

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA.

UNIVERSIDAD DE CARABOBO.

FACULTAD DE INGENIERÍA.

DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS



DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO SÍSMICO MEDIANTE EL
USO DE CURVAS DE FRAGILIDAD EN EDIFICACIONES UBICADAS EN EL
SECTOR NOR-ESTE DEL MUNICIPIO SAN DIEGO EDO. CARABOBO

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

C2Elaborado por:

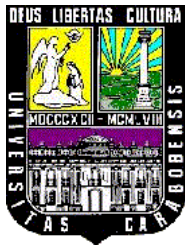
Barón L, Sofía. CI: 19.666.499

Delgado C, Gisela. CI: 19.525.533

Tutor:

Ing. Edson Martínez

Valencia, Octubre 2012



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA.

UNIVERSIDAD DE CARABOBO.

FACULTAD DE INGENIERÍA.

DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS



DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO SÍSMICO MEDIANTE EL
USO DE CURVAS DE FRAGILIDAD EN EDIFICACIONES UBICADAS EN EL
SECTOR NOR-ESTE DEL MUNICIPIO SAN DIEGO EDO. CARABOBO

Elaborado por:

Barón L, Sofía. CI: 19.666.499

Delgado C, Gisela. CI: 19.525.533

Tutor:

Ing. Edson Martínez

Valencia, Octubre 2012



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA.
UNIVERSIDAD DE CARABOBO.
FACULTAD DE INGENIERÍA.
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS



**DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO SÍSMICO
MEDIANTE EL USO DE CURVAS DE FRAGILIDAD EN EDIFICACIONES
UBICADAS EN EL SECTOR MOR-ESTE DEL MUNICIPIO SAN DIEGO,
ESTADO CARABOBO.**

Autores: Delgado C. Gisela
Barón L. Sofía
Tutor: Ing. Edson Martínez O.

Fecha: Octubre de 2012.

RESUMEN

El presente trabajo tiene la finalidad de determinar los niveles de Riesgo Sísmico mediante el uso de las Curvas de Fragilidad en edificaciones ubicadas en el Municipio San Diego Edo. Carabobo. En este sentido se seleccionó una muestra de 2561 edificaciones, el área de estudio se dividió en cuatro sectores representativos. Se elaboró una clasificación de las estructuras seleccionadas tomando como base la tipología constructiva así como año de construcción y la norma respectiva con la cual fueron diseñadas. Seguidamente para la recolección de datos y clasificación de tipologías constructivas fue utilizada la planilla denominada índice de Priorización de Edificios para la Gestión de Riesgo Sísmico; con estos datos se procedió a construir las curvas de fragilidad utilizando el Software de Curvas de Fragilidad para Escuelas de Venezuela (CFSEV). Una vez elaboradas las curvas se obtuvo el índice de Pérdida (IP) y el estado de daño para cada edificación evaluada por sector, correspondientes a tres valores de coeficientes de aceleración horizontal (Ao) que representan sismos leve, normativo y extraordinario. Finalmente se elaboraron mapas donde se reflejaron los estados de daños que presentó cada tipología en los sectores establecidos, pudiendo apreciar que el sector 1 por ser diseñado con la norma sismoresistente más actual resultó el menos vulnerable con respecto a los demás sectores, y por el contrario el sector 4 presentó un comportamiento donde se apreciaron índices de pérdidas muy elevados y en consecuencia un estado de daño muy alto.

Palabras Clave: Riesgo, Curvas de Fragilidad, índice de Pérdida

AGRADECIMIENTOS

Primero y antes que nada, dar gracias a Dios, por estar con nosotras en cada paso que damos, por iluminar nuestra mente y por haber puesto en nuestro camino a aquellas personas que han sido soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Agradecer hoy y siempre a nuestra familia por el esfuerzo realizado por ellos. El apoyo en los estudios, que de no ser así nada hubiese sido posible. A nuestros padres y demás familiares ya que nos brindan el apoyo, la alegría y la fortaleza necesaria para seguir adelante.

Un agradecimiento especial al Profesor Edson Martínez, por la colaboración, paciencia, apoyo y sobre todo por esa gran amistad que nos brinda, por escucharnos y aconsejarnos en todo momento.

DEDICATORIA

Le dedicamos primeramente este trabajo a Dios, fue el creador de todas las cosas, el que nos ha dado fortaleza para seguir adelante.

De igual forma, a nuestros Padres, a quienes les agradecemos el cariño y su comprensión, a ellos quienes han sabido formarnos con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual nos ha ayudado a salir adelante buscando siempre el mejor camino.

A nuestros profesores, gracias por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que nos transmitieron en el desarrollo de nuestra formación profesional, en especial al Profesor Edson Martínez , por haber guiado el desarrollo de este trabajo y llegar a la culminación del mismo.

ÍNDICE

Introducción	1
Capítulo I.....	4
El Problema	4
Planteamiento Del Problema	4
Objetivos	6
Objetivo General.....	6
Objetivos Específicos	6
Justificación	7
Alcance	8
Limitaciones	8
Capítulo II.....	9
Marco Teórico	9
Antecedentes De La Investigación	9
Bases Teóricas	11
Sismología	11
Magnitud.....	12
Intensidad.....	14
Amenaza O Peligro Sísmico.....	15

Riesgo Sísmico	15
Vulnerabilidad Sísmica.....	15
Vulnerabilidad Estructural.....	16
Clasificación De Los Sistemas Constructivos	17
Configuración De Las Edificaciones	27
<i>Configuración Geométrica De Las Edificaciones</i>	27
Estudio De Edificaciones Geométricas En Planta.....	29
Estudio Del Edificio En Elevación	30
Configuración Estructural De Las Edificaciones	31
Pisos Suaves	33
Columnas Cortas O Columnas Cautivas	35
Columnas Débiles.....	37
Distribución Y Concentración De Masas	37
Colindancia Entre Edificios Adyacentes	37
Vulnerabilidad De Edificaciones Existentes	38
Evaluación De La Vulnerabilidad Estructural.....	39
Acción De Los Terremotos Sobre Las Estructuras	40
Curvas De Fragilidad Sísmica	41
Definición De Términos Básicos.....	43
Marco Normativo Legal	45
 Capítulo III	 46
Marco Metodológico	46
Tipo De Investigación	46

Diseño De La Investigación	47
Población Y Muestra.....	48
Técnicas E Instrumentos De Recolección De Información.....	49
Análisis Y Procesamiento De Datos.....	50
Procedimiento De La Investigación	51
 Capítulo IV	 76
Presentacion Y Analisis De Resultados.....	76
 Capítulo V	 123
 Conclusiones	 123
Recomendaciones	125
Referencias	126

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 .Edificio colapsado durante el Terremoto de Sichuán, China en 2008. <i>Nota.</i> Datos tomados de (www.connect.in.com).....	16
Figura 2.Sistema a base de paneles. <i>Nota.</i> Datos tomados de:	18
Figura 3 Sistema a base de paneles. <i>Nota.</i> Datos tomados de:	19
Figura 4 Estructura a base de pórticos de concreto armado. <i>Nota.</i> Datos tomados de: (www.ingenieriacivilfsa.blogspot.com).....	20
Figura 5 Construcción de Edificio tipo túnel. <i>Nota.</i> Datos tomados de:(www.civil.cicloides.com)	20
Figura 6 Construcción de Edificación con mampostería confinada. <i>Nota.</i> Datos tomados de: (www.scielo.go.ve)	22
Figura 7 Entrepiso Débil <i>Nota.</i> Datos tomados de: (www.sismosafari.blogspot.com)	34
Figura 8 Colmnas Cortas <i>Nota.</i> Datos tomados de: (www.ingesite.com)	36
Figura 9 Ejemplo de curvas de fragilidad para 5 estados discretos de daño. <i>Nota.</i> Datos tomados de Rojas Rommer (2010).....	41
Figura 10 Mapa de ubicaciónde sectores a estudiar del Municipio San Diego.Fuente:(www.googlemaps.com)	52
Figura 11 Fuente: López. O; Coronel G; Informe de FUNVISIS FUN- 019.2011.....	61
Figura 12 Fuente: López. O; Coronel G; Informe de FUNVISIS.....	62
Figura 13 InformaciónBásica del edificio: Curvas de Fragilidad Sísmica para Escuelas de Venezuela (CFEV).....	65
Figura 14 Parametros de la Norma de DiseñoFuente: Curvas de Fragilidad Sísmica para Escuelas de Venezuela (CFEV).....	66
Figura 15 Forma Espectral y Factores de Corrección Fuente: Norma COVENIN 1756-1:2001	67
Figura 16 Parametros de Capacidad Fuente: Curvas de Fragilidad Sísmica para Escuelas de Venezuela (CFEV)	69
Figura 17 . Limites de Danos.....	70
Figura 18 Parámetros de Espectro de Respuesta Fuente: Curvas de Fragilidad Sísmica para Escuelas de Venezuela (CFEV).....	71

Figura 19 Parametros del Método de los Coeficientes Fuente: Curvas de Fragilidad Sísmica para Escuelas de Venezuela (CFEV)	72
Figura 20 Datos de Velocidades de Ondas de Corte (V_{sp}) de la Zona. Fuente: América Spech, Septiembre 2008.....	78
Figura 21 Datos de Velocidades de Ondas de Corte (V_{sp}) de la Zona. Fuente: América Spech, Septiembre 2008.....	79
Figura 22 Planilla de edificación ubicada en el Sector 1. Urbanización Tulipanes. Fuente: Elaboración Propia.....	95
Figura 23 Figura 26: Planilla de edificación ubicada en el Sector 1. Urbanización Tulipanes. Fuente: Elaboración Propia.	96
Figura 24 Curva de fragilidad con $A_o = 0.1g$ Fuente: Elaboración Propia.....	97
Figura 25 curva de fragilidad con $A_o = 0.3g$ y $A_o = 0,7$ Fuente: Elaboración Propia	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	73
Tabla 2	74
Tabla 3.....	83
Tabla 4.....	86
Tabla 5.....	87
Tabla 6.....	88
Tabla 7	89
Tabla 8.....	99
Tabla 9.....	99
Tabla 10.....	100
Tabla 11	101
Tabla 12	102
Tabla 13.....	103
Tabla 14.....	104
Tabla 15.....	105

Tabla 16.....	106
Tabla 17	106
Tabla 18.....	107
Tabla 19	108
Tabla 20.....	110
Tabla 21	111
Tabla 22	112
Tabla 23.....	113
Tabla 24.....	115
Tabla 25.....	118
Tabla 26.....	121

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Porcentaje de Edificaciones Sector 1	86
Porcentaje de Edificaciones Sector 2	87
Porcentaje de Edificaciones Sector 3	88
Porcentaje de Edificaciones Sector 4	90
Porcentaje Total de Tipologías Constructivas de Toda la Zona de Estudio.....	92
Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 1 para $A_0=0.1g$	100
Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 1 para $A_0=0.3g$	101
Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 1 para $A_0 = 0.7g$	102
Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 2 para $A_0 = 0.1g$	103
Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 2 para $A_0 = 0.3g$	104
Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 2 para $A_0 = 0.7g$	105
Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 3 para $A_0 = 0.1g$	107
Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 3 para $A_0 = 0.3g$	108
Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 3 para $A_0 = 0.7g$	109
Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 4 para $A_0 = 0.1g$	111
Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 4 para $A_0 = 0.3g$	112
Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 4 para $A_0 = 0.7g$	113
Porcentajes de Estado de Daño Total para un $A_0 = 0,1g$	116
Porcentajes de Estado de Daño Total para un $A_0 = 0,3g$	119
Porcentajes de Estado de Daño Total para un $A_0 = 0,7g$	122

INTRODUCCIÓN

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

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

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

En esta investigación se utilizó el procedimiento para generar curvas de fragilidad sísmica aproximadas para diferentes tipos de edificaciones de poca altura, diseñadas bajo distintas normativas dependiendo del año constructivo, para de esta manera, dar continuidad a una gran línea de investigación de vulnerabilidad y riesgo sísmico que ha venido desarrollando la universidad de Carabobo bajo distintos trabajos de grado orientados al resto de las zonas que comprenden al municipio San Diego del Estado Carabobo, al igual que demás universidades del país que están avocadas a mitigar en mayor medida los estragos dejados por los sismos mediante

evaluación de daños y niveles de riesgo sísmico en el resto de las entidades del territorio nacional de Venezuela.

La construcción de las curvas de fragilidad sísmicas se realizó mediante la implementación de un software diseñado para tal fin y desarrollado en Venezuela bajo sus normas, el cual permite obtener los porcentajes de afectación que sufre cada tipo de estructura perteneciente a la zona en estudio y ubicarlos en cuatro diferentes estados de daños: leve, moderado, severo y completo

El objetivo final del trabajo investigativo consistió en la elaboración de un mapa que muestra las zonas estudiadas identificando las áreas que están más propensas a sufrir mayores pérdidas, para así poder elaborar un correcto plan de acción de presentarse una eventualidad de esta índole.

Este Trabajo Especial de Grado se estructuró en cuatro capítulos (4) que se describen a continuación:

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

Capítulo II, Marco Teórico, se presentan los antecedentes de la investigación, definiciones necesarias para la comprensión del trabajo, una reseña histórica de las normativas de construcción de Venezuela, conceptos relacionados, vulnerabilidad sísmica, curvas de fragilidad, daño y riesgo sísmico, métodos de obtención de curvas de fragilidad, los materiales de construcción y sistemas estructurales.

Capítulo III, Marco Metodológico, se describe la metodología empleada para alcanzar los objetivos planteados en la investigación. Se describe la modalidad y diseño de la investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos para la recolección de datos y el procedimiento metodológico, el cual consta de 6 fases:

recopilación de información bibliográfica y cartográfica, selección de las estructuras a evaluar, inspección de estructuras seleccionadas, elaboración de curvas de fragilidad, estimación de daños y elaboración de mapas representativos de los daños estimados en el municipio.

Capítulo IV, Análisis e interpretación de los resultados, se exponen los resultados y los análisis respectivos obtenidos durante la investigación por cada fase operativa, así como la presentación de curvas de fragilidad para cada tipología estructural evaluada que permitirá construir el mapa de vulnerabilidad sísmica para la zona estudiada según los cuatro estados de daño establecidos.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema

Los sismos han constituido una de las peores amenazas a las que se ha visto sometida la humanidad, siendo causantes de grandes pérdidas económicas y de vidas humanas, llegando incluso a desaparecer poblaciones enteras. Según la Organización Mundial de la Salud, la principal causa de las pérdidas que se producen en el mundo debido a los sismos la constituye el comportamiento sismoresistente inadecuado de las estructuras.

Los avances que se realizan continuamente en el diseño de estructuras se aplican básicamente a las estructuras nuevas y en menor medida a la rehabilitación de estructuras existentes. Sin embargo, el número total de estructuras existentes es muy grande en comparación con el número de estructuras en construcción. En consecuencia, para reducir las pérdidas debidas a los sismos, es necesario mejorar también el comportamiento de las estructuras antiguas, tal mejora requiere una evaluación previa de su comportamiento sísmico esperado, lo que sienta las bases de los estudios de vulnerabilidad sísmica. Éstos están orientados hacia la predicción de daños esperados en estructuras, en el supuesto de que ocurra un terremoto de una cierta severidad. A partir de dicha predicción, pueden definirse soluciones de reducción de la vulnerabilidad estructural y, en consecuencia, de las pérdidas esperadas, es decir del riesgo sísmico.

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, variable que aumenta el nivel de riesgo, haciéndolo cada vez mayor a medida que se eleva el índice demográfico y las inversiones en infraestructura.

El Municipio San Diego del Estado Carabobo también es considerado como una de las zonas con elevada amenaza sísmica del país, ya que, la entidad está atravesada por varias fallas que pueden generar sismos de considerable magnitud, como lo son las fallas de Trincheras, Morón y La Guacamaya.

Dentro de este orden de ideas, se propone el siguiente trabajo que va a estar orientado a evaluar las edificaciones ubicadas en el sector Nor-Este del Municipio San Diego, Estado Carabobo, a través de la construcción de las curvas de fragilidad, utilizando para ello la aplicación CFSEV desarrollada en el IMME-UCV. Siguiendo de esta manera con la línea de investigación que actualmente se lleva a cabo en la Universidad de Carabobo, teniendo como ente rector a la Fundación venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS).

