural, se recomienda usar el índice del tipo predominante o en todo caso asignar el mayor valor de ( $I_2$ ). El criterio aplicado para la asignación de estos índices, fue el de penalizar con mayor Vulnerabilidad los sistemas con poca capacidad de disipación de energía y dar mayor valor a los sistemas dúctiles y/o elevada rigidez y resistencia.

Tabla 5. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado con el Tipo estructural ( $I_2$ )

Identificación del Tipo Estructural		Descripción	$I_2$
1	PCA	Pórticos de concreto armado <sup>(a)</sup>	25
2	PCAP	Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto	40
3	MCA2 D	Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales	10
4	MCA1 D	Sistemas con muros de concreto armado de poco espesor, dispuestos en una sola dirección, como algunos sistemas del tipo túnel	90
5	PA	Pórticos de acero	40
6	PAPT	Pórticos de acero con perfiles tubulares	60
7	PAD	Pórticos de acero diagonalizados	20
8	PAC	Pórticos de acero con cerchas	40
9	PRE	Sistemas pre-fabricados a base de grandes paneles o de pórticos	90
10	MMC	Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada	70
11	MMN C	Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada <sup>(b)</sup>	100
12	PMBC B	Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura no mayor a 2 pisos <sup>(b)</sup>	90
13	PMBC A	Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura mayor a 2 pisos <sup>(b)</sup>	95
14	VB	Viviendas de bahareque de un piso	90
15	VCP	Viviendas de construcción precaria (tierra, madera, zinc, etc.)	100

Fuente: FUNVISIS, 2011.

(a) En esta estructura las paredes no interfieren con el desplazamiento lateral del pórtico y tienen estabilidad propia para movimientos en su plano y fuera de su plano.

(b) Son aquellas construcciones típicas que han sido construidas sin diseño de ingeniería formal y sin seguimiento de normas técnicas.

### 2.2.2.3.3 Índice De Vulnerabilidad asociado con irregularidades ( $I_3$ )

Este índice tiene como finalidad modificar la vulnerabilidad intrínseca de una edificación, aumentándola en aquellas que poseen irregularidades geométricas o deficiencias estructurales significativas que condicionan su desempeño sísmico. En la Tabla 6 se definen once (11) irregularidades que son ampliamente reconocidas a nivel internacional como potenciadoras de respuestas sísmicas desfavorables (Naeim, 2001; Pauley y Priestley, 1992; Dowrick, 1977; Arnold y Reitherman, 1982). Por otro lado, en el ámbito nacional, la presencia de columnas cortas se asocia al desempeño inadecuado y al derrumbe de escuelas durante el sismo de Cariaco de 1997 (IMME 1998; Castilla y Marinilli 2000; López et al. 2007; IMME-FUNVISIS-FEDE, 2011). Asimismo, la ausencia de vigas altas en una dirección así como la generación de una planta baja débil inducida por la terminación de las paredes de mampostería de los niveles superiores, han sido señaladas como elementos que influenciaron en forma significativa el derrumbe de cuatro edificios altos durante el sismo de Caracas de 1967 (Grases, 1968; Comisión Presidencial, 1969; Urich y López, 2006).

El Índice de Vulnerabilidad asociado con la irregularidad ( $I_3$ ), se define por:

$$I_v = \sum_{j=1}^{I_1} I_3j \leq 100 \quad (4)$$

Donde  $I_3j$  es el índice de irregularidad asociado a la irregularidad  $j$ . El máximo valor que puede adoptar  $I_3$  es 100. Si la edificación no presenta ninguna de las irregularidades indicadas en la Tabla 6 se le asigna  $I_3 = 0$ . Si la edificación es una vivienda popular y presenta dos o más pisos del tipo de mampostería no confinada

(MMNC), se le asigna un valor  $I_3 = 100$  aun cuando no evidencie irregularidades aparentes mostradas en la Tabla 6.

En el tipo estructural denominado sistema con muros de concreto armado de poco espesor dispuestos en una sola dirección (MCA1D), encontrado en algunas construcciones del tipo túnel, se le debe asignar la irregularidad definida por la ausencia de vigas altas en una o dos direcciones ( $j=1$  en la Tabla 6) que caracteriza estas edificaciones.

En la irregularidad  $j = 9$  se considera que una edificación está adosada a otra adyacente cuando la separación entre ellas es menor al valor  $S$  indicado en la Tabla 7. Si ese es el caso, se deberá seleccionar una de las dos situaciones posibles denominadas (a) y (b), las cuales corresponden al caso de que las losas estén a la misma altura (contacto losa-loza) o al caso de que estén a diferentes alturas (contacto losa-columna), respectivamente. En el caso de que existiese adosamiento en más de una fachada del edificio, se selecciona la más desfavorable.

Tabla 6. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado con irregularidades ( $I_3$ )

J	Descripción de la irregularidad		$I_{3j}$
1	Ausencia de vigas altas en una o dos direcciones		40
2	Ausencia de muros en una dirección como ocurre en algunos sistemas tipo túnel		80
3	Edificios de carácter frágil sin capacidad para disipar energía, como las edificaciones de adobe o de paredes de bloque que no posee refuerzo metálico interior ni elementos de confinamiento (columnas, vigas de corona)		100
4	Presencia de al menos un entrepiso blando o débil		50
5	Presencia de columnas cortas		30
6	Discontinuidad de ejes de columnas o paredes portantes		30
7	Aberturas significativas en losas		10
8	Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta o esquemas de elevación del tipo L <sup>(1)</sup>		20
9	Adosamiento a edificio adyacente:	(a) Losa contra losa	10
		(b) Losa contra columna	20
10	Planta de forma I, H, T, U, C o similar, sin presencia de juntas, o esbeltez excesiva horizontal		10
11	Masas que crecen significativamente con la elevación (Tipo T o pirámide invertida) o esbeltez excesiva vertical		10

Fuente: FUNVISIS 2011.

(1) Entran dentro de esta irregularidad las construcciones en pendiente con semisótanos, en donde una losa esta confinada por el terreno por un lado pero libre por el otro.

Tabla 7. Separación entre edificaciones.

Número de pisos	Separación con la edificación vecinas (cm)
1-2	14
3-5	30
6-10	70
11-15	100
>15	140

Fuente: FUNVISIS 2011.

#### 2.2.2.3.4. Índice De Vulnerabilidad asociado a la profundidad del depósito (I<sub>4</sub>)

El índice (I<sub>4</sub>) permite tomar en cuenta el aumento en la vulnerabilidad de una edificación alta que esté fundada sobre sedimentos de gran profundidad, el cual conlleva a generar respuestas sísmicas desfavorables en las estructuras.

Las situaciones de aplicación del índice I<sub>4</sub> se presentan en la Tabla 8 y han sido definidas tomando en consideración resultados del estudio de microzonificación sísmica de Caracas (FUNVISIS, 2009; Hernández, 2009). En ausencia de información sobre la profundidad del depósito de sedimentos, se puede adoptar de manera aproximada que estas situaciones se corresponden con los perfiles de suelo clasificados como S3 en la Norma Sismorresistente (COVENIN, 2001).

Tabla 8. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado con la profundidad del depósito ( $I_4$ )

Situaciones de aplicación	$I_4$
Edificios con un número de pisos mayor que 6 pisos y localizados en depósitos de sedimentos de profundidad mayor a 120 metros	100
Otros casos	0

Fuente: FUNVISIS, 2011.

En el Estado Carabobo, según estudios realizados en el área metropolitana de valencia, específicamente en el Rectorado de la Universidad de Carabobo, luego de hacer perforaciones se encontraron depósitos de sedimentos de profundidad mayor a 120 metros y a 240 metros no se logró encontrar superficie de roca, del Informe Final Técnico del estudio de microzonificación sísmica de Carabobo (Pombo, 2016 por publicar).

#### 2.2.2.3.5. Índice De Vulnerabilidad asociado a la topografía y drenaje ( $I_5$ )

El índice ( $I_5$ ) atiende a identificar situaciones de Vulnerabilidad asociadas con construcciones hechas en laderas o cerca de estas, debido a una potencial falla de estabildades de taludes no protegidos por obras de contención. En la Tabla 9 se presentan los valores de  $I_5$  cuya selección depende de los valores de inclinación  $\Theta$  de la Ladera, de la altura  $H$  y de la distancia  $D$  que se definen en la Figura 6. El máximo valor del Índice  $I_5$  es 100. Igualmente en la Tabla 9 se toma el aumento de la Vulnerabilidad cuando la edificación este localizada en una zona sin drenajes de aguas.

Tabla 9. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado con la topografía y a los drenajes ( $I_5$ )

		Características	$I_5$
Localización de la construcción	Construcción sobre Planicie		0
	Construcción sobre ladera con pendiente de ángulo $q$ dada por:	Entre $20^\circ$ y $45^\circ$	50
		$\geq 45^\circ$	80
	Construcción sobre la cima o en la base de la ladera de pendiente $\theta \geq 20^\circ$ , a una distancia $D$ :	Menor o igual a $H$	80
		Mayor a $H$	0
Existencia de drenajes		Si	0
		No	20

Fuente: FUNVISIS, 2011.

2.2.2.3.6. Índice De Vulnerabilidad asociado a estado de mantenimiento o deterioro (estructura, paredes y otros) ( $I_6$ )

En la Tabla 10 se asignan valores a diferentes edificaciones, penalizando con los mayores valores a la existencia de corrosión del acero y al agrietamiento estructural, a efectos de calificar este grado de deterioro de la estructura se seleccionara un único valor entre las opciones (a) o (b). En caso de una edificación mixta que tuviera estructuras de concreto y acero, se seleccionara el mayor valor entre la opción (a) y (b). El máximo valor posible es 100.

Tabla 10. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado al grado de deterioro ( $I_6$ )

Componente	Grado de deterioro		$I_6$
Estructura	(a) Estructura de concreto: Agrietamiento en elementos estructurales de concreto armado y/o corrosión en acero de refuerzo	Severo	70
		Moderado	35
		Ninguno	0
	(b) Estructura de acero: Corrosión en elementos de acero y/o deterioro de conexiones y/o pandeo de elementos	Severo	70
		Moderado	35
		Ninguno	0
Paredes	Arietamiento en paredes de relleno	Severo	20
		Moderado	10
		Ninguno	0
Todos	Estado general de mantenimiento	Bajo	10
		Regular	5
		Bueno	0

Fuente: FUNVISIS, 2011

#### 2.2.2.4. Índice De Importancia ( $I_I$ ).

Este tiene como finalidad incorporar dentro del proceso de priorización el uso de la construcción y el número de personas expuestas durante un terremoto. Se asignan índices mayores a aquellas construcciones esenciales, las cuales deben mantener su nivel de operación durante la ocurrencia de un sismo, como pueden ser los hospitales y centros de salud, escuelas que sirven de refugio temporal y otras. Por otro lado, se diferencia también entre edificaciones que aun teniendo el mismo uso y la misma vulnerabilidad estructural, pueden dar lugar a pérdidas distintas si difieren significativamente en el número de personas que las ocupan.

Con un enfoque similar, el uso de la construcción y el número de personas expuestas es tomado en cuenta en la definición de los niveles de amenaza sísmica exigidos en el diseño de estructuras en diversas normas tales como COVENIN 1756 (COVENIN 2001) y JA-221 (PDVSA 1998).

Las construcciones se clasifican según su uso en alguno de los tres grupos definidos en la Tabla 11. Los valores de índice de importancia se muestran en la Tabla 12 en función del uso del edificio y del número (N) de personas expuestas u ocupantes de la edificación a ser evaluada.

Tabla 11. Clasificación según el uso del edificio.

Grupo	Uso del edificio
A1	Hospitales y centros de salud, estaciones de bomberos y de protección civil
A2	Cuarteles de policía, edificios de asiento del gobierno local, regional o nacional, edificios educacionales, construcciones patrimoniales de valor excepcional, centrales eléctricas, subestaciones de alto voltaje y de telecomunicaciones, plantas de bombeo, depósitos de materias tóxicas o explosivas y centros que utilicen materiales radioactivos, torres de control, centros de tráfico aéreo. Edificaciones que albergan instalaciones esenciales, de funcionamiento vital en condiciones de emergencia o cuya falla pueda dar lugar a cuantiosas pérdidas económicas. Edificios que contienen objetos de valor excepcional,
A3	Todas aquellas edificaciones no contenidas en los grupos A1 y A2 tales Como viviendas, edificios de apartamentos, de oficinas, comerciales.

Fuente: FUNVISIS, 2011

Tabla 12. Valores del Índice de Importancia, ( $I_I$ ).

Uso del edificio	$N < 10$	$10 < N < 100$	$100 < N < 500$	$500 < N$	$N > 1000$
A1	0,90	0,92	0,95	0,97	1
A2	0,85	0,87	0,90	0,93	0,95
A3	0,80	0,82	0,85	0,87	0,90

Fuente: FUNVISIS, 2011.

### 2.2.3 Valoración De Los Índices De Vulnerabilidad, Riesgo Y Priorización.

En las Tablas 13, 14 y 15 se definen rangos y se califican los mismos para valores de los índices de vulnerabilidad, riesgo y priorización. El origen y justificación de estos rangos se puede consultar en (López et. al. 2014).

Tabla 13. Valoración del Índice de Vulnerabilidad, Iv.

Iv Rango de Valores	Calificación de la Vulnerabilidad
$60 \leq IV \leq 100$	Muy Elevada
$40 \leq IV < 60$	Elevada
$30 \leq IV < 40$	Media Alta
$20 \leq IV < 30$	Media Baja
$10 \leq IV < 20$	Baja
$0 \leq IV < 10$	Muy Baja

Fuente: FUNVISIS 2011.

Tabla 14. Valoración del Índice de Riesgo, IR.

Calificación del Riesgo	IR Rango de Valores
Muy Elevado	$60 \leq IR \leq 100$
Elevado	$40 \leq IR < 60$
Alto	$25 \leq IR < 40$
Medio Alto	$15 \leq IR < 25$
Medio Bajo	$8 \leq IR < 15$
Bajo	$3 \leq IR < 8$
Muy Bajo	$0 \leq IR < 3$

Fuente: FUNVISIS 2011

Tabla 15. Valoración del Índice de Priorización, IP.

Calificación de la Priorización	IP Rango de Valores
(Prioridad máxima) P1	$60 \leq IP \leq 100$
P2	$50 \leq IP < 60$
P3	$40 \leq IP < 50$
P4	$30 \leq IP < 40$
P5	$25 \leq IP < 30$
P6	$20 \leq IP < 25$
P7	$16 \leq IP < 20$
P8	$12 \leq IP < 16$
P9	$8 \leq IP < 12$
P10	$5 \leq IP < 8$
P11	$2 \leq IP < 5$
(Prioridad mínima) P12	$0 \leq IP < 2$

Fuente: FUNVISIS 2011

En la norma Venezolana COVENIN 1756:2001-1 para edificaciones Sismorresistente nos presenta un mapa de zonificación sísmica en la cual nos indica que para el Estado Carabobo, específicamente la zona de estudio como lo es el Municipio los Guayos, se encuentra en una zona sísmica 5, la cual pertenece a peligro sísmico elevado y un coeficiente de aceleración horizontal de 0.30.

### 2.3. MARCO NORMATIVO LEGAL

Norma Venezolana Covenin 1756:2001-1 de fecha 25 de Julio de 2001, Vigente, Denominada: Edificaciones Sismorresistente.

## CAPITULO III

### MARCO METODOLOGICO

#### 3.1 Generalidades.

##### 3.1.1 Tipo de Investigacion.

Para la realizacion del presente trabajo, nos basaremos en la modalidad de investigacion de campo.

La misma consistirá en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurran los hechos, sin manipular o controlar variable alguna”. Arias, 2006.

##### 3.1.2 Tipo de Estudio.

La presente investigación será enmarcada en el tipo de estudio descriptivo. Este radica en una descripción, registro, análisis e interpretación de algunas características fundamentales del problema a investigar, utilizando criterios sistemáticos para destacar los elementos esenciales de su naturaleza. Se describen los hechos como serán observados y no hay manipulación de variables.

##### 3.1.3 Diseño de la Investigación.

El diseño de la investigación será no experimental, que según Arias, 2006, debe su carácter a lo que se define como investigación de campo, siendo: “Aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (Datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene información pero no las condiciones existentes.”

### 3.1.4 Poblacion y Muestra.

#### 3.1.4.1 Poblacion

El universo utilizado para este estudio vendrá representado por las edificaciones presentes en urbanizaciones y barrios que conforman al Municipio Los Guayos del Estado Carabobo.

#### 3.1.4.2 Muestra

Para efecto de este estudio, se tomó como muestra las edificaciones de uso residencial del tipo edificios, casas, casa-quintas y rancho ubicadas en las zonas urbana y rurales del municipio antes mencionado, empleando un método del tipo no probabilístico ya que se eligió en forma arbitraria las edificaciones a utilizarse para la recolección de datos.

### 3.1.5 Recolección de Datos.

En la presente investigación las técnicas usadas para la recolección de datos corresponden tanto a la observación directa como la indirecta, ya que se hará uso de instrumentos específicos para el registro y vaciado de la información percibida así como la realización de entrevista a la población que habita en la edificación seleccionada.

### 3.1.6 Procedimiento de investigación.

En el procedimiento de investigación del trabajo especial de grado en cuestión, se presentará según el tipo de investigación definida, una serie de etapas concretas que aplicadas resultan de gran utilidad para el desarrollo del trabajo.

Dichas etapas se describen continuación:

## 3.2 Fases

3.2.1 Fase 1. Definir mediante imágenes satelitales, zonas homogéneas donde predominen edificaciones de uso residencial como lo son: edificios, casas-quintas, casas y ranchos.

Esta fase es referida a la sectorización del Municipio Los Guayos en zonas homogéneas según el tipo de edificación (edificios residenciales, casa-quinta, casa, rancho) definida claramente según INE 2011. Posteriormente se realizaron inspecciones, permitiendo que los resultados obtenidos sean de mayor interés y puedan ser usados como base en estudios posteriores.

A continuación en la Tabla 16, el INE nos plantea un resumen de las categorías del tipo de edificación según el Registro de Unidades Inmobiliarias (RUI) y el tipo de vivienda según el Censo de Población y vivienda del INE (2011).

Tabla 16. Clasificación de zonas homogéneas de Uso residencial en Venezuela

Zona	Tipo de Área	Tipo de Edificación (Tipo de Vivienda)	Densidad	Identificación
Urbana	Urbanización	Casa (Casa-vencida)	Baja	UR-CA-B
			Media	UR-CA-M
			Alta	UR-CA-A
		Quinta (Casa-quinta)	Baja	UB-CQ-B
			Media	UB-CQ-M
			Alta	UB-CQ-A
		Edificio (Apartamento en Edificio)	Baja	UR-ED-B
			Media	UR-ED-M
			Alta	UR-ED-A
	Casco Central	Casa (Casa-vencida)	Baja	CC-CA-B
			Media	CC-CA-M
			Alta	CC-CA-A
		Quinta (Casa-quinta)	Baja	CC-CQ-B
			Media	CC-CQ-M
			Alta	CC-CQ-A
		Edificio (Apartamento en Edificio)	Baja	CC-ED-B
			Media	CC-ED-M
			Alta	CC-ED-A
Barrio	Casa (Casa-vencida)	Baja	BA-CA-B	
		Media	BA-CA-M	
		Alta	BA-CA-A	
	Rancho	Baja	BA-RA-B	
		Media	BA-RA-M	
		Alta	BA-RA-A	

Fuente: INE, 2011.

Para lograr la sectorización en zonas homogéneas, empleamos la herramienta Google Eart, en la cual debemos delimitar tomando en consideración que dentro de cada zona definida como homogénea debe existir un predominio de tipo de edificación o vivienda con características similares, ver Figura 10. En las zonas debe predominar en un 90% el uso de las edificaciones, en este caso las edificaciones residenciales. Se debe delimitar la zona a través de calles, avenidas, cauces de ríos o quebradas.

Por otra parte, definiremos el área de estudio en tres categorías de estudios establecidas por el INE como lo son:

1. Tipo de Área Urbanización: esta se asocia a zonas donde hay buena accesibilidad vial y servicios básicos. Ver Figura 7.
2. Tipo de Área Casco Central: aquellas son Zonas premorientemente antiguas donde se ubica el centro histórico de la ciudad, Municipio o localidad, caracterizada por tener un orden urbano con alta densidad y vialidad estrecha. Ver Figura 8.
3. Tipo de Área Barrio: está asociado a zonas no planificadas donde predominan la construcción popular o informal, principalmente en las periferias de las Ciudades (Zonas Urbanas) y en algunas zonas Rurales. Ver Figura 9.



Figura 7. Tipo de Área Urbanización, Municipio Los Guayos.

Fuente: E. Propia. Imagen satelital (Google Eart).



Figura 8. Tipo de Área Casco Central, Municipio Los Guayos.  
Fuente: E. Propia. Imagen satelital (Google Eart).



Figura 9. Tipo de Área Barrio, Municipio Los Guayos.  
Fuente: E. Propia. Imagen satelital (Google Eart).

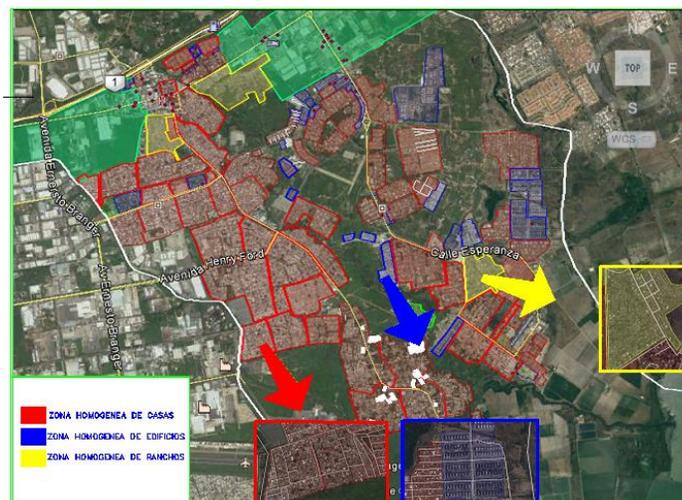


Figura 10. Zonas Homogéneas seleccionadas, Municipio Los Guayos.  
Fuente: E. Propia. Imagen satelital (Google Eart).

3.2.2. Fase 2. Estimar la cantidad de edificaciones expuestas para realizar las inspecciones.

El objetivo principal de la sectorización del área de estudio en zonas homogéneas no es más que el de agrupar edificaciones con características estructurales similares de manera de reducir el número de inspecciones necesarias para obtener resultados más acertados.

El número de edificaciones a inspeccionar dependerá del tamaño de la zona homogénea, mientras mayor sea el número de edificaciones dentro de esta, mayor será el número de elementos a someter al estudio.

3.2.3. Fase 3. Realizar inspecciones en sitio de las edificaciones en las zonas homogéneas seleccionada.

En esta fase se procedió a realizar las inspecciones en campo a las edificaciones seleccionadas para tal actividad en la fase anterior.

No obstante, para la recolección de las características Sismorresistente de las edificaciones se emplearon dos herramientas; la Planilla de Inspección de Edificaciones (características Sismorresistente) FUNVISIS, 2014. Figura 11 y Figura 12, y la aplicación móvil APP para sistemas Android FUNVISIS, 2014, para teléfonos inteligentes o tabletas con versión HoneyComb 3.0 o superior. Cuya función al igual que la planilla, permite el almacenamiento de datos, adicionalmente, nos proporciona las coordenadas UTM (REGVEN) de la edificación, y luego automáticamente genera un mapa enlazado con Google Earth donde nos permite ubicar manualmente la edificación y posteriormente, guarda su geolocalización espacial.

Ambas herramientas pueden ser usadas en el levantamiento de las características Sismorresistente de las edificaciones, más sin embargo, las inspecciones realizadas en este trabajo de investigación fueron acompañadas con la planilla de inspección de edificaciones, y después los datos plasmados en la planilla,

productos de la inspección, fueron vaciados en la aplicación APP, para obtener de manera complementaria, las coordenadas UTM de la edificación en estudio.

Es importante agregar que actualmente FUNVISIS está trabajando en el mejoramiento de la aplicación móvil APP para sistemas Android, la cual a futuro permitirá de manera automática determinar los índices de vulnerabilidad, riesgo sísmico y priorización.

El uso de la planilla de inspección, permitió recabar información necesaria para calcular los factores que inciden en el índice de vulnerabilidad, riesgo sísmico y priorización, basándose en las características Sismorresistente de las edificaciones (antigüedad de la edificación, norma utilizada, tipo estructural, irregularidad, profundidad del depósito, topografía, drenajes, grado de deterioro, entre otros).

Gobierno Bolivariano de Venezuela		Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación		Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)		funvisis	
Versión 062013		<b>PLANILLA DE INSPECCIÓN DE EDIFICACIONES</b> (Características Sismorresistentes)				G-20007752-2	
<b>1. Datos generales</b>							
1.1 Fecha: _____		1.2 Hora inicio: _____		1.3 Hora culminación: _____		1.4 Código: _____	
<b>2. Datos de los participantes</b>							
Función		Nombre y apellido		Teléfono		Correo Electrónico	
2.1 Inspector							
2.2 Revisor							
2.3 Supervisor							
<b>3. Datos del entrevistado</b>							
3.1 Relación con la Edif.		3.2 Nombre y apellido		3.3 Teléfono		3.4 Correo Electrónico	
<b>4. Identificación y ubicación de la edificación</b>							
4.1 Nombre o N°: _____		4.2 N° de pisos: _____		4.3 N° de semi-sótanos: _____			
4.4 N° de sótanos: _____		4.5 Estado: _____		4.6 Ciudad: _____			
4.7 Municipio: _____		4.8 Parroquia: _____		4.9 Urb., Barrio: _____			
4.10 Sector: _____		4.11 Calle, Vereda: _____		4.12 Pto. de Referencia: _____			
Proy. UTM( REGVEN) 4.13 Coord. X: _____		4.14 Coord. Y: _____		4.15 Huso: _____			
<b>5. Uso de la edificación (marcar con "x", múltiples opciones)</b>							
<input type="checkbox"/> Gubernamental		<input type="checkbox"/> Militar		<input type="checkbox"/> Medico-Asistencial		<input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Otro (Especifique)	
<input type="checkbox"/> Bomberos		<input type="checkbox"/> Vivienda Popular		<input type="checkbox"/> Educativo		<input type="checkbox"/> Comercial	
<input type="checkbox"/> Protección Civil		<input type="checkbox"/> Vivienda Unifamiliar		<input type="checkbox"/> Deportivo-Recreativo		<input type="checkbox"/> Oficina	
<input type="checkbox"/> Policial		<input type="checkbox"/> Vivienda Multifamiliar		<input type="checkbox"/> Cultural		<input type="checkbox"/> Religioso	
<b>6. Capacidad de ocupación (rellenar y marcar con "x", múltiples opciones)</b>							
6.1 Número de personas que ocupan el inmueble: _____				6.2 Ocupación durante: <input type="checkbox"/> Mañana <input type="checkbox"/> Tarde <input type="checkbox"/> Noche			
<b>7. Año de construcción (rellenar y marcar con "x", una opción)</b>							
Año: _____		<input type="checkbox"/> Antes de 1939		<input type="checkbox"/> Entre 1940 y 1947		<input type="checkbox"/> Entre 1948 y 1955	
		<input type="checkbox"/> Entre 1968 y 1982		<input type="checkbox"/> Entre 1983 y 1998		<input type="checkbox"/> Entre 1999 y 2001	
						<input type="checkbox"/> Después de 2001	
<b>8. Condición del terreno (marcar con "x", una opción por pregunta)</b>							
8.1. Edificación en:		<input type="checkbox"/> Planicie		8.2 Pendiente del terreno: <input type="checkbox"/> 20° - 45° <input type="checkbox"/> Mayor a 45°		8.3 Localizada sobre la mitad superior de la ladera: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
		<input type="checkbox"/> Ladera					
		<input type="checkbox"/> Base		8.4 Pendiente del talud: <input type="checkbox"/> 20° - 45° <input type="checkbox"/> Mayor a 45°			
8.6 Drenajes: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No		<input type="checkbox"/> Cima		8.5 Separación al talud: <input type="checkbox"/> Menor a H del Talud <input type="checkbox"/> Mayor a H del Talud			
<b>9. Tipo estructural</b>							
9.1 Marque con "x", múltiples opciones:				9. Sistemas pre-fabricados a base de grandes paneles o de pórticos			
<input type="checkbox"/> 1. Pórticos de concreto armado				<input type="checkbox"/> 10. Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada			
<input type="checkbox"/> 2. Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto				<input type="checkbox"/> 11. Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada			
<input type="checkbox"/> 3. Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales				<input type="checkbox"/> 12. Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura no mayor a 2 pisos			
<input type="checkbox"/> 4. Sistemas con muros de concreto armado de poco espesor, dispuestos en una sola dirección (algunos sist. tipo túnel)				<input type="checkbox"/> 13. Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura mayor a 2 pisos			
<input type="checkbox"/> 5. Pórticos de acero				<input type="checkbox"/> 14. Viviendas de bahareque de un piso			
<input type="checkbox"/> 6. Pórticos de acero con perfiles tubulares				<input type="checkbox"/> 15. Viviendas de construcción precaria (tierra, madera, zinc, etc.)			
<input type="checkbox"/> 7. Pórticos de acero diagonalizados							
<input type="checkbox"/> 8. Pórticos de acero con cerchas							
9.2 Indique el número del tipo estructural predominante:							
<b>10. Esquema de planta (marcar con "x")</b>				<b>11. Esquema de elevación (marcar con "x")</b>			
<input type="checkbox"/> " H "		<input type="checkbox"/> " L "		<input type="checkbox"/> " T "		<input type="checkbox"/> " U "	
<input type="checkbox"/> " T "		<input type="checkbox"/> Cajón		<input type="checkbox"/> Pirámide invertida		<input type="checkbox"/> " L "	
<input type="checkbox"/> " U " ó " C "		<input type="checkbox"/> Regular		<input type="checkbox"/> Piramidal		<input type="checkbox"/> Rectangular	
<input type="checkbox"/> Esbeltez horizontal				<input type="checkbox"/> Esbeltez vertical			
<input type="checkbox"/> Ninguno				<input type="checkbox"/> Ninguno			

Figura 11. Planilla de Inspección de edificaciones, (frontal).

Fuente: Funvisis, 2014.

