



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE RIESGO SÍSMICO DEL
MUNICIPIO SAN DIEGO DEL ESTADO CARABOBO.**

Elaborado por:

López G, Gilfredo C.I:19.891.454

Mendoza P, Amariangellys C.I:20.512.058

Tutor:

Ing. Edson Martínez

C.I:8.843.525

NAGUANAGUA, NOVIEMBRE, 2016



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



**DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE RIESGO SÍSMICO DEL
MUNICIPIO SAN DIEGO DEL ESTADO CARABOBO.**

Trabajo Especial de Grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero
Civil

Elaborado por:

López G, Gilfredo C.I:19.891.454

Mendoza P, Amariangellys C.I:20.512.058

NAGUANAGUA, NOVIEMBRE, 2016

DEDICATORIA

Primeramente y ante todo a Dios, guía de todos mis pasos, por darme vida, salud y permitirme cumplir esta meta tan importante en mi vida.

A Rosalía Morales, mi abuela, que desde el día de su partida fue mi motivación y razón de seguir adelante ante todos los obstáculos durante la carrera, te lo prometí y te lo cumplí abuela.

A mis abuelos Juana García, Gilberto López y Marcos García, siempre presentes en mí en cada recuerdo.

A mi madre Denys de López, por darme la vida, criarme, educarme, saberme guiar por buenos caminos, por ser la persona que mejor me conoce y siempre entenderme, apoyarme y estar presente para todo lo que necesite.

A mi padre Gilberto López, mi guía y ejemplo a seguir, por formar la familia que tenemos, por su lucha y esfuerzo para darnos cada día lo mejor, por orientarme cuando creo no poder hacer algo y siempre fomentar la honestidad y humildad en mí.

A mi abuela Aida Borges, mi viejita, por estar siempre en todos los momentos de mi vida, por su apoyo y amor incondicional

A mis hermanos Gilglenis López, Gilbert López y a mi sobrino Juan David López, por confiar en mí, estar siempre presentes y apoyarme en cada meta que me trazo.

A Andrea Cambero, mi novia, por su cariño y amor, por sus consejos y darme su apoyo en los momentos difíciles.

Gilfredo A. López García.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a Dios, gracias por guiar mi camino hasta este instante y permitirme ser lo que hasta hoy soñé con ser.

A mis padres, mis pilares fundamentales, guías y correctores de mis faltas, gracias por confiar en mí y darme todo su apoyo en este camino, por el esfuerzo que han hecho y saber siempre salir adelante, por ellos soy quien hoy en día soy.

A mi abuela Aida Borges, mis hermanos Gilglenis López, Gilbert López y a mi sobrino Juan David López, por creer en mí y mostrarme su apoyo.

A mi novia Andrea Cambero, por estar siempre a mi lado, por su comprensión, por entender los días y semanas sin poder vernos y sobre todo gracias por el apoyo.

A Jaime Irola, Merlin García, Osmery Araujo y demás familiares que siempre me apoyaron.

Al Ing. Edson Martínez, excelente profesor y persona, por guiarnos y prestarnos su ayuda en esta última etapa de la carrera y en la culminación de este trabajo de grado.

A la ilustre Universidad de Carabobo y a la Escuela de Ingeniería Civil, quienes por medio de sus excelentes profesores contribuyeron con mi formación profesional y personal.

A la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS), por su colaboración y oportunidad de realizar este trabajo de grado.

A mi compañera de tesis Amariangellys Mendoza, y a mis compañeros Juliany Franco, Natali Lamilla y Anthony Hernández, por su apoyo y amistad durante la carrera y por esos momentos únicos que compartimos.

Gilfredo A. López García.

DEDICATORIA

Le dedico este logro a mi Señor Jesús Cristo, por cada bendición y ayuda para que esto hoy fuera una realidad.

A mis Padres y Hermanita, por todo su apoyo porque esta meta es de ustedes y se sienta orgulloso de mi,

A mi Esposo, por tu amor y ser esa ayuda idónea hoy te dedico esta meta.

A mi Abuelita Aida, que aunque no estés conmigo en este momento sé que estarías muy feliz y orgullosa de tu nieta, Te Amo y Te Extrañare Siempre.

A todos mis Tíos, Néstor, Gustavo, Pablo, Victalia, Gladys, Francisco y Cosmelina.

A mis Pastores Mauricio y Jesica, por ser mi pilar espiritual en mi carrera.

Al Ministerio de Jóvenes, por el amor y la ayuda que me han dado. (Kevin, Javier, Nicole, Eduardo y Scarlet).

A mis Amigos, María Fernanda, Pierina, José, Jesús y María Rosa.

Amariangellys K. Mendoza. P.

AGRADECIMIENTOS

A Dios Todo Poderoso, por haberme permitido llegar hasta aquí, por tantas bendiciones y oraciones contestada. Gracias mi señor por tu amor incondicional hacía mí. “Todo lo puedo en Cristo que me Fortalece Filipenses 4:13”. Gracias Señor porque por ayudarme a cumplir esta meta.

A mi Papa Efraín, por ser mi ejemplo para escoger ingeniería, por ayudarme en cada paso de mi carrera, con los horarios, por llevarme a mis clases y explicarme. Gracias papito lindo Te Amo.

A mi Mama Amarilis, por ser una mujer luchadora y enseñarme que hay que trabajar por lo que uno quiere, por todos los valores que me enseñaste y por todas esas oraciones para que yo terminara mi carrera gracias mamita. Te Amo

A mi Esposo Romel, por ser esa ayuda idónea mandada por Dios, gracias por estar a mi lado en esto años como esposo, por tu paciencia incondicional en esta etapa final por apoyarme con mis amigos de estudio, por estar pendiente de que nunca me faltara nada de irte a otro país a trabajar por mí. Gracias amor Te Amo Mucho.

A mi Hermanita Aida, gracias mi chiquita por estar siempre para mí, y entender cuando estaba ocupada, soy tu raíz cuadrada.

A mi Tío Néstor y Gustavo, por estar siempre para ayudarme cuando los necesite.

A mi Tutor Edson Martínez, por ayudarnos a culminar esta etapa de nuestra carrera, y ser un excelente profesor.

Al Ing. Ezequiel Gómez, por ayudarme en estos semestres con los problemas de la universidad y siempre motivarme.

A mis Suegros y Cuñada, por estos últimos semestres ser una ayuda para mí.

A mi Compañero de tesis Gilfredo López, por su apoyo, a mi amiga Pierina por su apoyo en la carrera y ser una buena amiga en estos años.

Amariangellys K. Mendoza. P.

INDICE GENERAL

	<i>pp.</i>
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
INDICE GENERAL.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	xii
INDICE DE TABLAS	xv
RESUMEN.....	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	4
Planteamiento de Problema.....	4
Objetivos de la Investigación.....	5
Objetivo General	5
Objetivos Específicos.....	6
Justificación	6
Alcance y Limitaciones.....	8
CAPITULO II	9
Antecedentes del Problema.....	9
Bases Teóricas	11
Sismicidad en Venezuela	11
Amenaza Sísmica.....	13
Riesgo Sísmico.....	13
Vulnerabilidad Sísmica	14
Vulnerabilidad Estructural	14
Clasificación de los Sistemas Constructivos.....	15
Sistemas prefabricados	15
Sistema a Base de Grandes Paneles y Placas	16
Sistemas de Muro	17
Tipo pórtico	17
Tipo Túnel.....	18

Sistema de mampostería confinada	19
Mampostería de Muros Confinados	20
Mampostería no Confinada	20
Sistemas prefabricados en acero.....	20
Sistema de Construcción Liviana	21
Elementos Tipo Muro.....	21
Sistema de muros Portantes.....	21
Elementos tipo Cercha.....	22
Pórticos de Acero con perfiles tubulares	22
Irregularidades de la configuración estructural.....	22
Irregularidades verticales	23
Irregularidades en planta	24
Coeficiente de aceleración horizontal	24
Calculo de Índices de Priorización.....	25
Índice de amenaza	25
Índice de vulnerabilidad.....	28
Índice de vulnerabilidad asociado a la antigüedad (I1).....	29
Índice de vulnerabilidad asociado al tipo estructural (I2).....	31
Índice de vulnerabilidad asociado a la irregularidad (I3).....	33
Índice de vulnerabilidad asociado a la profundidad del depósito (I4)	36
Índice de vulnerabilidad asociado a la topografía y drenaje (I5)	37
Índice de vulnerabilidad asociado al grado de deterioro (I6).....	39
Índice de Importancia.....	40
Índice de priorización.....	42
CAPITULO III	44
Tipo de Investigación.....	44

Tipo de Estudio	45
Diseño de la Investigación.	46
Población y Muestra	46
Fases de la Investigación	48
Fase I.....	48
Características de la Zona de Estudio.....	49
Tipo de Zona	50
Tipo de Área.....	50
Tipo de Edificación	51
Criterios de Definición de las Zonas	53
Fase II.....	53
Fase III	54
Determinación del Índice de Amenaza	54
Determinación del Índice de Vulnerabilidad.....	55
Determinación del Índice de Riesgo	56
Índice de Importancia.....	56
Índice de Priorización.....	57
Técnicas e instrumentos de recolección de datos	60
Aplicación Móvil para la Recolección de Características Sismorresistentes de Edificaciones.....	62
CAPITULO IV	64
Descripción de la zona de estudio.....	64
Resultados obtenidos a través de las inspecciones realizadas.....	66
Distribución numérica y porcentual de las especificaciones de las viviendas inspeccionadas, según planilla de inspección de FUVISIS.	66
Distribución de edificaciones según periodo de construcción	66
Distribución de edificaciones según el número de pisos.	69
Distribución de edificaciones según su capacidad de ocupación.....	71

Distribución de las edificaciones por Sistema Estructural.....	73
Distribución de las edificaciones según su Uso.....	75
Distribución de las edificaciones según su turno de ocupación.....	77
Distribución de las edificaciones según su configuración en planta.....	79
Distribución de las edificaciones según su esquema de elevación	81
Distribución de las edificaciones según sus Irregularidades.....	83
Distribución de las edificaciones de acuerdo al Grado de Deterioro.....	85
Distribución de las edificaciones de acuerdo al Estado General de Mantenimiento.	87
Resultado de la evaluación de Indicadores Sísmicos del Municipio San Diego.	89
Evaluación de Amenaza Sísmica presente en las edificaciones.....	89
Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica (Iv)	90
Ejemplo de determinación del Índice de Vulnerabilidad (Iv) de una edificación.....	92
Evaluación del Riesgo Sísmico (I _R)	94
Evaluación de Priorización (I _P) presente en las edificaciones.....	97
CAPITULO V	103
CONCLUSIONES	103
RECOMENDACIONES	105
REFERENCIAS	106
GLOSARIO	108
ANEXOS	111

INDICE DE FIGURAS

	pp.
Figura 1. <i>Sistemas de Fallas de Venezuela.</i>	12
Figura 2. <i>Sistemas prefabricados</i>	16
Figura 3. <i>Sistema a base de paneles.</i>	17
Figura 4. <i>Estructura a base de pórticos de concreto armado.</i>	18
Figura 5. <i>Construcción de Edificio tipo túnel.</i>	18
Figura 6. <i>Construcción de Edificación con mampostería confinada.</i>	19
Figura 7. <i>Ejemplo de irregularidades geométricas verticales.</i>	23
Figura 8. <i>Formas geométricas en planta.</i>	24
Figura 9. <i>Mapa de zonificación sísmica COVENIN 2001.</i>	26
Figura 10. <i>Construcciones donde se consideran los efectos topográficos en el índice IA.</i>	28
Figura 11. <i>Construcciones considerando vulnerabilidad asociada a la topografía.</i> ...	38
Figura 12. <i>Estimado de Habitantes en el Municipio San Diego 2014</i>	47
Figura 13. <i>Ejemplo de Zonas Homogéneas Municipio San Diego.</i>	49
Figura 14. <i>Contraste entre Tipo de Área de Urbanización y Barrio</i>	51
Figura 15. <i>Comparación Tipo de Edificación Casa-Quinta y Edificio</i>	53
Figura 16. <i>Planillas de Inspección de Edificaciones</i>	60
Figura 17. <i>Planillas de Inspección de Edificaciones</i>	61
Figura 18. <i>Aplicación Móvil para recolección de datos</i>	63
Figura 19. <i>Sectorización del Municipio San Diego.</i>	64
Figura 20. <i>Distribución numérica de las edificaciones por periodo de construcción.</i>	67
Figura 21. <i>Distribución porcentual de las edificaciones por periodo de construcción.</i>	67
Figura 22. <i>Distribución numérica de las edificaciones según el número de pisos.</i>	69
Figura 23. <i>Distribución porcentual de las edificaciones según el número de pisos.</i> ...	70

Figura 24. <i>Distribución numérica de las edificaciones por capacidad de ocupación</i>	71
Figura 25. <i>Distribución porcentual de las edificaciones por capacidad de ocupación.</i>	72
Figura 26. <i>Distribución numérica de las edificaciones por Tipo Estructural</i>	74
Figura 27. <i>Distribución porcentual de las edificaciones por Tipo Estructural.</i>	74
Figura 28. <i>Distribución numérica de las edificaciones según su uso.</i>	76
Figura 29. <i>Distribución porcentual de las edificaciones según su uso.</i>	76
Figura 30. <i>Distribución numérica de las edificaciones según su turno de ocupación.</i>	77
Figura 31. <i>Distribución porcentual de las edificaciones según su turno de ocupación.</i>	78
Figura 32. <i>Distribución numérica de las edificaciones por Esquema de Planta.</i>	80
Figura 33. <i>Distribución numérica de las edificaciones por Esquema de Planta.</i>	80
Figura 34. <i>Distribución numérica de las edificaciones según esquema de elevación.</i>	82
Figura 35. <i>Distribución porcentual de las edificaciones según esquema de elevación.</i>	82
Figura 36. <i>Distribución numérica de las edificaciones según sus irregularidades.</i>	84
Figura 37. <i>Distribución numérica de las edificaciones según sus irregularidades.</i>	84
Figura 38. <i>Distribución de edificaciones de acuerdo al grado de deterioro.</i>	86
Figura 39. <i>Distribución numérica de las edificaciones de acuerdo al estado general de mantenimiento.</i>	88
Figura 40. <i>Distribución porcentual de las edificaciones de acuerdo al estado general de mantenimiento.</i>	88
Figura 41. <i>Distribución numérica de Vulnerabilidad Sísmica en el Municipio San Diego.</i>	90
Figura 42. <i>Distribución porcentual de Vulnerabilidad Sísmica en el Municipio San Diego.</i>	91
Figura 43. <i>Zona Homogénea Conjunto Residencial San Ignacio</i>	93
Figura 44. <i>Distribución numérica de riesgo sísmico presente en las edificaciones.</i>	95

Figura 45. <i>Distribución porcentual de riesgo sísmico presente en las edificaciones.</i>	95
Figura 46. <i>Distribución numérica de las edificaciones por Priorización Sísmica.</i>	98
Figura 47. <i>Distribución numérica de las edificaciones por Priorización Sísmica.</i>	98
Figura 48. <i>Mapa de Vulnerabilidad Sísmica del Municipio San Diego del estado Carabobo.</i>	100
Figura 49. <i>Mapa de Riesgo Sísmico del Municipio San Diego del estado Carabobo.</i>	101
Figura 50. <i>Mapa de Priorización Sísmica del Municipio San Diego del estado Carabobo.</i>	102

INDICE DE TABLAS

	pp.
Tabla 1. Valores de Aceleración horizontal A_0	25
Tabla 2. Valores de índice de amenaza.	27
Tabla 3. Índices de vulnerabilidad Específica (I_i) y pesos relativos.	29
Tabla 4. Valores del índice de vulnerabilidad asociado a la antigüedad (I1).	31
Tabla 5. Valores del índice de vulnerabilidad asociado al tipo estructural (I2).	32
Tabla 6. Valores del índice de vulnerabilidad asociado a irregularidades (I3j).	35
Tabla 7. Separación entre edificios.	36
Tabla 8. Valores del índice de vulnerabilidad asociado a la profundidad del depósito (I4).	37
Tabla 9. Valores del índice de vulnerabilidad asociado a la topografía y a los drenajes (I5).	38
Tabla 10. Valores del índice de vulnerabilidad asociado al grado de deterioro (I6). .	39
Tabla 11. Clasificación según el uso del edificio.	41
Tabla 12. Valores del índice de importancia (I_i).	41
Tabla 13. Clasificación de zonas homogéneas de Uso Residencial en Venezuela	52
Tabla 14. Valoración del Índice de Vulnerabilidad	55
Tabla 15. Valoración del Índice de Riesgo (I_r)	56
Tabla 16. Valoración del Índice de Priorización (I_p)	58
Tabla 17. Promedio de personas por sectores	59
Tabla 19. Distribución numérica de las edificaciones por periodo de construcción ...	66
Tabla 20. Distribución numérica de las edificaciones según el número de pisos.	69
Tabla 21. Distribución numérica de las edificaciones por capacidad de ocupación. ..	71
Tabla 22. Distribución numérica de las edificaciones según el Tipo Estructural	73
Tabla 23. Distribución numérica de las edificaciones según su uso.	75
Tabla 24. Distribución numérica de las edificaciones según su turno de ocupación. .	77

Tabla 25. Distribución numérica de las edificaciones por Esquema de Planta.....	79
Tabla 26. Distribución numérica de las edificaciones según su esquema de elevación.	81
Tabla 27. Distribución numérica de las edificaciones según sus irregularidades.	83
Tabla 28. Distribución de edificaciones de acuerdo al grado de deterioro.	85
Tabla 29. Distribución de las edificaciones de acuerdo al estado general de mantenimiento.	87
Tabla 30. Distribución numérica de vulnerabilidad sísmica presente en las edificaciones.	90
Tabla 31. Determinación de Iv para edificación de Conjunto Residencial San Ignacio.	92
Tabla 32. Distribución numérica de riesgo sísmico presente en las edificaciones.....	94
Tabla 33. Distribución numérica de las edificaciones por Priorización Sísmica.	97



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE RIESGO SÍSMICO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO DEL ESTADO CARABOBO.

Autores:

Br.López G, Gilfredo C.I:19.891.454

Br. Mendoza P, Amariangellys C.I.: 20.512.058

Tutor:

Ing. Martínez Edson C.I: 8.843.525

Fecha: Noviembre del 2016

RESUMEN

El presente trabajo tiene la finalidad de evaluar los indicadores sísmicos presente en 33.989 edificaciones estimadas en el Municipio San Diego Edo. Carabobo, el área de estudio se divide en siete sectores representativos clasificados por la alcaldía de dicho municipio, se determinaron las zonas homogéneas partiendo de la clasificación de las estructuras seleccionadas, tomando como base la tipología constructiva así como el año de construcción y la norma respectiva con la cual fueron diseñadas. Seguidamente para la recolección de datos y clasificación de tipologías constructivas fueron utilizadas tanto las planillas de inspección como la aplicación móvil propuesta por FUNVISIS, con estos datos se calcularon los Índices de Amenaza Sísmica, Índices de Vulnerabilidad e Índices de Priorización para cada edificación y se obtuvo como resultado que el Municipio San Diego en general presenta valores medios respecto a cada uno de estos indicadores.

Palabras Claves: Vulnerabilidad, Riesgo Sísmico, Índices de Priorización.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la geografía venezolana existe un sistema de fallas que la atraviesa desde la Cordillera de los Andes pasando por la Costa Central hasta llegar a la Costa Oriental del país, y la mayoría de la población habita alrededor de este sistema, lo que trae como consecuencia una alta aglomeración urbana en zonas de alto riesgo sísmico.

Las consecuencias de la ocurrencia de los sismos en regiones altamente pobladas ha puesto en evidencia la situación de riesgo en la que se encuentran. En la mayoría de los casos la construcción de edificaciones con bajo o inexistente criterio sismorresistente ha traído como consecuencia el colapso de dichas estructuras, con las consecuentes pérdidas materiales y humanas.

Este tipo de situaciones ha conllevado a despertar la inquietud sobre la necesidad de conocer el estado de preparación de las edificaciones existentes frente a un sismo, estableciéndose diferentes tipos de estudio a nivel mundial. Dentro de esos estudios se encuentran metodologías que permiten estimar probabilísticamente el daño que pudieran sufrir las estructuras al ocurrir un evento sísmico de determinada magnitud, lo que puede servir como guía a la población en general y a los entes encargados de prevención de desastres a los fines de tomar las previsiones correspondientes.

En esta investigación se logró obtener niveles de vulnerabilidad, riesgo y priorización sísmica a través de la metodología empleada por la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) para diferentes tipos de edificaciones, diseñadas bajo distintas normativas dependiendo del año constructivo, para de esta

manera, dar continuidad a una línea de investigación enfocada al estudio y análisis de vulnerabilidad y riesgo sísmico que ha venido desarrollando la Universidad de Carabobo en los municipios que conforman el Estado Carabobo.

La investigación se llevó a cabo a través de inspecciones oculares, apoyadas en herramientas tecnológicas para determinar zonas con similitud de construcciones, y luego estimar los diferentes índices establecidos por FUNVISIS, para establecer conclusiones generales acerca del estado actual de las edificaciones asentadas en la zona de estudio.

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados, este Trabajo se estructuró en cuatro capítulos (4) que se describen a continuación:

Capítulo I, El Problema, se especifican las razones por la cual se realiza la presente investigación, al mismo tiempo que se mencionan cada uno de los objetivos, justificación, alcance y limitaciones.

Capítulo II, Marco Teórico, se presentan los antecedentes de la investigación, definiciones necesarias para la comprensión del trabajo, conceptos relacionados, así como el marco normativo legal.

Capítulo III, Marco Metodológico, se describe la metodología empleada para alcanzar los objetivos planteados en la investigación. Se describe la modalidad y diseño de la investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos para la recolección de datos y el procedimiento metodológico, el cual consta de 3 fases: recopilación de información

bibliográfica y cartográfica, selección de las estructuras a evaluar e inspección de estructuras seleccionadas y una descripción del método empleado.

Capítulo IV, Análisis e interpretación de los resultados, se exponen los resultados y los análisis respectivos obtenidos durante la investigación por cada fase operativa, para cada tipología estructural evaluada.

Y por último se presentan las conclusiones a las cuales se llegó una vez cumplidos los objetivos planteados al inicio de la investigación, así como las recomendaciones correspondientes para complementar este trabajo.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento de Problema

Durante la ocurrencia de un evento sísmico, las edificaciones son elementos muy importantes debido a la susceptibilidad de sufrir daños como consecuencia del sismo, ya que su posible colapso puede influir significativamente sobre la cantidad de afectados. Dependiendo del grado de vulnerabilidad estructural unas construcciones son más susceptibles a sufrir daños que otras, por lo que las mejoras en el desempeño estructural de las construcciones han disminuido notablemente el número de víctimas durante estos eventos. Es por esto, que es de vital importancia conocer los distintos tipos de estructuras y su posible comportamiento ante la acción sísmica.

Los sismos constituyen uno de los mayores riesgos potenciales de Venezuela, debido a su ubicación geográfica entre la placa del Caribe y la placa Suramericana, lo que ha generado eventos de magnitudes considerables a lo largo de la historia, y que han generado el colapso de estructuras, con la consecuente pérdida de vidas.

El Estado Carabobo es atravesado por catorce (14) fallas totalmente identificadas por los estudios geológicos realizados. Algunas de ellas son: la Falla de San Esteban, La

Victoria, La Guacamaya, Los Hornos y la más conocida por todos por sus aguas termales que es la Falla Trincheras o el Tambor- Mariara.

Dentro del estado, una de las zonas de mayor crecimiento urbano lo constituye el Municipio San Diego, conformado en gran parte por zonas residenciales, por lo que cobra importancia conocer la vulnerabilidad presente en las edificaciones. Por otro lado según la norma COVENIN- MINDUR 1756-2001 Edificaciones Sismorresistentes está calificada como una zona sísmica 5, es decir de alta peligrosidad.

En este trabajo se plantea determinar el comportamiento de las estructuras existentes en este municipio a partir de Inspecciones así como datos de Censos de Población y Vivienda, como parte de un Proyecto de Investigación Macro que actualmente lleva a cabo la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS), utilizando la metodología propuesta por dicha fundación.

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Determinar indicadores de riesgo sísmico del Municipio San Diego del estado Carabobo a partir de datos del Censo de Población y Vivienda e Inspecciones.