De lo anteriormente expuesto, se plantea entonces el problema en estudio con la interrogante: ¿Qué ventajas puede ofrecer la determinación del nivel de riesgo sísmico de las estructuras ubicadas en sector Nor-Este del Municipio San Diego, Estado Carabobo mediante la construcción de las “curvas de fragilidad” y en consecuencia servir de herramienta para generar planes de mitigación y/o adecuación estructural para salvaguardar las vidas de las personas que habitan en ellas?

Objetivos

Objetivo General

Evaluar los niveles de riesgo sísmico mediante el uso de las curvas de fragilidad en edificaciones ubicadas en el Sector Nor-Este del Municipio San Diego Edo. Carabobo.

Objetivos Específicos

- Identificar los parámetros estructurales de las edificaciones de acuerdo a sus características sismorresistentes a estudiar para la aplicación efectiva de las “curvas de fragilidad”.
- Clasificar las diferentes tipologías estructurales que poseen las edificaciones.
- Elaborar un mapa de parcelamiento de la zona que integra las tipologías por manzana y calles.
- Evaluar las edificaciones a través de inspección ocular, según la planilla de Índices de Priorización de Edificios para la Gestión del Riesgo Sísmico.
- Construir las curvas de fragilidad de las edificaciones seleccionadas con el uso de la aplicación CFSEV.
- Determinar los niveles de riesgos ante amenaza sísmica de las edificaciones mediante el uso de las curvas de fragilidad.

Justificación

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

Ya que el Municipio San Diego se encuentra ubicado en una zona con alta amenaza y vulnerabilidad sísmica, se necesitan estudios más exactos en cuanto a los niveles de riesgo que presentan las edificaciones de esta zona.

Visto de esta forma, este trabajo busca la determinación de los niveles de riesgo sísmico en edificaciones, mediante las curvas de fragilidad, lo cual permitirá a los habitantes de San Diego tener conocimientos respecto al nivel en el cual se encuentran las estructuras donde viven de este modo, restituir las estructuras y disminuir su vulnerabilidad sísmica.

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

Desde el punto de vista académico, se logran cumplir los objetivos planteados aplicando los conocimientos adquiridos durante la carrera, desde el punto de vista de estructuras, concreto armado y diseño sismorresistente.

Como aporte técnico, se podrá contar con un documento que puede servir como apoyo a profesionales y técnicos de la ingeniería civil, ya que se recolectará

información general sobre las características estructurales de las edificaciones ubicadas en el sector evaluado.

Alcance

En el presente trabajo se procura determinar los niveles de riesgo sísmico que presentan las edificaciones ubicadas en la zona Noreste del municipio San Diego, Estado Carabobo, ante las potenciales consecuencias derivadas de la amenaza sísmica producto de la ubicación geográfica y la concentración poblacional, utilizando para ello las curvas de fragilidad sísmica generadas por la aplicación CFSEV.

Limitaciones

La investigación se limitara al estudio cualitativo del riesgo sísmico al cual están expuestas las estructuras existentes en el área de estudio.

No se plantea la realización de ningún tipo de ensayo, y las características evaluadas serán las requeridas por el instrumento de evaluación ya establecido en investigaciones anteriores

Para el tipo de suelo se tomará en cuenta la información existente en Trabajos de Grados e investigaciones anteriores

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la Investigación

En la actualidad se ha despertado un gran interés en realizar análisis de riesgo sísmico a estructuras ubicadas en centros urbanos, debido a la importancia que tienen en la vida económica y en el desarrollo de cualquier país, y a las consecuencias que podrían desencadenarse luego de la ocurrencia de un sismo. Existen diferentes estudios realizados, cada uno con características distintas, pero con el principal objetivo de ser utilizado como herramienta para la planificación y gestión de riesgo.

A continuación se citarán algunos estudios realizados sobre riesgo sísmico, y que son base para el presente Trabajo de Grado:

Marinelly J y Tovar. (2011). **Estimación De Daños Probables En Edificaciones Del Municipio San Diego (Estado Carabobo) Mediante El Uso De Curvas De Fragilidad Sísmica, Basadas En La Norma Convenin 1756-2001.** Trabajo de grado de la Universidad de Carabobo. Se realizó un estudio de una serie de edificaciones muy particulares ubicadas en el municipio San Diego del estado Carabobo, se construyeron con la ayuda de un software creado para dicho fin y desarrollado en Venezuela bajo sus normas, las curvas de fragilidad de cada tipo de estructura que se encuentre en esta población, para luego obtener los porcentajes de afectación en cada

pieza y ubicarlos en cuatro diferentes estados de daños: leve, moderado, severo y completo. De este trabajo se utilizó el plano base del Municipio así como la metodología aplicada

Blandón V, John. (2011). **Generación de Curvas de Fragilidad y Escenario de Vulnerabilidad Sísmica a Partir de Modelos Teóricos e Información Catastral. Aplicación a la Ciudad de Medellín.** V Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica, Organizado por la Universidad EAFIT, la Asociación de Ingenieros de Antioquia y la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. En este trabajo se evaluó a escala global la vulnerabilidad sísmica de un área de la ciudad de Medellín generando curvas de fragilidad. La representación del daño se representó por medio de escenario de vulnerabilidad utilizando sistema de información geográfica. Se definieron una serie de modelos estructurales, clasificados en grupos y según la configuración, número de niveles, materiales, localización entre otras. Los resultados permiten ser un insumo para efecto de diagnóstico general de la vulnerabilidad ante sismo para entidades como oficinas de planeación, prevención y atención de desastre, así como estimar las pérdidas por sismo. La contribución a este Trabajo consistió en aspectos relativos a la presentación de resultados en mapas.

Rojas G, Romme J. (2010). **Curvas de Fragilidad Sísmica para Edificios Aportados de Concreto Reforzado de Poca Altura.** Trabajo de grado de la Universidad Central de Venezuela; presentaron un estudio para la elaboración de los modelos matemáticos de las edificaciones seleccionadas diseñadas con normas Venezolanas, se utilizó el método de análisis dinámico lineal de suspensión modal. Los resultados obtenidos permitieron observar que las edificaciones diseñadas con la norma antigua, presentaron mayor vulnerabilidad que las prediseñadas con la norma actual, generando daños y niveles de riesgo sísmicos superiores. De este Trabajo se utilizó la metodología de construcción de curvas de fragilidad sísmica, así como la aplicación CFSEV

Bases Teóricas

Sismología

La sismología es la ciencia que se encarga del estudio de terremotos, implica la observación de las vibraciones naturales del terreno y de las señales sísmicas generadas de forma artificial, con muchas ramificaciones teóricas y prácticas, se puede decir que un sismo es una transformación de energía, la cual es acumulada en la litósfera luego se transforma inesperadamente en energía cinética; manifestándose por medio de movimientos ondulatorios que se transmiten desde el interior hacia la superficie de la corteza terrestre. Cabe mencionar que la sismología ha aportado contribuciones esenciales a la comprensión de la tectónica de placas, la estructura del interior de la Tierra, la predicción de terremotos y a su vez sirve como técnica valiosa en la búsqueda de minerales.

El origen de los terremotos se encuentra en la liberación de energía que se produce cuando los materiales del interior de la Tierra se desplazan, buscando el equilibrio, desde situaciones inestables que son consecuencia de las actividades volcánicas y tectónicas, que se producen principalmente en los bordes de la placa.

Aunque las actividades tectónica y volcánica son las principales causas por las que se producen los terremotos, existen otros muchos factores que pueden originarlos: desprendimientos de rocas en las laderas de las montañas, hundimiento de cavernas, variaciones bruscas en la presión atmosférica e incluso la actividad humana. Estos mecanismos generan eventos de baja magnitud que generalmente caen en el rango de micro sismos, temblores que sólo pueden ser detectados por sismógrafos.

El crecimiento desordenado que han experimentado muchas ciudades alrededor del mundo, especialmente en los países subdesarrollados, así como la falta de aplicación de controles estrictos en las construcciones, ha traído como consecuencia que los eventos sísmicos se transformen en verdaderas catástrofes. Los sismos no tienen nacionalidad ni condición social, pero una crisis sísmica es más palpable en aquellas zonas donde existen grandes conglomerados humanos, es decir, donde hay mayor densidad de habitantes, por ello es lógico pensar que afecta con mayor intensidad a los grupos más pobres, con viviendas improvisadas e informales, localizadas dentro de zonas de medio y alto riesgo sísmico.

Dentro de este orden de ideas el interés de investigadores en materia sísmica ha permitido crear bases conceptuales y procedimentales que facilitan la comprensión y abordaje del tema fundamentando el proceso de indagación para el logro del objetivo formulado. A continuación se presenta información sobre aspectos relacionados con los niveles de riesgos que sufren las edificaciones residenciales ante una amenaza sísmica, así como el fundamento del uso de las curvas de fragilidad para la identificación de aquellos edificios potencialmente peligrosos ante dicha amenaza.

Magnitud

Es un parámetro que indica el tamaño relativo de los temblores, y está, por lo tanto, relacionada con la cantidad de energía liberada en la fuente del temblor. Es un parámetro único que no depende de la distancia a la que se encuentre el observado se determina calculando el logaritmo de la amplitud máxima de ondas registradas en un sismógrafo, en este mismo orden y dirección la escala de magnitud es logarítmica, aunque existen varias escalas de magnitud, por razones prácticas la escala más utilizada es la Magnitud Local o de Richter. Hecha la observación anterior esta escala

es logarítmica arbitraria denominada así en honor del sismólogo estadounidense Charles Richter (1900-1985).

Esta escala, también conocida por su nombre más adecuado de escala de magnitud local (M_L), es una escala logarítmica arbitraria que asigna un número para cuantificar el tamaño de un terremoto, y fue desarrollada en la década de 1930. Richter calculó que la magnitud de un terremoto o sismo puede ser medida conociendo el tiempo transcurrido entre la aparición de las ondas **P** y las ondas **S**, y la amplitud de éstas. Las primeras hacen vibrar el medio en la misma dirección que la del desplazamiento de la onda, son ondas de compresión -y dilatación-. De velocidad de propagación muy rápida -de 5 a 11 km/s-, son las primeras en aparecer en un sismograma. A continuación llegan las ondas **S**, ondas de cizalla, que hacen vibrar el medio en sentido perpendicular a la dirección de su desplazamiento.

La escala de magnitud local sólo es aplicable a los terremotos originados en la falla de San Andrés, fue desarrollada por Charles Richter con la colaboración de Bono Gutenberg en 1935, ambos investigadores del Instituto de Tecnología de California, con el propósito original de separar aquel gran número de terremotos pequeños de los menos frecuentes terremotos mayores observados en California en su tiempo. La escala fue desarrollada para estudiar únicamente aquellos sismos ocurridos dentro de un área particular del sur de California cuyos sismogramas hayan sido recogidos exclusivamente por un sismómetro de torsión Wood-Anderson. Richter reportó inicialmente valores con una precisión de un cuarto de unidad, sin embargo, más tarde usó números decimales.

En la actualidad se utiliza a nivel mundial la escala de Magnitud de Ondas de Superficie, M_s . Es particularmente útil para describir el tamaño de sismos superficiales (profundidad focal menor a 70 km), distantes a más de 1000 km asociado a sismos moderados y grandes. Dado que Venezuela tiene 1300 km de

extensión aproximada, regularmente no se aplica dicha escala. Por esta razón, no se describe a detalle en esta sección.

Intensidad

Indica la severidad de un terremoto en un lugar afectado por las sacudidas sísmicas, y se estima a través de los efectos producidos en dicho lugar. Usualmente se mide cualitativamente por medio de la reacción de las personas, el grado de destrozo en las construcciones y las perturbaciones provocadas en el terreno. Generalmente, la intensidad es mayor en la zona epicentral y va siendo menor cuanto más lejos esté del epicentro, debido a la expansión del frente de ondas y a la atenuación.

La intensidad no permite medir el movimiento del suelo, pero si los efectos que ellos producen en la superficie en donde causan daños al hombre y a las construcciones.

Actualmente se utiliza la escala **MSK-1964** elaborada por tres sismólogos europeos: Medvedev, Sponhever y Karnik. Esta escala consta de 12 grados denotados de I a XII, la misma que ha sido adaptada para su aplicación en terremotos de Perú por Ocola (1979).

La intensidad es un parámetro muy importante para el estudio de terremotos históricos, es decir terremotos ocurridos en épocas cuando no habían sismógrafos (el primer sismógrafo data de 1880, inventado por John Milne). Los diferentes tipos de archivos de la época aportan información muy valiosa sobre los efectos de los terremotos históricos y después de un análisis crítico es posible estimar las intensidades en las regiones comprometidas por el terremoto, proporcionando de esta manera una herramienta útil para medir el tamaño de los terremotos históricos.

Amenaza o Peligro Sísmico

La amenaza o peligro sísmico se puede definir como la probabilidad de que se presente un sismo potencialmente desastroso durante un cierto periodo de tiempo en un sitio dado. Se conoce que un gran porcentaje de la población de nuestro país está ubicada en zonas sometidas a la acción de un diverso número de amenazas naturales, que aunadas al alto grado de vulnerabilidad de sus construcciones y a su consiguiente elevado costo de daño ocasionado, lo convierten en zonas de alto riesgo.

Riesgo Sísmico

Se define como el número esperado de vidas perdidas, personas heridas, daños a la propiedad y alteración de la actividad económica debido a la ocurrencia de un evento sísmico. Está relacionada con la probabilidad de que se manifiesten ciertas consecuencias, lo cual está íntimamente vinculado al grado de exposición, su predisposición a ser afectado por el evento sísmico y el valor intrínseco del elemento.

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

Vulnerabilidad Sísmica

Se afirma que un edificio es sísmicamente vulnerable si no cumple con los reglamentos vigentes para construcciones sismo resistentes y con los criterios

actuales de ingeniería sísmo resistente, o si un análisis determina que su sistema estructural no es apto para resistir las acciones sísmicas y es susceptible de sufrir daños severos o aún de colapsar debido a un evento destructivo.

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

Vulnerabilidad Estructural

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



Figura 1 .**Edificio colapsado durante el Terremoto de Sichuán, China en 2008.**

Nota. Datos tomados de (www.connect.in.com)

Clasificación de los Sistemas Constructivos

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

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

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

En la actualidad, este sistema ha ido imponiéndose gradualmente con la finalidad de exportar al máximo las posibilidades dentro del campo de la prefabricación de componentes.

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

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



Figura 2. **Sistema a base de paneles.** Nota. Datos tomados de:

www.construccionesconsqacons.naveindustrialmadrid.com

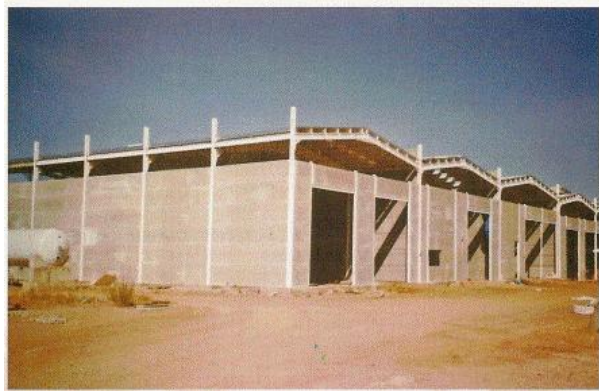


Figura 3 **Sistema a base de paneles.** *Nota.* Datos tomados de:

www.construccionesconsqacons.naveindustrialmadrid.com

3. **Sistemas de Muro:** Es un sistema construido por la unión de muros en direcciones perpendiculares y presenta gran rigidez lateral cabe destacar que es uno de los más usados en edificaciones en zonas sísmicas.
4. **Tipo pórtico:** Se basa principalmente en un pórtico especial, resistente a momentos, conformado por columnas y vigas ,esencialmente completo, sin diagonales, que resiste todas las cargas verticales y fuerzas horizontales, tal cual se muestra en la figura 10.