 <b>Gobierno Bolivariano de Venezuela</b>	Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación	Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)	
<b>12. Irregularidades (marcar con "x", múltiples opciones)</b>			
<input type="checkbox"/> 12.1 Ausencia de vigas altas en una o dos direcciones <input type="checkbox"/> 12.2 Ausencia de muros en una dirección <input type="checkbox"/> 12.3 Estructura frágil <input type="checkbox"/> 12.4 Presencia de al menos un entepiso debil ó blando <input type="checkbox"/> 12.5 Presencia de columnas cortas <input type="checkbox"/> 12.6 Discontinuidad de ejes de columnas o paredes portantes		<input type="checkbox"/> 12.7 Aberturas significativas en losas <input type="checkbox"/> 12.8 Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta <input type="checkbox"/> 12.9 Adosamiento: Losa contra losa <input type="checkbox"/> 12.10 Adosamiento: Losa contra columna 12.11 Separación entre edificios (cm): _____	
<b>13. Grado de deterioro (marcar con "x", una opción por pregunta)</b>			
13.1 Est. de Concreto: Agrietamiento en elementos estructurales y/o corrosión en acero de refuerzo:		<input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Moderado <input type="checkbox"/> Severo	
13.2 Est. de Acero: Corrosión en elementos de acero y/o deterioro de conexiones y/o pandeo:		<input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Moderado <input type="checkbox"/> Severo	
13.3 Agrietamiento en paredes de relleno:		<input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Moderado <input type="checkbox"/> Severo	
13.4 Estado general de mantenimiento:		<input type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Bajo	
<b>14. Observaciones</b>			
_____ _____ _____			
<b>15. Croquis de ubicación, fachada y planta</b>			
Croquis de ubicación 	Croquis de fachada 		
Croquis de planta 			
<b>Fotos a tomar:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 20%;">- Fachadas</li> <li style="width: 20%;">- Identificación de la edificación</li> <li style="width: 20%;">- Pendiente del terreno</li> <li style="width: 20%;">- Talud cercano</li> <li style="width: 20%;">- Tipo estructural</li> <li style="width: 20%;">- Elementos estructurales</li> <li style="width: 20%;">- Losas</li> <li style="width: 20%;">- Juntas</li> <li style="width: 20%;">- Nodos o conexiones</li> <li style="width: 20%;">- Ausencia de vigas altas</li> <li style="width: 20%;">- Presencia columna corta</li> <li style="width: 20%;">- Discontinuidad de elementos</li> <li style="width: 20%;">- Aberturas excesivas en planta</li> <li style="width: 20%;">- Asimetría en planta</li> <li style="width: 20%;">- Adosamiento</li> <li style="width: 20%;">- Grietas en paredes</li> <li style="width: 20%;">- Grietas o fisuras en elementos de concreto</li> <li style="width: 20%;">- Corrosión o deterioro en elementos de acero</li> <li style="width: 20%;">- Observaciones o casos especiales</li> </ul>			

Figura 12. Planilla de Inspección de edificaciones, (posterior).

Fuente: Funvisis, 2014.

A continuación explicaremos las indicaciones para el correcto llenado de la planilla de inspección la cual consta de 15 componentes, como lo son:

1.) Datos generales.

1.1) Indique la fecha de realización de la inspección.

1.2) Indique la hora de inicio de la inspección.

1.3) Indique la hora de culminación de la inspección. Es lo último que se debe llenar en la planilla.

1.4) Indique el código de la edificación el cual será suministrado por el supervisor. Se sugiere que la codificación a utilizar sea la del Instituto Nacional de Estadística (INE) para el censo nacional del año 2011.

 Gobierno Bolivariano de Venezuela	Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación	Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)	
Versión 06/2013	<b>PLANILLA DE INSPECCIÓN DE EDIFICACIONES</b> (Características Sismorresistentes)		G-20007752-2
<b>1. Datos generales</b>			
1.1 Fecha:	1.2 Hora inicio:	1.3 Hora culminación:	1.4 Código:

Figura 13. Planilla de Inspección, datos generales.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

2.) Datos de los participantes.

2.1) Indique el nombre, teléfono y el correo electrónico de la persona que realiza la inspección.

2.2) Indique el nombre, teléfono y el correo electrónico de la persona que revisa la planilla inspección.

2.3) Indique el nombre, teléfono y el correo electrónico de la persona que supervisa todo el proceso de inspección.

2. Datos de los participantes			
Función	Nombre y apellido	Teléfono	Correo Electrónico
2.1 Inspector			
2.2 Revisor			
2.3 Supervisor			

Figura 14. Planilla de Inspección, datos de los participantes.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

3.) Datos del entrevistado.

3.1) Indique cual es la relación que tiene el entrevistado con la edificación (dueño, empleado, vecino, alquilado, entre otras).

3.2) Indique el nombre y apellido del entrevistado.

3.3) Indique el teléfono del entrevistado.

3. Datos del entrevistado			
3.1 Relación con la Edif.	3.2 Nombre y apellido	3.3 Teléfono	3.4 Correo Electrónico

Figura 15. Planilla de Inspección, datos del entrevistado.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

4.) Identificación y ubicación de la edificación.

4.1) Indique el nombre o número de la edificación.

4.2) Indique el número de pisos de la edificación (Figura 17).

4.3) Indique el número de semi-sótanos de la edificación (Figura 17).

4.4) Indique el número de sótanos de la edificación (Figura 17).

4.5) Indique el estado o distrito donde se encuentre ubicada la edificación.

4.6) Indique la ciudad donde se encuentre ubicada la edificación.

4.7) Indique el municipio donde se encuentre ubicada la edificación.

4.8) Indique la parroquia donde se encuentre ubicada la edificación.

4.9) Indique la urbanización o barrio donde se encuentre ubicada la edificación.

- 4.10) Indique el sector donde se encuentre ubicada la edificación.
- 4.11) Indique la calle, vereda o número de escalera donde se encuentre ubicada la edificación.
- 4.12) Indique un punto de referencia cercano a la vivienda.
- 4.13) Indique la coordenada "X" en metros bajo la proyección UTM. Utilizar el Datum REGVEN. Se requiere un GPS para rellenar este ítem.
- 4.14) Indique la coordenada "Y" en metros bajo la proyección UTM. Utilizar el Datum REGVEN. Se requiere un GPS para rellenar este ítem.
- 4.15) Indique el huso en el cual se ubica la edificación, según el sistema UTM (Figura 18).

4. Identificación y ubicación de la edificación			
4.1 Nombre o N°:	4.2 N° de pisos:	4.3 N° de semi-sótanos:	
4.4 N° de sótanos:	4.5 Estado:	4.6 Ciudad:	
4.7 Municipio:	4.8 Parroquia:	4.9 Urb., Barrio:	
4.10 Sector:	4.11 Calle, Vereda:	4.12 Pto. de Referencia:	
Proy. UTM( REGVEN) 4.13 Coord. X:	4.14 Coord. Y:	4.15 Huso:	

Figura 16. Planilla de Inspección, identificación y ubicación de la edificación.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

Nota: El Municipio Los Guayos del Estado Carabobo se encuentra ubicado en el Huso 19.

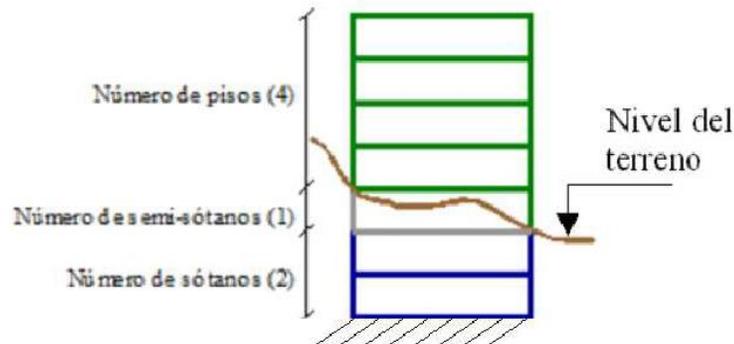


Figura 17. Numero de pisos, semi sotano y sotanos.

Fuente: Funvisis, 2011.

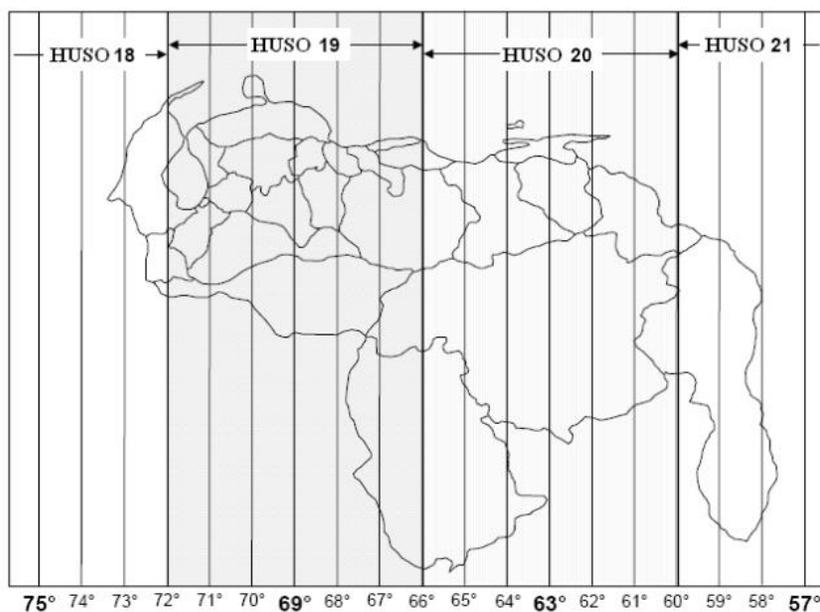


Figura 18. Husos de Venezuela

Fuente: Gascón J. 1982.

#### 5.) Uso de la edificación.

Indique el uso de la estructura inspeccionada marcando con una “x” según corresponda. Ver Figura 19.

5. Uso de la edificación (marcar con "x", múltiples opciones)				
<input type="checkbox"/> Gubernamental	<input type="checkbox"/> Militar	<input type="checkbox"/> Médico-Asistencial	<input type="checkbox"/> Industrial	<input type="checkbox"/> Otro (Especifique)
<input type="checkbox"/> Bomberos	<input type="checkbox"/> Vivienda Popular	<input type="checkbox"/> Educativo	<input type="checkbox"/> Comercial	
<input type="checkbox"/> Protección Civil	<input type="checkbox"/> Vivienda Unifamiliar	<input type="checkbox"/> Deportivo-Recreativo	<input type="checkbox"/> Oficina	
<input type="checkbox"/> Policial	<input type="checkbox"/> Vivienda Multifamiliar	<input type="checkbox"/> Cultural	<input type="checkbox"/> Religioso	_____

Figura 19. Planilla de Inspección, uso de la edificación.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

En caso que su opción sea otro. Especifique cuál es ese otro uso, si es patrimonial indicar en este campo.

*Nota:* Se pueden marcar varias opciones según sea el caso.

Se considerará como vivienda multifamiliar aquellas edificaciones que albergan varias familias y fueron construidas con aplicación de las normas vigente

para la época. En el caso de una vivienda popular de varias familias, sólo se marcará la opción correspondiente a vivienda popular.

#### 6.) Capacidad de ocupación.

6.1) Indique el número de personas que ocupan el inmueble (se deben incluir habitantes, visitantes, empleados, obreros, estudiantes, vigilantes, entre otros).

6.2) Marque con una “x” si la ocupación de la edificación es durante la Mañana, Tarde o Noche.

6. Capacidad de ocupación (rellenar y marcar con "x", múltiples opciones)	
6.1 Número de personas que ocupan el inmueble: _____	6.2 Ocupación durante: <input type="checkbox"/> Mañana <input type="checkbox"/> Tarde <input type="checkbox"/> Noche

Figura 20. Planilla de Inspección, capacidad de ocupación.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

#### 7.) Año de construcción

Indique el año de construcción en número y marque con una “x” el rango que corresponda. Si no está seguro del año de construcción de la edificación, haga su mejor estimación del rango que corresponda y márkelo con una “x”.

7. Año de construcción (rellenar y marcar con "x", una opción)					
Año: _____	<input type="checkbox"/> Antes de 1939	<input type="checkbox"/> Entre 1940 y 1947	<input type="checkbox"/> Entre 1948 y 1955	<input type="checkbox"/> Entre 1956 y 1967	
	<input type="checkbox"/> Entre 1968 y 1982	<input type="checkbox"/> Entre 1983 y 1998	<input type="checkbox"/> Entre 1999 y 2001	<input type="checkbox"/> Después de 2001	

Figura 21. Planilla de Inspección, año de construcción.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

#### 8.) Condiciones del terreno

8.1) Indique con una “x” si la edificación se encuentra en una planicie (pendiente del terreno menor a 20°), en una ladera, en la base o en la cima de montaña (Figura 22). Marque una sola opción.

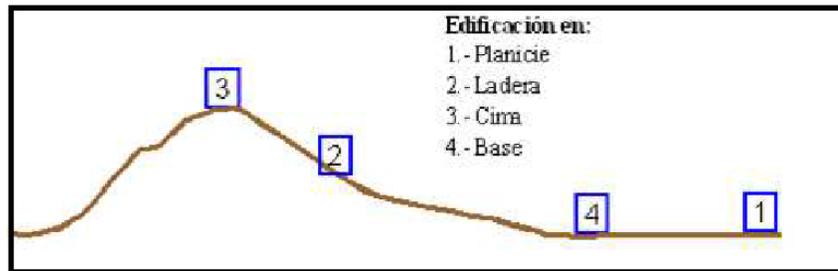


Figura 22. Condiciones del terreno.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

8.2) Si la opción en 8.1 es “Ladera” indique con una “x” si la pendiente del terreno se encuentra entre el rango de  $20^\circ$  a  $45^\circ$  o si es mayor a  $45^\circ$ .

8.3) Si la opción en 8.1 es “Ladera” indique con una “x” la opción “Si” si la edificación se ubica por encima de la mitad superior de la ladera (Distancia menor que  $L/2$  en la Figura 22).

8.4) Si la opción en 8.1 es “Cima o Base”, indique con una “x” si la pendiente del talud más cercano se encuentra entre el rango de  $20^\circ$  a  $45^\circ$  o si es mayor a  $45^\circ$ .

8.5) Si la opción en 8.1 es “Cima o Base”, marcar con una “x” si la distancia (D) de separación al talud es menor o mayor que la altura (H) del talud (Figura 23).

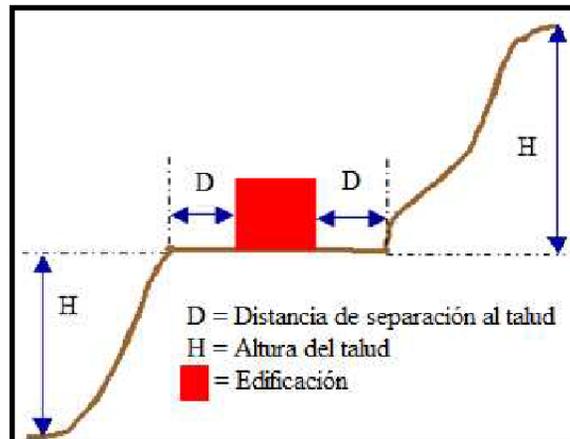


Figura 23. Separación al talud.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

8.6) Indique con una “x” la opción Si, si existe un sistema de recolección de aguas de lluvia y aguas servidas. En caso contrario indique No (descarga al terreno).

8. Condición del terreno (marcar con "x", una opción por pregunta)			
8.1. Edificación en:	<input type="checkbox"/> Planicie <input type="checkbox"/> Ladera <input type="checkbox"/> Base <input type="checkbox"/> Cima	8.2 Pendiente del terreno:	<input type="checkbox"/> 20° - 45° <input type="checkbox"/> Mayor a 45°
		8.3 Localizada sobre la mitad superior de la ladera:	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
8.6 Drenajes:	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	8.4 Pendiente del talud:	<input type="checkbox"/> 20° - 45° <input type="checkbox"/> Mayor a 45°
		8.5 Separación al talud:	<input type="checkbox"/> Menor a H del Talud <input type="checkbox"/> Mayor a H del Talud

Figura 24. Planilla de Inspección, condición del terreno.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

### 9.) Tipo estructural

A continuación se presentan 15 tipos de sistemas constructivos, se debe indicar el tipo de estructura presente en la edificación.

9. Tipo estructural	
9.1 Marque con "x", múltiples opciones:	<input type="checkbox"/> 9. Sistemas pre-fabricados a base de grandes paneles o de pórticos
<input type="checkbox"/> 1. Pórticos de concreto armado	<input type="checkbox"/> 10. Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada
<input type="checkbox"/> 2. Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto	<input type="checkbox"/> 11. Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada
<input type="checkbox"/> 3. Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales	<input type="checkbox"/> 12. Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura no mayor a 2 pisos
<input type="checkbox"/> 4. Sistemas con muros de concreto armado de poco espesor, dispuestos en una sola dirección (algunos sist. tipo túnel)	<input type="checkbox"/> 13. Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura mayor a 2 pisos
<input type="checkbox"/> 5. Pórticos de acero	<input type="checkbox"/> 14. Viviendas de bahareque de un piso
<input type="checkbox"/> 6. Pórticos de acero con perfiles tubulares	<input type="checkbox"/> 15. Viviendas de construcción precaria (tierra, madera, zinc, etc.)
<input type="checkbox"/> 7. Pórticos de acero diagonalizados	
<input type="checkbox"/> 8. Pórticos de acero con cerchas	
9.2 Indique el número del tipo estructural predominante:	

Figura 25. Planilla de Inspección, tipo estructural.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

Indique el Tipo Estructural en 9.1 marcando con una “x” según corresponda. Se puede seleccionar más de una casilla.

En la casilla 9.2 se identifica el número de tipo estructural presente en la edificación y si tiene más de un tipo estructural se identifica el predominante. En caso que dos tipos estructurales son igualmente frecuentes, por ejemplo una vivienda de dos pisos con un sistema mixto de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción (PMBCB) en el primer piso y un sistema cuyos elementos portantes

sean muros de mampostería no confinada (MMNC) en el segundo piso, se escogerá el correspondiente al piso 2.

A continuación se ilustran diversas imágenes de tipologías estructurales de referencia.



Figura 26. Porticos de concreto armado.

Fuente: FUNVISIS, 2014.



Figura 27. Porticos de concreto armado con paredes de relleno de bloque de arcilla o concreto.

Fuente: FUNVISIS, 2014.



Figura 28. Muros de concreto armado en dos direcciones (MCAD2D).

Fuente: FUNVISIS, 2014.



Figura 29. Muros de concreto armado en una sola direccion (MCA1D).

Fuente: FUNVISIS, 2014.

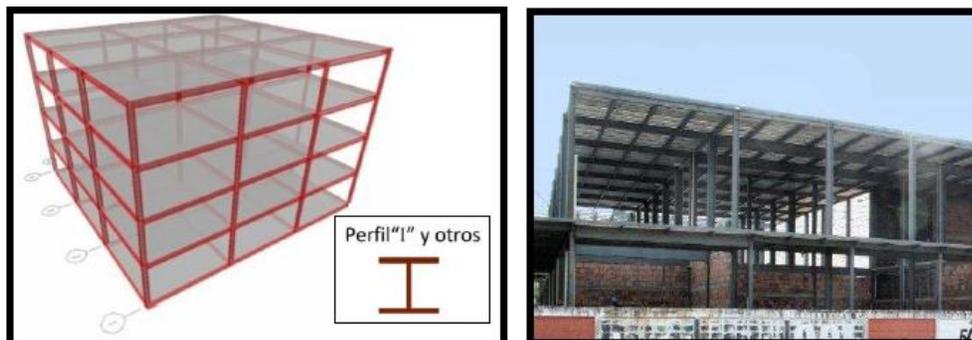


Figura 30. Porticos de Acero (PA).

Fuente: FUNVISIS, 2014.

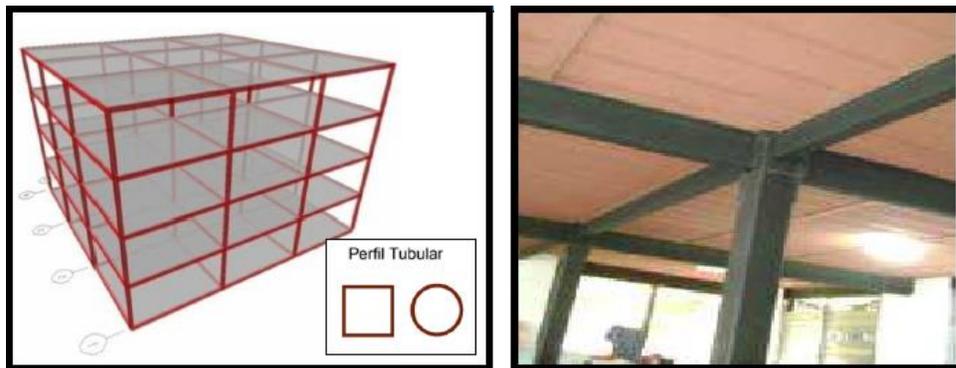


Figura 31. Porticos de Acero con perfiles tubulares (PAPT).

Fuente: FUNVISIS, 2014.



Figura 32. Porticos de Acero diagonalizados (PAD).

Fuente: FUNVISIS, 2014.



Figura 33. Porticos de Acero con cerchas (PAC).

Fuente: FUNVISIS, 2014.



Figura 34. Sistemas pre fabricados a base de grandes paneles o de pórticos (PRE)

Fuente: FUNVISIS, 2014.



Figura 35. Sistemas cuyos elementos portantes sea muros de mampostería confinada (MMC)

Fuente: FUNVISIS, 2014



Figura 36. Sistemas cuyos elementos portantes sea muros de mampostería no confinada (MMNC)

Fuente: FUNVISIS, 2014.



Figura 37. Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción.

Fuente: FUNVISIS, 2014.



Figura 38. Viviendas de bahareque de un piso (VB).

Fuente: FUNVISIS, 2014.



Figura 39. Viviendas de construcción precaria (tierra, madera, zinc, etc.).

Fuente: FUNVISIS, 2014.

## 10.) Esquema de planta.

10. Esquema de planta (marcar con "x")		
<input type="checkbox"/> " H "	<input type="checkbox"/> " L "	<input type="checkbox"/> Esbeltez horizontal
<input type="checkbox"/> " T "	<input type="checkbox"/> Cajón	<input type="checkbox"/> Ninguno
<input type="checkbox"/> " U " ó " C "	<input type="checkbox"/> Regular	

Figura 40. Planilla de Inspección, esquema de planta.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

Indique el esquema de la planta de la estructura marcando con una "x" para las distintas formas, (Figura 41). Según sea el caso:

- Planta en forma "H"
- Planta en forma "T"
- Planta en forma "U o C"
- Planta en forma "L"
- Planta en forma "Cajón"
- Planta en forma "Regular"
- Esbeltez horizontal: marque esta opción si  $L/A > 5$  L (Figura 41– Planta Regular).

Si la planta es rectangular se debe determinar las longitudes laterales del edificio, donde "L" es la mayor dimensión lateral de la planta y "A" la menor. Calcular la relación  $L/A$  Y compararla con el valor 5.

- Marque la opción de "Ninguno" en caso de que el esquema de planta de la estructura sea irregular o no esté entre las opciones anteriores.

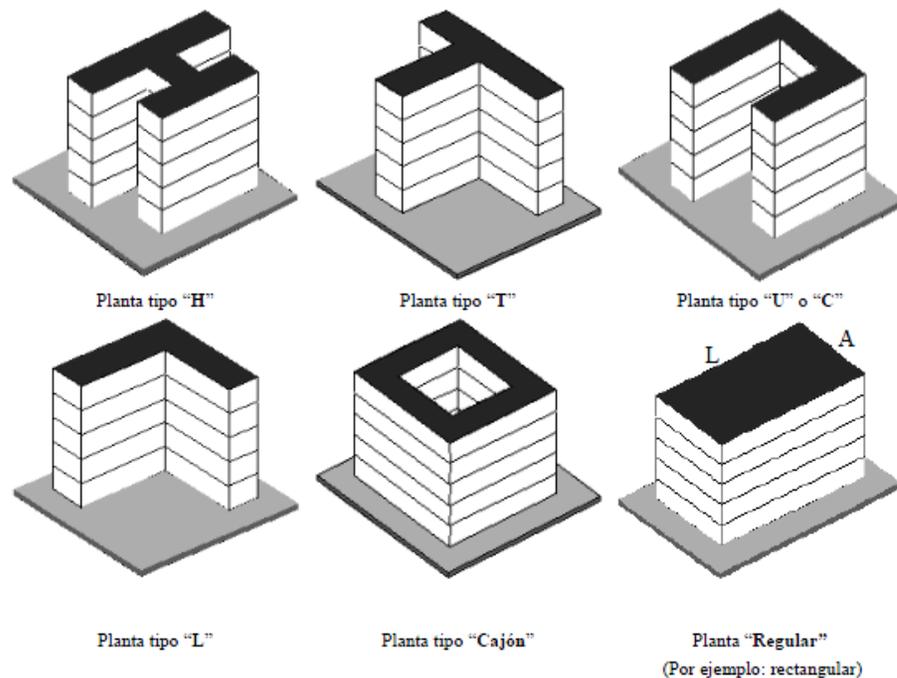


Figura 41. Esquema de Planta.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

11.) Esquema de elevación.

11. Esquema de elevación (marcar con "x")		
<input type="checkbox"/> " T "	<input type="checkbox"/> " U "	<input type="checkbox"/> Esbeltez vertical
<input type="checkbox"/> Pirámide invertida	<input type="checkbox"/> " L "	<input type="checkbox"/> Ninguno
<input type="checkbox"/> Piramidal	<input type="checkbox"/> Rectangular	

Figura 42. Planilla de Inspección, esquema de elevación.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

Indique el esquema de elevación de la estructura marcando con una "x" para las distintas formas, (Figura 42) según sea el caso:

- Elevación en forma de "T".

- Elevación en forma de "Pirámide invertida", (Aumento de la masa a medida que aumenta la altura).

- Elevación en forma "Piramidal", (Disminución de la masa a medida que aumenta la altura).

- Elevación en forma de “U”.
- Elevación en forma de “L”.
- Elevación de forma “Rectangular”.
- Esbeltez vertical: marque esta opción si  $H/A > 4$  (Figura 43), elevación rectangular.

Si el esquema de elevación es rectangular se debe determinar la menor longitud lateral A y la altura del edificio H, calcular la relación H/A y compararla con el valor 4.

- Marque la opción de “Ninguno” en caso de que el esquema en elevación de la estructura sea irregular y no esté entre las opciones que se muestran en la planilla (Figura 42).

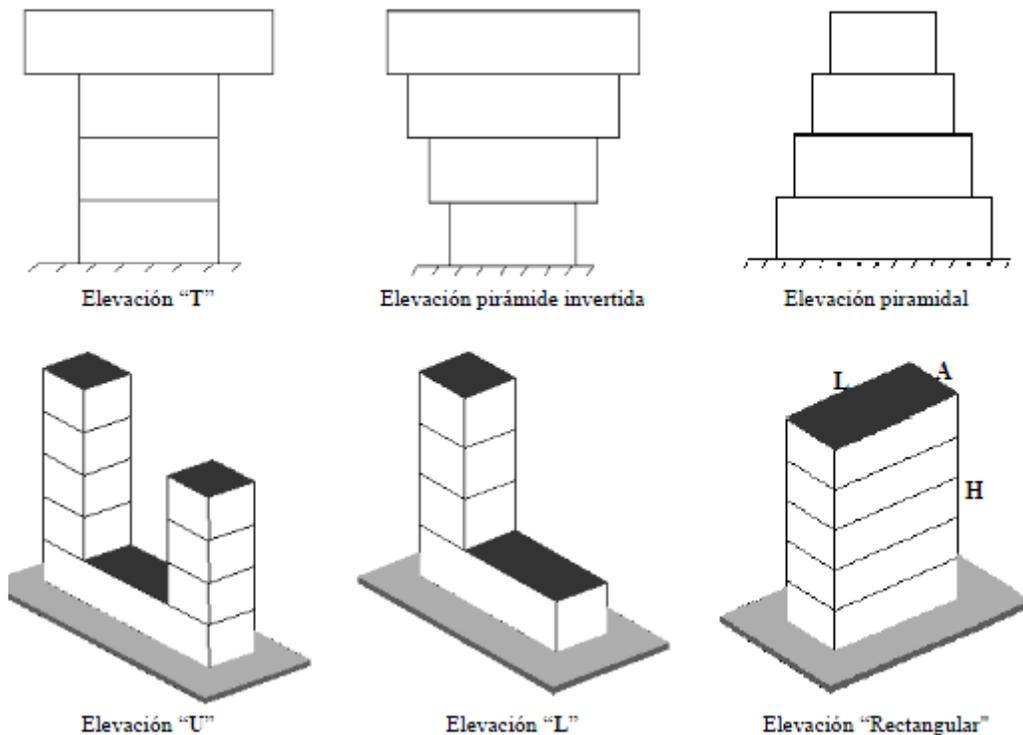


Figura 43. Esquema de elevación.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

## 12.) Irregularidades.

12. Irregularidades (marcar con "x", múltiples opciones)	
<input type="checkbox"/> 12.1 Ausencia de vigas altas en una o dos direcciones	<input type="checkbox"/> 12.7 Aberturas significativas en losas
<input type="checkbox"/> 12.2 Ausencia de muros en una dirección	<input type="checkbox"/> 12.8 Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta
<input type="checkbox"/> 12.3 Estructura frágil	<input type="checkbox"/> 12.9 Adosamiento: Losa contra losa
<input type="checkbox"/> 12.4 Presencia de al menos un entrepiso debil ó blando	<input type="checkbox"/> 12.10 Adosamiento: Losa contra columna
<input type="checkbox"/> 12.5 Presencia de columnas cortas	12.11 Separación entre edificios (cm): _____
<input type="checkbox"/> 12.6 Discontinuidad de ejes de columnas o paredes portantes	

Figura 44. Planilla de Inspección, irregularidades.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

12.1) Indique con una "x" si no hay vigas altas en una (Figura 45) o en dos direcciones (Figura 46).

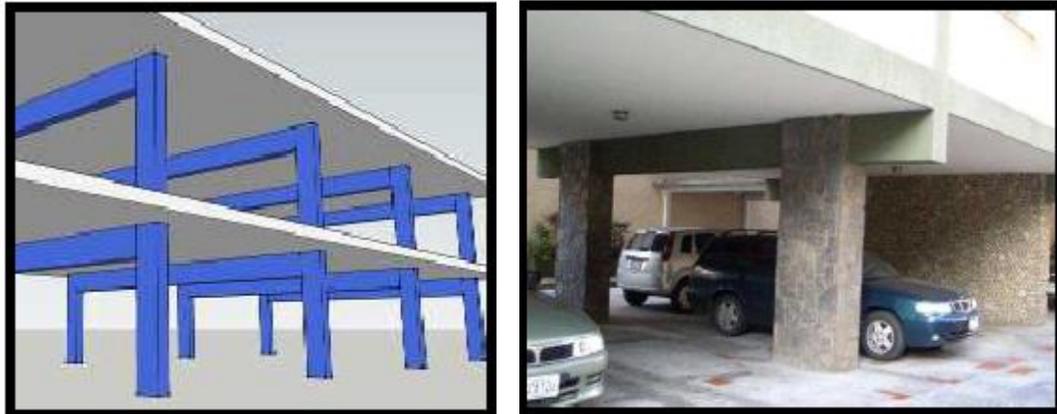


Figura 45. Ausencia de vigas altas en una dirección.