Objetivos Específicos

- Definir mediante imágenes satelitales zonas homogéneas donde predominen los edificios, quintas y casas.
- Establecer a través de inspecciones las características Sismorresistentes de las edificaciones en la zona.
- Determinar indicadores de amenaza, vulnerabilidad, riesgo sísmico y priorización de las edificaciones inspeccionadas y las zonas seleccionadas.

Justificación

En Venezuela, uno de los mayores potenciales de riesgo de pérdidas de vidas humanas y económicas está representado por la actividad sísmológica debido a la gran cantidad de población que vive en zonas de alta amenaza sísmica, donde se ha puesto en evidencia la vulnerabilidad estructural de las edificaciones haciéndolas llegar hasta el colapso en sismos ocurridos en diferentes poblaciones.

Ya que la zona en estudio se encuentra ubicada en una zona con alta amenaza sísmica, se requieren estudios más exactos en cuanto a los niveles de riesgo que presentan las edificaciones de esta zona.

Visto de esta forma, este trabajo busca la determinación de los niveles de riesgo sísmico en edificaciones ubicadas en el Municipio San Diego del estado Carabobo, lo cual permitirá a los habitantes de la zona tener mayor conocimiento respecto al nivel en el cual se encuentran las estructuras donde habitan, y de este modo, llevar a cabo acciones de adecuación estructural de su vivienda y disminuir su vulnerabilidad sísmica.

Dentro de este marco de ideas, desde el punto de vista social los resultados arrojados por esta investigación permitirán a los organismos de seguridad y gestión de riesgos de desastres, crear planes de prevención para mitigar los riesgos ante los que pudieran estar expuestos los ocupantes de las edificaciones estudiadas, ante la acción de un evento sísmico.

Desde el punto de vista académico, se logran cumplir los objetivos planteados aplicando los conocimientos adquiridos durante la carrera, desde el punto de vista de estructuras, concreto armado y diseño sismorresistente. Así mismo forma parte de la línea de investigación que en este mismo sentido viene realizando la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo en convenio con la FUNVISIS.

Como aporte técnico, se podrá contar con un mapa de vulnerabilidad sísmica en la página de FUNVISIS que puede servir como apoyo a profesionales y técnicos de la ingeniería civil, ya que se recolectará información general sobre las características estructurales de las edificaciones ubicadas en el sector evaluado.

Alcance y Limitaciones

La realización de la investigación se plantea en dos etapas, una etapa de reconocimiento y observación del lugar a estudiar, con el fin de conocer el estado físico de las estructuras de carácter residencial (casas, quintas, edificios), y otra etapa de análisis de la información obtenida. Es de hacer notar que la inspección a las edificaciones se verá limitada en cuanto al acceso al ingreso a las mismas de parte de sus propietarios.

La investigación se llevara a cabo en el área urbana del Municipio San Diego y solo se llevara a cabo el estudio para edificaciones residenciales, no se contempla la realización de análisis estructurales, ni ensayos para evaluar las condiciones de los materiales constructivos.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes del Problema

A continuación se presentan algunos trabajos de investigación que dieron origen al problema propuesto:

Alcalá, V. y Alcalá L. (2012). *Determinación del índice de priorización sísmico de las edificaciones del municipio Valencia y Libertador del Estado Carabobo.* Trabajo de grado. Universidad de Carabobo. Su objetivo fue evaluar el índice de vulnerabilidad estructural ante amenaza sísmica, se calificó su comportamiento sísmico y finalmente se indicó si requerían o no una revisión más detallada, obteniendo como resultado final que las edificaciones que más requieren revisión son aquellas que están ubicadas en las urbanizaciones más antiguas, debido al año de construcción, aspecto importante a considerar en el momento de seleccionar la edificación desfavorable, para su análisis. El aporte principal de este trabajo lo conforman las bases metodológicas utilizadas.

Díaz A., Girón L. (2012). *Índice de priorización sísmica de las edificaciones de los municipios Diego Ibarra, San Joaquín, Guacara, San Diego y Naguanagua del estado Carabobo para gestión del riesgo sísmico.* Trabajo de grado presentado en la Universidad de Carabobo, cuyo objetivo fue estimar el índice de priorización sísmica de las edificaciones del municipio San Diego, estado Carabobo para la gestión del riesgo sísmico. La

metodología es aplicable tanto a edificaciones formales, diseñadas y construidas atendiendo a las normas técnicas nacionales, como a edificaciones populares construidas sin el cumplimiento de las normativas. El procedimiento propuesto se acompaña con una planilla de inspección especialmente diseñada para la recolección de datos sobre las características sismorresistentes de una edificación. De las 885 edificaciones evaluadas, 142 lo cual representan el dieciséis por ciento (16%), arrojaron un índice de vulnerabilidad mayor a 30, edificaciones que deben ser revisadas por un especialista en materia sismorresistente. Edificaciones de este tipo han sido consideradas para la selección de la más desfavorable, y su posterior revisión. Este trabajo tuvo como aporte la metodología utilizada para la determinación de los índices sísmicos.

Martínez M. (2010). *Determinación del índice de vulnerabilidad estructural ante amenaza sísmica de las edificaciones municipio Libertador, edo. Carabobo.* Trabajo de grado presentado en la Universidad de Carabobo, cuyo objetivo fue evaluar el índice de vulnerabilidad estructural ante amenaza sísmica de las edificaciones ubicadas en el Municipio Libertador. El mismo se enmarcó dentro de un tipo de investigación de campo, lo que se ajustó a las definiciones según este tipo ubicadas en los textos especializados en metodología, para la ejecución del estudio. Se empleó la metodología de la planilla de Inspección Visual Rápida de Edificaciones con Amenazas Sísmicas Potenciales ATC-21 de la Agencia Federal de Manejo de Emergencias de los Estados Unidos (FEMA 154), la cual asigna a cada estructura una puntuación respecto al sistema sismorresistente que posea indicando si la estructura necesita revisión detallada, dando como resultado que el municipio Libertador tiene un alto índice de vulnerabilidad estructural. Esta investigación presenta aspectos teóricos que serán considerados en este trabajo especial de grado. La contribución de este trabajo lo constituye la metodología para presentar resultados como también las bases teóricas utilizadas.

Bases Teóricas

Sismicidad en Venezuela

De acuerdo a Vázquez, R: “El norte de Venezuela es parte del límite entre las placas Caribe y América del Sur. La zona de contacto de estas dos placas tectónicas ha generado un sistema de fallas principales activas del tipo transcurrente dextral a lo largo de un cinturón de aproximadamente 100 Km. definido por los sistemas montañosos de los andes venezolanos, la cordillera central y oriental, denominado sistema de fallas de Oca-Ancón-Boconó-San Sebastián-El Pilar, mientras que el Oriente de Venezuela está caracterizado por una zona de subducción que se extiende hasta las Antillas Menores”.

Este sistema de fallas, el cual se muestra en la figura 1, ha sido el causante de los eventos sísmicos más severos que han ocurrido en el país, destacándose algunos por su magnitud, consecuencias o carácter histórico, como son el Terremoto de 1812, el Terremoto de Caracas de 1967, y más recientemente el Sismo de Cariaco ocurrido en el año 1997, entre otros.

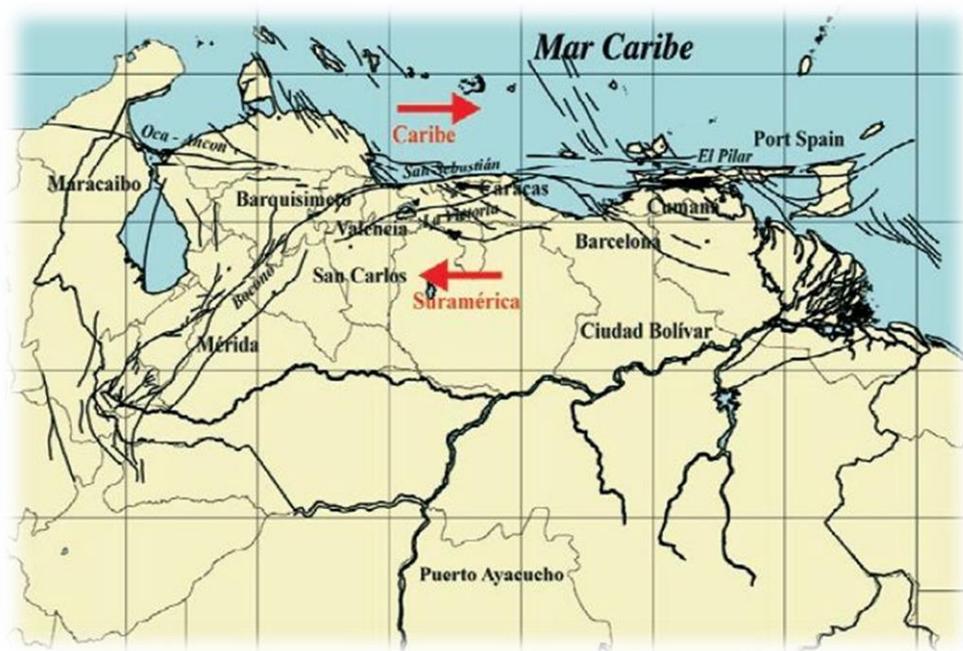


Figura 1. *Sistemas de Fallas de Venezuela.*

Fuente: FUNVISIS, 2015

Así mismo Grases et al. (1994) afirma que la sismicidad en el territorio nacional está caracterizada “por una alta tasa de microsismicidad (eventos de magnitud ≤ 3) y eventos de magnitud intermedia (entre 3 y 5), aunque la historia sísmica del país revela que han ocurrido más de 130 sismos que han causado algún tipo de daños en poblaciones venezolanas”, exponiendo además que el sismo más destructivo se considera “el que ocurrió el 26 de marzo de 1812 y que afectó seriamente ciudades importantes como Mérida, Barquisimeto y Caracas, causando más de 20.000 víctimas, es decir, un 5% de la población estimada para la época”

Amenaza Sísmica

Utilizando como base las definiciones propuestas por la Oficina de las Naciones Unidas para casos de desastre naturales (OPS, 1993): “la amenaza o peligro sísmico se puede definir como la probabilidad de que se presente un sismo potencialmente desastroso durante un cierto periodo de tiempo en un sitio dado.”.

La amenaza sísmica supone un conocimiento exhaustivo de las fuentes sísmicas capaces de generar terremotos en el área de estudio y sus probabilidades de ocurrencia, suele expresarse en las normas mediante relaciones empíricas de tipo probabilístico y mapas de zonificación que con frecuencia hablan poco acerca del daño potencial que una edificación puede experimentar durante la ocurrencia de un sismo.

Riesgo Sísmico

“Se define como el número esperado de vidas perdidas, personas heridas, daños a la propiedad y alteración de la actividad económica debido a la ocurrencia de un evento sísmico. “(OPS, 1993).

La principal diferencia entre amenaza y riesgo sísmico consiste en que la primera estima las características del movimiento del terreno producidas por el terremoto y el segundo los daños o pérdidas potenciales asociados a la sacudida sísmica. La amenaza sísmica es un concepto con alta connotación sismológica e ingenieril mientras que el riesgo sísmico es más socioeconómico.

Vulnerabilidad Sísmica

Se afirma que un edificio es sísmicamente vulnerable si no cumple con los reglamentos vigentes para construcciones sismo resistentes y con los criterios actuales de ingeniería sismo resistente, o si un análisis determina que su sistema estructural no es apto para resistir las acciones sísmicas y es susceptible de sufrir daños severos o aún de colapsar debido a un evento destructivo.

La vulnerabilidad varía en función del diseño de la edificación tanto en planta como en altura, de los materiales de construcción empleados (concreto armado, acero, ladrillos, mampostería), de la calidad de la ejecución de la construcción y de la influencia de los edificios colindantes.

Vulnerabilidad Estructural

La vulnerabilidad estructural, está directamente relacionada con la capacidad que tiene la estructura para soportar las solicitaciones a las que se ve sometida en el momento de un sismo, es decir, el modo con el cual responde ante los desplazamientos, y los esfuerzos producidos por las fuerzas inerciales durante toda la vida útil de la edificación.

Clasificación de los Sistemas Constructivos

La naturaleza de la industria ha convertido la estructura en el centro de cualquier sistema constructivo, ya que constituye la base necesaria de donde se desarrollan las instalaciones, el recubrimiento, los acabados y el mobiliario, siendo capaz de encerrar el edificio o solamente soportarlo.

La elección del sistema a utilizar se realiza tomando en cuenta el tipo de edificación, el tipo de financiación y las necesidades del usuario. Los diferentes tipos de sistema constructivos no pueden clasificarse en un orden de mejores o peores ya que influyen sus características y la situación en la que serán utilizados; para efectos de esta investigación es suficiente la siguiente clasificación:

- **Sistemas prefabricados:** Son aquellos sistemas en los cuales se elaboran componentes o piezas que se procesan en talleres y que poseen una gran flexibilidad de ejecución, sin grandes limitaciones de tamaño y costos adecuados, la ventaja fundamental de estos sistemas es que existen proveedores de piezas básicas industrializadas, que luego son procesadas en talleres de bajo costo de instalación donde se arman los diferentes componentes que requiere el sistema, para luego ser montados en obra. (Ver figura 2).



Figura 2. *Sistemas prefabricados*

Fuente: <http://www.capresa.com>

- **Sistema a Base de Grandes Paneles y Placas:** Los sistemas de placa y paneles son parecidos y su diferencia básica la constituye la escala, los sistemas de paneles se utilizan en la construcción de edificios de poca altura, mientras que en el sistema de placas, los componentes pueden llegar a ser tan grandes como lo amerite el espacio de construcción.

El sistema de paneles ha tenido mucho auge en zonas residenciales con gran crecimiento y acceso limitado ya que los periodos de construcción son cortos, los requerimientos de mano de obra tradicional calificada y el transporte de los materiales es mínimo; por otro lado estos sistemas constructivos necesitan de pocos trabajadores en obra, la mano de obra necesaria para producir un módulo de construcción es cada vez menor y el nivel de especialización de los obreros, puede ser menor que el de aquellos empleados en la construcción tradicional, en donde el uso de artesanos ha podido ser reemplazado por el de mano de obra no especializada.

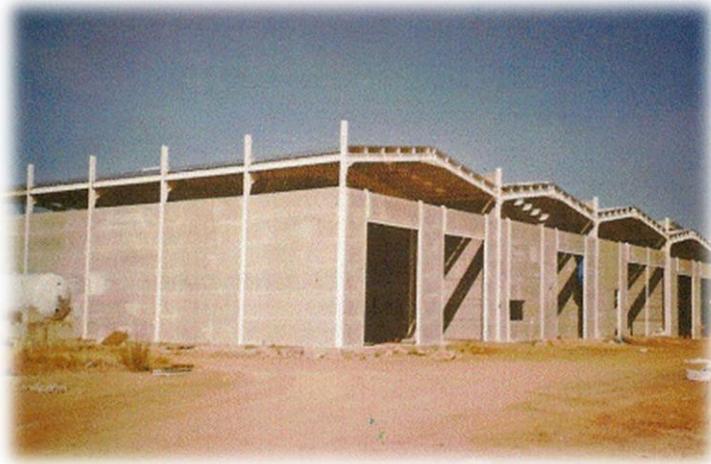


Figura 3. *Sistema a base de paneles.*

Fuente: <http://www.construccionesconsgacons.naveindustrialmadrid.com>

- **Sistemas de Muro:** Es un sistema construido por la unión de muros en direcciones perpendiculares y presenta gran rigidez lateral cabe destacar que es uno de los más usados en edificaciones en zonas sísmicas.
- **Tipo pórtico:** Se basa principalmente en un pórtico especial, resistente a momentos, conformado por columnas y vigas ,esencialmente completo, sin diagonales, que resiste todas las cargas verticales y fuerzas horizontales, tal cual se muestra en la figura 4.



Figura 4. Estructura a base de pórticos de concreto armado.

Fuente: <http://www.ingenieriacivilfsa.blogspot.com>

- **Tipo Túnel:** Es el sistema estructural conformado por muros y placas macizas en concreto reforzado con mallas electro soldadas de alta resistencia, utilizado con más frecuencia en los últimos años en países de Latinoamérica con excelentes resultados.



Figura 5. Construcción de Edificio tipo túnel.

Fuente: www.civil.cicloides.com

Este tipo de estructuras emplea como elementos principales los muros de pared delgada como elementos portantes del sistema del sistema resistente ante cargas verticales y laterales, y losas que poseen generalmente el mismo espesor de los muros su popularidad radica, en buena medida, en la relativa sencillez y rápida construcción lo que favorece, en teoría, edificios más económicos.

- **Sistema de mampostería confinada:** Es el tipo de sistema constructivo más empleado, está basado en muros de carga constituidos con piezas macizas o huecas, confinados en todo su perímetro por elementos de concreto reforzado, que forman un marco confinante.

En muchos países y Venezuela no escapa a esta situación, un alto porcentaje de la población emplea la mampostería confinada como el sistema constructivo para la construcción informal de sus viviendas, contando con poco o ningún control por parte de las autoridades competentes, con el agravante que una gran cantidad de esa población vive en las zonas de mayor amenaza sísmica.



Figura 6. *Construcción de Edificación con mampostería confinada.*

Fuente: www.scielo.go.ve

- **Mampostería de Muros Confinados:** Es la construcción con base en piezas de mampostería unidas con mortero, cuyo refuerzo principal está constituido por elementos de concreto reforzado (vigas y columnas) construidas en los bordes del muro. Estos elementos de concreto reforzado atienden todas las fuerzas de tracción (flexiones) y la parte de los esfuerzos cortantes que no resiste el muro de mampostería.
- **Mampostería no Confinada:** Se considerarán como muros no confinados ni reforzados aquéllos que, aun contando con algún tipo de refuerzo interior o confinamiento (exterior o interior), no tengan el refuerzo necesario, por ejemplo, aquellas estructuras en las que las paredes no están confinadas por ningún elemento, sino que los ladrillos fueron trabados en sus intersecciones con el posterior daño de los mismos.
- **Sistemas prefabricados en acero:** La construcción en acero es uno de los sistemas constructivos con elementos prefabricados o de montaje. Los elementos que forman la estructura son preparados en el taller, su elaboración es independiente a las inclemencias del tiempo. Los trabajos de movimiento de tierra y la preparación de la cimentación pueden iniciarse al mismo tiempo. Este tipo de construcción permite efectuar posteriormente refuerzos de los elementos portantes, cuando así lo requieran las modificaciones que puedan presentarse.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente existen diferentes tipos de sistemas prefabricados en acero, cabe destacar que a lo largo de esta investigación estudiaremos el sistema de construcción liviana.

- **Sistema de Construcción Liviana:** Es un método constructivo conformado por una estructura portante de Perfiles de Acero Galvanizado Formados en Frío y la combinación de diferentes materiales; por ser un sistema liviano nos ofrece una mayor rapidez de ejecución y reducción de costos en la obra, al no necesitar equipos especializados y maquinaria pesada para su implementación.

Se utiliza en viviendas, centros comerciales, hospitales y en general en todo tipo de edificaciones donde se requiera construir muros, fachadas, entresijos, cielos rasos y bases para cubierta, conformándose una solución integral como respuesta a las nuevas tendencias constructivas; adicionalmente permite ejecutar las diversas instalaciones de una manera más eficiente, influyendo en gran medida en el aprovechamiento de los materiales y de la mano de obra, ya que la planificación se hace más sencilla y precisa.

- **Elementos Tipo Muro:** Estos elementos se caracterizan por tener dos de sus dimensiones mucho más grandes que la tercera dimensión y porque las cargas actuantes son paralelas a las dimensiones grandes. Debido a estas condiciones de geometría y carga, el elemento trabaja principalmente a cortante por fuerzas en su propio plano. Adicionalmente a esta gran rigidez a corte los muros también son aptos para soportar cargas axiales siempre y cuando no se pandeen.
- **Sistema de muros Portantes:** Es un sistema estructural sin una estructura espacial de soporte de cargas verticales. Los muros de carga o sistemas de arriostramiento proporcionan el soporte a todas o a la mayoría de las cargas

por gravedad. La resistencia a las cargas laterales la proporcionan los muros de corte o las estructuras arriostradas.

- **Elementos tipo Cercha:** Es un elemento cuya área transversal es pequeña comparada con su longitud y está sometido a cargas netamente axiales aplicadas en sus extremos. Por su geometría y tipo de cargas actuantes soporta solamente fuerzas de tracción y de compresión. Su comportamiento netamente axial exige que sus conexiones a otros elementos o soportes sean rotulas sin rozamiento. Sin embargo en la práctica se construyen uniones rígidas que obligan a mantener la geometría de la sección y la posición de los nudos.
- **Pórticos de Acero con perfiles tubulares:** son estructuras de acero de geometría redonda diseñada para construir Sistemas Estructurales Metálicos de alta resistencia, de una manera práctica, rápida y sencilla. Estos perfiles se fabrican partiendo de bandas de acero laminado en caliente, que al pasar por una serie de rodillos sufren un proceso de formado en frío dándole su geometría, el cerrado se hace mediante soldadura por inducción con alta frecuencia.

Irregularidades de la configuración estructural

Las configuraciones irregulares carecen de simetría, y presentan discontinuidades en geometría, masa, o elementos resistentes de carga. Pueden causar interrupción del flujo de fuerzas y concentración de esfuerzos. Las irregularidades de masa y rigideces de elementos, también pueden causar grandes fuerzas de torsión.

Las irregularidades se clasifican en verticales y horizontales:

- **Irregularidades verticales:** Indican cambios súbitos de resistencia, rigideces, geometría y masa, y conducen a una distribución irregular de fuerzas y deformaciones a lo largo de la altura del edificio (ver figura 7).

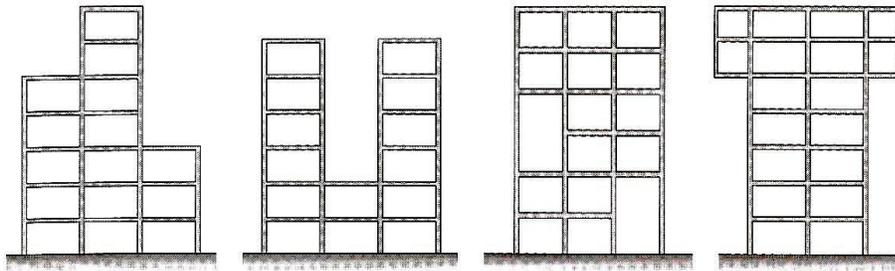


Figura 7. *Ejemplo de irregularidades geométricas verticales.*

Fuente: Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones. Editorial SIDETUR.

Entre ellas se pueden mencionar las siguientes:

- ✓ Entrepiso blando
- ✓ Entrepiso débil
- ✓ Distribución irregular de masas de uno de los pisos contiguos
- ✓ Aumento de las masas con la elevación
- ✓ Variaciones en la geometría del sistema estructural
- ✓ Discontinuidad en el plano del sistema resistente a cargas laterales
- ✓ Efecto de columna corta

- **Irregularidades en planta:** Se refieren a formas asimétricas en planta (como F, L, T, U) o discontinuidades en elementos de resistencia horizontal (como cortes, aberturas, esquinas entrantes, u otros cambios abruptos) (ver Figura 8).

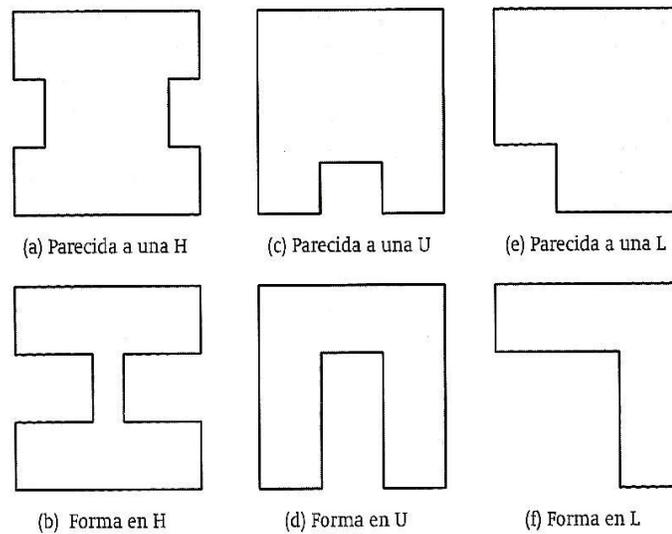


Figura 8. *Formas geométricas en planta.*

Fuente: Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones. Editorial SIDETUR.

