



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS



**INDICADORES DE RIESGO SISMICO
EN LAS EDIFICACIONES DE LA PARROQUIA SANTA ROSA DE LA
CIUDAD DE VALENCIA, EDO. CARABOBO**

Tutor: Prof. Martínez Edson.

Elaborado por: Bakhos D. William J.

C.I.: 24.553.128

Umbría R. Francys M.

C.I.: 21.478.969

Naguanagua, Octubre 2016.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS



**INDICADORES DE RIESGO SISMICO
EN LAS EDIFICACIONES DE LA PARROQUIA SANTA ROSA DE LA
CIUDAD DE VALENCIA, EDO. CARABOBO**

Trabajo Especial de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo
para optar al Título de Ingeniero Civil

Tutor: Prof. Martínez Edson.

Elaborado por: Bakhos D. William J.

C.I.: 24.553.128

Umbría R. Francys M.

C.I.: 21.478.969

Naguanagua, Octubre 2016.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS



CARTA DE APROBACIÓN

Los abajo firmantes, miembros del jurado designado para estudiar el trabajo especial de grado titulado: “**Indicadores de Riesgo Sísmico en las Edificaciones de la Parroquia Santa Rosa de la Ciudad de Valencia, Edo. Carabobo**”. Realizado por los bachilleres: Bakhos D. William J. y Umbría R. Francys M. Hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo especial.

Presidente: Edson Martínez

Jurado: Pombo Adalgiza

Jurado: Bondarenko Slawko

Naguanagua, Octubre 2016.

DEDICATORIA

A Dios por guiarme siempre por el mejor camino, por darme perseverancia, paciencia, sabiduría y por llenarme de fuerza para vencer todos los obstáculos desde el inicio de mi vida.

A mis padres Amelia y Javier, porque lo son todo para mí, por apoyarme incondicionalmente y siempre confiar en mí. Son el pilar fundamental en mi formación como profesional, gracias por sus consejos para hacer de mí una mejor persona.

A mi hermano Diego, por estar siempre a mi lado y ser mi mejor amigo. Me motiva cada día a ser tu mejor ejemplo a seguir.

A Gian Paolo Falconi por ser mi apoyo incondicional y siempre confiar en mí. Por hacerme tan feliz y enamorarme todos los días.

Francys M. Umbría R.

A Dios por estar siempre ahí.

A mis padres, hermanos y familia cercana en general; esto es para ellos.

A mis amigos más cercanos, aquellos que estuvieron conmigo en los buenos y malos momentos durante la Universidad, y que hoy son como hermanos.

Al país y universidad que nos han formado, y a pesar de que se encuentran en la actualidad en un estado crítico, tengo la esperanza de que en algún momento todo sea mejor.

William J. Bakhos D.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios y a mi Familia que fueron mi motor durante este proceso, mi principal apoyo y motivación para continuar cada día.

Gracias a la prestigiosa Universidad de Carabobo y a todas las personas que conforman, porque a pesar de todas las adversidades, me dieron la oportunidad de formarme como profesional en lo que tanto me apasiona.

Especial agradecimiento a mi compañero y amigo Joseph por brindarme su ayuda y tiempo en el transcurso de nuestra carrera.

A todas aquellas personas que de alguna manera formaron parte de mi desarrollo como profesional, especialmente al Ing. Gian Falconi por apoyarme y motivarme en mi desarrollo como profesional. Lo logramos mi ingeniero.

Francys M. Umbría R.

A mi familia por todo el apoyo que he recibido a lo largo de los años.

A la Universidad de Carabobo por la formación que he recibido, la cual no solo es académica, sino que también me ha hecho mejor persona.

A mis profesores por enseñarme más allá de lo que en las aulas se imparte.

A mis amigos por siempre estar ahí, en una carrera que no depende de uno mismo, sin ellos, esto no fuese posible.

A nuestro amigo, tutor y profesor Edson Martínez, por su tiempo, paciencia.

A Dios y las fuerzas de la naturaleza por todas aquellas cosas que van más allá de nuestro entendimiento.

William J. Bakhos D.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS



INDICADORES DE RIESGO SISMICO EN LAS EDIFICACIONES DE LA PARROQUIA SANTA ROSA DE LA CIUDAD DE VALENCIA, EDO. CARABOBO

Elaborado por: Bakhos D. William J. y Umbría R. Francys M.

Tutor: Prof. Martínez Edson.

Fecha: Noviembre, 2016.

RESUMEN

En Venezuela existen edificaciones que fueron construidas bajo lineamientos y requerimientos anteriores a la norma “EDIFICACIONES ANTISISMICAS”, COVENIN 1756-82, por esta razón la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas propuso un método de estudio basado en índices de riesgo, amenaza, vulnerabilidad y priorización sísmica, para así, poder evaluar el comportamiento y daños que sufrirían los distintos tipos de edificaciones al momento de un evento sísmico; teniendo en consideración parámetros estructurales de las edificaciones en estudio. En este Trabajo se determinaron los indicadores de riesgo sísmico que presentan las edificaciones de la parroquia Santa Rosa de la ciudad de Valencia, Edo. Carabobo, a través del método de inspección visual propuesto por FUNVISIS 2014 y por el Global Earthquake Model (GEM). Estos indicadores sísmicos son calculados para determinar cuáles edificaciones se encuentran bajo un riesgo probable, con el fin de que la población y los entes competentes tomen consciencia de la exposición que sufren los habitantes de las edificaciones más vulnerables, y de esta manera buscar una posible solución. Se evaluaron 62 edificaciones representativas de aproximadamente 22780 viviendas, obteniéndose como conclusión que el 15% de las edificaciones tienen riesgo sísmico elevado, con una vulnerabilidad muy elevada. El 80% presenta un riesgo alto, con una vulnerabilidad elevada/media alta. El 5% restante presenta un riesgo medio/bajo, con una vulnerabilidad media/baja. Se concluyó que las edificaciones de mayor vulnerabilidad, riesgo y priorización sísmica, son aquellas construcciones de mayor antigüedad, ya que, estas no cumplen con los requisitos normativos actuales, teniendo así, distintas deficiencias desde el punto de vista estructural.

Palabras Claves: Vulnerabilidad, Riesgo, Amenaza, Sismo, Índice de priorización.

ÍNDICE GENERAL

	Pag.
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS.....	V
RESUMEN	VI
ÍNDICE GENERAL	VII
LISTA DE TABLAS	IX
LISTA DE FIGURAS	XI
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	4
EL PROBLEMA	4
Planteamiento del Problema	4
Formulación del Problema.....	5
Objetivos de la Investigación	6
Objetivo General	6
Objetivos Específicos	6
Justificación	6
Delimitaciones	7
CAPÍTULO II.....	9
MARCO TEÓRICO	9
Antecedentes de la Investigación	9
Bases Teóricas	10
Sismo.	10
Tectónica de placas.	11
Aspectos que condicionan la vulnerabilidad.	12
Resumen de las normas sísmicas en Venezuela.	14
Reducción del riesgo sísmico.	16
Índice de priorización de edificaciones.	16
Índice de amenaza.	17
Índice de vulnerabilidad.	19
Glosario de términos.....	27
CAPITULO III	30
MARCO METODOLOGICO	30

Tipo de Investigación.....	30
Diseño de la Investigación.....	31
Población y Muestra	31
Población	31
Muestra	32
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	32
Descripción de la Metodología	38
Fase I: Recopilar estadísticas disponibles e inspecciones asociadas a la zona seleccionada.....	38
Fase II: Definición de zonas homogéneas.	38
Fase III: Realizar muestreo mediante inspecciones en sitio de las características sismorresistentes de edificios, quintas, y casas de la zona seleccionada.	41
Fase IV: Determinación de los índices de riesgo sísmico y de priorización de las edificaciones.	41
CAPÍTULO IV	44
ANÁLISIS Y RESULTADOS	44
Distribución de las edificaciones según su capacidad de ocupación:	46
Distribución de las edificaciones según su uso de la edificación:	47
Distribución de las edificaciones en función al sistema estructural o tipo de estructura predominante:	52
Distribución de las edificaciones de acuerdo al grado de deterioro de los elementos estructurales y no estructurales:.....	55
Resultados de la evaluación de los escenarios de riesgo sísmicos.....	60
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES.....	73
BIBLIOGRAFÍA	74
ANEXOS	78
ANEXO A.....	79
ANEXO B.....	84
ANEXO C.....	87
ANEXO D.....	90

Lista de Tablas

	Pag.
Tabla 1. Tabla comparativa de las normas de diseño Venezolanas.	14
Tabla 2. Valores del Índice de Amenaza IA.	18
Tabla 3. Índice de Vulnerabilidad específica (Ii) y pesos relativos (α_i).	19
Tabla 4. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado con la antigüedad (I1).	20
Tabla 5. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado al Tipo estructural (I2).	21
Tabla 6. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado con irregularidades(I3).	23
Tabla 7. Separación entre edificaciones.	23
Tabla 8. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado con la profundidad del depósito (I4).	24
Tabla 9. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado con la topografía y a los drenajes (I5).	25
Tabla 10. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado al grado de deterioro (I6).	26
Tabla 11. Clasificación según el uso del edificio.	27
Tabla 12. Valores del Índice de Importancia, II.	27
Tabla 13. Clasificación de zonas homogéneas de uso residencial en Venezuela.	39
Tabla 14. Valoración del Índice de Vulnerabilidad.	42
Tabla 15. Valoración del Índice de Riesgo (IR).	42
Tabla 16. Valoración del Índice de Priorización (IP).	43
Tabla 17. Distribución numérica y porcentual según capacidad de ocupación	46
Tabla 18. Distribución numérica y porcentual según uso de la edificación.	47
Tabla 19. Distribución numérica y porcentual según año de construcción de la edificación.	48
Tabla 20. Tipos de irregularidades presente en cada edificación.	50
Tabla 21. Distribución numérica y porcentual de la presencia de al menos una irregularidad en las edificaciones.	50
Tabla 22. Distribución de los tipos de sistemas estructurales.	52
Tabla 23. Distribución numérica según tipo de estructura o sistema estructural predominante.	53
Tabla 24. Distribución numérica y porcentual según el estado de deterioro del concreto.	56

Tabla 25. Distribución numérica y porcentual según el estado de deterioro de paredes.	58
Tabla 26. Distribución numérica según el estado de mantenimiento.....	59
Tabla 27: Índice de amenaza sísmica de las edificaciones de la Parroquia Santa Rosa..	60
Tabla 28: Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica (Iv) para “Insp-CarmenSur-2” .	62
Tabla 29. Distribución numérica de vulnerabilidad sísmica presente en las edificaciones	63
Tabla 30. Índice de riesgo sísmico para “Insp-CarmenSur-2”.....	65
Tabla31.Distribución numérica de riesgo sísmico presente en las edificaciones.....	65
Tabla 32. Índice de importancia de “Insp-CarmenSur-2”.....	67
Tabla 33. Índice de priorización de “Insp-CarmenSur-2” .	68
Tabla 34. Distribución numérica de priorización presente en las edificaciones.	68

Lista de Figuras

	Pag.
Figura 1. Zonas donde se consideran los efectos topográficos en el Índice de Amenaza IA.....	18
Figura 2. Construcciones en las cuales se considera vulnerabilidad asociada con la topografía I5.....	25
Figura 3. Planilla de Inspección de Edificaciones (versión 062013).....	35
Figura 4. Planilla de Inspección de Edificaciones (versión 062013).....	36
Figura 5. Aplicación móvil Indice Prio BD.....	37
Figura 6. Clasificación de zonas homogéneas de Uso Residencial en Venezuela.....	40
Figura 7. Límites Parroquia Urbana Santa Rosa.....	45
Figura 8. Zona homogénea Carmen Sur.	61
Figura 9. Edificación seleccionada correspondiente al código “Insp-CarmenSur-2”.....	61
Figura 10. Distribución numérica de vulnerabilidad sísmica presente en las edificaciones estudiadas.....	63
Figura 11. Distribución numérica de riesgo sísmico presente en las edificaciones.....	66
Figura 12. Distribución numérica del índice de priorización presente en las edificaciones	69
Figura 13. Fotografía de casa unifamiliar en 13 de septiembre. Código: Insp-13DeSeptiembre-2.	79
Figura 14. Fotografía de casa unifamiliar en Andrés Eloy Blanco. Código: Insp-AndresEloyBlanco-1.	79
Figura 15. Fotografía de casa unifamiliar en El Cambural. Código: Insp-ElCambural-1.. ..	80
Figura 16. Fotografía de casa unifamiliar en Carmen Norte. Código: Insp-CarmenNorte-1.	80
Figura 17. Fotografía de casa unifamiliar en Carmen Sur. Código: Insp-CarmenSur-1.. ..	81
Figura 18. Fotografía de casa unifamiliar en Impacto Este. Código: Insp-Impacto-1....	81
Figura 19. Fotografía de casa unifamiliar en La Concordia. Código: Insp-LaConcordia-1.	81
Figura 20. Fotografía de casa unifamiliar en La Libertad. Código: Insp-LaLibertad-2.	82

Figura 21. Fotografía de edificio multifamiliar en La Ritec. Código: Insp-LaRitec-1..	82
Figura 22. Fotografía de edificio multifamiliar en Santa Rosa.	83
Figura 23. Fotografía de edificio multifamiliar en Santa Rosa. Código: Insp-SantaRosa3-2.	83
Figura 24. Imagen satelital zona homogénea, Santa Rosa III..	84
Figura 25. Imagen satelital zona homogénea, Ciudad Plaza.....	84
Figura 26. Imagen satelital zona homogénea, Barrio Impacto (Petrocasas).	85
Figura 27. Imagen satelital zona homogénea, 13 de Septiembre.	85
Figura 28. Imagen satelital zona homogénea, Los Taladros.....	86
Figura 29. Imagen satelital zona homogénea, 13 de Septiembre..	86

Lista de Gráficos

	Pag.
Gráfico 1. Distribución numérica de las edificaciones por capacidad de ocupación.....	46
Gráfico 2. Distribución porcentual del uso de las edificaciones en función al número de edificaciones	47
Gráfico 3. Distribución numérica de las edificaciones según año de construcción de la edificación.....	48
Gráfico 4. Presencia de al menos una irregularidad, en función al número de edificaciones.	51
Gráfico 5. Distribución porcentual del tipo de estructura predominante en función al número de edificaciones	54
Gráfico 6. Distribución porcentual del estado de deterioro del concreto en función al número de edificaciones.	56
Gráfico 7. Distribución porcentual del estado de deterioro de las paredes en función al número de edificaciones.	58
Gráfico 8. Distribución porcentual del estado de mantenimiento en función al número de edificaciones.	59

INTRODUCCIÓN

Los eventos sísmicos representan uno de los mayores riesgos potenciales en Venezuela en cuanto a pérdidas humanas y económicas. En la actualidad, aproximadamente un 80% de la población vive en zonas de alta amenaza sísmica. Desde la fundación de los primeros asentamientos coloniales en el Siglo XVI, el país ha sufrido los efectos de los terremotos. De acuerdo a FUNVISIS, Sismología aplicada, (2005). “Su historia sísmica revela que durante el período 1530-2004, han ocurrido más de 130 eventos sísmicos, los cuales han causado, daños considerables y pérdidas de vidas humanas “

El estado Carabobo no escapa a la probabilidad de ocurrencia de un sismo, ya que este, se ve afectado por el Sistema de Fallas de La Victoria, San Sebastián y Bocono, entre otros. En los últimos 50 años se ha incrementado la ocurrencia de sismos sentidos en el estado Carabobo.

Teniendo en consideración que muchas de las edificaciones existentes en el estado, fueron concebidas con niveles bajos de exigencia de diseño sismorresistente, los cuales no cumplen con los requisitos normativos vigentes, la vulnerabilidad sísmica a la que se encuentran puede incrementarse debido a este factor, generando así, un riesgo potencial a la población, siendo necesario un análisis de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones construidas, para así, conocer detalladamente los problemas que tiene que enfrentar tanto la población como los entes gubernamentales del riesgo presente en la infraestructura.

Siempre ha sido una debilidad la falta de información que permita caracterizar la vulnerabilidad de los elementos expuestos. En el 2012 se da inicio al Proyecto Sismo Caracas con el objetivo de evaluar y reducir el riesgo sísmico en Caracas, coordinado por la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas FUNVISIS con la participación del IMME (UCV) y financiamiento del FONACIT.

En el 2015 FUNVISIS firmó un convenio de cooperación internacional con la Fundación GEM (Global Earthquake Model), con la financiación de Swiss Re Foundation, el cual promueve el proyecto South America Integrated Risk Assesment (Sara), en el cual el proyecto Sismo Caracas paso a formar parte, con el objetivo principal de realizar una evaluación integrada del riesgo sísmico en Venezuela.

El proyecto Sismo Caracas se extendió a todo el país, de esta manera se busca asignar índices de priorización de edificaciones para la gestión del riesgo sísmico en poblaciones del país. 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.

La presente investigación tiene como objetivo evaluar el riesgo sísmico de las edificaciones residenciales asentadas en la parroquia Santa Rosa de la ciudad de Valencia, continuando con una línea de investigación que se lleva a cabo en la Universidad de Carabobo conjuntamente con FUNVISIS.

El trabajo se estructura en cuatro (4) capítulos que enmarcan la investigación, desde su etapa inicial hasta la obtención de los resultados.

En el capítulo I se expone la problemática existente, se formulan las interrogantes que arrojan los objetivos, se justifica y se delimita el alcance de la investigación.

Seguidamente en el capítulo II se presentan trabajos relativos a esta investigación, que sirven como documentación y sientan un precedente en la relevancia que se le ha concedido en los últimos años al estudio del comportamiento de los muros de mampostería confinada, además, se presentan todas las bases teóricas así como conceptos relacionados con el tema.

Posteriormente, el capítulo III describe toda la metodología a emplear definida según el tipo de investigación a realizar, así como las fases de la investigación.