Fuente: FUNVISIS, 2014.



Figura 46. Ausencia de vigas altas en dos direcciones.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

12.2) Marque con una “x” si se comprueba la ausencia de muros en una dirección del edificio, como ocurre en algunos sistemas del tipo túnel (Figura 47).

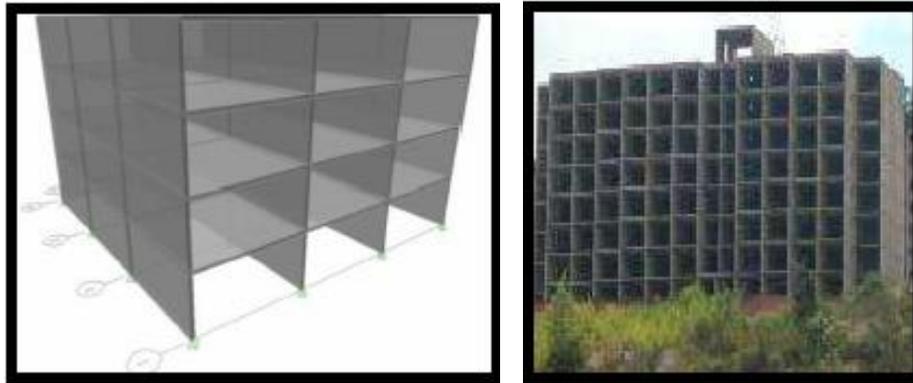


Figura 47. Ausencia de Muros en una dirección.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

12.3) Marque con una “x” si el edificio presenta un carácter frágil, correspondiendo a edificios sin capacidad para disipar energía, como las edificaciones de adobe o de paredes de bloques de concreto o de arcilla que no poseen refuerzo metálico interior ni elementos de confinamiento (columnas, vigas de corona) (Figura 48).

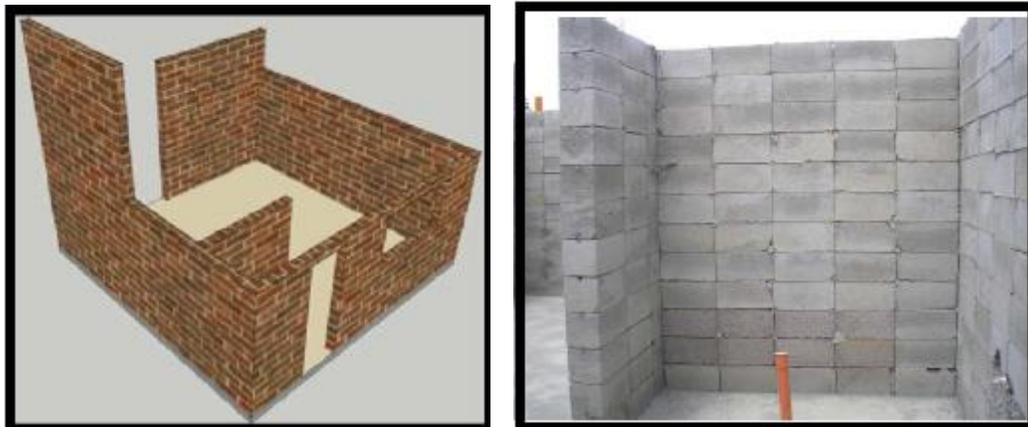


Figura 48. Edificios frágiles, constituidos por paredes de bloques sin refuerzos metálicos interior, ni la presencia de vigas ni columnas.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

12.4) Indique con una “x” si existe un entrepiso blando o débil (Figura 49 y 50).



Figura 49. Entrepiso blando.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

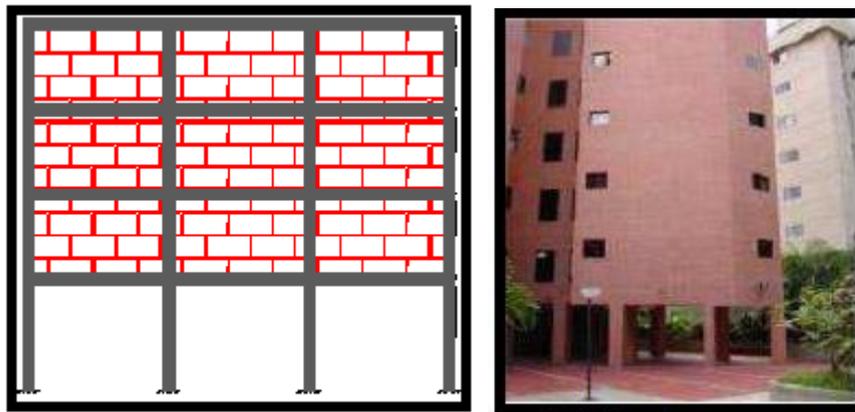


Figura 50. Planta baja blanda.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

12.5) Indique con una “x” si hay presencia de columnas cortas (Figura 51).

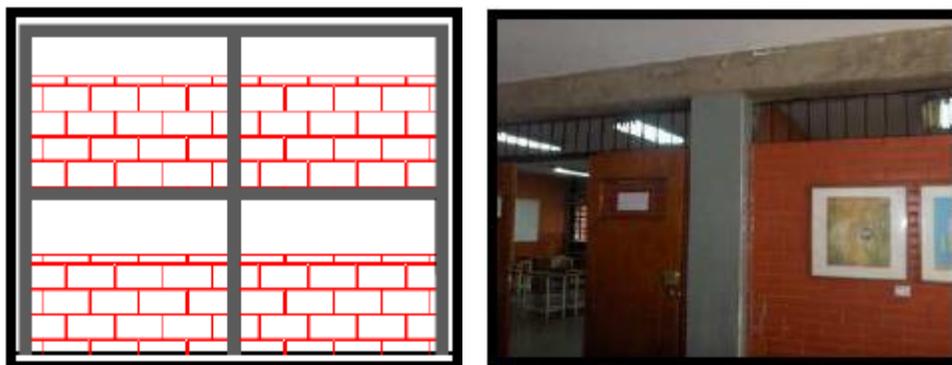


Figura 51. Presencia de columna corta.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

12.6) Indique marcando con una “x” si hay discontinuidad en el eje de las columnas o en paredes portantes o en algún elemento estructural vertical (Figura 52).

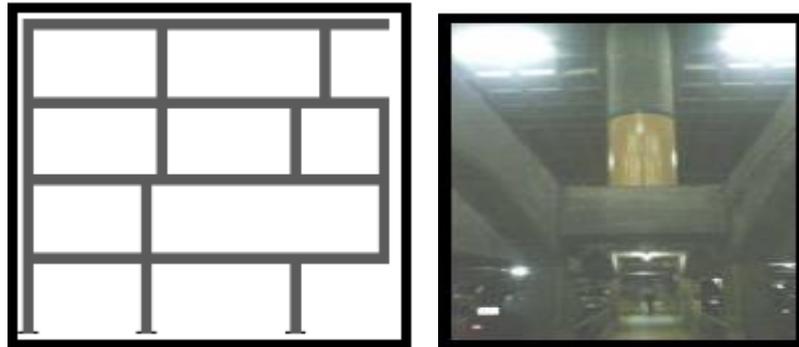


Figura 52. Discontinuidad en el eje de las columnas.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

12.7) Se debe determinar las longitudes laterales de la losa y las longitudes de las aberturas y calcular las áreas. Si la suma de las áreas de las aberturas ( $\Sigma A_h$ ) es mayor al 0,20 del área de la losa (A) marcar con una “x”, en caso contrario no marcar (Figura 53).

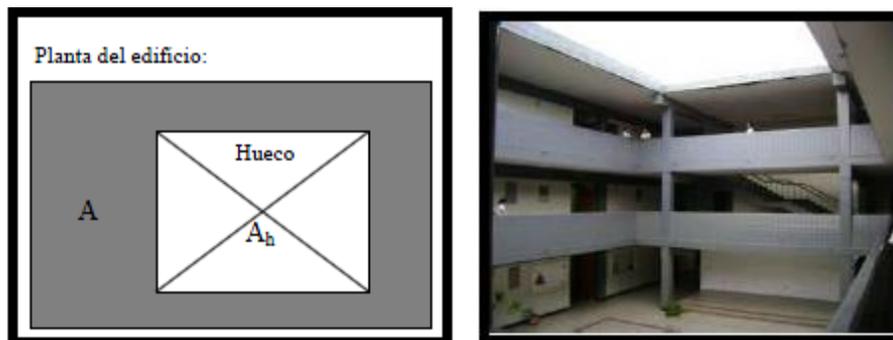


Figura 53. Aberturas significativas en las losas.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

12.8) Si se comprueba la existencia de masas concentradas, muros estructurales, paredes, núcleo de ascensores, núcleo de escaleras u otro, excéntricas en la estructura, que generen asimetría de masas y/o rigideces, marcar con una “x”, en caso contrario dejar la opción en blanco (Figura 54).

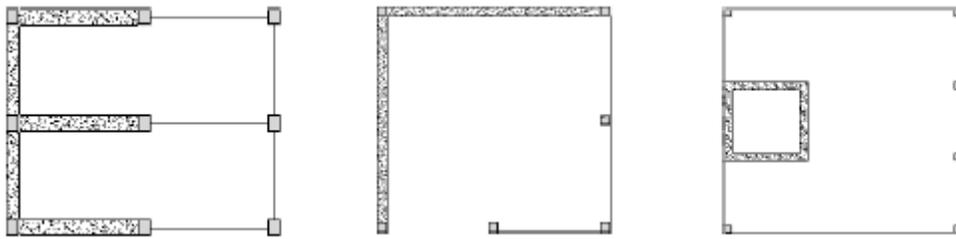


Figura 54. Asimetría de rigideces en planta.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

12.9) Si existe adosamiento entre edificaciones marque con una “x” si las losas de entrepiso se encuentran a la misma altura (Figura 55).

12.10) Si existe adosamiento entre edificaciones marque con una “x” si las losas de entrepiso se encuentran a distintas alturas (Figura 56).

12.11) Si una edificación está adosada a otra adyacente, medir y anotar la separación en centímetros entre ambas (Figura 55 y 56). Esta situación de adosamiento entre edificaciones puede presentarse entre dos módulos de la misma edificación separados por juntas de construcción.



Figura 55. Adosamiento: losa contra losa.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

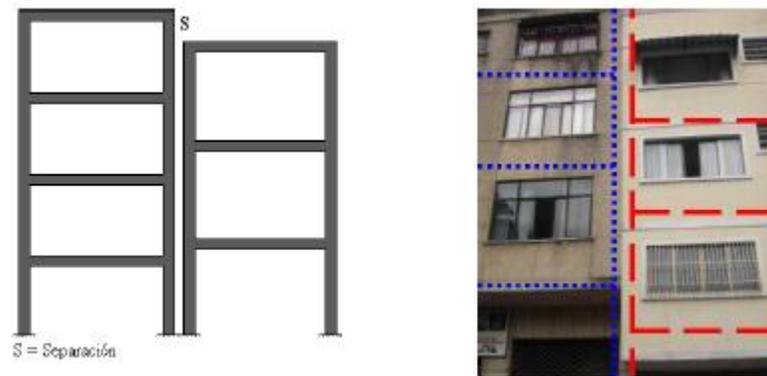


Figura 56. Adosamiento: losa contra columna.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

Si el último nivel de una edificación corresponde a un sistema cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada (MMNC) y los pisos inferiores corresponden a otro tipo estructural, se le asignará a la edificación las irregularidades (I3) asociadas a los pisos inferiores.

### 13.) Grado de deterioro.

A continuación se muestran los tipos de deterioro que evaluaremos en la planilla de inspección, como lo muestra la Figura 57.

13. Grado de deterioro (marcar con "x", una opción por pregunta)			
13.1 Est. de Concreto: Agrietamiento en elementos estructurales y/o corrosión en acero de refuerzo:	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Moderado	<input type="checkbox"/> Severo
13.2 Est. de Acero: Corrosión en elementos de acero y/o deterioro de conexiones y/o pandeo:	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Moderado	<input type="checkbox"/> Severo
13.3 Agrietamiento en paredes de relleno:	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Moderado	<input type="checkbox"/> Severo
13.4 Estado general de mantenimiento:	<input type="checkbox"/> Bueno	<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Bajo

Figura 57. Planilla de Inspección, grado de deterioro.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

13.1) Estructura de concreto armado. Si observa en los elementos estructurales, presencia de grietas al menos de 2 mm de espesor o corrosión avanzada en los aceros de refuerzos escoja la opción Severo marcando con una "x". En caso que las grietas y la corrosión de los aceros sean menores marque la opción Moderado, si no se observa ningún daño marque la opción ninguno, ver Figura58.



Figura 58. Grado de deterioro, estructuras de concreto armado.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

13.2) Estructuras de acero. Si observa en los elementos estructurales pandeo, fractura en las conexiones o corrosión avanzada, marque con una “x” la opción Severo. Si observa corrosión de menor grado en los elementos estructurales marque la opción Moderado, si no observa ningún daño marque Ninguno (Figura 59).

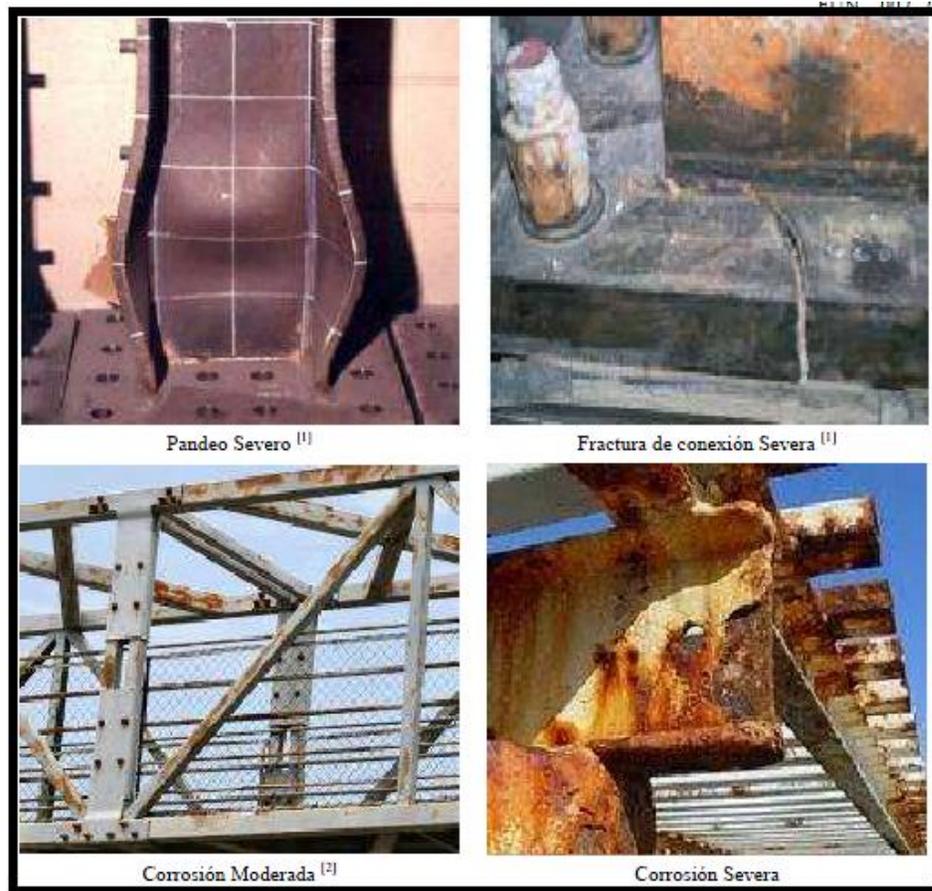


Figura 59. Grado de deterioro, estructuras de acero.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

13.3) Si las grietas en la tabiquería son mayores a 2 mm marcar con una “x” la opción severo, si son menores marque la opción Moderado, si no hay grietas marque la opción Ninguno. Ver Figura 60.



Figura 60. Agrietamiento en mampostería.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

13.4) Si no hay indicios de deterioro, humedad o filtraciones, marque la opción Bueno. Si existen numerosos indicios, marque la opción Bajo. En situaciones intermedias marque la opción Regular . Ver Figura 61.

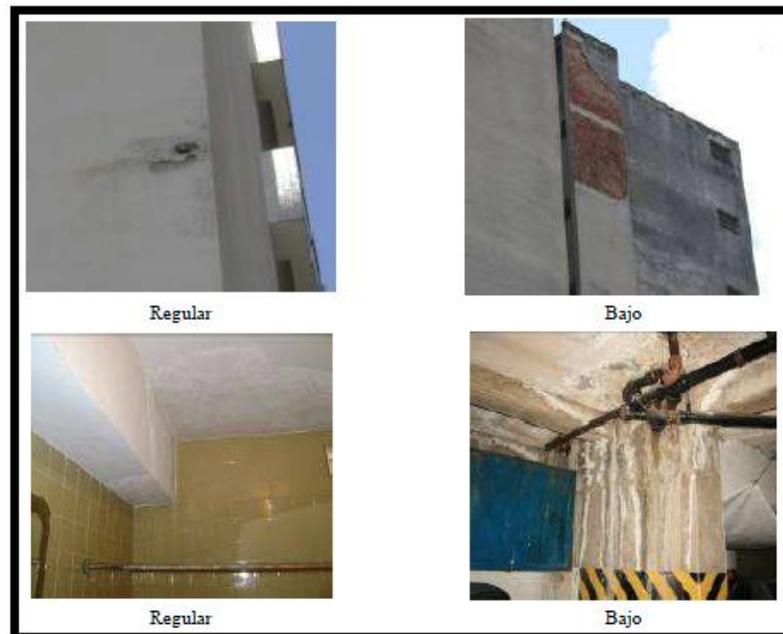


Figura 61. Estado general de la estructura.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

## 14.) Observaciones.

14. Observaciones

Figura 62. Planilla de Inspección, observaciones.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

- Indicar si la estructura ha sufrido algún tipo de modificaciones y/o ampliaciones tanto en el sentido horizontal como en el vertical.
- Indique el número de módulos que conforman la instalación.
- Indique cualquier aspecto resaltante que considere importante.

## 15.) Croquis de ubicación, fachada y planta.

En el croquis de ubicación se debe mostrar la distribución de cada módulo de la instalación. Viene a ser una vista aérea del conjunto con respecto al terreno, se deben enumerar los módulos (Figura 63) e indicar el norte.

15. Croquis de ubicación, fachada y planta	
Croquis de ubicación	Croquis de fachada
 Norte	 Norte
Croquis de planta	
 Norte	

Figura 63. Planilla de Inspección, croquis de ubicación, fachada y planta.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

Realizar los croquis de ubicación, fachada y de la planta del módulo a levantar.

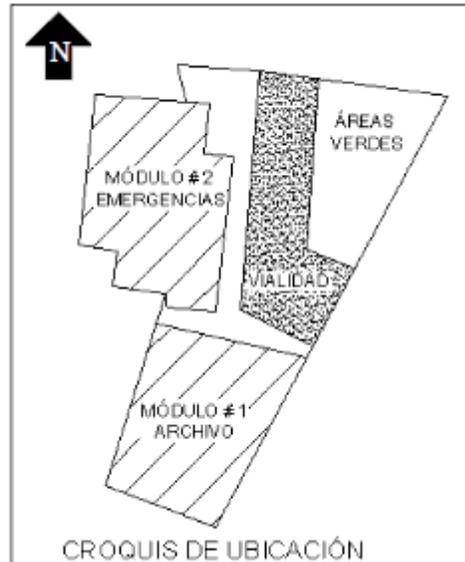


Figura 64. Croquis de ubicación.

Fuente: FUNVISIS, 2014.

Para el croquis de la fachada se debe dibujar la fachada principal en el plano compuesto por los ejes “z” y “x”, y una fachada lateral en el plano “z” y “y”. Identificar el número de cada fachada según el croquis de planta.

En los croquis de fachada se deben identificar:

- ✓ El nivel del terreno con respecto a la edificación.
- ✓ Los pisos, sótanos, y semi-sótanos respecto al terreno.
- ✓ Concentración de masas en el techo (tanques).

En el croquis de planta se deben representar la forma de la planta, la ubicación de los elementos estructurales, núcleo de circulación vertical (módulo de escaleras o ascensores), entrada al edificio y el adosamiento con otras estructuras. Indicar el número de las fachadas:

La fachada principal es la número uno (1) y las otras se enumeran en sentido anti-horario.

16.) Memoria fotográfica de la edificación inspeccionada.

La inspección debe contar con un registro fotográfico de las características básicas de la edificación. En particular las fotografías a tomar son las siguientes:

- ✓ Fachadas
- ✓ Identificación del edificio.
- ✓ Condiciones del terreno.
- ✓ Taludes cercanos.
- ✓ Tipo Estructural.
- ✓ Elementos estructurales.
- ✓ Losas.
- ✓ Juntas.
- ✓ Nodo o conexiones.
- ✓ Irregularidades.
- ✓ Grado de deterioro.

Luego de analizar el procedimiento para el correcto llenado de la planilla de inspección, procederemos a explicar en qué consiste la aplicación APP para sistemas Adroid, el cual permite almacenar las características sismoresistentes de edificaciones basada en la metodología de FUNVISIS antes mencionada.

La aplicación móvil (ver Figura 65) viene a complementar la metodología que plantea FUNVISIS para la determinación de índices de vulnerabilidad, riesgo sísmico y priorización para edificaciones.

Dicha aplicación fue empleada en el año 2014 para el cálculo de amenaza sísmica en el proyecto “Microzonificación sísmica en la ciudad de Caracas”, sin embargo es aplicable en el resto del país.



Figura 65. Aplicación Móvil.

Fuente: FUNVISIS, 2015.

El vaciado de los datos obtenidos en la inspección es muy sencillo, a continuación indicaremos cuales son los pasos a seguir:

- 1.) Luego de ingresar a la aplicación debemos pulsar Nueva Inspección, para de esta manera comenzar al llenado de los datos. Ver Figura 66.



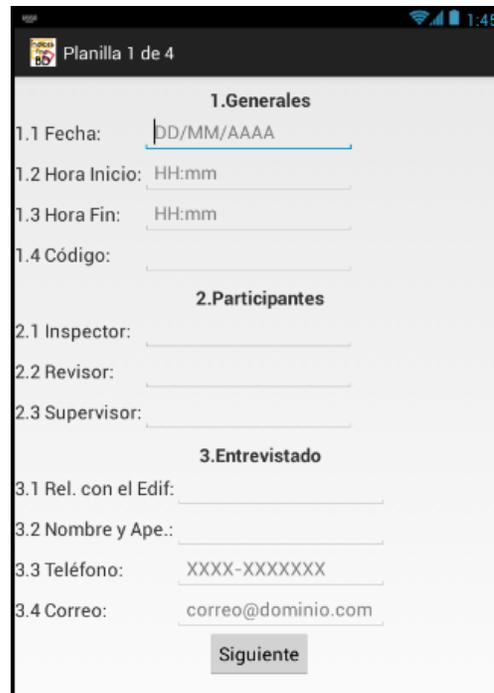
Figura 66. Aplicación Móvil (inicio).

Fuente: E. Propia.

2.) En la primera planilla llenamos los siguientes datos (ver Figura 67):

- Datos generales.
- Participantes.
- Entrevistado.

Y marcamos la opción siguiente.



The image shows a mobile application interface for data entry. At the top, it says 'Planilla 1 de 4'. The form is divided into three sections:

- 1. Generales**
  - 1.1 Fecha: DD/MM/AAAA
  - 1.2 Hora Inicio: HH:mm
  - 1.3 Hora Fin: HH:mm
  - 1.4 Código:
- 2. Participantes**
  - 2.1 Inspector:
  - 2.2 Revisor:
  - 2.3 Supervisor:
- 3. Entrevistado**
  - 3.1 Rel. con el Edif.:
  - 3.2 Nombre y Ape.:
  - 3.3 Teléfono: XXXX-XXXXXXX
  - 3.4 Correo: correo@dominio.com

At the bottom of the form is a button labeled 'Siguiente'.

Figura 67. Aplicación Móvil (llenado de datos, parte 1).

Fuente: E. Propia.

3.) En la siguiente planilla debemos ingresar los datos de identificación y ubicación, así como el uso de la edificación inspeccionada en cuestión. Ver Figura 68.

Planilla 2 de 4

**4. Identificación y ubicación**

4.1 Nombre o N°: \_\_\_\_\_

4.2 N° pisos: \_\_\_\_\_

4.3 N° semisótanos: \_\_\_\_\_

4.4 N° sótanos: \_\_\_\_\_

4.5 Estado: \_\_\_\_\_

4.6 Ciudad: \_\_\_\_\_

4.7 Municipio: \_\_\_\_\_

4.8 Parroquia: \_\_\_\_\_

4.9 Urb., Barrio: \_\_\_\_\_

4.10 Sector: \_\_\_\_\_

4.11 Calle, Vereda: \_\_\_\_\_

4.12 Pto. referencia: \_\_\_\_\_

4.13 Longitud: \_\_\_\_\_

4.14 Latitud: \_\_\_\_\_

4.15 Huso: \_\_\_\_\_

Ubicar

**5. Uso**

5.1 El uso es:

Gubernamental     Militar

Bomberos         Viv. Popular

Protección Civil    Viv. Unifamiliar

Policial             Viv. Multifamiliar

Médico-Asist.      Industrial

Educativo           Comercial

Depor.-Recreativo  Oficina

Cultural             Religioso

Otro (especifique) \_\_\_\_\_

Siguiente

Figura 68. Aplicación Móvil (llenado de datos, parte 2).

Fuente: E. Propia.



Figura 69. Aplicación Móvil (ubicación de la inspección).

Fuente: E. Propia.

Luego de llenar los datos como lo son: Estado, Ciudad, Municipio, Parroquia, Urb., Barrio, Sector, calle, vereda, punto de referencia. Podemos observar que en la Figura 69 aparece una opción de “Ubicar”, esta opción permite conectarse con el enlace de la Aplicación de Google Earts y lograr ubicar la edificación estudiada.

4.) En la próxima planilla debemos llenar los siguientes datos:

- Capacidad de ocupación.
- Año de construcción.
- Condición del terreno.
- Tipo estructural.

The image shows two screenshots of a mobile application form. The left screenshot displays sections 6, 7, 8, and 9.1. Section 6 is 'Capacidad de ocupación' with fields for '6.1 N° personas' and '6.2 Ocupación durante' (Mañana, Tarde, Noche). Section 7 is 'Año de construcción' with fields for '7.1 Año' and '7.2 Rango'. Section 8 is 'Condición del terreno' with fields for '8.1 Edificación en', '8.2 Pendiente terreno', '8.3 En la mitad sup.', '8.4 Pendiente talud', '8.5 Separación talud', and '8.6 Drenajes'. Section 9.1 is 'Tipo Estructural' with a list of 15 options. The right screenshot shows the same section 9.1 with a 'Siguiete' button at the bottom.

Figura 70. Aplicación Móvil (llenado de datos, parte 3).

Fuente: E. Propia.

5.) en esta planilla se deben llenar los siguientes puntos como lo son:

- esquema de planta.
- Esquema de elevación.

- Irregularidades.
- Grado de deterioro.
- Observaciones.

Por ultimo pulsamos la opción guardar y la aplicación automáticamente crea aloja este archivo en una base de datos que posteriormente podemos revisar o modificar según se desee, así como también ver en el mapa las inspecciones que hemos realizado. Ver Figura 71 y 72.

The image displays two screenshots of a mobile application interface for data entry, titled 'Planilla 4 de 4'.

**Left Screenshot (Figura 71):**

- 10. Esquema de planta:** 10.1 Esq. Planta: **Selecciona**
- 11. Esquema de elevación:** 11.1 Esq. Elevación: **Selecciona**
- 12. Irregularidades:**
  - 12.1 Ausencia de vigas altas en 1D o 2D
  - 12.2 Ausencia muros en 1D
  - 12.3 Estructura fragil
  - 12.4 Entrepiso debil o blando
  - 12.5 Presencia columna cortas
  - 12.6 Discontinuidad en ejes de columnas o muros portantes
  - 12.7 Aberturas significativas en losas
  - 12.8 Asimetría de masa o rigideces en planta
  - 12.9 Adosamiento: losa-losa
  - 12.10 Adosamiento: losa-columna
  - 12.11 Dist. entre ediff(cm): \_\_\_\_\_
- 13. Grado de deterioro:**
  - 13.1 Estructura concreto: **Selecciona**
  - 13.2 Estructura acero: **Selecciona**

**Right Screenshot (Figura 72):**

- 12. Irregularidades:**
  - 12.1 Ausencia de vigas altas en 1D o 2D
  - 12.2 Ausencia muros en 1D
  - 12.3 Estructura fragil
  - 12.4 Entrepiso debil o blando
  - 12.5 Presencia columna cortas
  - 12.6 Discontinuidad en ejes de columnas o muros portantes
  - 12.7 Aberturas significativas en losas
  - 12.8 Asimetría de masa o rigideces en planta
  - 12.9 Adosamiento: losa-losa
  - 12.10 Adosamiento: losa-columna
  - 12.11 Dist. entre ediff(cm): \_\_\_\_\_
- 13. Grado de deterioro:**
  - 13.1 Estructura concreto: **Selecciona**
  - 13.2 Estructura acero: **Selecciona**
  - 13.3 Grietas en paredes: **Selecciona**
  - 13.4 Edo. Gen. mant.: **Selecciona**
- 14. Observaciones:**
  - 14.1 Escribe tus observaciones: \_\_\_\_\_

A **GUARDAR** button is visible at the bottom of the right screenshot.

Figura 71. Aplicación Móvil (llenado de datos, parte 4).

Fuente: E. Propia.

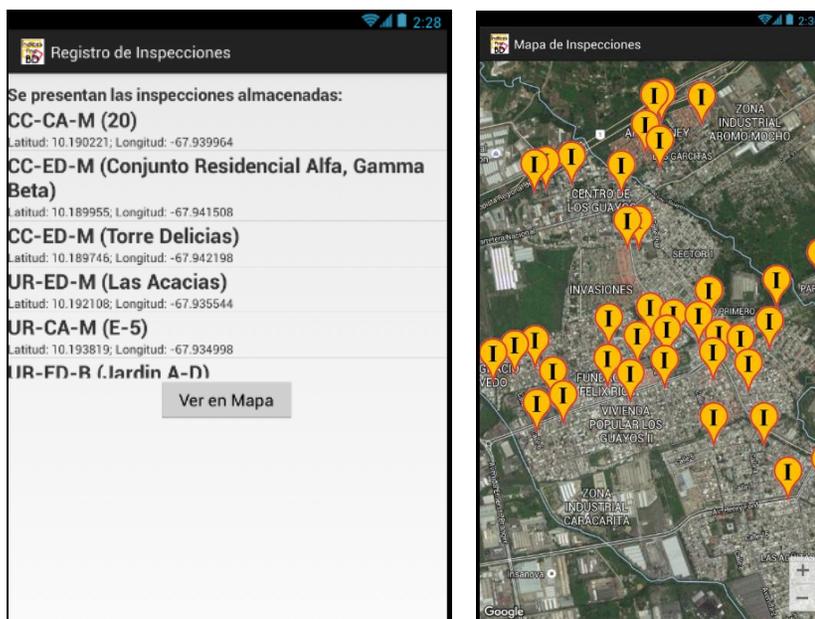


Figura 72. Aplicación Móvil (Almacenamiento y visualización de inspecciones).