Figura 4 **Estructura a base de pórticos de concreto armado.** *Nota.* Datos tomados de: (www.ingenieriacivilfsa.blogspot.com)

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



Figura 5 **Construcción de Edificio tipo túnel.**
Nota. Datos tomados de: (www.civil.cicloides.com)

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

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

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



Figura 6 **Construcción de Edificación con mampostería confinada.** *Nota.* Datos tomados de: (www.scielo.go.ve)

7. ***Mampostería de Muros Confinados:*** Es la construcción con base en piezas de mampostería unidas con mortero, cuyo refuerzo principal está constituido por elementos de concreto reforzado (vigas y columnas) construidas en los bordes del muro. Estos elementos de concreto reforzado atienden todas las fuerzas de tracción (flexiones) y la parte de los esfuerzos cortantes que no resiste el muro de mampostería.

8. ***Mampostería no Confinada:*** Se considerarán como muros no confinados ni reforzados aquéllos que, aun contando con algún tipo de refuerzo interior o confinamiento (exterior o interior), no tengan el refuerzo necesario,

9. **Sistemas prefabricados en acero:** La construcción en acero es uno de los sistemas constructivos con elementos prefabricados o de montaje. Los elementos que forman la estructura son preparados en el taller, su elaboración es independiente a las inclemencias del tiempo. Los trabajos de movimiento de tierra y la preparación de la cimentación pueden iniciarse al mismo tiempo. Este tipo de construcción permite efectuar posteriormente refuerzos de los elementos portantes, cuando así lo requieran las modificaciones que puedan presentarse.

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

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

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

11. **Elementos Tipo Muro:** Estos elementos se caracterizan por tener dos de sus dimensiones mucho más grandes que la tercera dimensión y porque las cargas actuantes son paralelas a las dimensiones grandes. Debido a estas condiciones de geometría y carga, el elemento trabaja principalmente a cortante por fuerzas en su propio plano. Adicionalmente a esta gran rigidez a corte los muros también son aptos para soportar cargas axiales siempre y cuando no se pandeen.
12. **Sistema de muros Portantes:** Es un sistema estructural sin una estructura espacial de soporte de cargas verticales. Los muros de carga o sistemas de arrostramiento proporcionan el soporte a todas o a la mayoría de las cargas por gravedad. La resistencia a las cargas laterales la proporcionan los muros de corte o las estructuras arriostradas.
13. **Elementos tipo Cercha:** Es un elemento cuya área transversal es pequeña comparada con su longitud y está sometido a cargas netamente axiales aplicadas en sus extremos. Por su geometría y tipo de cargas actuantes soporta solamente fuerzas de tracción y de compresión. Su comportamiento netamente axial exige que sus conexiones a otros elementos o soportes sean rotulas sin rozamiento. Sin embargo en la práctica se construyen uniones rígidas que obligan a mantener la geometría de la sección y la posición de los nudos.
14. **Pórticos de Acero con perfiles tubulares:** son estructuras de acero de geometría redonda diseñada para construir Sistemas Estructurales Metálicos de alta resistencia, de una manera práctica, rápida y sencilla. Estos perfiles se fabrican partiendo de bandas de acero laminado en caliente, que al pasar por

una serie de rodillos sufren un proceso de formado en frío dándole su geometría, el cerrado se hace mediante soldadura por inducción con alta frecuencia.

Factores que Inciden en el Comportamiento de una Estructura ante una Amenaza Sísmica.

Usando como base las definiciones propuestas por la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), en el trabajo de investigación denominado Estimación de Pérdidas por Sismo en Edificios peruanos mediante Curvas de Fragilidad, Velásquez José (2009); se define lo siguiente:

1. **Ductilidad:** Es la capacidad de un sistema estructural de sufrir deformaciones considerables (por encima del límite elástico) bajo una carga aproximadamente constante, sin presentar daños excesivos. Siendo una propiedad muy importante en una estructura que debe resistir efectos sísmicos, ya que refleja la capacidad de absorción y disipación de energía que la misma puede ofrecer antes de colapsar.
2. **Resistencia:** Es el parámetro de diseño mediante el cual se busca que las dimensiones de los elementos estructurales garanticen la integridad de la edificación sometida a todas las combinaciones de cargas posibles.
3. **Centro de Rigidez:** Los elementos principales que absorben las fuerzas sísmicas horizontales son, evidentemente, las columnas y los tabiques de hormigón. Cada elemento de la construcción posee una rigidez en cada nivel, entendiéndose por tal a la fuerza necesaria que hay que aplicarle a ese nivel para provocarle un desplazamiento unitario con respecto al nivel inferior. Conocida la rigidez de los elementos de un nivel, se puede determinar la rigidez del mismo, y así, sin mayor dificultad, encontrar el centro de rigidez

del edificio, es decir, el punto en el cual debería aplicarse la fuerza para que se produjera igual deformación en todos los elementos resistentes paralelos a la misma.

4. **Centro de Masa:** Es el punto en el que se concentra el peso de un cuerpo, de forma que si el cuerpo se apoyara en ese punto, permanecería en equilibrio. Es también llamado centro de gravedad.
5. **Centro Cortante:** Es el punto donde actúa la fuerza cortante en un nivel, considerando que las fuerzas horizontales, en cada nivel, actúan en los centros de masa respectivos.
6. **Resistencia lateral** se refiere a la capacidad resistente horizontal que es capaz de desarrollar una estructura antes de colapsar.
7. **Amortiguamiento:** Es la capacidad del edificio a neutralizar o suprimir la vibración, y por lo tanto, a disipar energía.
8. **Edad de la Construcción:** La edad de las construcciones está relacionada de forma directa con los daños observados durante los sismos. Así, por ejemplo, un gran porcentaje de las normativas de diseño sismo resistente en todo el mundo, datan de menos de 50 años, con lo cual, construcciones anteriores a esta época fueron diseñadas sin ningún tipo de consideración sismo resistente. Por otra parte, en los edificios de mampostería no reforzada, el deterioro de los ladrillos y del mortero producto de la erosión causada por el clima y por su degradación con el paso de los años, es más evidente.

Configuración de las Edificaciones

Se denomina configuración a un conjunto de características que tiene toda estructura, y que según como se ha diseñado determina el comportamiento del edificio ante las cargas gravitatorias o las cargas dinámicas. Se refiere a la forma del edificio en su conjunto, a su tamaño, naturaleza y ubicación de los elementos resistentes y no estructurales. Cabe destacar que para esta investigación se estudian los tipos de:

1. Configuración Geométrica.
2. Configuración Estructural.

Configuración Geométrica de las Edificaciones

Definir cuál es el sistema estructural y constructivo a utilizarse en una determinada edificación resulta un paso esencial en su concepción arquitectónica y obviamente estructural. Cuanto más sencillas, simétricas, rectilíneas y repetitivas sean las soluciones, mayor será el grado de confiabilidad de las estructuras cuando reciban el ataque de sismos severos.

Los aspectos más relevantes de la incidencia de la configuración geométrica en la respuesta sísmica de las edificaciones son los siguientes:

- a. *Simetría*: Es una propiedad geométrica de la configuración del edificio. Un edificio es simétrico respecto a dos ejes en planta si su geometría es idéntica en cualquiera de los lados de los ejes, es válido acotar que la simetría puede existir respecto a un eje solamente, también existe simetría en elevación, aunque es más significativa desde el punto de vista dinámico la simetría en planta. La simetría en altura no es perfecta porque todo edificio tiene un extremo fijo al terreno y libre el otro.

- b. *Asimetría*: La falta de simetría tiende a producir excentricidad entre el centro de masa y el centro de rigidez, y por lo tanto provocará torsión en planta. A medida que más simétrico es el edificio, disminuyen el riesgo de concentración de esfuerzos, el momento torsor en planta y el comportamiento de la estructura es más predecible.

La asimetría tiende a concentrar esfuerzos, el ejemplo más común es el caso de las esquinas interiores. Aunque un edificio simétrico puede tener esquinas interiores como es el caso de las plantas en cruz. En este caso la planta del edificio es simétrica pero no es una planta regular. Existe simetría estructural si el centro de masa y el centro de rigidez coinciden en la planta. La simetría es conveniente también a la forma del edificio sino también a la distribución de la estructura.

- c. *Extensión en Planta*: Es fácil imaginar como las fuerzas generadas por un sismo den vuelco a un edificio, esto puede suceder debido al mal diseño, cálculo o cualquier otra anomalía estructural, pero cabe destacar que los edificios con gran desarrollo en planta presentan problemas para su análisis. Cuando la planta es muy grande, aunque sea simétrica el edificio no responderá como una unidad. Un aumento de la longitud del edificio incrementa los esfuerzos en un nivel que funciona como un diafragma de distribución horizontal. La rigidez del piso puede ser insuficiente para redistribuir la carga horizontal originada por un sismo.

Estudio de Edificaciones Geométricas en Planta

Es importante la simplicidad en la configuración de una estructura para garantizar un mejor desempeño sismorresistente, pero la falta de regularidad por simetría, masa, rigidez o resistencia en ambas direcciones en planta produce torsión, que no es fácil de evaluar con precisión. Es necesario mencionar que a pesar de tener una planta simétrica, puede haber irregularidades debido a una distribución excéntrica de rigideces o masas, que ocasionan fuerzas de torsión que pueden llegar a comprometer la estabilidad de la estructura.

Algunos aspectos de la forma en planta del edificio propician una respuesta sísmica poco conveniente, por lo que siempre deben tomarse en cuenta y evitar incurrir en ellos en la etapa de diseño. De estos aspectos, el principal es la asimetría de la planta, ya que tiende a provocar vibraciones torsionales en el edificio. Aunque es factible eliminar o minimizar la vibración torsional mediante una distribución de elementos resistentes que hagan coincidir el baricentro de masa con el centro de torsión, con frecuencia esto implica concentraciones de fuerzas en ciertas zonas de la planta y vibraciones locales que son difíciles de cuantificar.

Otro aspecto a evitar en el diseño de la planta del edificio es la incorporación de alas muy alargadas, por cuanto tiende a producir que las alas vibren en direcciones diferentes, con lo que se producen fuertes concentraciones de solicitaciones en las esquinas interiores de la planta

También es recomendable procurar que las plantas no sean muy alargadas. Mientras mayor es la longitud del edificio, mayor es la probabilidad de que actúen sobre su base movimientos que difieran en un extremo y otro de la planta, pero el

problema principal de las plantas muy alargadas es que la flexibilidad del sistema de piso puede provocar vibraciones importantes en la planta, las que incrementan sustancialmente las solicitaciones en la parte central del edificio.

En la mayoría de las recomendaciones de la correcta configuración de los edificios se sugiere que no se diseñen plantas con esquinas entrantes, porque se convierten en problema cuando las alas son muy largas, En caso de que se tuviera entrantes y salientes, es decir plantas en forma de T, L, H, U, como se muestra en la figura : # es aconsejable utilizar juntas de construcción, dividiendo la planta global en varias formas rectangulares por lo general se debe buscar que la planta sea lo más compacta posible, también es conveniente que no existan cambios bruscos en las dimensiones, masas, rigideces y resistencias del edificio, para evitar concentraciones de esfuerzos en determinados pisos que son débiles con respecto a los demás.

Estudio del Edificio en Elevación

La sencillez, regularidad, y simetría son deseables también en la elevación del edificio para evitar que se produzcan concentraciones de esfuerzos en ciertos pisos o amplificaciones de vibración en las partes superiores del edificio. Las reducciones bruscas en las dimensiones de la planta de los pisos superiores, son indeseables por las razones antes citadas.

Particularmente críticas son las reducciones bruscas en la parte superior del edificio, donde el cambio drástico de rigidez tiende a producir una amplificación de vibración en la punta. Discontinuidades de este tipo se presentan en edificios tipo plaza y torre, que cuentan con una base de grandes dimensiones y una torre elevada.

La discontinuidad en elevación es aquí menos grave porque se produce en pisos donde todavía los desplazamientos laterales son reducidos. La esbeltez excesiva de la construcción puede provocar problemas de volteo, inestabilidad y de transmisión de cargas elevadas a la cimentación y al subsuelo. Además, se vuelven importantes los efectos de los modos de vibración. Todos estos problemas se pueden manejar mediante análisis dinámicos refinados de la estructura y cuidando de proporcionar una elevada rigidez lateral en la dirección más esbelta del edificio. Sin embargo, conviene mantener lo más compacta posible la forma del edificio en elevación. En la figura: # muestra las elevaciones regulares e irregulares de las edificaciones.

Configuración Estructural de las Edificaciones

En general, las experiencias vividas con los efectos de movimientos sísmicos ocurridos alrededor del mundo, indican que en los países donde se diseña de acuerdo con una buena normativa sismo resistente, donde la construcción es sometida a una supervisión estricta y donde el sismo de diseño es representativo de la amenaza sísmica real de la zona, el daño sobre la infraestructura es marginal en comparación con el observado en sitios donde no se han dado estas circunstancias.

No obstante, es importante destacar que el solo hecho de diseñar de acuerdo con un código no siempre salvaguarda contra el daño producido por terremotos severos. Los códigos sísmicos establecen requisitos mínimos para proteger la vida de los ocupantes, requisitos que muchas veces no son suficientes para garantizar el funcionamiento de una edificación después del sismo.

. La ductilidad y redundancia estructural han resultado ser los medios más efectivos para proporcionar seguridad contra el colapso, especialmente si los movimientos resultan más severos que los anticipados por el diseño. El daño severo o

colapso de muchas estructuras durante sismos importantes es, por lo general, consecuencia directa de la falla de un solo elemento o serie de elementos con ductilidad o resistencia insuficiente.

Las observaciones realizadas en los últimos años indican que las construcciones rígidas se desempeñan, en general, mejor que las flexibles; particularmente en lo que respecta a la protección de los componentes no estructurales, que sufren menos daños al limitarse el desplazamiento entre pisos.

A causa de sismos fuertes es común que se presenten daños estructurales en columnas, tales como grietas diagonales causadas por cortante y/o torsión, grietas verticales, desprendimiento del recubrimiento, aplastamiento del concreto y pandeo de las barras longitudinales por exceso de esfuerzos de flexo-compresión. En vigas, se presentan grietas diagonales y rotura de estribos a causa de cortante y/o torsión, grietas verticales, rotura del refuerzo longitudinal y aplastamiento del concreto por la flexión que impone el sismo arriba y abajo de la sección como resultado de las cargas alternadas.

Las conexiones o uniones entre elementos estructurales son, por lo general, los puntos más críticos. En las uniones viga-columna (nodos), el cortante produce grietas diagonales y es común ver fallas por adherencia y anclaje del refuerzo longitudinal de las vigas a causa del poco desarrollo del mismo y/o a consecuencia de esfuerzos excesivos de flexión. En las losas se pueden presentar grietas por punzonamiento alrededor de las columnas y grietas longitudinales a lo largo de la placa debido a la excesiva demanda por flexión que en ciertas circunstancias puede imponer el sismo. Este tipo de daños se ha visto reiteradamente en muchas edificaciones sometidas a movimientos sísmicos fuertes y moderados.

Pisos Suaves

Rafael Corominas (2008) define: “Los pisos blandos o pisos suaves o se refiere a aquel piso donde no hay muros que bajen hasta la zapata, sino que toda la parte del el primer nivel está parado en columnas para dar lugar al parqueo” (p.15).

La interrupción de elementos verticales de la estructura ha probado ser la causa de múltiples colapsos parciales o totales en edificios sometidos a sismos, sobre todo cuando la interrupción de los elementos verticales resistentes (muros y columnas) se presenta en los pisos inferiores. La razón del deslizamiento del piso es que en el nivel donde se interrumpen los elementos es más flexible que los restantes, con lo que aumenta el problema de estabilidad, pero, además, porque se origina un cambio brusco de rigidez que ocasiona una mayor acumulación de energía en el piso más débil.

Sin embargo cuando ocurre un terremoto, toda la pared del edificio a partir del primer entepiso se comporta como una caja de fósforo, rígida, que se mueve y le transmite a esas columnas todo el esfuerzo horizontal que tiene que soportar y generalmente colapsan esas columnas y se pierde el primer piso (ver figura 18.), esto se debe a que hay un cambio muy brusco en la flexibilidad versus rigidez del primer piso contra el resto de arriba; (Corominas 2008).