Una vez descrita la metodología, en el capítulo IV se presentan los resultados y el análisis de los mismos.

Finalmente se presentan las conclusiones, las cuales resumen los resultados de cada una de las fases del trabajo, y las recomendaciones.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema

Los eventos sísmicos representan uno de los mayores riesgos potenciales en Venezuela en cuanto a pérdidas humanas y económicas. En la actualidad, un gran porcentaje de la población vive en zonas de alta amenaza sísmica, variable que aumenta el nivel de riesgo, haciéndolo cada vez mayor a medida que se eleva el índice demográfico y las inversiones en infraestructura. Actualmente se han desarrollado nuevas metodologías para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las estructuras (viviendas, edificios esenciales, entre otros.), así como el posible daño que pueden sufrir ante un terremoto. Venezuela como país sísmico es también vulnerable ante este tipo de eventos, por lo que se han realizado estudios que permitan una evaluación previa del riesgo en el cual se podría ver afectado, para esto se ha desarrollado un mapa de zonificación sísmica, dividiendo su territorio en varias zonas identificadas por números que comprenden del 0 al 7 dependiendo la peligrosidad sísmica ya sea bajo, medio o alto.

Con respecto a la amenaza sísmica, hoy contamos con estudios de microzonificación de la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) que caracterizan con detalle este fenómeno. En el marco de este proyecto se concreta en el 2013 un convenio entre FUNVISIS y el INE con la finalidad de evaluar el riesgo sísmico a partir de la información recopilada en el Censo de Población y Vivienda del 2011, en el cual previamente se incorporaron preguntas sobre aspectos que condicionan la vulnerabilidad sísmica. Se determinan

indicadores de amenaza sísmica, indicadores de vulnerabilidad física-estructural de las viviendas e indicadores de vulnerabilidad socio-económica para calcular finalmente indicadores de riesgo sísmico integral. Esta metodología es aplicada a las 32 parroquias del Área Metropolitana de Caracas con el objetivo de generar mapas de riesgo que permitan la toma de decisiones para la Gestión del Riesgo Sísmico.

Muchas de las edificaciones construidas en Carabobo tienen una antigüedad mayor a la publicación de la última actualización de la Norma sismorresistente, teniendo como consecuencia que la gran mayoría de las edificaciones no cumplen con los requerimientos normativos mínimos para un buen desempeño sismo resistente.

En este trabajo de investigación se propone evaluar el riesgo sísmico de las parroquias que conforman la ciudad de Valencia a través de la caracterización de la amenaza mediante mapas de zonificación o microzonificación sísmica; información del Censo sobre las edificaciones de vivienda como el año de construcción, altura, tipo de vivienda e irregularidades en planta y elevación; e información recopilada mediante encuestas diseñadas para evaluar la vulnerabilidad de la estructura.

Formulación del Problema

Basado en lo expuesto anteriormente se plantea la siguiente interrogante:

¿Qué contribución generara al bienestar de la población el conocimiento de las condiciones de los edificios, quintas y casas, a través de la determinación de los indicadores de riesgo sísmico de la zona?

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Determinar indicadores de riesgo sísmico de la Parroquia Santa Rosa, Valencia-Edo. Carabobo, a partir de inspecciones y datos del censo de población y vivienda.

Objetivos Específicos

1. Recopilar las estadísticas disponibles del censo de población de vivienda del INE 2011 y de inspecciones asociadas a la zona seleccionada.
2. Definir mediante imágenes satelitales zonas homogéneas donde predominan edificios, quintas y casas.
3. Realizar un muestreo mediante inspecciones en sitio de las características sismorresistentes de edificios, quintas y casas de la zona seleccionada.
4. Determinar el índice de riesgo sísmico y el índice de priorización de las edificaciones inspeccionadas en la zona seleccionada.

Justificación

En la parroquia Santa Rosa del municipio Valencia, , se encuentran diferentes tipos de estructuras que son de gran importancia para la población como lo son

centros educacionales, viviendas residenciales multifamiliares, asistenciales, gubernamentales y sin dar a excepción a los centros de entretenimientos que prestan servicios a la comunidad. Valencia requiere de un estudio que indique el grado de vulnerabilidad y amenaza sísmica la cual asecha en gran parte a todo este territorio. La importancia de conocer los parámetros que deben seguirse para construir una edificación desde el punto de vista sismo resistente ayuda a conocer el grado de las variables sísmicas que afectan a las estructuras y permiten crear conciencia ya que actualmente se construyen diferentes tipos de edificaciones sin tomar en cuenta las consecuencias que puede tener el no respetar los parámetros indicados en la Norma utilizada en el año que se cree que fue diseñada la estructura a construir.

Esta investigación está dirigida a estudiantes y profesores de la cátedra de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo. Igualmente está dirigido a cualquier profesional afín con esta área, como cualquier interesado en el tema. Desde el punto de vista social está dirigido a los residentes de la Parroquia Santa Rosa, como a la población de Valencia y Venezuela en general, ya que dicho estudio ayudara en la resiliencia de sus habitantes y mejorará los aspectos de investigación y reforzamiento de edificaciones que puedan ser vulnerables.

Delimitaciones

El presente trabajo de investigación se realizará en la Parroquia Santa Rosa una de las 23 parroquias urbanas de Valencia, capital del Estado Carabobo, situada en la Región Central del país. La Parroquia Santa Rosa fue fundada el 20 de noviembre de 1.848 tiene una superficie de 125 kilómetros cuadrados, presentado una población 72.991 habitantes (INE).

En este trabajo de investigación se determinaran los indicadores sísmicos de las casas, casa quinta y edificios, residenciales específicamente, donde se estudiaran y analizaran los datos recopilados por medio de planillas de inspección de edificaciones diseñadas por FUNVISIS de aproximadamente 60 estructuras. En un lapso comprendido desde Noviembre 2015 hasta Agosto de 2016.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la Investigación

A continuación se presentan los siguientes antecedentes en los cuales se apoya la presente investigación:

Internacional

Carreño, Cardona y Barbat (2005), presentaron una monografía titulada “Sistema de indicadores para la evaluación de riesgos”, proyecto coordinado por el Instituto de Estudios Ambientales, IDEA, de la Universidad Nacional de Colombia. Donde se logró representar el riesgo y la gestión de riesgo a escala nacional, subnacional y urbano, dimensionado así la vulnerabilidad de las estructuras, usando indicadores relativos, que permiten identificar y proponer acciones efectivas de gestión de riesgo. Este estudio se relaciona directamente con el presente trabajo, ya que se basa en una metodología de cálculo de indicadores de riesgo.

Nacionales

Padron C. (2009), presentó el informe producto de las pasantías realizadas en la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS), en el marco del “Proyecto de investigación Aplicada a la gestión del Riesgo en Espacios Urbanos”, logrando definir los lineamientos para la consideración del riesgo sísmico en la planificación urbana del Municipio Chacao. Este estudio es de gran referencia

para el presente trabajo, ya que analizaron las principales características de la amenaza sísmica, de la exposición a dicha amenaza, de la vulnerabilidad tanto física como social y los diferentes esfuerzos del municipio para la reducción del riesgo.

Huerta J. y Morgado J. (2015), realizaron un trabajo especial de grado presentado ante La Universidad Central de Venezuela, titulado “Desarrollo de una aplicación en línea para la asignación de índices de priorización de edificaciones para la gestión del riesgo sísmico”. En esta investigación se logró realizar una aplicación en línea, un instrumento y herramienta tecnológica que optimiza los procesos de inspección de las edificaciones del país. Este estudio se relaciona con el presente estudio, puesto que utiliza procedimientos para la asignación de índices de priorización de edificaciones para la gestión correspondiente al riesgo sísmico, que es el tema central del trabajo presentado.

Bases Teóricas

Sismo.

Un sismo es un movimiento brusco producido en la corteza terrestre como consecuencia de la liberación repentina de energía acumulada en el interior de la tierra a causa de un reajuste de ésta. Dicha liberación se efectúa principalmente por la ruptura de zonas deformadas y por consiguiente, la energía se transmite a la superficie en forma de ondas elásticas que se propagan en todas las direcciones en el interior o por la superficie terrestre, causando oscilaciones y vibraciones del material a través del cual se propagan (Abou y Lee, 2005; Ebres y Olivo, 2008).

a) **Ondas sísmicas.**

La energía irradiada por el foco se dispersa dentro del medio en forma de ondas primarias o de dilatación, que viaja en la dirección de propagación, y ondas secundarias o cortantes que se desplazan perpendicularmente a la trayectoria de las primarias. Dichas ondas poseen frecuencia que en general no concuerdan específicamente con ninguna de las frecuencias naturales del suelo; por consiguiente suponiendo que el medio es elástico, homogéneo e isotrópico, se puede considerar que la frecuencia y forma de la onda son una combinación de las diferentes frecuencias y modos naturales del suelo.

Tectónica de placas.

La corteza terrestre está dividida en 17 placas mayores, a manera de mosaico, cuyos bordes están bien definidos. En algunos casos pueden ser observados a simple vista en la superficie y en otros casos son necesarias las exploraciones submarinas y/o la localización de los focos sísmicos.

Unas placas se separan como lo hacen los continentes de América del Sur y África, otras colisionan frontalmente como el continente Índico con Asiático (Himalaya), y en otras la colisión frontal obliga la sumersión de una placa bajo la otra (generalmente la oceánica bajo la continental) originando la formación de cadenas montañosas como la Cordillera de los Andes.

Las placas se mueven relativamente entre ellas y en los bordes o zonas de interacción pueden producirse algunos fenómenos como la formación de nueva corteza, roce entre placas y choques entre placas

Aspectos que condicionan la vulnerabilidad.

La vulnerabilidad sísmica de una estructura, grupo de estructuras o de una zona urbana completa, se define como su predisposición intrínseca a sufrir daño ante la ocurrencia de un movimiento sísmico y está asociada directamente con sus características físicas y estructurales de diseño (Barbat, 1998)

Existen varios factores que condicionan la vulnerabilidad de una estructura, estos pueden clasificarse de la siguiente manera.

a) Año de construcción.

El año de construcción es un parámetro importante debido a que las antiguas normas venezolanas no contemplaban todos los requisitos estructurales que deben cumplir hoy en día las estructuras.

b) Tipo de estructura.

La respuesta sísmica de una estructura varía en función al tipo estructural que esta posea.

Los diferentes tipos de estructuras a identificar se describen a continuación:

- Pórticos de concreto armado.
- Porticos de concreto armado relleno con paredes de bloques de arcilla o de concreto.
- Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales.
- Sistemas con muros de concreto armado de poco espesor, dispuestos en una sola dirección.
- Pórticos de acero.
- Pórticos de acero con perfiles tubulares.
- Pórticos de acero diagonalizado.
- Pórticos de acero con cerchas.

- Sistemas pre-fabricados a base de grandes paneles o de pórticos.
- Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada.
- Sistemas cuyo elementos portantes sean muros de mampoteria no confinada.
- Sistemas mixtos de porticos y de mampoteria de baja calidad de construcción, con altura menor a 2 pisos.
- Sistemas mixtos de porticos y de mampoteria de baja calidad de construcción, con altura mayor a 2 pisos.
- Viviendas de bahareque de un piso.
- Viviendas de construcción precaria.

Estas diversas tipologías estructurales se especifican a detalle en el informe técnico “Índices de Priorización de Edificios para la Gestión del Riesgo sísmico (3ra Versión)” presentado ante FUNVISIS, MISIÓN CIENCIA. Enero, 2014.

c) **Poca redundancia o poca hiperestaticidad.**

Una edificación o estructura con poca hiperestaticidad corre el riesgo de no contar con una distribución de tensiones adecuada al momento que un elemento de esta falle producto de un sismo u otra fuerza actuante.

d) **Existencia de irregularidades.**

Las regularidades a evaluar fueron definidas con la finalidad de tener un grupo de criterios mínimos necesarios para lograr diseños sismorresistentes adecuados, donde estas se hayan normadas de la siguiente manera:

- Ausencia de vigas altas en una o dos direcciones.
- Ausencia de muros en una sola dirección.
- Estructura frágil.
- Presencia de al menos un entrepiso débil o blando.

- Presencia de columnas cortas.
- Discontinuidad de ejes de columnas o paredes portantes.
- Aberturas significativas en losas.
- Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta.
- Adosamiento: Losa contra columna.
- Adosamiento: Losa contra columna.

Esta clasificación de irregularidades se describe en detalle en el informe técnico “Índices de Priorización de Edificios para la Gestión del Riesgo Sísmico (3ra Versión)” presentado ante FUNVISIS, MISIÓN CIENCIA. Enero, 2014

Resumen de las normas sísmicas en Venezuela.

A lo largo del siglo pasado, los estudios sobre sismología fueron aumentando a raíz de los grandes sismos ocurridos, lo cual, dio como resultado un avance en la Ingeniería Civil, ya que, se descubrieron las maneras óptimas de diseñar y construir edificaciones sismorresistentes.

A continuación se presenta una tabla resumen de los parámetros utilizados en las normas venezolanas desde su inicio hasta la actualidad:

Tabla 1. Tabla comparativa de las normas de diseño Venezolanas.

	Teoría de Diseño y análisis de secciones de concreto	Resistencia a la compresión, $f'c$	Dimensión mínima de vigas y columnas	Resistencia nominal del acero. F_y
MOP-1932	Teoría clásica, con acciones de servicio y tensiones admisibles.	Mínimo 120 kgf/cm ² y Máximo 200 kgf/cm ²	25 cm para columnas	1200 kgf/cm ² , sin opción a acero especial

MOP-1947	Teoría clásica, con acciones de servicio y tensiones admisibles.	Mínimo 100 kgf/cm ² y Máximo 270 kgf/cm ²	25 cm para columnas	1200 kgf/cm ² , con opción de acero especial con 1400 kgf/cm ²
MOP-1955	Teoría clásica, con acciones de servicio y tensiones admisibles.	Mínimo 100 kgf/cm ² y Máximo 270 kgf/cm ²	20 cm para columnas	1200 kgf/cm ² , con opción de acero especial con 1400 kgf/cm ² , añadiendo requisitos de calidad del material
MOP-1967	Se presentó como de Teoría clásica anunciando una próxima versión con Teoría de Rotura, que no apareció, pero incorporó algunos elementos de esta teoría anunciada, implícitamente.	Mínimo 100 kgf/cm ²	20 cm para columnas (15 cm para pilares secundarios), añadiéndoles controles de esbeltez y excentricidades mínimas.	Fy admisible 0,5 límite elástico, con cota 2700 kgf/cm ² , y 45% de la tensión de rotura para el caso de la tracción y de 2250 kgf/cm ² a compresión.
COVENIN 1753 - 1981	COVENIN-1753-81 fue Primera norma de diseño nacional según la Teoría de Rotura. Se creó la norma de diseño sísmico "Edificaciones antisísmicas" COVENIN 1756-82		30 cm para columnas y	
COVENIN 1753 - 1982			COVENIN 25 cm para vigas	
COVENIN 1753 - 1987	Teoría de Rotura. Se le modificó el nombre a la norma sísmica a "Edificaciones Sismoresistentes" COVENIN 1756-2001	Mínimo 210 kgf/cm ² para zonas sísmica (2003)	30 cm para columnas y 30 cm para vigas	4200 kgf/cm ²
COVENIN 1753 - 2001				

Nota. Fuente: Quintero C., Nayriuska Del Carmen, Rojas S., Jonathan A., 2014.

Reducción del riesgo sísmico.

La estrategia más difundida para la reducción del riesgo sísmico es la aplicación de normas para edificaciones sismorresistentes. En el caso venezolano existen la norma COVEN 1756 (2001). Uno de los objetivos de la norma 1756 (2001) es asegurar la vida de las personas. Esta norma busca garantizar que las edificaciones construidas, a partir de su vigencia, posean confiabilidades del mismo orden, a pesar de tener diferentes tipologías o estar expuestas a diferentes niveles de amenaza (Grases, 2002). Estas construcciones, en el peor de los casos, pueden sufrir daños pero sin colapsar. Por otro lado, esta norma presta especial atención a las estructuras irregulares. Se identifican los tipos de irregularidades en el diseño, en sentido vertical y en planta como el entrepiso blando y la gran excentricidad, que han demostrado ser causa de comportamientos con resultados catastróficos y las penaliza de una de las siguientes dos formas:

- a) Disminuyendo el factor de reducción en un 25% o aumentando las sollicitaciones⁵ en un 30% para compensar la incertidumbre.
- b) Exigiendo un análisis más refinado.

Índice de priorización de edificaciones.

El Índice de Priorización se calcula tomando en consideración la amenaza sísmica en el sitio, el uso y la importancia de la construcción, el número de personas expuestas, la antigüedad de la obra, el tipo estructural y 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 Priorización (IP) se calcula a partir de:

$$IP = IA \times IV \times II \quad (\text{Ec. 1})$$

Dónde:

IA = índice de amenaza.

IV = índice de vulnerabilidad.

II = índice de importancia.

El producto IA x IV representa el Índice de Riesgo (IR) de la edificación:

$$IR = IA \times IV \quad (\text{Ec. 2})$$

Uniendo las ecuaciones 1.1 y 1.2, se tiene que el índice de priorización (IV) es igual al producto entre el índice de riesgo (IR) y el índice de importancia (II).

$$IP = IR \times II \quad (\text{Ec. 3})$$

Índice de amenaza.

En la Tabla 2 se representan los valores del Índice de Amenaza (IA) los cuales son seleccionados considerando:

- a) La relación que guardan los valores del coeficiente (A_0) de la aceleración del terreno en roca en las siete zonas sísmicas definidas en la norma sismorresistente nacional (COVENIN, 2001).
- b) La incorporación del efecto topográfico que amplifica el índice de amenaza en aproximadamente un 10%. Nótese que los valores propuestos IA en la Tabla #2 guardan la misma proporción que guardan los valores A_0 en las diferentes zonas y han sido normalizados de manera tal que el mayor valor de 1 corresponde a la zona de mayor amenaza (Zona 7) cuando se consideran efectos topográficos.