Fuente: E. Propia.

3.2.4. Fase 4. Determinar indicadores de amenaza, vulnerabilidad, riesgo sísmico y priorización de las edificaciones inspeccionadas.

Para la determinación y valoración de los índices de vulnerabilidad se usarán las ecuaciones (1), (2) y (3) enumeradas anteriormente, y para la valorización de los índices antes descritos se usarán las Tablas 12, 13 y 14 descritas en el presente trabajo de investigación. El origen y justificación de estos rangos se puede consultar en (López et. al. 2014).

3.2.5. Fase 5. Elaboración de Mapas.

A partir de los valores reflejados en las fases anteriores procederemos a elaborar mapas de distribución donde plasmaremos los resultados de cada índice obtenido, evidenciando así las zonas estudiadas.

## CAPITULO IV

### ANALISIS Y RESULTADOS

#### 4.1. Presentación y discusión de resultados.

En este capítulo se presenta el análisis y los resultados obtenidos en las fases de investigación realizadas en el Municipio Los Guayos.

##### 4.1.1. Fase 1.

Haciendo la sectorización por zonas homogéneas en el Municipio Los Guayos, se pudo identificar claramente una cantidad de 103 zonas, en donde se evidenciaron edificaciones residenciales en urbanizaciones, en el casco central y barrios, siendo esta última la que predomina en el Municipio estudiado. Con dicha sectorización se pudo visualizar e identificar cada zona con mayor facilidad para realizar las inspecciones correspondientes, al igual que permitió mostrar en mapas (Anexos x) la distribución de los índices calculados que se discutirán posteriormente.

##### 4.1.2. Fase 2.

Para la estimación de edificaciones existente se empleó la aplicación google Eart y las visitas en campo. Es importante resaltar que el conteo de las edificaciones por cada zona homogénea fue un estudio visual, obteniendo así un valor aproximado, el cual, arrojó la cantidad de 33373 edificaciones en las zonas seleccionadas.

##### 4.1.3. Fase 3.

En este capítulo se presenta el análisis de los resultados obtenidos en las fases de investigación del Municipio Los Guayos. Haciendo uso de la planilla de

inspección de edificaciones, se logró recopilar información y crear una base de datos de la población estudiada (ver Anexos b), con la cual podemos analizar y calcular los indicadores de riesgos sísmico.

Luego de conocer las zonas de estudio y la cantidad de edificaciones existentes por cada zona homogénea, se procedió a aplicar la planilla de inspección diseñada por FUNVISIS, 2014, con la cual se recabo la información necesaria para calcular y asignar los índices que permitieron la obtención de los indicadores de riesgo sísmico.

Se lograron realizar un total de 106 inspecciones a lo largo de todo el Municipio Los Guayos, incluyendo solo edificaciones de uso residencial.

En la presente sección se muestran dos ejemplos de la información recopilada con la planilla de inspección de edificaciones (características Sismorresistente) para cada edificación inspeccionada, por medio de la planilla de inspección escaneada (Figuras 73, 74, 75, 76), el cálculo de índice de vulnerabilidad, índice de amenaza, e índice de priorización, y por ultimo las imágenes de las edificaciones correspondiente.

#### Ejemplo 1: Vivienda Multifamiliar.

Vivienda multifamiliar, de 1 piso de construcción, ubicada en el Sector Antonieta de Chelly, Municipio Los Guayos, Estado Carabobo en el año 1995, con una ocupación de nueve personas. El terreno donde se encuentra la vivienda es una planicie, con canalización de los drenajes. El sistema de construcción es de pórticos de concreto armado relleno con paredes bloque de concreto, su esquema de planta es regular y su esquema de elevación es rectangular, la vivienda no presenta grietas en los elementos estructurales, pero unas pocas en la mampostería. El estado de mantenimiento en general es regular.

Gobierno Bolivariano de Venezuela		Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación		Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)	
Versión 062013					
<b>PLANILLA DE INSPECCIÓN DE EDIFICACIONES</b> (Características Sismorresistentes)					
I. DATOS GENERALES					
1.1 Fecha: <u>20-09-16</u>		1.2 Hora Inicio: <u>3:15 pm</u>		1.3 Hora culminación: <u>3:25 pm</u>	
		1.4 Código: <u>BA-CA-M</u>			
II. PERSONAL PARTICIPANTE					
Función	Nombre y apellido	Teléfono	Correo Electrónico		
2.1 Inspector	<u>Andy Bolívar</u>	<u>0412-9656041</u>	<u>bolivarandy@gmail.com</u>		
2.2 Revisor	<u>Adalgiza Pombo</u>	<u>0414-1426166</u>	<u>PomboAdalgiza@gmail.com</u>		
2.3 Supervisor					
III. DATOS DE LA EDIFICACIÓN					
3.1 Relación con la Edif.	3.2 Nombre y apellido	3.3 Teléfono	3.4 Correo Electrónico		
<u>Propietario</u>	<u>Cruz Sabana</u>	<u>0426.641.3583</u>	-		
IV. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN					
4.1 Nombre o N°:	4.2 N° de pisos:	4.3 N° de semi-sótanos:			
<u>.42</u>	<u>1</u>	<u>0</u>			
4.4 N° de sótanos:	4.5 Estado:	4.6 Ciudad:	4.7 Municipio:		
<u>0</u>	<u>Carabobo</u>	<u>Los Guayos</u>	<u>Los Guayos</u>		
4.8 Parroquia:	4.9 Urb. Barrio:	4.10 Sector:			
<u>Los Guayos</u>	<u>Vivienda Barbas</u>	<u>Antonieta de Guzmán</u>			
4.11 Calle, Vereda:	4.12 Pto. de Referencia:	4.13 Proy. UTM (REGVEN) 4.13 Coord. X:			
<u>3<sup>ra</sup> Calle</u>	<u>Mercal</u>	<u>616353,44</u>			
4.14 Coord. Y:	4.15 Huto:				
<u>112.5309</u>	<u>19N</u>				
<input type="checkbox"/> Gubernamental <input type="checkbox"/> Militar <input type="checkbox"/> Médico-Asistencial <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Otro (Especifique)					
<input type="checkbox"/> Bomberos <input type="checkbox"/> Vivienda Popular <input type="checkbox"/> Educativo <input type="checkbox"/> Comercial					
<input type="checkbox"/> Protección Civil <input checked="" type="checkbox"/> Vivienda Unifamiliar <input type="checkbox"/> Deportivo-Recreativo <input type="checkbox"/> Oficina					
<input type="checkbox"/> Policial <input type="checkbox"/> Vivienda Multifamiliar <input type="checkbox"/> Cultural <input type="checkbox"/> Religioso					
5.1 Número de personas que ocupan el inmueble: <u>9</u>					
5.2 Ocupación durante: <input checked="" type="checkbox"/> Mañana <input checked="" type="checkbox"/> Tarde <input checked="" type="checkbox"/> Noche					
Año: <u>1995</u>					
<input type="checkbox"/> Antes de 1939 <input type="checkbox"/> Entre 1940 y 1947 <input type="checkbox"/> Entre 1948 y 1955 <input type="checkbox"/> Entre 1956 y 1967 <input type="checkbox"/> Entre 1968 y 1982 <input checked="" type="checkbox"/> Entre 1983 y 1998 <input type="checkbox"/> Entre 1999 y 2001 <input type="checkbox"/> Después de 2001					
6.1 Edificación en:					
<input checked="" type="checkbox"/> Plante <input type="checkbox"/> Ladera <input type="checkbox"/> Base <input type="checkbox"/> Cima					
6.2 Pendiente del terreno: <input type="checkbox"/> 20° - 45° <input type="checkbox"/> Mayor a 45°					
6.3 Localizada sobre la mitad superior de la ladera: <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No					
6.4 Pendiente del talud: <input type="checkbox"/> 20° - 45° <input type="checkbox"/> Mayor a 45°					
6.5 Separación al talud: <input type="checkbox"/> Menor a H del Talud <input type="checkbox"/> Mayor a H del Talud					
7.1 Marque con "x", múltiples opciones:					
<input type="checkbox"/> 1. Pórticos de concreto armado <input type="checkbox"/> 9. Sistemas pre-fabricados a base de grandes peneles o de pórticos					
<input checked="" type="checkbox"/> 2. Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto <input type="checkbox"/> 10. Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada					
<input type="checkbox"/> 3. Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales <input type="checkbox"/> 11. Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada					
<input type="checkbox"/> 4. Sistemas con muros de concreto armado de poco espesor, dispuestos en una sola dirección (algunos sist. tipo tónal) <input type="checkbox"/> 12. Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura no mayor a 2 pisos					
<input type="checkbox"/> 5. Pórticos de acero <input type="checkbox"/> 13. Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura mayor a 2 pisos					
<input type="checkbox"/> 6. Pórticos de acero con perfiles tubulares <input type="checkbox"/> 14. Viviendas de bahareque de un piso					
<input type="checkbox"/> 7. Pórticos de acero diagonalizados <input type="checkbox"/> 15. Viviendas de construcción precaria (tierra, maera, zinc, etc.)					
<input type="checkbox"/> 8. Pórticos de acero con cerchas					
7.2 Indique el número del tipo estructural predominante:					
<input type="checkbox"/> *H* <input type="checkbox"/> *L* <input type="checkbox"/> Esbeltez horizontal <input type="checkbox"/> *T* <input type="checkbox"/> *U* <input type="checkbox"/> Esbeltez vertical					
<input type="checkbox"/> *Y* <input type="checkbox"/> Cajón <input checked="" type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Pirámide invertida <input type="checkbox"/> *L* <input checked="" type="checkbox"/> Ninguno					
<input type="checkbox"/> *U*δ* C* <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Piramidal <input type="checkbox"/> Rectangular					

Figura 73. Inspección de edificación (frontal). Ejemplo 1.

Fuente: E. Propia.

I. Datos generales de la edificación		II. Estado de conservación	
<input type="checkbox"/> 12.1 Ausencia de vigas alitas en una o dos direcciones	<input type="checkbox"/> 12.7 Aberturas significativas en losas	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Moderado
<input type="checkbox"/> 12.2 Ausencia de muros en una dirección	<input type="checkbox"/> 12.8 Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta	<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Moderado
<input type="checkbox"/> 12.3 Estructura frágil	<input type="checkbox"/> 12.9 Adosamiento: Losa contra losa	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/> Moderado
<input type="checkbox"/> 12.4 Presencia de al menos un entrepiso débil o blando	<input type="checkbox"/> 12.10 Adosamiento: Losa contra columna	<input type="checkbox"/> Bueno	<input checked="" type="checkbox"/> Regular
<input type="checkbox"/> 12.5 Presencia de columnas cortas	12.11 Separación entre edificios (cm): _____	<input type="checkbox"/> Severo	<input type="checkbox"/> Bajo
<input type="checkbox"/> 12.6 Discontinuidad de ejes de columnas o paredes portantes			
13.1 Est. de Concreto: Agrietamiento en elementos estructurales y/o corrosión en acero de refuerzo:			
13.2 Est. de Acero: Corrosión en elementos de acero y/o deterioro de conexiones y/o pandeo:			
13.3 Agrietamiento en paredes de relleno:			
13.4 Estado general de mantenimiento:			
III. Diagramas			
Croquis de ubicación		Croquis de fachada	
Croquis de planta			
Fotos e tomar:	- Fachadas	- Identificación de la edificación	- Pendiente del terreno
	- Elementos estructurales	- Losas	- Nodos o conexiones
	- Discontinuidad de elementos	- Aberturas excesivas en planta	- Asimetría en planta
	- Grietas o fisuras en elementos de concreto	- Corrosión o deterioro en elementos de acero	- Observaciones o casos especiales
		- Talud cercano	- Tipo estructural
		- Ausencia de vigas alitas	- Presencia columna corta
		- Adosamiento	- Grietas en paredes

Figura 74. Inspección de edificación (posterior). Ejemplo 1.

Fuente: E. Propia.

Ejemplo 2: Edificio con muros de concreto armado de poco espesor, dispuestos en una sola dirección.

Edificio residencial, Ubicado en el Municipio Los Guayos, conjunto residencial los jardines, construido en el año 1981, con una ocupación de 80 personas, la edificación cuenta con 4 pisos, 4 apartamentos por piso. Se encuentra construido en una planicie con canalización en los drenajes. El sistema estructural es de muro de concreto armado de poco espesor, dispuesto en una sola dirección, con una geometría de planta irregular y esquema de elevación rectangular. Presenta dos tipos de irregularidades como lo son: fuerte asimetría de planta y adosamiento Losa contra Losa. Los elementos estructurales presentan algunas grietas y se evidencia adosamiento de los edificios, mientras que el mantenimiento en general de la edificación es regular.

Gobierno Bolivariano de Venezuela		Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación		Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)		FUNVISIS	
Versión: 02/2013		<b>PLANILLA DE INSPECCIÓN DE EDIFICACIONES</b> (Características Sísmorresistentes)				G-20007752-2	
1. Información General							
1.1 Fecha: <u>21-01-16</u>		1.2 Hora inicio: <u>11:00am</u>		1.3 Hora culminación: <u>11:15am</u>		1.4 Código: <u>UR-6D-M</u>	
2. Datos de los Inspectores							
Función	Nombre y apellido	Teléfono		Correo Electrónico			
2.1 Inspector	<u>Andy Bolívar</u>	<u>0412 9656041</u>		<u>bolivarandy@gmail.com</u>			
2.2 Revisor	<u>Adalgiza Pombo</u>	<u>0414 142 6163</u>		<u>Pombo Adalgiza@gmail.com</u>			
2.3 Supervisor							
3. Datos del Edificio							
3.1 Relación con la Edif.		3.2 Nombre y apellido		3.3 Teléfono		3.4 Correo Electrónico	
<u>Propietario</u>		<u>Edwin Mora</u>		<u>0414 4766468</u>			
4. Ubicación y Datos de la Edificación							
4.1 Nombre o N°: <u>Res. Los Jardines</u>		4.2 N° de pisos: <u>4</u>		4.3 N° de semi-sótanos: <u>0</u>			
4.4 N° de sótanos: <u>0</u>		4.5 Estado: <u>Carabobo</u>		4.6 Ciudad: <u>Los Guayos</u>			
4.7 Municipio: <u>Los Guayos</u>		4.8 Parroquia: <u>Los Guayos</u>		4.9 Urb. Barrio: <u>Vivienda Popular</u>		4.10 Sector: <u>Sector 1</u>	
4.11 Calle, Vereda: <u>Calle 2</u>		4.12 Pto. de Referencia: <u>Iglesia</u>		4.13 Coord. X: <u>616790,09</u>		4.14 Coord. Y: <u>1125517,83</u>	
4.15 Huso: <u>19 N</u>							
5. Tipo de Edificación							
<input type="checkbox"/> Gubernamental		<input type="checkbox"/> Militar		<input type="checkbox"/> Médico-Asistencial		<input type="checkbox"/> Industrial	
<input type="checkbox"/> Bomberos		<input type="checkbox"/> Vivienda Popular		<input type="checkbox"/> Educativo		<input type="checkbox"/> Comercial	
<input type="checkbox"/> Protección Civil		<input type="checkbox"/> Vivienda Unifamiliar		<input type="checkbox"/> Deportivo-Recreativo		<input type="checkbox"/> Oficina	
<input type="checkbox"/> Policial		<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda Multifamiliar		<input type="checkbox"/> Cultural		<input type="checkbox"/> Religioso	
<input type="checkbox"/> Otro (Especifique)							
6. Ocupación del Edificio							
6.1 Número de personas que ocupan el inmueble: <u>5</u>				6.2 Ocupación durante: <input checked="" type="checkbox"/> Mañana <input checked="" type="checkbox"/> Tarde <input checked="" type="checkbox"/> Noche			
7. Fecha de Construcción							
Año: <u>1981</u>		<input type="checkbox"/> Antes de 1939		<input type="checkbox"/> Entre 1940 y 1947		<input type="checkbox"/> Entre 1948 y 1955	
		<input checked="" type="checkbox"/> Entre 1968 y 1982		<input type="checkbox"/> Entre 1983 y 1998		<input type="checkbox"/> Entre 1999 y 2001	
				<input type="checkbox"/> Después de 2001			
8. Características de la Edificación							
8.1 Edificación en:		<input checked="" type="checkbox"/> Plante		8.2 Pendiente del terreno: <input type="checkbox"/> 20° - 45°		<input type="checkbox"/> Mayor a 45°	
		<input type="checkbox"/> Ladera		8.3 Localizada sobre la mitad superior de la ladera: <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No			
		<input type="checkbox"/> Base		8.4 Pendiente del talud: <input type="checkbox"/> 20° - 45°		<input type="checkbox"/> Mayor a 45°	
		<input type="checkbox"/> Cima		8.5 Separación al talud: <input type="checkbox"/> Menor a H del Talud		<input type="checkbox"/> Mayor a H del Talud	
8.6 Drenajes: <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No							
9. Tipo de Estructura							
9.1 Marque con "x", múltiples opciones:							
<input type="checkbox"/> 1. Pórticos de concreto armado		<input type="checkbox"/> 9. Sistemas pre-fabricados a base de grandes paneles o de pórticos		<input type="checkbox"/> 10. Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada			
<input type="checkbox"/> 2. Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto		<input type="checkbox"/> 3. Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales		<input type="checkbox"/> 11. Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada			
<input checked="" type="checkbox"/> 4. Sistemas con muros de concreto armado de poco espesor, dispuestos en una sola dirección (algunos sist. tipo túnel)		<input type="checkbox"/> 5. Pórticos de acero		<input type="checkbox"/> 12. Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura no mayor a 2 pisos			
<input type="checkbox"/> 6. Pórticos de acero con perfiles tubulares		<input type="checkbox"/> 7. Pórticos de acero diagonalizados		<input type="checkbox"/> 13. Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura mayor a 2 pisos			
<input type="checkbox"/> 8. Pórticos de acero con cerchas				<input type="checkbox"/> 14. Viviendas de bahareque de un piso			
				<input type="checkbox"/> 15. Viviendas de construcción precaria (tierra, madera, zinc, etc.)			
9.2 Indique el número del tipo estructural predominante:							
<input type="checkbox"/> *H*		<input type="checkbox"/> *L*		<input type="checkbox"/> Esbeltez horizontal		<input type="checkbox"/> *T*	
<input type="checkbox"/> *T*		<input type="checkbox"/> Cajón		<input checked="" type="checkbox"/> Ninguno		<input type="checkbox"/> *U*	
<input type="checkbox"/> *U*o*C*		<input type="checkbox"/> Regular		<input type="checkbox"/> Piramidal		<input type="checkbox"/> *L*	
				<input checked="" type="checkbox"/> Rectangular		<input type="checkbox"/> Ninguno	

Figura 75. Inspección de edificación (frontal). Ejemplo 2.

Fuente: E. Propia.

Gobierno Bolivariano de Venezuela		Ministerio del Poder Público para Ciencia, Tecnología e Innovación		Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)		funvisis	
<p>12.1 Ausencia de vigas altas en una o dos direcciones <input type="checkbox"/></p> <p>12.2 Ausencia de muros en una dirección <input type="checkbox"/></p> <p>12.3 Estructura frágil <input type="checkbox"/></p> <p>12.4 Presencia de al menos un entraplo debil ó blando <input type="checkbox"/></p> <p>12.5 Presencia de columnas cortas <input type="checkbox"/></p> <p>12.6 Discontinuidad de ejes de columnas o paredes portantes <input type="checkbox"/></p> <p>12.7 Aberturas significativas en losas <input type="checkbox"/></p> <p>12.8 Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>12.9 Adosamiento: Losa contra losa <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>12.10 Adosamiento: Losa contra columna <input type="checkbox"/></p> <p>12.11 Separación entre edificios (cm): <u>0 cm</u></p>							
<p>13.1 Est. de Concreto: Agritamiento en elementos estructurales y/o corrosión en acero de refuerzo: <input checked="" type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Moderado <input type="checkbox"/> Severo</p> <p>13.2 Est. de Acero: Corrosión en elementos de acero y/o deterioro de conexiones y/o peneas: <input checked="" type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Moderado <input type="checkbox"/> Severo</p> <p>13.3 Agritamiento en paredes de relleno: <input type="checkbox"/> Ninguno <input checked="" type="checkbox"/> Moderado <input type="checkbox"/> Severo</p> <p>13.4 Estado general de mantenimiento: <input type="checkbox"/> Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Bajo</p>							
<p>Croquis de ubicación</p> <p>Croquis de fachada</p> <p>Croquis de planta</p>							
<p>Fotos a tomar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fachadas</li> <li>- Elementos estructurales</li> <li>- Discontinuidad de elementos</li> <li>- Grietas o fisuras en elementos de concreto</li> <li>- Identificación de la edificación</li> <li>- Losas</li> <li>- Juntas</li> <li>- Aberturas excesivas en planta</li> <li>- Corrosión o deterioro en elementos de acero</li> <li>- Pendiente del terreno</li> <li>- Nodos o conexiones</li> <li>- Asimetría en planta</li> <li>- Talud cercano</li> <li>- Ausencia de vigas altas</li> <li>- Adosamiento</li> <li>- Observaciones o casos especiales</li> <li>- Tipo estructural</li> <li>- Presencia columna corta</li> <li>- Grietas en paredes</li> </ul>							

Figura 76. Inspección de edificación (posterior). Ejemplo 2.

Fuente: E. Propia.

Posteriormente se creará una base de datos con los factores estructurales que inciden en el cálculo de los índices de amenaza, riesgo, vulnerabilidad y priorización ante la amenaza sísmica de las edificaciones inspeccionadas.

A partir de los datos plasmados en la planilla de inspección o los datos vaciados en la aplicación APP para sistemas Android generamos tablas de cálculos de Microsoft Excel, dicha herramienta permitirá realizar los cálculos mediante el análisis de los coeficientes correspondientes a cada factor estructural para la obtención del riesgo sísmico en este Trabajo Especial de Grado. La base de datos y los resultados de los cálculos de los índices en cuestión se presentan en el Apéndice A.

Análisis de los parámetros evaluados en la Planilla de Inspección:

A continuación se presentará una distribución numérica y porcentual de los datos más relevantes obtenidos en las inspecciones mediante la planilla de inspecciones de edificaciones Sismorresistente siguiendo el orden numérico de los ítems en dicha planilla. La cual se muestra a continuación:

### **Distribución Numérica y Porcentual de las Edificaciones Según Periodo de construcción.**

En las inspecciones realizadas en el Municipio Los Guayos no se lograron conseguir edificaciones construidas antes del año 1947, se presume que la misma se encuentra en el casco histórico por ser la zona más antigua. En dicho sector las viviendas de uso residencial están rodeadas en su mayoría de edificaciones de uso comercial, y por ende no se analizaron ya que no cumplen con el criterio de homogeneidad, por lo que nuestro análisis comienza a partir de las edificaciones construidas con la Norma del año 1947 creada por el Ministerio de Obras Públicas (*Normas para el cálculo de edificios*), con vigencia hasta la próxima norma en el año de 1955. José y otros, 2012.

Aquí se totalizaron aproximadamente 843 edificaciones, representando porcentualmente 2.53% de las edificaciones totales estudiadas. Ver Tabla 17 y Figura 18.

Posteriormente, en el año 1955 el MOP crea una nueva norma y se declaró oficial las: "*Normas para el Cálculo de Edificios*. José y otros, 2012.

Entre los años 1956 y 1967 se contabilizaron aproximadamente 2541 edificaciones, representando un 7.1% de las edificaciones construidas para este rango de estudio. Es importante acotar que para la fecha de Julio del año 1967 con la ocurrencia del terremoto había menos del 10% de las edificaciones construidas actualmente en Los Guayos.

Años después se publicó la norma del año 1967 (*Norma Provisional para construcciones antisísmicas*) la cual se desarrolló en base a numerosos estudios realizados a las edificaciones que fueron afectadas por el sismo en ese mismo año, dando los primeros aportes Sismorresistente en Venezuela. José y otros, 2012.

La construcción de las edificaciones siguió avanzando, para el periodo 1968-1982 se construyen aproximadamente 13951 edificaciones, siendo porcentualmente el 41.80% del total de edificaciones construidas hasta la fecha. Ver Figura 18.

Seguidamente en el periodo 1983-1998 bajo la COVENIN del año 1982 (*Edificaciones antisísmicas*), se evidenciaron aproximadamente 13951 edificaciones lo que representa un 41.80% del total construidas, siendo en este periodo la fecha de mayor construcción que se pudo registrar. Años siguientes las normas sufrieron modificaciones hasta llegar a la que actualmente se encuentra en vigencia como lo es la Norma COVENIN 1756-2001(*Edificaciones Sismorresistente*). José y otros, 2012.

Posteriormente en el periodo 1999-2001 solo se evidencio aproximadamente 11 nuevas edificaciones que representan el 0.03%. Ver figura 78.

Con la actual Norma Sismorresistente que comprende a las edificaciones construidas después del año 2001 encontramos 6706 edificaciones, representando el 20.09% del total estudiadas. Ver figura 77 y 78.

En resumen, para una mejor comprensión del lector, se presenta la Tabla 17 donde se plasma en análisis de distribución numérica aproximada de las edificaciones por periodo de construcción.

Tabla 17. Distribución numérica aproximada de las edificaciones por periodo de construcción.

Fuente: E. Propia

Norma Correspondiente	Rango	Estimación de Edificaciones en las Zonas Homogéneas	%de Edificaciones en las Zonas Homogéneas
Sin Norma	Antes de 1939	0	0.00
MOP 1939	Entre 1940 y 1947	0	0.00
MOP 1947	Entre 1948 y 1955	843	2.53
MOP 1955	Entre 1956 y 1967	2541	7.61
MOP 1967	Entre 1968 y 1982	9321	27.93
COVENIN 1982	Entre 1983 y 1998	13951	41.80
COVENIN 1998	Entre 1999 y 2001	11	0.03
COVENIN 2001	Después de 2001	6706	20.09

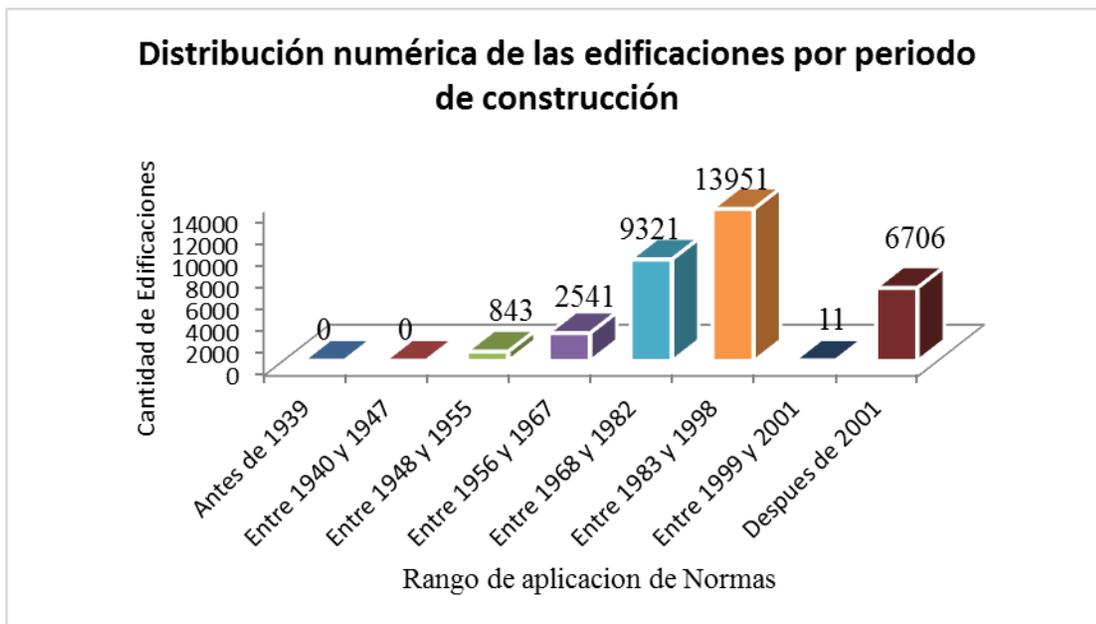


Figura 77. Distribución numérica aproximada de las edificaciones por periodo de construcción.

Fuente: E. Propia.

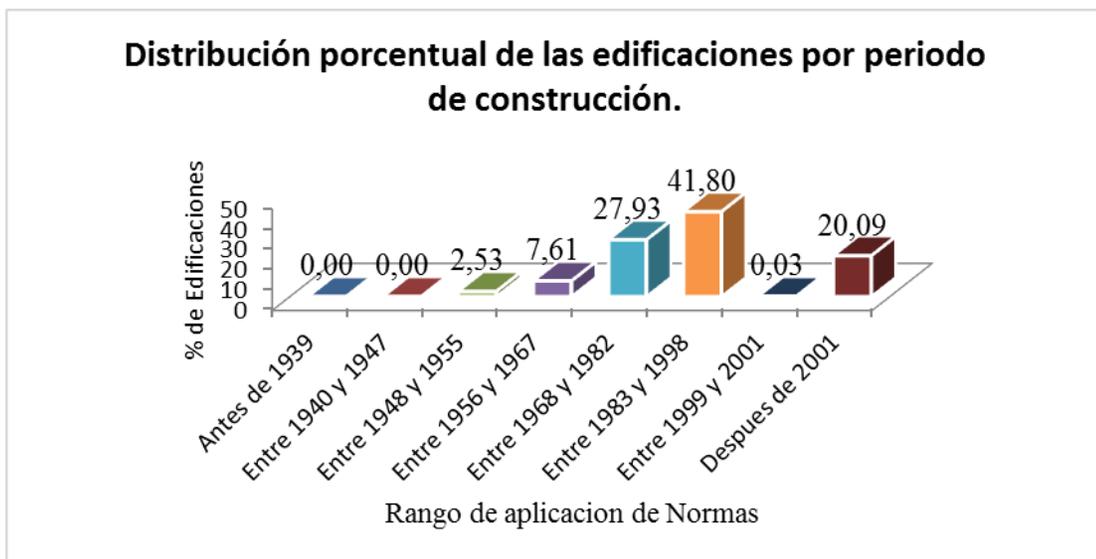


Figura 78. Distribución porcentual aproximada de las edificaciones por periodo de construcción.

Fuente: E. Propia.

### **Distribución numérica y porcentual de las edificaciones de acuerdo al número de pisos.**

De las 33373 inspecciones analizadas en el Municipio Los Guayos no se registraron edificaciones con sótanos, es por eso que la distribución presentada es solamente para aquellas edificaciones de placa por encima del suelo.