Figura 7 **Entrepiso Débil** *Nota.* Datos tomados de:
(www.sismosafari.blogspot.com)

La norma COVENIN 1756-2001 define como Entrepiso débil: “a la configuración caracterizada por una marcada diferencia de resistencias entre niveles adyacentes” (p.5).

Sin embargo cabe mencionar que COVENIN 1756-2001 (sección 6.5.2) define un entrepiso débil a la resistencia lateral de algún entrepiso es menor que 0.7 veces la correspondiente resistencia del entrepiso superior, o 0.8 veces el promedio de las resistencias de los tres entrepisos superiores. En la evaluación de la resistencia de los entrepisos se incluirá la contribución de las tabiquería; en el caso de que su contribución sea mayor para el piso inferior que para los superiores, esta se podrá omitir (p. 30).

Significa entonces que un entrepiso débil se refiere entonces a los pisos que son más vulnerables al daño sísmico que los restantes, debido a que la rigidez en los pisos superiores es mayor que la rigidez del piso en consideración. Esto se da por querer cumplir con ciertos esquemas arquitectónicos y estructurales que conducen a la formación de los llamados pisos débiles, es decir, este se produce usualmente en el

primer piso ya que es ahí donde se busca un mayor espacio y visibilidad, lo que impide que se utilicen elementos como muros de corte que posiblemente se utilizan en los pisos adyacentes.

De manera general, el problema de configuración estructural dado por entrepisos débiles, se genera cuando:

- Existe una discontinuidad significativa de resistencia y rigidez entre la estructura vertical de un piso y el resto de la estructura. Esta discontinuidad se puede presentar debido a que un piso, por lo general el primero, es significativamente más alto que el resto, produciéndose así una disminución de rigidez.
- Se produce la discontinuidad debido a un concepto de diseño muy común, en el cual no todos los elementos verticales (muros, tabiques, etc.) se proyectan hacia la cimentación, sino que algunos terminan en el segundo piso para aumentar las luces de la planta baja. Esta condición crea una trayectoria de carga discontinua que produce una variación de resistencia y rigidez en el punto de cambio.
- Se diseña un piso abierto que soporta muros superiores estructurales o no estructurales pesados. Esta situación es más grave cuando el muro superior es un muro de corte y actúa como elemento principal resistente de la fuerza lateral.

Columnas Cortas o Columnas Cautivas

El efecto de columna corta se produce debido a una modificación accidental en la configuración estructural original de una columna, presentándose cuando en una

estructura sometida a fuerzas o solicitaciones horizontales, la luz libre de la columna se ve disminuida por un elemento, generalmente no estructural, que limita la capacidad de la columna de deformarse libremente en el sentido lateral.. Este tipo de columnas presenta primero falla frágil por cortante antes que la falla dúctil por flexo compresión.



Figura 8 **Columnas Cortas** Nota. Datos tomados de: (www.ingesite.com)

La importancia de las columnas dentro de una estructura radica en el hecho de que son los elementos que transmiten las cargas a las fundaciones, manteniendo en pie a la estructura, es por ello que cualquier daño en ellas puede provocar una redistribución de cargas entre los elementos de la estructura y traer consigo el colapso parcial o total de una edificación.

Entre las causas por las cuales la longitud libre se reduce drásticamente y se considera que se presenta una columna corta son:

- Confinamiento lateral parcialmente en la altura de la columna por mampostería divisoria, muros de fachada, muros de contención, etc.
- Disposición de losas en niveles intermedios.

- Ubicación del edificio en terrenos inclinados.

Las columnas cortas son causa de serias fallas en edificios bajo excitaciones sísmicas debido a que su mecanismo de falla es frágil.

Columnas Débiles

Las fuerzas sísmicas se distribuyen proporcionalmente a la rigidez y resistencia de los elementos estructurales verticales. Entonces, si la rigidez de las columnas o paredes que soportan la estructura sufre un cambio brusco ya sea por confinamiento de las paredes hasta cierta altura de los marcos, por desniveles del terreno, por nivel intermedio entre dos pisos, se concentrarán los esfuerzos y se acumulará energía en el piso más débil, dado que el nivel donde se interrumpen los elementos verticales es más flexible que los demás, lo que permite que se produzca un problema de estabilidad.

Distribución y Concentración de Masas

La distribución de las masas debe ser lo más uniforme posible, tanto en cada planta como en altura, siendo conveniente que la variación de las masas piso a piso acompañe a la variación de la rigidez, si la relación masa-rigidez varía bruscamente de un piso a otro se producen concentraciones de esfuerzos es necesario evitar la presencia de masas superfluas, tales como rellenos excesivos en terrazas, terrazas con jardín, entre otros.

Colindancia entre Edificios Adyacentes

Al ubicar la posición exacta del edificio dentro del terreno correspondiente, es importante guardar una separación que sea suficiente con respecto a edificios

adyacentes, para evitar que los distintos cuerpos se golpeen al vibrar fuera de fase durante un sismo. El daño puede ser particularmente grave cuando los pisos de los cuerpos adyacentes no coinciden en las mismas alturas, de manera que durante la vibración, las losas de piso de un edificio pueden golpear a media altura las columnas del otro, este tipo de situación se presentó en varias edificaciones de la Ciudad de México durante el Terremoto de 1985, con graves consecuencias

Cuando un edificio es mayor que el otro, el más pequeño actúa como una base para la parte superior del edificio más alto, surgen complicaciones adicionales al agregarse otros factores, como características dinámicas distintas entre los edificios.

Cabe mencionar que los danos pueden ser minimizados bajo un control exigente, por la separación de edificios, y el alineamiento de los pisos en las edificaciones contiguas.

Vulnerabilidad de Edificaciones Existentes

Cuando se planifica un proyecto estructural, lo que se hace realmente es proponer una estructura con una configuración, unas dimensiones y unos materiales, que al evaluarla ante sismos factibles que la puedan afectar durante su vida útil, pone de manifiesto que tendrá un comportamiento adecuado. Además, se considerará aceptable cuando el modelo propuesto cumpla con los requisitos mínimos exigidos por las normas vigentes de diseño. En consecuencia, la vulnerabilidad de una estructura nueva debería ser baja si se tiene como referencia la normativa sismo resistente actual y la severidad de los sismos considerados como factibles.

Esta situación cambia radicalmente al momento de llevar a cabo un análisis de vulnerabilidad de una edificación existente, ya que este tipo de vulnerabilidad *“está relacionada fundamentalmente con la capacidad que tiene la estructura para*

soportar los desplazamientos y los esfuerzos que uno o varios movimientos sísmicos pueden causarle durante su vida útil” (Atkan y Ho, 1990).

Los métodos convencionales de análisis y cálculo estructural que obedecen a técnicas de modelización del comportamiento elástico, sirven para la realización de algunas verificaciones, pero no pueden considerarse como óptimos para hacer un análisis de vulnerabilidad, bien sea por los algoritmos usados o por las incertidumbres involucradas.

Sin embargo, la vulnerabilidad estructural no se puede evaluar acertadamente en todos los casos, ya que pueden existir casos de edificios tan antiguos que a primera vista se pueden considerar como altamente vulnerables y en realidad no lo son. Por ello, la evaluación del estado de una construcción existente puede hacer surgir serias dudas sobre la capacidad de la misma para soportar terremotos futuros.

Evaluación de la Vulnerabilidad Estructural

En algunos casos se hace imperativa una revisión lo más detallada posible de la capacidad de la estructura para soportar sismos moderados y fuertes. Un estudio de vulnerabilidad busca, entre otras cosas, determinar la susceptibilidad o el nivel de daño esperado, frente a un desastre determinado; por lo tanto, para iniciar un estudio de vulnerabilidad deben caracterizarse el o los fenómenos a ser considerados.

En el caso de sismos, vale la pena seleccionar y caracterizar aquellos eventos que podrían presentarse durante la vida de la estructura, ya que algunos sismos frecuentes y de baja magnitud podrían afectar a los elementos no estructurales; en cambio, aquellos sismos menos frecuentes pero más violentos pueden afectar tanto a

elementos estructurales como no estructurales. Una revisión detallada incluye ambos elementos.

Acción de los Terremotos Sobre las Estructuras

La experiencia y el conocimiento de expertos en materia sísmica han permitido crear bases que facilitan desarrollar un diseño de estructuras con razonable seguridad para la vida. Más aun, se ha logrado aplicar nuevos criterios de sismo resistencia que buscan construcciones más económicas, y por ende menos fuertes que lo necesario, que en el caso de verse sometidas a un movimiento sísmico severo, sufran daños controlados, sin llegar a colapsar, disipando así una parte importante de la energía absorbida.

De lo anterior se desprende que el comportamiento sísmico adecuado de una estructura depende, además de su resistencia, de su habilidad para liberar la energía vibratoria a partir del instante en que sus deformaciones exceden el límite elástico, es decir, su ductilidad. De manera que cuando las deformaciones de la estructura alcanzan el rango inelástico o plástico durante sismos fuertes, es en ese momento cuando comienza la ocurrencia de daños estructurales y no estructurales indeseables.

Algunas normativas, incluyendo la Venezolana, aceptan que los edificios se diseñen para resistir sismos fuertes sin colapso, aun cuando se produzcan daños estructurales severos; sismos moderados sin daño estructural, pero con algún daño en elementos no estructurales; y sismos leves sin daño. Dicho de otra manera, el nivel de riesgo aceptable, implícito legalmente en las normas, considera que la capacidad máxima de los elementos del sistema sismo resistente puede ser excedida y que éstos pueden experimentar un comportamiento inelástico durante sismos muy fuertes. Por otra parte, el hecho de que se admita que los elementos no estructurales se puedan dañar, no deja de ser objeto de reflexión, puesto que fallos de muros divisorios y de

fachadas, pueden en algunos casos comprometer la vida de las personas que permanecen en la edificación.

Curvas de Fragilidad Sísmica

Las curvas de fragilidad representan la probabilidad de que una estructura exceda un determinado estado de daño en función de un parámetro que define la intensidad sísmica. Estas curvas son de gran utilidad para estimar el riesgo sísmico de grupos de edificios con características estructurales similares o de una estructura esencial y se pueden generar mediante observaciones de campo, basándose en la opinión de expertos y utilizando métodos analíticos.

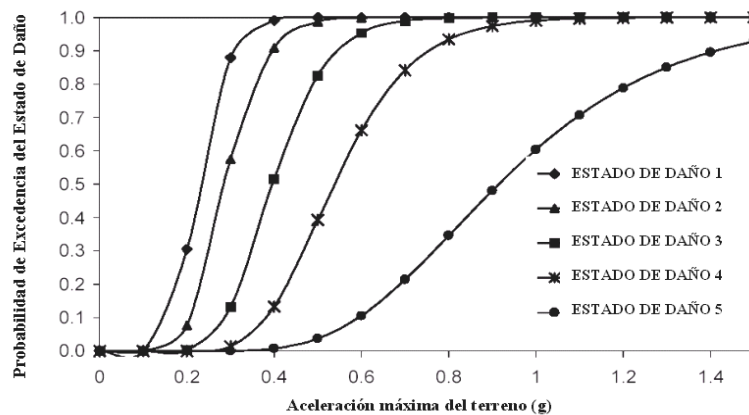


Figura 9 **Ejemplo de curvas de fragilidad para 5 estados discretos de daño.**

Nota. Datos tomados de Rojas Rommel (2010)

Parámetros Necesarios para la Construcción de las Curvas de Fragilidad.

- 1. Número de pisos:** La cantidad de daño que puede soportar una estructura algunas veces se relaciona con su altura. En suelos suaves, un edificio alto puede experimentar temblores considerablemente más fuertes y más largos que un edificio más bajo del mismo tipo. El número de pisos es un buen indicador para estimar la altura de una edificación.
- 2. Año de Construcción:** La edad de la edificación está directamente relacionada con el diseño y las prácticas de construcción. Por lo tanto, la edad puede ser un factor que ayude en la determinación del tipo de edificación. Esta información no se encuentra normalmente disponible en el lugar y por eso debe ser incluida en la pre-recolección de datos de campo. Es posible que ciertas porciones de la estructura pueden haber sido diseñadas y construidas antes que otras por lo que en esos casos no hay un solo año de construcción...

Cabe destacar que la edificación puede haber sido diseñado varios años antes de su construcción y diseñado bajo un código más antiguo con diferentes requerimientos para la especificación sísmica.

- 3. Área total del piso:** El área total del piso, disponible en algunos casos en los archivos de asesoría del edificio, podría ser determinado al multiplicar el área estimada de un piso por el número de pisos del edificio. El largo y ancho del edificio puede ser medido a través de pasos. El área total del piso es muy útil cuando se estima la carga de ocupación y puede ser también utilizada a futuro para estimar el valor de la edificación.

Definición de Términos Básicos

- **Sismo:** Los sismos son perturbaciones súbitas en el interior de la tierra que dan origen a vibraciones o movimientos del suelo; la causa principal y responsable de la mayoría de los sismos (grandes y pequeños) es la ruptura y fracturamiento de las rocas en las capas más exteriores de la tierra.
- **Concreto Armado:** Se le da este nombre al concreto simple combinado con acero de refuerzo, básicamente cuando se tiene un elemento estructural que trabaja a compresión y a tracción, mientras que se asume que ningún esfuerzo de tensión será soportado por el concreto, es por ello que se debe incluir un área de acero que asuma esta sollicitación, dicho valor se traducirá en el número de barras y su diámetro, así como su disposición.
- **Mampostería:** Es un sistema constructivo que consiste en la unión de bloques o ladrillos de arcilla, bloques de concreto, o piedras con un mortero para conformar sistemas monolíticos tipo muro, que pueden resistir acciones producidas por las cargas de gravedad o por fuerzas externas.
- **Losa de Entrepiso:** También llamadas placas de entrepiso, son los elementos rígidos que separan un piso de otro, contruidos monolíticamente o en forma de vigas sucesivas apoyadas sobre los muros estructurales. Las losas deben ser capaces de sostener las cargas de servicio como el mobiliario y las personas, lo mismo que su propio peso y el de los acabados como pisos y revoques, además forman un diafragma rígido intermedio, para atender la función sísmica del conjunto.

- **Pórticos:** Son otras estructuras cuyo comportamiento está gobernado por la flexión. Están conformados por la unión rígida de vigas y columnas. Es una de las formas más populares en la construcción de estructuras de concreto reforzado y acero estructural para edificaciones de vivienda multifamiliar u oficinas.
- **Columnas:** Una columna es un elemento axial sometido a compresión, lo bastante delgado respecto a su longitud, para que bajo la acción de una carga gradualmente creciente se rompa por flexión lateral o pandeo ante una carga mucho menor a la necesaria para romperlo por aplastamiento.
- **Fallas en Columnas:** La falla en columnas es debido a la falta de confinamiento efectivo por parte de los zunchos esta falla se produce por corte debido a las fuerzas impuestas por el sismo.
- **Vigas:** Una viga es un elemento constructivo lineal que trabaja principalmente a flexión. En las vigas la longitud predomina sobre las otras dos dimensiones y suele ser horizontal.

Marco Normativo Legal

Norma Provisional para Construcciones Antisísmicas, MOP-1967

Norma COVENIN 1756-82, Edificaciones Antisísmicas (COVENIN, 1982)

Norma COVENIN 1756-98, Edificaciones Sismorresistentes (COVENIN, 1998)

Norma COVENIN 1756:2001, Edificaciones Sismorresistentes (COVENIN, 2001)

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

En este Capítulo se presenta la Metodología utilizada en el desarrollo de los objetivos planteados para la realización de este trabajo especial de grado, mediante técnicas y procedimientos. En función del problema de esta investigación se seleccionaron distintos métodos y técnicas que sustentaron el tipo de investigación utilizada, la modalidad de estudio, su población y su muestra, y los instrumentos de recolección de datos que permitieron suministrar la información necesaria.