Tabla 2. Valores del Índice de Amenaza IA.

Zona	Peligro Sísmico	A _o (COVENIN. 2001)	IA	
			Sin efectos Topográficos	Con efectos Topográficos
7	Elevado	0,4	0,9	1
6		0,35	0,8	0,88
5		0,3	0,68	0,75
4	Intermedio	0,25	0,56	0,63
3		0,2	0,45	0,5
2	Bajo	0,15	0,34	0,38
1		0,1	0,23	0,25
0		-	0,05	0,05

Nota. Fuente: FUNVISIS, 2014.

En la Figura #1 se definen aquellas situaciones donde deben considerarse la presencia de efectos topográficos, seleccionados con base en FUNVISIS (2009) y AFPS (1990). Se consideran efectos topográficos tabla 1 y 2 cuando la construcción este localizada sobre la mitad superior ($L/2$) de una ladera con pendiente mayor a 25 grados (aproximadamente 46%), o en la zona de la cima que está a distancia de la cresta menor a la altura (h) de la ladera.

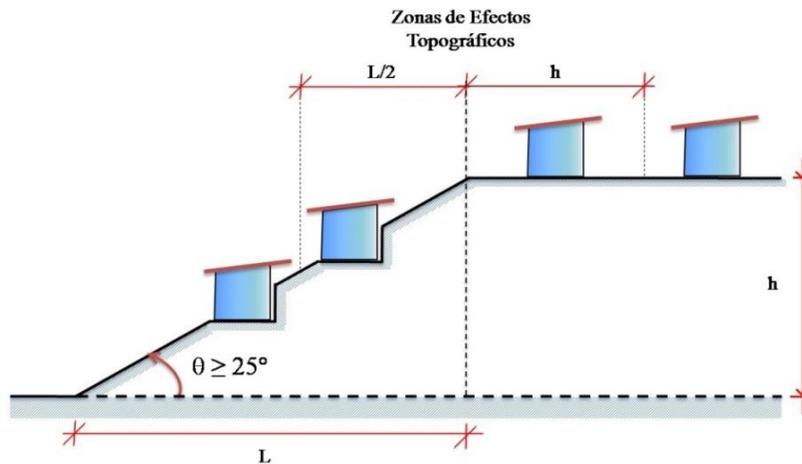


Figura 1. Zonas donde se consideran los efectos topográficos en el Índice de Amenaza IA. Fuente: FUNVISIS, 2014.

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.

El Índice de Vulnerabilidad (IV) se define mediante:

$$Iv = \sum_{k=1}^6 (\alpha_i * I_i) \quad (\text{Ec. 4})$$

Dónde:

I_i = Índice de la Vulnerabilidad específica

“ i ” y α_i = Peso relativo tal como se describe en la tabla #3.

Cada índice (I_i) tiene una cota superior de 100 por lo que el índice de Vulnerabilidad (IV) está también acotado a 100.

Tabla 3. Índice de Vulnerabilidad específica (I_i) y pesos relativos (α_i).

I_i	Vulnerabilidad asociada con:	α_i
I1	Antigüedad y norma utilizada	0,25
I2	Tipo de estructura	0,35
I3	Irregularidad	0,25
I4	Profundidad del depósito	0,07
I5	Topografía y drenajes	0,04
I6	Grado de deterioro	0,04

Nota. Fuente: FUNVISIS, 2014.

a) Índice de Vulnerabilidad asociado a la antigüedad (I1):

El Índice de Vulnerabilidad (I1) atiende a la edad de la construcción y a la norma de diseño utilizada. El valor de (I1) de la tabla #4 tiene un máximo de 100 para aquellos edificios construidos antes de la aparición de la primera norma del Ministerio de Obras Públicas (MOP, 1939). El valor de 90 en el periodo 1955-1967 toma en cuenta que la Norma (MOP, 1955) introdujo requerimientos

sismorresistentes menos exigentes que las normas precedentes. El valor de (I1) para la norma de 1998 (COVENIN, 1998) es ligeramente menor a la de la norma 2001 (COVENIN, 2001), debido a una ligera disminución en los valores espectrales en las últimas en relación con la primera. Si una edificación ha sido diseñada con diferentes normas, se recomienda seleccionar 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 conservadoramente adoptar para ellas un valor (I1) = 100.

Tabla 4. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado con la antigüedad (I1).

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

Nota. Fuente: FUNVISIS, 2014.

b) Índice de vulnerabilidad asociado al tipo estructural (I2):

En la tabla #5 se definen quince (15) tipos estructurales de uso común en el país y se le asigna a cada uno un valor (I2) de Vulnerabilidad Intrínseca. En caso de que una edificación posea más de un tipo estructural, se recomienda asignarle el índice del tipo Predominante o en todo caso asignarle el mayor valor de (I2).

Tabla 5. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado con Tipo estructural (I2).

Tipo Estructural	Descripción	I2
1	Pórticos de concreto armado (a)	25
2	Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloque de arcilla o de concreto	40
3	Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales	10
4	Muros de concreto armado de poco espesor dispuestos en una sola dirección, como algunos sistemas constructivos del tipo túnel	90
5	Pórticos de acero	40
6	Pórticos de acero con perfiles tubulares	60
7	Pórticos de acero diagonalizados	20
8	Pórticos de acero con cerchas	40
9	Sistemas pre-fabricados en base de grandes paneles o de pórticos	90
10	Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada	70
11	Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada (b)	100
12	Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura no mayor a 2 pisos (b)	90
13	Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura mayor a 2 pisos (b)	95
14	Viviendas de bahareque de un piso	90
15	Viviendas de construcción precaria (tierra, madera, zinc, entre otros)	100

Nota. Fuente: FUNVISIS, 2014.

El tipo más utilizado en el país es el Tipo 2 en donde las paredes de bloques se encuentran adosadas a los pórticos de concreto armado, restringiendo el comportamiento dúctil de ellos y potenciando modos de falla frágil que aumentan su vulnerabilidad. En el tipo 1, poco común en el país, las paredes están separadas de los pórticos arriostradas apropiadamente para asegurar su estabilidad dentro y fuera de su plano, dando lugar a una disminución de la vulnerabilidad.

- En esta estructura las paredes no interfieren con el desplazamiento lateral del pórtico y tienen estabilidad propia para movimientos en su plano y fuera de su plano.
- Son aquellas construcciones típicas de los barrios que han sido construidas sin diseño de ingeniería formal y sin seguimiento de normas técnicas.

c) **Índice de Vulnerabilidad para las irregularidades (I3):**

Tiene como finalidad modificar la vulnerabilidad intrínseca de una edificación, aumentándola en aquellas que poseen irregularidades geométricas o deficiencias estructurales significativas que condicionan su desempeño sísmico. En la Tabla 6 se definen (11) irregularidades que son ampliamente reconocidas a nivel internacional como potenciadoras de respuesta sísmicas desfavorables.

El índice de Vulnerabilidad asociado con la irregularidad (I3) se define por:

$$I_v = \sum_{k=1}^{11} (I3_j \leq 100) \quad (\text{Ec. 5})$$

Dónde:

$I3_j$ = Índice de Irregularidad asociado con la irregularidad.

Si la edificación no presenta ninguna de las irregularidades indicadas en la Tabla 6 se le asigna $I3 = 0$. 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 $I3 = 100$ aun cuando no evidencie irregularidades aparentes mostradas en la Tabla 6.

En el tipo estructural 4, que son sistemas tipo túnel de muros de concreto armado de poco espesor dispuestos en una sola dirección, se le debe asignar la irregularidad definida por la ausencia de vigas altas ($j=1$ en la Tabla) que caracteriza estas edificaciones. En la irregularidad $j = 9$ 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-loza) o el 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 el caso más desfavorable.

Tabla 6. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado con irregularidades (I3j).

J	Descripción de la irregularidad	I3	
1	Ausencia de vigas altas en una o dos direcciones	40	
2	Ausencia de muros de una dirección como ocurre en algunos sistemas tipo túnel	80	
3	Edificios de carácter frágil sin capacidad para disipar energía, como las edificaciones de adobe o de paredes de bloques que no poseen refuerzo metálico inferior ni elementos 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 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	

Nota. Fuente: FUNVISIS, 2014.

Tabla 7. Separación entre edificaciones.

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

Nota. Fuente: FUNVISIS, 2014.

d) **Índice de Vulnerabilidad asociado con la profundidad del depósito (I4):**

El índice (I4) permite tomar en cuenta el aumento en la vulnerabilidad de una edificación alta que esté fundada sobre sedimentos de gran profundidad, tal como quedó evidenciado en el terremoto de Caracas de 1967 (Comisión Presidencial, 1969; Seed et al, 1972). Las situaciones de aplicación del índice I4 se presentan en la Tabla #8 y han sido definidas tomando en consideración resultados del estudio de microzonificación sísmica de Caracas (FUNVISIS, 2009; Hernández et al, 2009).

Tabla 8. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado con la profundidad del depósito (I4).

Situaciones de aplicación	I4
Edificios con un número de pisos mayor que 6 y localizados en depósitos de sedimentos de profundidad mayor a 120 metros	100
Otros casos	0

Nota. Fuente: FUNVISIS, 2014.

e) **Índice de Vulnerabilidad asociado con la topografía y drenajes (I5):**

El índice (I5) atiende a identificar situaciones de vulnerabilidad asociadas con construcciones hechas en laderas o cerca de estas, debido a una potencial falla de estabilidad en taludes no protegidos por obras de contención, En la Tabla #9 se presentan los valores de I5 cuya selección depende de los valores del ángulo de inclinación θ de la ladera, de la altura H de la ladera y de la distancia D que se definen en la Figura #. El máximo valor del índice I5 es 100. Se reconoce igualmente en la Tabla #8 el aumento en la vulnerabilidad cuando la edificación está localizada en una zona sin drenajes de aguas.

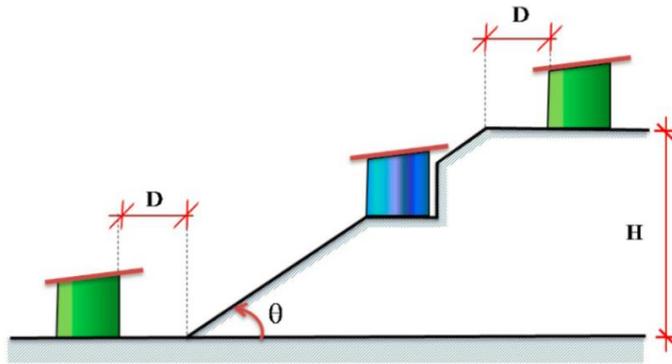


Figura 2. Construcciones en las cuales se considera vulnerabilidad asociada con la topografía I5. Fuente: FUNVISIS, 2014.

Tabla 9. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado con la topografía y a los drenajes (I5).

		Característica	I5
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

Nota. Fuente: FUNVISIS, 2014.

f) **Índice de Vulnerabilidad asociado con el Grado deterioro (I6):**

En la Tabla #10 se muestran los valores de I6 asignados a diferentes grados de deterioro del edificio, penalizado 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 seleccionara 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 seleccionara el mayor valor entre las opciones (a) y (b). El máximo valor posible para (I6) es 100.

Tabla 10. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado al grado de deterioro (I6).

Componente	Grado de deterioro	I6	
Estructura	(a) Estructura de concreto: Agrietamiento en elementos estructurales de concreto armado y/o corrosión en acero de refuerzo	Severo	70
		Moderado	35
		Ninguno	0
	(b) Estructuras 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	Severo	10
		Moderado	5
		Ninguno	0

Nota. Fuente: FUNVISIS, 2014.

g) Índice de importancia.

El Índice de Importancia (II) tiene como finalidad incorporar dentro del proceso de priorización el uso de la construcción y el número de personas expuestas durante un terremoto. Se asignan índices mayores a aquellas construcciones esenciales, las cuales deben mantener su nivel de operación durante la ocurrencia de un sismo, como pueden ser los hospitales y centros de salud, las 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.

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 y ocupantes de la edificación que va 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 gobiernos 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 toxicas o explosivas y centros que utilicen materiales radioactivo, torres de control, centros de tráfico aéreo.
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.

Nota. Fuente: FUNVISIS, 2014.

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	0,9	0,93	0,95
A3	0,80	0,82	0,85	0,87	0,90

Nota. Fuente: FUNVISIS, 2014.

Glosario de términos

Hipocentro:

Un sismo originado en un pequeño volumen, debajo de la tierra, el cual puede ser representado como un punto, es denominado hipocentro, para fines de estudio.

Epicentro:

La proyección vertical, sobre la superficie de la tierra, del punto que representa el hipocentro, se denomina epicentro.

Riesgo:

Es la probabilidad de generar pérdidas económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante el tiempo de exposición determinado, se obtiene de relacionar la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos. (COVENIN, 3661:2004)

Amenaza sísmica:

La Amenaza Sísmica es un término técnico mediante el cual se caracteriza numéricamente la probabilidad estadística de la ocurrencia (o excedencia) de cierta intensidad sísmica (o aceleración del suelo) en un determinado sitio, durante un período de tiempo. (FUNVISIS, 2015).

Riesgo sísmico:

Es el grado de pérdidas que sufrirá una estructura durante a acción de un sismo, Por otro lado, la reducción de desastres en el ámbito ingenieril corresponde a todas las acciones que tienen como objetivo la mejora del comportamiento de edificios, con la finalidad de reducir los daños y las pérdidas durante un sismo. (Barbat, 1998).

Fundación venezolana de investigaciones sismológicas (FUNVISIS):

Ente que tiene como propósito ejecutar investigaciones interdisciplinarias de las amenazas socio-naturales de origen sísmico y geológico, así como el monitoreo y reporte de la actividad sismológica, y la divulgación y apropiación de nuevos conocimientos, con el fin de prestar apoyo a la población y a los organismos competentes en gestión de riesgo, dentro del territorio nacional e internacional. .

Microzonificación sísmica:

Uno de los intereses de FUNVISIS, es desarrollar la microzonificación sísmica de las ciudades en estudio, la cual identifica zonas de similar comportamiento sísmico, es determinar la utilidad de dicha microzonificación en el proceso de planificación urbana.

Gestión del riesgo:

Se puede definir riesgo como la probabilidad de que un evento de características desastrosas (amenaza) surja en un contexto con determinada vulnerabilidad y genere una serie de consecuencias en general negativas para el desarrollo. Por otro lado, la gestión del riesgo es el conjunto de elementos, medidas y herramientas dirigidas a la intervención de la amenaza o la vulnerabilidad, con el fin de disminuir o mitigar los niveles de riesgo existentes (Carreño, 2006).

Identificación de la amenaza:

La gestión del riesgo sísmico comienza con la identificación de los niveles de amenaza sísmica expresada en mapas de zonificación sísmica y espectros de respuesta. Los mapas de zonificación sísmica se caracterizan por ser determinados a partir de estudios probabilísticos que consideran la neotectónica³ del país, así como los parámetros sismogénicos de las fallas activas y otros aspectos como diversas leyes de atenuación (Grases, 2002).

Espectro:

Podemos definir espectro como un gráfico de la respuesta máxima (expresada en términos de desplazamiento, velocidad, aceleración, o cualquier otro parámetro de interés) que produce una acción dinámica determinada en una estructura u oscilador de un grado de libertad. En estos gráficos, se representa en abscisas el periodo propio de la estructura (o la frecuencia) y en ordenadas la respuesta máxima calculada para distintos factores de amortiguamiento (Francisco Crisafulli, 2.002).

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

Para Arias, F. (2006), “la metodología del proyecto incluye el tipo o tipos de investigación, las técnicas y los procedimientos que serán utilizados para llevar a cabo la indagación. Es el “cómo” se realizará el estudio, para responder al problema planteado” (p. 110). De acuerdo a ello, en este capítulo se describe el contexto operativo de la investigación, donde se desarrollan el diseño y de tipo de investigación, la población y muestra a estudiar, las técnicas e instrumentos para la recolección de datos, la validez y confiabilidad, y las técnicas de análisis de los datos.

Tipo de Investigación

Según la clasificación de Hernández, Fernández y Baptista (2010), el tipo del estudio corresponde con el de una investigación no experimental, ya que “no se construye ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente por el investigador” (p. 245). En la investigación no experimental las variables independientes ya han ocurrido y no pueden ser manipuladas, el investigador no tiene control directo sobre dichas variables, no puede influir sobre ellas porque ya sucedieron, al igual que sus efectos.

La presente investigación se enmarca en un tipo no experimental, porque los datos se obtendrán directamente de la realidad donde ocurren los hechos sin intención de manipular las variables; es decir, directamente mediante la inspección visual de las edificaciones en estudio pertenecientes a la Parroquia Santa Rosa, Valencia, Edo. Carabobo.

Diseño de la Investigación

En atención al diseño, la investigación se enmarca en un diseño de campo, el cual es definido por Arias, F. (2006), de la siguiente manera:

La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes. En esta investigación también se emplean datos secundarios, sobre todo los provenientes de fuentes bibliográficas, a partir de los cuales se elabora el marco teórico. No obstante, son los datos primarios obtenidos a través del diseño de campo, los esenciales para el logro de los objetivos y la solución del problema planteado (p. 31).

En atención a lo anterior, la presente investigación, se desarrolla con datos primarios y secundarios, donde para la elaboración del marco teórico se investiga información secundaria de diferentes fuentes bibliográficas, textos e internet; y la información primaria será obtenida directamente de la realidad donde ocurren los hechos.

Población y Muestra

Población

Según Bernal, C. (2006), “la población está constituida por la totalidad de elementos o individuos que tienen ciertas características similares y sobre las cuales se desea buscar tener inferencias” (p. 164). Por su parte, Balestrini (2006) define la población como: “conjunto finito o infinito de personas, casos o elementos, que presentan características comunes” (p. 137).