Se establecieron los siguientes rangos de estudio, el primero edificaciones entre cero (0) y tres (3) pisos, seguidamente de cuatro (4) a siete (7) pisos y por ultimo aquellas edificaciones mayores de ocho (8) pisos.

Haciendo estudio comparativo de las edificaciones encontramos que de todas las inspecciones realizadas el 98.71% corresponden en su mayoría a viviendas comprendida entre cero (0) y tres (3) pisos, numéricamente hablando son 32942 edificaciones, seguidamente de 1.24% de aquellas edificaciones comprendidas entre cuatro (4) y siete (7) pisos con un total de 413 edificaciones, y solo 0.05% en aquellas edificaciones mayores a ocho (8) piso, siendo este el número con solamente 18 de la muestra estudia. Ver Tabla 18 y Figura 79 y 80.

Tabla 18. Distribución numérica aproximada de las edificaciones en base al número de pisos.

Rango de Pisos estudiados	Cantidad de Edificios	Relación porcentual de las edificaciones
Pisos 0-3	32942	98.71
Pisos 4-7	413	1.24
Mayor a 8 pisos	18	0.05

Fuente: E. propia

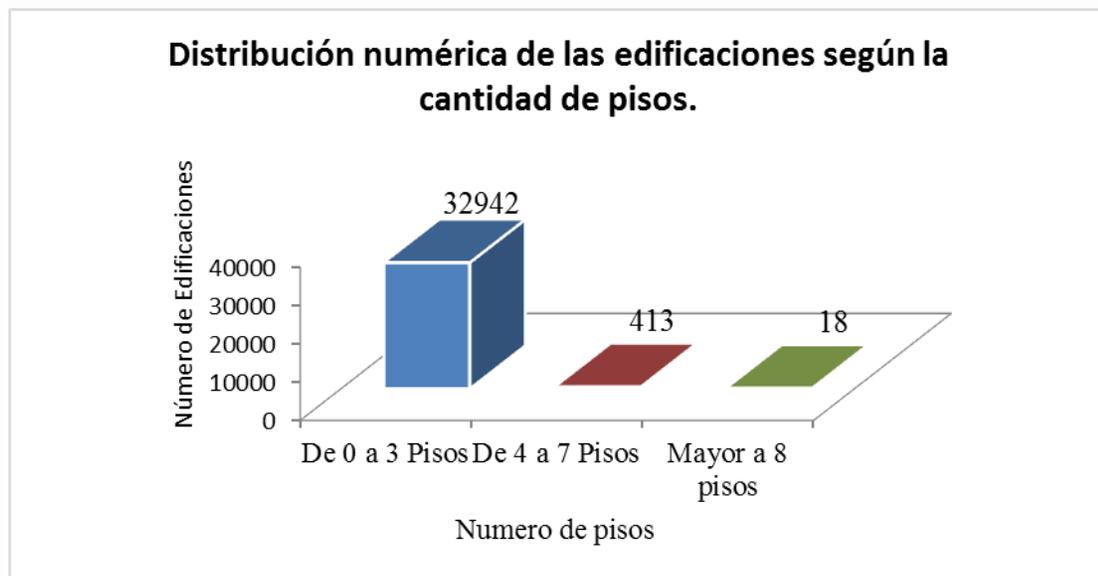


Figura 79. Distribución numérica aproximada de las edificaciones según cantidad de pisos.

Fuente: E. Propia.

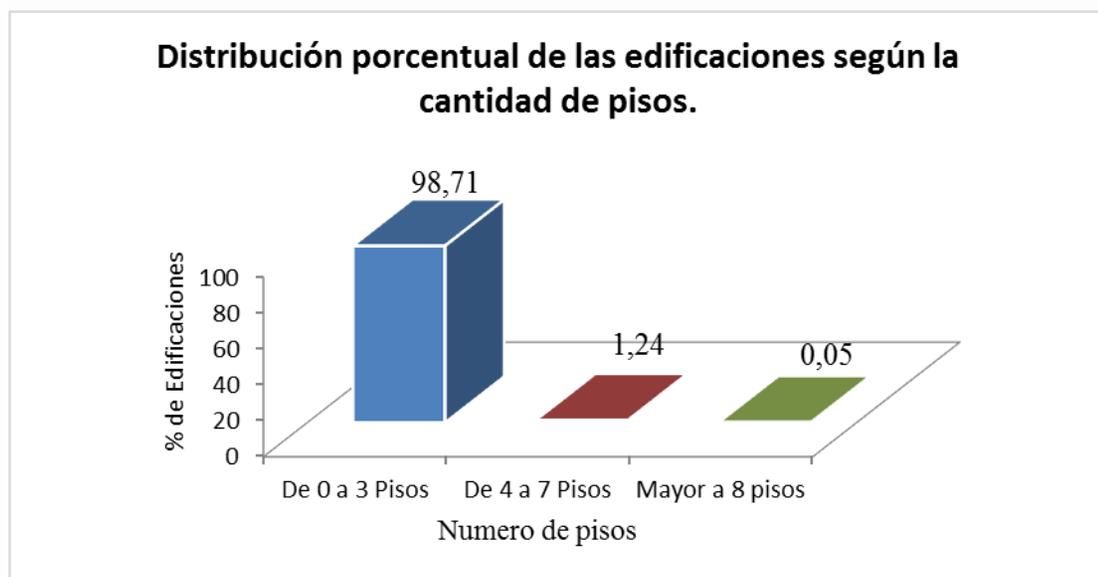


Figura 80. Distribución porcentual aproximada de las edificaciones según cantidad de pisos.

Fuente: E. Propia.

**Distribución numérica y porcentual de las edificaciones de acuerdo al número de ocupantes por edificación.**

En la Tabla 19 se representa numérica y porcentualmente la relación de distribución de las edificaciones con respecto a la capacidad de ocupación. Para lo cual definimos tres categorías; primero, edificaciones con rango de ocupación de personas menores o iguales a diez (10), arrojando un aproximado de 32606 edificaciones, con el 97.70% del total de edificaciones inspeccionadas, segundo, aquellas con rango de ocupación entre once (11) y cien (100) personas, resultando 662 edificaciones con el 1.98%, y el ultimo rango, con un rango de ocupación mayores a cien personas (100), dando aproximadamente 105 edificaciones y representa el 0.31% de la muestra analizada. Ver Figura 81 y 82.

Tabla 19. Distribución numérica y porcentual aproximada de las edificaciones por cantidad de personas que la ocupa.

Rango de Ocupación	Cantidad de edificaciones	%
Menor igual a 10 personas	32606	97.70
De 11 a 100 personas	662	1.98
De 101a 500 personas	105	0.31

Fuente: E. Propia.

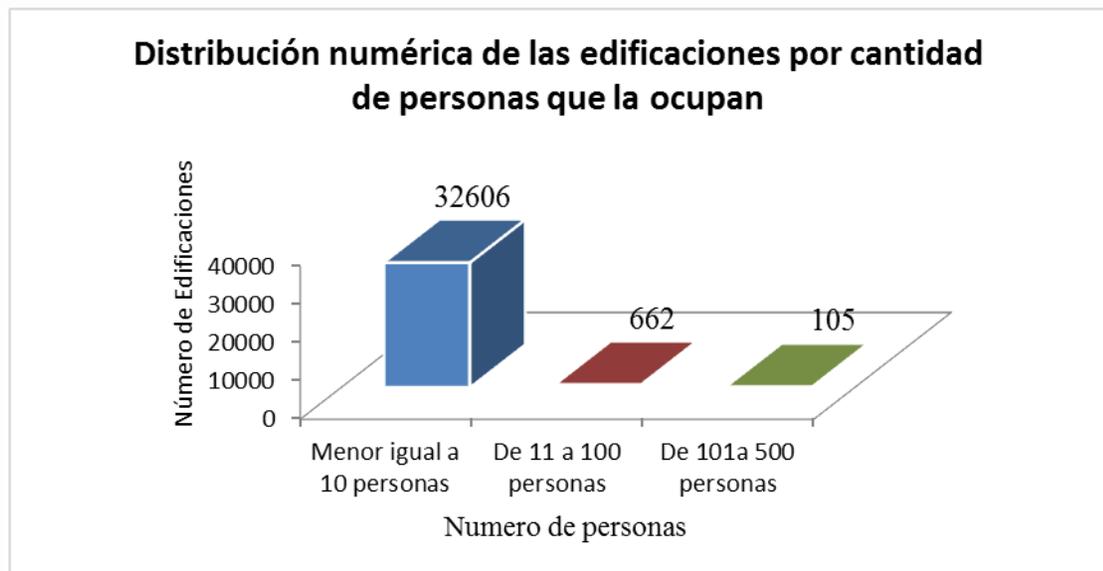


Figura 81. Distribución numérica aproximada de las edificaciones por cantidad de personas que la ocupan.

Fuente: E. Propia.

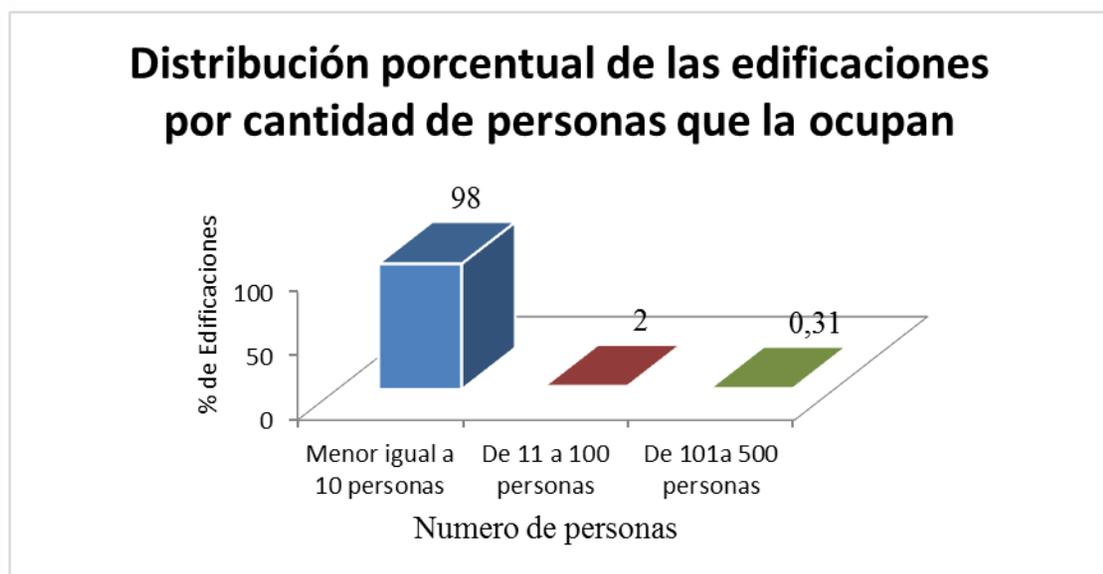


Figura 82. Distribución porcentual aproximada de las edificaciones por cantidad de personas que la ocupan.

Fuente: E. Propia.

### **Distribución numérica y porcentual de las edificaciones de acuerdo a su sistema estructural.**

En la presente investigación se encontraron diez (10) tipos de sistemas estructurales de los quince (15) tipos de sistemas que están catalogados en Venezuela, siendo los Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o concreto en donde se evidenció la mayor cantidad de edificaciones con este sistema estructural como se puede ver en la Tabla 20 y ver Figura 83 y 84.

Tabla 20. Distribución numérica y porcentual aproximada de las edificaciones de acuerdo a su sistema estructural

Tipo estructural	Cantidad de edificaciones	%
PCAP	17519	52.49
MCA2D	2311	6.92
MCA1D	68	0.20
PA	11	0.03
PAPT	7563	22.66
PAC	23	0.07
PRE	1139	3.41
MMNC	24	0.07
PMBCB	2055	6.16
VCP	2660	7.97

Fuente: E. Propia.

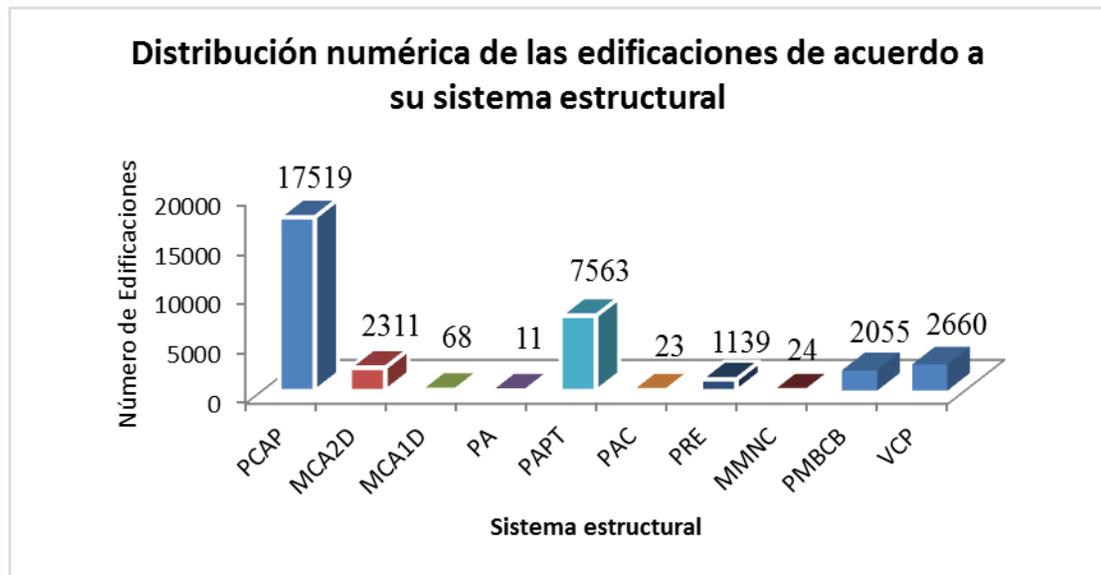


Figura 83. Distribución numérica aproximada de las edificaciones de acuerdo a su sistema estructural.

Fuente: E. Propia.

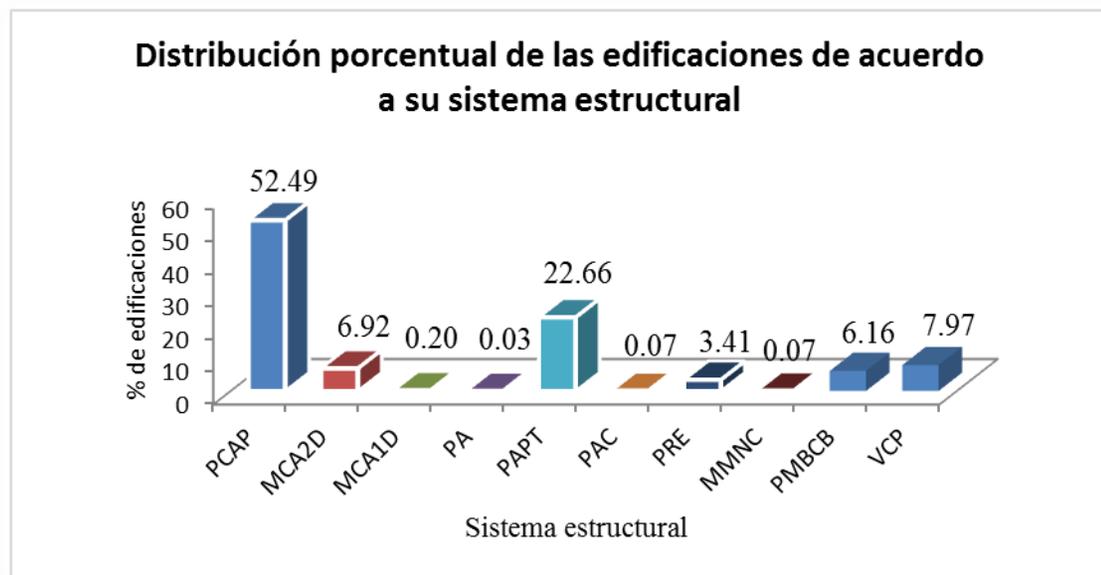


Figura 84. Distribución porcentual aproximada de las edificaciones de acuerdo a su sistema estructural.

Fuente: E. Propia.

### Distribución numérica y porcentual de las edificaciones de acuerdo al uso.

Teniendo en consideración que el tipo de edificaciones estudiadas en este trabajo de grado son las edificaciones de uso residencial, y haciendo uso de la clasificación anteriormente explicada como lo es la desarrollada por el INE, tenemos como resultado lo mostrado en la tabla x, donde predominan las viviendas unifamiliares con 27690 edificaciones, lo que equivale al 83% del total de las edificaciones analizadas, ver Tabla 21 y ver Figura 85 y 86.

Tabla 21. Distribución numérica y porcentual de las edificaciones de acuerdo al uso.

Uso de la edificación	cantidad de edificaciones	%
Unifamiliar	27690	83
Multifamiliar	3023	9
Popular	2660	8

Fuente: E. Propia.

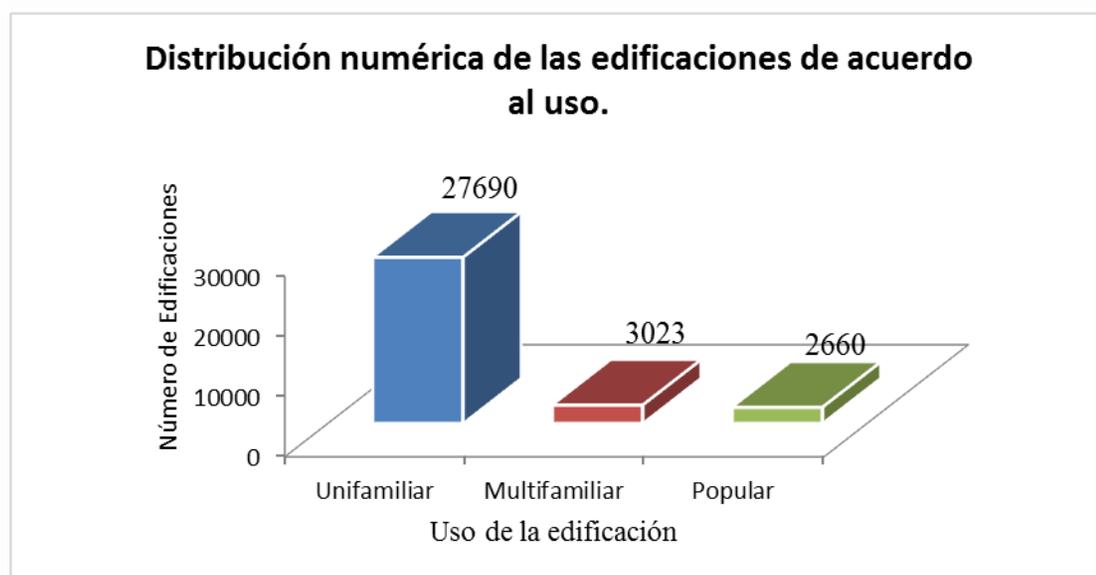


Figura 85. Distribución numérica aproximada de las edificaciones de acuerdo al uso.

Fuente: E. Propia.

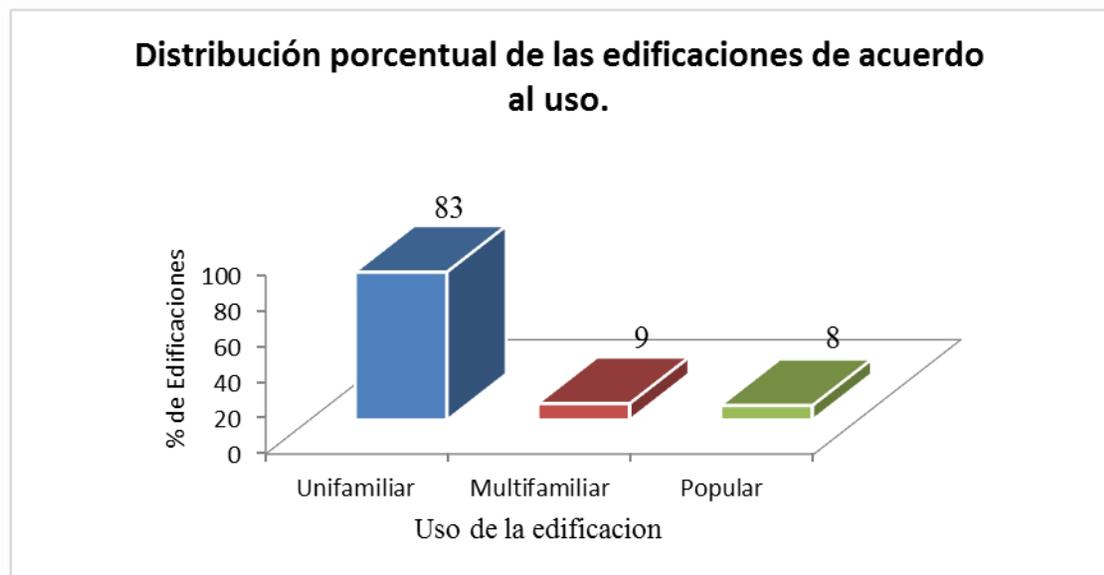


Figura 86. Distribución porcentual aproximada de las edificaciones de acuerdo al uso.

Fuente: E. Propia.

### **Distribución numérica y porcentual de las edificaciones de acuerdo al turno de ocupación.**

La Tabla 22 muestra los turnos de ocupación que fueron evaluados en la planilla de inspección, siendo el de mayor valor al turno correspondiente al de “todo el día” con aproximadamente 26072 edificaciones y el de menor valor el turno “noche” con 2396 edificaciones, adicionalmente en los turnos mañana-tarde, mañana y tarde no se registraron datos. Ver Figura 87 y 88.

Tabla 22. Distribución numérica y porcentual aproximada de las edificaciones de acuerdo al turno de ocupación.

Turnos de Ocupación	Cantidad de edificaciones	%
Todo el día	26072	78
Tarde/Noche	2529	8
Mañana/Tarde	0	0
Mañana/Noche	2376	7
Noche	2396	7
Mañana	0	0
Tarde	0	0

Fuente: E. Propia.

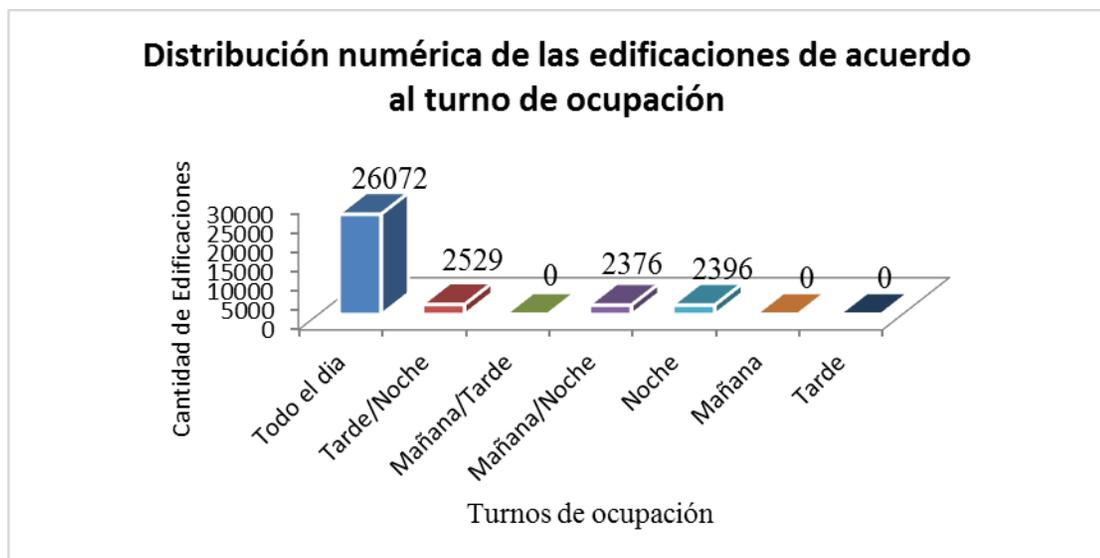


Figura 87. Distribución numérica aproximada de las edificaciones de acuerdo al turno de ocupación.

Fuente: E. Propia.

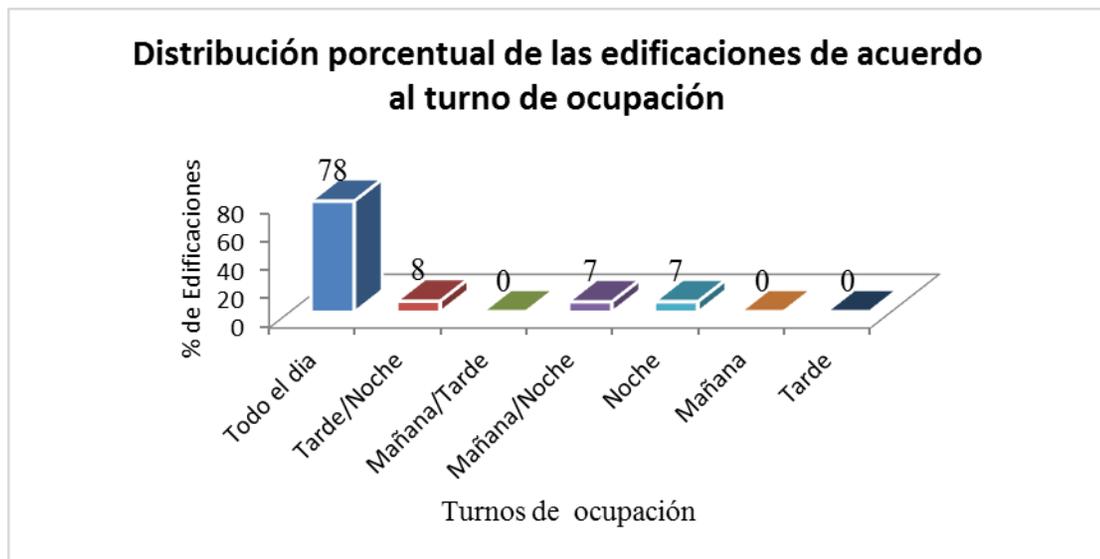


Figura 88. Distribución porcentual aproximada de las edificaciones de acuerdo al turno de ocupación.

Fuente: E. Propia.

### **Distribución numérica y porcentual de las edificaciones en relación a su configuración en planta.**

Siguiendo con la secuencia de los resultados obtenidos, a continuación se presenta la distribución numérica y porcentual de la configuración en planta de las edificaciones. Si bien, en la planilla de inspección aparecen ocho (8) posibles casos, solo encontramos los que aparecen reflejados en la tabla 23, teniendo mayor número de edificaciones el esquema de planta regular con aproximadamente 32992 edificaciones, lo que representa el 98.96%, siendo en su mayoría edificaciones unifamiliares y populares con altura menor de tres (3) pisos. Ver figura 89 y 90.

Tabla 23. Distribución numérica y porcentual aproximada de las edificaciones en relación a su configuración en planta.

Esquema de Planta	Cantidad de edificaciones	% de edificaciones
H	232	0.70
L	8	0.02
U o C	24	0.07
T	12	0.04
Regular	32992	98.86
Irregular	105	0.31

Fuente: E. Propia

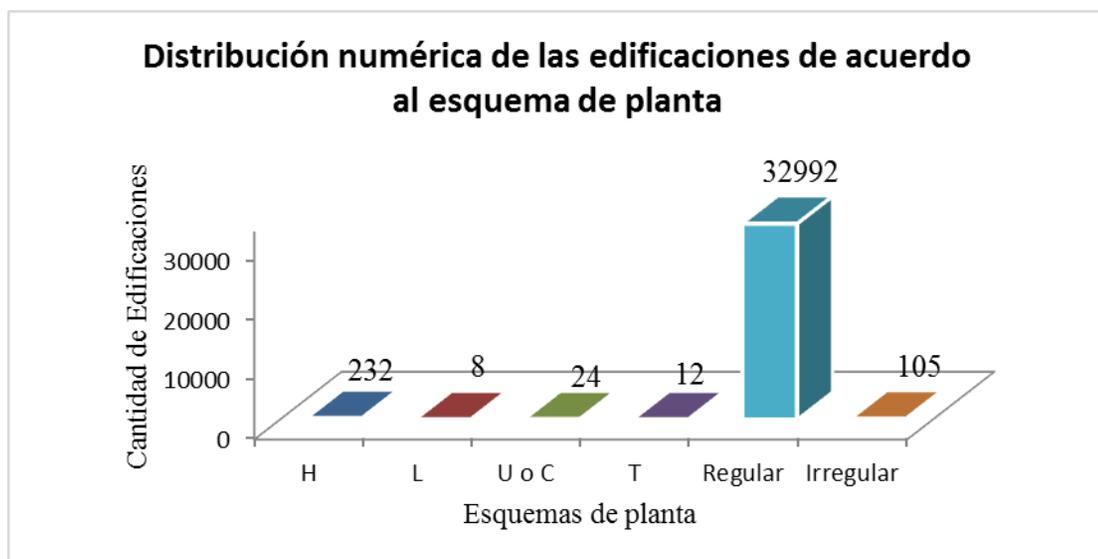


Figura 89. Distribución numérica aproximada de las edificaciones de acuerdo al esquema en planta.

Fuente: E. Propia.

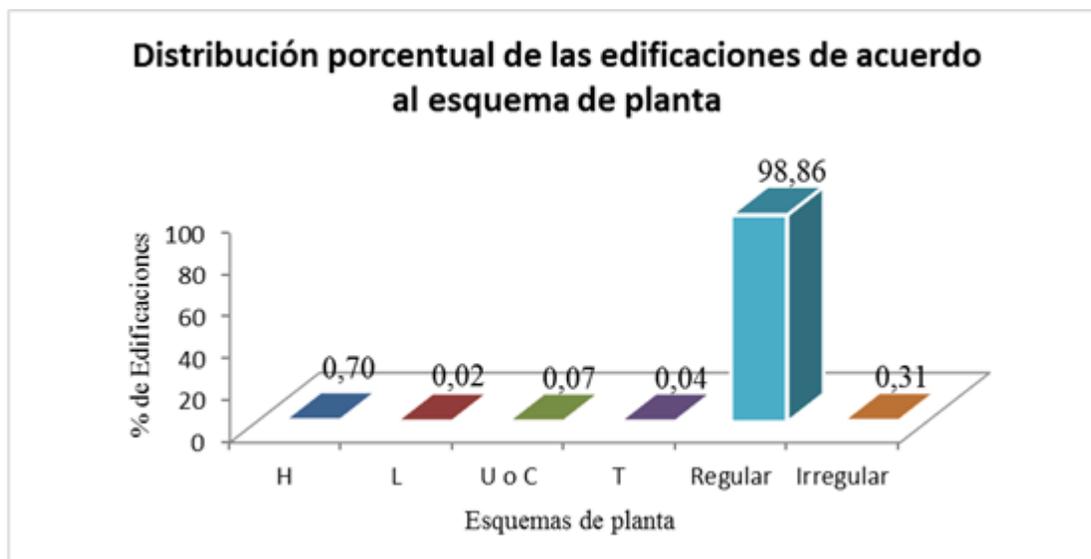


Figura 90. Distribución porcentual aproximada de las edificaciones de acuerdo al esquema de planta.