Tipo de Investigación

Este trabajo identifica y describe características del escenario en estudio, establece comportamientos concretos de factores del escenario que pueden amplificar o modificar el efecto de alguien evento o fenómeno de carácter natural generado en el entorno, y descubre y comprueba asociación entre variables para determinar el riesgo, por lo que este estudio puede catalogarse como de Tipo Descriptivo.

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

Esta investigación permitirá obtener información y datos relacionados con las variables involucradas en el estudio, para luego establecer relaciones de asociaciones entre ellas, a través de estas se explicaran en forma los procedimientos necesarios para determinar los Niveles de Riesgos Sísmico que pueden sufrir las edificaciones hasta 4 pisos de altura, utilizando como herramienta principal las Curvas de Fragilidad, la cual son generada por el software (CFSEV) utilizando como base las diferentes Normas de Venezuela de acuerdo al año de construcción para cada edificación en el Municipio San Diego Edo Carabobo.

Diseño de la Investigación

Es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado, en atención al diseño de la investigación según Arias (2006), debe su carácter a lo que se define como investigación de Campo, siendo " aquella que

Consiste en la recolección de datos directamente a los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios) sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes".

Bajo el mismo orden de ideas se podría definir diciendo que es el proceso que, utilizando el método científico, permite obtener nuevos conocimientos en el campo de la realidad social. (Investigación pura), o bien estudiar una situación para diagnosticar necesidades y problemas a efectos de aplicar los conocimientos con fines prácticos (investigación aplicada).

Población y Muestra

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

En esta investigación la Población abarca el conjunto de edificaciones existentes ubicadas en el lado Noreste del Municipio San Diego, del estado Carabobo en la trama urbana conformada por el casco del pueblo de San Diego así como zonas residenciales aledañas, que incluye edificaciones residenciales, comerciales , así como de tipo esencial tales como educacionales, gubernamentales religiosos y medico asistencial .

La muestra es un subconjunto representativo de la población. Arkin y Colton. (1995) establecen que la muestra es: Una porción representativa de la población, que permite generalizar los resultados de una investigación. Es la conformación de

unidades dentro de un subconjunto que tiene por finalidad integrar las observaciones (sujetos, objetos, situaciones, instituciones u organización o fenómenos), como parte de una población. Su propósito básico es extraer información que resulta imposible estudiar en la población, porque esta incluye la totalidad.

De esta manera se puede indicar que la muestra para esta investigación comprende las edificaciones hasta cuatro (4) niveles de altura, totalizando 2562 edificaciones, las cuales estén construidas con las Normas Venezolanas desde MOP 1939 hasta la COVENIN 1756-01:2001.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

Una vez establecido el diseño de la investigación, fue necesario definir las técnicas de recolección de datos, que fueron constituidas mediante los instrumentos que permitieron obtenerlos de la realidad. Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso del que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos la información. La recolección de datos se refiere al proceso de obtención de información empírica que permita la medición de las variables en las unidades de análisis, a fin de obtener los datos necesarios para el estudio del problema o aspectos de la realidad social motivo de investigación.

La técnica utilizada para este trabajo de grado consistió en la observación y se llevó a cabo visitando los distintos barrios y urbanizaciones que conforman el área en estudio. Según Hurtado (2000), la observación es la primera forma de contacto o de relación con los objetos que van a ser estudiados. Constituye un proceso de atención, recopilación y registro de información, para el cual el investigador se apoya en sus sentidos (vista), para estar pendiente de los sucesos y analizar los eventos ocurrientes en una visión global, en todo un contexto natural.

. El instrumento de recolección de información lo constituyen planillas desarrolladas por el IMME y FUNVISIS, donde se recogió información requerida de la muestra en estudio para elaborar las Curvas de Fragilidad. Así mismo se utilizaron como instrumento planos de la zona e información recabada directamente de la población.

Mediante la observación indirecta se recaudaron datos importantes como lo son los estudios de suelo, año de construcción de la edificación, ubicación de la misma, y todos los demás datos necesarios para poder consumir con dicho proceso de evaluación. Por último se conocerá más a fondo las características de la edificación lo cual se realizó mediante un proceso de inspección visual y haciendo uso conjuntamente con la planilla desarrollada por FUNVISIS en la cual se tomaron datos necesarios como: ubicación de la edificación, uso de la edificación, año de construcción, tipo estructural de construcción, esquema de planta, esquema de elevación, irregularidades, y por último grado de deterioro entre otras.

Análisis y Procesamiento de Datos

El procesamiento de los datos correspondientes a las características estructurales de las edificaciones se llevó a cabo de la siguiente manera: Se clasificaron las diferentes tipologías existentes, a través de tabulación, análisis y la interpretación de los datos recopilados. En lo que respecta al procesamiento para la construcción de las

curvas de fragilidad y matrices de daños, se utilizó la aplicación CFSEV (Curvas de Fragilidad Sísmica de Escuelas de Venezuela) desarrollada en el IMME UCV, por los profesores Gustavo Coronel y Oscar López.

Procedimiento de la Investigación

La ejecución de este Trabajo de Grado se llevó a cabo en siete fases investigativas que están relacionadas con los objetivos específicos del estudio, las cuales se explican de una manera breve a continuación:

FASE I DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Para la realización de esta fase fue necesario recaudar información cartográfica en la alcaldía del municipio, con el fin de establecer los límites del área en estudio, para proceder luego a dividirla en sectores con edificaciones de características de uso similares.

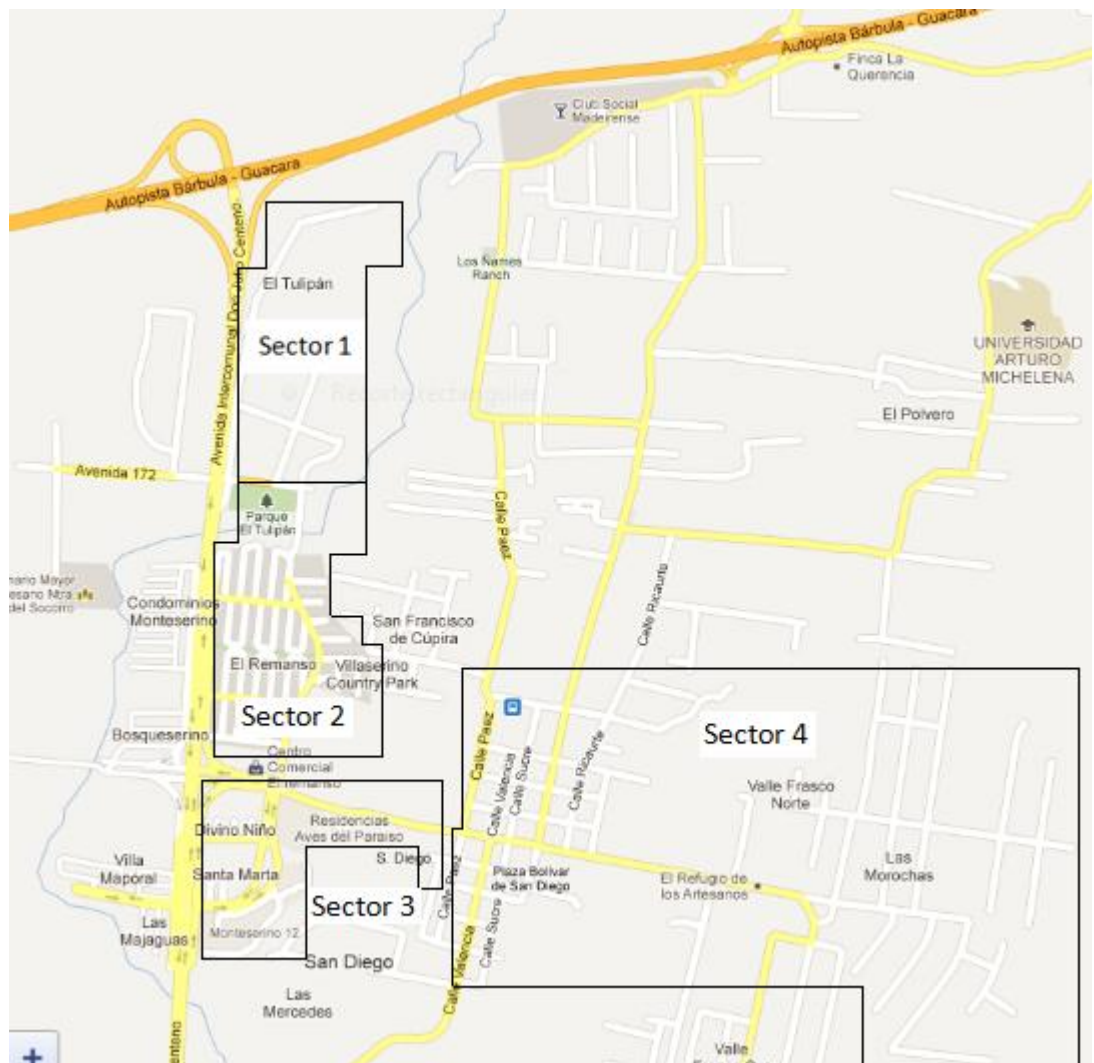


Figura 10 Mapa de ubicación de sectores a estudiar del Municipio San Diego. Fuente:(www.googlemaps.com)

FASE II INVENTARIO DE EDIFICACIONES:

Una vez dividida el área de estudio en 4 sectores, se llevó a cabo un inventario de las edificaciones entre 1 y 4 niveles, utilizando para ello el Plano correspondiente al Plan de Desarrollo Urbano Local (PDUL) del municipio.

FASE III CLASIFICACIÓN DE LAS TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS

En esta fase se procedió a agrupar las edificaciones de acuerdo al sistema constructivo, cabe destacar que se estudiaron edificaciones de concreto y acero de sistemas estructurales aporticadas, sistemas de pórticos resistentes a momentos como son los sistemas conformados de marcos rígidos (vigas y columnas) capaces de resistir los momentos a flexión causados por las cargas laterales así como las fuerzas gravitacionales, y sistemas tipo túnel, estableciendo 39 tipologías.

FASE IV RECOLECCIÓN DE DATOS

El paso contiguo para la realización del trabajo especial de grado fue el uso de la planilla de inspección visual la cual se utilizó para estudiar las edificaciones según su tipología constructiva y características generales como se describen a continuación.

Parámetros Importantes para la Evaluación de las Edificaciones en la Zona de Estudio.

Información tomada del Trabajo de Grado titulado Determinación de los Índices de Riesgo Sísmico, en edificaciones hasta 4 plantas mediante el uso de Curvas de Fragilidad, en edificaciones residenciales ubicadas en la zona central del Municipio San Diego, Estado Carabobo, elaborado por Llenas, Carlos y Morón, Williams, (2012)

1. **Datos Generales:** este parámetro se basa en dar a conocer la fecha en que se hizo la inspección de la edificación, y la hora tanto de comienzo como de finalización de la misma.
2. **Datos de los Participantes:** Se anotan los datos personales de los participantes que realizan la inspección, como el nombre y apellido, correo electrónico, teléfono y por último la función que ejerce cada uno de ellos al momento de realizar la inspección, que pudiera ser inspector, revisor o supervisor.
3. **Datos del Entrevistado:** este punto básicamente es para explicar la relación existente entre el entrevistado y la edificación, además de sus datos personales como por ejemplo: nombre y apellido, teléfono y correo electrónico.
4. **Identificación y Ubicación de la Edificación:** indica muchas de las características fundamentales acerca de la edificación como:

- **Número o Nombre de la Edificación:** básicamente describe el nombre o número de la edificación para una fácil localización en el mapa de estudio.
- **Número de Sótanos:** cantidad de niveles existentes por debajo de la cota terreno de la estructura. Usualmente son vistos en centros comerciales como estacionamiento vehicular.
- **Número de Pisos:** indica uno de los parámetros más importantes de la edificación para la elaboración de las curvas de fragilidad de la misma. Cabe destacar que solo se estudiaron edificios de hasta 4 pisos de altura. Incluyendo planta baja como un primer nivel
- **Estado, Ciudad, Municipio:** se refleja la ubicación más precisa de la edificación en estudio, todas las inspecciones de las edificaciones estudiadas se realizaron en el estado de Carabobo, ciudad Valencia y municipio san diego.

- **Parroquia, Urbanización, Sector, Barrio**

5. Uso de la Edificación: se indica el uso de la edificación para las cuales se señalan varias opciones a escoger como son: vivienda unifamiliar, vivienda multifamiliar, medico asistencial, educativo, deportivo-recreativo, industrial, comercial cultural entre otros. Se acota que si por ejemplo que la edificación tenga un uso residencial y aparte sea también de uso comercial, en este caso se marcan las dos opciones en la planilla. A continuación se hace un detallado más específico de los usos que pudieran ser subconjuntos de los antes ya mencionados:

- **Gubernamental:** se incluyen edificios municipales, estatales, y locales.
- **Medico Asistencial:** todas las edificaciones con fines principalmente la atención a la población en materia de salud, o en su defecto que se utilicen

más que todo en caso de una catástrofe. En este grupo se puede incluir las estaciones de bomberos, policías, protección civil, entre otros

- **Industrial:** se refiere a las instalaciones donde se desarrollan actividades productivas como por ejemplo: fábricas, galpones, depósitos, almacenes, plantas industriales, entre otros.
- **Comerciales:** constituidas generalmente por uno o más edificios cuya finalidad principalmente es exhibición y venta de mercancía, como entidades financieras, centros comerciales, restaurantes, moteles, concesionarios de vehículos, entre otros.
- **Educativo:** todas las instalaciones que prestan servicio de aprendizaje y formación personal a toda la población, desde las escuelas hasta las universidades.
- **Residencial:** se refiere a todos aquellos edificios cuya ocupación es residencial como, town-houses, residencias unifamiliares, multifamiliares, hoteles, residencias para personas mayores y discapacitadas, entre otras.
- **Deportivo — Recreativo:** incluye edificaciones con finalidad de entretenimiento para la población, como canchas deportivas, gimnasios, complejos deportivos, etc.

6. **Capacidad de Ocupación:** se indica el número de habitantes que residen en el edificio y también se describe la duración en tiempo como puede ser mañana, tarde, noche o todo el día, en la cual el o los habitantes residen en ella.

7. **Año de Construcción:** parámetro fundamental para el vaciado y realización de las curvas de fragilidad (CESE). En la planilla de especifican intervalos de años en la que fue construida la edificación como se muestran a continuación:

- Antes de 1939
- Entre 1940 y 1947
- Entre 1948 y 1955
- Entre 1956 y 1967
- Entre 1968 y 1982
- Entre 1983 y 1998
- Entre 1999 y 2001
- Después del 2001

8. **Condición del Terreno:** indica las condiciones del terreno y sus características topográficas, si presenta una condición de planicie, ladera, base o cima. Así como también refleja si hay existencia o no de drenajes en la misma.

Generalmente todas las edificaciones estudiadas presentaron una condición del terreno en planicie.

9. Tipo Estructural: parámetro donde se describe minuciosamente la tipología constructiva con la que fue diseñada la estructura. Es necesario tener una tipología en edificaciones industriales, comerciales, residenciales, entre otras, ya en vista de que cada tipología viene íntimamente ligada con sus características globales de la misma.

Las características de cada edificación vienen dadas por el tipo de estructura, tipo de estructura, y número de pisos. A continuación se mencionan las siguientes tipologías constructivas:

Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto

- Muros de concreto armado s Pórticos de acero
- Pórticos de acero con perfiles tubulares
- Pórticos de acero con cerchas
- Sistemas prefabricados a base de grandes paneles de o de pórticos
- Sistemas tipo túnel

10. Esquema de Planta: se refleja o indica la forma que presenta el edificio en planta, donde dichas opciones se mencionan a continuación:

- Forma rectangular
- Forma H
- Forma T
- Forma U
- Forma L
- Forma O

Se destaca que la forma de planta más predominante en las edificaciones fue la forma rectangular.

11. Esquema de Elevación: en esta región se estudia la forma del edificio a medida que aumenta su altura, clasificadas en:

- Forma pirámide invertida
- Forma piramidal
- Forma T, U, L
- Forma cuadrada: donde la relación entre las dimensiones de su base y altura es muy parecida.
- Forma esbeltez vertical: cuando las dimensiones de la altura son muy grandes con respecto a las dimensiones del ancho del mismo.