Coefficiente de aceleración horizontal

El coeficiente de aceleración horizontal introduce en el análisis una fuerza horizontal adicional actuando en el centro de gravedad del bloque respectivo a la magnitud $A_0 \cdot W_i$, donde W_i es el peso total del bloque incluyendo el componente material del talud de sobrecarga. (Norma COVENIN 1756-2001).

Tabla 1. *Valores de Aceleración horizontal A_0 .*

Zonas Sísmicas	Riesgo Sísmico	Coefficiente de Aceleración Horizontal A_0
7	Alto	0.40
6		0.35
5		0.30
4	Intermedio	0.25
3		0.20
2	Bajo	0.15
1		0.10
0		----

Fuente: Norma COVENIN 1756-1:2001.

Calculo de Índices de Priorización

Seguidamente se presenta el procedimiento y metodología propuesto por FUNVISIS para el cálculo de los índices de amenaza, vulnerabilidad e importancia.

Índice de amenaza

En la Tabla 1 presentada anteriormente, se observan los valores del coeficiente de la aceleración del terreno en roca (A_0), definidos para las siete zonas sísmicas que corresponden a la zonificación sísmica del país de acuerdo a la norma COVENIN 1756-1:2001. Los valores del índice de amenaza (I_a) que se muestra en la Tabla 2 guardan la misma proporción que guardan los valores de A_0 , y han sido normalizados de manera tal que el mayor valor de 1 corresponde a la zona sísmica 7 del mapa de zonificación sísmica cuando se consideran los efectos topográficos.

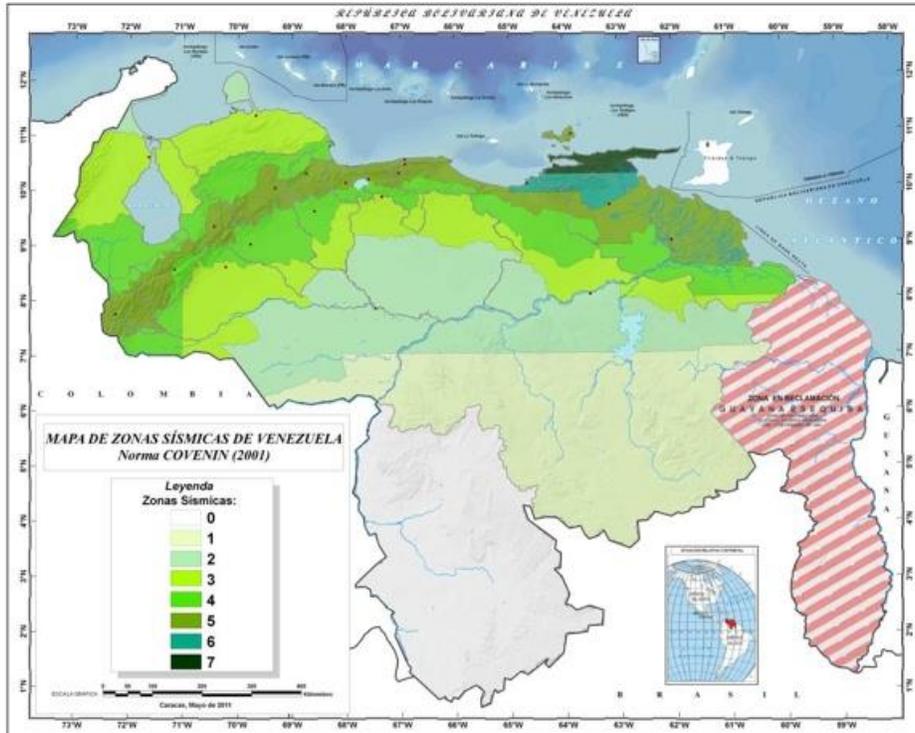


Figura 9. Mapa de zonificación sísmica COVENIN 2001.

Fuente: FUNVISIS

Tabla 2. Valores de índice de amenaza.

Zona	Peligro Sísmico	A _o (Covenin, 2001)	I _a	
			Sin efectos Topográfico	Con efectos Topográfico
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.

Se consideraran los valores asociados a efectos topográficos en la Tabla 2 cuando la construcción este localizada sobre la mitad superior (L/2) de una ladera con pendiente mayor a 20 grados (aproximadamente 36%), o en la zona de la cima que está a una distancia de la cresta menor a la altura H de la ladera. 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.

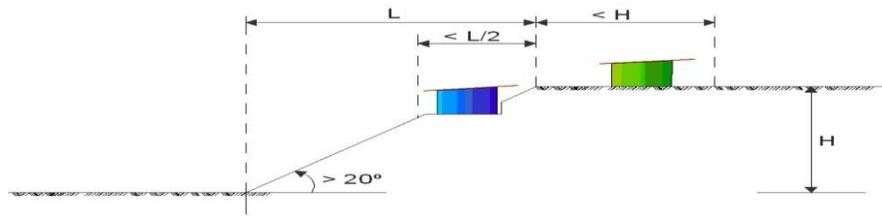


Figura 10. Construcciones donde se consideran los efectos topográficos en el índice IA.

Fuente: FUNVISIS

Índice de vulnerabilidad

El índice de Vulnerabilidad tiene como intención identificar aquellas características intrínsecas en una estructura que pueden potenciar un desempeño inadecuado durante un sismo.

La vulnerabilidad depende de la antigüedad de la obra, el tipo estructural, el número de pisos, la profundidad del 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 (I_V) se define mediante:

$$I_V = \sum_{i=1}^6 a_i \times I_{vi} \quad \text{Ecuación (2-1)}$$

Dónde:

I_V = índice de vulnerabilidad

α_i = peso relativo

I_{vi} = índice de vulnerabilidad

En la Tabla 3 se define I_i y se presentan los valores de α_i . Cada índice I_i tiene una cota superior de 100 según se describe a continuación.

Tabla 3. *Índices de vulnerabilidad Específica (I_i) y pesos relativos.*

I_i	Vulnerabilidad asociada con:	α_i
I_1	Antigüedad y norma utilizada	0,25
I_2	Tipo estructural	0,35
I_3	Irregularidad	0,25
I_4	Profundidad del depósito	0,07
I_5	Topografía y drenajes	0,04
I_6	Grado de deterioro	0,04

Fuente: FUNVISIS.

Índice de vulnerabilidad asociado a la antigüedad (I_1)

La edad de las construcciones está relacionada de forma directa con los daños observados durante los sismos. Así por ejemplo, un gran porcentaje de las normativas de diseño sismorresistente en todo el mundo, datan de menos de 50 años, con lo cual, construcciones anteriores a esta época, fueron diseñadas sin ningún tipo de consideración sismorresistente. Por otra parte, en los edificios de mampostería no

reforzada, el deterioro de los ladrillos y del mortero, por la erosión causada por el clima y por su degradación con el paso de los años, es más evidente.

Es importante saber el año de construcción y norma utilizada, para poder así calcular el índice de vulnerabilidad asociado a la antigüedad. Por esta razón, el índice de vulnerabilidad I_1 atiende a la edad de la construcción y a la norma de diseño utilizada. En la selección de estos valores se ha tomado en cuenta la mayor vulnerabilidad de las construcciones hechas con normas antiguas (Hernández 2009; Coronel y López 2011). El valor de I_1 de la Tabla 4 tiene un máximo de 100 para aquellos edificios hechas en el periodo 1955-1967 debido a que la Norma MOP 1955 introdujo requerimientos sismorresistentes menos exigentes que las normas precedentes.

Se seleccionara un único valor de I_1 para cada edificación. Si una edificación ha sido construida con diferentes normas, se seleccionara aquella que tenga el mayor índice.

En el caso de las viviendas populares, típicas de las zonas de barrios de la ciudad, que han sido construidas sin cumplir con las normas oficiales de diseño y construcción, se recomienda adoptar para todas ellas un valor $I_1 = 100$

Tabla 4. Valores del índice de vulnerabilidad asociado a la antigüedad (I_1).

Año de Construcción (t)	$t \leq 1939$	$1939 < t \leq 1947$	$1947 < t \leq 1955$	$1955 < t \leq 1967$	$1967 < t \leq 1982$	$1982 < t \leq 1998$	$1998 < t \leq 2001$	$t > 2001$
I1	100	80	80	90	60	30	10	15

Fuente: FUNVISIS.

Índice de vulnerabilidad asociado al tipo estructural (I_2)

En la tabla 5, presentada a continuación se encuentran los valores de I_2 para quince tipos estructurales usados en el país. Para cada edificación se seleccionara un único valor de I_2 . En caso de que una edificación posea más de un tipo estructural, se seleccionara aquel tipo con el mayor valor de I_2 .

Tabla 5. Valores del índice de vulnerabilidad asociado al tipo estructural (I_2).

Lista mostrada	Tipo	Valor
PCA	Pórticos de concreto armado (a)	25
PCAP	Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto	40
MCA2D	Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales	10
MCA1D	Sistemas con muros de concreto armado en una sola dirección, como algunos sistemas del tipo túnel	90
PA	Pórticos de acero	40
PAPT	Pórticos de acero con perfiles tubulares	60
PAD	Pórticos de acero diagonalizados	20
PAC	Pórticos de acero con cerchas	40
PRE	Sistemas pre-fabricados a base de grandes paneles o de pórticos	90
MMC	Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada	70
MMNC	Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada (b)	100
PMBCB	Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura no mayor a 2 pisos (b)	90
PMBCA	Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura mayor a 2 pisos (b)	95
VB	Viviendas de bahareque de un piso	90
VCP	Viviendas de construcción precaria (tierra, madera, zinc, etc.)	100

Fuente: FUNVISIS

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

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

Índice de vulnerabilidad asociado a la irregularidad (I_3)

Este índice tiene como finalidad modificar la vulnerabilidad intrínseca de una edificación, aumentándola en aquellas que poseen irregularidades estructurales básicas. En la siguientes se definen nueve (9) irregularidades (ver Tabla 6) 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) y 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 irregularidad I_3 se define de la siguiente manera:

$$I_3 = \sum_{j=1}^{10} I_{3j} \leq 100 \text{Ecuación (2-2)}$$

Dónde:

I_3 = índice de irregularidad

I_{3j} = 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.

En el Tipo Estructural denominado sistema con muros de concreto armado en una sola dirección (MCA1D), encontrado en algunas construcciones del tipo túnel, se le asignará 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 = 7 se considera que una edificación esta 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-losa) 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 a irregularidades (I_{3j}).

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 del tipo túnel.	80	
3	Edificios de carácter frágil, sin capacidad para disipar energía, como lo son las edificaciones de adobe o de paredes de bloques que no poseen 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 ⁽¹⁾	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.

Tabla 7. Separación entre edificios.

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

Fuente: FUNVISIS

Índice de vulnerabilidad asociado a la profundidad del depósito (I_4)

El índice I_4 permite tomar en cuenta el aumento en la vulnerabilidad de una edificación alta que se encuentre fundada sobre sedimentos de gran profundidad, generando respuestas sísmicas desfavorables, tal como quedó evidenciado en el terremoto de Caracas de 1967 (Comisión Presidencial, 1969; Seed et al., 1972). Las situaciones de aplicación del índice I_4 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 a 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.

En el caso del Estado Carabobo, las zonas con depósitos de sedimentos de profundidad mayor a 120 metros se encuentran localizados en el área metropolitana de Valencia, donde se han realizado perforaciones en el rectorado y a 240 metros de profundidad no se logró encontrar superficie de roca, del Informe Técnico Final del estudio de microzonificación sísmica de Carabobo (Pombo, 2016)

Índice de vulnerabilidad asociado a la topografía y drenaje (I_5)

El índice I_5 atiende a identificar situaciones de vulnerabilidad asociadas a construcciones hechas en laderas o cerca de éstas, debido a una potencial falla de estabilidad en taludes no protegidos por obras de contención. En la Tabla 9 se presentan los valores de I_5 cuya selección depende de los valores del ángulo de inclinación q de la ladera, de la altura H de la ladera y de la distancia D . El máximo valor del índice I_5 es 100.

Tabla 9. Valores del índice de vulnerabilidad asociado a 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 θ dada por:	Entre 20° y 45°	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

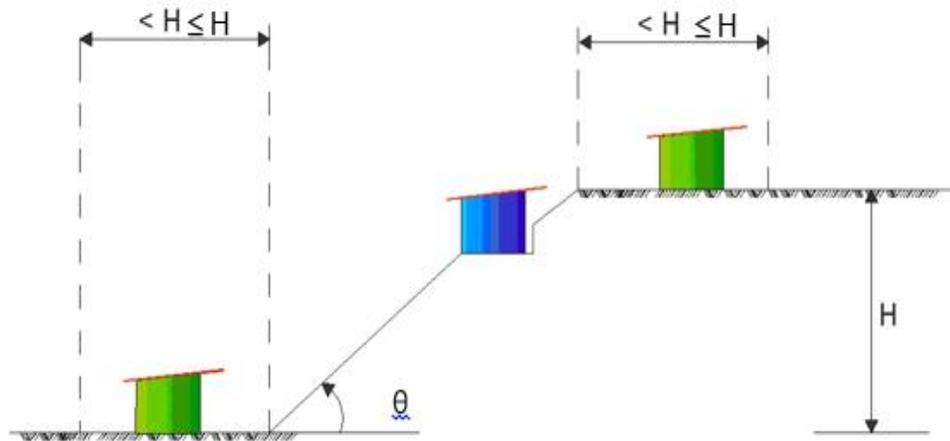


Figura 11. Construcciones considerando vulnerabilidad asociada a la topografía.

Fuente: FUNVISIS

Índice de vulnerabilidad asociado al grado de deterioro (I_6)

En la Tabla 10 se muestran los valores de I_6 asignados a diferentes grados de deterioro del edificio, penalizando con los mayores valores a la existencia de corrosión del acero y al agrietamiento estructural. A efectos de calificar el grado de deterioro de la estructura se seleccionará un único valor entre las opciones (a) y (b). En el caso de una edificación mixta que tuviese estructuras de concreto y de acero, se seleccionará el mayor valor entre las opciones (a) y (b). El máximo valor posible para I_6 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: Arietamiento 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.

Índice de Importancia

El índice de importancia (Ii) tiene como finalidad incorporar dentro del proceso de priorización el uso que tiene 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 en general, 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, como ciertos museos y bibliotecas. Edificaciones que puedan poner en peligro algunas de las de los Grupos A1 y A2.
A3	Todas aquellas edificaciones no contenidas en los grupos A1 y A2 tales como viviendas, edificios de apartamentos, de oficinas, comerciales, hoteles, bancos, restaurantes, cines, teatros, almacenes y depósitos.

Fuente: Norma Venezolana COVENIN 1756-1:2001

Tabla 12. *Valores del índice de importancia (Ii).*

Uso del edificio	N ≤ 10	10 < N ≤ 100	100 < N ≤ 500	500 < N ≤ 1000	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

Índice de priorización

Se utilizó el procedimiento indicado por FUNVISIS, a través de unas planillas de inspección de edificaciones, para asignar índices de priorización de edificaciones para la gestión del riesgo sísmico en poblaciones del país. El índice de priorización incorpora índices de amenaza, de vulnerabilidad y de importancia de la construcción. El procedimiento es especialmente útil para la evaluación del riesgo en construcciones más antiguas. Una vez determinados los índices de priorización de un número representativo de construcciones de una ciudad, se pueden seleccionar las más críticas que irán a la siguiente fase de estudios detallados y a la toma de decisiones para la reducción del riesgo sísmico.

El Índice de priorización se calcula tomando en consideración la amenaza sísmica en el sitio, el uso y la importancia de la construcción, las irregularidades tanto en planta como en elevación, el número de personas expuestas, la antigüedad de la obra, su altura, la profundidad del 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.

A continuación se presenta la expresión dada para el índice de priorización:

$$I_p = I_v \times I_A \times I_I \text{ Ecuación (2-3)}$$

Dónde:

I_p = índice de priorización

I_v = índice de vulnerabilidad

I_A = índice de amenaza

I_I = índice de importancia

El índice de amenaza (I_A) puede variar entre 0,23 y 1, el índice de vulnerabilidad entre 6,5 y 100 y el índice de importancia entre 0,8 y 1. Como consecuencia, el índice de priorización puede variar entre 1,20 y 100. El producto $I_A \cdot I_v$ representa el índice de riesgo de la edificación.

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

A continuación se presenta la metodología con la cual se desarrolló el presente Trabajo Especial de Grado. Se muestra el tipo de investigación, las técnicas y procedimientos que fueron seleccionados para llevar a cabo la resolución de los objetivos, la modalidad de estudio, su población, muestra y los instrumentos de recolección de datos que permitieron suministrar la información necesaria para dicha investigación.

Tipo de Investigación.

Para dar respuesta a los objetivos planteados en el actual estudio y al problema expuesto referido a analizar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones Residencias en el Municipio San Diego Estado Carabobo, se realizó una investigación de campo la cual requirió la recolección de datos directamente en el lugar de estudio mediante inspecciones visuales, describiendo la realidad y condiciones actuales de las edificaciones.

La investigación de campo según (Arias, 2004) “consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variables alguna”.

Tipo de Estudio

Por se una investigación descriptiva el objetivo es establecer la situación de las variables involucradas en el estudio en un momento dado con relación a su presencia o ausencia, la frecuencia con que se presenta un fenómeno (incidencia o prevalencia), características de las personas, lugar y periodo donde ocurre. El tipo de estudio del presente trabajo es descriptivo ya que se limita a la investigación de los hechos tal como ocurren, con el objetivo de describirlos, no busca explicar ni analizar las causas de esos hechos sino presentarlos. Es de esta manera que las investigaciones descriptivas brindan las bases cognoscitivas para otros estudios descriptivos o explicativos, pues se generan hipótesis susceptibles de comprobación.

Esta investigación permitirá obtener información relacionada con las variables involucradas en el estudio, para luego a través de estas ser aplicados los procedimientos necesarios para determinar los niveles de Riesgo Sísmico que puedan sufrir las edificaciones en el Municipio San diego, esto mediante el cálculo de los Indicadores Sísmicos representativos de las edificaciones, y así de esta manera analizar la vulnerabilidad estructural mediante la comparación de sus condiciones de diseño y las exigencias de las normas venezolanas.

Diseño de la Investigación.

Christensen, 1980 Afirma que “El término diseño se refiere al plan o estrategia concebida para responder a las preguntas de investigación”. El diseño señala lo que se debe hacer para alcanzar los objetivos de estudio, según diferentes autores existen diversas clasificaciones de los tipos de las investigaciones, en este trabajo de grado se toma en cuenta la clasificación por Hernández Sampieri expuesta de la siguiente manera “*Investigación experimental e investigación no experimental*”.

Este trabajo se adecúa a un diseño de campo no experimental, ya que permitirá recolectar la información directamente de la realidad estudiada, para proceder luego a su análisis e interpretación y debido a los métodos utilizados basados en cálculos numéricos con variables pertenecientes a la edificación estudiada el método aplicado es el cuantitativo.

Población y Muestra

Hernández Sampieri y otros (2000) define lo siguiente: "La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones, podemos decir que la población es la totalidad del fenómeno a estudiar, en donde las unidades de población poseen una característica común" (p. 54).

En esta investigación la Población abarca el conjunto de edificaciones existentes ubicadas en el área urbana del Municipio San Diego, del estado Carabobo, totalizando

33.989 edificaciones de acuerdo con el último censo realizado en el municipio en el año 2014.

Ámbito	Nº Inm.	Nº Hab.	% Peso por Sector	Sectores de Planificación m ²	Densidad Poblacional Hab/m ²
Norte A	8.367	32.631	24,62	15.065.416,89	0,0022
Norte B	2.121	8.272	6,24	3.140.344,72	0,0026
Norte C	4.964	19.360	14,60	5.365.544,48	0,0036
Centro A	7.395	28.841	21,76	3.073.323,93	0,0094
Centro B	2.943	11.478	8,66	873.954,32	0,0131
Centro C	3.835	15.347	11,28	7.048.017,43	0,0022
Sur	4.364	17.020	12,84	3.772.818,98	0,0045
Total.....	33.989	132.949	100	38.339.420,75	0,038

Figura 12. *Estimado de Habitantes en el Municipio San Diego 2014*

Fuente: Alcaldía de San Diego.

Arkin y Colton. (1995) establecen que la muestra es: Una porción representativa de la población, que permite generalizar los resultados de una investigación. Es la conformación de unidades dentro de un subconjunto que tiene por finalidad integrar las observaciones (sujetos, objetos, situaciones, instituciones u organización o fenómenos), como parte de una población. Su propósito básico es extraer información que resulta imposible estudiar en la población, porque esta incluye la totalidad.

De esta manera se puede indicar que la muestra para esta investigación comprende en el estudio de las edificaciones residenciales inspeccionadas, siendo estas un total de 224 viviendas.

Fases de la Investigación

Para llevar a cabo la presente investigación se organizó en forma secuencial o en fases las distintas actividades que requerían de su ejecución para lograr cumplir los objetivos planteados. Las mismas se explican seguidamente para un mejor entendimiento de procedimiento empleado para el desarrollo del presente trabajo especial de grado.

Fase I

Definición mediante imágenes satelitales de zonas homogéneas donde predominen los edificios, quintas y casas. Antes de identificar las estructuras a estudiar, primeramente se procede a delimitar la zona de estudio, la cual se realizó mediante la herramienta de Google Earth. Luego de estudiar el mapa de la zona a evaluar se procederá a realizar una división de la zona de estudio es decir sectorización de datos y se obtiene una mejor organización de la información recaudada, como se muestra en la figura 13.

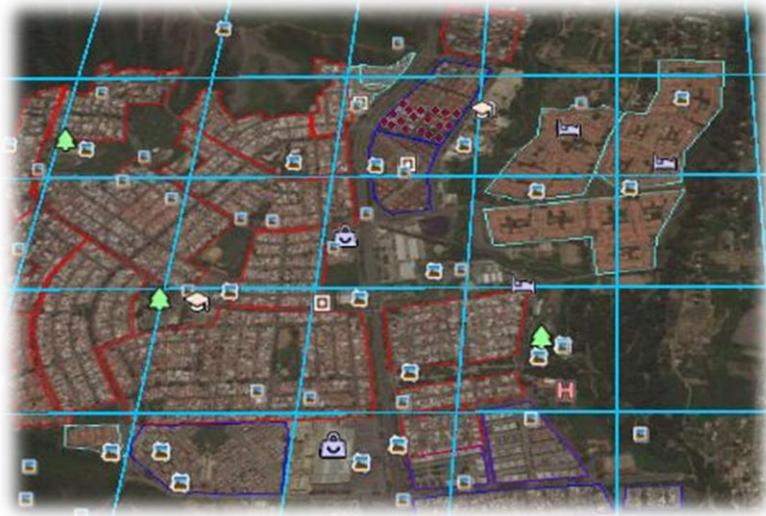


Figura 13. *Ejemplo de Zonas Homogéneas Municipio San Diego*

Fuente: Elaboración Propia

Debido a que la zona de estudio posee una gran cantidad de edificaciones, sólo se analizarán estructuras que sean de uso residencial.

Características de la Zona de Estudio

Se plantea caracterizar la zona de estudio mediante las características presentes en el Registro de Unidades Inmobiliarias (RUI) desarrollado por el INE (2010) y el Censo de Población y Vivienda del INE (2011).

Tipo de Zona

El tipo de zona es definido según el INE (2011) en Urbana y Rural. Su definición principal viene dada por la población presente en él y su asociación con las Ciudades y Pueblos.

Tipo de Área

El Tipo de Área es definida mediante tres categorías según el INE como:

- **Tipo de Área Urbanización:** Puede asociarse a zonas donde hay buena accesibilidad vial y servicios básicos.
- **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.
- **Tipo de Área Barrio:** Está asociado a zonas no planificadas donde predomina la construcción popular o informal, principalmente en las periferias de las Ciudades (Zonas Urbanas) y en algunas zonas Rurales.



Figura 14. *Contraste entre Tipo de Área de Urbanización y Barrio*

Fuente: FUNVISIS 2015.

Tipo de Edificación

Esta definición es planteada por el INE y en la Tabla 13 se resumen y comparan las categorías del tipo de edificación según el Registro de Unidades Inmobiliarias (RUI) del INE (2010) y el tipo de vivienda según el Censo de Población y Vivienda del INE (2011).