Fuente: E. Propia.

### **Distribución numérica de las edificaciones que presentan irregularidades.**

Antes de continuar el análisis es necesario acotar que luego de hacer las inspecciones pudimos registrar como ya antes mencionamos en la Tabla 18, de las 33373 edificaciones, solo 431 son de altura mayor de 3 pisos, representando así el 1.3% del total de edificaciones, es por ello que en cierta medida el análisis de las irregularidades mayormente predomina en las antes mencionada a consecuencia que las mismas mientras mayor altura tenga, la forma de diseño y la localización de los elementos resistentes (muros, columnas, pisos ,núcleos de servicios, escaleras) y elementos no estructurales, incidirá en que tengan mayor probabilidad de tener discontinuidades físicas considerables en su configuración o en sus sistemas resistentes a las fuerzas laterales.

No obstante, se puede agregar que las edificaciones que presentan irregularidades son más susceptibles a tener mayor vulnerabilidad estructural.

Al inspeccionar las edificaciones encontramos cinco (5) tipos de irregularidades de las presentadas en la planilla de inspección, entre la cual se evidenció con mayor cantidad la ausencia de vigas altas en una o dos direcciones, las cuales fueron construidas antes del año 1982, dando la cantidad de 568 edificaciones.

La Tabla 24, nos presenta la distribución numérica aproximada de las edificaciones que presentan algún tipo de irregularidad. Ver figura 91.

Tabla 24. Distribución numérica de las edificaciones que presentan irregularidades

Irregularidades	Cantidad de Edificios		
	Código	Si Presenta	No Presenta
Ausencia de vigas altas en una o dos direcciones	AVA	568	32805
Presencia de al menos un entrepiso blando o débil	PAP	15	33358
Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta	FAM-RP	63	33310
Adosamiento a edificio adyacente: Losa contra losa	A-LL	85	33208
Adosamiento a edificio adyacente: Losa contra columna	A-LC	7	33366

Fuente: E. Propia.

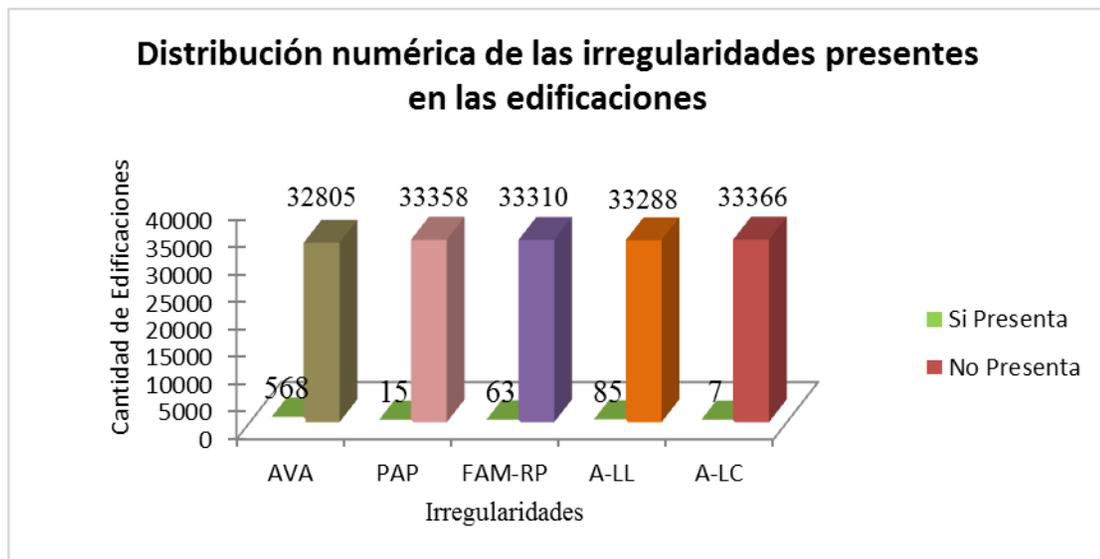


Figura 91. Distribución numérica aproximada de las irregularidades presentes en las edificaciones.

Fuente: E. Propia.

#### **Distribución numérica y porcentual aproximada de las edificaciones en relación a su esquema de elevación.**

De los ocho (8) tipos de esquemas de elevación de las edificaciones presentes en la planilla de inspección, solo se registraron dos (2) en la muestra en estudio; esquema de elevación rectangular con aproximadamente 32942 edificaciones y 431 edificaciones con ninguno como se muestra en la Tabla 25, siendo esta ultima en su mayoría edificaciones unifamiliares y populares. Ver Figura 92 y 93.

Tabla 25. Distribución numérica y porcentual aproximada de las edificaciones en relación al esquema de elevación presente.

Esquema de Elevación	Cantidad de Edificaciones	% de cantidad de Edificaciones
Ninguno	32942	98.71
Rectangular	431	1.29

Fuente: E. Propia.

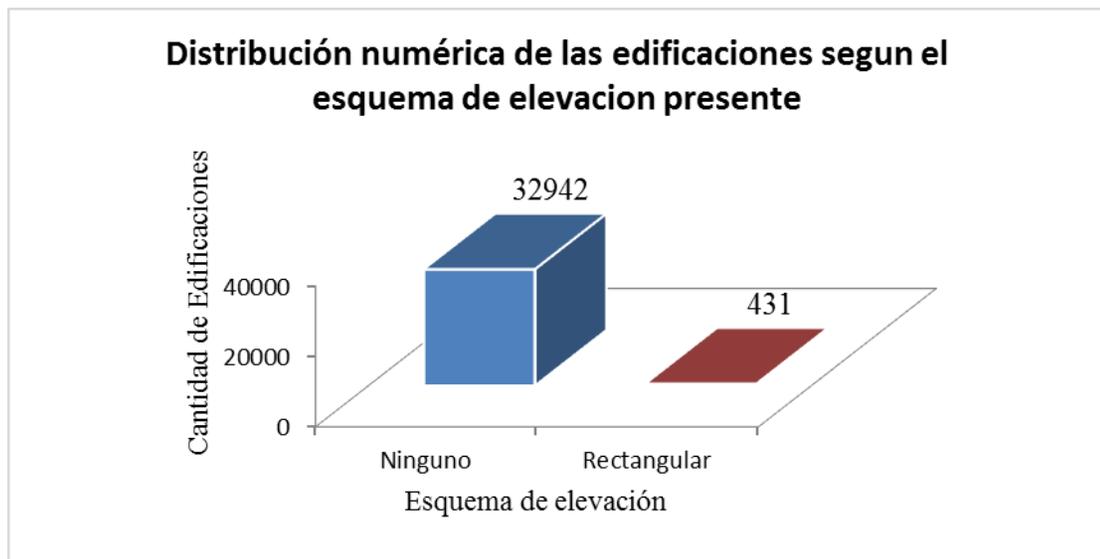


Figura 92. Distribución numérica aproximada de las edificaciones según el esquema de elevación.

Fuente: E. Propia

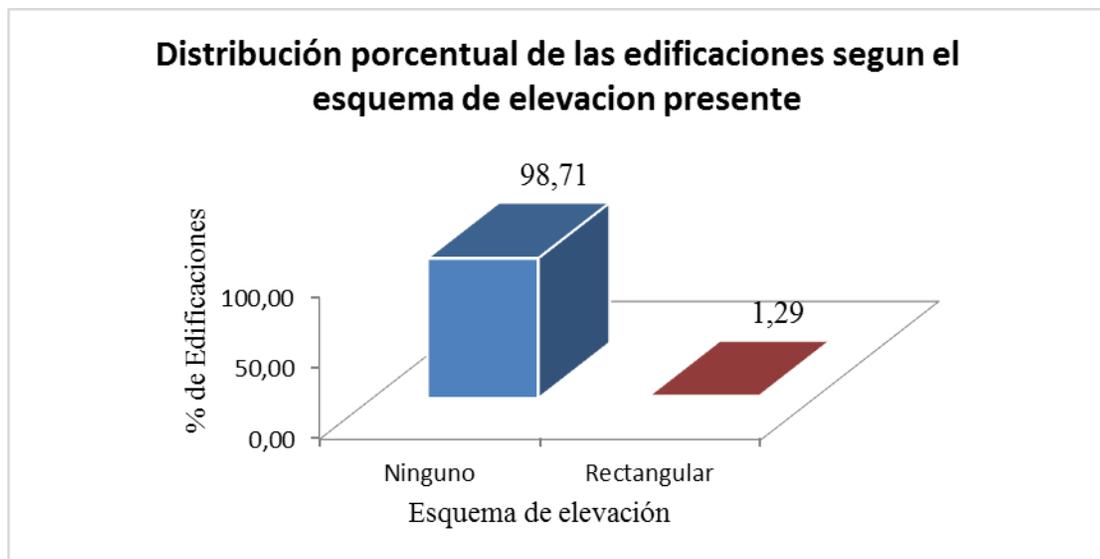


Tabla 93. Distribución porcentual aproximada de las edificaciones según el esquema de elevación.

Fuente: E. Propia.

### **Distribución numérica de acuerdo al grado de deterioro de los elementos estructurales y no estructurales de las edificaciones.**

Muchas de las lesiones que pueden encontrarse en las edificaciones son producto de sismos, del transcurrir del tiempo, de la acción del medio ambiente; la exposición de una estructura a través del tiempo al aire, al agua, al sol, a la intemperie, puede causar efectos múltiples, entre los cuales pueden mencionarse:

- Humedades y filtraciones en paredes, techos, losas y otros elementos.
- Agrietamientos y desintegración, de elementos estructurales de concreto y acero. Esto puede ocurrir cuando el elemento es expuesto a ciclos continuos de agua y sol.
- Descascaramiento y desintegración de elementos metálicos, producto de la corrosión de los mismos al estar expuestos al aire libre.
- La variación de temperatura y humedad ambiental originan cambios en el volumen de los materiales; estos cambios se manifiestan como contracciones y/o expansiones que pueden agrietar el elemento e incidir en su integridad.
- Asentamientos producto de la consolidación del terreno. Estos asentamientos se manifiestan generalmente, con agrietamientos de los elementos de las estructuras.

La sintomatología que presenta una estructura, puede ser indicativo de fallas en su seguridad o en su durabilidad. Las estructuras de concreto armado son capaces de presentar numerosos tipos de problemas, que muchas veces pueden ser peligrosos y difíciles de reparar. Las fisuras y grietas son lesiones muy comunes en estructuras de concreto armado, sus causas de origen son múltiples, al igual que sus niveles de daño para la estructura.

Es por ello que, el grado de deterioro de las edificaciones juega un papel importante para el cálculo de la vulnerabilidad. A continuación se detalla la cantidad

de edificaciones el grado de deterioro que presentan las mismas, como se muestra en la Tabla 26. Ver Figura 94.

Tabla 26. Distribución numérica aproximada de acuerdo al grado de deterioro de los elementos estructurales y no estructurales de las edificaciones.

Elementos estructural y no Estructural	Grado de Deterioro		
	Ninguno	Moderado	Severo
Est. De concreto: agrietamiento en elementos estructurales y/o corrosión en acero de refuerzos.	29723	990	2660
Est. De acero: corrosión de elementos de acero y/o deterioro de conexiones y/o pandeo.	33373	0	0
Agrietamiento en paredes de relleno.	22341	8372	2660

Fuente: E. Propia

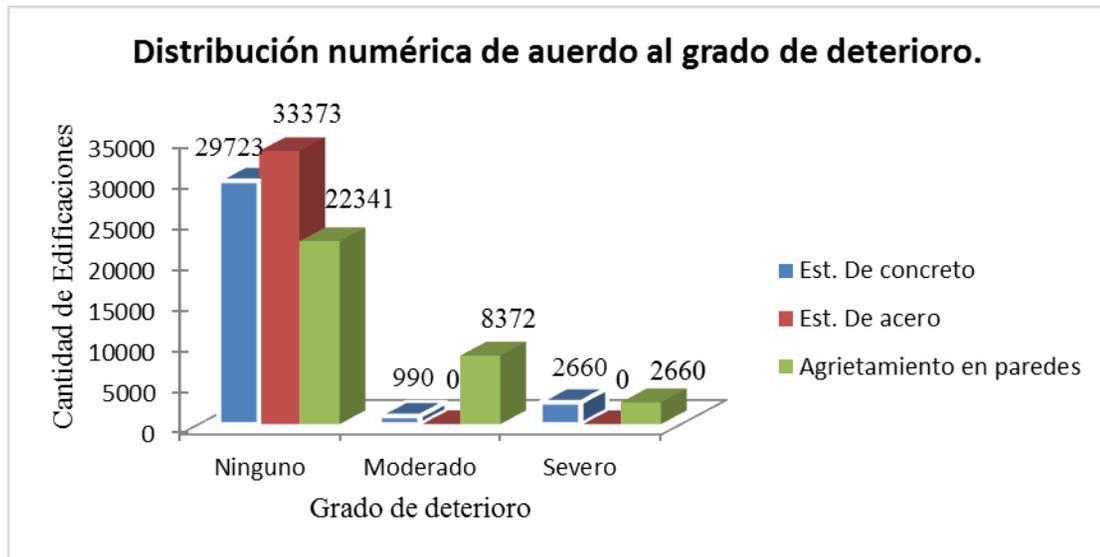


Figura 94. Distribución numérica aproximada de acuerdo al grado de deterioro de los elementos estructurales y no estructurales de las edificaciones.

Fuente: E. Propia.

### **Distribución numérica y porcentual de las edificaciones acuerdo al estado general de mantenimiento.**

Las patologías causadas por daños, son las que se manifiestan durante y/o luego de la incidencia de una fuerza o agente externo a la edificación. Los daños pueden ser producto de la ocurrencia de un evento natural, como un sismo, una inundación, un derrumbe, entre otros. Pero también pueden aparecer daños en las estructuras causados por el uso inadecuado de las mismas, por ejemplo el caso en el que la edificación es obligada a soportar un peso superior al que fue concebido inicialmente (sobrecarga).

Los daños muchas veces son inevitables, pero se pueden disminuir; no podemos impedir que ocurra un evento natural, pero sí podemos hacer que éste no se convierta en un desastre.

Las obras generalmente se diseñan para que funcionen durante una vida útil, pero con el transcurrir del tiempo, la estructura va presentando manifestaciones que deben ser atendidas con prontitud. La exposición al medio ambiente, los ciclos

continuos de lluvia y sol, el contacto con sustancias químicas presentes en el agua, en el aire, en el entorno; hacen que la estructura se debilite continuamente. Por esta razón es de vital importancia para las edificaciones, un adecuado y permanente mantenimiento, que ayuda a prevenir el deterioro normal e inevitable causado por el tiempo.

Al igual que el grado de deterioro en la estructura, el mantenimiento de las edificaciones está implícito en el cálculo de vulnerabilidad estructural. Por otra parte, tenemos como resultado que un 55% de las edificaciones en estudio presentaron un estado de mantenimientos bueno con un aproximado de 18434 edificaciones, seguidamente de 31% con estado de mantenimiento regular lo que equivale a 10186, y por ultimo un 14% con estado de mantenimiento bajo con 4753 edificaciones. Ver Tabla 27 y Figura 95 y 96.

Tabla 27. Distribución numérica y porcentual aproximada de las edificaciones de acuerdo al grado de mantenimiento.

Estado de mantenimiento	Cantidad de edificaciones	% de edificaciones
Bueno	18434	55
Regular	10186	31
Bajo	4753	14

Fuente: E. Propia.

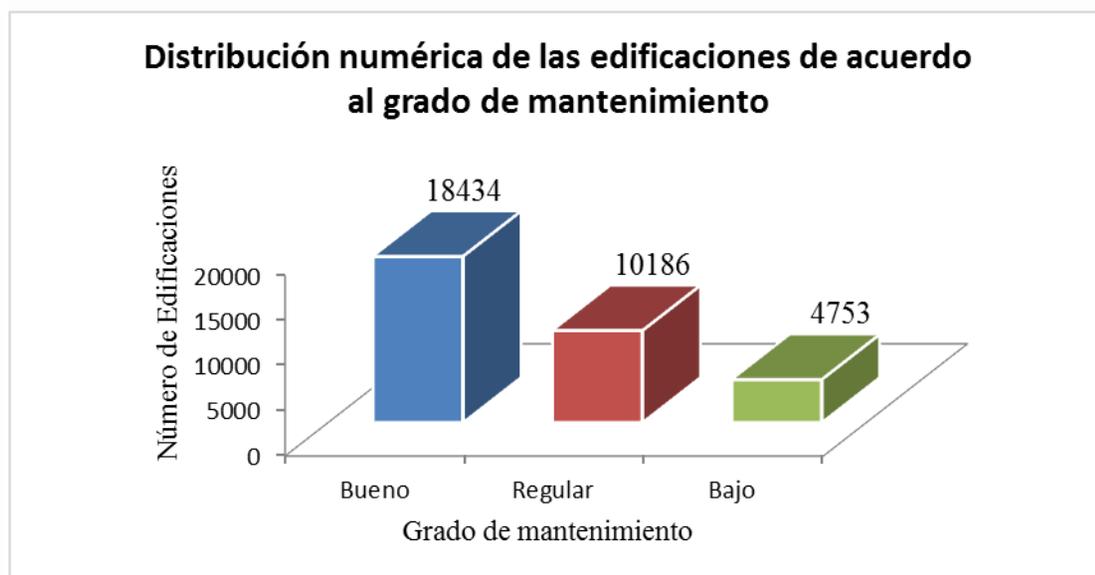


Figura 95. Distribución numérica aproximada de las edificaciones de acuerdo al grado de mantenimiento.

Fuente: E. Propia.

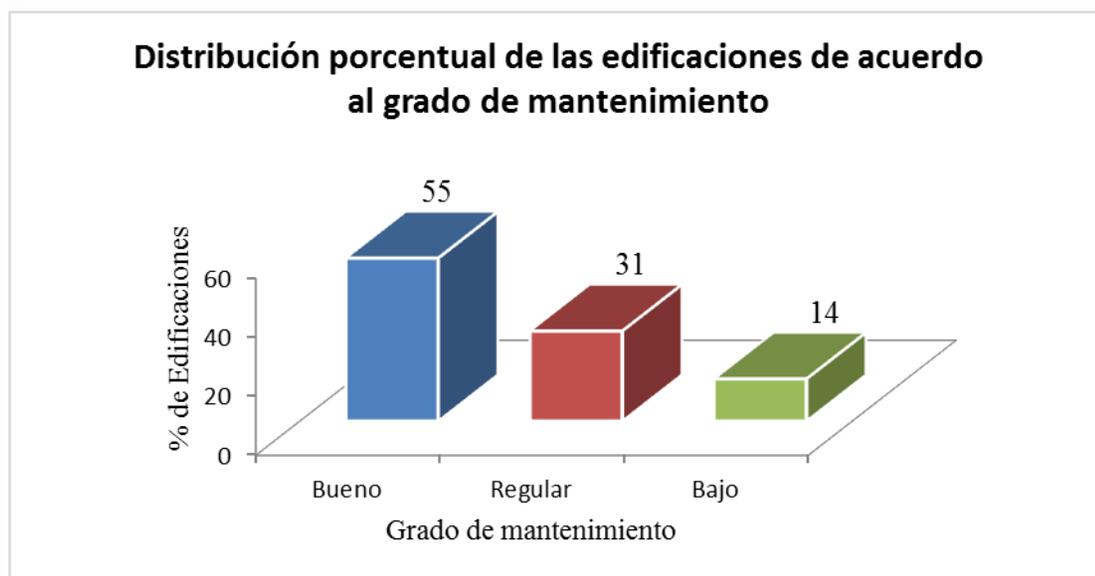


Figura 96. Distribución porcentual de las edificaciones de acuerdo al grado de mantenimiento.

Fuente: E. Propia.

## 4.1.4. Fase 4.

En esta fase habiendo aplicado la metodología diseñada por FUNVISIS explicada en el capítulo 3 para la determinación y valoración de los índices que inciden en el riesgo sísmico de las edificaciones, como lo son: Índice de Vulnerabilidad sísmica ( $I_v$ ), Índice de Riesgo sísmico ( $I_R$ ), y los Índice de Priorización ( $I_P$ ), se procede a cuantificar numéricamente los resultados obtenidos.

**Distribución numérica y porcentual de los Índice de Vulnerabilidad sísmica ( $I_v$ ) presentes en las edificaciones.**

Sobre las bases de las consideraciones anteriores, habiendo registrado las características Sismorresistente de las 33373 edificaciones analizadas, se presenta la distribución numérica y porcentual de los índices de vulnerabilidad sísmica ( $I_v$ ) en la Tabla 28, además para una mejor comprensión se muestran las Figuras 97 y 98 donde se muestra una representación gráfica de los resultados obtenidos.

Tabla 28. Distribución numérica y porcentual aproximada de los indicadores de vulnerabilidad ( $I_v$ ).

Clasificación de la Vulnerabilidad	Muy Elevada	Elevada	Media Alta	Media Baja	Baja	Muy Baja
Edificaciones inspeccionadas	0	4513	7816	17211	2175	1658
Edificaciones estimadas en la zonas homogéneas	0	14	23	52	7	5

Fuente: E. Propia

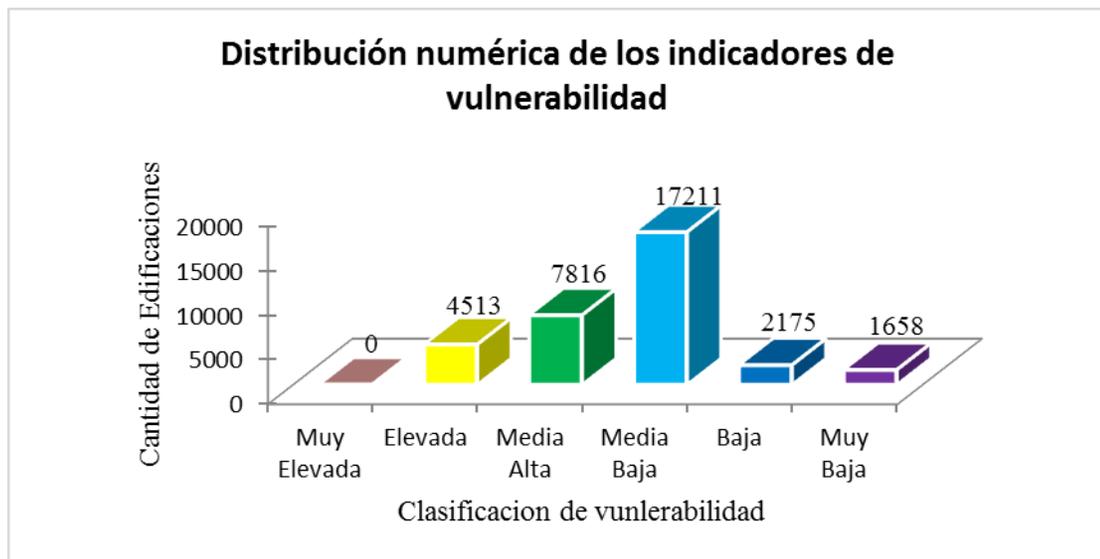


Figura 97. Distribución numérica aproximada de los indicadores de vulnerabilidad (I<sub>v</sub>)

Fuente: E. Propia.

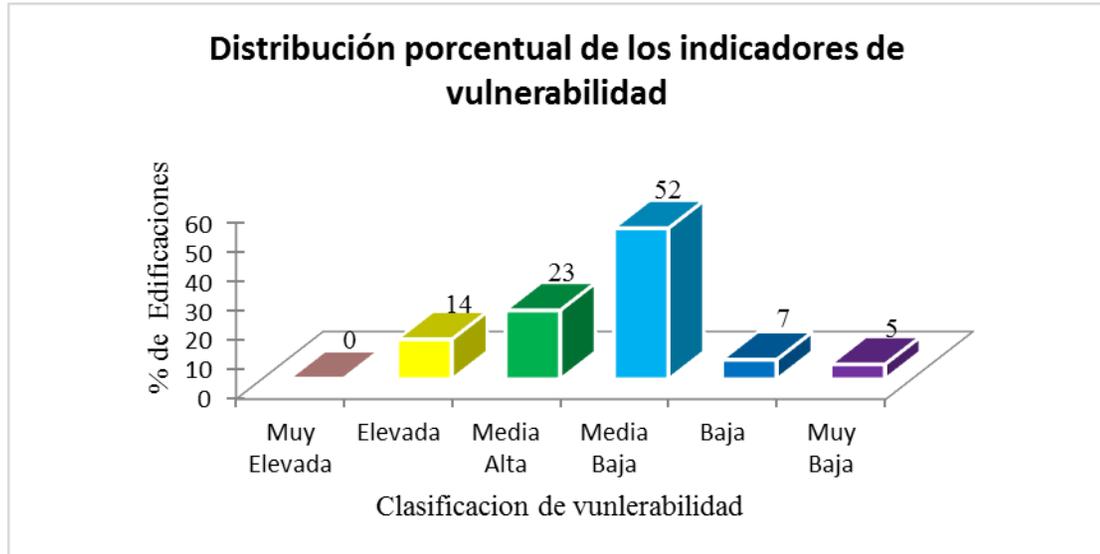


Figura 98. Distribución porcentual aproximada de los indicadores de vulnerabilidad (I<sub>v</sub>)

Fuente: E. Propia.

En la Figura 98 se observa claramente que solo el 14% del total de las edificaciones estudiadas presentan vulnerabilidad elevada, o lo que es igual a 4513 edificaciones, y principalmente la causante de ello es que estas en su mayoría son edificaciones que presentan un sistema estructural altamente vulnerable como lo son viviendas de construcción precaria sin ningún tipo de criterio Sismorresistente, así como también los sistemas prefabricados a base de grandes paneles, los sistemas tipo túnel y los sistemas cuyos elementos portantes son de mampostería no confinada.

Igualmente muchas de ellas presentan irregularidades estructurales y algún grado de deterioro en sus elementos estructurales y no estructurales, lo que permite el incremento de la vulnerabilidad.

Así mismo, el 23% de las edificaciones presentan vulnerabilidad media alta, el 52 % presentan vulnerabilidad media baja, el 7% baja y solo el 5% vulnerabilidad muy baja.

Adicionalmente podemos observar que en nuestros resultados obtenidos no existen edificaciones con vulnerabilidad muy elevada.

### **Distribución numérica y porcentual de los Índice de amenaza sísmica ( $I_A$ ) presentes en las edificaciones.**

En la Tabla 2 se presentan los valores del índice de amenaza sísmica obtenidos del análisis de la muestra en estudio, los cuales fueron seleccionados considerando la relación que guardan los valores del coeficiente estructural  $A_0$  de la aceleración del terreno en roca del municipio Los Guayos la cual está definida en la norma Sismorresistente nacional (COVENIN, 2001), y la incorporación del efecto topográfico que amplifica el índice de amenaza en aproximadamente un 10%.

Como ya se ha dicho, en el mapa de zonificación sísmica, el Municipio los Guayos se encuentra en una zona 5 lo que significa que es de peligro sísmico elevado y le corresponde un coeficiente estructural  $A_0$  igual a 0.30, adicionalmente el Municipio en estudio no presenta efectos topográficos significativo debido a que

presenta planicies extensas. Echa la observación anterior el índice de amenaza sísmica para todas las edificaciones inspeccionadas es 0.68.

**Distribución numérica y porcentual aproximada de los Índices de riesgo sísmico ( $I_R$ ) presentes en las edificaciones.**

El índice de riesgo ( $I_R$ ) de las edificaciones se obtiene del producto de los índices de amenaza y vulnerabilidad sísmica (Ec. 2), en la Tabla 29 se muestran los resultados obtenidos y se definen siete (7) rangos del índice de riesgo los cuales se clasifican desde muy bajo a muy elevado. En las Figuras 99 y 100 se presenta la distribución numérica y porcentual aproximada de los índices de riesgo sísmico obtenidos.

Tabla 29. Distribución numérica y porcentual de los indicadores de riesgo ( $I_R$ ).

Clasificación del Riesgo sísmico	Muy Elevada	Elevada	Alto	Media Alto	Media Baja	Baja	Muy Baja
Cantidad de edificaciones	0	0	7735	13628	10068	1942	0
% de edificaciones	0	0	23	41	30	6	0

Fuente: E. Propia.

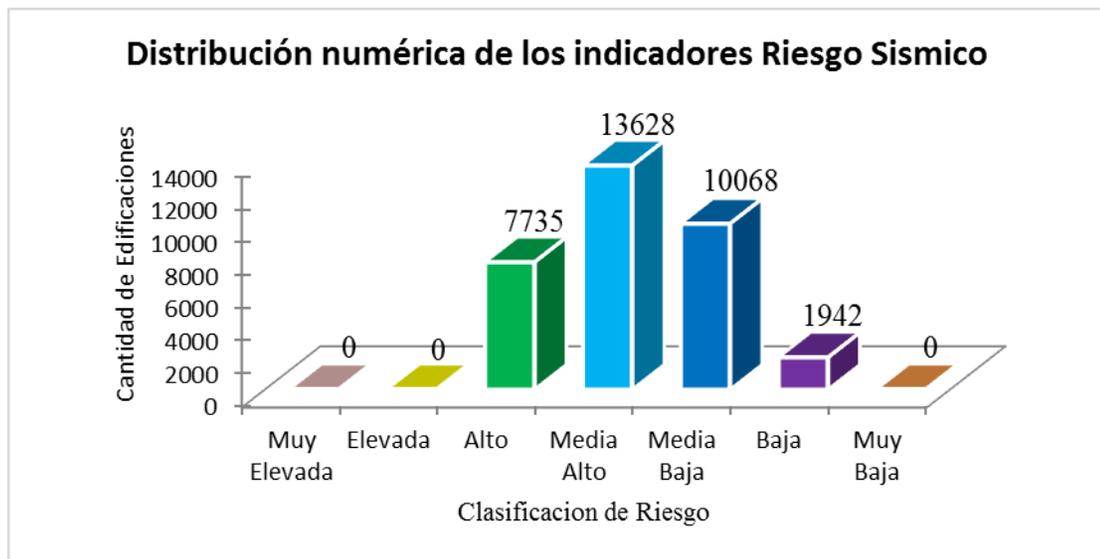


Figura 99. Distribución numérica aproximada de los indicadores de Riesgo sísmico ( $I_R$ ).

Fuente: E. Propia.