12. Irregularidades: Estas son algunas tipos de irregularidades de tipo constructivo que pueden estar presentes en las estructuras a estudiar:

- Ausencia de vigas altas en una o dos direcciones
- Presencia de al menos un entrepiso débil o blando
- Presencia de columnas cortas
- Discontinuidad de ejes en las columnas
- Aberturas significativas en losas
- Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta
- Separación entre edificios
- Adosamiento: losa contra losa
- Adosamiento: Losa contra columna

13. Grado de Deterioro: Estado de deterioro o falta de mantenimiento de las estructuras. Este se evaluará mediante los siguientes parámetros:

- Estado de Concrete Agrietamiento en elementos estructurales y/o corrosión en acero de refuerzo.
- Estado de Acero corrosión en elementos de acero y/o deterioro de conexiones y/o pandeo.
- Agrietamiento en paredes de relleno.
- Estado general de mantenimiento.

14. Observaciones: Se tomara en cuenta cualquier tipo de detalles de las edificaciones visibles o relevantes que puedan afectar a las estructuras.

15. Croquis de Situación, Ubicación y Planta: Estos croquis serán realizados a mano para tener un mejor detalle de la estructura. Niveles, fachada, irregularidad en planta y Ubicación de la misma.

Planilla de Índices de Priorización de Edificios para la Gestión del Riesgo Sísmico Informe Técnico de FUNVISIS

PLANILLA DE INSPECCION PARA EDIFICACIONES (Características Sismorresistentes)							
1. Datos generales (rellenar)							
1.1 Fecha		1.2 Hora de Ini		1.3 Hora Cul			
2. Datos de los participantes (rellenar)							
Función	Nombre y apellido			teléfono		Correo Electrónico	
2.1 Inspector							
2.2 Inspector							
2.3 Inspector							
3. Datos del entrevistado (rellenar)							
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 (rellenar)							
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. Sector. Barrio			
4.10 Calle, Vereda, otro							
5. Uso de la edificación (marcar con una x, múltiple opciones)							
☐ Gubernamental	☐ Militar	☐ Médico Asistencial	☐ Industrial	☐ Otro (Especifique)			
☐ Bomberos	☐ Vivienda Popular	☐ Educativo	☐ Comercial				
☐ Protección Civil	☐ Vivienda Unifamiliar	☐ Deportivo Recreativo	☐ Oficina				
☐ Policial	☐ Vivienda Multifamiliar	☐ Cultural	☐ Religioso				
6. Capacidad de Ocupación (rellenar y marcar con una x una opción)							
6.1 Numero de personas que ocupan el inmueble							
6.2 Ocupación durante ☐ Mañana ☐ Tarde ☐ Noche							
7. Año de Construcción (rellenar y marcar con una x una opción)							
Año _____							
☐ Antes de 1939	☐ Entre 1940 y 1947	☐ Entre 1948 y 1955	☐ Entre 1956 y 1967				
☐ Entre 1968 y 1982	☐ Entre 1983 y 1998	☐ Entre 1999 y 2001	☐ Después de 2001				
8. condición del terreno (marcar con una x una opción por pregunta)							
8.1 Edificación en:		8.2 Pendiente del terreno		20 - 45°		Mayor de 45°	
☐ Planicie		☐ Ladera		☐ Localizada sobre la mitad superior de la ladera		☐ SI ☐ NO	
8.6 Drenajes		8.4 Pendiente del talud		20 - 45°		Mayor de 45°	
☐ SI ☐ NO		☐ Base		☐ Menor a H del Talud		☐ Mayor al H del Talud	
☐ Cima		8.5 Separación al talud					
9. Tipo Estructural (marcar con una x múltiples opciones)							
☐ Pórticos de concreto armado				☐ Pórticos de acero diagonalizados			
☐ Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto				☐ Pórticos de acero con cerchas			
☐ Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales				☐ Sistemas pre-fabricados a base de grandes paneles o de pórticos			
☐ Sistemas con muros de concreto armado en una sola dirección, como algunos sistemas del tipo túnel				☐ Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada			
☐ Pórticos de acero				☐ Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada			
☐ Pórticos de acero con perfiles tubulares							
10. Esquema de planta (marcar con una x)				11. Esquema de elevación (marcar con una x)			
☐ H	☐ L	☐ Esbeltez	☐ T	☐ U	☐ Esbeltez Vertical		
☐ T	☐ O	☐ Horizontal	☐ Pirámide invertida	☐ L			
☐ U	☐ o	☐ Ninguno	☐ Piramidal	☐ I	☐ Ninguno		

Figura 11 **Fuente:** López. O; Coronel G; Informe de FUNVISIS FUN- 019.2011

12. Irregularidades (marcar con una x múltiples opciones)	
☐ 12.1 Ausencia de vigas altas en una o en dos direcciones ☐ 12.2 Presencia de al menos un entrepiso débil o blando ☐ 12.3 Presencia de columnas cortas ☐ 12.4 Discontinuidad de ejes de columnas ☐ 12.5 Aberturas significativas en losas	☐ 12.6 Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta 12.7 Separación entre edificios (cm) _____ ☐ 12.8 Adosamiento: Losa contra losa ☐ 12.9 Adosamiento: Losa contra columna
13. Grado de deterioro (marcar con una x una opción por pregunta)	
13.1 Est de Concreto. Agrietamiento en elementos estructurales y/o corrosión en acero de refuerzo.	☐ Ninguno ☐ Moderado ☐ Severo
13.2 Est de Acero Corrosión en elementos de acero y/o deterioro de conexiones y/o pandeo	☐ Ninguno ☐ Moderado ☐ Severo
13.3 Agrietamiento en paredes de relleno	☐ Ninguno ☐ Moderado ☐ Severo
13.4 Estado general de mantenimiento	☐ Ninguno ☐ Regular ☐ Bajo
14. Observaciones	
15. Croquis de planta	
Croquis de planta	
16. Croquis de fachadas	

Figura 12 Fuente: López. O; Coronel G; Informe de FUNVISIS

FASE V CONSTRUCCIÓN DE CURVAS DE FRAGILIDAD SÍSMICA

La caracterización de la vulnerabilidad sísmica del edificio mediante curvas de fragilidad se basa en la información básica de cada estructura, suponiendo que los edificios fueron diseñados acorde con la normativa correspondiente a su época (López et al., 2010). Bajo esta hipótesis se construyen curvas de capacidad bilineal para cada edificio a partir de:

1) La estimación de la capacidad resistente a nivel de cadencia (V_y) dividida entre el peso (W) del edificio, a partir de los coeficiente sísmicos (C_s) establecido por las seis normas venezolanas de los años 1939, 1947, 1955, 1967, 1982 y 1998 o 2001, llevados a nivel de cadencia e incorporando un factor de sobre resistencia (Q_y):

2) La determinación del desplazamiento cedente (u_y) suponiendo que la respuesta dinámica de la estructura está contenida en el modo fundamental (T_e):

3) La determinación del desplazamiento ultimo (u_u) asignando un factor de ductilidad ultima (μ_u) a cada norma:

$$u_u = \mu_u u_y \quad (3)$$

Se implementan cuatro estados de daños denominados: 1) Ligero; 2) Moderado; 3) Severo y 4) Completo. Cada estado de daño queda representado en la curva de capacidad en Función del desplazamiento cedente y del último a partir de los siguientes límites (Barbat et al., 2008):

$$u1 = 0,70 \, u_y$$

$$u2 = u_y$$

$$u3 = u_y + 0,25(uu - u_y) \text{ (4 a, b, c, d)}$$

$$u4 = uu$$

Las curvas de fragilidad permiten representar en términos probabilísticos la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones y proporcionan la probabilidad de que la respuesta de una estructura alcance o exceda determinado límite asociado al daño, como función de un parámetro indicador de la intensidad sísmica. A partir de la curva de capacidad de cada edificio se estima la curva de fragilidad para el límite de cada estado de daño.

Después de la toma de datos realizada en campo a las estructuras, se procederá a vaciar la información al programa (CFSEV). Para así generar las curvas de fragilidad y la obtención del índice de pérdida de cada tipología estructural. A continuación se presenta un ejemplo de la planilla correspondiente a una de las edificaciones estudiadas así como la obtención de las curvas de fragilidad correspondientes.

1. Información Básica del Edificio: Norma Constructiva que va depende directamente del año de construcción de las estructuras, estas variaran desde el año 1967 hasta la actualidad. Números de pisos de las edificaciones teniendo como limitante hasta cuatro niveles por especificaciones de SOFTWARE tomando como referencia planta baja como primer nivel.

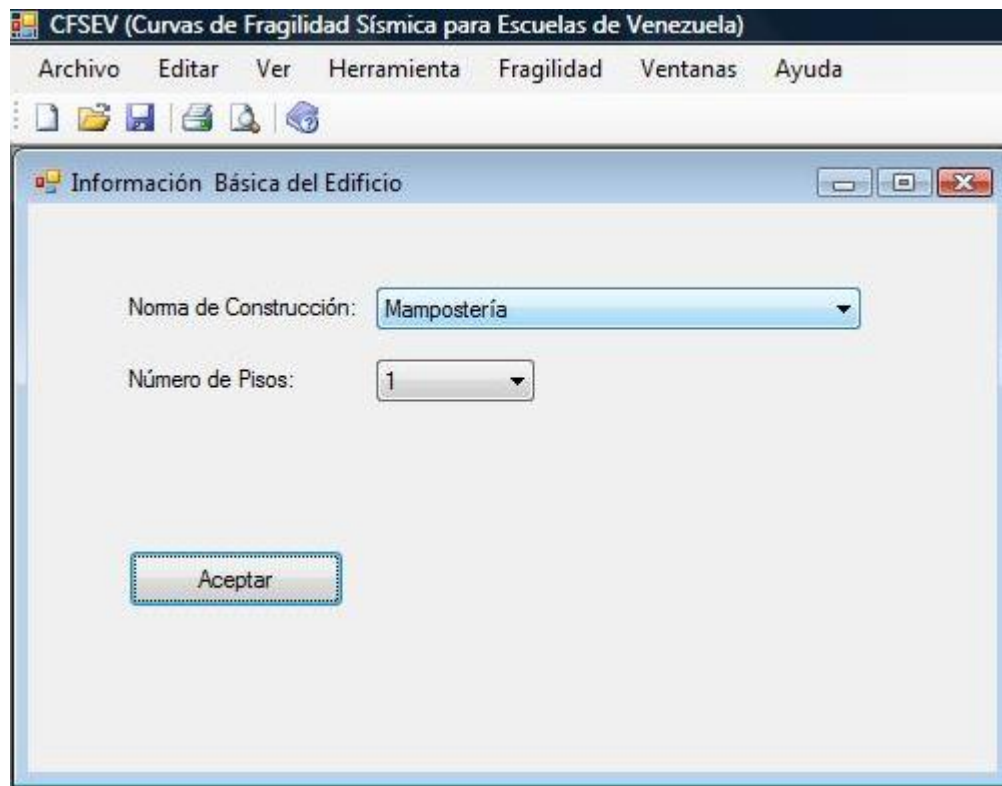


Figura 13 **Información Básica del edificio: Curvas de Fragilidad Sísmica para Escuelas de Venezuela (CFEV)**

2. **Parámetros de Diseño:** ya teniendo como referencia la Norma de 2001 directamente el programa nos genera distintos parámetros como Zona sísmica, factor de importancia (a), tipo de suelo, factor de reducción de respuesta(R) y el Factor de corrección del coeficiente de aceleración horizontal.

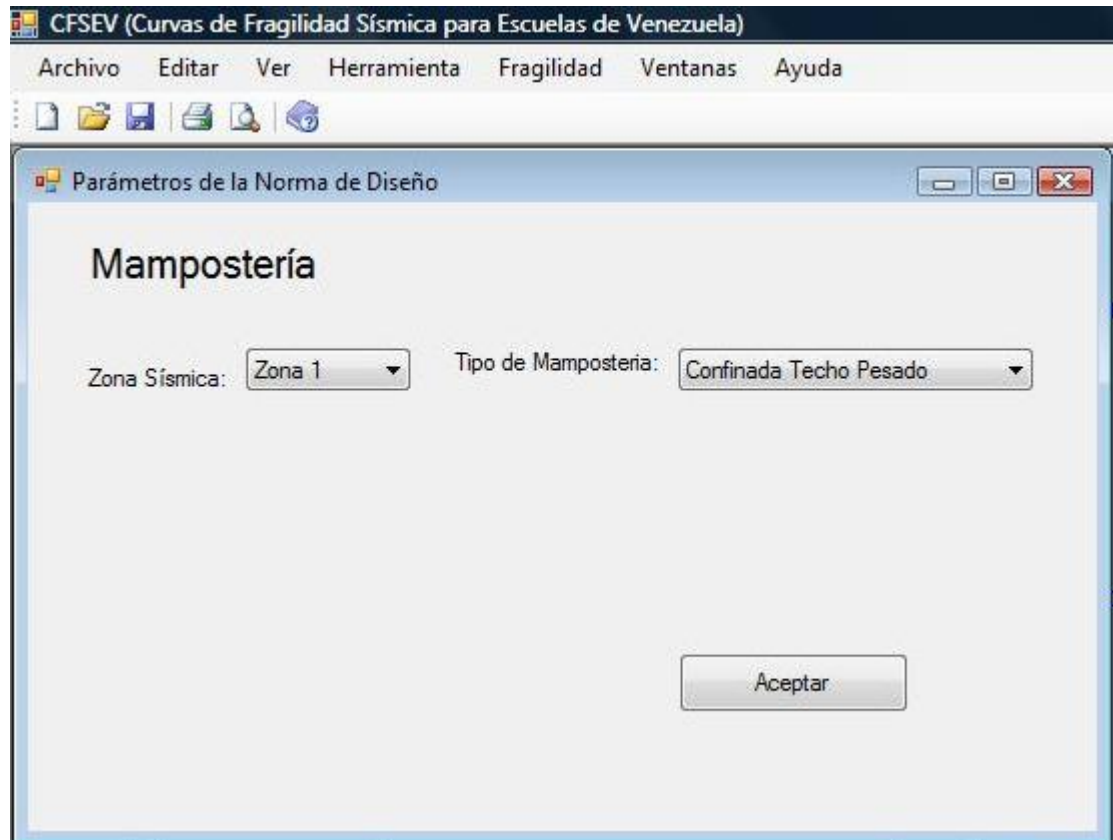


Figura 14 **Parámetros de la Norma de Diseño** Fuente: Curvas de Fragilidad Sísmica para Escuelas de Venezuela (CFEV)

Zona Sísmica: Va depender directamente del estado donde se vaya a realizar el estudio, como del año en que fue construida la edificación, ya que cada Norma Constructiva tiene su distribución de zonas sísmicas. En la Norma COVENIN 1756-01-2001 más específicamente el cap. 4. Tabla 4.2 se puede apreciar la distribución de las zonas de todo el país.

Factor de Importancia (a): Para determinar del Factor de importancia (a) es necesario conocer el grupo al cual pertenece, tal como se especifica en el capítulo 6, específicamente en la tabla 6.1 de la Norma 1756 (COVENIN 2001).

Tipo de Suelo: Depende del perfil geotécnico del terreno, a su vez se indica que tipo de Vsp y la profundidad H a la fue ensayada dicha muestra, seguidamente de acuerdo a la zona sísmica elegida, se podrá conocer que forma espectral y que factor de corrección ($q>$) le corresponde a cada edificación.