En función a lo antes expuesto y para efectos de esta investigación, la población está conformada por las edificaciones asentadas en la Parroquia Santa Rosa, Municipio Valencia, Estado Carabobo.

Muestra

Según Bernal, C. (2006), "La muestra es la parte de la población que se selecciona y de la cual realmente se obtiene la información" (p. 164). De acuerdo a lo expuesto, la muestra es la parte o grupo de unidades de una población que es la elegida por poseer las mismas cualidades de la población, con la finalidad de que representen dicho universo, para analizarlo o estudiarlo. En este sentido, para efectos de la presente investigación, se tomaron al menos dos casas o edificaciones residenciales por zona homogénea, previamente preestablecidas. La selección de las edificaciones se realizó de acuerdo a los criterios que se presentan posteriormente en este documento. Se obtuvo un total de 62 inspecciones, las cuales representan la muestra de la presente investigación.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Según Méndez, C, (2008) las técnicas e instrumentos de recolección de datos son "todos los procesos internacionales que el investigador realiza sobre los hechos, acontecimientos, datos y relaciones que señalen a existencia de fenómenos que pueden explicarse en el marco de las ciencias sociales sobre que la realiza" (p. 50).

Existen diferentes técnicas para la recolección de datos, las cuales en cumplimiento y en persecución de una claridad con respecto a los procedimientos desarrollados en este trabajo especial de grado no está de más hacer referencia de ellos.

En esta investigación se utilizó la técnica de observación directa e indirecta.

- **Información Indirecta.-** Recopilación de la información existente en fuentes bibliográficas, recurriendo a las fuentes originales en lo posible: éstas fueron libros, revistas especializadas, periódicos escritos por autores expertos y páginas web de internet. A su vez la identificación y determinación de las zonas homogéneas se hizo por medio del programa GoogleEarth (versión 7.1.5.1557)
- **Información Directa.-** Este tipo de información se obtuvo mediante la aplicación de técnica de entrevistas y de observación directa, donde se evaluaron estructuras según diferentes aspectos.

Instrumentos de recolección de datos

Ramírez, T, (2009) define estos instrumentos como “un dispositivo de sustrato material para registrar los datos obtenidos a través de diferentes fuentes” (p.137).

Se utilizaron equipos necesarios como computadora personal y Unidad Flash USB, equipos empleados en el almacenamiento de la información recolectada de forma electrónica o digital.

Planilla de Inspección de Edificaciones

La información levantada mediante la información directa fue vaciada en la Planilla de Inspección de Edificaciones (versión 062013), facilitada por FUNVISIS, la cual puede desglosarse de la siguiente manera:

- a) Datos generales.
- b) Datos de los participantes.

- c) Datos del entrevistado.
- d) Identificación y ubicación de la edificación.
- e) Uso de la edificación.
- f) Capacidad de ocupación.
- g) Año de construcción.
- h) Condiciones del terreno.
- i) Tipo estructural.
- j) Esquema de planta.
- k) Esquema de elevación.
- l) Irregularidades.
- m) Grado de deterioro.
- n) Observaciones.
- o) Croquis de ubicación, fachada y planta.

En el informe técnico “Índices de Priorización de Edificios para la Gestión del Riesgo Sísmico (3ra Versión)” presentado ante FUNVISIS, MISIÓN CIENCIA. Enero, 2014. Se encuentran las indicaciones específicas para el llenado de la planilla de inspección de edificaciones (Características Sismoresistentes).

 Gobierno Bolivariano de Venezuela		Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación		Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)			
Versión 062013		PLANILLA DE INSPECCIÓN DE EDIFICACIONES				G-20007752-2	
(Características Sismorresistentes)							
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 N° de sótanos: _____		4.5 Estado: _____		4.6 Ciudad: _____			
4.7 Municipio: _____		4.8 Parroquia: _____		4.9 Urb., Barrio: _____			
4.10 Sector: _____		4.11 Calle, Vereda: _____		4.12 Pto. de Referencia: _____			
Proy. UTM(REGVEN) 4.13 Coord. X: _____		4.14 Coord. Y: _____		4.15 Huso: _____			
5. Uso de la edificación (marcar con "x", múltiples opciones)							
<input type="checkbox"/> Gubernamental		<input type="checkbox"/> Militar		<input type="checkbox"/> Medico-Asistencial		<input type="checkbox"/> Industrial	
<input type="checkbox"/> Bomberos		<input type="checkbox"/> Vivienda Popular		<input type="checkbox"/> Educativo		<input type="checkbox"/> Comercial	
<input type="checkbox"/> Protección Civil		<input type="checkbox"/> Vivienda Unifamiliar		<input type="checkbox"/> Deportivo-Recreativo		<input type="checkbox"/> Oficina	
<input type="checkbox"/> Policial		<input type="checkbox"/> Vivienda Multifamiliar		<input type="checkbox"/> Cultural		<input type="checkbox"/> Religioso	
						<input type="checkbox"/> Otro (Especifique) _____	
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 1968 y 1982		<input type="checkbox"/> Entre 1983 y 1998		<input type="checkbox"/> Entre 1999 y 2001	
						<input type="checkbox"/> Después de 2001	
8. Condición del terreno (marcar con "x", una opción por pregunta)							
8.1. Edificación en:		<input type="checkbox"/> Planicie		8.2 Pendiente del terreno: <input type="checkbox"/> 20° - 45°		<input type="checkbox"/> Mayor a 45°	
		<input type="checkbox"/> Ladera		8.3 Localizada sobre la mitad superior de la ladera:		<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
		<input type="checkbox"/> Base		8.4 Pendiente del talud: <input type="checkbox"/> 20° - 45°		<input type="checkbox"/> Mayor a 45°	
8.6 Drenajes: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No		<input type="checkbox"/> Cima		8.5 Separación al talud: <input type="checkbox"/> Menor a H del Talud		<input type="checkbox"/> Mayor a H del Talud	
9. Tipo estructural							
9.1 Marque con "x", múltiples opciones:				9. Sistemas pre-fabricados a base de grandes paneles o de pórticos			
<input type="checkbox"/> 1. Pórticos de concreto armado				<input type="checkbox"/> 10. Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada			
<input type="checkbox"/> 2. Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto				<input type="checkbox"/> 11. Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada			
<input type="checkbox"/> 3. Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales				<input type="checkbox"/> 12. Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura no mayor a 2 pisos			
<input type="checkbox"/> 4. Sistemas con muros de concreto armado de poco espesor, dispuestos en una sola dirección (algunos sist. tipo túnel)				<input type="checkbox"/> 13. Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura mayor a 2 pisos			
<input type="checkbox"/> 5. Pórticos de acero				<input type="checkbox"/> 14. Viviendas de bahareque de un piso			
<input type="checkbox"/> 6. Pórticos de acero con perfiles tubulares				<input type="checkbox"/> 15. Viviendas de construcción precaria (tierra, madera, zinc, etc.)			
<input type="checkbox"/> 7. Pórticos de acero diagonalizados							
<input type="checkbox"/> 8. Pórticos de acero con cerchas							
9.2 Indique el número del tipo estructural predominante: _____							
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"/> "T"		<input type="checkbox"/> "U"	
<input type="checkbox"/> "T"		<input type="checkbox"/> Cajón		<input type="checkbox"/> Pirámide invertida		<input type="checkbox"/> "L"	
<input type="checkbox"/> "U" ó "C"		<input type="checkbox"/> Regular		<input type="checkbox"/> Piramidal		<input type="checkbox"/> Rectangular	
<input type="checkbox"/> Esbeltez horizontal				<input type="checkbox"/> Esbeltez vertical			
<input type="checkbox"/> Ninguno				<input type="checkbox"/> Ninguno			

Figura 3. Planilla de Inspección de Edificaciones (versión 062013). Fuente: FUNVISIS, 2014.

 Gobierno Bolivariano de Venezuela		Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación		Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (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 entrepiso debil ó blando	<input type="checkbox"/> 12.5 Presencia de columnas cortas	<input type="checkbox"/> 12.6 Discontinuidad de ejes de columnas o paredes portantes	<input type="checkbox"/> 12.7 Aberturas significativas en losas	<input type="checkbox"/> 12.8 Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta
						<input type="checkbox"/> 12.9 Adosamiento: Losa contra losa	<input type="checkbox"/> 12.10 Adosamiento: Losa contra columna
						12.11 Separación entre edificios (cm): _____	
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"> - Fachadas - Elementos estructurales - Discontinuidad de elementos - Grietas o fisuras en elementos de concreto - Identificación de la edificación - Losas - Juntas - Aberturas excesivas en planta - Corrosión o deterioro en elementos de acero - Pendiente del terreno - Talud cercano - Nodos o conexiones - Asimetría en planta - Observaciones o casos especiales - Tipo estructural - Presencia columna corta - Grietas en paredes 							

Figura 4. **Planilla de Inspección de Edificaciones (versión 062013).** Fuente: FUNVISIS, 2014.

Aplicación móvil Índice Prio. BD.

Luego de la recolección de la información en la Planilla de Inspección de Edificaciones ésta se pasó a una base de datos digital utilizando la herramienta “Índice Prio. BD que contiene la información de la planilla en un dispositivo móvil para uso almacenamiento y geolocalización.



Figura 5. Aplicación móvil Índice Prio BD. Fuente: FUNVISIS, 2016.

Descripción de la Metodología

Fase I: Recopilar estadísticas disponibles e inspecciones asociadas a la zona seleccionada.

Según el Censo de Población de vivienda del INE 2.011 La Parroquia Santa Rosa presenta una población 72.991 habitantes. Esta parroquia no pose inspecciones realizada en otros trabajos de investigación, por lo tanto se utilizaran únicamente los datos recolectados durante esta investigación.

Fase II: Definición de zonas homogéneas.

En esta fase, con el apoyo en otros trabajos de investigación similares, las recomendaciones de profesores y nuestro criterio se definieron las zonas homogéneas las cuales se seleccionaron de acuerdo a los criterios expuestos a continuación.

La definición de zonas homogéneas se realizó mediante la herramienta de Google Earth, analizando únicamente las estructuras que sean de tipo residencial.

a) Caracterización de la zona de estudio.

Se plantea definir 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).

b) Tipo de Zona.

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

c) **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-vencida)	Baja	UR-CA-B
			Media	UR-CA-M
			Alta	UR-CA-A
		Quinta (Casa-quinta)	Baja	UB-CQ-B
			Media	UB-CQ-M
			Alta	UB-CQ-A
		Edificio (Apartamento en Edificio)	Baja	UR-ED-B
			Media	UR-ED-M
			Alta	UR-ED-A
	Casco Central	Casa (Casa-vencida)	Baja	CC-CA-B
			Media	CC-CA-M
			Alta	CC-CA-A
		Quinta (Casa-quinta)	Baja	CC-CQ-B
			Media	CC-CQ-M
			Alta	CC-CQ-A
		Edificio (Apartamento en Edificio)	Baja	CC-ED-B
			Media	CC-ED-M
			Alta	CC-ED-A
	Barrio	Casa (Casa-vencida)	Baja	BA-CA-B
			Media	BA-CA-M
			Alta	BA-CA-A
		Rancho	Baja	CA-RA-B
			Media	CA-RA-M
			Alta	CA-RA-A

Nota. Fuente: FUNVISIS, 2014.

d) Criterios de Definición de las Zonas:

- Dentro de cada zona definida como homogénea debe existir un predominio de tipo de edificación o vivienda de al menos un 75% a escala nacional, 85% a escala regional y un 95% a escala local.
- 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.

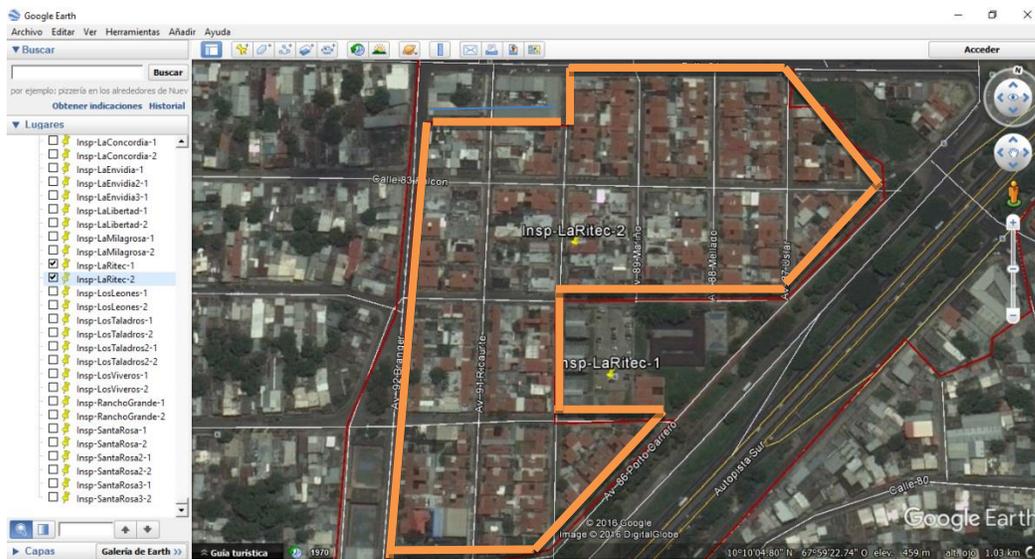


Figura 6. Clasificación de zonas homogéneas de Uso Residencial en Venezuela. Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizada la determinación de zonas homogéneas, se procedió a la inspección visual, a 62 edificaciones pertenecientes a la muestra. Estos datos fueron plasmados en la Planilla de Inspección de Edificaciones (Características Sismo resistentes), versión 062013.

Fase III: Realizar muestreo mediante inspecciones en sitio de las características sismorresistentes de edificios, quintas, y casas de la zona seleccionada.

Fase IV: Determinación de los índices de riesgo sísmico y de priorización de las edificaciones.

Se presenta un procedimiento para la asignación de 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.

Luego de llenar la planilla de inspección de edificaciones se procede a determinar los índices de amenaza, vulnerabilidad, importancia y de priorización. El procedimiento se encuentra descrito en el Capítulo II del presente trabajo. A continuación se definen rangos y se califican los mismos para valores de los índices de vulnerabilidad, riesgo y priorización. El origen y justificación de estos rangos se puede consultar en (López et. al. 2014).

a) **Determinación del índice de Amenaza.**

b) **Determinación del índice de Vulnerabilidad.**

Luego de obtener los resultados del índice de vulnerabilidad, estos se clasificaran en rangos, para poder estudiarlos con mayor facilidad. Se establecerán los rangos presentados en la Tabla #14, cubriendo 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	$0 \leq Iv < 10$

Nota. Fuente: FUNVISIS, 2014.

c) **Determinación del índice de Riesgo.**

Luego de obtener los resultados del índice de riesgo, estos se clasificarán en rangos para su estudio. Se establecerán los rangos descritos en la Tabla 15.

Tabla 15. Valoración del Índice de Riesgo (IR).

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

Nota. Fuente: FUNVISIS, 2014.

d) **Índice de Importancia.**

e) **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 del índice de priorización de cada edificación a evaluar. El índice de priorización se encuentra descrito en la Tabla 16.

Tabla 16. Valoración del Índice de Priorización (IP).

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

Nota. Fuente: FUNVISIS, 2014.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y RESULTADOS

En el presente capítulo se muestran y analizan por medio de tablas y gráficos, los datos de mayor relevancia dentro de la planilla de inspección de edificaciones, debido a su importancia en el cálculo de los indicadores sísmicos.

La base de datos contenida en el presente trabajo, comprende toda la zona de La Parroquia Santa Rosa la cual fue fundada el 20 de noviembre de 1848 tiene una superficie de 125 kilómetros cuadrados, presentado una población 72.991 habitantes (INE). Esta Parroquia limita por el norte con la Parroquia Candelaria, (por la calle Comercio). Por el Sur, la fila y camino real de éste hacia Noguera, partiendo del río Paíto. Por el Este, las Parroquias San Blas y Rafael Urdaneta, por el río Cabriales. Por el Oeste, La Parroquia Candelaria, por la Avenida Constitución y la Avenida Bolívar Sur.

Tal como señalan Esté, Esteller y Rondón de Esteller (1992) el casco de Santa Rosa está conformado por veinte y tres (23) urbanizaciones populares y tres (3) urbanizaciones, que actualmente con el crecimiento vertiginoso que se ha experimentado en los últimos años en la ciudad de Valencia, generado por el crecimiento demográfico de la población pero con un peso significativo por las migraciones.

Las urbanizaciones populares son las siguientes: Andrés Eloy Blanco, Antonio José de Sucre, Aquiles Nazoa, La Blanquera, Las Brisas (Brisas del Sur), Brisas del Terminal, El Carmen (Norte y Sur), César Girón, La Concordia, la Isabelica, Los Leones, La Libertad, La Maestranza, La Milagrosa, Ochocientos Diez, La Planta,

Rancho Grande, H Romancero, Los Taladros, Trece de Septiembre, El Triunfo, El Vivero y La Unidad. Las urbanizaciones son: La Castellana, La Finca y Ritec.