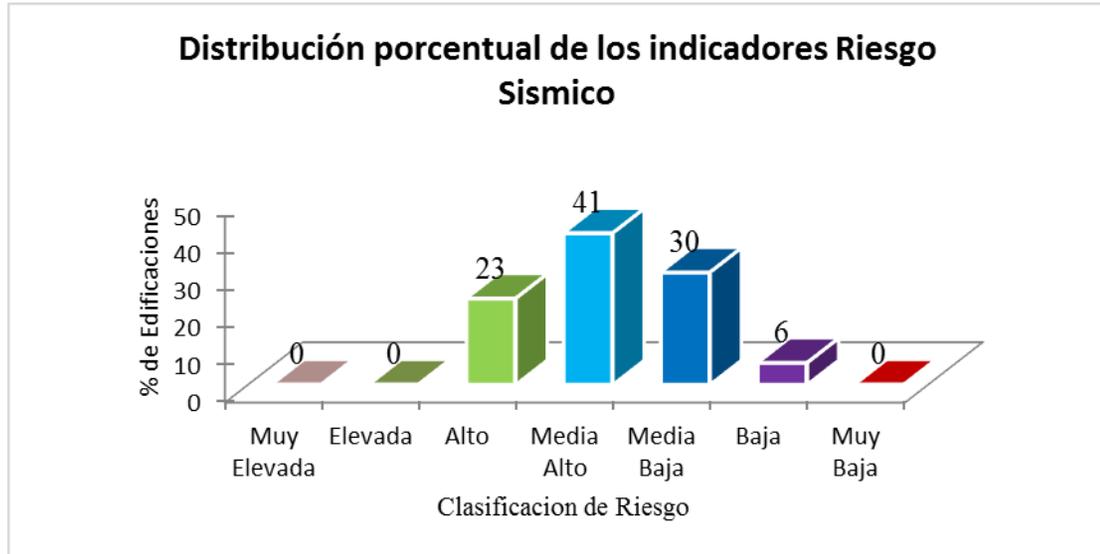


Figura 100. Distribución porcentual aproximado de los indicadores de Riesgo sísmico ( $I_R$ ).

Fuente: E. Propia.

El índice de riesgo mostrado en la Figura 99 pone de manifiesto que en el Municipio Los Guayos no existen edificaciones con riesgo sísmico muy elevado ni con riesgo elevado, sin embargo, se encuentra un aproximado de 23% de edificaciones presentando riesgo sísmico elevado con 7735 edificaciones, 41% con riesgo medio alto con 13628 edificaciones, 30 % que tienen riesgo sísmico medio bajo, 6% baja con 1942 edificaciones, y por último ninguna edificación muestra riesgo sísmico muy bajo.

**Distribución numérica y porcentual aproximada de los Índices de priorización (I<sub>p</sub>) presentes en las edificaciones.**

El índice de priorización como ya se dijo, depende directamente de tres factores, de la vulnerabilidad de la edificación, de la amenaza sísmica presente en el sitio y del uso y el número de personas que lo ocupan; por lo tanto el índice de priorización se obtiene al multiplicar los índices ya antes mencionados como los son, amenaza, vulnerabilidad e importancia. (Ec. 1).

Por otra parte el índice de importancia (I<sub>i</sub>) tiene como objetivo incorporar dentro del proceso de priorización el uso de la edificación y el número de personas expuesta durante un sismo. En nuestro estudio nos enfocamos a edificaciones de uso residencial y se tomó en cuenta la definición de los niveles de amenaza sísmica exigida en el diseño de estructuras en la norma COVENIN 1756:2001, dando como resultado para este estudio la clasificación de A3. Significa entonces que la única variable que afecta el índice de importancia será la cantidad de personas que habitan la edificación.

Dadas las condiciones que anteceden se presenta la distribución numérica y porcentual de los índices de priorización presentes en las 33373 edificaciones inspeccionadas. Ver Tabla 30, Figura 101 y Figura 102.

Tabla 30. Distribución numérica y porcentual de los índices de priorización (I<sub>P</sub>).

Clasificación de la Priorización	Cantidad de edificaciones	% de edificaciones
P1 (Prioridad máxima)	0	0
P2	0	0
P3	0	0
P4	274	1
P5	1557	5
P6	5904	18
P7	4907	15
P8	8721	26
P9	10068	30
P10	284	1
P11	1658	5
P12 (Prioridad mínima)	0	0

Fuente: E. Propia.

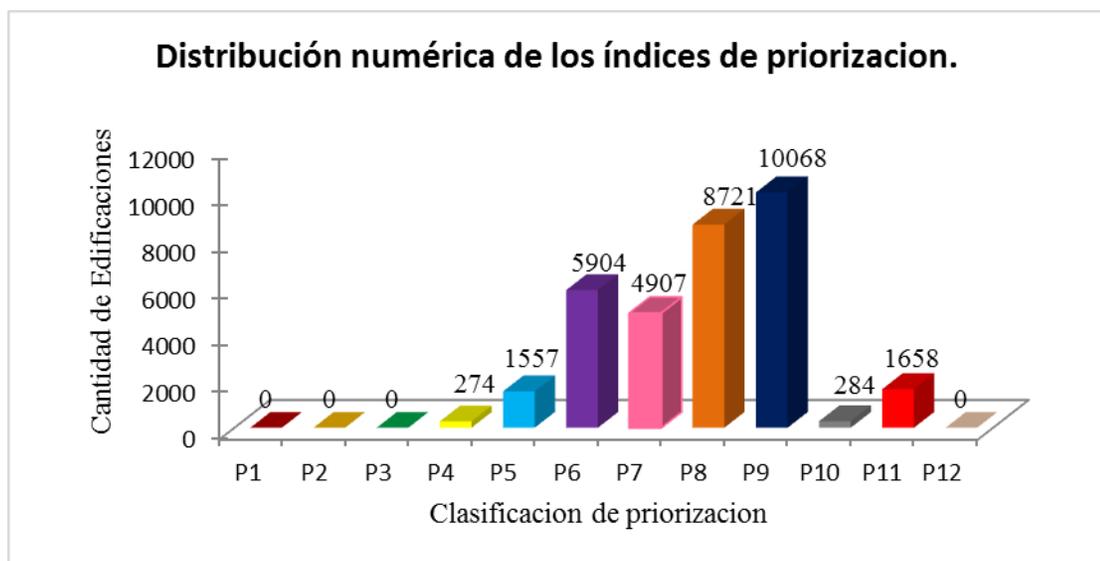


Figura 101. Distribución numérica de los índices de priorización (I<sub>P</sub>).

Fuente: E. Propia.

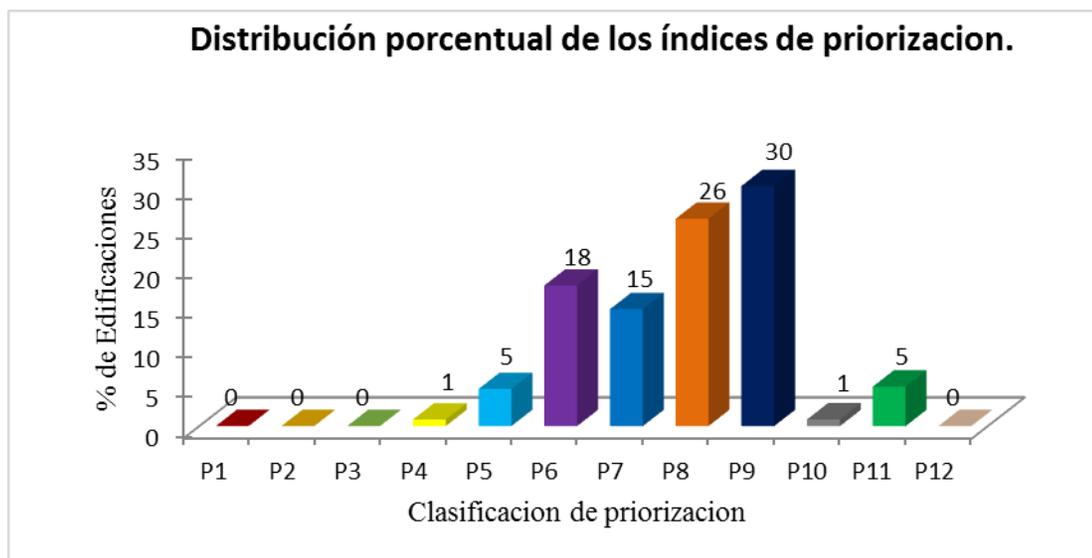


Figura 102. Distribución porcentual de los índices de priorización ( $I_p$ ).

Fuente: E. Propia.

Como se pudo observar se definen doce (12) características del índice de priorización que van desde P1 (Prioridad Máxima) hasta P12 (Prioridad Mínima). Los rangos de valores de estas categorías se obtuvieron a partir de los valores límites de las siete (7) categorías del índice de riesgo (Tabla 14), y su combinación con los valores límites de las categorías de índice de amenaza (Tabla 3); Los valores resultantes fueron redondeados. Esta categorización tiene como objetivo ordenar los resultados y permitir una mejor discriminación entre edificaciones a efectos de orientar la selección de las más prioritarias que pasarían a posteriores consideraciones, y según sea el caso, al análisis estructural detallado y dependiendo de los resultados realizar mejoras estructurales.

Luego de la evaluación de los índices de riesgo en la muestra analizada podemos crear un rango para facilitar la discriminación del índice de importancia, ver Tabla 31, en donde se asigna un primer rango de P1 a P4 como el rango de alta prioridad, un segundo rango de P5 a P8 de prioridad media y por ultimo de P9 a P12 como prioridad baja.

Tabla 31. Rangos de clasificación y distribución numérica y porcentual de los índices de priorización ( $I_p$ ).

Rango de clasificación de la Priorización	Cantidad de edificaciones	% de edificaciones
P1 a P4 (Prioridad Alta)	274	1
P5 a P8 (Prioridad Media)	21089	63
P9 a P12 (Prioridad Baja)	12010	36

Fuente: E. Propia.

Por lo tanto se evidenciaron en el primer rango un numero bajo de edificaciones de 1% lo que equivale a 274 edificaciones, en el segundo rango encontramos la mayor cantidad de edificaciones con el 63% lo que representa 21089 edificaciones y por ultimo tenemos que 36% de las edificaciones estudiadas presentan prioridad baja.

Por otra parte, al momento de las inspecciones se pudo notar a simple vista que la mayoría de edificaciones no tienen ningún tipo de mantenimiento, lo que repercute de manera significativa en el incremento de los índices anteriormente calculados.

Por tanto, luego de identificar los índices de priorización y conocer que la clasificación entre los niveles máximos y mínimos de los indicadores de priorización depende de muchos factores, es recomendable realizar nuevas inspecciones a fin de evaluar la funcionalidad de las edificaciones.

### **Ejemplos de cálculos para la obtención de los índices de vulnerabilidad, amenaza, riesgo e importancia.**

Los ejemplos de cálculos presentados son la continuación de las edificaciones ya presentados en la fase 3 del presente capítulo.

#### **Ejemplo 1. Vivienda Multifamiliar.**

Como ya se mencionó, se trata de una vivienda multifamiliar de 1 piso, de ocupación 9 personas, su estructura es a base de pórticos de concreto armado con

paredes de relleno, con fecha de construcción del año 1985, no presenta irregularidades y el estado de mantenimiento en general es regular.

Los valores correspondientes son:

- ✓ Índice de Amenaza ( $I_A$ ) = 0,68, debido a que es una zona sísmica tipo 5 y no presenta efectos topográficos.
- ✓ Índice de Vulnerabilidad ( $I_v$ ) = 22,10, esto como resultado de la aplicación de la ecuación Ec. 3, donde  $I_i$  es el índice de cada vulnerabilidad específica y  $a_i$  es su peso relativo como se muestra en la Tabla 3.

Por lo tanto,  $I_1 = 30$ , debido que la edificación fue construida entre 1982 y 1980.

$I_2 = 40$ . Este valor es referido a que su estructura es a base de pórtico de concreto armado con paredes de bloque de relleno.

$I_3 = 0$ . Valor referente a irregularidades estructurales, dicha edificación no presenta por lo tanto es cero.

$I_4 = 0$ . En el caso del Municipio Los Guayos no hay depósitos de sedimentos iguales a 120m y es una edificación con uno número menor de seis pisos, por lo tanto es cero este índice.

$I_5 = 0$ . Este índice es asociado con la topografía y drenajes. La edificación está construida en una planicie y se evidencio la existencia de drenajes.

$I_6 = 15$ , este índice está asociado a grado de deterioro de la edificación, y este valor resulta de tener paredes con grado de deterioro moderado y su estado de mantenimiento regular.

Haciendo uso de la Ecuación 3, se tiene como resultado lo siguiente:

$$I_v = 0,25 \times 30 + 0,35 \times 40 + 0,25 \times 0 + 0,07 \times 0 + 0,04 \times 0 + 0,04 \times 15 = 22,10.$$

- ✓ Índice de Riesgo ( $I_R$ ) = 15. Como ya se dijo el índice de riesgo es el resultado del producto del índice de amenaza y el índice de vulnerabilidad.

$$I_R = 0,68 \times 22,10 = 15$$

- ✓ Índice de Importancia ( $I_I$ ) = 0,8. Este valor es referido a la clasificación de la edificación según su uso (para nuestro caso es A3, de uso residencial) y la cantidad de ocupantes (9 personas).

- ✓ Índice de Priorización ( $I_P$ ) = 12. Este valor es consecuencia del producto del índice de riesgo y el índice de importancia ya calculados.

$$I_P = 15 \times 0,8 = 12.$$

Por último, luego de tener los valores de cada índice procedemos a la valorización de los mismos.

- ✓  $I_V = 22,10$ .

Comparando este valor con los rangos presentados en la Tabla 13 este valor entra en el rango  $20 \leq I_V < 30$  siendo clasificado con Vulnerabilidad Media Baja.

- ✓  $I_R = 15$ .

Comparando este valor con los rangos presentados en la Tabla 14 este valor entra en el rango  $15 \leq I_R < 25$  siendo clasificado con Riesgo sísmico Medio Alto.

- ✓  $I_P = 12$ .

Comparando este valor con los rangos presentados en la Tabla 15 este valor entra en el rango  $12 \leq I_P < 16$  siendo clasificado con índice de priorización P8, lo que indica que tiene Prioridad media.

Ejemplo 2: Edificio con muros de concreto armado de poco espesor, dispuestos en una sola dirección.

Edificio residencial, de 4 pisos, con ocupación de 80 personas, construido en el año 1981 se encuentra construido en una planicie con canalización en los drenajes, el sistema estructural es de muro de concreto armado de poco espesor, dispuesto en una sola dirección, con una geometría de planta irregular y esquema de elevación rectangular. Adicionalmente presenta dos tipos de irregularidades como lo son: fuerte asimetría de planta y adosamiento Losa contra Losa. Los elementos estructurales presentan algunas grietas y se evidencian adosamiento en los edificios, mientras que el mantenimiento en general de la edificación es regular.

Al igual que el ejemplo anterior se emplea la misma metodología.

Los valores correspondientes son:

- ✓ Índice de Amenaza ( $I_A$ ) = 0,68, debido a que es una zona sísmica tipo 5 y no presenta efectos topográficos.
- ✓ Índice de Vulnerabilidad ( $I_v$ ) = 54,6, esto como resultado de la aplicación de la ecuación  $I_v = \sum_1^6 \alpha_i \cdot I_i$ , donde  $I_i$  es el índice de cada vulnerabilidad específica y  $\alpha_i$  es su peso relativo como se muestra en la tabla 3.

$I_1 = 60$ . Debido que la edificación fue construida entre 1967 y 1982.

$I_2 = 90$ . Este valor es referido a que su sistema estructural es de muro de concreto armado de poco espesor, dispuesto en una sola dirección

$I_3 = 30$ . Valor referente a irregularidades estructurales. Esta edificación presenta asimetría y adosamiento losa contra losas.

$I_4 = 0$ . En el caso del Municipio Los Guayos no hay depósitos de sedimentos iguales a 120m y es una edificación con uno número menor de seis pisos, por lo tanto es cero este índice.

$I_5 = 0$ . Este índice es asociado con la topografía y drenajes. La edificación está construida en una planicie y se evidencio la existencia de drenajes.

$I_6 = 15$ , este índice está asociado a grado de deterioro de la edificación, y este valor resulta de tener paredes con grado de deterioro moderado y su estado de mantenimiento regular.

Haciendo uso de la Ecuación 3 se tiene como resultado lo siguiente:

$$I_V = 0,25 \times 60 + 0,35 \times 90 + 0,25 \times 30 + 0,07 \times 0 + 0,04 \times 0 + 0,04 \times 15 = 54,6.$$

✓ Índice de Riesgo ( $I_R$ ) = 37,12. Como ya se dijo el índice de riesgo es el resultado del producto del índice de amenaza y el índice de vulnerabilidad.

$$I_R = 0,68 \times 54,6 = 37,12$$

✓ Índice de Importancia ( $I_I$ ) = 0,82. Este valor es referido a la clasificación de la edificación según su uso (para nuestro caso es A3, de uso residencial) y la cantidad de ocupantes (80 personas).

✓ Índice de Priorización ( $I_P$ ) = 30,4. Este valor es consecuencia del producto del índice de riesgo y el índice de importancia ya calculados.

$$I_P = 37,12 \times 0,82 = 30,4.$$

Por último, luego de tener los valores de cada índice procedemos a la valorización de los mismos.

✓  $I_V = 54,6$ .

Comparando este valor con los rangos presentados en la Tabla 13 este valor entra en el rango  $40 \leq I_V < 60$  siendo clasificado con Vulnerabilidad Elevada.

✓  $I_R = 37,12$ .

Comparando este valor con los rangos presentados en la Tabla 14 este valor entra en el rango  $25 \leq I_R < 40$  siendo clasificado con Riesgo sísmico Alto.

✓  $I_P = 30,4$ .

Comparando este valor con los rangos presentados en la Tabla 15 este valor entra en el rango  $30 \leq I_p < 40$  siendo clasificado con índice de priorización P4, lo que indica que tiene Prioridad alta

El resto de los cálculos de las edificaciones inspeccionadas se muestran en el Apéndice A.

4.1.5 Fase 5.

En las Figuras 101, 102 y 103, se representan las distribuciones espaciales de los índices obtenidos de vulnerabilidad, riesgo y priorización, respectivamente en la zona estudiada. En las mismas se señalaran por medio de colores las diferentes clasificaciones de los índices mencionados.

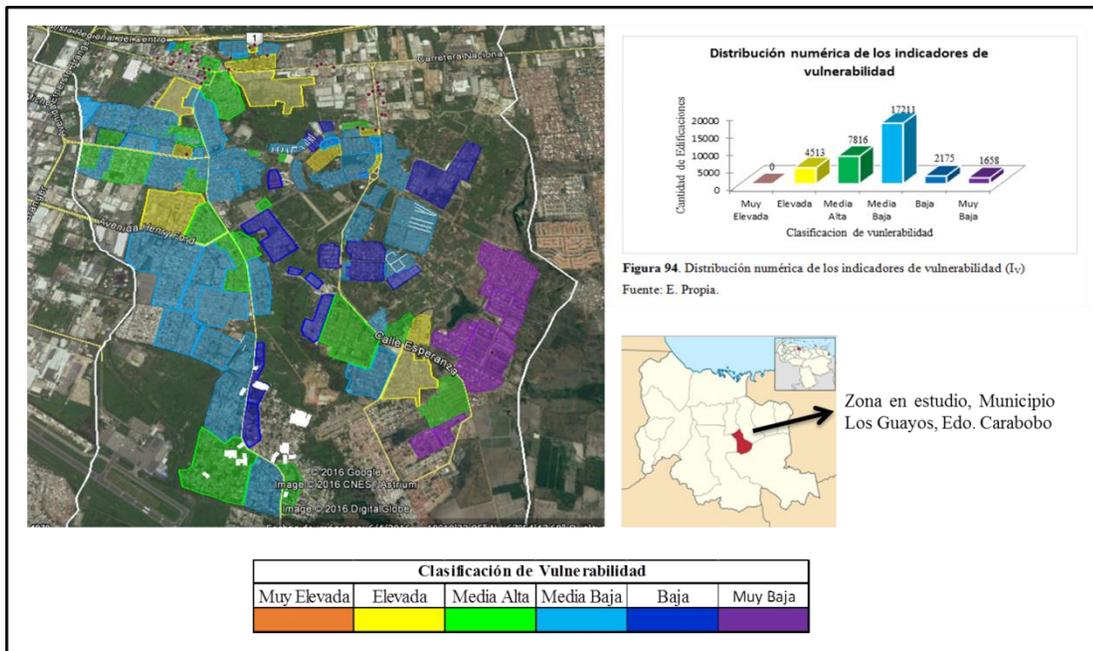


Figura 103. Distribución espacial aproximada de los índices de vulnerabilidad.

Elaboración: E. Propia.

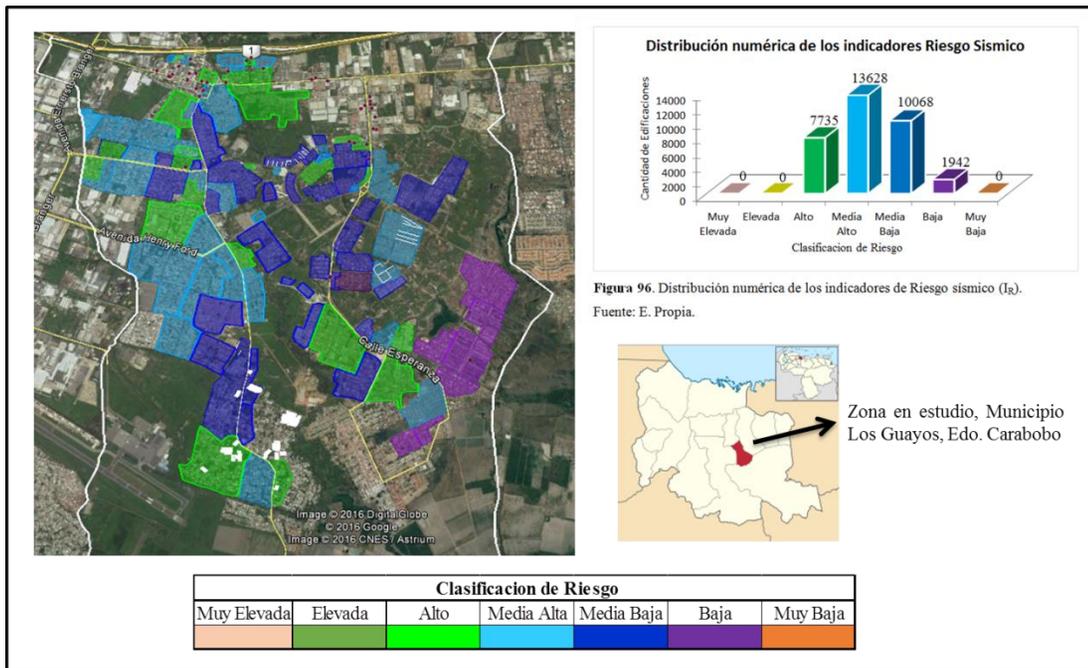


Figura 104. Distribución espacial aproximada de los índices de riesgo.

Elaboración: E. Propia.

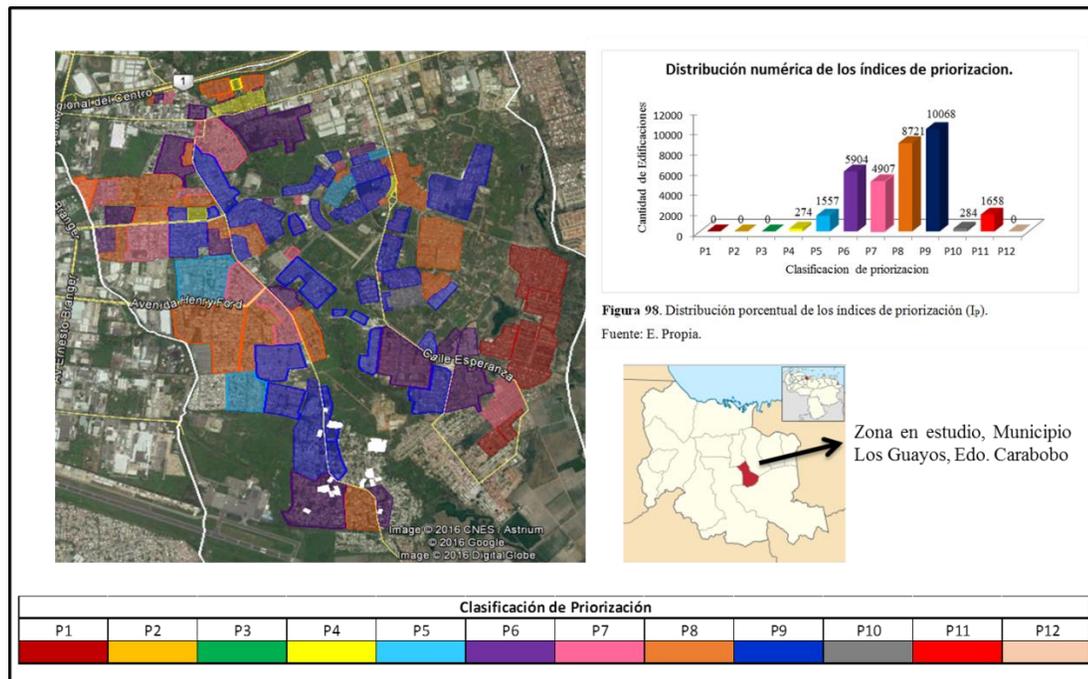


Figura 103. Distribución espacial aproximada de los índices de priorización.

Elaboración: E. Propia.

## CONCLUSIONES

Con la elaboración de esta investigación se logró recabar información necesaria de las 33373 edificaciones seleccionadas en las 113 zonas homogéneas en el Municipio Los Guayos del estado Carabobo. Por otra parte, en base a la metodología elaborada por FUNVISIS como lo es el uso de la planilla de inspección y la aplicación Móvil para Androide es posible llegar a un conjunto de conclusiones que inciden directamente en la asignación de los índices de amenaza, vulnerabilidad, riesgo y priorización sísmica de las edificaciones evaluadas. Estas serán mencionadas a continuación:

- ✓ El uso de la Planilla de Inspección y la aplicación Móvil APP para sistemas Android representaron herramientas de gran utilidad y fácil utilización en la recolección de los datos necesarios para desarrollar los cálculos de los índices analizados en este trabajo.
- ✓ En la Muestra analizada se determinó que la mayor cantidad de edificaciones presentan Vulnerabilidad sísmica baja con 17.211 edificaciones (52%); clasificación que fue en su mayoría afectada directamente por el sistema constructivo y el año de construcción.
- ✓ Se encontraron 4.513 edificaciones (14%) con vulnerabilidad elevada, siendo éstas las que requieren mayor atención al momento de un evento sísmico, así como mejoras y reforzamiento de las estructuras, las mismas presentan una combinación desfavorable entre sistema constructivo, año de construcción y presencia de irregularidades, lo cual incidió significativamente en el aumento de la vulnerabilidad sísmica.
- ✓ Según la Norma COVENIN 1756:2001 el Municipio Los Guayos se encuentra en una zona sísmica 5, de peligro elevado y dado que ninguna de las edificaciones inspeccionadas presentan efectos topográficos, se concluye por medio de la metodología de FUNVISIS que la amenaza sísmica representa un valor

numérico igual a 0,68, dicho valor se empleó para el cálculo del índice de riesgo sísmico.

- ✓ Se logró identificar aproximadamente 7.735 edificaciones (23%) con riesgo sísmico elevado, las cuales deben ser de objeto de estudios más profundos con la finalidad de mitigar la influencia de los eventos sísmicos.
- ✓ La clasificación de riesgo sísmico con mayor cantidad de edificaciones la define por el tipo medio alto con 13.628 edificaciones (41%), está influenciado directamente por el índice de amenaza y vulnerabilidad.
- ✓ Los índices de priorización calculados se dividieron en tres categorías, obteniendo en prioridad alta 274 edificaciones (1%), para prioridad media 21.089 edificaciones (63%) y por ultimo prioridad baja con 12.010 edificaciones (36%), lo que pone de manifiesto que muy pocas edificaciones requieren atención inmediata, sin embargo existen una importante cantidad de edificaciones con prioridad media que deben tenerse en consideración para posteriores estudios.
- ✓ Se pudo observar que en el Municipio predominan edificaciones menores a 3 pisos con el 98.97% de la muestra analizada, lo que indica que en presencia de un evento sísmico el número de vidas involucradas es menor en comparación a edificaciones altas por la cantidad de ocupantes en esas edificaciones, además que se atribuye al índice de priorización obtenido.

## RECOMENDACIONES

- ✓ Dado que este tipo de investigación se está realizando en todo el Estado Carabobo es recomendable, una vez terminados, crear una recopilación de los resultados obtenidos en cada municipio para realizar un compendio que sea de divulgación nacional para que los entes gubernamentales tomen medidas oportunas con la ocurrencia de un sismo.
- ✓ Para reducir el riesgo sísmico en las edificaciones es importante lograr que las construcciones sean más seguras y por ende debe educarse a las personas en general, en cuanto a la realidad del problema sísmico.
- ✓ Es importante considerar que los profesionales del área de la construcción deben apearse a las normas Sismorresistente actuales con ética y responsabilidad.
- ✓ Dados los resultados obtenidos en esta investigación, se recomienda realizar inspecciones más exhaustivas por entes especializados en la materia, para tratar eficazmente el riesgo sísmico en la zona estudiada.
- ✓ El éxito de estas acciones sólo se pudiese garantizar con un cambio en la percepción del problema por parte de la población y de las autoridades para lo cual se requiere del uso de medios masivos de comunicación para implantar una cultura de preparación ante los futuros terremotos.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] .Norma Venezolana COVENIN – MINDUR 1756:2001. Edificaciones Sismorresistente.
- [2]. López Oscar. INDICADORES DE RIESGO SISMICOS EN EDIFICACIONES ESCOLARES DE VENEZUELA. Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME), Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. Caracas. (2009).
- [3]. López Oscar, Coronel Gustavo y otros. INDICES DE PRIORIZACION PARA LA GESTION DEL RIESGO SISMICO EN EDIFICACIONES EXISTENTES. Revista de la Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. Caracas. (2014).
- [4]. López Oscar, Coronel Gustavo y otros. INDICES DE PRIORIZACION DE EDIFICIOS PARA LA GESTION DEL RIESGO SISMICO. 3ª Versión, (2014).
- [5].INE. Censo Nacional de población y vivienda. <http://www.ine.gov.ve/CENSO2011/>
- [6]. <http://www.funvisis.gob.ve>.
- [7]. <http://losguayos-carabobo.gov.ve/portal-alcaldias/>
- [8]. Coronel Gustavo, López Oscar. EL RIESGO SISMICO DESDE UNA VISION INTEGRAL. IMME. Cumaná. (2015).
- [9]. M. L. Carreño; O.D. Cardona y otros. SISTEMA DE INDICADORES PARA EVALUACIÓN DE RIESGO. Barcelona. (2005).
- [10]. <http://www.smis.org.mx/htm/sm5.htm>
- [11]. <http://redescolar.ilce.edu.mx>

- [12]. Torres Laura. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL DEL MUNICIPIO LOS GUAYOS. Trabajo Especial de Grado. Universidad de Carabobo. 2009.
- [13]. Tarbuck E., Lutgens F. CIENCIAS DE LA TIERRA: UNA INTRODUCCION A LA GEOLOGIA FISICA. 6<sup>a</sup>ta Edición. España. (2001)
- [14]. FUNVISIS. LA INVESTIGACION SISMOLOGICA EN VENEZUELA. Caracas. (2002)
- [15]. INE. INFORME GEOAMBIENTAL. Estado Carabobo. (2011)
- [16]. INE. DIVISION POLITICO Y TERRITORIAL DE LA REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. Caracas. (2013)
- [17]. José Grases, Arnaldo Gutiérrez y otros. HISTORIA DE LA INGENIERIA ESTRUCTURAL EN VENEZUELA. Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. Caracas. (2012).
- [18]. Fidas Arias. EL PROYECTO DE INVESTIGACION. 5<sup>a</sup> Edición. Caracas. (2006).