Tabla 13. 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-vecindad)	Baja	UR-CA-B
			Media	UR-CA-M
			Alta	UR-CA-A
		Quinta Casa-Quinta	Baja	UR-CQ-B
			Media	UR-CQ-M
			Alta	UR-CQ-A
		Edificio (Apartamento en Edificio)	Baja	UR-ED-B
			Media	UR-ED-M
			Alta	UR-ED-A
	Casco Central	Casa (Casa-vecindad)	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-vecindad)	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: FUNVISIS 2015



Figura 15. *Comparación Tipo de Edificación Casa-Quinta y Edificio*

Fuente: FUNVISIS 2015

Criterios de Definición de las Zonas

- 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 con la ayuda del programa de imágenes satelitales Google Earth.

Fase II

Establecimiento a través de inspecciones de las características Sismorresistentes de las edificaciones en la zona.

Una vez establecidas las zonas homogéneas, se llevan a cabo inspecciones oculares a un número representativo de cada una de ellas, utilizando para ello la Planilla de inspección como instrumento de recolección de datos, así como la cámara fotográfica.

Fase III

Determinación de indicadores de amenaza, vulnerabilidad, riesgo sísmico y priorización de las edificaciones inspeccionadas y las zonas seleccionadas.

Luego de llenar la planilla de inspección de edificaciones se procede a determinar los índices de amenaza, vulnerabilidad, importancia y de priorización.

Determinación del Índice de Amenaza

Es necesario tomar en cuenta la zona sísmica de zona de estudio de acuerdo a lo estipulado en la norma Venezolana COVENIN 1756-2001. El Municipio San Diego, por encontrarse en el Estado Carabobo en zona sísmica cinco (5) con un valor de A_0 igual a 0.30. Debido a este valor el índice de amenaza será de 0.68 (ver tabla 2) sin efecto topográfico en dicha zona.

Determinación del Índice de Vulnerabilidad

El índice de vulnerabilidad está asociado a varios factores como lo son: la antigüedad la edificación y norma utilizada, el tipo estructural, la irregularidad que posea la estructura, la profundidad del depósito, la topografía y el grado de deterioro.

Los factores mencionados anteriormente, se tomaran de la planilla de inspección creada por FUNVISIS, en donde a cada factor se le asignaran un peso relativo de acuerdo al grado de importancia que posee dentro del cálculo de índice de vulnerabilidad (ver tabla 3). Mediante la utilización de programas que facilitan los cálculos, se obtendrá el valor del índice deseado de cada edificación.

Luego de obtener los resultados del índice de vulnerabilidad, estos se clasifican en rangos, para poder estudiarlos con mayor facilidad. Se establecerán los siguientes rangos (≥ 0 y < 10), (≥ 10 y < 20), (≥ 20 y < 30), (≥ 30 y < 40), (ver tabla 14) y así sucesivamente hasta cubrir el mayor índice de vulnerabilidad que se tenga.

Tabla 14. *Valoración del Índice de Vulnerabilidad*

Clasificación de Vulnerabilidad	Iv
Muy Elevada	$60 \leq Iv \leq 100$
Elevada	$40 \leq Iv < 60$
Media Alta	$30 \leq Iv < 40$
Media Baja	$20 \leq Iv < 30$
Baja	$10 \leq Iv < 20$
Muy Baja	$0 \leq Iv < 10$

Fuente: FUNVISIS

Determinación del Índice de Riesgo

Se determinara como el índice de amenaza por el índice de vulnerabilidad ($I_a \cdot I_v$), luego de obtener los resultados del índice de riesgo, esto se clasificaran en rangos para su estudio. Se establecerán los siguientes rangos (≥ 0 y < 10), (≥ 3 y < 8), (≥ 8 y < 15), (≥ 15 y < 25), (≥ 25 y < 40), (≥ 40 y < 60), (≥ 60 y ≤ 100). (Ver tabla 15).

Tabla 15. Valoración del Índice de Riesgo (I_r)

Clasificación de Riesgo	I_r
Muy Elevada	$60 \leq I_r \leq 100$
Elevada	$40 \leq I_r < 60$
Alto	$25 \leq I_r < 40$
Media Alta	$15 \leq I_r < 25$
Media Baja	$8 \leq I_r < 15$
Baja	$3 \leq I_r < 8$
Muy Baja	$0 \leq I_r < 3$

Fuente: FUNVISIS

Índice de Importancia

El índice de importancia se determinara tomando en cuenta tanto el uso de la edificación como el número de personas que se encuentran en ella. Se observa la clasificación de las diferentes edificaciones según su nivel de importancia

agrupándolas dentro de los grupos: A1, A2 y A3 según corresponda. El índice de amenaza se obtendrá al interceptar de la tabla el grupo al que pertenece la edificación y el intervalo correspondiente el número de personas que habitan la edificación.

El índice de importancia se estudiara con los siguientes rangos (≥ 0.80 y < 0.85), (≥ 0.85 y < 0.90), (≥ 0.90 y < 0.95), (≥ 0.95 y ≤ 1) (ver tabla 12).

Índice de Priorización

Para la obtención del índice de priorización, es necesario obtener previamente los valores de los índices de amenaza, vulnerabilidad e importancia. Una vez obtenidos estos valores se deberá proceder a realizar el producto entre ellos, para conseguir de esta forma el valor de índice de priorización de cada edificación a evaluar.

Al igual que el índice de vulnerabilidad el índice de priorización también se evaluara en rangos: (≥ 0 y < 10), (≥ 10 y < 20), (≥ 20 y < 30), (≥ 30 y < 40), (≥ 40 y < 50) y así sucesivamente hasta cubrir el mayor índice de vulnerabilidad que se tenga (ver tabla 16).

Tabla 16. Valoración del Índice de Priorización (I_p)

Clasificación de la Priorización	I_p
P1 (Priorización Máxima)	$60 \leq I_p \leq 100$
P2	$50 \leq I_p < 60$
P3	$40 \leq I_p < 50$
P4	$30 \leq I_p < 40$
P5	$25 \leq I_p < 30$
P6	$20 \leq I_p < 25$
P7	$16 \leq I_p < 20$
P8	$12 \leq I_p < 16$
P9	$8 \leq I_p < 12$
P10	$5 \leq I_p < 8$
P11	$2 \leq I_p < 5$
P12 (Priorización Mínima)	$0 \leq I_p < 2$

Fuente: FUNVISIS

Luego de haber obtenido cada indicador, se procederá a complementar la información, con los estudios de inspecciones ya realizados anteriormente en otras tesis de la Universidad de Carabobo, con el fin de tener un mayor rango de estudio.

Por último se procede a calcular las estimaciones de las edificaciones y el número total de personas estudiadas, las cuales se obtuvieron de la siguiente manera:

1. Se procede a calcular cuantas edificaciones hay por la sectorización del Municipio San Diego (ver figura 11).

2. Se procede a buscar las estadísticas de la Alcaldía del Municipio San Diego para la obtención de promedio de personas en cada vivienda por la sectorización ya antes mencionada (ver tabla 17).

3. Con los datos obtenidos de personas promedio por vivienda y el número total de personas.

Tabla 17. *Promedio de personas por sectores*

Sectorización	N° de Habitantes
Norte A	32.631
Norte B	8.272
Norte C	19.360
Centro A	28.841
Centro B	11.478
Centro C	15.347
Sur	17.020

Fuente: Alcaldía del Municipio San Diego.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica utilizada consistió en la observación tanto de las características de las edificaciones a través de inspección, como de la herramienta Google Earth para la determinación de las zonas homogéneas

El procedimiento de inspección visual utilizado se acompaña de diversos instrumentos de recolección de datos como lo es la planilla de inspección (ver Figura 15 y Figura 16), el instructivo para su aplicación y de recomendaciones para la digitalización y procesamientos de la información.

Gobierno Bolivariano de Venezuela		Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación		Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)	
Veredón 062013		PLANILLA DE INSPECCIÓN DE EDIFICACIONES (Características Sismorresistentes)		G-20007752-2	
1. Datos generales					
1.1 Fecha:	1.2 Hora inicio:	1.3 Hora culminación:	1.4 Código:		
2. Datos de los participantes					
Función	Nombre y apellido	Teléfono	Correo Electrónico		
2.1 Inspector					
2.2 Revisor					
2.3 Supervisor					
3. Datos del entrevistado					
3.1 Relación con la Edif.	3.2 Nombre y apellido	3.3 Teléfono	3.4 Correo Electrónico		
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 Ciudad:	
4.4 N° de sótanos:	4.5 Estado:	4.6 Municipio:		4.7 Urb. / Barrio:	
4.7 Municipio:	4.8 Parroquia:	4.9 Urb. / Barrio:		4.10 Sector:	
4.10 Sector:	4.11 Calle, Vereda:	4.12 Pto. de Referencia:	4.13 Huso:		4.15 Huso:
Proy. UTM (REQVEN) 4.13 Coord. X:	4.14 Coord. Y:				
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		
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		
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"/> Después de 2001
<input type="checkbox"/> Entre 1968 y 1982	<input type="checkbox"/> Entre 1983 y 1998	<input type="checkbox"/> Entre 1999 y 2001			
8. Condición del terreno (marcar con "x", una opción por pregunta)					
8.1 Edificación en:		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"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
8.4 Drenajes: <input type="checkbox"/> Sí <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	
8.6 Drenajes: <input type="checkbox"/> Base <input type="checkbox"/> Cima					
9. Tipo estructural					
9.1 Marque con "x", múltiples opciones:			9.2 Indique el número del tipo estructural predominante:		
<input type="checkbox"/> 1. Pórticos de concreto armado	<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"/> 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"/> 6. Pórticos de acero con perfiles tubulares
<input type="checkbox"/> 7. Pórticos de acero diagonalizados	<input type="checkbox"/> 8. Pórticos de acero con cerchas	<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"/> 11. Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada	<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"/> 13. Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura mayor a 2 pisos	<input type="checkbox"/> 14. Viviendas de bahareque de un piso	<input type="checkbox"/> 15. Viviendas de construcción precaria (tierra, madera, zinc, etc.)			
10. Esquema de planta (marcar con "x")			11. Esquema de elevación (marcar con "x")		
<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"/> "T"	<input type="checkbox"/> Cajón	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Pirámide invertida	<input type="checkbox"/> "L"	<input type="checkbox"/> Ninguno
<input type="checkbox"/> "U" o "C"	<input type="checkbox"/> Regular				
<input type="checkbox"/> Piramidal	<input type="checkbox"/> Rectangular				

Figura 16. Planillas de Inspección de Edificaciones

Fuente: FUNVISIS 2015.

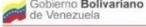
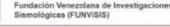
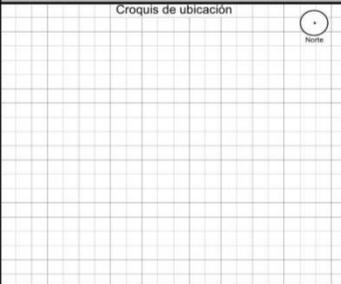
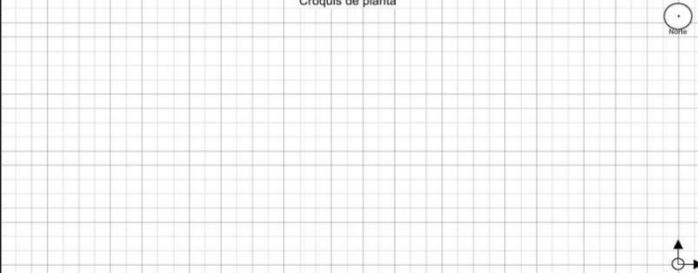
 Gobierno Bolivariano de Venezuela		 Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación		 Fundación Venezolana de Investigaciones Sistemológicas (FUNVISIS)			
12. Irregularidades (marcar con "x", múltiples opciones)							
<input type="checkbox"/> 12.1 Ausencia de vigas altas en una o dos direcciones	<input type="checkbox"/> 12.2 Ausencia de muros en una dirección	<input type="checkbox"/> 12.3 Estructura frágil	<input type="checkbox"/> 12.4 Presencia de al menos un entrespiso débil 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	<input type="checkbox"/> 12.11 Separación entre edificios (cm): _____	
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	
14. Observaciones							
<hr/> <hr/> <hr/>							
15. Croquis de ubicación, fachada y planta							
Croquis de ubicación				Croquis de fachada			
							
Croquis de planta							
							
Fotos a tomar: <ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 33%;">- Fachadas <li style="width: 33%;">- Identificación de la edificación <li style="width: 33%;">- Pendiente del terreno <li style="width: 33%;">- Talud cercano <li style="width: 33%;">- Tipo estructural <li style="width: 33%;">- Elementos estructurales <li style="width: 33%;">- Losas <li style="width: 33%;">- Juntas <li style="width: 33%;">- Nodos o conexiones <li style="width: 33%;">- Ausencia de vigas altas <li style="width: 33%;">- Presencia columna corta <li style="width: 33%;">- Discontinuidad de elementos <li style="width: 33%;">- Aberturas excesivas en planta <li style="width: 33%;">- Asimetría en planta <li style="width: 33%;">- Adosamiento <li style="width: 33%;">- Grietas en paredes <li style="width: 33%;">- Grietas o fisuras en elementos de concreto <li style="width: 33%;">- Corrosión o deterioro en elementos de acero <li style="width: 33%;">- Observaciones o casos especiales 							

Figura 17. Planillas de Inspección de Edificaciones

Fuente: FUNVISIS 2015.

Aplicación Móvil para la Recolección de Características Sismorresistentes de Edificaciones.

Los avances tecnológicos y las nuevas tendencias tienen que ir vinculadas a la ciencia, tecnología e innovación, con la finalidad sistematizar y optimizar procesos, para generar resultados de forma efectiva, eficiente que permite mostrar un panorama general a las tomas de decisión.

La aplicación móvil (ver figura 18) se complementa con la metodología que se desarrolló en FUNVISIS para la determinación de índices de vulnerabilidad, riesgo sísmico y priorización para la edificaciones sismorresistentes presente en una edificación (Índices de Priorización de Edificios para la Gestión del Riesgo Sísmico: FUN-002, 2014), utilizando para el cálculo de la amenaza el proyecto de Microzonificación Sísmica de Caracas, sin embargo, la metodología es aplicable a edificaciones en el resto del territorio nacional. Esta aplicación móvil será la versión portable (teléfonos inteligentes o tabletas con sistema operativo Android HoneyComb 3.0 o superior). Las planillas o encuestas en físico (papel) nunca serán sustituidas por el uso de teléfonos inteligentes o tabletas ya que son utilizadas en actividades de campo, pero estas pueden complementarse en función del lugar a inspeccionar.

Esta aplicación está enfocada a la recolección de características sismorresistentes de las edificaciones (basada en la Metodología de FUNVISIS antes mencionada), bajo un ambiente que permite el posicionamiento espacial de las inspecciones en mapas de la ciudad..

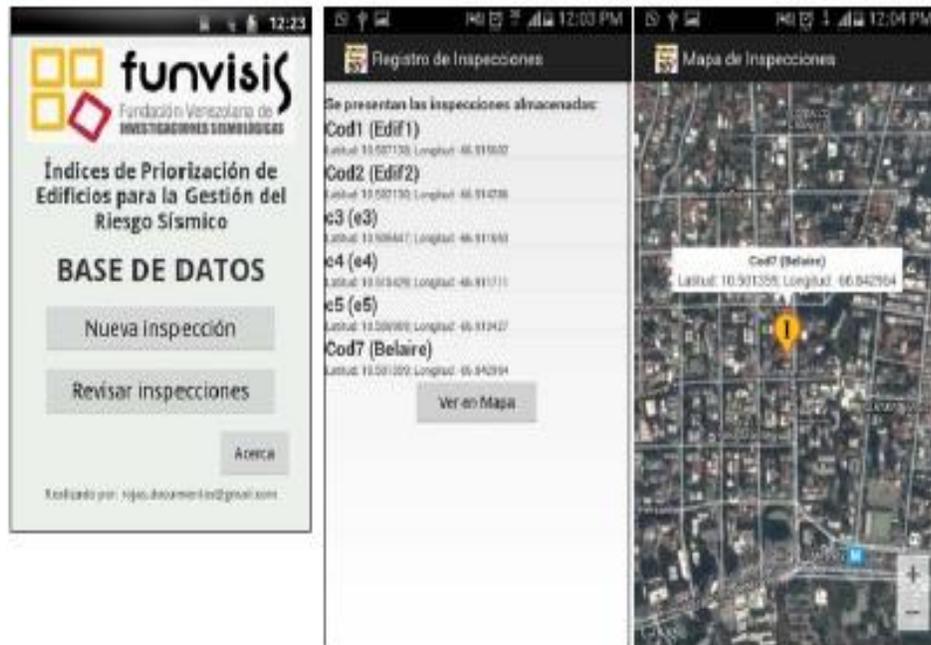


Figura 18. *Aplicación Móvil para recolección de datos*

Fuente: FUNVISIS

CAPITULO IV

ANALISIS Y RESULTADO

Descripción de la zona de estudio



Figura 19. Sectorización del Municipio San Diego

Fuente: Alcaldía de San Diego

La población a estudiar es un factor principal en el cálculo de los Indicadores de priorización, vulnerabilidad y riesgo sísmico, mediante una base de datos creada bajo la tipología de la planilla de inspección de edificios de FUNVISIS se observan las especificaciones de cada una de las viviendas inspeccionadas dentro del rango de estudio, en este caso el Municipio San Diego.

Los datos que influyen en el cálculo de los Indicadores sísmicos son presentados en este capítulo a través de tablas y gráficos que indican su distribución numérica y su porcentaje de ocurrencia dentro del Municipio.

Mediante la inspección directa en campo y haciendo uso de data existente de trabajos de grado anteriores se recopiló toda la información necesaria para el cálculo de los indicadores sísmicos, y con información suministrada por la Sala Técnica del Consejo Local de Planificación Pública del Municipio San Diego se obtuvo el número estimado de viviendas en el municipio, dando como resultado el estudio de 33989 viviendas.

Resultados obtenidos a través de las inspecciones realizadas

Distribución numérica y porcentual de las especificaciones de las viviendas inspeccionadas, según planilla de inspección de FUVISIS.

Distribución de edificaciones según periodo de construcción

Tabla 18. *Distribución numérica de las edificaciones por periodo de construcción*

Norma	Rango	Cantidad de viviendas inspeccionadas	Estimación de cantidad de viviendas
Sin Norma	Antes de 1939	10	828
MOP 1939	Entre 1940 y 1947	1	83
MOP 1947	Entre 1948 y 1955	0	0
MOP 1955	Entre 1956 y 1967	6	497
MOP 1967	Entre 1968 y 1982	31	4181
COVENIN 1982	Entre 1983 y 1998	62	9629
COVENIN 1998	Entre 1999 y 2001	19	2543
COVENIN 2001	Despues de 2001	95	16228
		224	33989

Fuente: Elaboración Propia

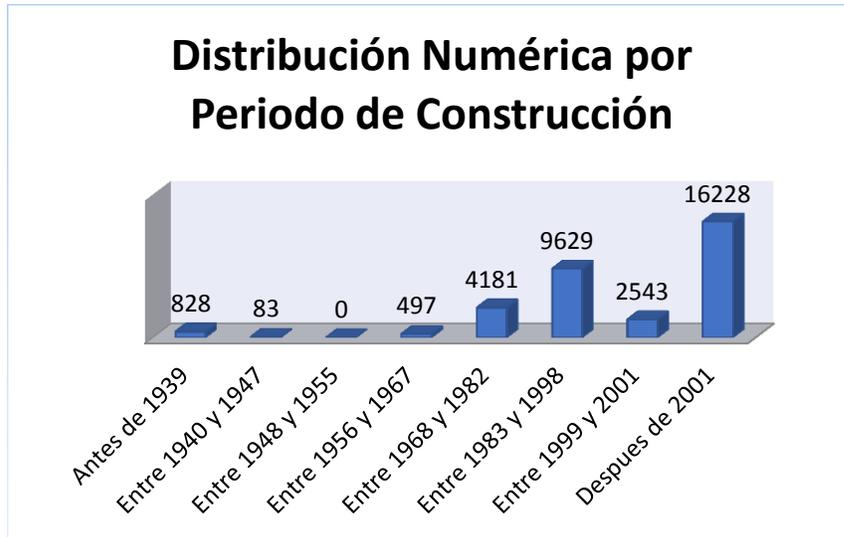


Figura 20. Distribución numérica de las edificaciones por periodo de construcción.

Fuente: Elaboración Propia.

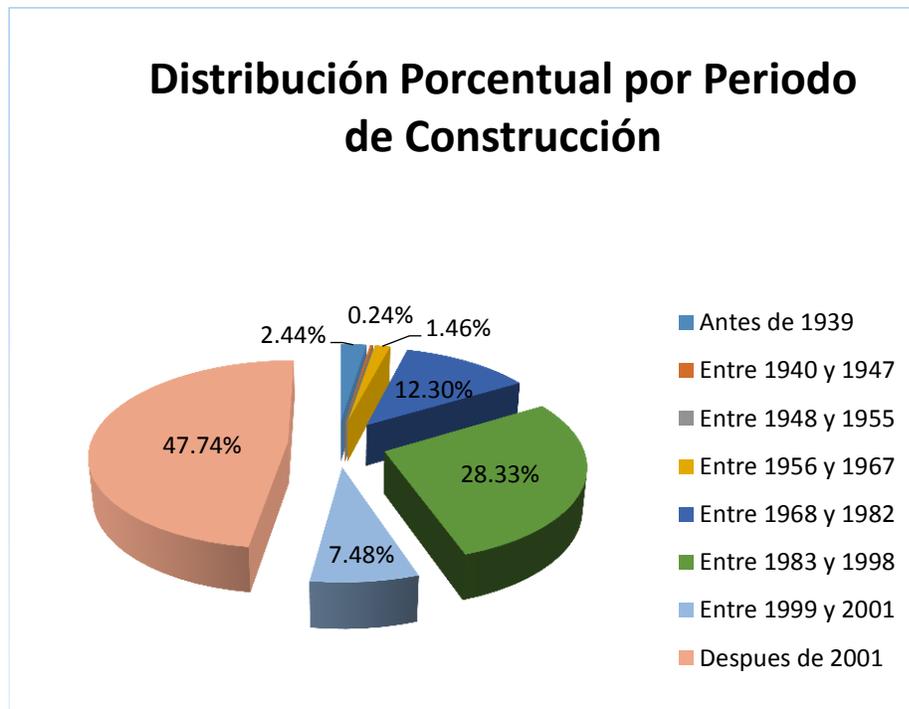


Figura 21. Distribución porcentual de las edificaciones por periodo de construcción.

Fuente: Elaboración Propia.

De los distintos rangos de años relacionados directamente a la Norma Constructiva vigente en dicho periodo, el estudio realizado indica que para los años anteriores a 1939 fueron construidas alrededor del 2.44% de las viviendas existentes actualmente en el Municipio San Diego, lo cual significa que ese porcentaje de edificaciones se construyeron sin ninguna norma técnica constructiva, vale destacar que dichas construcciones se encuentran distribuidas en el sector Norte A, en el cual se encuentra ubicado el casco histórico de la ciudad. Al momento de la entrada en vigencia de la primera norma de construcción en el país, la MOP de 1939, se observa que solo un 0.24% de las edificaciones del Municipio se construyeron para el periodo comprendido entre los años 1940 y 1947 (Figura 21).

Para el periodo de 1956 al 1967 el porcentaje de las construcciones es de 1.46%, por su parte para el rango de 1968 y 1982 se construyeron alrededor del 12.30% de las edificaciones. Para el siguiente rango de estudio comprendido entre los años 1983 y 1998 el número de construcciones de viviendas en el Municipio es de 28.33%.

Para el año 1998 la Norma COVENIN sufre una primera modificación, la cual duró hasta el año 2001, durante este periodo se construyeron un 7.48% de las viviendas, y finalmente para su segunda y última modificación hasta los momentos, desde la entrada en vigencia de la Norma COVENIN 1756-2001 se evidencia una gran mayoría de las viviendas construidas, con un total de 47.74% es este el rango de años en el cual se construyó el mayor número de edificaciones.

Distribución de edificaciones según el número de pisos.

Tabla 19. Distribución numérica de las edificaciones según el número de pisos.