TABLA 5.1 FORMA ESPECTRAL Y FACTOR DE CORRECCIÓN ϕ						
Material	Vsp (m/s)	H (m)	Zonas Sísmicas 1 a 4		Zonas Sísmicas 5 a 7	
			Forma Espectral	ϕ	Forma Espectral	ϕ
Roca sana/fracturada	>500	-	S1	0.85	S1	1.00
Roca blanda o meteorizada y suelos muy duros o muy densos	>400	<30	S1	0.85	S1	1.00
		30-50	S2	0.80	S2	0.90
		>50	S3	0.70	S2	0.90
Suelos duros o densos	250-400	<15	S1	0.80	S1	1.00
		15-50	S2	0.80	S2	0.90
		>50	S3	0.75	S2	0.90
Suelos finos/medio densos	170-250	≤ 50	S3	0.70	S2	0.95
		>50	S3 ^(a)	0.70	S3	0.75
Suelos blandos/sueltos	<170	≤ 15	S3	0.70	S2	0.90
		>15	S3 ^(a)	0.70	S3	0.80
Suelos blandos o sueltos ^(b) intercalados con suelos más rígidos	-	H ₁	S2 ^(c)	0.65	S2	0.70

a) Si $A_0 \leq 0.15$ úsese S4
b) El espesor de los estratos blandos o sueltos ($V_{sp} < 170$ m/s) debe ser mayor que $0.1 H$
c) Si $H_1 \geq 0.25 H$ y $A_0 \leq 0.20$ úsese S3.

Figura 15 **Forma Espectral y Factores de Corrección Fuente:** Norma COVENIN 1756-1:2001

- **Factor de Reducción de Respuesta:** Este factor va a depender directamente de los niveles de diseño y del tipo de estructura tal como lo expresa la tabla 6.4 de la Norma COVENIN 1756-01 -2001.

3. Parámetros de Capacidad: estos factores son utilizados para la elaboración de la curva de capacidad. Donde nos encontramos parámetros de sobre resistencia cedente y ultima para los periodos indicados, parámetros de acuerdo el número de pisos de la estructura. Factor de Ductilidad nominal (λ_i) para distintos periodos, y finalmente la obtención de los valores de F_w dependiendo del año de la norma a utilizar.

CFEV (Curvas de Fragilidad Sísmica para Escuelas de Venezuela)

Archivo Editar Ver Herramienta Fragilidad Ventanas Ayuda

Parámetros de la Capacidad

Parámetros de sobrerresistencia cedente y última para los periodos indicados:

Antes de 1967		Entre 1967 y 1982		Después de 1982	
(Nivel de Diseño Bajo, ND1)		(Nivel de Diseño Medio, ND2)		(Nivel de Diseño Especial, ND3)	
Ω_y	Ω_u	Ω_y	Ω_u	Ω_y	Ω_u
1.60	1.50	1.20	1.50	1.00	1.50

Parámetros indicados de acuerdo al número de pisos:

N	Im (in)	α_1	β_1	Antes de 1982			Después de 1982
				T_e (seg)	T_e (seg)	T_e (seg)	
1	3	1.00	1.00	0.16	0.34	0.27	
2	6	1.15	0.96	0.27	0.58	0.46	
3	9	1.20	0.93	0.36	0.79	0.61	
4	12	1.25	0.91	0.45	0.99	0.76	

Valores del factor de ductilidad nominal (μ) para distintos periodos:

Antes de 1967	Entre 1967 y 1982	Entre 1982 y 1998 (ND3)	Después de 1998 (ND3)
2.0	3.0	4.0	4.5

$\lambda = 3.0$

Valores del factor F_w

N	MOP 1939	MOP 1947	MOP 1955	MOP 1967	COVENIN 1982	COVENIN 1998 y 2001
1	0.857	0.857	0.857	0.857	0.857	0.857
2-4	1.143	1.000	0.857	0.829	0.829	1.000

Aceptar Ayuda

Figura 16 **Parámetros de Capacidad Fuente:** Curvas de Fragilidad Sísmica para Escuelas de Venezuela (CFEV)

- 4. Límites de Daños:** En esta fase se elige el tipo de dato a estudiar, ya sea por Desplazamientos o por Deriva. Estos parámetros los genera por defecto el programa al escoger el tipo de datos.

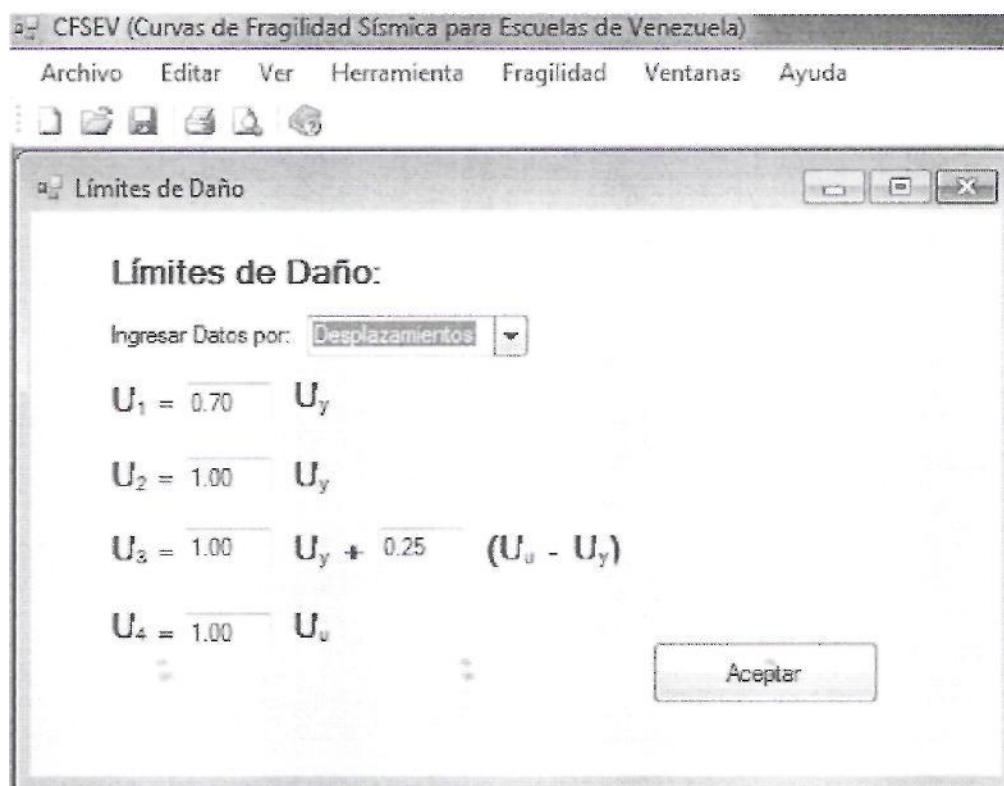


Figura 17 . **Límites de Danos Fuente:** Curvas de Fragilidad Sísmica para Escuelas de Venezuela (CFEV)

5. Parámetros del Espectro de Respuesta: en esta fase el SOFTWARE CFSEV genera por defecto los valores de Beta, T* y P **con** tan solo seleccionar el espectro de diseño.

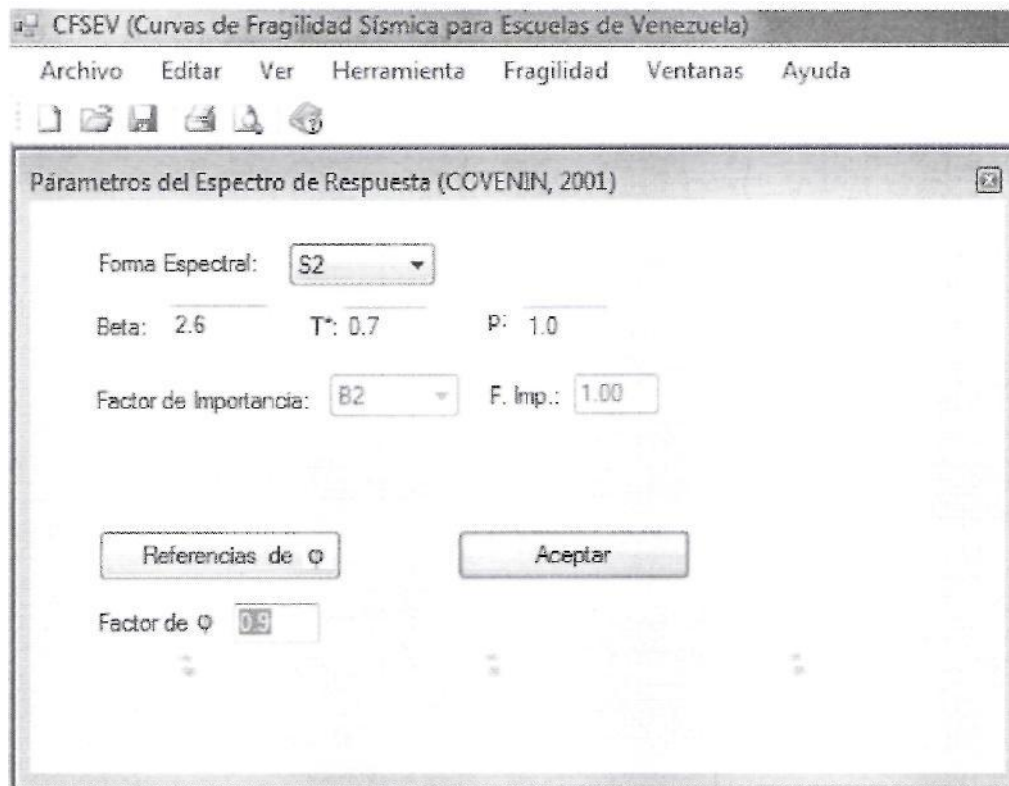


Figura 18 **Parámetros de Espectro de Respuesta Fuente:** Curvas de Fragilidad Sísmica para Escuelas de Venezuela (CFEV)

6. Parámetros del Método de los coeficientes

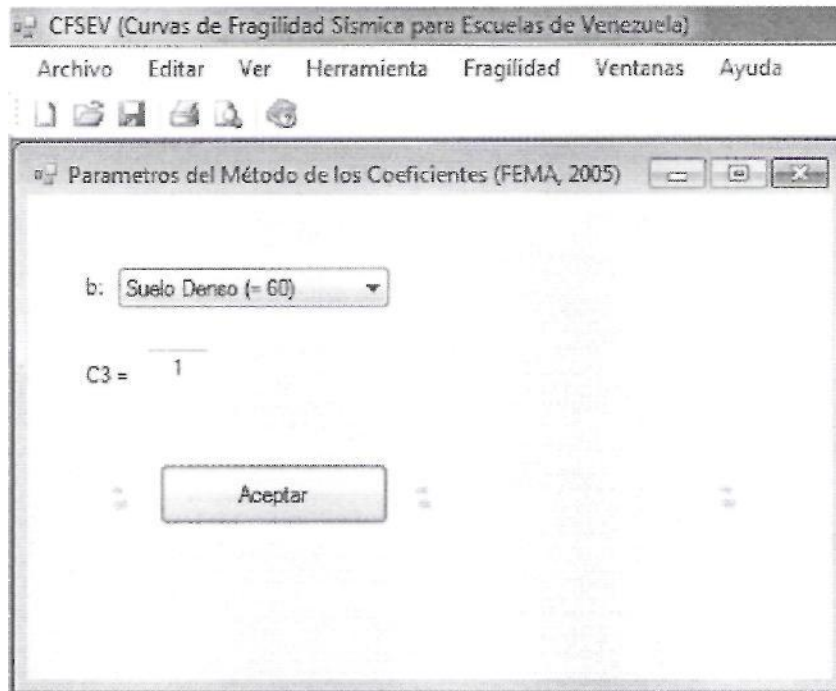


Figura 19 **Parámetros del Método de los Coeficientes** Fuente: Curvas de Fragilidad Sísmica para Escuelas de Venezuela (CFEV)

FASE VI ESTIMACIÓN DE DAÑOS Y NIVELES DE RIESGO SÍSMICO

Para la estimación de daños las probabilidades de ocurrencia (P_i) de cada estado de daño (/) Prefijado se obtienen de las curvas de fragilidad a partir de la aceleración máxima del terreno (A) estimada en cada estructura para cada evento sísmico (k) definido de forma determinística. El daño medio (D_m) se estima en cada edificación mediante la Ecuación (7), ponderando las Probabilidades de ocurrencia de cada estado de daño con los factores de daño (D_i).

Tabla 1

Estimación de Daños en las Estructuras

Estado de Daño	Porcentaje I_p
Sin Daño	0 - 2,5
Leve	2,5 - 10,5
Moderado	10,5 – 30
Severo	30 – 70
Completo	>70

Fuente: **Coronel G. y López O.**

Tabla 2

Descripción de los diferentes estados de Daño en las Estructuras

Estado de Daño	Descripción	Índice de Pérdida
Sin Daño	Sin daño estructural, con posible presencia de pequeños daños en Componentes no estructurales.	0
Daño Leve	Presencia de pocas, localizadas y muy pequeñas grietas en Elementos estructurales. Evidentes grietas en los elementos no estructurales, separación entre la tabiquería y los elementos.	2
Daño Moderado	Grietas evidentes en elementos estructurales con pérdida de Recubrimiento en algunos casos. La mayoría de las paredes de tabiquería exhibe grandes grietas diagonales y horizontales y Algunas pueden perder su estabilidad.	10
Daño Severo	Falla localizada de algunos elementos estructurales o sus conexiones sin pérdida de la estabilidad vertical del sistema. La mayoría de la tabiquería presenta grandes grietas y varias paredes pueden volcarse. La mayoría del mobiliario no anclado se ha volcado. La estructura presenta una deformación	50
Daño Completo	Desplazamiento lateral excesivo. Pérdida de la estabilidad	100

Fuentes: Elaboración propia.

FASE VII ELABORACIÓN DE MAPAS:

Para la estimación de daños, pérdidas y niveles de riesgo sísmico en las edificaciones estudiadas se representan los resultados obtenidos a través de mapas temáticos y gráficos.

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

El presente capítulo hace referencia a la investigación la cual, según Hurtado y Toro (2002, p. 41), es "aquella que predominantemente, tiende a usar instrumentos de medición y comparación que proporcionan datos cuyo estudio requiere el uso de modelos matemáticos y de la estadística", en este sentido se podría decir que los datos adquiridos permitirán la realización de conclusiones y recomendaciones destinados a aportar lo que se espera de esta investigación.

Una vez recolectada la información necesaria para cumplir con los requerimientos de los objetivos trazados, se procedió a la formulación de los objetivos, mediante la aplicación de la observación directa, así como la revisión bibliográfica de las normas vigentes relacionadas con el comportamiento sísmico resistente.

Los datos obtenidos en el desarrollo de esta investigación se presentan a continuación en cada una de las fases de acuerdo a los objetivos planteados.

FASE I DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Como estrategia de trabajo, se realizó una distribución de áreas en la geografía del Municipio con el fin de facilitar e interpretar los resultados, utilizando un mapa proporcionado por la Alcaldía del Municipio San Diego donde se puede apreciar la configuración de los sectores urbanos.

La zona donde se llevó a cabo la investigación corresponde al Sector Sureste del Municipio, siendo sus linderos los siguientes:

Norte: Autopista Bárbula - Guacara

Sur: Urbanización las Mercedes

Este: Urbanización Las Morochas

Oeste: Avenida Don Julio Centeno.

Suelo de la Zona

Se obtuvo el suelo típico de la zona resultando un suelo denso con una velocidad de onda de corte aproximada de 300 m/s; este dato fue extraído del Trabajo Especial de Grado de América Spech, Septiembre (2008), del Municipio San Diego, Estado Carabobo".