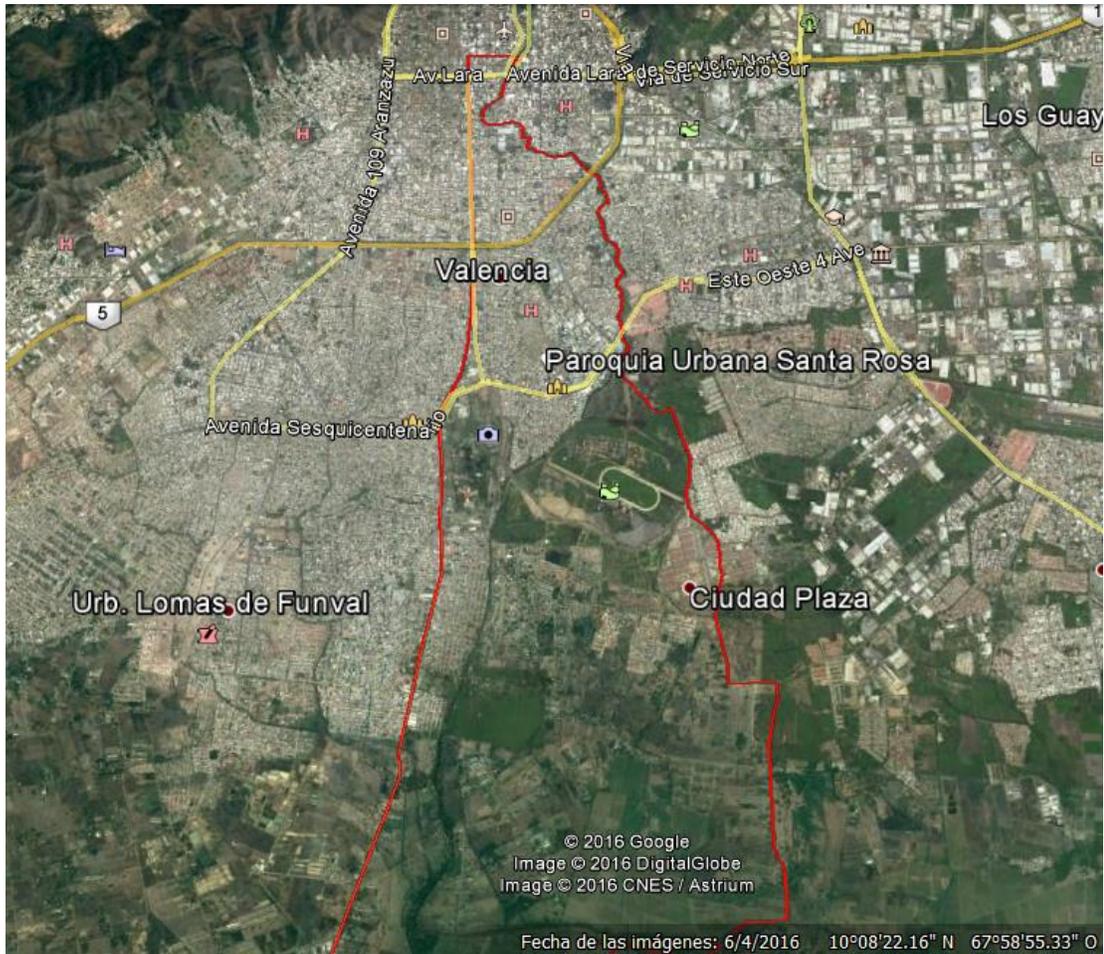


Figura 7. **Limites Parroquia Urbana Santa Rosa.** Fuente: Google Earth.

La base de datos contenida en el presente trabajo, comprende toda la zona de Santa Rosa, la cual consiste en 62 planillas de inspección, donde se representan las 22.781 edificaciones que existen en la zona, debido a que no se encontraron antecedentes en trabajos que consideraran a Santa Rosa y utilizaran la aplicación con el fin de tener una base de datos para FEM, estas inspecciones realizadas representan las únicas de la zona.

Los datos presentados a continuación son el resultado del análisis de las planillas de inspección, utilizadas para la evaluación de las edificaciones en estudio.

Distribución de las edificaciones según su capacidad de ocupación:

Tabla 17. Distribución numérica y porcentual según capacidad de ocupación.

Capacidad de ocupación				
Tipo	Edificaciones	Edificaciones (porcentaje)	Habitantes	Habitantes (Porcentaje)
Entre 1-10	22.567	99,06	109.340	85,17
Entre 10-50	45	0,20	2.200	1,71
Entre 50 y 100	169	0,74	16.840	13,12
Más de 100	0	0,00	0	0,00

Nota. Fuente: Elaboración propia.



Gráfico 1. Distribución numérica de las edificaciones por capacidad de ocupación. Fuente: Elaboración propia.

La capacidad de ocupación se refiere al número de habitantes que viven o habitan valga la redundancia en la edificación. Para la clasificación de la capacidad de ocupación fueron utilizados cuatro (4) rangos. En la tabla 17 y el gráfico 1 mostrados anteriormente, se puede visualizar que el rango de entre uno (1) y diez (10) habitantes en la edificación, tiene el mayor porcentaje con un 99,06%, el rango de

entre diez (10) y cincuenta (50) habitantes de 0,20%, el rango de entre cincuenta (50) y cien habitantes (100) de 0,74% y el rango de mayor a cien (100) habitantes de 0%.

Distribución de las edificaciones según su uso de la edificación:

Tabla 18. Distribución numérica y porcentual según uso de la edificación.

Uso				
Tipo	Edificaciones	Edificaciones (Porcentaje)	Habitantes	Habitantes (Porcentaje)
Unifamiliar	21.470	94,25	102.780	80,06
Multifamiliar	661	2,90	21050	16,40
Popular	650	2,85	4550	3,54

Nota. Fuente: Elaboración propia.

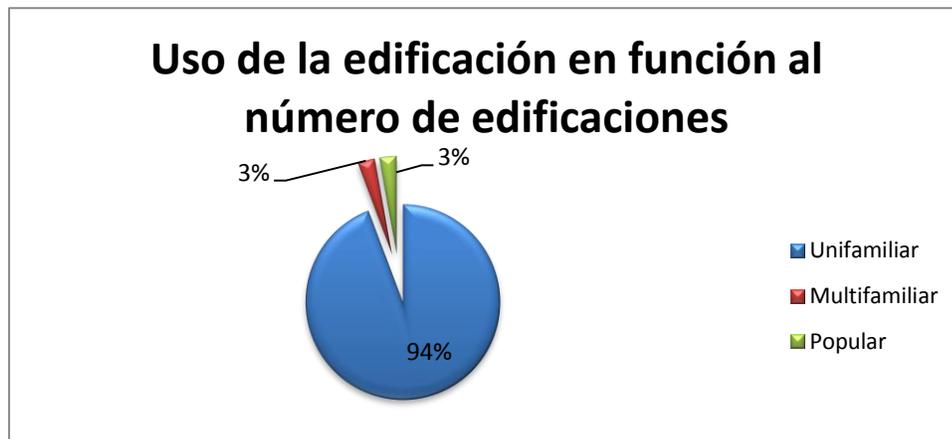


Gráfico 2. Distribución porcentual del uso de las edificaciones en función al número de edificaciones. Fuente: Elaboración propia

En el presente trabajo el uso de la edificación está sujeto solo a edificaciones de uso residencial, es decir, tipo unifamiliar, multifamiliar y popular.

En la tabla 18 y el gráfico 2, se puede apreciar que la mayoría de las edificaciones evaluadas corresponden a viviendas residenciales unifamiliares, siendo un 94,25%, las viviendas multifamiliares corresponden a un 2,90% y las viviendas populares a un 2,85% de la zona evaluada. Al analizarse la cantidad de habitantes que

viven en este tipo de viviendas, los porcentajes son un poco distintos, teniendo que un 80,06% de los habitantes viven en viviendas unifamiliares, un 16,40% en viviendas multifamiliares y un 3,54% en viviendas populares.

Distribución de las edificaciones según año de construcción:

Tabla 19. Distribución numérica y porcentual según año de construcción de la edificación.

Año de construcción				
Tipo	Edificaciones	Edificaciones (Porcentaje)	Habitantes	Habitantes (Porcentaje)
Antes de 1939	720	3,16	4.040	3,15
Entre 1940 y 1947	0	0,00	0	0,00
Entre 1948 y 1955	0	0,00	0	0,00
Entre 1956 y 1967	2.633	11,56	13.290	10,35
Entre 1968 y 1982	18.908	83	91.800	71,51
Entre 1983 y 1998	50	0,22	350	0,27
Entre 1999 y 2001	0	0,00	0	0,00
Después de 2001	470	2,06	18.900	14,72

Nota. Fuente: Elaboración propia.

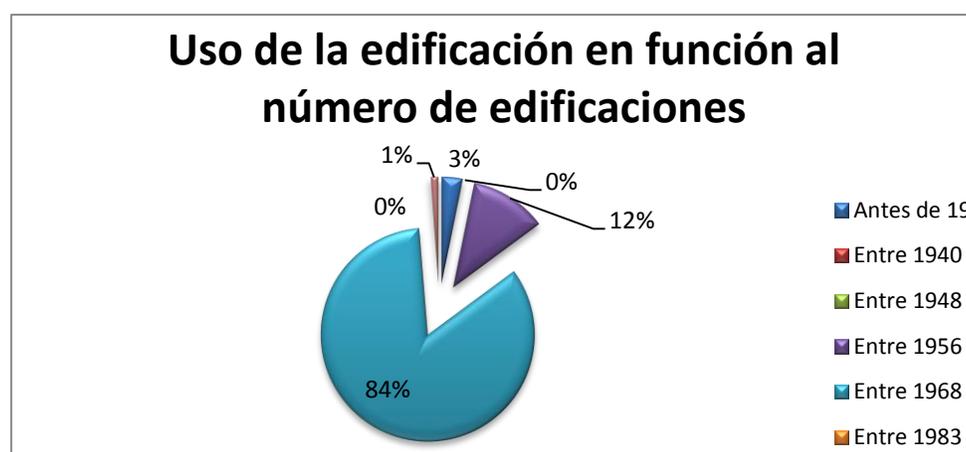


Gráfico 3. Distribución numérica de las edificaciones según año de construcción de la edificación. Fuente: Elaboración propia.

La parroquia Santa Rosa posee diversos sectores, los cuales fueron construidos a lo largo de muchos años, existiendo así, edificaciones de hace más de setenta (70) años, y edificaciones recientes del presente siglo, tales como las construcciones de Petrocasa y el sector Ciudad Plaza.

En la tabla 19 y gráfico 3 se puede ver que el porcentaje de edificaciones construidas antes de 1939 es de 3,16%, y se residencia aproximadamente el 3% de los habitantes de la parroquia; siendo estas calculadas sin una norma de diseño sismorresistentes por su antigüedad.

Con respecto a las edificaciones construidas entre los años 1940 y 1955, no fueron registradas en las inspecciones, sin embargo, esto no quiere decir que no existan edificaciones de estos años en la parroquia Santa Rosa.

Las edificaciones construidas entre la década de 1960 y 1970 corresponde a la mayoría de las edificaciones de esta parroquia, siendo el 11,56% de las edificaciones construidas entre 1956 y 1967, donde se residencia el 10,35% de los habitantes de Santa Rosa, y corresponden a la Norma presente de esa época, mientras que, entre 1968 y 1982 se construyeron aproximadamente el 83% de las edificaciones de la parroquia, residenciándose el 71,51% de los habitantes de Santa Rosa.

Las edificaciones construidas entre los años 1983 y 1998 corresponden a menos del 1% de la parroquia, así como también a menos del 1% del porcentaje de habitantes de Santa Rosa.

Entre los años 1999 y 2001 no fueron registradas edificaciones construidas en esta época, sin embargo, pueden existir construcciones correspondidas en este período.

En el presente siglo, fueron construidas un número de edificaciones bajo planes del gobierno, siendo su mayoría en el sector ciudad plaza y casas de petrocasa del sector el impacto, y el número de edificaciones construidas en este período, el cual abarca desde el año 2001, es de 2,06%, residenciándose el 14,72% de la población de Santa Rosa.

Distribución de las edificaciones según presencia de irregularidades:

Las irregularidades de una edificación se pueden presentar de diversas maneras, siendo esta la razón por la cual, se optó por organizar y distribuir a las edificaciones en función a cada irregularidad de forma individual.

Tabla 20. Tipos de irregularidades presente en cada edificación.

Leyenda	Irregularidad
1	Ausencia de vigas altas en una o dos direcciones
2	Ausencia de muros en una dirección
3	Estructura frágil
4	Presencia de al menos un entrepiso débil ó blando
5	Presencia de columnas cortas
6	Discontinuidad de ejes de columnas o paredes portantes
7	Abertura significativa en losas
8	Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta
9	Adosamiento: Losa contra losa
10	Adosamiento: Losa contra columna

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Distribución numérica y porcentual de la presencia de al menos una irregularidad en las edificaciones.

Presencia de al menos una irregularidad				
Presenta	Edificaciones	Edificaciones (Porcentaje)	Habitantes	Habitantes (Porcentaje)
Si	20.580	90,33	100.100	77,97
No	2.201	9,67	28.280	22,03

Nota. Fuente: Elaboración propia.

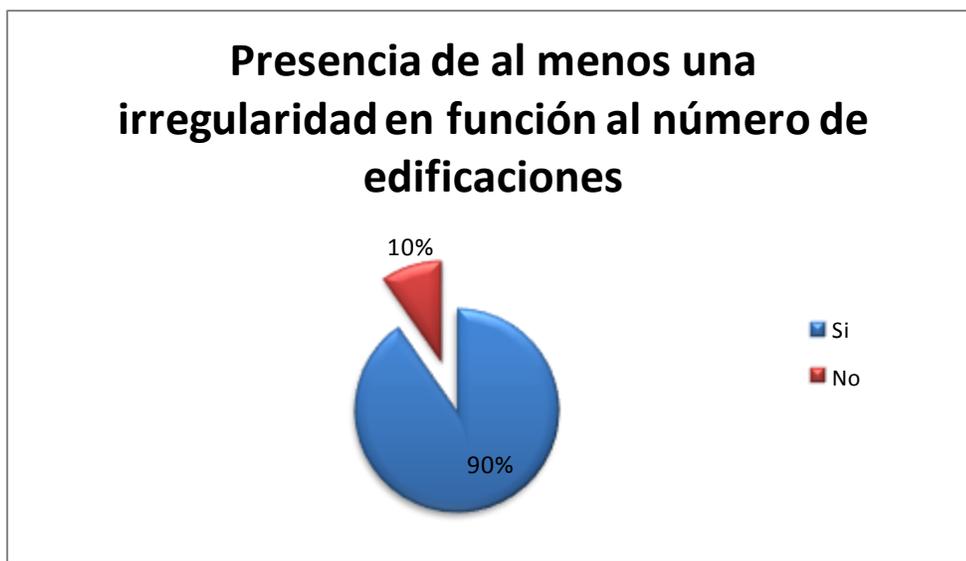


Gráfico 4. Presencia de al menos una irregularidad, en función al número de edificaciones. Fuente: Elaboración propia.

Una vez organizadas de manera individual todas las irregularidades que afectan a las edificaciones evaluadas, se procede a evaluarlas en conjunto:

Al analizar las tabla 21 y el gráfico 4, se tiene que el 90,33% de las edificaciones presenta al menos una (1) de las diez (10) irregularidades evaluadas en la planilla, afectando a 77,97% de las personas que habitan en Santa Rosa, donde pueden haber edificaciones que presenten más de una (1) irregularidad, siendo más preocupante al momento de un sismo. Se tiene que el 9,67% de las edificaciones de Santa Rosa no posee ninguna irregularidad estructural, siendo positivo a nivel sísmico para el 22,03% de las personas que habitan en la zona, siendo por lo general, aquellas que viven en zonas como la Ritec, Brisas del Sur, entre otras, ya que, estas zonas son las que cumplen con los códigos sísmicos establecidos en la actualidad.

Distribución de las edificaciones en función al sistema estructural o tipo de estructura predominante:

Dentro de la zona de estudio fueron evaluados diversos tipos de sistemas estructurales, donde, de los once (11) presentes en la planilla, solo fueron observados siete (7) tipos.

Tabla 22. Distribución de los tipos de sistemas estructurales.

Leyenda	Tipo de sistema estructural	Nombre resumido
1	Pórticos de concreto armado	PCA
2	Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloque de arcilla o de concreto	PCAP
3	Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales	MCA2D
4	Sistemas con muros de concreto armado de poco espesor dispuestos en una sola dirección	MCA1D
5	Pórticos de acero	PA
6	Pórticos de acero con perfiles tubulares	PAPT
7	Pórticos de acero diagonalizados	PAD
8	Pórticos de acero con cerchas	PAC
9	Sistemas pre-fabricados a base de grandes paneles o pórticos	PRE
10	Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada	MMC
11	Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada	MMNC
12	Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura no mayor a 2 pisos	PMBCB
13	Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura mayor a 2 pisos	PMBCA
14	Viviendas de bahareque de un piso	VB
15	Viviendas de construcción precaria	VCP

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Los tipos estructurales presentes son, Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloque de arcilla o de concreto (PCAP), Sistemas pre-fabricados a base de

grandes paneles o pórticos (PRE), Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada (MMC), Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada (MMNC), Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura no mayor a 2 pisos (PMBCB), Viviendas de bahareque de un piso (VB) y Viviendas de construcción precaria (VCP).

Tabla 23. Distribución numérica según tipo de estructura o sistema estructural predominante.

Tipo de Estructura Predominante				
Tipo	Edificaciones	Edificaciones (Porcentaje)	Habitantes	Habitantes (Porcentaje)
1	0	0,00	0	0,00
2	5.004	21,97	41.875	32,62
3	0	0,00	0	0,00
4	0	0,00	0	0,00
5	0	0,00	0	0,00
6	0	0,00	0	0,00
7	0	0,00	0	0,00
8	0	0,00	0	0,00
9	110	0,48	550	0,43
10	12.800	56,19	60.070	46,79
11	440	1,93	2.840	2,21
12	3.482	15,28	17.000	13,24
13	0	0,00	0	0,00
14	495	2,17	2.895	2,26
15	450	1,98	3.150	2,45

Nota. Fuente: Elaboración propia.



Gráfico 5. Distribución porcentual del tipo de estructura predominante en función al número de edificaciones. Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 23 y el gráfico 5 se puede visualizar que el 21,97% de las edificaciones son de pórticos de concreto armado, habitando en ellos aproximadamente el 33% de los habitantes de Santa Rosa.