Número de pisos	Cantidad de viviendas Inspeccionadas	Estimación de cantidad de viviendas
1	117	13432
2	85	15246
3	9	1717
4	7	2202
5 o mas	6	1392
TOTAL	224	33989

Fuente: Elaboración Propia

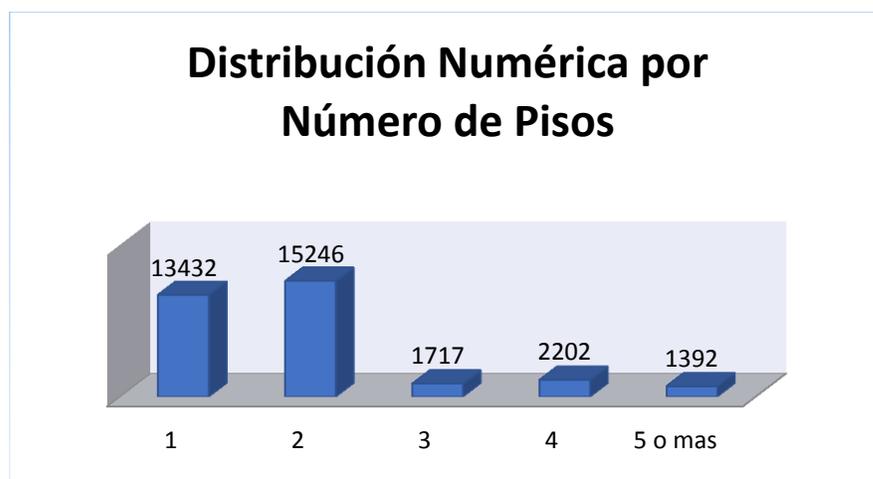


Figura 22. Distribución numérica de las edificaciones según el número de pisos.

Fuente: Elaboración Propia

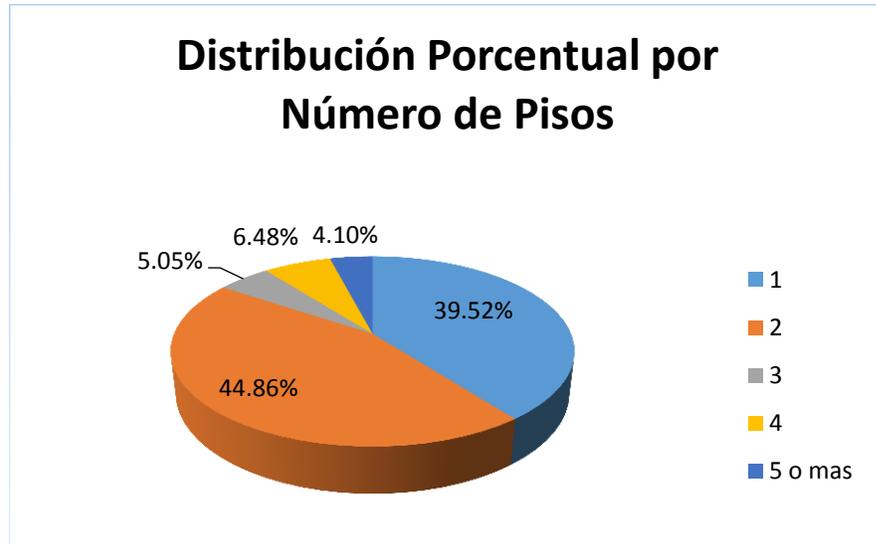


Figura 23. *Distribución porcentual de las edificaciones según el número de pisos.*

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar que el mayor número de viviendas es de 2 pisos con el 44.86%, mientras que el número de edificaciones de 1 solo piso abarca el 39.52%. Las edificaciones de 3,4 y 5 o más pisos se presentan en menor número en comparación con las de 1 y 2 pisos, quedando las edificaciones de 3 pisos con un 5.05%, las de 4 pisos con un 6.48% y las de 5 o más pisos con un 4.10.

Distribución de edificaciones según su capacidad de ocupación.

Tabla 20. *Distribución numérica de las edificaciones por capacidad de ocupación.*

Número de Habitantes	Cantidad de viviendas inspeccionadas	Estimación de cantidad de viviendas
Entre 1 y 5	171	25987
Entre 6 y 10	37	4591
Entre 11 y 50	6	934
Entre 50 y 100	7	1571
Mayores a 100	3	906
	224	33989

Fuente: Elaboración Propia

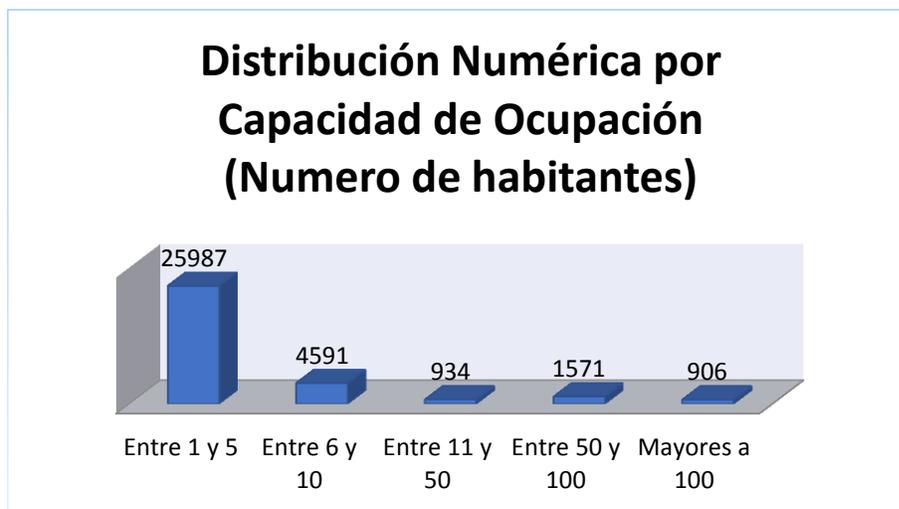


Figura 24. *Distribución numérica de las edificaciones por capacidad de ocupación*

Fuente: Elaboración Propia

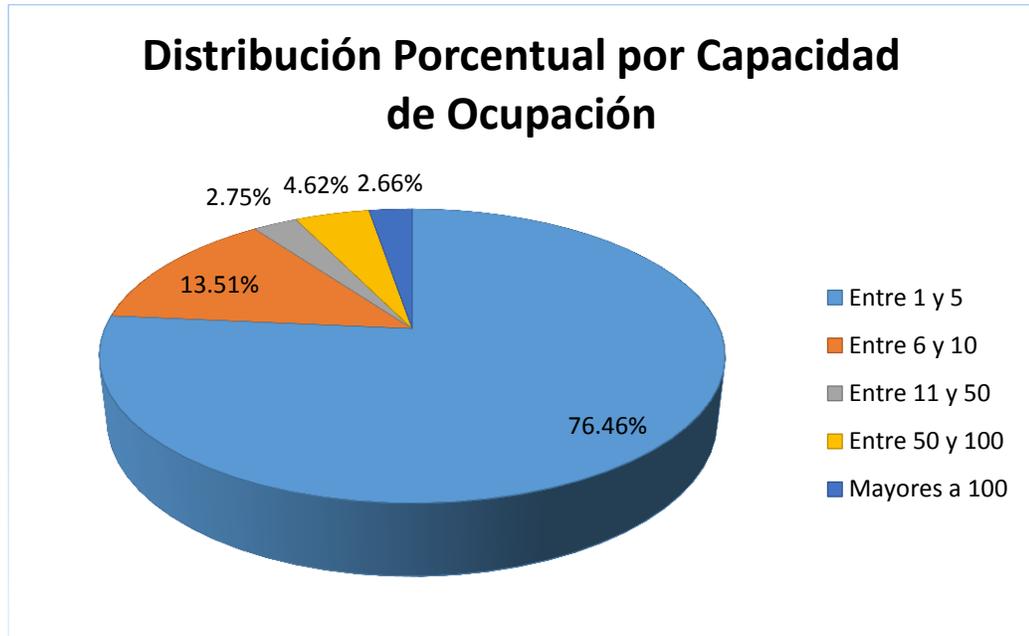


Figura 25. *Distribución porcentual de las edificaciones por capacidad de ocupación.*

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar que la gran mayoría de las viviendas están habitadas por un número de habitantes de entre 1 y 5 personas, esto corresponde a un 76.46% del total de viviendas en el municipio. El siguiente rango es el comprendido por un número de habitantes entre 6 y 10 personas con un 13.51%, para el rango de personas entre 11 y 50 habitantes corresponde un 2.75%, mientras que el rango que abarca entre 50 y 100 personas por vivienda tiene un peso de 4.62%, por último se encuentra el rango para el número de habitantes mayores a 100 personas con un 2.66%.

Distribución de las edificaciones por Sistema Estructural

Tabla 21. *Distribución numérica de las edificaciones según el Tipo Estructural*

Tipo Estructural	Cantidad de viviendas inspeccionadas	Estimación de cantidad de viviendas
PCA	1	125
PCAP	64	13072
MCA2D	0	0
MCA1D	10	3066
PA	0	0
PAPT	21	2582
PAD	0	0
PAC	0	0
PRE	9	2021
MMC	88	10395
MMNC	20	1775
PMBCB	4	373
PMBCA	1	83
VB	6	497
VCP	0	0
	224	33989

Fuente: Elaboración Propia



Figura 26. Distribución numérica de las edificaciones por Tipo Estructural.

Fuente: Elaboración Propia

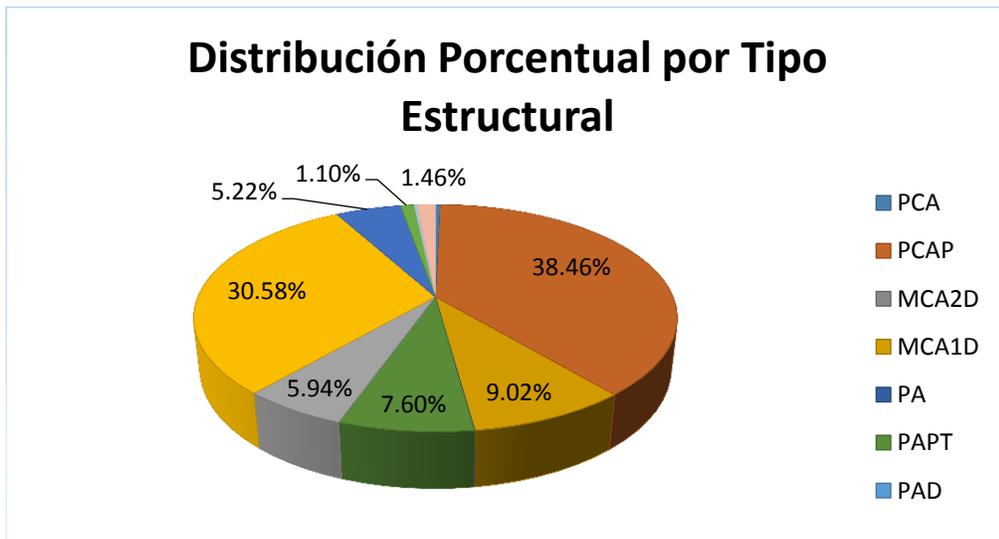


Figura 27. Distribución porcentual de las edificaciones por Tipo Estructural.

Fuente: Elaboración Propia

Dentro de la zona de estudio se logró evidenciar 10 de los posibles 15 tipos de estructuras presentadas en la planilla de evaluación de FUNVISIS, en la tabla 21 y las figuras 26 y 27 se presentaron la distribución numérica y porcentual de los tipos estructurales presentes, siendo las más predominantes Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques y sistemas cuyos elementos portantes son muros de mampostería confinada con un total de 13072 y 10395 viviendas respectivamente.

Distribución de las edificaciones según su Uso.

Tabla 22. *Distribución numérica de las edificaciones según su uso.*

Uso	Cantidad de viviendas inspeccionadas	Estimación de cantidad de viviendas
Unifamiliar	218	32597
Multifamiliar	6	1392
	224	33989

Fuente: Elaboración Propia.

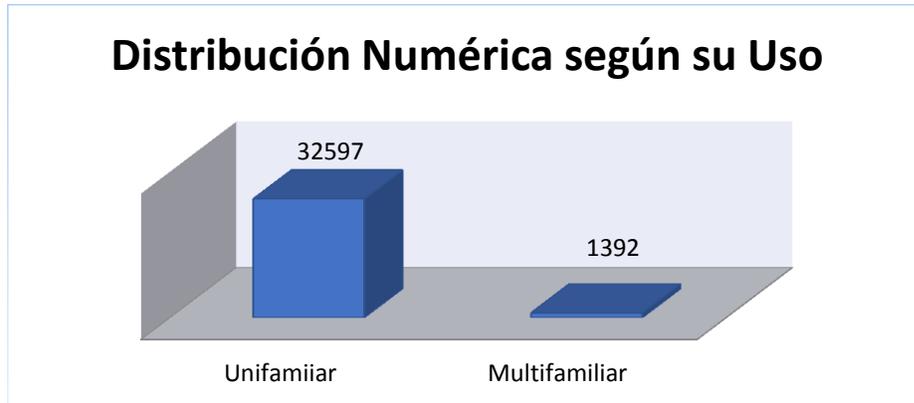


Figura 28. *Distribución numérica de las edificaciones según su uso.*

Fuente: Elaboración Propia.

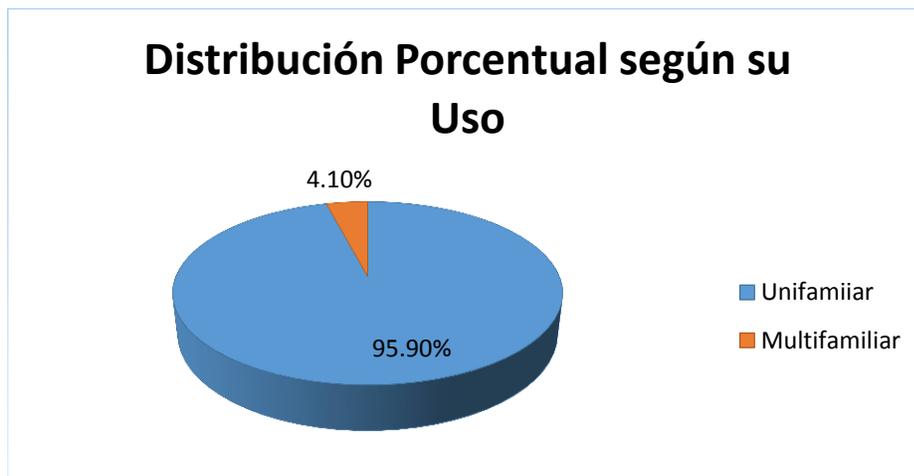


Figura 29. *Distribución porcentual de las edificaciones según su uso.*

Fuente: Elaboración Propia.

Para efectos del presente trabajo el tipo de estructura estudiada es de Tipo Residencial, clasificándolas como Unifamiliar o Multifamiliar, en la tabla 22 y las figuras 28 y 29 se puede apreciar como la gran mayoría de las viviendas son de tipo

unifamiliar, para ser exactos el 95.9% de las viviendas del municipio, quedando así un 4.10% el cual representa a las viviendas multifamiliares.

Distribución de las edificaciones según su turno de ocupación.

Tabla 23. *Distribución numérica de las edificaciones según su turno de ocupación.*

TURNO	Cantidad de viviendas inspeccionadas	Estimación de cantidad de viviendas
Mañana/Tarde/Noche	224	33989
	224	33989

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 30. *Distribución numérica de las edificaciones según su turno de ocupación.*

Fuente: Elaboración Propia.

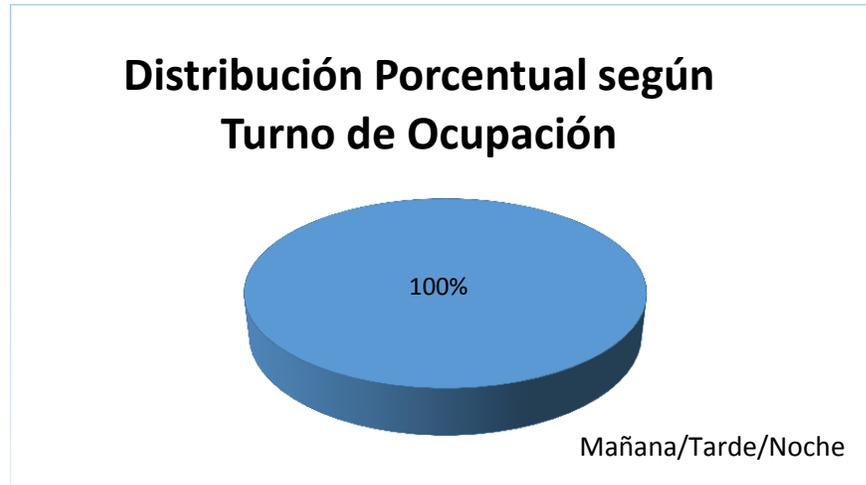


Figura 31. *Distribución porcentual de las edificaciones según su turno de ocupación.*

Fuente: Elaboración Propia.

Como se expresó en el punto anterior, por tratarse de viviendas residenciales el uso de las mismas comprende tanto los turnos de la mañana, tarde como la noche, es decir son habitados todo el día, lo cual significa que el 100% de su uso es el día completo.

Distribución de las edificaciones según su configuración en planta.

Tabla 24. *Distribución numérica de las edificaciones por Esquema de Planta.*

Tipo de Esquema	Cantidad de viviendas inspeccionadas	Estimación de cantidad de viviendas
H	7	2083
T	0	0
U o C	0	0
L	0	0
Cajón	0	0
Regular	217	31906
Esbeltez Horizontal	0	0
Ninguno	0	0
	224	33989

Fuente: Elaboración Propia.

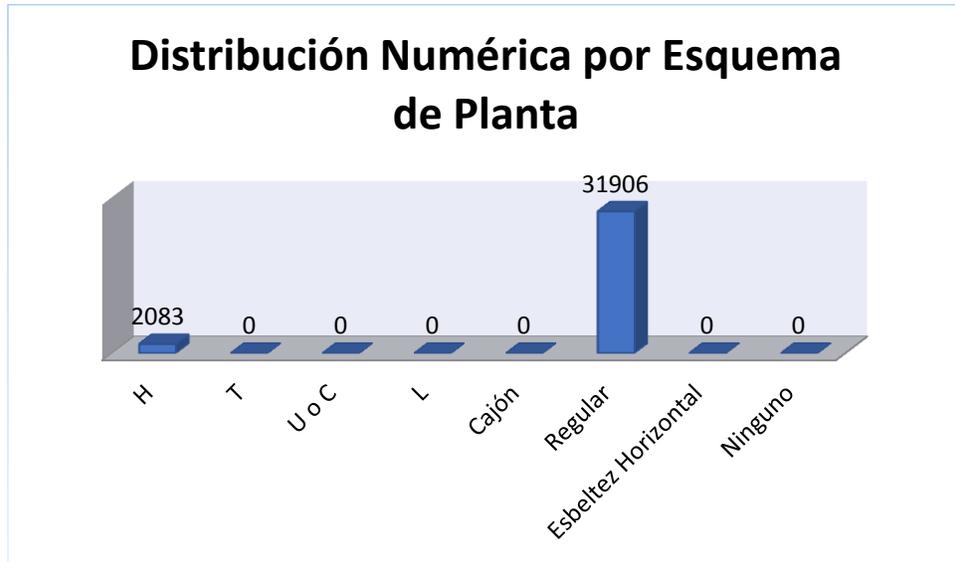


Figura 32. *Distribución numérica de las edificaciones por Esquema de Planta.*

Fuente: Elaboración Propia.

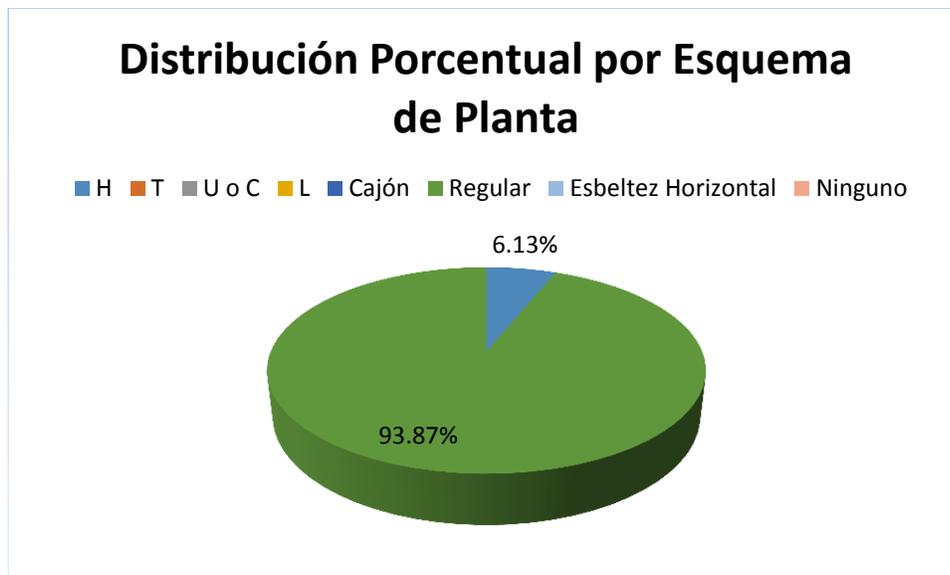


Figura 33. *Distribución numérica de las edificaciones por Esquema de Planta.*

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 33 se muestra como el 93.87% de las estructuras en el Municipio presentan esquema de planta regular y el 6.13% restante presentan esquema de H, es decir no se evidenció esquemas tipo T, U o C, L, entre otros.

Distribución de las edificaciones según su esquema de elevación

Tabla 25. *Distribución numérica de las edificaciones según su esquema de elevación.*

Tipo de Esquema	Cantidad de viviendas inspeccionadas	Estimación de cantidad de viviendas
T	0	0
Pirámide Invertida	0	0
Piramidal	0	0
U	0	0
L	0	0
Rectangular	224	33989
Esbeltez vertical	0	0
Ninguno	0	0
	224	33989

Fuente: Elaboración Propia.

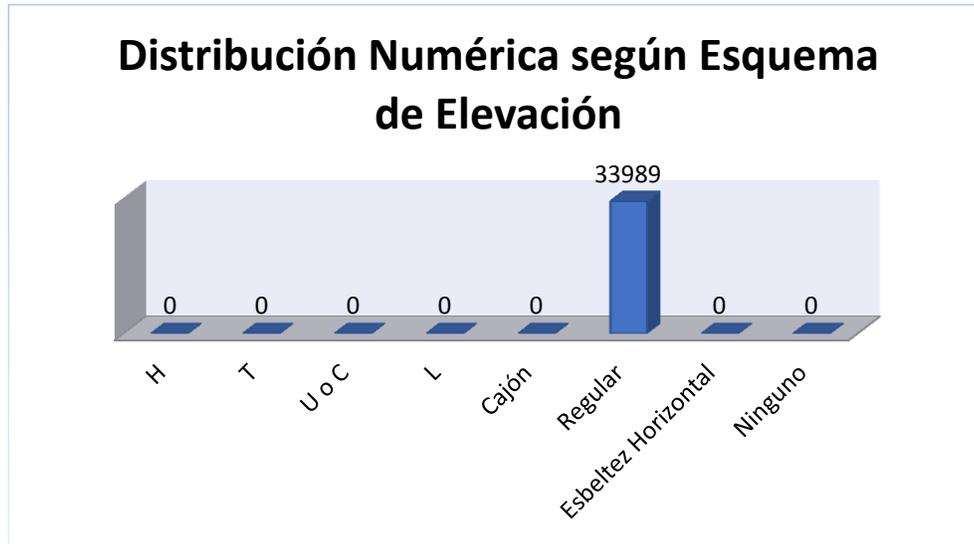


Figura 34. *Distribución numérica de las edificaciones según esquema de elevación.*

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 35. *Distribución porcentual de las edificaciones según esquema de elevación.*

Fuente: Elaboración Propia.

Por su parte el esquema de elevación de las edificaciones son en un 100% del mismo tipo, es este caso Rectangular, debido a que no se observó durante las inspecciones otra tipología, bien sea elevación en T, U, L, Piramidal, entre otros, la tabla 25 y las figuras 34 y 35 reflejan el resultado obtenido.

Distribución de las edificaciones según sus Irregularidades.