APENDICE A

TABLAS EXPERIMENTALES

N° de Edificación	IA		I <sub>s</sub> ≤ 100											I <sub>s</sub> ≤ 100		II				Datos Generales														
	Codigo	Zona	Factores topograficos	Año de Construcción	Tipo Estructural	Irregularidades (j)											Profundidad de Depósito	I <sub>s</sub>	Topografía	Drenaje	Componente	Estado de Paredes	Estado General de Mantenimiento	Grupo	N° Habitantes	Turno de								
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	9	10										11	Matana	Tarde	Noche	N° Pisos	USO			
1	UR-CA-M	5	No	1986	2	Si	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Si	Si	Si	3	Multif							
2	UR-ED-M	5	No	1984	2	Si	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Si	Planicie	Si	Ninguno	Regular	A3	160	Si	Si	Si	10	Multif	
3	UR-ED-M	5	No	2002	2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Si	Planicie	Si	Ninguno	Bueno	A3	160	No	No	Si	10	Multif	
4	UR-ED-M	5	No	1990	4	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Planicie	Si	Ninguno	Bueno	A3	80	Si	No	Si	4	Multif	
5	UR-CA-M	5	No	1982	2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Planicie	Si	Ninguno	Bueno	A3	6	Si	Si	Si	1	Unif.	
6	UR-ED-B	5	No	1981	4	N	N	N	N	N	N	Si	Si	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Planicie	Si	Est. de Concreto	Moderado	Bajo	A3	60	No	No	Si	4	Multif
7	BA-CA-B	5	No	1984	12	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Planicie	Si	Est. de Concreto	Moderado	Bajo	A3	11	Si	Si	Si	1	Unif.
8	UR-ED-M	5	No	1998	4	N	N	N	N	N	N	Si	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Planicie	Si	Ninguno	Bueno	A3	60	Si	Si	Si	4	Multif	
9	BA-CA-B	5	No	1986	2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Planicie	Si	Ninguno	Moderado	Regular	A3	5	Si	Si	Si	1	Unif.
10	BA-CA-M	5	No	1951	2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Planicie	Si	Ninguno	Bueno	A3	8	No	No	Si	1	Unif.	
11	BA-CA-B	5	No	2006	6	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Planicie	Si	Ninguno	Bueno	A3	6	Si	Si	Si	1	Unif.	
12	BA-CA-M	5	No	1986	2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Planicie	Si	Ninguno	Bueno	A3	5	Si	Si	Si	2	Unif.	
13	BA-CA-M	5	No	1973	2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Planicie	Si	Ninguno	Bueno	A3	6	Si	No	Si	1	Unif.	
14	BA-CA-M	5	No	1971	2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Planicie	Si	Ninguno	Regular	A3	6	Si	Si	Si	1	Unif.	
15	BA-CA-M	5	No	1974	6	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Planicie	Si	Ninguno	Moderado	Bueno	A3	6	Si	Si	Si	1	Unif.
16	BA-CA-M	5	No	1971	2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Planicie	Si	Ninguno	Bueno	A3	6	Si	Si	Si	1	Unif.	
17	BA-CA-M	5	No	1976	2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Planicie	Si	Ninguno	Bueno	A3	8	Si	No	Si	1	Unif.	
18	BA-CA-M	5	No	1974	2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Planicie	Si	Ninguno	Moderado	Regular	A3	8	Si	No	Si	1	Multif
19	BA-CA-M	5	No	1981	2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Planicie	Si	Ninguno	Bueno	A3	8	No	Si	Si	2	Multif	
20	UR-ED-M	5	No	1978	2	N	N	N	N	N	N	N	Si	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Planicie	Si	Ninguno	Moderado	Bajo	A3	256	Si	Si	Si	4	Multif

A-1. Base de datos de las edificaciones de Los Guayos. Parte 1

Fuente: E. propia.

N° de Edificación	Ia		Ib ≤ 100											Ic		Id			Ie ≤ 100				If			Ig																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
	Codigo	Zona	Efectos topográficos	Año de Construcción	I1	I2	Irregularidades (i)											I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20	I21	I22	I23	I24	I25	I26	I27	I28	I29	I30	I31	I32	I33	I34	I35	I36	I37	I38	I39	I40	I41	I42	I43	I44	I45	I46	I47	I48	I49	I50	I51	I52	I53	I54	I55	I56	I57	I58	I59	I60	I61	I62	I63	I64	I65	I66	I67	I68	I69	I70	I71	I72	I73	I74	I75	I76	I77	I78	I79	I80	I81	I82	I83	I84	I85	I86	I87	I88	I89	I90	I91	I92	I93	I94	I95	I96	I97	I98	I99	I100	I101	I102	I103	I104	I105	I106	I107	I108	I109	I110	I111	I112	I113	I114	I115	I116	I117	I118	I119	I120	I121	I122	I123	I124	I125	I126	I127	I128	I129	I130	I131	I132	I133	I134	I135	I136	I137	I138	I139	I140	I141	I142	I143	I144	I145	I146	I147	I148	I149	I150	I151	I152	I153	I154	I155	I156	I157	I158	I159	I160	I161	I162	I163	I164	I165	I166	I167	I168	I169	I170	I171	I172	I173	I174	I175	I176	I177	I178	I179	I180	I181	I182	I183	I184	I185	I186	I187	I188	I189	I190	I191	I192	I193	I194	I195	I196	I197	I198	I199	I200	I201	I202	I203	I204	I205	I206	I207	I208	I209	I210	I211	I212	I213	I214	I215	I216	I217	I218	I219	I220	I221	I222	I223	I224	I225	I226	I227	I228	I229	I230	I231	I232	I233	I234	I235	I236	I237	I238	I239	I240	I241	I242	I243	I244	I245	I246	I247	I248	I249	I250	I251	I252	I253	I254	I255	I256	I257	I258	I259	I260	I261	I262	I263	I264	I265	I266	I267	I268	I269	I270	I271	I272	I273	I274	I275	I276	I277	I278	I279	I280	I281	I282	I283	I284	I285	I286	I287	I288	I289	I290	I291	I292	I293	I294	I295	I296	I297	I298	I299	I300	I301	I302	I303	I304	I305	I306	I307	I308	I309	I310	I311	I312	I313	I314	I315	I316	I317	I318	I319	I320	I321	I322	I323	I324	I325	I326	I327	I328	I329	I330	I331	I332	I333	I334	I335	I336	I337	I338	I339	I340	I341	I342	I343	I344	I345	I346	I347	I348	I349	I350	I351	I352	I353	I354	I355	I356	I357	I358	I359	I360	I361	I362	I363	I364	I365	I366	I367	I368	I369	I370	I371	I372	I373	I374	I375	I376	I377	I378	I379	I380	I381	I382	I383	I384	I385	I386	I387	I388	I389	I390	I391	I392	I393	I394	I395	I396	I397	I398	I399	I400	I401	I402	I403	I404	I405	I406	I407	I408	I409	I410	I411	I412	I413	I414	I415	I416	I417	I418	I419	I420	I421	I422	I423	I424	I425	I426	I427	I428	I429	I430	I431	I432	I433	I434	I435	I436	I437	I438	I439	I440	I441	I442	I443	I444	I445	I446	I447	I448	I449	I450	I451	I452	I453	I454	I455	I456	I457	I458	I459	I460	I461	I462	I463	I464	I465	I466	I467	I468	I469	I470	I471	I472	I473	I474	I475	I476	I477	I478	I479	I480	I481	I482	I483	I484	I485	I486	I487	I488	I489	I490	I491	I492	I493	I494	I495	I496	I497	I498	I499	I500	I501	I502	I503	I504	I505	I506	I507	I508	I509	I510	I511	I512	I513	I514	I515	I516	I517	I518	I519	I520	I521	I522	I523	I524	I525	I526	I527	I528	I529	I530	I531	I532	I533	I534	I535	I536	I537	I538	I539	I540	I541	I542	I543	I544	I545	I546	I547	I548	I549	I550	I551	I552	I553	I554	I555	I556	I557	I558	I559	I560	I561	I562	I563	I564	I565	I566	I567	I568	I569	I570	I571	I572	I573	I574	I575	I576	I577	I578	I579	I580	I581	I582	I583	I584	I585	I586	I587	I588	I589	I590	I591	I592	I593	I594	I595	I596	I597	I598	I599	I600	I601	I602	I603	I604	I605	I606	I607	I608	I609	I610	I611	I612	I613	I614	I615	I616	I617	I618	I619	I620	I621	I622	I623	I624	I625	I626	I627	I628	I629	I630	I631	I632	I633	I634	I635	I636	I637	I638	I639	I640	I641	I642	I643	I644	I645	I646	I647	I648	I649	I650	I651	I652	I653	I654	I655	I656	I657	I658	I659	I660	I661	I662	I663	I664	I665	I666	I667	I668	I669	I670	I671	I672	I673	I674	I675	I676	I677	I678	I679	I680	I681	I682	I683	I684	I685	I686	I687	I688	I689	I690	I691	I692	I693	I694	I695	I696	I697	I698	I699	I700	I701	I702	I703	I704	I705	I706	I707	I708	I709	I710	I711	I712	I713	I714	I715	I716	I717	I718	I719	I720	I721	I722	I723	I724	I725	I726	I727	I728	I729	I730	I731	I732	I733	I734	I735	I736	I737	I738	I739	I740	I741	I742	I743	I744	I745	I746	I747	I748	I749	I750	I751	I752	I753	I754	I755	I756	I757	I758	I759	I760	I761	I762	I763	I764	I765	I766	I767	I768	I769	I770	I771	I772	I773	I774	I775	I776	I777	I778	I779	I780	I781	I782	I783	I784	I785	I786	I787	I788	I789	I790	I791	I792	I793	I794	I795	I796	I797	I798	I799	I800	I801	I802	I803	I804	I805	I806	I807	I808	I809	I810	I811	I812	I813	I814	I815	I816	I817	I818	I819	I820	I821	I822	I823	I824	I825	I826	I827	I828	I829	I830	I831	I832	I833	I834	I835	I836	I837	I838	I839	I840	I841	I842	I843	I844	I845	I846	I847	I848	I849	I850	I851	I852	I853	I854	I855	I856	I857	I858	I859	I860	I861	I862	I863	I864	I865	I866	I867	I868	I869	I870	I871	I872	I873	I874	I875	I876	I877	I878	I879	I880	I881	I882	I883	I884	I885	I886	I887	I888	I889	I890	I891	I892	I893	I894	I895	I896	I897	I898	I899	I900	I901	I902	I903	I904	I905	I906	I907	I908	I909	I910	I911	I912	I913	I914	I915	I916	I917	I918	I919	I920	I921	I922	I923	I924	I925	I926	I927	I928	I929	I930	I931	I932	I933	I934	I935	I936	I937	I938	I939	I940	I941	I942





N° de Edificación	Codigo	IA		IV													II		Datos Generales												
		Zona	Efectos topograficos	Año de Construcción	I1	I2	I3 ≤ 100													I4	I5	I6 ≤ 100	Estado de Componente	Estado de Paredes	Estado General de Mantenimiento	Grupo	N° Habitantes	Turno de USO			
							Irregularidades (i)																					Profundidad de Deposito	Topografía	Drenaje	Componente
1	2	3	4	5	6	7	8	9	9 (a)	9 (b)	10	11	I4	I5	I6 ≤ 100	Estado de Componente	Estado de Paredes	Estado General de Mantenimiento	Grupo	N° Habitantes	Mañana	Tarde	Noche	N° Pisos	USO						
84	UR-OR-H	5	No	1991	2	N	N	N	N	N	N	N														N	N	N	N	No	Plánticie
85	UR-ED-H	5	No	2009	2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Plánticie	Si	Ninguno	Ninguno	Buena	A3	150	Si	Si	Si	5	Multif		
86	UR-ED-H	5	No	1976	3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Si	Plánticie	Si	Ninguno	Ninguno	Regular	A3	640	Si	Si	Si	8	Multif		
87	UR-ED-H	5	No	2015	2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Plánticie	Si	Ninguno	Ninguno	Buena	A3	80	No	Si	Si	5	Multif		
88	UR-ED-H	5	No	2014	2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Plánticie	Si	Ninguno	Ninguno	Buena	A3	100	Si	Si	Si	5	Multif		
89	UR-ED-H	5	No	2011	2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Plánticie	Si	Ninguno	Ninguno	Buena	A3	140	Si	Si	Si	5	Multif		
90	BA-OR-H	5	No	1986	9	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Plánticie	Si	Ninguno	Moderada	Regular	A3	8	Si	No	Si	1	Multif		
91	BA-OR-H	5	No	1986	2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Plánticie	Si	Ninguno	Ninguno	Regular	A3	8	Si	Si	Si	1	Unif.		
92	UR-OR-H	5	No	1991	2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Plánticie	Si	Ninguno	Ninguno	Regular	A3	3	Si	Si	Si	1	Unif.		
93	UR-ED-H	5	No	2016	4	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Plánticie	Si	Ninguno	Ninguno	Buena	A3	120	Si	Si	Si	5	Multif		
94	UR-ED-H	5	No	2008	4	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Plánticie	Si	Ninguno	Ninguno	Buena	A3	80	Si	No	Si	4	Multif		
95	UR-OR-H	5	No	2005	3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Plánticie	Si	Ninguno	Ninguno	Buena	A3	5	Si	Si	Si	1	Multif		
96	UR-OR-H	5	No	2005	3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Plánticie	Si	Ninguno	Ninguno	Buena	A3	5	Si	Si	Si	1	Multif		
97	UR-ED-H	5	No	2007	3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Plánticie	Si	Ninguno	Ninguno	Buena	A3	64	Si	Si	Si	4	Multif		
98	UR-OR-H	5	No	2005	3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Plánticie	Si	Ninguno	Ninguno	Buena	A3	5	Si	Si	Si	1	Unif.		
99	BA-OR-H	5	No	2007	9	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Plánticie	Si	Ninguno	Ninguno	Buena	A3	5	Si	Si	Si	1	Unif.		
100	UR-ED-H	5	No	2007	3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Plánticie	Si	Ninguno	Ninguno	Buena	A3	64	Si	Si	Si	4	Multif		
101	UR-ED-H	5	No	2007	3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Plánticie	Si	Ninguno	Ninguno	Buena	A3	64	Si	Si	Si	4	Multif		
102	BA-OR-H	5	No	2003	3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Plánticie	Si	Ninguno	Ninguno	Buena	A3	64	Si	Si	Si	4	Multif		
103	BA-OR-H	5	No	2004	3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Plánticie	Si	Ninguno	Ninguno	Buena	A3	7	Si	Si	Si	1	Multif		
104	BA-RA-B	5	No	2009	15	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Plánticie	Si	Est. de Concreto	Severo	Severo	A3	4	Si	Si	Si	1	Popul		
105	BA-RA-B	5	No	2008	15	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Plánticie	Si	Est. de Concreto	Severo	Severo	A3	6	Si	Si	Si	1	Popul		
106	BA-RA-B	5	No	2012	15	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	No	Plánticie	Si	Est. de Concreto	Severo	Severo	A3	3	Si	Si	Si	1	Popul		

A-5. Base de datos de las edificaciones de Los Guayos. Parte 5

Fuente: E. propia.

Código	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>	I <sub>6</sub>	I <sub>A</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>v</sub>	Clasificación de la Vulnerabilidad	I <sub>R</sub>	Clasificación del Riesgo	I <sub>P</sub>	Clasificación de la Priorización
UR-CA-M	30	40	40	0	0	0	0.68	0.8	31.5	Media Alta	21	Media Alta	17.6	P7
UR-ED-M	30	40	40	100	0	5	0.68	0.9	38.7	Media Alta	26	Alto	22.4	P6
UR-ED-M	15	40	0	100	0	0	0.68	0.9	24.8	Media Baja	17	Media Alta	14.3	P8
UR-ED-M	30	90	0	0	0	0	0.68	0.8	39.0	Media Alta	27	Alto	21.7	P6
UR-CA-M	60	40	0	0	0	0	0.68	0.8	29.0	Media Baja	20	Media Alta	15.8	P8
UR-ED-B	60	90	30	0	0	55	0.68	0.8	56.2	Elevada	38	Alto	31.3	P4
BA-CA-B	90	90	0	0	0	55	0.68	0.8	56.2	Elevada	38	Alto	31.3	P4
UR-ED-M	30	90	20	0	0	0	0.68	0.8	44.0	Elevada	30	Alto	24.5	P6
BA-CA-B	90	40	0	0	0	15	0.68	0.8	37.1	Media Alta	25	Alto	20.2	P6
BA-CA-M	80	40	0	0	0	0	0.68	0.8	34.0	Media Alta	23	Media Alta	18.5	P7
BA-CA-B	15	60	0	0	0	0	0.68	0.8	24.8	Media Baja	17	Media Alta	13.5	P8
BA-CA-M	30	40	0	0	0	0	0.68	0.8	21.5	Media Baja	15	Media Baja	11.7	P9
BA-CA-M	60	40	0	0	0	0	0.68	0.8	29.0	Media Baja	20	Media Alta	15.8	P8
BA-CA-M	60	40	0	0	0	5	0.68	0.8	29.2	Media Baja	20	Media Alta	15.9	P8
BA-CA-M	60	60	0	0	0	10	0.68	0.8	36.4	Media Alta	25	Media Alta	19.8	P7
BA-CA-M	60	40	0	0	0	0	0.68	0.8	29.0	Media Baja	20	Media Alta	15.8	P8
BA-CA-M	60	40	0	0	0	0	0.68	0.8	29.0	Media Baja	20	Media Alta	15.8	P8
BA-CA-M	60	40	0	0	0	15	0.68	0.8	29.6	Media Baja	20	Media Alta	16.1	P7
BA-CA-M	60	40	0	0	0	0	0.68	0.8	29.0	Media Baja	20	Media Alta	15.8	P8
UR-ED-M	60	40	30	0	0	20	0.68	0.9	37.3	Media Alta	25	Alto	21.6	P6
BA-CA-M	60	40	40	0	0	0	0.68	0.8	39.0	Media Alta	27	Alto	21.2	P6
BA-CA-M	60	40	0	0	0	0	0.68	0.8	29.0	Media Baja	20	Media Alta	15.8	P8
BA-CA-M	30	40	0	0	0	15	0.68	0.8	22.1	Media Baja	15	Media Alta	12.0	P8
BA-CA-M	60	60	0	0	0	5	0.68	0.8	36.2	Media Alta	25	Media Alta	19.7	P7

A-6. Índices de vulnerabilidad, riesgo sísmico y priorización. Parte 1

Fuente: E. propia.

Codigo	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>	I <sub>6</sub>	I <sub>A</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>V</sub>	Clasificación de la Vulnerabilidad	I <sub>R</sub>	Clasificación del Riesgo	I <sub>P</sub>	Clasificación de la Priorización
UR-ED-B	30	40	0	0	0	0	0.68	0.8	21.5	Media Baja	15	Media Baja	12.0	P9
UR-ED-M	60	90	30	0	0	15	0.68	0.8	54.6	Elevada	37	Alto	30.4	P4
BA-CA-M	30	40	0	0	0	0	0.68	0.8	21.5	Media Baja	15	Media Baja	11.7	P9
BA-CA-M	30	60	0	0	0	15	0.68	0.8	29.1	Media Baja	20	Media Alta	15.8	P8
BA-CA-M	30	40	0	0	0	0	0.68	0.8	21.5	Media Baja	15	Media Baja	11.7	P9
BA-CA-M	60	40	40	0	0	0	0.68	0.8	39.0	Media Alta	27	Alto	21.2	P6
BA-CA-M	30	40	0	0	0	0	0.68	0.8	21.5	Media Baja	15	Media Baja	11.7	P9
BA-CA-M	60	90	0	0	0	20	0.68	0.8	47.3	Elevada	32	Alto	25.7	P5
BA-CA-M	60	60	0	0	0	0	0.68	0.8	36.0	Media Alta	24	Media Alta	19.6	P7
UR-CA-M	15	40	0	0	0	0	0.68	0.8	17.8	Baja	12	Media Baja	9.7	P9
UR-ED-M	15	90	0	0	0	0	0.68	0.8	35.3	Media Alta	24	Media Alta	19.7	P7
BA-CA-M	60	40	0	0	0	0	0.68	0.8	29.0	Media Baja	20	Media Alta	15.8	P8
BA-CA-M	30	60	0	0	0	5	0.68	0.8	28.7	Media Baja	20	Media Alta	15.6	P8
BA-CA-M	30	90	0	0	0	20	0.68	0.8	39.8	Media Alta	27	Alto	21.7	P6
BA-CA-B	60	60	0	0	0	15	0.68	0.8	36.6	Media Alta	25	Media Alta	19.9	P7
BA-CA-B	30	40	0	0	0	5	0.68	0.8	21.7	Media Baja	15	Media Baja	11.8	P9
BA-CA-B	30	40	0	0	0	45	0.68	0.8	23.3	Media Baja	16	Media Alta	12.7	P8
UR-CA-M	30	40	0	0	0	0	0.68	0.8	21.5	Media Baja	15	Media Baja	11.7	P9
UR-CA-M	30	40	0	0	0	0	0.68	0.8	21.5	Media Baja	15	Media Baja	11.7	P9
BA-CA-M	30	40	0	0	0	0	0.68	0.8	21.5	Media Baja	15	Media Baja	11.7	P9
BA-CA-B	15	40	0	0	0	10	0.68	0.8	18.2	Baja	12	Media Baja	9.9	P9
BA-CA-M	15	40	0	0	0	0	0.68	0.8	17.8	Baja	12	Media Baja	9.7	P9
BA-CA-B	90	40	0	0	0	10	0.68	0.8	36.9	Media Alta	25	Alto	20.1	P6
BA-CA-B	30	40	0	0	0	15	0.68	0.8	22.1	Media Baja	15	Media Alta	12.0	P8
BA-CA-B	90	40	0	0	0	15	0.68	0.8	37.1	Media Alta	25	Alto	20.2	P6

## A-7. Índices de vulnerabilidad, riesgo sísmico y priorización. Parte 2

Fuente: E. propia.

Código	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>	I <sub>6</sub>	I <sub>A</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>V</sub>	Clasificación de la Vulnerabilidad	I <sub>R</sub>	Clasificación del Riesgo	I <sub>P</sub>	Clasificación de la Priorización
UR-ED-B	15	90	10	0	0	55	0.68	0.8	40.0	Media Alta	27	Alto	22.3	P6
UR-CA-M	30	40	0	0	0	0	0.68	0.8	21.5	Media Baja	15	Media Baja	11.7	P9
UR-ED-M	15	90	0	0	0	0	0.68	0.8	35.3	Media Alta	24	Media Alta	19.7	P7
UR-ED-M	15	40	0	0	0	0	0.68	0.9	17.8	Baja	12	Media Baja	10.3	P9
UR-ED-M	15	40	0	0	0	0	0.68	0.8	17.8	Baja	12	Media Baja	9.9	P9
UR-ED-M	15	40	0	0	0	0	0.68	0.8	17.8	Baja	12	Media Baja	9.9	P9
UR-ED-M	30	40	30	0	0	0	0.68	0.8	29.0	Media Baja	20	Media Alta	16.2	P7
UR-ED-M	10	40	0	0	0	0	0.68	0.8	16.5	Baja	11	Media Baja	9.2	P9
UR-CA-M	30	40	0	0	0	0	0.68	0.8	21.5	Media Baja	15	Media Baja	11.7	P9
UR-CA-M	15	100	0	0	0	0	0.68	0.8	38.8	Media Alta	26	Alto	21.6	P6
UR-ED-M	15	90	60	0	0	35	0.68	0.8	51.7	Elevada	35	Alto	28.8	P5
UR-CA-M	30	40	0	0	0	0	0.68	0.8	21.5	Media Baja	15	Media Baja	11.7	P9
UR-ED-M	30	10	30	100	0	5	0.68	0.9	25.7	Media Baja	17	Media Alta	14.9	P8
UR-CA-M	60	90	0	0	0	50	0.68	0.8	48.5	Elevada	33	Alto	26.4	P5
UR-CA-M	30	40	0	0	0	0	0.68	0.8	21.5	Media Baja	15	Media Baja	11.7	P9
UR-CA-M	30	40	0	0	0	0	0.68	0.8	21.5	Media Baja	15	Media Baja	11.7	P9
UR-CA-M	30	40	0	0	0	0	0.68	0.8	21.5	Media Baja	15	Media Baja	11.7	P9
UR-CA-M	30	40	0	100	0	0	0.68	0.9	24.8	Media Baja	17	Media Alta	14.3	P8
UR-ED-M	60	90	0	100	0	5	0.68	0.9	53.7	Elevada	37	Alto	31.8	P4
BA-CA-B	15	60	0	0	0	10	0.68	0.8	25.2	Media Baja	17	Media Alta	13.7	P8
UR-ED-M	15	40	0	0	0	0	0.68	0.9	17.8	Baja	12	Media Baja	10.3	P9
UR-ED-M	15	40	0	0	0	0	0.68	0.9	17.8	Baja	12	Media Baja	10.3	P9
BA-CA-B	15	60	0	0	0	5	0.68	0.8	25.0	Media Baja	17	Media Alta	13.6	P8
BA-CA-B	15	60	0	0	0	0	0.68	0.8	24.8	Media Baja	17	Media Alta	13.5	P8
BA-CA-B	15	60	0	0	0	0	0.68	0.8	24.8	Media Baja	17	Media Alta	13.5	P8

A-8. Índices de vulnerabilidad, riesgo sísmico y priorización. Parte 3

Fuente: E. propia.

Código	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>	I <sub>6</sub>	I <sub>A</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>v</sub>	Clasificación de la Vulnerabilidad	I <sub>R</sub>	Clasificación del Riesgo	I <sub>P</sub>	Clasificación de la Priorización
BA-CA-B	15	60	0	0	0	0	0.68	0.8	24.8	Media Baja	17	Media Alta	13.5	P8
UR-ED-B	15	40	0	0	0	0	0.68	0.9	17.8	Baja	12	Media Baja	10.3	P9
UR-CA-M	30	10	0	0	0	0	0.68	0.8	11.0	Baja	7.5	Baja	6.0	P10
UR-CA-M	60	10	0	0	0	0	0.68	0.8	18.5	Baja	13	Media Baja	10.1	P9
UR-ED-M	30	40	0	0	0	0	0.68	0.8	21.5	Media Baja	15	Media Baja	12.0	P9
UR-CA-M	60	10	0	0	0	5	0.68	0.8	18.7	Baja	13	Media Baja	10.2	P9
UR-ED-M	10	90	0	0	0	0	0.68	0.8	34.0	Media Alta	23	Media Alta	19.0	P7
UR-CA-M	30	40	0	0	0	0	0.68	0.8	21.5	Media Baja	15	Media Baja	11.7	P9
UR-CA-M	30	40	0	0	0	0	0.68	0.8	21.5	Media Baja	15	Media Baja	11.7	P9
UR-ED-M	15	40	0	0	0	0	0.68	0.9	17.8	Baja	12	Media Baja	10.3	P9
UR-ED-M	60	10	0	100	0	5	0.68	0.9	25.7	Media Baja	17	Media Alta	15.2	P8
UR-ED-M	15	40	0	0	0	0	0.68	0.8	17.8	Baja	12	Media Baja	9.9	P9
UR-ED-M	15	40	0	0	0	0	0.68	0.8	17.8	Baja	12	Media Baja	9.9	P9
UR-ED-M	15	40	0	0	0	0	0.68	0.9	17.8	Baja	12	Media Baja	10.3	P9
BA-CA-M	30	90	0	0	0	15	0.68	0.8	39.6	Media Alta	27	Alto	21.5	P6
BA-CA-M	30	40	0	0	0	5	0.68	0.8	21.7	Media Baja	15	Media Baja	11.8	P9
UR-CA-M	30	40	0	0	0	5	0.68	0.8	21.7	Media Baja	15	Media Baja	11.8	P9
UR-ED-M	15	90	0	0	0	0	0.68	0.9	35.3	Media Alta	24	Media Alta	20.4	P6
UR-ED-M	15	90	20	0	0	0	0.68	0.8	40.3	Elevada	27	Alto	22.4	P6
UR-CA-M	15	10	0	0	0	0	0.68	0.8	7.3	Muy Baja	4.9	Baja	3.9	P11
UR-CA-M	15	10	0	0	0	0	0.68	0.8	7.3	Muy Baja	4.9	Baja	3.9	P11
UR-ED-M	15	10	0	0	0	0	0.68	0.8	7.3	Muy Baja	4.9	Baja	4.0	P11
UR-CA-M	15	10	0	0	0	0	0.68	0.8	7.3	Muy Baja	4.9	Baja	3.9	P11
BA-CA-M	15	90	0	0	0	0	0.68	0.8	35.3	Media Alta	24	Media Alta	19.2	P7
UR-ED-M	15	10	0	0	0	0	0.68	0.8	7.3	Muy Baja	4.9	Baja	4.0	P11

A-9. Índices de vulnerabilidad, riesgo sísmico y priorización. Parte 4

Fuente: E. propia.

Código	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>	I <sub>6</sub>	I <sub>A</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>v</sub>	Clasificación de la Vulnerabilidad	I <sub>R</sub>	Clasificación del Riesgo	I <sub>P</sub>	Clasificación de la Priorización
UR-ED-M	15	10	0	0	0	0	0.68	0.8	7.3	Muy Baja	4.9	Baja	4.0	P11
BA-CA-M	15	10	0	0	0	0	0.68	0.8	7.3	Muy Baja	4.9	Baja	3.9	P11
BA-CA-M	15	10	0	0	0	0	0.68	0.8	7.3	Muy Baja	4.9	Baja	3.9	P11
BA-RA-B	15	100	0	0	0	100	0.68	0.8	42.8	Elevada	29	Alto	23.3	P6
BA-RA-B	15	100	0	0	0	100	0.68	0.8	42.8	Elevada	29	Alto	23.3	P6
BA-RA-B	15	100	0	0	0	100	0.68	0.8	42.8	Elevada	29	Alto	23.3	P6

A-10. Índices de vulnerabilidad, riesgo sísmico y priorización. Parte 5

Fuente: E. propia.