La gran mayoría de las edificaciones de la parroquia son de sistemas de mampostería confinada, siendo el 57% de las edificaciones las de este tipo estructural, habitando en ellos aproximadamente el 47% de la población de Santa Rosa.

Un 15% de las edificaciones están construidas de sistemas mixtos de pórticos y mampostería de baja calidad constructiva, habitando en ellos aproximadamente el 13% de la población de Santa Rosa.

El resto de las edificaciones están construidas de otros tipos estructurales, tales como, viviendas precarias, bahareques, sistema prefabricado y sistemas de mampostería no confinada.

Distribución de las edificaciones de acuerdo al grado de deterioro de los elementos estructurales y no estructurales:

El grado de deterioro de los elementos estructurales y no estructurales, de las edificaciones evaluadas en el presente trabajo se refiere a las paredes de relleno, el concreto reforzado de las estructuras y el acero presente en ellas.

El tipo de sistema estructural que posee la edificación es la que determina cual o cuales de los tres (3) parámetros que se mencionaron en el párrafo anterior son los que se van a evaluar en la planilla de inspección.

a) Distribución de las edificaciones de acuerdo al grado de deterioro del concreto:

Muchas de las zonas homogéneas evaluadas presentan sistemas estructurales que no poseen concreto armado, por lo tanto, todas aquellas zonas de tipo estructural de mampostería confinada, pórticos de acero, entre otros; queda exento del parámetro de deterioro del concreto.

De las veinte y dos mil, setecientos ochenta y uno (22.781) edificaciones presentes en la zona, las cuales corresponden a las sesenta y dos (62) inspecciones realizadas en total, solo cinco mil cuatro (5.004) tienen como componente el concreto, correspondiendo así a veintiún (21) inspecciones.

Según la tabla mostrada a continuación, se puede ver que el 63,03% de las edificaciones de concreto en la zona no poseen deterioro, esto puede deberse a que muchas de estas edificaciones han sido modificadas o remodeladas, mientras que un 36,97% presenta un deterioro del concreto moderado, viéndose afectado por esto el 21,56% de la población presente en la zona. Con respecto a un deterioro severo del concreto, ninguna de las inspecciones realizadas presento una edificación de concreto en ese estado.

Tabla 24. Distribución numérica y porcentual según el estado de deterioro del concreto.

Estado del concreto				
Tipo	Edificaciones	Edificaciones (Porcentaje)	Habitantes	Habitantes (Porcentaje)
Ninguno	3.154	63,03	32.845	78,44
Moderado	1.850	36,97	9.030	21,56
Severo	0	0,00	0	0,00

Nota. Fuente: Elaboración propia.

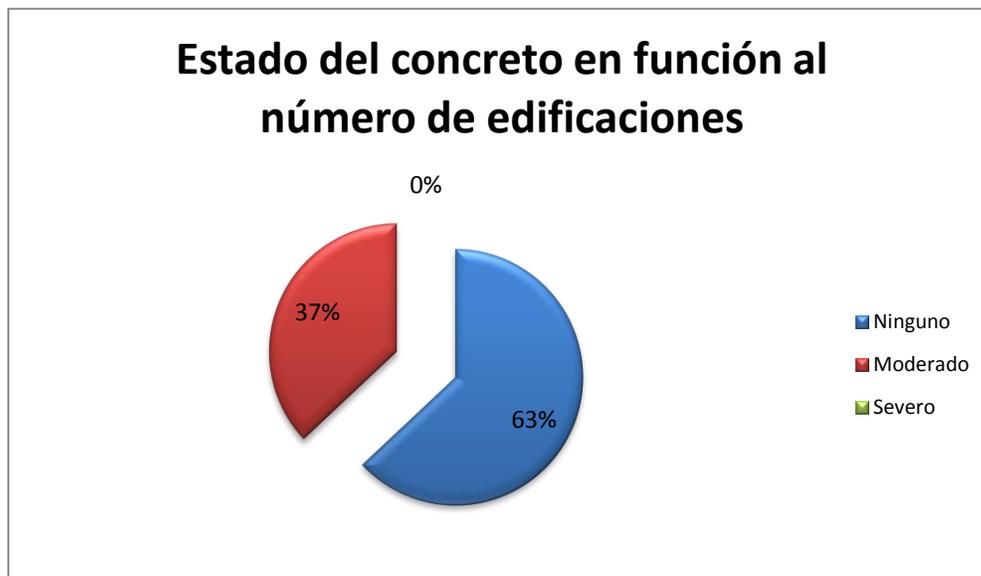


Gráfico 6. Distribución porcentual del estado de deterioro del concreto en función al número de edificaciones.

Fuente: Elaboración propia.

Se puede ver en la tabla 24 y el gráfico 6, que las veinte y dos mil, setecientas ochenta y uno (22.781) edificaciones presentes en la zona, las cuales corresponden a las sesenta y dos (62) inspecciones realizadas en total, solo cinco mil cuatro (5.004) tienen como componente el concreto, correspondiendo así a veintiún (21) inspecciones.

Según el gráfico 6 y la tabla 24, se puede ver que el 63,03% de las edificaciones de concreto en la zona no poseen deterioro, esto puede deberse a que muchas de estas edificaciones han sido modificadas o remodeladas, mientras que un 36,97% presenta un deterioro del concreto moderado, viéndose afectado por esto el 21,56% de la población presente en la zona. Con respecto a un deterioro severo del concreto, ninguna de las inspecciones realizadas presento una edificación de concreto en ese estado.

b) Distribución de las edificaciones de acuerdo al grado de deterioro del acero:

Las edificaciones evaluadas no presentaron un sistema estructural de acero, y en los sistemas estructurales de concreto armado no se alcanzó a visualizar en la inspección un posible deterioro del acero presente, por lo tanto, se llega a la conclusión de que no hay problemas con respecto al deterioro del acero en las edificaciones de Santa Rosa, en función a la muestra de edificaciones tomada para el presente trabajo.

c) Distribución de las edificaciones de acuerdo al estado de deterioro de paredes:

Las paredes es un componente estructural importante en las edificaciones, ya que, estas pueden proporcionar rigidez a la edificación. En el presente trabajo, todas las edificaciones fueron analizadas con respecto a este parámetro, teniendo resultados positivos en el sentido de que son muy pocas las edificaciones que presentan un deterioro severo que pudiese afectar de manera muy negativa la vulnerabilidad de la edificación.

Tabla 25. Distribución numérica y porcentual según el estado de deterioro de paredes.

Estado Paredes				
Tipo	Edificaciones	Edificaciones (Porcentual)	Habitantes	Habitantes (Porcentual)
Severo	650	2,85	3.550	2,77
Moderado	14.237	62,50	70.275	54,74
Ninguno	7.894	34,65	54.555	42,49

Nota. Fuente: Elaboración propia.



Gráfico 7. Distribución porcentual del estado de deterioro de las paredes en función al número de edificaciones.

Fuente: Elaboración propia.

En la tablas 25 y el gráfico 7, se puede ver que un 2,85% de las edificaciones presentan un deterioro severo, afectando al 2,77% de las personas que habitan en la zona, se tiene un 62,5% de deterioro moderado, el cual afecta a 54,74% de las personas que habitan en la zona, y por último se tiene que el 34,65% de las edificaciones no posee ningún grado de deterioro en las paredes, siendo beneficiadas en este aspecto el 42,49% de la población.

d) **Distribución de las edificaciones de acuerdo al estado general de mantenimiento:**

El estado de mantenimiento de un edificio considera elementos y zonas del edificio que no se toma en cuenta al analizar los elementos estructurales de manera individual. Es importante tener en cuenta que un edificio puede tener elementos estructurales en buen estado, pero al no recibir ningún mantenimiento, estos se verán afectados en algún momento, así como también, el edificio puede tener un buen mantenimiento de zonas comunes y tener un mal estado de sus elementos estructurales, por lo tanto, estos dos (2) parámetros tienen relación entre ellos y ambos son de importancia en el análisis de vulnerabilidad sísmica.

Tabla 26. Distribución numérica según el estado de mantenimiento.

Mantenimiento				
Tipo	Edificaciones	Edificaciones (Porcentaje)	Habitantes	Habitantes (Porcentaje)
Bueno	5.161	22,65	42.500	33,10
Regular	14.590	64,04	69.230	53,93
Bajo	3.030	13,30	16.650	12,97

Nota. Fuente: Elaboración propia.



Gráfico 8. Distribución porcentual del estado de mantenimiento en función al número de edificaciones. Fuente: Elaboración propia.

Según las muestras consideradas en el presente trabajo de investigación y la información provista en el gráfico 8 y tabla 26, se tiene que el 22,65% de las edificaciones posee un buen mantenimiento, que corresponde al 33,10% de las personas que habitan en la zona. Un 64,04% de las edificaciones presentan un mantenimiento regular, el cual es el más común de todos, siendo correspondidas el 53,93% de las personas que habitan en la zona. Por último se tiene que el 13,30% de las edificaciones presentan un estado de mantenimiento bajo, correspondiendo en su mayoría a zonas populares, correspondiendo al 12,97% de las personas que habitan en la zona.

Resultados de la evaluación de los escenarios de riesgo sísmicos.

a) Evaluación de amenaza sísmica presente en las edificaciones (Ia).

El índice de amenaza sísmica es uno de los índices necesarios para calcular el índice de priorización, siendo el de amenaza sísmica el índice asociado al valor de coeficiente de aceleración del terreno en roca y los efectos topográficos de la zona.

La parroquia Santa Rosa, así como todas las parroquias ubicadas en el estado Carabobo, es una zona sísmica de nivel cinco (5), con un valor de coeficiente de aceleración del terreno en roca (A_0) igual a 0.30.

Tabla 27: Índice de amenaza sísmica de las edificaciones de la Parroquia Santa Rosa.

Zona sísmica	5
Coeficiente de aceleración del terreno en roca (A_0)	0.30
Efectos topográficos en la zona	No
Índice de amenaza sísmica	0.68

Nota. Fuente: Propia

La tabla 27 demuestra que todas las edificaciones de Santa Rosa tienen un índice de amenaza sísmica de 0,68.

Ejemplo de la determinación del índice de vulnerabilidad sísmica (Iv):

De las sesenta y dos inspecciones realizadas, se procede a evaluar una tomada al azar, con el fin de dar un ejemplo del índice de vulnerabilidad de una edificación.

La edificación a evaluar a continuación, pertenece a la zona homogénea Carmen Sur de Santa Rosa, y representa las doscientas ochenta (280) edificaciones de ese lugar con las mismas características de esta edificación en particular.

- a) Primeramente se procede a delimitar la zona de estudio con el programa GoogleEarth.



Figura 8: Zona homogénea Carmen Sur. Fuente: GoogleEarth.



Figura 9: Edificación seleccionada correspondiente al código “Insp-CarmenSur-2”. Fuente: Elaboración propia.

La edificación fue construida hace más de 70 años, por lo tanto su período de construcción es anterior al año 1939, es una edificación unifamiliar que se encuentra en un terreno plano y posee drenaje. El tipo estructural es de sistemas cuyos miembros portantes son de mampostería confinada, su configuración en planta es regular y su configuración en elevación es rectangular. Posee una irregularidad, ya que, carece de vigas en ambas direcciones, además de que presenta un daño moderado en las paredes y el mantenimiento general observado fue bajo.

Tabla 28: Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica (Iv) para “Insp-CarmenSur-2”.

Parámetro Valor	Datos	Peso relativo (ai)	Valor tabulado (Ii)
I1 Antigüedad y norma utilizada	1939	0,25	100
I2 Tipo Estructural	10	0,35	70
I3 Irregularidad	Si	0,25	40
I4 Profundidad del deposito	No	0,07	0
I5 Topografía	Planicie	0,04	0
I6 Grado de deterioro	Moderado/Bajo	0,04	20
Índice de vulnerabilidad $Iv = \sum ai \times Ii$			60,3
Clasificación de la vulnerabilidad			Muy elevada

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Evaluación del índice de vulnerabilidad sísmica (Iv) de las edificaciones:

Los datos todas las edificaciones, así como también su índice de vulnerabilidad “Iv” se presentan en el anexo “D”.

A continuación se muestra la clasificación de vulnerabilidad de todas las edificaciones de la parroquia Santa Rosa.

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

Vulnerabilidad sísmica				
Tipo	Edificaciones	Edificaciones (Porcentaje)	Habitantes	Habitantes (Porcentaje)
Muy elevada	3.305	14,51	18.315	14,27
Elevada	15.222	66,82	71.720	55,87
Media alta	3.028	13,29	15.165	11,81
Media baja	1.036	4,55	5.680	4,42
Baja	190	0,83	17.500	13,63
Muy baja	0	0,00	0	0,00

Nota. Fuente: Elaboración propia.

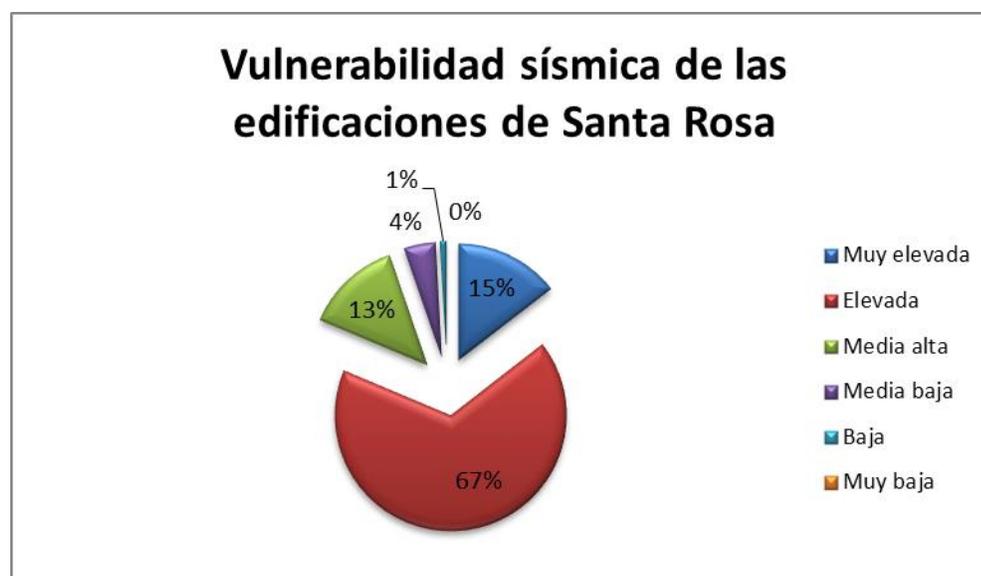


Figura 10. Distribución numérica de vulnerabilidad sísmica presente en las edificaciones estudiadas. Fuente: Elaboración Propia

A partir de la información provista por la tabla 29 y el gráfico 10, se puede ver que el porcentaje de edificaciones con una vulnerabilidad alta y muy elevada es de más del 80% de las existentes en la parroquia Santa Rosa, esto es debido, al tipo de

estructura, año de construcción e irregularidades estructurales que estas edificaciones poseen.

Se tiene que el 14,51% de las edificaciones de Santa Rosa son de vulnerabilidad muy elevada, afectando a aproximadamente el 15% de la población de la parroquia, siendo en su mayoría aquellas construidas antes de 1939, mientras que, un 66,82% de las edificaciones son de vulnerabilidad media alta, correspondiendo a aquellas construidas luego de 1939 pero con presencia de irregularidades estructurales y tipos de estructuras que no corresponden a un diseño sismorresistente, afectando al 55,87% de la población de la parroquia Santa Rosa.

El resto de las edificaciones corresponden a una vulnerabilidad media alta, media baja y baja, siendo en su mayoría aquellas con estructuras de mampostería confinada o pórticos de concreto armado.

A partir de la información proporcionada en tabla y gráfico se tiene que el 13,29% de las edificaciones son de vulnerabilidad media alta, las cuales a pesar de no ser una vulnerabilidad tan grave, sigue siendo una vulnerabilidad preocupante en función a su desempeño sismorresistente, viéndose afectado aproximadamente el 12% de los residentes de Santa Rosa.

Aproximadamente el 5% restante se encuentra entre vulnerabilidad media baja y baja, siendo edificaciones que no poseen problemas en el diseño sismorresistente, lo cual es bastante positivo en el caso de que ocurra algún sismo de alta magnitud; el porcentaje de habitantes de Santa Rosa que habitan en estas edificaciones es de aproximadamente el 16%.

Evaluación de riesgo sísmico (Ir):

Una vez evaluada la amenaza sísmica presente en la zona de estudio (Ia) y el índice de vulnerabilidad sísmica (Iv), se procede a la determinación del Índice de riesgo sísmico (Ir), dado por el producto entre el Índice de amenaza sísmica y el Índice de riesgo sísmico.

Para el ejemplo mencionado anteriormente, se tiene que:

Tabla 30. Índice de riesgo sísmico para “Insp-CarmenSur-2”.

Índice de vulnerabilidad sísmica (Iv)	60,3
Índice de amenaza sísmica (Ia)	0,68
Índice de riesgo sísmico (Ir) = Ia x Iv	41
Clasificación del riesgo	Elevado

Nota. Fuente: Elaboración propia

Los valores del Índice de riesgo sísmico, al igual que los valores del Índice de vulnerabilidad sísmica se encuentran en el anexo “C”.

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

Riesgo sísmico				
Tipo	Edificaciones	Edificaciones (Porcentaje)	Habitantes	Habitantes (Porcentaje)
Muy elevada	0	0,00	0	0,00
Elevada	3.305	14,51	18.315	14,27
Alta	18.207	79,92	86.445	67,34
Media alta	1.079	4,74	6.120	4,77
Media baja	190	0,83	17.500	13,63
Baja	0	0,00	0	0,00
Muy baja	0	0,00	0	0,00

Nota. Fuente: Elaboración propia.