Tabla 26. *Distribución numérica de las edificaciones según sus irregularidades.*

Estimación de cantidad de viviendas con Irregularidades	Estimación de cantidad de viviendas sin Irregularidades
16706	17283

Fuente: Elaboración Propia

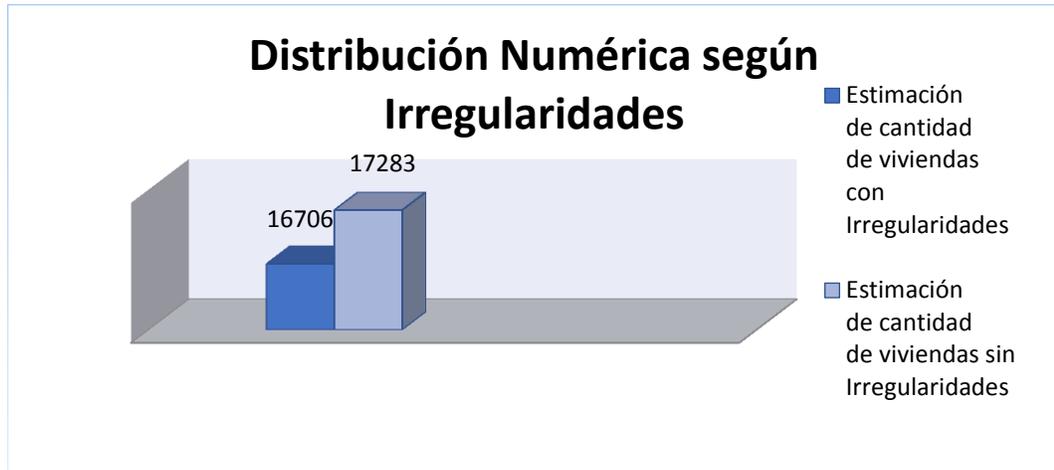


Figura 36. *Distribución numérica de las edificaciones según sus irregularidades.*

Fuente: Elaboración Propia.

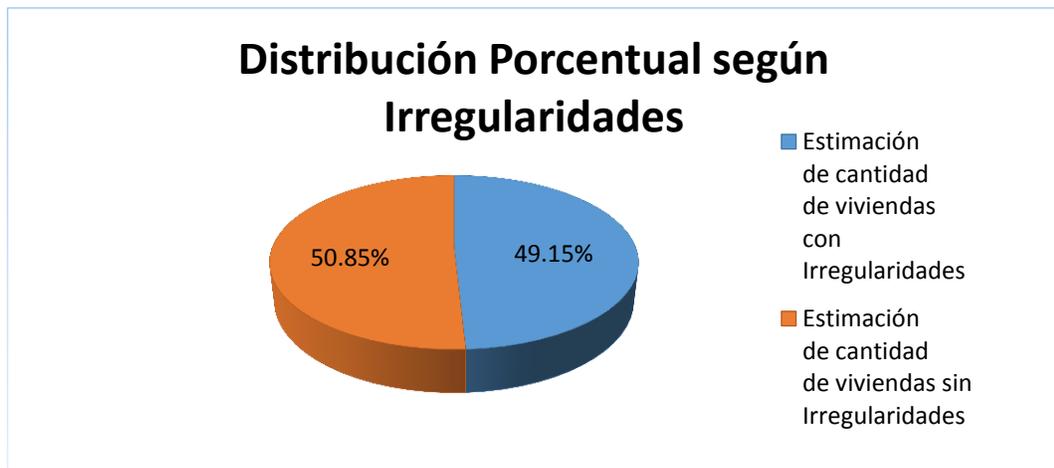


Figura 37. *Distribución numérica de las edificaciones según sus irregularidades.*

Fuente: Elaboración Propia.

Dentro de las planillas de inspección de edificaciones de FUNVISIS son 10 los tipos de irregularidades presentes como seleccionables, siendo en este trabajo 7 de ellas las que se pudieron observar en las distintas edificaciones inspeccionadas, las

que no están presentes en las edificaciones del municipio San Diego son: Presencia de entrepiso débil o blando, aberturas significativas en losas y Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta, mientras que la irregularidad más común es la ausencia de vigas altas en una o dos direcciones, siendo 14959 las viviendas con presencia de dicha irregularidad, en tabla 26 y las figuras 36 y 37 se presentan las distribuciones numérica y porcentual referente a la existencia en general de las irregularidades en las edificaciones del Municipio San Diego.

Cabe destacar que las irregularidades presentes en una edificación son un parámetro importante al momento de calcular la vulnerabilidad sísmica, ya que estas inciden directamente en el comportamiento de la estructura ante un evento sísmico, por lo que mientras más irregularidades posean las viviendas mayor vulnerabilidad tendrán las mismas.

Distribución de las edificaciones de acuerdo al Grado de Deterioro.

Tabla 27. *Distribución de edificaciones de acuerdo al grado de deterioro.*

Elementos	Grado de Deterioro		
	Ninguno	Moderado	Severo
Estructuras de Concreto	23519	10470	0
Estructuras de Acero	31258	2731	0
Agrietamiento en Paredes de Relleno	11532	22154	303

Fuente: Elaboración Propia.

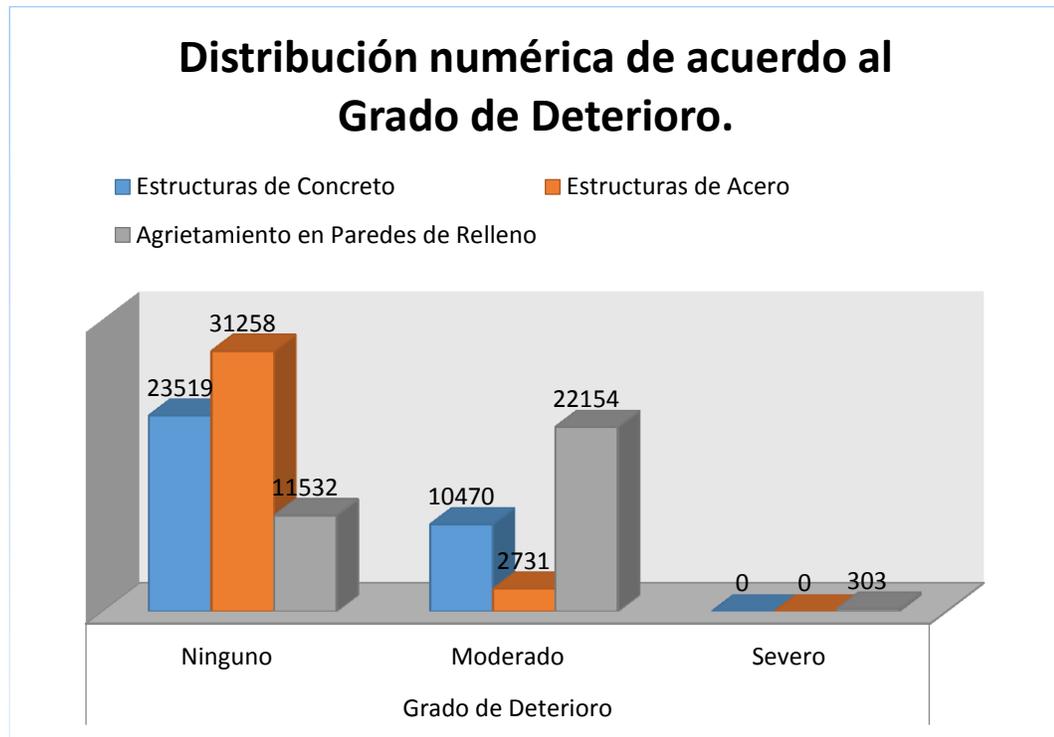


Figura 38. *Distribución de edificaciones de acuerdo al grado de deterioro.*

Fuente: Elaboración Propia.

A la hora de evaluar el grado de deterioro de las estructuras fueron 3 los aspectos tomados en cuenta, agrietamiento en elementos estructurales de concreto y/o corrosión en acero de refuerzo, corrosión en elementos de acero y/o deterioro de conexiones y/o pandeo, y por ultimo pero no menos importante agrietamiento en paredes de relleno.

De los aspectos nombrados anteriormente el que más estuvo presente en las estructuras del municipio fue el agrietamiento en paredes de relleno, ya que de las 33989 viviendas existentes en el municipio 22154 de ellas presentaron un agrietamiento moderado de las paredes, mientras que 303 calificaron como

agrietamiento severo, en lo referente a las estructuras de acero se evidenció que al contrario de las paredes de relleno no hay tanto deterioro en ellas, ya que 31258 viviendas no presentan ningún tipo de daño en los elementos de acero (corrosión o pandeo) y solo 2731 si presentan pero a un nivel moderado de daño sin llegar a calificar como severo, por último, 23519 viviendas no presentan daño a nivel de elementos estructurales de concreto o acero de refuerzo y 10470 si presentan pero a un grado de deterioro moderado.

Distribución de las edificaciones de acuerdo al Estado General de Mantenimiento.

Tabla 28. *Distribución de las edificaciones de acuerdo al estado general de mantenimiento.*

Estado	Cantidad de viviendas inspeccionadas	Estimación de cantidad de viviendas
Bueno	81	13496
Regular	135	18926
Bajo	8	1567
	224	33989

Fuente: Elaboración Propia.

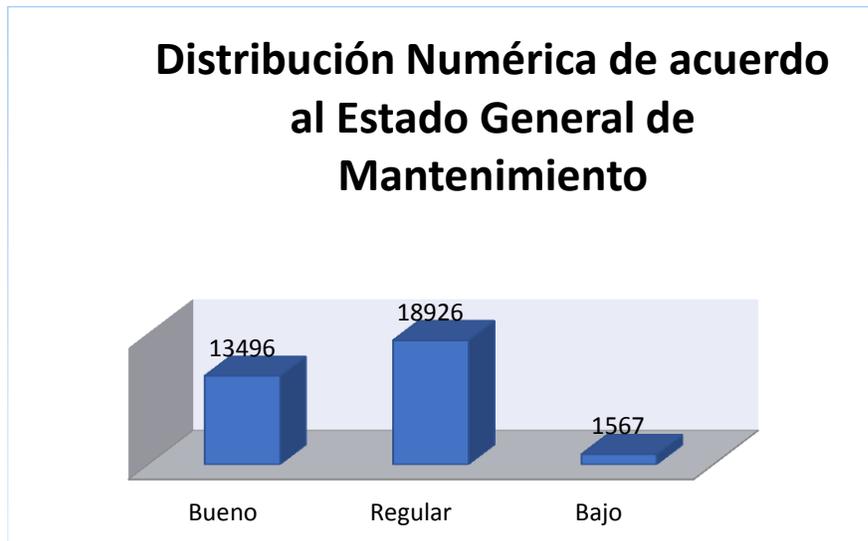


Figura 39. *Distribución numérica de las edificaciones de acuerdo al estado general de mantenimiento.*

Fuente: Elaboración Propia.

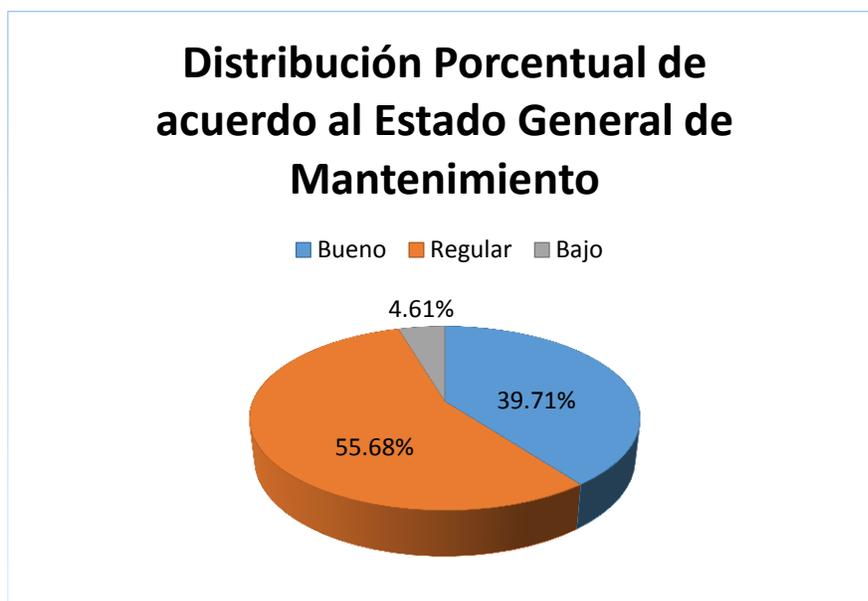


Figura 40. *Distribución porcentual de las edificaciones de acuerdo al estado general de mantenimiento.*

Fuente: Elaboración Propia.

En cifras concretas el Municipio San Diego presenta niveles de mantenimiento de las viviendas de Bueno a Regular, ya que de las 33989 viviendas existentes 18926 califican con nivel de mantenimiento Regular, mientras que 13496 califican con un nivel de mantenimiento Bueno, restando así solo 1567 viviendas con niveles de servicios bajo.

Resultado de la evaluación de Indicadores Sísmicos del Municipio San Diego.

Evaluación de Amenaza Sísmica presente en las edificaciones.

Para el estudio de los indicadores sísmicos es indispensable la evaluación de índices de amenaza sísmica presentes en la zona en estudio, el cual está asociado a los valores del coeficiente de aceleración del terreno en roca (A_0). De tal manera así como se definió en el capítulo III del presente trabajo, la zona de estudio por estar ubicada en el estado Carabobo es de zona sísmica 5, valor de A_0 igual a 0.30, por lo cual el valor de índice de amenaza es de 0.68 sin considerar efectos topográficos y de 0.75 considerando efectos topográficos, vale destacar que en el municipio San Diego los sectores en los cuales se considera efectos topográficos son el Sector Centro A y el Sector Sur.

Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica (Iv)

Tabla 29. Distribución numérica de vulnerabilidad sísmica presente en las edificaciones.

Valoración	Cantidad de viviendas inspeccionadas	Estimación de cantidad de viviendas
Muy Baja	0	0
Baja	35	6117
Media Baja	47	8242
Media Alta	51	7668
Elevada	54	6494
Muy Elevada	37	5468
	224	33989

Fuente: Elaboración Propia.

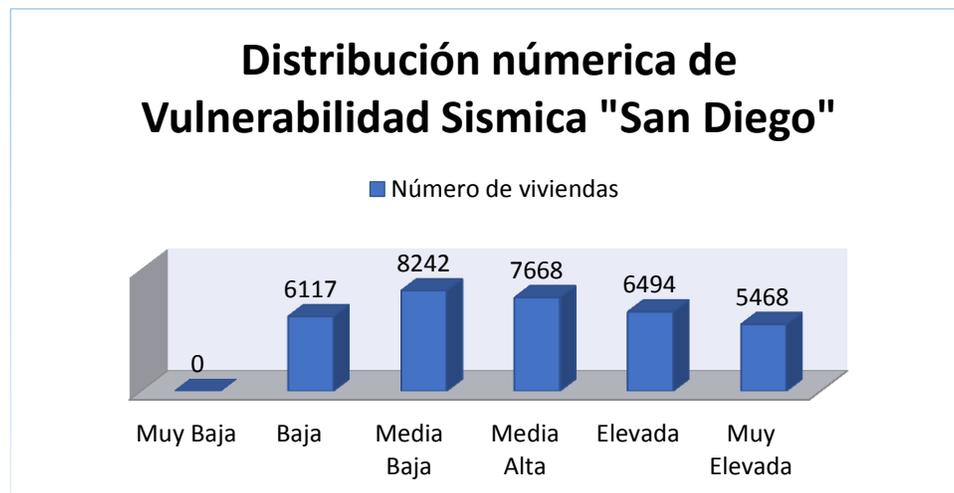


Figura 41. Distribución numérica de Vulnerabilidad Sísmica en el Municipio San Diego.

Fuente: Elaboración Propia.

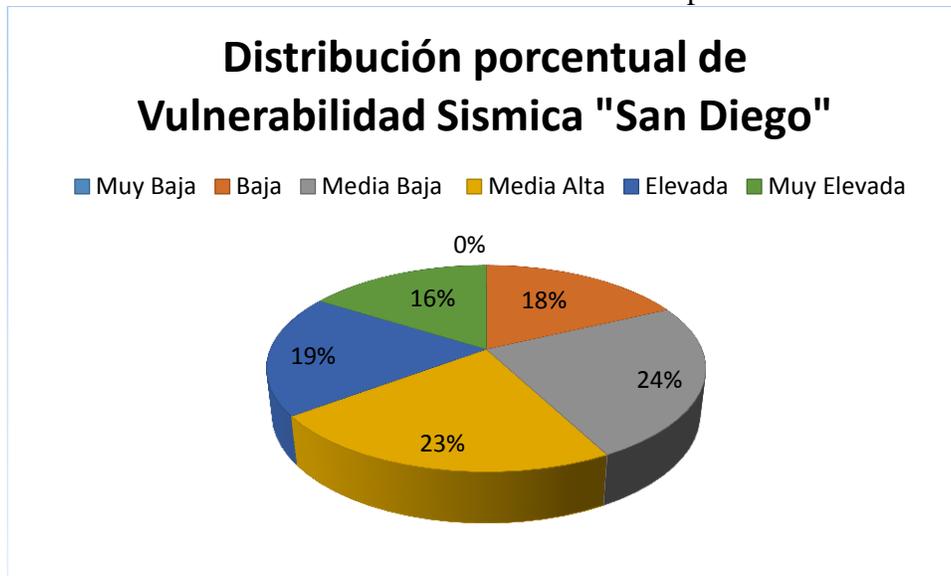


Figura 42. *Distribución porcentual de Vulnerabilidad Sísmica en el Municipio San Diego.*

Fuente: Elaboración Propia.

Luego de realizados los cálculos y obtenidos los Iv de las 33989 viviendas del municipio se puede apreciar en la tabla 29 y las figuras 41 y 42 que hay una cierta similitud en los valores de cantidad de viviendas entre las valoraciones Baja, Media Baja, Media Alta y Alta, los cuales son 6117, 8242, 7668 y 6494 respectivamente, lo que indica la variación de los parámetros de vulnerabilidad que existe en el municipio, un dato importante es que ninguna de las edificaciones califica como Muy Bajo.

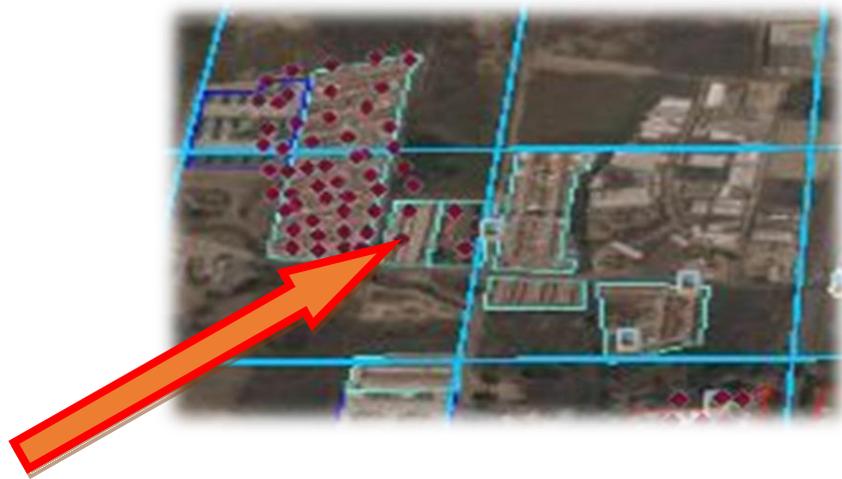
Ejemplo de determinación del Índice de Vulnerabilidad (Iv) de una edificación.

Tabla 30. *Determinación de Iv para edificación de Conjunto Residencial San Ignacio.*

Parámetro	Datos	Peso Relativo (α_i)	Valor Tabulado (Ii)
I1 Antigüedad	2006	0.25	15
I2 Tipo Estructural	PCAP	0.35	40
I3 Irregularidad	Ausencia Vigas	0.25	0
I4 Profundidad del depósito	No	0.07	0
I5 Topografía	Planicie	0.04	0
I6 Grado de deterioro	Bueno	0.04	15
Índice de Vulnerabilidad (Iv)			18.35
Clasificación de Vulnerabilidad			Baja

Fuente: Elaboración Propia.

Con la finalidad de demostrar el método utilizado para la determinación del índice de vulnerabilidad de las 224 edificaciones inspeccionadas se selecciona una y se aplica el procedimiento, la delimitación de las zonas homogéneas se realizó con ayuda del programa de imágenes satelitales Google Earth, como se indica en la figura 43.



Zona Homogénea del Conjunto Residencial San Ignacio

Figura 43. *Zona Homogénea Conjunto Residencial San Ignacio*

Fuente: Elaboración Propia

La edificación seleccionada para la demostración pertenece al Conjunto Residencial San Ignacio, ubicado en la zona Norte A del Municipio San Diego del estado Carabobo, estas viviendas unifamiliares de dos pisos tienen fecha de construcción del 2006, lo cual indica que se utilizó la norma COVENIN 1756-2001, terreno en planicie y posee drenajes. El tipo estructural es pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto.

Dicha edificación es de esquema de planta Regular y esquema de elevación Rectangular, la única irregularidad que posee es ausencia de vigas altas en una dirección, no posee daño en elementos de concreto, acero o paredes de relleno y el estado general de la vivienda es Bueno.

Evaluación del Riesgo Sísmico (I_R)

Tabla 31. Distribución numérica de riesgo sísmico presente en las edificaciones.

Valoración	Cantidad de viviendas inspeccionadas	Estimación de cantidad de viviendas
Muy Bajo	0	0
Bajo	0	0
Medio Bajo	37	6402
Medio Alto	72	12320
Alto	78	9800
Elevado	29	4711
Muy Elevado	8	757
	224	33989

Fuente: Elaboración Propia.

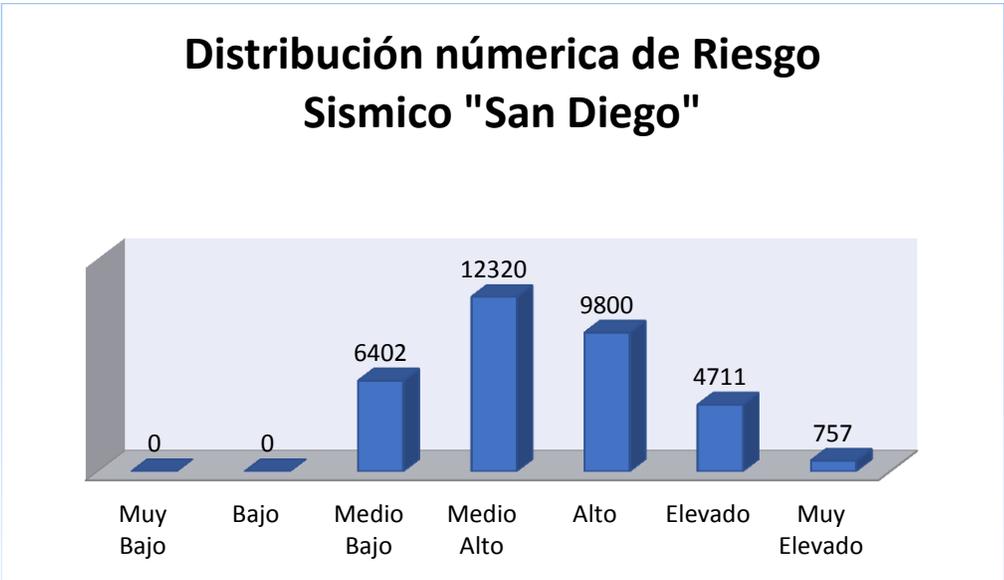


Figura 44. Distribución numérica de riesgo sísmico presente en las edificaciones.

Fuente: Elaboración Propia.

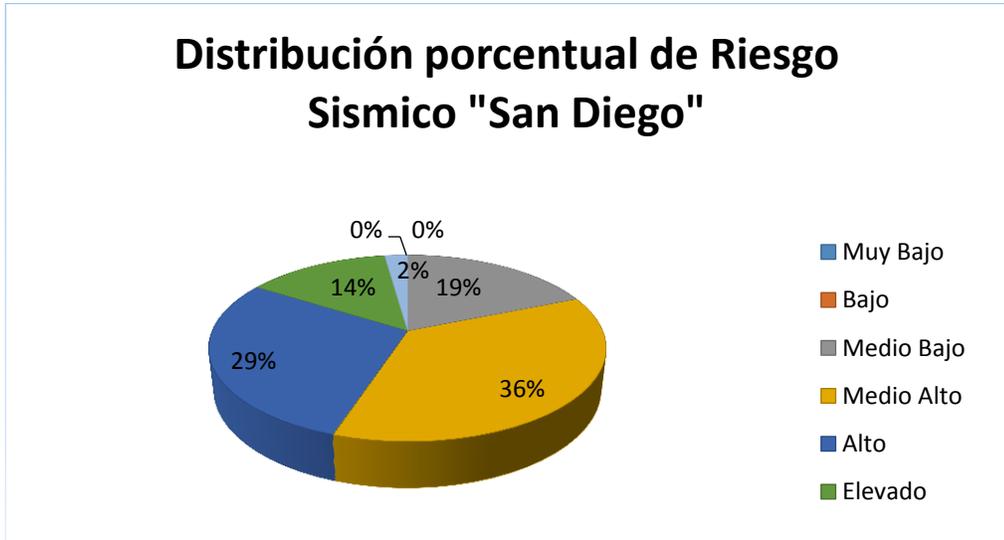


Figura 45. Distribución porcentual de riesgo sísmico presente en las edificaciones.

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez realizado el cálculo de Vulnerabilidad Sísmica e Índices de amenaza se procede a calcular el índice de riesgo sísmico que viene dado por la siguiente expresión $I_R = I_A * I_V$.

Los resultados obtenidos muestran como 757 viviendas califican dentro de la valoración más crítica como lo es la de Muy Elevado, mientras que la valoración con mayor número de viviendas en dicha categoría es la de Medio Alto con un total de 12320, siendo de igual forma que el índice de vulnerabilidad una de las valoraciones más predominantes.

Evaluación de Priorización (I_P) presente en las edificaciones.

Tabla 32. *Distribución numérica de las edificaciones por Priorización Sísmica.*

Valoración	Cantidad de viviendas inspeccionadas	Estimación de cantidad de viviendas
P1 (Prioridad Máxima)	0	0
P2	6	544
P3	15	1355
P4	22	4136
P5	16	1946
P6	56	7286
P7	30	5038
P8	42	7282
P9	36	6277
P10	1	125
P11	0	0
P12 (Prioridad Mínima)	0	0
	224	33989

Fuente: Elaboración Propia.

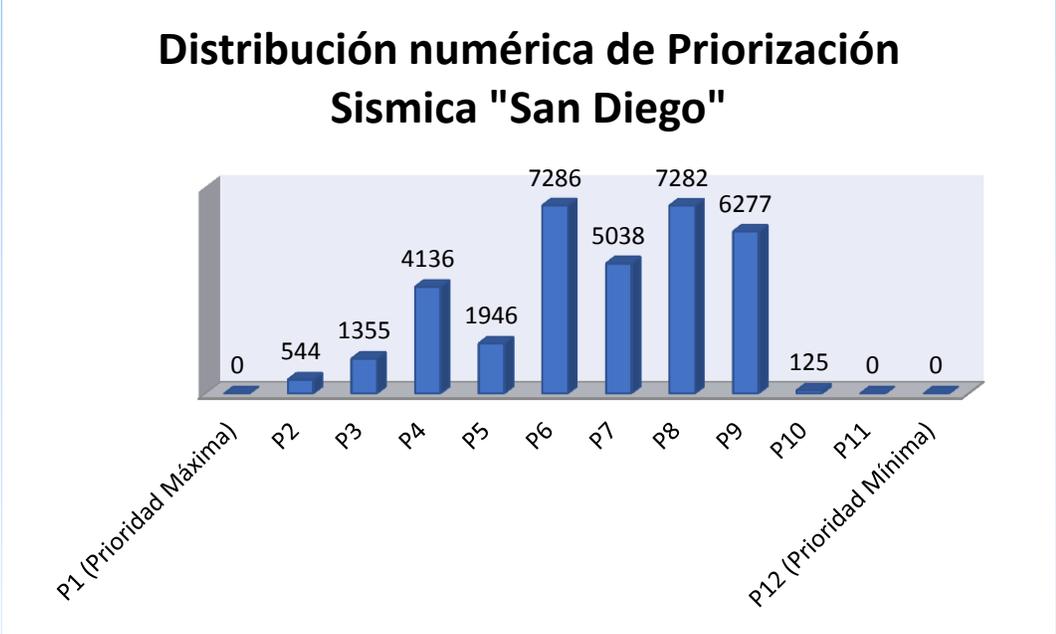


Figura 46. Distribución numérica de las edificaciones por Priorización Sísmica.
Fuente: Elaboración Propia.

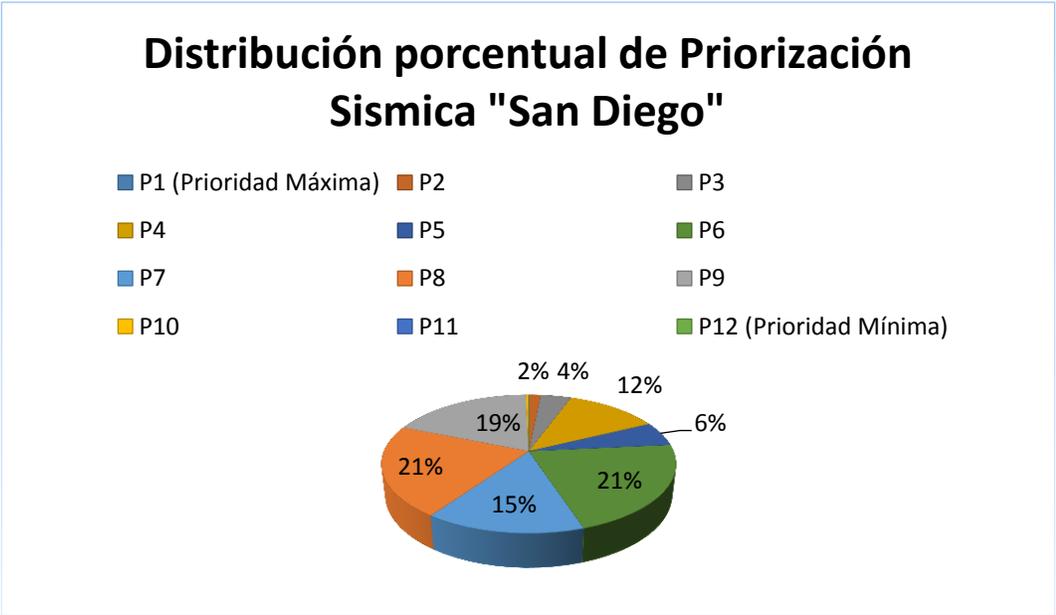


Figura 47. Distribución numérica de las edificaciones por Priorización Sísmica.
Fuente: Elaboración Propia.

El índice de priorización depende de la amenaza sísmica presente en el sitio, de la vulnerabilidad de la edificación y del uso y número de personas que la ocupan; se obtiene al multiplicar los índices de amenaza, vulnerabilidad e importancia, así como se muestra en la siguiente ecuación.

$$I_p = I_a * I_v * I_i$$

Para efectos del presente trabajo por tratarse de viviendas unifamiliar y multifamiliar la clasificación según su uso en cuanto al índice de importancia es A3 por lo que el número de habitantes por viviendas juega un papel importante en el cálculo del índice de priorización, el nivel de priorización de las edificaciones establece en orden de importancia la debida atención que se le debe prestar a las estructuras, bien sea para reparación o sustitución de elementos estructurales o no estructurales entre otros.

Luego de la evaluación de priorización de las 33989 edificaciones del municipio San Diego, en la tabla 32 y las figuras 46 y 47 se observa que el nivel de prioridad que más se presenta en las estructuras es el P6 con un total de 7286 viviendas, seguido por el nivel de prioridad P8 con un total de 7282 estructuras. Vale destacar que P6 es la valoración más numerosa como se expresó anteriormente lo cual concuerda con los niveles medios obtenidos de vulnerabilidad y riesgo sísmico, para los dos últimos niveles de prioridad establecidos no hay edificaciones que presenten dicha valoración.

A continuación se presentan los mapas de Vulnerabilidad, Riesgo y Priorización Sísmica del Municipio San Diego del estado Carabobo de acuerdo a la valoración de los indicadores obtenidos.

El Municipio San Diego presenta un nivel de Vulnerabilidad Sísmica Medio a nivel general, seguidamente se presenta el nivel de vulnerabilidad para cada uno de los sectores que conforman el municipio.

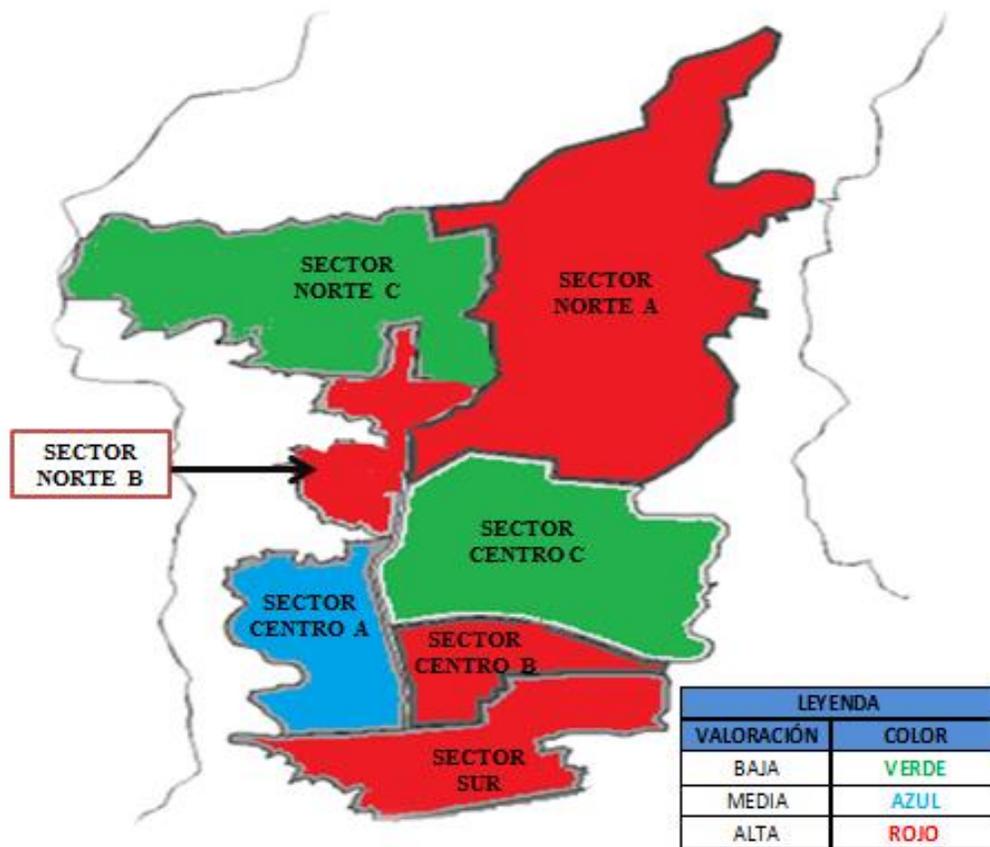


Figura 48. Mapa de Vulnerabilidad Sísmica del Municipio San Diego del estado Carabobo.

Fuente: Elaboración Propia.

El Municipio San Diego presenta un nivel de Riesgo Sísmico Medio a nivel general, seguidamente se presenta el nivel de Riesgo Sísmico para cada uno de los sectores que conforman el municipio

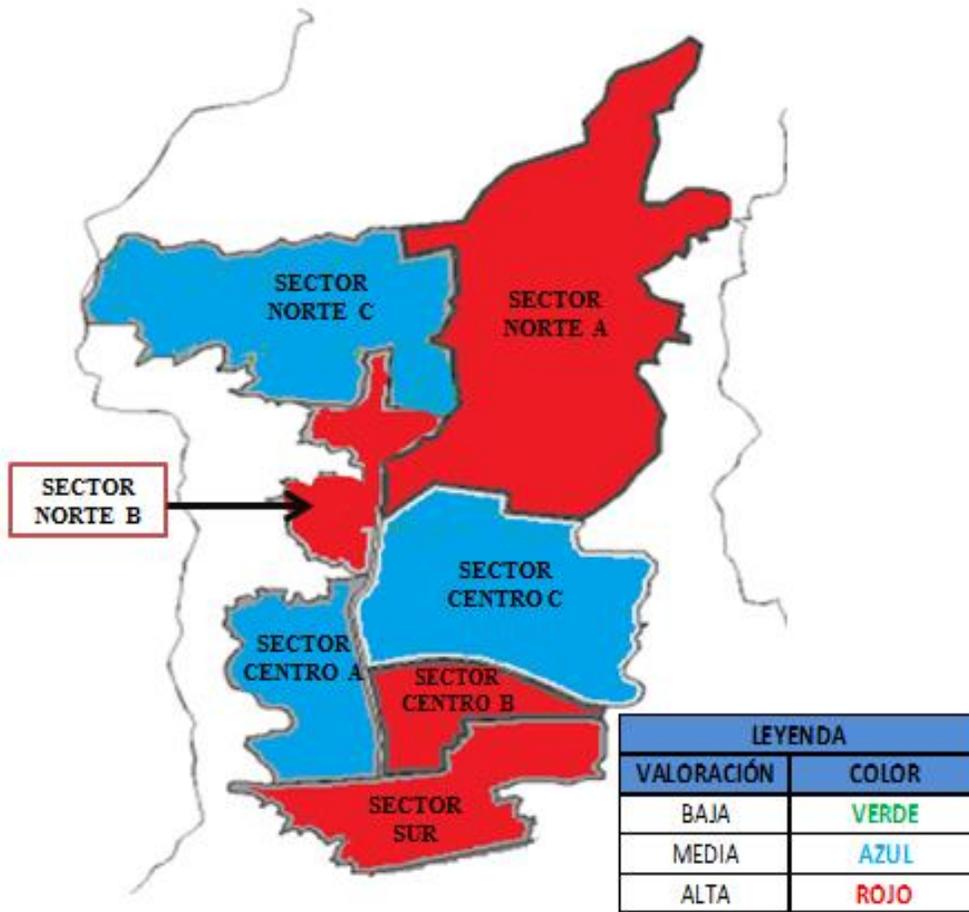


Figura 49. Mapa de Riesgo Sísmico del Municipio San Diego del estado Carabobo.

Fuente: Elaboración Propia.

El Municipio San Diego presenta un nivel de Priorización Sísmica Medio a nivel general, seguidamente se presenta el nivel de Priorización Sísmica para cada uno de los sectores que conforman el municipio.

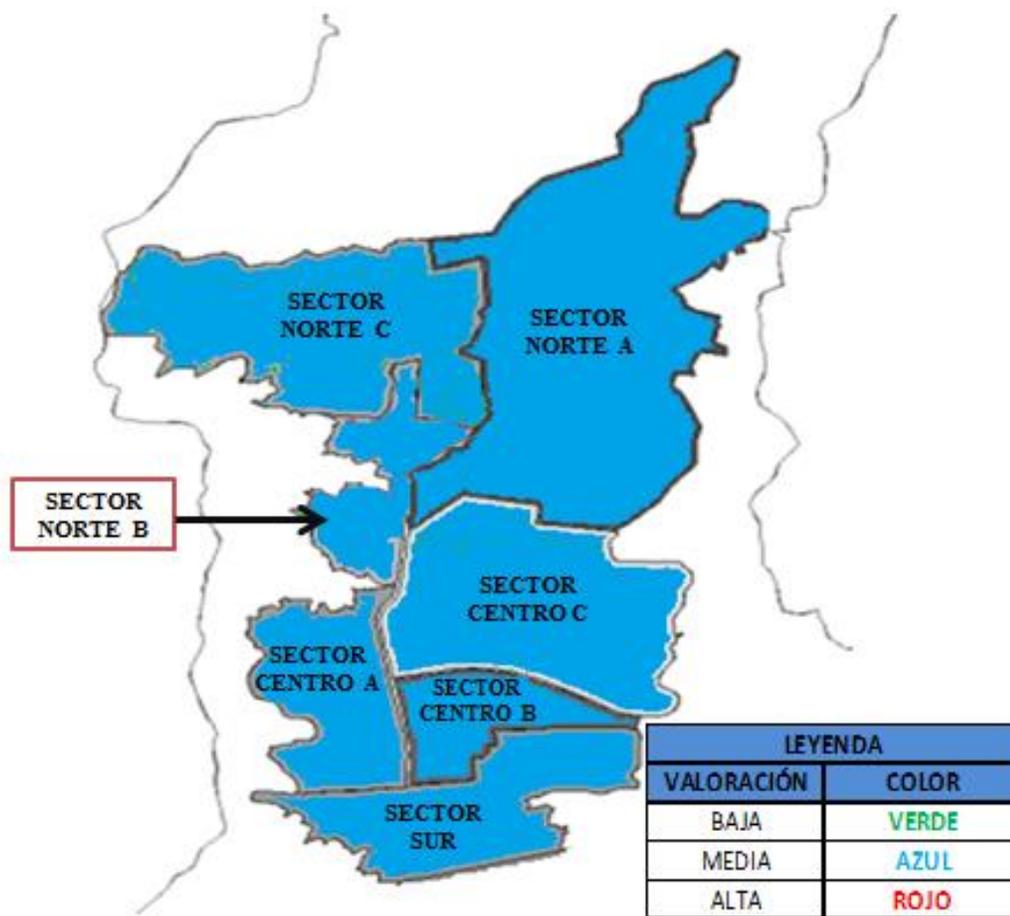


Figura 50. Mapa de Priorización Sísmica del Municipio San Diego del estado Carabobo.

Fuente: Elaboración Propia.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

Luego de analizados los resultados obtenidos en el presente trabajo se llega a las siguientes conclusiones:

1. Con apoyo de imágenes satelitales se dividió la zona en estudio en 186 zonas homogéneas de acuerdo a las características de construcción predominante.
2. Se realizaron un total de 224 inspecciones directamente en sitio distribuidas en los siete sectores del Municipio San Diego. Es importante destacar que hubo dificultades de acceso en algunos conjuntos residenciales, por lo que no fue posible inspeccionar esas edificaciones. Las edificaciones inspeccionadas se clasificaron de acuerdo a sus características más importantes de acuerdo al cálculo de los niveles de sismicidad como lo son el año de construcción, número de habitantes, número de pisos, irregularidades, entre otras.
3. Desde el punto de vista de la Vulnerabilidad Sísmica los valores muy cercanos obtenidos en las valoraciones Media Baja y Media Alta, 24% y 23% respectivamente indican que no existe un alto nivel de vulnerabilidad sísmica en general en el municipio, en gran parte esto se debe a que como se demostró en este trabajo el mayor número de viviendas fueron construidas bajo normas

constructivas COVENIN, lo cual disminuye los posibles altos valores de vulnerabilidad debido a las viviendas que así califican.

4. Por su parte, las valoraciones obtenidas de Riesgo Sísmico en su gran mayoría se encuentran en nivel Medio Alto, Alto y Medio Bajo, en ese mismo orden de calificación, con un 36%, 29% y 19% respectivamente, siendo el más predominante en nivel Medio Alto como se pudo evidenciar, lo cual concuerda con el nivel de vulnerabilidad sísmica obtenido.
5. Por último, en cuanto a los niveles de Priorización Sísmica, se pudo observar que ninguna edificación del municipio presentó nivel de prioridad máxima y que de las 33989 edificaciones presentes 25883 calificaron entre los niveles P6 y P9 quienes en la tabla de niveles de priorización se ubican a nivel medio de la misma, corroborando así los niveles de vulnerabilidad y riesgo sísmico obtenidos.
6. Es así como se logra evidenciar que en el Municipio San Diego no hay presencia de altos niveles de riesgos sísmicos, esto debido a la gran cantidad de conjuntos residenciales y urbanizaciones construidas bajo criterios normativos.

RECOMENDACIONES

1. Exhortar a las alcaldías y entes gubernamentales a la actualización periódica de los datos de población y edificaciones y a relacionarse con este tipo de estudio, el cual ayuda a conocer el estado en general de los municipios, ciudades, entre otros, y poder así tomar medidas preventivas y correctivas relacionadas a este caso.
2. Promover y dar a conocer a las comunidades las características que podrían calificar su vivienda como vulnerable ante eventos sísmicos e informar las posibles irregularidades constructivas que podrían aumentar el riesgo a la hora de realizar remodelaciones o ampliaciones de las edificaciones.
3. Promover a las zonas populares a evitar el uso de mampostería no confinada y exhortar a los entes correspondientes a realizar campañas de concientización y prestar ayuda económicas a las zonas de menos recursos económicos para así disminuir este tipo de construcción, la cual es una de las más vulnerables.
4. De igual manera, se recomienda a los entes encargados en este caso del Municipio San Diego a tomar medidas correctivas en aquellas edificaciones que califican como más vulnerables a fin de mejorar las condiciones de estas estructuras con el fin de evitar pérdidas lamentables ante la ocurrencia de un evento sísmico.

REFERENCIAS

1. Referencias Bibliográficas

COVENIN 1756-82 *Edificaciones Sismorresistentes*.

COVENIN 1756-98 *Edificaciones Sismorresistentes*

Alcalá, V. y Alcalá L. (2012). *Determinación del índice de priorización sísmico de las edificaciones del municipio Valencia y Libertador del Estado Carabobo*. Trabajo de grado. Universidad de Carabobo.

Díaz A., Girón L. (2012). *Índice de priorización sísmica de las edificaciones de los municipios Diego Ibarra, San Joaquín, Guacara, San Diego y Naguanagua del estado Carabobo para gestión del riesgo sísmico*. Trabajo de pregrado presentado en la Universidad de Carabobo.

Martínez M. (2010). *Determinación del índice de vulnerabilidad estructural ante amenaza sísmica de las edificaciones municipio libertador, edo. Carabobo*. Trabajo de pregrado presentado en la Universidad de Carabobo.

Oscar Andrés López, Gustavo Coronel y Romme Rojas (2014). *Índices de Priorización para la Gestión del Riesgo Sísmico en Edificaciones Existentes*. Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V.

Gustavo Coronel, Romme Rojas, José Rengel y Humberto Rengel (2016). *Conceptos Básicos: Amenaza, Vulnerabilidad, Exposición y Riesgo Sísmico*. FUNVISIS. Caracas.

Grases J., López, O., Hernández, J. (1987). *Edificaciones Sismorresistentes: Manual de aplicación de las normas*. Fundación Juan José Aguerrevere. FONDUR. Caracas.

Oscar López, Gustavo Coronel, William Ascanio, Romme Rojas (2014). *Índices de Priorización de Edificios para la Gestión del Riesgo Sísmico (3ra Versión)*. FUNVISIS. Caracas.

Gustavo Coronel, Romme Rojas, José Rengel y Humberto Rengel (2016).
Inspección Rápida de Edificios (Características Sismorresistentes).
FUNVISIS. Caracas.

Gustavo Coronel (2016). *Riesgo Sísmico Integral en Venezuela*. FUNVISIS.
Caracas.

2. Referencias Electrónicas

Alcaldía de San Diego. Sitio Oficial de la Alcaldía de San Diego. Extraído el 13
de Junio de 2016 desde: <http://www.alcaldiaSandiego.gov.ve/>
Sitio Oficial de FUNVISIS. Disponible en <http://www.funvisis.org.ve>.

GLOSARIO

- **Amortiguamiento:** Es la capacidad del edificio de neutralizar o suprimir la vibración, y por lo tanto, de disipar energía.
- **Centro de Cortante:** Punto donde actúa la fuerza cortante de un nivel, considerando que las fuerzas horizontales en cada nivel actúan en los centros de masa respectivos.
- **Centro de Masa:** Es el punto en el que se concentra el peso de un cuerpo, de forma que si el cuerpo se apoyara en ese punto, permanecería en equilibrio. Es también llamado centro de gravedad.
- **Centro de Rigidez de un nivel:** Punto del nivel donde al aplicar una fuerza cortante horizontal, el nivel se traslada sin rotar respecto al nivel inferior.
- **Columnas:** Una columna es un elemento axial sometido a compresión, lo bastante delgado respecto a su longitud, para que bajo la acción de una carga gradualmente creciente se rompa por flexión lateral o pandeo ante una carga mucho menor a la necesaria para romperlo por aplastamiento.
- **Concreto Armado:** Se le da este nombre al concreto simple combinado con acero de refuerzo, básicamente cuando se tiene un elemento estructural que trabaja a compresión y a tracción, mientras que se asume que ningún esfuerzo de tensión será soportado por el concreto, es por ello que se debe incluir un área de acero que asuma esta sollicitación, dicho valor se traducirá en el número de barras y su diámetro, así como su disposición.