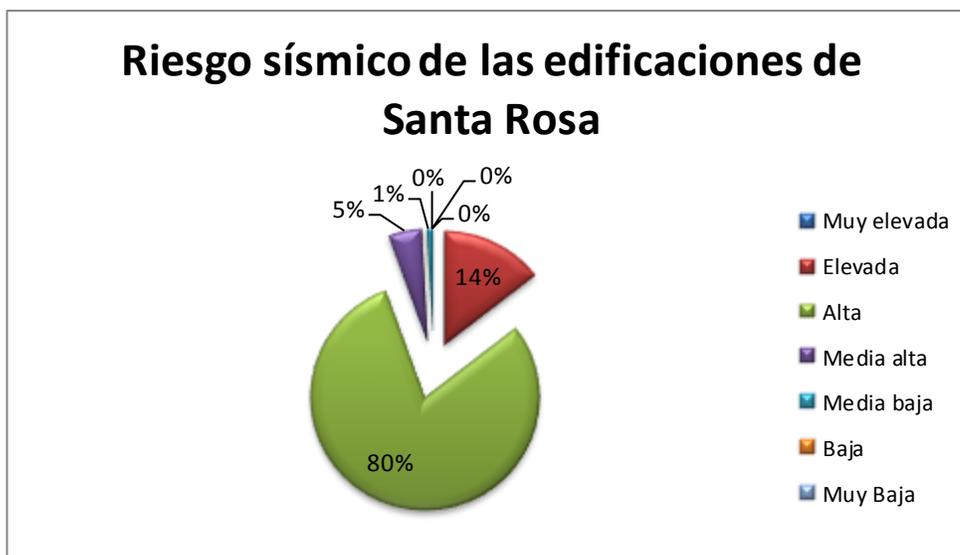


Figura 11. **Distribución numérica de riesgo sísmico presente en las edificaciones.** Fuente: Elaboración propia.

Los resultados reflejados en las tabla 31 y gráfico 11 refleja el riesgo sísmico que poseen las edificaciones de Santa Rosa; como se puede ver, ninguna edificación es de riesgo sísmico muy elevado, lo cual es bastante positivo, ya que este es el caso más desfavorable en el que se puede hallar una edificación con respecto a su índice de riesgo sísmico.

Aproximadamente el 15% de las edificaciones de Santa Rosa poseen un riesgo sísmico elevado, las cuales, corresponden a aquellas edificaciones de vulnerabilidad sísmica muy elevada, afectando al 14,27% de la población de la parroquia.

El 80% de las edificaciones de Santa Rosa poseen un riesgo sísmico alto, las cuales corresponden a las edificaciones de vulnerabilidad alta y media alta, afectando así, a casi el 68% de la población de la parroquia.

El 5% restante de las edificaciones corresponde a un riesgo sísmico medio alto y medio bajo, las cuales, corresponden a las edificaciones de vulnerabilidad media baja y baja, donde vive aproximadamente el 18% de los habitantes de la parroquia Santa Rosa.

Una vez analizados ambos índices se puede ver que existe relación entre ambos, es decir, si una edificación es de muy alta vulnerabilidad, probablemente sea de muy alto riesgo.

Evaluación del Índice de importancia (It) de las edificaciones:

El índice de importancia se obtiene a partir del uso de la edificación y el número de personas que la ocupan. El uso de la edificación se clasifica según la tabla 11 descrita en el capítulo II, y los valores del índice de importancia en función al uso y número de ocupantes se encuentra en la tabla 12 del capítulo II.

Para el ejemplo mencionado se tiene que:

Tabla 32. Índice de importancia de “Insp-CarmenSur-2”.

Grupo de la edificación	A3
Número de ocupantes	Menos de diez (10) habitantes
Índice de importancia (It)	0.8

Nota. Fuente: Elaboración propia.

El Índice de importancia de todas las edificaciones se encuentra en el anexo “D”.

Evaluación del Índice de Priorización (Ip) de las edificaciones:

El Índice de priorización es el último de los índices sísmicos, ya que, su resultado se encuentra en función a todos los demás, siendo el producto del Índice de importancia (It) y el Índice de riesgo (Ir).

Para el ejemplo mencionado se tiene que:

Tabla 33. Índice de priorización de “Insp-CarmenSur-2”.

Índice de riesgo (Ir)	41
Índice de importancia (It)	0.8
Índice de priorización (Ip) = Ir x It	32,8
Clasificación de la priorización	Tipo 4

Nota. Fuente: Elaboración propia.

El Índice de priorización de todas las edificaciones, así como también su clasificación, se encuentra en el anexo “D”.

Tabla 34. Distribución numérica de priorización presente en las edificaciones.

Índice de priorización				
Tipo	Edificaciones	Edificaciones (Porcentaje)	Habitantes	Habitantes (Porcentaje)
P1 (Máxima)	0	0,00	0	0,00
P2	0	0,00	0	0,00
P3	1490	6,54	8640	6,73
P4	5465	23,99	27275	21,25
P5	10002	43,91	46490	36,21
P6	4558	20,01	22595	17,60
P7	336	1,47	2850	2,22
P8	740	3,25	3030	2,36
P9	190	0,83	17500	13,63
P10	0	0,00	0	0,00
P11	0	0,00	0	0,00
P12 (Mínima)	0	0,00	0	0,00

Nota. Fuente: Elaboración propia.

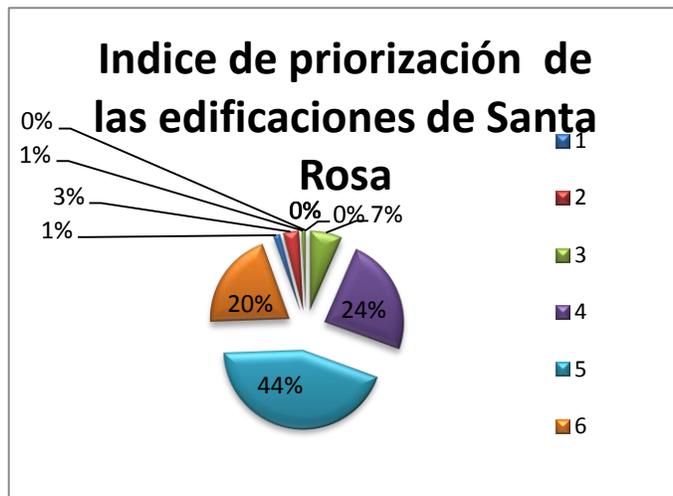


Figura 12. **Distribución numérica del índice de priorización presente en las edificaciones**

El índice de priorización establece el orden de importancia que debe tener cada edificación al momento de la ocurrencia de un sismo, para así conocer, cuales son los que necesitan mayor atención.

El gráfico 12 y tabla 34 reflejan la priorización que tienen las edificaciones presentes en la zona, siendo muy positivo el hecho de que no hayan edificaciones de priorización máxima (P1) o de nivel 2, ya que, estas son edificaciones muy susceptibles a no fallar de manera frágil durante un evento sísmico, y sería necesaria su intervención inmediata.

El 6,54% de las edificaciones de Santa Rosa es de una priorización nivel 3, siendo a aquellas edificaciones de riesgo sísmico elevado y vulnerabilidad muy elevada, principalmente aquellas construidas hace más de 70 años y con muchas irregularidades estructurales; las cuales, son las de mayor preocupación al momento

de un evento sísmico, siendo lo recomendable que se sometan a un estudio riguroso y detallado que evalúe su condición sismorresistente, viéndose afectando a aproximadamente el 7% de la población de la parroquia.

Aproximadamente el 24% de las edificaciones de Santa Rosa es de una priorización nivel 4, siendo todas aquellas edificaciones de riesgo sísmico elevado y alto, donde su tipo estructural es uno no recomendable para el diseño sismorresistente, y poseen distintas irregularidades estructurales, y aunque su prioridad no es tan alta como la de nivel 3, sería recomendable que se sujetase a un estudio riguroso y detallado que evalúe su condición sismorresistente; viéndose afectado por esta condición el 21,25% de la población de la parroquia.

La cantidad de edificaciones de priorización media, es decir, las correspondientes a los niveles de priorización 5 y 6, corresponden a aproximadamente el 63% de las edificaciones de la zona, donde no es tan prioritaria su evaluación detallada a nivel estructural, sin embargo, podrían ser merecedoras de una inspección más detallada para garantizar su seguridad; y corresponde a aproximadamente el 53% de la población de la parroquia.

El resto de las edificaciones se encuentran en los niveles de prioridad 7,8 y 9; siendo aproximadamente el 5% de las edificaciones de la parroquia, correspondiendo a aquellas de riesgo sísmico medio alto y medio bajo, y una vulnerabilidad sísmica media baja y baja; siendo estas edificaciones de pórtico de concreto armado en su mayoría, de años de construcción recientes y sin presencia de irregularidades estructurales. Estas edificaciones no requieren de una inspección detallada y en ellas viven aproximadamente el 18% de los habitantes de la parroquia Santa Rosa.

CONCLUSIONES

Una vez expuesta la investigación teórica y documental realizada y luego de aplicar la metodología enmarcada en los lineamientos y objetivos de este trabajo referido al cálculo de indicadores de riesgo sísmico en las edificaciones de la Parroquia Santa Rosa de la ciudad de Valencia, Edo. Carabobo, se cumplió con la aplicación del procedimiento de asignación de índices de priorización de edificaciones elaborado por FUNVISIS, metodología que tiene como fin de comparar edificaciones para definir prioridades hacia posteriores estudios más detallados, que permitan la toma de decisiones y eventuales intervenciones de refuerzo estructural, todo esto, bajo el marco de la prevención ante la futura ocurrencia de un sismo.

Se logró establecer 25 zonas homogéneas con las que se estudiaron los sectores urbanos de la parroquia

Los resultados obtenidos reflejan que las edificaciones de mayor vulnerabilidad, riesgo y priorización sísmica de Santa Rosa, son aquellas construcciones de mayor antigüedad, ya que, estas no cumplen con los requisitos normativos actuales de edificaciones sismorresistentes, teniendo así, distintas deficiencias desde el punto de vista estructural.

La mayoría de las edificaciones residenciales ubicadas en la parroquia presenta un riesgo sísmico alto, con un porcentaje de vulnerabilidad sísmica elevada y media alta, confirmándose así, la existencia de una correlación directa entre vulnerabilidad y riesgo sísmico.

En lo que corresponde a los índices e priorización calculados reflejan que la mayoría de las edificaciones poseen una priorización media a alta, lo que evidencia una necesidad de programas de evaluación estructural para mitigar el riesgo presente.

RECOMENDACIONES

Después de cumplir con todas las actividades, objetivos y en función de que las futuras investigaciones sobre temas referentes a los tratados en esta, se puede hacer una serie de recomendaciones.

- Extender esta metodología para el cálculo de los índices de vulnerabilidad y riesgo de edificaciones en todo el territorio nacional.
- Crear una base de datos unificada con información de cada edificación o unidad de vivienda.
- Se recomienda la implementación de políticas informativas de gestión de riesgo en instituciones y en la sociedad en general.
- Realizar permanentemente investigaciones y estudios sismológicos, y fomentar la cultura de prevención en el todo el territorio nacional.
- Mediante la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo incentivar las investigaciones de este tipo de estudios como una forma de crear una cultura y lograr y prevenir acciones emergentes.

BIBLIOGRAFÍA

- Astorga, M. y Aguilar, R. (2006). *Evaluación del riesgo sísmico de edificaciones educativas peruana*. Trabajo especial de grado para optar al grado de Magister en Ingeniería Civil, presentada ante la Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima-Perú.
- Carreño, M. (2005). *Técnicas innovadoras para la evaluación del riesgo sísmico y su gestión en centros urbanos*. Tesis doctoral, presentada ante La Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona-España.
- Carreño M., Cardona O. y Barbat A. (2005). *Monografías de ingeniería Sísmica*. Centro internacional de métodos numéricos de ingeniería. Editor: A.H. Barbat.
- Coronel, G., López, O. y Rojas, R. (2013). *Índices de priorización para la Gestión del riesgo sísmico en edificaciones existente*. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas Recibido. Año 2013. [Página web en línea]. Disponible en:
<http://www.funvisis.gob.ve/archivos/inspecciones/ArticuloMetodologia.pdf>
- Coronel, G., Rengel, J., Rojas G., R. y Rengel, H. (2014). *Uso de la Aplicación Móvil de FUNVISIS para Realizar Inspecciones*. Taller de Evaluación de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico en Edificaciones de Venezuela.
- Delgadillo, D. (2011). *Propuesta metodológica para identificar y analizar condiciones de vulnerabilidad de las edificaciones en el centro histórico de la serena*. Trabajo especial de grado para optar por el grado académico de

Magíster en Hábitat Residencia, presentado ante la universidad de Chile, Santiago-Chile.

De Tortolero, E. (2005). *Desarrollo regional. Una perspectiva histórica de la participación ciudadana. Caso: parroquia santa rosa del municipio Valencia.* Valencia-Venezuela. [Página web en línea]. Disponible en: <http://servicio.bc.uc.edu.ve/postgrado/manongo25/25-4.pdf>

Díaz, L. y Ivanov, N. (2011). *Evaluación de las estructuras que presenten vulnerabilidad y riesgo sísmico en la ciudad de Lechería, municipio turístico el morro licenciado Diego Bautista Urbaneja del estado Anzoátegui.* Trabajo especial de grado para obtener el título de ingeniero civil, presentado ante la universidad de Oriente. Barcelona-Venezuela.

Fundación Venezolana de investigaciones sismológicas. (2014). *¿Venezuela es un país sísmico?.* Caracas-Venezuela. [Página web en línea]. Disponible en: http://www.funvisis.gob.ve/pais_sismico.php

Fundación Venezolana de investigaciones sismológicas. (2005). *Sismología Aplicada.* Caracas-Venezuela. [Página web en línea]. Disponible en: http://www.funvisis.gob.ve/sismologia_aplicada.php

Gonzales I. (2010). *Funciones de vulnerabilidad de sistemas estructurales.* Trabajo especial de grado para optar por el grado académico de maestro de ingeniería Universidad Autónoma de México, Distrito Federal-México.

López, O., Ascanio, W., Páez, R., Olbrich, V., Rengel J. y González, J. (2014). *Índices de Priorización de Edificios para la Gestión del Riesgo Sísmico (3ra Versión).* FUNVISIS Misión Ciencia. Caracas-Venezuela. [Página web en línea]. Disponible en: <http://www.funvisis.gob.ve/archivos/inspecciones/InformeTP.pdf>

- López, O. (2011). *Reducción del Riesgo Sísmico en Edificaciones Escolares de Venezuela*. Proyecto FONACIT N° 2005000188, Caracas-Venezuela.
- Pereira, Z. (2002). *La Investigación Sismológica en Venezuela*. Editorial Impresos Lauper, Caracas-Venezuela. [Página web en línea]. Disponible en: http://www.funvisis.gob.ve/archivos/pdf/libros/funvisis_1_18.pdf
- Pombo, A. (2009). *Nota tecnica: Caracteriacion del historico sismico del estado Carabobo*. Departamento de Ingenieria Estructural, Universidad de Carabobo, Valencia-Venezuela. Año 2009. [Página web en línea]. Disponible en: <http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/a16n2/art10.pdf>
- Suárez, D. (2009). *Diagnóstico del riesgo urbano y la gestión del riesgo para la planificación y el mejoramiento de la efectividad a nivel local: aplicación a la ciudad de Manizales*. Informe técnico instituto de estudios ambientales IDEA, Manizales-Colombia.
- Tirado, M. y Zeghen, G. (2007). *Evolución de las normas venezolanas de edificaciones sismo resistentes y su comparación con la norma americana ubc*. Trabajo especial de grado para optar por el título de ingeniero civil, presentada ante la Universidad de Oriente, Barcelona-Venezuela.
- Valcárcel, J. (2013). *Análisis y gestión del riesgo sísmico de edificios y sistemas esenciales*. Tesis doctoral presentada ante la Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona-España.
- Vera, A. (2014). *Venezuela, un país sísmico no apto para terremotos*. Globovisión, Caracas-Venezuela. [Página web en línea]. Disponible en: <http://archivo.globovision.com/venezuela-un-pais-sismico-apto-para-terremotos.php>

Zelaya, V. (2007). *Estudio sobre Diseño Sísmico en Construcciones de Adobe y su Incidencia en la Reducción de Desastres*. Tesis para optar el grado académico de maestro en gerencia de la construcción moderna, presentado ante la Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima-Perú.

ANEXOS

- ANEXO A: Memoria fotográfica
- ANEXO B: Imágenes satelitales
- ANEXO C: Índices sísmicos de las edificaciones.
- ANEXO D: Base de datos de las edificaciones.

ANEXO A

Memoria Fotográfica.

A continuación se procede a mostrar algunas de las fotos más representativas tomadas en la zona de estudio:



Figura 13. **Fotografía de casa unifamiliar en 13 de septiembre.** Código: Insp-13DeSeptiembre-2. Fuente: Propia



Figura 14. **Fotografía de casa unifamiliar en Andrés Eloy Blanco.** Código: Insp-AndresEloyBlanco-1. Fuente: Propia



Figura 15. Fotografía de casa unifamiliar en El Cambural. Código: Insp-ElCambural-1. Fuente: Propia.



Figura 16. Fotografía de casa unifamiliar en Carmen Norte. Código: Insp-CarmenNorte-1. Fuente: Propia.



Figura 17. **Fotografía de casa unifamiliar en Carmen Sur.** Código: Insp-CarmenSur-1. Fuente: Propia.



Figura 18. **Fotografía de casa unifamiliar en Impacto Este.** Código: Insp-Impacto-1. Fuente: Propia.



Figura 19. **Fotografía de casa unifamiliar en La Concordia.** Código: Insp-LaConcordia-1. Fuente: Propia.



Figura 20. **Fotografía de casa unifamiliar en La Libertad.** Código: Insp-LaLibertad-2. Fuente: Propia



Figura 21. **Fotografía de edificio multifamiliar en La Ritec.** Código: Insp-LaRitec-1. Fuente: Propia.



Figura 22. **Fotografía de edificio multifamiliar en Santa Rosa.**

Código: Insp-SantaRosa-3. Fuente: Propia.



Figura 23. **Fotografía de edificio multifamiliar en Santa Rosa.** Código: Insp-SantaRosa3-2. Fuente: Propia.

ANEXO B

Imágenes Satelitales

A continuación se muestran algunas imágenes satelitales donde se aprecias las zonas homogéneas delimitadas previamente:

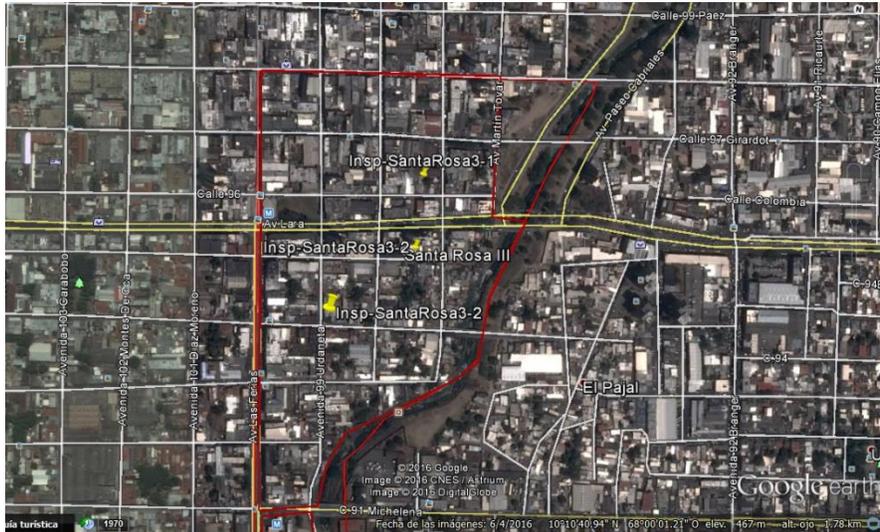


Figura 24. Imagen satelital zona homogénea, Santa Rosa III. Fuente: GoogleEarth.

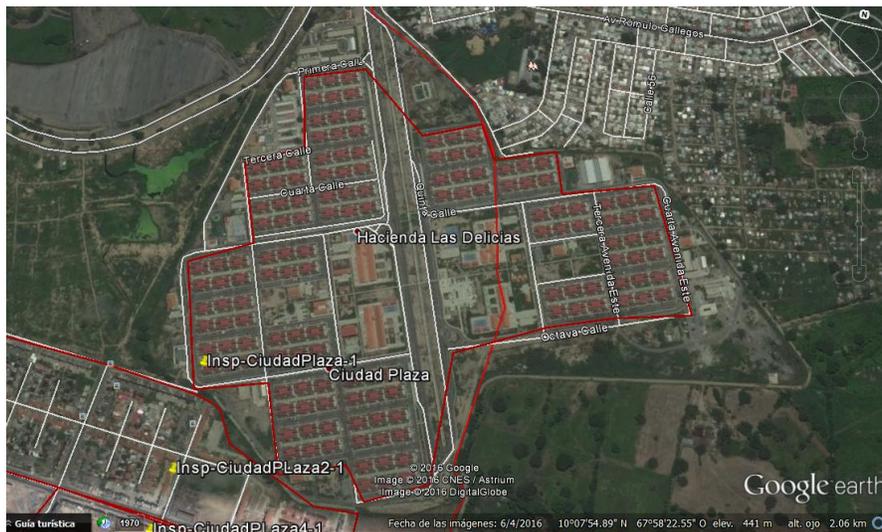


Figura 25. Imagen satelital zona homogénea, Ciudad Plaza. Fuente: GoogleEarth.



Figura 26. Imagen satelital zona homogénea, Barrio Impacto (Petrocasas).
Fuente: GoogleEarth.



Figura 27. Imagen satelital zona homogénea, 13 de Septiembre. Fuente:
GoogleEarth.



Figura 28. Imagen satelital zona homogénea, Los Taladros. Fuente: GoogleEarth.

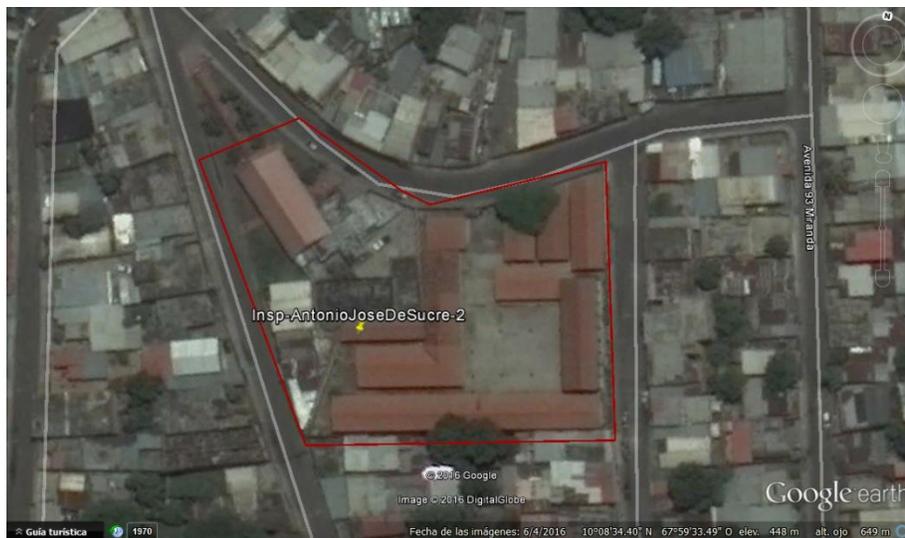


Figura 29. Imagen satelital zona homogénea, 13 de Septiembre. Fuente: GoogleEarth.

ANEXO D

Índices sísmicos de las edificaciones

Código	I1	I2	I3	I4	I5	I6	IA	It	Iv	Clasificación de la vulnerabilidad
Insp-13DeSeptiembre-1	90	70	40	0	0	20	0,68	0,8	57,8	Elevada
Insp-13DeSeptiembre-2	90	70	40	0	0	20	0,68	0,8	57,8	Elevada
Insp-ACLosSamanes-1	60	70	40	0	0	15	0,68	0,8	50,1	Elevada
Insp-ACLosSamanes-2	60	70	40	0	0	5	0,68	0,8	49,7	Elevada
Insp-AndresEloyBlanco-1	60	90	100	0	0	15	0,68	0,8	72,1	Muy Elevada
Insp-AndresEloyBlanco-2	60	70	40	0	0	10	0,68	0,8	49,9	Elevada
Insp-AntonioJosedeSucre-1	60	70	40	0	0	10	0,68	0,8	49,9	Elevada
Insp-AntonioJosedeSucre-2	60	40	0	0	0	5	0,68	0,8	29,2	Media Baja
Insp-AquilesNazoa-1	60	40	0	0	0	5	0,68	0,82	29,2	Media Baja
Insp-AquilesNazoa-2	60	70	0	0	0	0	0,68	0,8	39,5	Media Alta
Insp-BrisasdelSur-1	60	40	0	0	0	5	0,68	0,8	29,2	Media Baja
Insp-BrisasdelSur-2	60	90	40	0	0	0	0,68	0,8	56,5	Elevada
Insp-BrisasdelTerminal-1	60	70	40	0	0	5	0,68	0,8	49,7	Elevada
Insp-BrisasdelTerminal-2	60	70	40	0	0	5	0,68	0,8	49,7	Elevada
Insp-CarmenNorte-1	60	90	100	0	0	15	0,68	0,8	72,1	Muy Elevada
Insp-CarmenNorte-2	60	100	40	0	0	15	0,68	0,8	60,6	Muy Elevada
Insp-CarmenSur-1	90	40	0	0	0	50	0,68	0,8	38,5	Media Alta
Insp-CarmenSur-2	100	70	40	0	0	20	0,68	0,8	60,3	Muy Elevada
Insp-CiudadPlaza-1	15	40	0	0	0	0	0,68	0,82	17,8	Baja
Insp-CiudadPlaza2-1	15	70	40	0	0	0	0,68	0,8	38,3	Media Alta
Insp-CiudadPlaza3-1	15	40	0	0	0	0	0,68	0,82	17,8	Baja
Insp-CiudadPlaza4-1	15	40	0	0	0	0	0,68	0,82	17,8	Baja
Insp-ElCambural-1	60	90	40	0	0	15	0,68	0,8	57,1	Elevada
Insp-ElCambural-2	60	70	100	0	0	10	0,68	0,8	64,9	Muy Elevada
Insp-ElTriunfo-1	90	100	100	0	20	10	0,68	0,8	83,7	Muy Elevada
Insp-ElTriunfo-2	90	100	100	0	20	20	0,68	0,8	84,1	Muy Elevada
Insp-ElImpacto-1	15	90	0	0	0	0	0,68	0,8	35,3	Media Alta
Insp-ElImpacto-2	60	90	40	0	0	15	0,68	0,8	57,1	Elevada
Insp-ElImpacto-3	60	70	40	0	0	15	0,68	0,8	50,1	Elevada
Insp-JoseLeonardoChirinos-1	60	70	40	0	0	15	0,68	0,8	50,1	Elevada
Insp-JoseLeonardoChirinos-2	60	90	40	0	0	10	0,68	0,8	56,9	Elevada
Insp-LaBlanquera-1	60	40	0	0	0	0	0,68	0,8	29,0	Media Baja

Insp-LaBlanquera-2	60	70	40	0	0	5	0,68	0,8	49,7	Elevada
Insp-LaConcordia-1	90	70	40	0	0	5	0,68	0,8	57,2	Elevada
Insp-LaConcordia-2	90	90	100	0	0	5	0,68	0,8	79,2	Muy Elevada
Insp-LaEnvidia-1	60	70	40	0	0	30	0,68	0,8	50,7	Elevada
Insp-LaEnvidia-2	60	90	0	0	0	15	0,68	0,8	47,1	Elevada
Insp-LaEnvidia-3	30	100	100	0	0	30	0,68	0,8	68,7	Muy Elevada
Insp-LaLibertad-1	90	70	40	0	0	15	0,68	0,8	57,6	Elevada
Insp-LaLibertad-2	90	90	40	0	0	5	0,68	0,8	64,2	Muy Elevada
Insp-LaMilagrosa-1	60	40	40	0	0	15	0,68	0,8	39,6	Media Alta
Insp-LaMilagrosa-2	60	70	0	0	0	10	0,68	0,8	39,9	Media Alta
Insp-LaRitec-1	60	40	0	0	0	0	0,68	0,82	29,0	Media Baja
Insp-LaRitec-2	60	40	0	0	0	10	0,68	0,8	29,4	Media Baja
Insp-LosLeones-1	60	40	0	0	0	15	0,68	0,8	29,6	Media Baja
Insp-LosLeones-2	60	70	100	0	0	10	0,68	0,8	64,9	Muy Elevada
Insp-LosTaladros-1	60	40	30	0	0	15	0,68	0,8	37,1	Media Alta
Insp-LosTaladros-2	60	70	40	0	0	0	0,68	0,8	49,5	Elevada
Insp-LosTaladros2-1	60	40	40	0	0	15	0,68	0,8	39,6	Media Alta
Insp-LosTaladros2-2	60	40	40	0	0	5	0,68	0,8	39,2	Media Alta
Insp-LosViveros-1	60	40	40	0	0	50	0,68	0,8	41,0	Elevada
Insp-LosViveros-2	60	70	40	0	0	5	0,68	0,8	49,7	Elevada
Insp-RanchoGrande-1	60	40	40	0	0	40	0,68	0,8	40,6	Elevada
Insp-RanchoGrande-2	60	70	40	0	0	0	0,68	0,8	49,5	Elevada
Insp-SantaRosa-1	60	90	100	0	0	15	0,68	0,8	72,1	Muy Elevada
Insp-SantaRosa-2	60	40	40	0	0	5	0,68	0,8	39,2	Media Alta
Insp-SantaRosa-3	60	40	0	0	0	0	0,68	0,82	29,0	Media Baja
Insp-SantaRosa2-1	60	40	40	0	0	55	0,68	0,8	41,2	Elevada
Insp-SantaRosa2-2	60	70	40	0	0	15	0,68	0,8	50,1	Elevada
Insp-SantaRosa3-1	100	90	100	0	0	30	0,68	0,8	82,7	Muy Elevada
Insp-SantaRosa3-2	90	40	0	0	0	5	0,68	0,82	36,7	Media Alta
Insp-SantaRosa3-3	100	70	100	0	0	15	0,68	0,8	75,1	Muy Elevada

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Código	IR	Clasificación del riesgo	Ip	Clasificación de la priorización	Tipo estructural
Insp-13DeSeptiembre-1	39,3	Alto	31,4	P4	MMC
Insp-13DeSeptiembre-2	39,3	Alto	31,4	P4	MMC
Insp-ACLosSamanes-1	34,1	Alto	27,3	P5	MMC
Insp-ACLosSamanes-2	33,8	Alto	27,0	P5	MMC
Insp-AndresEloyBlanco-1	49	Elevada	39,2	P4	VB
Insp-AndresEloyBlanco-2	33,9	Alto	27,1	P5	MMC
Insp-AntonioJosedeSucre-1	34	Alto	27,1	P5	MMC
Insp-AntonioJosedeSucre-2	20	Media Alta	15,9	P8	PCAP
Insp-AquilesNazoa-1	19,9	Media Alta	16,3	P7	PCAP
Insp-AquilesNazoa-2	26,9	Alto	21,5	P6	MMC
Insp-BrisasdelSur-1	19,9	Media Alta	15,9	P8	PCAP
Insp-BrisasdelSur-2	38,4	Alto	30,7	P4	PRE
Insp-BrisasdelTerminal-1	33,8	Alto	27,0	P5	MMC
Insp-BrisasdelTerminal-2	33,8	Alto	27,0	P5	MMC
Insp-CarmenNorte-1	49	Elevada	39,2	P4	PMBCB
Insp-CarmenNorte-2	41,2	Elevada	33,0	P4	MMNC
Insp-CarmenSur-1	26,2	Alto	20,9	P6	PCAP
Insp-CarmenSur-2	41	Elevada	32,8	P4	MMC
Insp-CiudadPlaza-1	12,1	Media Baja	9,9	P9	PCAP
Insp-CiudadPlaza2-1	26	Alto	20,8	P6	MMC
Insp-CiudadPlaza3-1	12,1	Media Baja	9,9	P9	PCAP
Insp-CiudadPlaza4-1	12,1	Media Baja	9,9	P9	PCAP
Insp-ElCambural-1	38,8	Alto	31,1	P4	PMBCB
Insp-ElCambural-2	44,1	Elevada	35,3	P4	MMC
Insp-ElTriunfo-1	56,9	Elevada	45,5	P3	VCP
Insp-ElTriunfo-2	57,2	Elevada	45,8	P3	MMNC
Insp-ElImpacto-1	24	Media Alta	19,2	P7	PRE
Insp-ElImpacto-2	38,8	Alto	31,1	P4	PMBCB
Insp-ElImpacto-3	34,1	Alto	27,3	P5	MMC
Insp-JoseLeonardoChirinos-1	34,1	Alto	27,3	P5	MMC
Insp-JoseLeonardoChirinos-2	38,7	Alto	31,0	P4	PMBCB
Insp-LaBlanquera-1	19,7	Media Alta	15,8	P8	PCAP
Insp-LaBlanquera-2	33,8	Alto	27,0	P5	MMC
Insp-LaConcordia-1	38,9	Alto	31,1	P4	MMC
Insp-LaConcordia-2	53,9	Elevada	43,1	P3	PMBCB
Insp-LaEnvidia-1	34,5	Alto	27,6	P5	MMC
Insp-LaEnvidia-2	32	Alto	25,6	P5	PMBCB
Insp-LaEnvidia-3	46,7	Elevada	37,4	P4	VCP
Insp-LaLibertad-1	39,2	Alto	31,3	P4	MMC

Insp-LaLibertad-2	43,7	Elevada	34,9	P4	PMBCB
Insp-LaMilagrosa-1	26,9	Alto	21,5	P6	PCAP
Insp-LaMilagrosa-2	27,1	Alto	21,7	P6	MMC
Insp-LaRitec-1	19,7	Media Alta	16,2	P7	PCAP
Insp-LaRitec-2	20	Media Alta	16,0	P8	PCAP
Insp-LosLeones-1	20,1	Media Alta	16,1	P7	PCAP
Insp-LosLeones-2	44,1	Elevada	35,3	P4	MMC
Insp-LosTaladros-1	25,2	Alto	20,2	P6	PCAP
Insp-LosTaladros-2	33,7	Alto	26,9	P5	MMC
Insp-LosTaladros2-1	26,9	Alto	21,5	P6	PCAP
Insp-LosTaladros2-2	26,7	Alto	21,3	P6	PCAP
Insp-LosViveros-1	27,9	Alto	22,3	P6	PCAP
Insp-LosViveros-2	33,8	Alto	27,0	P5	MMC
Insp-RanchoGrande-1	27,6	Alto	22,1	P6	PCAP
Insp-RanchoGrande-2	33,7	Alto	26,9	P5	MMC
Insp-SantaRosa-1	49	Elevada	39,2	P4	VB
Insp-SantaRosa-2	26,7	Alto	21,3	P6	PCAP
Insp-SantaRosa-3	19,7	Media Alta	16,2	P7	PCAP
Insp-SantaRosa2-1	28	Alto	22,4	P6	PCAP
Insp-SantaRosa2-2	34,1	Alto	27,3	P5	MMC
Insp-SantaRosa3-1	56,2	Elevada	45,0	P3	VB
Insp-SantaRosa3-2	25	Media Alta	20,5	P6	PCAP
Insp-SantaRosa3-3	51,1	Elevada	40,9	P3	MMC

Nota. Fuente: Elaboración propia.