- **Ductilidad:** Capacidad que poseen los componentes de un sistema estructural de hacer incursiones alterantes en el dominio inelástico, sin pérdida apreciable en su capacidad resistente.
- **Fallas en Columnas:** La falla en columnas es debido a la falta de confinamiento efectivo por parte de los zunchos esta falla se produce por corte debido a las fuerzas impuestas por el sismo.
- **Intensidad Sísmica:** Indica la severidad de un terremoto en un lugar afectado por las acudidas sísmicas, y se estima a través de los efectos producidos en dicho lugar. Usualmente se mide cualitativamente por medio de la reacción de las personas, el grado de destrozo en las construcciones y las perturbaciones provocadas en el terreno. Generalmente, la intensidad es mayor en la zona epicentral y va siendo menor cuanto más lejos esté del epicentro, debido a la expansión del frente de ondas y a la atenuación.
- **Losa de Entrepiso:** También llamadas placas de entrepiso, son los elementos rígidos que separan un piso de otro, construidos monolíticamente o en forma de vigas sucesivas apoyadas sobre los muros estructurales. Las losas deben ser capaces de sostener las cargas de servicio como el mobiliario y las personas, lo mismo que su propio peso y el de los acabados como pisos y revoques, además forman un diafragma rígido intermedio, para atender la función sísmica del conjunto.
- **Magnitud Sísmica:** Es un parámetro que indica el tamaño relativo de los temblores, y está, por lo tanto, relacionado con la cantidad de energía liberada en la fuente del temblor. Es un parámetro único que no depende de la distancia a la que se encuentre el observado se determina calculando el logaritmo de la amplitud máxima de ondas registradas en un sismógrafo, en este

mismo orden y dirección la escala de magnitud es logarítmica, aunque existen varias escalas de magnitud, por razones prácticas la escala más utilizada es la Magnitud Local o de Richter. Hecha la observación anterior esta escala es logarítmica arbitraria denominada así en honor del sismólogo estadounidense Charles Richter (1900-1985).

- **Mampostería:** Es un sistema constructivo que consiste en la unión de bloques o ladrillos de arcilla, bloques de concreto, o piedras con un mortero para conformar sistemas monolíticos tipo muro, que pueden resistir acciones producidas por las cargas de gravedad o por fuerzas externas.
- **Pórticos:** Son otras estructuras cuyo comportamiento está gobernado por la flexión. Están conformados por la unión rígida de vigas y columnas. Es una de las formas más populares en la construcción de estructuras de concreto reforzado y acero estructural para edificaciones de vivienda multifamiliar u oficinas.
- **Resistencia lateral de un entrepiso:** Es la suma de las máximas fuerzas cortantes que puedan ser transmitidas por los miembros de ese entrepiso.
- **Sismo:** Los sismos son perturbaciones súbitas en el interior de la tierra que dan origen a vibraciones o movimientos del suelo; la causa principal y responsable de la mayoría de los sismos (grandes y pequeños) es la ruptura y fracturamiento de las rocas en las capas más exteriores de la tierra.
- **Vigas:** Una viga es un elemento constructivo lineal que trabaja principalmente a flexión. En las vigas la longitud predomina sobre las otras dos dimensiones y suele ser horizontal.

ANEXOS

ANEXO A: Base de Datos

NUMERO DE INSPECCIÓN	SECTOR	CODIGO	AÑO DE CONSTRUCCIÓN	USO DE LA EDIFICACIÓN	# DE PISOS	# DE PERSONAS QUE OCUPAN LA VIVIENDA	CONDICIÓN DEL TERRENO	DRENAJE	TIPO DE ESTRUCTURA	ESQUEMA DE PLANTA	ESQUEMA DE ELEVACIÓN
1	NORTE B	Bosqueserino-1	1982	Vivienda Unifamiliar	2	3	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
2	NORTE B	Bosqueserino-2	1982	Vivienda Unifamiliar	2	5	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
3	NORTE B	Bosqueserino-3	1982	Vivienda Unifamiliar	2	5	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
4	NORTE B	Bosqueserino-4	1982	Vivienda Unifamiliar	2	4	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
5	NORTE B	Bosqueserino-5	1982	Vivienda Unifamiliar	2	4	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
6	NORTE B	LasCaobas	2009	Vivienda Unifamiliar	2	3	Planicie	Si	PRE	Regular	Rectangular
7	NORTE B	LosColores	2005	Vivienda Unifamiliar	2	5	Planicie	Si	PCA	Regular	Rectangular
8	NORTE B	Parqueserino-1	1992	Vivienda Unifamiliar	2	4	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
9	NORTE B	Parqueserino-2	1992	Vivienda Unifamiliar	2	3	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
10	NORTE B	VillaMaporal-1	1996	Vivienda Unifamiliar	3	4	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
11	NORTE B	VillaMaporal-2	1992	Vivienda Unifamiliar	2	6	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
12	NORTE B	LasMajaguas-1	1994	Vivienda Unifamiliar	1	5	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
13	NORTE B	LasMajaguas-2	2006	Vivienda Unifamiliar	2	6	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
14	NORTE B	DivinoNiño	2008	Vivienda Unifamiliar	2	3	Planicie	Si	PMBCB	Regular	Rectangular
15	NORTE B	MonteMayor	2006	Vivienda Multifamiliar	11	274	Planicie	Si	PCAP	H	Rectangular
16	NORTE B	AvesDelParaiso	2008	Vivienda Unifamiliar	3	3	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
17	NORTE B	EdifMonteserino	1980	Vivienda Unifamiliar	4	4	Planicie	Si	MCA1D	Regular	Rectangular

Figura A.1: Base de Datos Sector Norte B

Fuente: Elaboración Propia

NUMERO DE INSPECCIÓN	SECTOR	CODIGO	AÑO DE CONSTRUCCIÓN	USO DE LA EDIFICACIÓN	# DE PISOS	# DE PERSONAS QUE OCUPAN LA VIVIENDA	CONDICIÓN DEL TERRENO	DRENAJE	TIPO DE ESTRUCTURA	ESQUEMA DE PLANTA	ESQUEMA DE ELEVACIÓN
1	NORTE C	VillaParaiso	2003	Vivienda Unifamiliar	2	4	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
2	NORTE C	SanFrancisco	2003	Vivienda Multifamiliar	8	194	Planicie	Si	PCAP	H	Rectangular
3	NORTE C	LosFrailes	2012	Vivienda Unifamiliar	2	5	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
4	NORTE C	SanIgnacio	2016	Vivienda Unifamiliar	2	3	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
5	NORTE C	VillaserinoCountryPark	2010	Vivienda Unifamiliar	2	6	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
6	NORTE C	BrisasDelValleCasas	2010	Vivienda Unifamiliar	2	4	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
7	NORTE C	BrisasDelValleAptos	2010	Vivienda Unifamiliar	3	3	Planicie	Si	MCA1D	Regular	Rectangular
8	NORTE C	SenderosDeSD	2007	Vivienda Unifamiliar	4	5	Planicie	Si	MCA1D	H	Rectangular
9	NORTE C	Tulipan	2001	Vivienda Unifamiliar	4	4	Planicie	Si	MCA1D	Regular	Rectangular
10	NORTE C	Amazonia	2008	Vivienda Unifamiliar	2	4	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular

Figura A.2: Base de Datos Sector Norte C

Fuente: Elaboración Propia

NUMERO DE INSPECCIÓN	SECTOR	CODIGO	AÑO DE CONSTRUCCIÓN	USO DE LA EDIFICACIÓN	# DE PISOS	# DE PERSONAS QUE OCUPAN LA VIVIENDA	CONDICIÓN DEL TERRENO	DRENAJE	TIPO DE ESTRUCTURA	ESQUEMA DE PLANTA	ESQUEMA DE ELEVACIÓN
1	CENTRO A	TerrazasSD Edif	2005	Vivienda Multifamiliar	6	123	Planicie	Si	MCA1D	Regular	Rectangular
2	CENTRO A	TerrazasSD Town	2007	Vivienda Unifamiliar	2	5	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
3	CENTRO A	LaEsmeralda-1	1985	Vivienda Unifamiliar	2	5	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
4	CENTRO A	LaEsmeralda-2	1982	Vivienda Unifamiliar	2	5	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
5	CENTRO A	LaEsmeralda-3	1988	Vivienda Unifamiliar	2	4	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
6	CENTRO A	LaEsmeralda-4	1985	Vivienda Unifamiliar	2	6	Cima	Si	PCAP	Regular	Rectangular
7	CENTRO A	LaEsmeralda-5	1981	Vivienda Unifamiliar	2	3	Ladera	Si	PCAP	Regular	Rectangular
8	CENTRO A	LaEsmeralda-6	1983	Vivienda Unifamiliar	2	4	Ladera	Si	PCAP	Regular	Rectangular
9	CENTRO A	LaEsmeralda-7	2001	Vivienda Unifamiliar	2	4	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
10	CENTRO A	LaEsmeralda-8	1989	Vivienda Unifamiliar	1	5	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
11	CENTRO A	LaEsmeralda-9	2002	Vivienda Unifamiliar	1	4	Planicie	Si	PRE	Regular	Rectangular
12	CENTRO A	LaEsmeralda-10	2002	Vivienda Unifamiliar	1	4	Planicie	Si	PAPT	Regular	Rectangular
13	CENTRO A	LaEsmeralda-11	1984	Vivienda Unifamiliar	1	3	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
14	CENTRO A	LaEsmeralda-12	2003	Vivienda Unifamiliar	1	4	Planicie	Si	PRE	Regular	Rectangular
15	CENTRO A	LaEsmeralda-13	2010	Vivienda Unifamiliar	2	5	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
16	CENTRO A	LaEsmeralda-14	1989	Vivienda Unifamiliar	3	6	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
17	CENTRO A	LaEsmeralda-15	1986	Vivienda Unifamiliar	2	5	Ladera	Si	PCAP	Regular	Rectangular
18	CENTRO A	LaEsmeralda-16	1991	Vivienda Unifamiliar	2	6	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
19	CENTRO A	LaEsmeralda-17	1983	Vivienda Unifamiliar	2	4	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
20	CENTRO A	LaEsmeralda-18	1981	Vivienda Unifamiliar	2	5	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
21	CENTRO A	Morro 2 Apart	1982	Vivienda Unifamiliar	3	47	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
22	CENTRO A	Morro2-01	1985	Vivienda Unifamiliar	1	4	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
23	CENTRO A	Morro2-02	1989	Vivienda Unifamiliar	1	4	Planicie	Si	PRE	Regular	Rectangular
24	CENTRO A	Morro2-03	1987	Vivienda Unifamiliar	1	5	Planicie	Si	PRE	Regular	Rectangular
25	CENTRO A	Morro2-04	1985	Vivienda Unifamiliar	1	2	Planicie	Si	PRE	Regular	Rectangular
26	CENTRO A	Morro2-05	1987	Vivienda Unifamiliar	1	4	Planicie	Si	PRE	Regular	Rectangular

Figura A.3: Base de Datos Sector Centro A

Fuente: Elaboración Propia

NUMERO DE INSPECCIÓN	SECTOR	CODIGO	AÑO DE CONSTRUCCIÓN	USO DE LA EDIFICACIÓN	# DE PISOS	# DE PERSONAS QUE OCUPAN LA VIVIENDA	CONDICIÓN DEL TERRENO	DRENAJE	TIPO DE ESTRUCTURA	ESQUEMA DE PLANTA	ESQUEMA DE ELEVACIÓN
1	CENTRO B	ValleVerde-1	2008	Vivienda Unifamiliar	2	2	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
2	CENTRO B	ValleVerde-2	1994	Vivienda Unifamiliar	2	6	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
3	CENTRO B	ValleVerde-3	1991	Vivienda Unifamiliar	2	12	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
4	CENTRO B	ValleVerde-4	1984	Vivienda Unifamiliar	2	4	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
5	CENTRO B	ValleVerde-5	1985	Vivienda Unifamiliar	2	2	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
6	CENTRO B	LaGaviota-1	1981	Vivienda Unifamiliar	1	5	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
7	CENTRO B	LaGaviota-2	1999	Vivienda Unifamiliar	2	2	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
8	CENTRO B	Los Andes 1	2001	Vivienda Unifamiliar	4	72	Planicie	Si	MCA1D	H	Rectangular
9	CENTRO B	Los Andes 2	2001	Vivienda Unifamiliar	4	65	Planicie	Si	MCA1D	H	Rectangular
10	CENTRO B	Yuma 1,2	2004	Vivienda Unifamiliar	4	82	Planicie	Si	MCA1D	H	Rectangular

Figura A.4: Base de Datos Sector Centro B

Fuente: Elaboración Propia

NUMERO DE INSPECCIÓN	SECTOR	CODIGO	AÑO DE CONSTRUCCIÓN	USO DE LA EDIFICACIÓN	# DE PISOS	# DE PERSONAS QUE OCUPAN LA VIVIENDA	CONDICIÓN DEL TERRENO	DRENAJE	TIPO DE ESTRUCTURA	ESQUEMA DE PLANTA	ESQUEMA DE ELEVACIÓN
1	CENTRO C	Poblado	2000	Vivienda Multifamiliar	5	88	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
2	CENTRO C	SanSurEdif	2008	Vivienda Multifamiliar	5	68	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
3	CENTRO C	SanSurCasas-1	1998	Vivienda Unifamiliar	2	4	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
4	CENTRO C	SanSurCasas-2	1992	Vivienda Unifamiliar	2	4	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
5	CENTRO C	VillaJardin	2006	Vivienda Unifamiliar	2	5	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
6	CENTRO C	ElTrigal	2003	Vivienda Unifamiliar	2	4	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
7	CENTRO C	LaCaracara-1	2011	Vivienda Unifamiliar	1	3	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
8	CENTRO C	LaCaracara-2	2011	Vivienda Unifamiliar	1	4	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
9	CENTRO C	LaCaracara-3	2011	Vivienda Unifamiliar	2	5	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
10	CENTRO C	LaCaracara-4	2011	Vivienda Unifamiliar	2	3	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
11	CENTRO C	Terranostra	2005	Vivienda Unifamiliar	2	4	Planicie	Si	PCAP	Regular	Rectangular
12	CENTRO C	ChaletCountry-1	2010	Vivienda Unifamiliar	2	5	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
13	CENTRO C	ChaletCountry-2	2009	Vivienda Unifamiliar	2	5	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
14	CENTRO C	ChaletCountry-3	2010	Vivienda Unifamiliar	1	3	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
15	CENTRO C	ValleDeOro-Budare	2007	Vivienda Unifamiliar	1	4	Planicie	Si	PAPT	Regular	Rectangular
16	CENTRO C	ValleDeOro-Trapiche	2004	Vivienda Unifamiliar	1	3	Planicie	Si	PAPT	Regular	Rectangular
17	CENTRO C	ValleDeOro-Morichal	2008	Vivienda Unifamiliar	1	2	Planicie	Si	PAPT	Regular	Rectangular
18	CENTRO C	ValleDeOro-Tinajero	2009	Vivienda Unifamiliar	1	2	Planicie	Si	PAPT	Regular	Rectangular
19	CENTRO C	Yuma 26	2006	Vivienda Unifamiliar	4	64	Planicie	Si	MCA1D	Regular	Rectangular

Figura A.5: Base de Datos Sector Centro C

Fuente: Elaboración Propia

NUMERO DE INSPECCIÓN	SECTOR	CODIGO	AÑO DE CONSTRUCCIÓN	USO DE LA EDIFICACIÓN	# DE PISOS	# DE PERSONAS QUE OCUPAN LA VIVIENDA	CONDICIÓN DEL TERRENO	DRENAJE	TIPO DE ESTRUCTURA	ESQUEMA DE PLANTA	ESQUEMA DE ELEVACIÓN
1	SUR	Jarales-1	2004	Vivienda Unifamiliar	1	4	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
2	SUR	Jarales-2	2004	Vivienda Unifamiliar	2	7	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
3	SUR	Jarales-3	2004	Vivienda Unifamiliar	1	5	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
4	SUR	Jarales-4	2004	Vivienda Unifamiliar	1	4	Planicie	Si	PAPT	Regular	Rectangular
5	SUR	Ciudadela EnriqueBN-1	2006	Vivienda Unifamiliar	1	4	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
6	SUR	Ciudadela EnriqueBN-2	2006	Vivienda Unifamiliar	1	3	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
7	SUR	Ciudadela EnriqueBN-3	2006	Vivienda Unifamiliar	1	5	Ladera	Si	PAPT	Regular	Rectangular
8	SUR	Ciudadela EnriqueBN-4	2006	Vivienda Unifamiliar	1	6	Ladera	Si	PAPT	Regular	Rectangular
9	SUR	Ciudadela EnriqueBN-5	2006	Vivienda Unifamiliar	1	4	Ladera	Si	PRE	Regular	Rectangular
10	SUR	Urb. Enmanuel-1	2007	Vivienda Unifamiliar	1	4	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
11	SUR	Urb. Enmanuel-2	2007	Vivienda Unifamiliar	1	5	Planicie	Si	PAPT	Regular	Rectangular
12	SUR	Urb. Enmanuel-3	2007	Vivienda Unifamiliar	1	5	Planicie	Si	PAPT	Regular	Rectangular
13	SUR	Urb. El Gran valle-1	2009	Vivienda Unifamiliar	1	4	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
14	SUR	Urb. El Gran valle-2	2009	Vivienda Unifamiliar	2	8	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
15	SUR	Urb. El Gran valle-3	2009	Vivienda Unifamiliar	2	5	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
16	SUR	Urb. El Gran valle-4	2009	Vivienda Unifamiliar	3	7	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
17	SUR	Urb. El Gran valle-5	2009	Vivienda Unifamiliar	2	6	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
18	SUR	Santa ana	2009	Vivienda Unifamiliar	2	5	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
19	SUR	Paraiso-1	1983	Vivienda Unifamiliar	3	11	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
20	SUR	Paraiso-2	1983	Vivienda Unifamiliar	1	4	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
21	SUR	Campo Solo-1	1972	Vivienda Unifamiliar	1	5	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
22	SUR	Campo Solo-2	1972	Vivienda Unifamiliar	3	9	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
23	SUR	Urb Popular Simóm Rod-1	1985	Vivienda Unifamiliar	1	3	Planicie	Si	PAPT	Regular	Rectangular
24	SUR	Urb Popular Simóm Rod-2	1985	Vivienda Unifamiliar	1	4	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
25	SUR	Urb Popular Simóm Rod-3	1985	Vivienda Unifamiliar	2	8	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
26	SUR	Yuruari	2001	Vivienda Unifamiliar	2	4	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
27	SUR	Harales-1	1981	Vivienda Unifamiliar	1	5	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
28	SUR	Harales-2	1982	Vivienda Unifamiliar	1	5	Planicie	Si	PAPT	Regular	Rectangular
29	SUR	Harales-3	1980	Vivienda Unifamiliar	1	4	Planicie	Si	MMNC	Regular	Rectangular
30	SUR	Harales-4	1988	Vivienda Unifamiliar	1	5	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
31	SUR	Colinas de los Harales-1	1989	Vivienda Unifamiliar	2	4	Base	Si	MMC	Regular	Rectangular
32	SUR	Colinas de los Harales-2	1988	Vivienda Unifamiliar	1	6	Base	Si	MMC	Regular	Rectangular
33	SUR	Colinas de los Harales-3	1990	Vivienda Unifamiliar	2	5	Cima	Si	MMC	Regular	Rectangular
34	SUR	Colinas de los Harales-4	1987	Vivienda Unifamiliar	1	4	Cima	Si	MMC	Regular	Rectangular
35	SUR	Colinas de los Harales-5	1987	Vivienda Unifamiliar	1	5	Cima	Si	MMNC	Regular	Rectangular
36	SUR	LosMagallanes-1	1975	Vivienda Unifamiliar	1	5	Planicie	Si	MMNC	Regular	Rectangular
37	SUR	LosMagallanes-2	1975	Vivienda Unifamiliar	2	6	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
38	SUR	LosMagallanes-3	1976	Vivienda Unifamiliar	2	5	Planicie	Si	MMNC	Regular	Rectangular
39	SUR	LosMagallanes-4	1975	Vivienda Unifamiliar	1	3	Planicie	Si	MMNC	Regular	Rectangular
40	SUR	LosMagallanes-5	1976	Vivienda Unifamiliar	1	4	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular
41	SUR	LosMagallanes-6	1975	Vivienda Unifamiliar	1	4	Planicie	Si	MMC	Regular	Rectangular

Figura A.6: Base de Datos Sector Sur

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO B: Memoria Fotográfica

A continuación se presentan fotografías tomadas en las inspecciones realizadas.



Figura B.1: Vivienda en Conjunto Residencial Las Caobas, 18 de Junio 2016

Fuente: Elaboración Propia



Figura B.2: Vivienda en Conjunto Residencial Los Frailes, 25 de Agosto 2016

Fuente: Elaboración Propia



Figura B.3: Vivienda en Chalet Country, 5 de Septiembre 2016

Fuente: Elaboración Propia



Figura B.4: Vivienda en Conjunto Residencial Terrazas de San Diego, 6 de Septiembre
2016

Fuente: Elaboración Propia



Figura B.5: Vivienda en La Esmeralda, 8 de Septiembre 2016

Fuente: Elaboración Propia



Figura B.6: Vivienda en Morro 2, 9 de Septiembre 2016

Fuente: Elaboración Propia



Figura B.7: Vivienda en Conjunto Residencial Villa Corina, 16 de Septiembre 2016

Fuente: Elaboración Propia



Figura B.8: Vivienda en el pueblo de La Cumaca, 20 de Septiembre 2016

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO C: Ubicación Satelital de Edificaciones

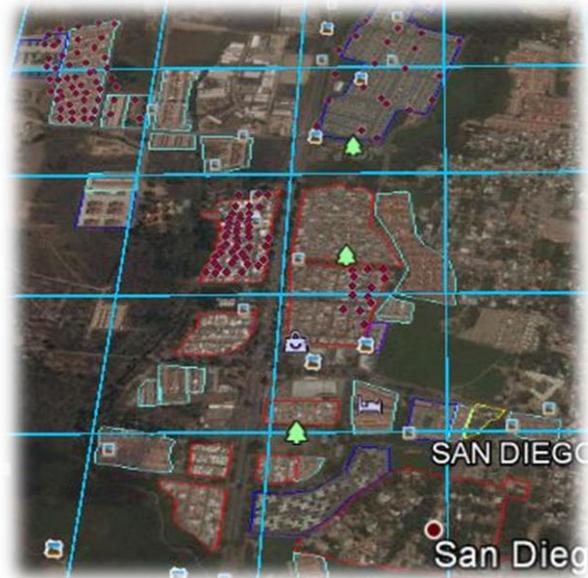


Figura C.1: *Zonas homogéneas Sector Norte*

Fuente: Elaboración Propia

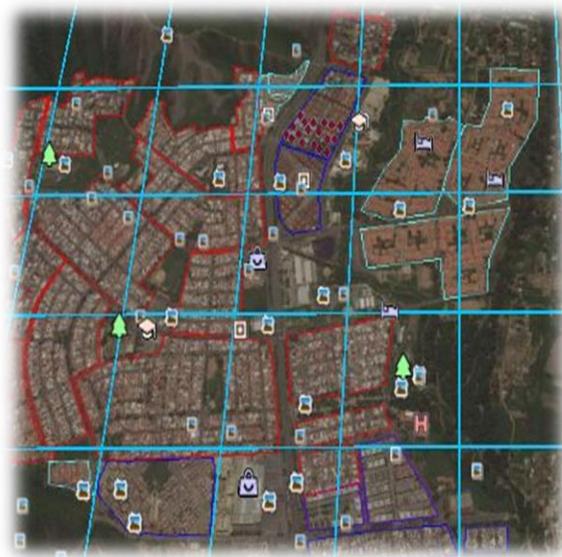


Figura C.2: *Zonas homogéneas Sector Centro*

Elaboración Propia



Figura C.3: *Zonas homogéneas Sector Sur*
Elaboración Propia