Fecha	N°	Profundidad (m)	Coordenadas		Referencia	N° de capas	V ₃₀ Campos	V ₃₀ mar & Yosimura	V ₃₀ Ohta & Goto	V ₃₀ Nampo
			Este	Norte						
Apr-06	1	12	913.910	1.124.927	Sector La Cumbre	3	299.22	25.84	23.74	230.99
Apr-06	2	12	914.902	1.124.924	Sector La Cumbre	3	310.23	24.44	23.09	233.40
Apr-06	3	12	914.902	1.124.909	Sector La Cumbre	3	311.34	24.83	23.70	234.81
Apr-06	4	12	914.902	1.124.902	Sector La Cumbre	3	311.34	23.43	23.43	233.32
Apr-06	5	12	914.912	1.124.910	Sector La Cumbre	3	308.55	23.43	24.15	230.59
Apr-06	6	12	914.909	1.124.921	Sector La Cumbre	3	308.71	23.51	23.50	232.59
Apr-06	7	12	914.909	1.124.925	Sector La Cumbre	3	311.35	23.77	23.84	234.75
Apr-06	8	12	914.909	1.124.932	Sector La Cumbre	3	310.11	23.83	23.03	231.10
Apr-06	9	12	914.909	1.124.938	Sector La Cumbre	3	316.53	24.81	24.08	235.39
May-06	10	12	914.914	1.125.924	Estación empujadora L-8 -13-67	3	233.40	23.72	23.72	235.10
May-06	11	3	914.925	1.126.923	Camino empujadora L-8 -13-67	4	341.51	33.12	33.03	345.20
May-06	77	8	913.127	1.125.127	Terreno a la derecha del Distribuidor San Diego	3	222.52	24.92	22.87	179.12
Apr-07	78	8	913.252	1.125.927	Terreno a la derecha del Distribuidor San Diego	3	341.53	23.02	23.98	189.74
Jun-07	79	10	913.235	1.126.932	Estación San Diego Tramo C-1	3	250.23	24.39	25.03	172.37
Jun-07	80	9	913.297	1.126.932	Estación San Diego Tramo C-1	3	259.26	23.43	25.73	182.77
Jun-07	81	10	913.236	1.126.479	Estación San Diego Tramo C-1	3	318.34	26.17	24.86	213.30
Jun-07	82	10	913.236	1.126.282	Estación San Diego Tramo C-1	3	312.19	23.11	23.42	183.53
Jun-07	83	12	913.163	1.126.372	Estación San Diego Tramo C-1	3	266.50	18.74	23.04	234.32
Jun-07	84	8	913.848	1.128.128	Residencia Laguna Club	3	311.33	23.31	23.20	229.24
Jun-07	70	8	913.842	1.126.411	Residencia Laguna Club	3	315.51	24.91	23.40	227.26
Jun-07	71	8	913.837	1.128.328	Residencia Laguna Club	3	316.48	21.11	23.83	214.98
Jun-07	72	8	913.809	1.128.321	Residencia Laguna Club	3	316.10	21.44	23.74	220.76
Feb-07	73	8	913.822	1.124.313	Urb. El Remanoso	3	315.69	21.63	23.73	171.30
Feb-07	74	8	913.824	1.124.291	Urb. El Remanoso	3	309.54	20.63	23.03	159.48
Feb-07	75	8	913.825	1.124.251	Urb. El Remanoso	4	244.66	23.10	23.12	180.10
May-07	19	10	913.907	1.120.309	Cerca de San Diego Urb. El Manzo II	1	430.31	22.94	24.24	333.71
May-07	20	10	913.904	1.120.314	Cerca de San Diego Urb. El Manzo II	4	443.31	24.13	24.99	349.22
May-07	21	10	913.921	1.120.002	Manzo II	1	430.29	22.97	24.24	348.04
May-07	22	13	913.920	1.123.225	San Juan Castaño	3	333.10	19.10	23.80	236.20
May-07	23	15	913.920	1.123.227	Zona industrial	3	446.60	23.14	24.24	348.74
May-07	24	15	913.927	1.123.820	Zona industrial	3	343.74	20.43	24.08	242.70

Figura 20 Datos de Velocidades de Ondas de Corte (Vsp) de la Zona.

Fuente: América Spech, Septiembre 2008

Fecha	N°	Profundidad (m)	Coordenadas		Referencia	N° de capas	Vs30 Campos	Vs30 Inval & Yomaira	Vs30 Ohta & Goto	Vs30 Mehrop
			Este	Noche						
Apr-00	40	10	613.462	1 131.245	Res. Poblado de San Diego	4	320.85	252.14	309.36	215.55
Apr-00	41	6	613.315	1 131.587	Res. Poblado de San Diego	5	393.45	301.60	357.16	290.60
Jul-98	44	6	614.660	1 126.993	Zona Ind. Castillo	3	285.82	353.20	451.01	400.16
Jul-98	45	6	614.680	1 126.975	Zona Ind. Castillo	2	378.17	291.07	392.69	275.92
Jul-98	46	8	614.690	1 126.968	Zona Ind. Castillo	2	293.50	253.16	319.59	189.15
Oct-87	51	15	613.488	1 133.965	Colegio Párra Bolívariana Urb. Montaserino	7	327.58	277.74	268.90	249.87
Oct-87	52	10	613.443	1 134.056	Colegio Párra Bolívariana Urb. Montaserino	5	353.24	274.51	306.14	245.89
Jul-97	48	9	612.721	1 131.514	Urb. La Esmeralda	1	277.14	310.61	382.57	319.92
Jul-97	49	5	612.755	1 131.555	Urb. La Esmeralda	7	251.84	340.34	370.34	355.16
Jul-97	50	6	612.605	1 131.589	Urb. La Esmeralda	4	415.42	323.30	391.59	238.52
Nov-93	59	6	613.659	1 133.845	Sector Yuma	2	353.54	254.62	319.60	248.10
Nov-93	60	8	613.621	1 133.894	Sector Yuma	2	340.05	255.30	304.91	234.67
Sep-92	53	15	613.624	1 127.730	Zona Ind. Castillo	7	372.67	297.53	299.71	269.57
Sep-92	54	10	613.657	1 127.701	Zona Ind. Castillo	6	330.00	254.67	279.72	233.26
Sep-92	55	15	613.620	1 127.670	Zona Ind. Castillo	5	343.06	251.37	306.72	255.05
Sep-92	56	6	613.627	1 127.701	Zona Ind. Castillo	6	330.95	256.03	325.01	245.06
Sep-98	57	6	613.497	1 126.746	Sector Los Andes	4	383.01	295.32	359.05	279.89
Sep-98	58	8	613.537	1 126.788	Sector Los Andes	4	394.34	303.14	373.06	290.51
Ene-80	61	15	614.963	1 126.096	Km 1+300 de Ilitaca Antena 0	4	331.06	330.18	375.35	219.47
Ene-80	62	20	614.95	1 126.252	Km 1+300 de Ilitaca Antena 0	3	369.59	304.20	344.89	299.22
Ene-80	63	20	614.926	1 126.235	Km 1+300 de Ilitaca Antena 0	4	365.95	305.43	351.67	162.12
Ene-80	64	20	614.959	1 126.302	Km 1+300 de Ilitaca Antena 0	4	407.41	314.75	340.91	294.90
Jul-77	65	20	613.677	1 136.186	Distribuidor San Diego Autopista Guacara-Barbula	5	425.00	304.53	330.71	320.70
Jul-77	66	20	613.688	1 136.151	Distribuidor San Diego Autopista Guacara-Barbula	13	245.67	259.95	227.18	237.44
Jul-77	67	25	613.705	1 136.191	Distribuidor San Diego Autopista Guacara-Barbula Distribuidor San Diego	9	365.86	284.80	294.28	245.53
Jul-77	68	25	613.713	1 136.127	Autopista Guacara-Barbula	14	421.15	320.48	270.35	318.59

Figura 21 Datos de Velocidades de Ondas de Corte (Vsp) de la Zona. Fuente: América Spech, Septiembre 2008

El área de estudio se dividió en cuatro sectores, a saber:

- Sector 1: Comprende la parte norte, constituida por las Urbanizaciones Los Tulipanes, Senderos de San Diego, la unidad educativa Cenda y el C.E.I. Los Tulipanes. Este sector limita por el norte con la autopista Bárbula San Diego, por el sur la Urbanización el Remanso, por el Este Av. Paseo el tulipán y Oeste Av. Intercomunal Don Julio Centeno
- Sector 2: Urbanizaciones como El Remanso, Conjunto residencial Country Park, Centro Comercial El Remanso y Conjunto Residencial Brisas del Valle. Este sector limita por el norte con Parque Tulipán, Sur Supermercado Luxor, Este Av. San Francisco de Cupira, Oeste Av. Intercomunal Don Julio Centeno.
- Sector 3: Urbanizaciones como Trianitas, Los Faroles, Las Aves, Aves del Paraíso, Montaserino 12, Divino Nino, Santa Marta y Villas de Monterrey. Este sector limita por el norte con C.C. El remanso, Sur Calle Montaserino, Este Calle Paez y Oeste Av. Intercomunal Don Julio Centeno
- Sector 4: Este sector alcanza el casco del pueblo de San Diego y la Urbanización las Morochas. Este sector limita por el norte con calle Ricaurte, Sur la calle Frasco Sur, Este Autopista Bárbula Guacara y Oeste la Calle Paez

FASE II INVENTARIO DE EDIFICACIONES:

<i>SECTOR</i>	<i>URBANIZACIÓN</i>	<i>CONJUNTO RESIDENCIAL</i>	<i>TOTAL DE EDIFICACIONES</i>
1	Los tulipanes	Los tulipanes	382
		Senderos de San Diego	
		Cenda	
		C.E.I. Los tulipanes	

Figura 19: Totalidad de las Edificaciones en Sector 1

Fuente: Elaboración Propia

<i>SECTOR</i>	<i>URBANIZACIÓN</i>	<i>CONJUNTO RESIDENCIAL</i>	<i>TOTAL DE EDIFICACIONES</i>
2	El Remanso	El pueblo del Remanso	1069
		Country Park 1	
		Country Park 2	
		Country Park 3	
		Country Park 4	
		C.C. El remanso	
		Brisas del Valle (Edificio)	
		Brisas del Valle (Villas)	
		Brisas del Valle (TH)	

Figura 20: Totalidad de las Edificaciones en Sector 2

Fuente: Elaboración Propia

<i>SECTOR</i>	<i>URBANIZACIÓN</i>	<i>CONJUNTO RESIDENCIAL</i>	<i>TOTAL DE EDIFICACIONES</i>
3	Monteserino	Trianitas	396
		Los Faroles	
		Las Aves	
		Aves del Paraíso	
		Monteserino 12	
		Divino Niño	
		Santa Marta	
		Villas de Monterrey	

Figura 21: **Totalidad de las Edificaciones en Sector 3**

Fuente: Elaboración Propia

<i>SECTOR</i>	<i>URBANIZACIÓN</i>	<i>CONJUNTO RESIDENCIAL</i>	<i>TOTAL DE EDIFICACIONES</i>
4		Pueblo de San Diego	714
		Las Morochas	

Figura 22: **Totalidad de las Edificaciones en Sector 4**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3

Totalidad de las estructuras de la zona de estudio

<i>SECTOR</i>	<i>CANTIDAD</i>
1	382
2	1069
3	396
4	715
TOTALIDAD	2561

Fuente: Elaboración Propia

FASE III CLASIFICACIÓN DE LAS TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS

Tipo	Uso de la Edificación	Tipo Estructural
1	Vivienda Unifamiliar	Estructura de Mampostería Confinada
2	Vivienda Unifamiliar	Estructura de Mampostería No Confinada
3	Vivienda Unifamiliar	Muro de Concreto Armada
4	Vivienda Unifamiliar	Mixta Muro de Concreto y Pórticos de Concreto 1 Nivel
5	Vivienda Unifamiliar	Mixta Muro de Concreto y Pórticos de Concreto 2 Niveles
6	Vivienda Unifamiliar	Mixta Muro de Concreto y Pórticos de Acero 3 Niveles
7	Vivienda Unifamiliar	Mixta tipo Túnel y Muros de Acero 1 Nivel
8	Vivienda Unifamiliar	Tipo Túnel
9	Vivienda Unifamiliar	Mixta Muros de Concreto Pórticos de Concreto y Pórticos de Acero
10	Vivienda Unifamiliar	Rural
11	Vivienda Unifamiliar	Mixta Pórticos de Concreto y tipo Túnel 2 niveles
12	Vivienda Unifamiliar	Pórticos de Concreto 2 Niveles
13	Vivienda Unifamiliar	Pórticos de Concreto 3 Niveles
14	Vivienda Unifamiliar	Sin Norma
15	Vivienda Unifamiliar	Mampostería Confinada y Pórticos de Acero
16	Vivienda Unifamiliar	Sin Norma Vivienda de Adobe Mampostería no Confinada
17	Vivienda Unifamiliar	Mixta Mampostería Confinada y No confinada 2 Niveles
18	Vivienda Unifamiliar	Mampostería Confinada 2 Niveles
19	Vivienda Unifamiliar	Mampostería No Confinada 2 Niveles
20	Vivienda Unifamiliar	Mixta Confinada y no confinada 1 nivel

21	Vivienda Unifamiliar	No Clasificada
22	Vivienda Unifamiliar	Estructura Metálica 2 pisos
23	Vivienda Unifamiliar	Mampostería Confinada 3 Niveles
24	Vivienda Unifamiliar	Estructura Prefabricada 1 Piso
25	Vivienda Unifamiliar	Petrocasa (No Clasificada)
26	Vivienda Multifamiliar	Sistemas con Muro de Concreto Armado en una sola dirección
27	Vivienda Multifamiliar	Muro de Concreto Armado 4 Niveles
28	Vivienda Multifamiliar	Muro de Concreto Armado y pórticos de concreto 4 Nivel
29	Vivienda Multifamiliar	Sistemas prefabricado con muros de concreto 4 niveles
30	Comercial	Porticas de Acero con Perfiles Tubulares 2 Niveles
31	Comercial	Mampostería No confinada
32	Comercial	Mampostería Confinada
33	Comercial	Mixta Confinada y no confinada 2 niveles
34	Educativo	Pórtico de Concreto y Acero 2 pisos
35	Educativo	Sin Norma Adobe 1 Nivel
36	Educativo	Pórtico de concreto 2 niveles
37	Educativo	Mampostería Confinada
38	Gubernamental	Mampostería Confinada
39	Medico Asistencial	Confinada 1 nivel

Figura 23: **Clasificación de Tipologías Constructivas.** Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4

Totalidad y porcentaje de tipologías en el sector 1

SECTOR 1		
TIPO	CANTIDAD	%
26	364	95.28795812
27	16	4.188481675
36	1	0.261780105
34	1	0.261780105

Fuente: Elaboración Propia

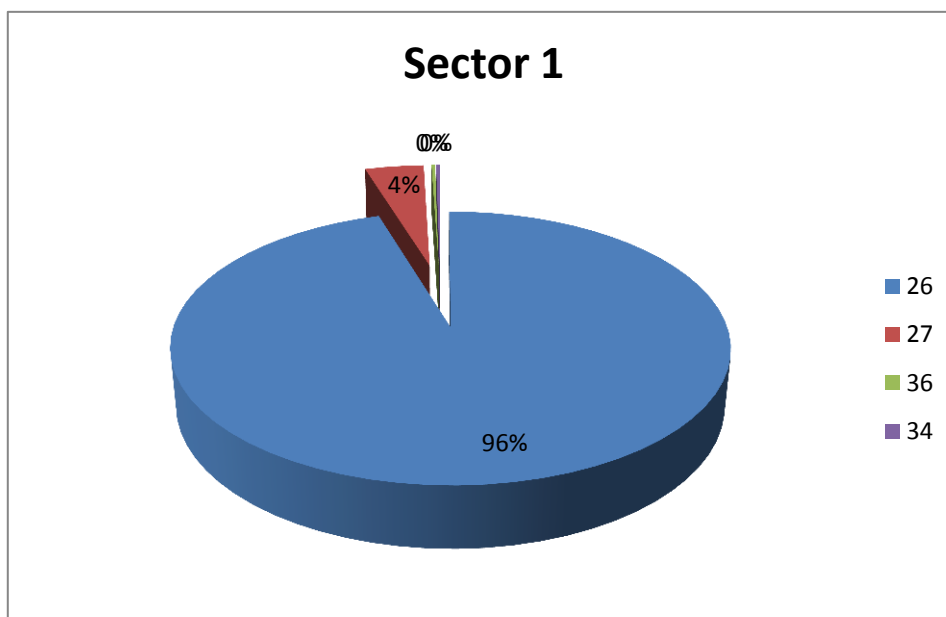


Gráfico 1: Porcentaje de Edificaciones Sector, Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5

Totalidad y porcentaje de tipologías en el sector 2

SECTOR 2		
TIPO	CANTIDAD	%
8	161	15.06080449
4	402	37.60523854
11	400	37.4181478
5	82	7.670720299
9	5	0.467726848
13	8	0.748362956
30	1	0.09354537
27	4	0.374181478
7	3	0.280636109
28	3	0.280636109

Fuente:

Elaboración

Propia

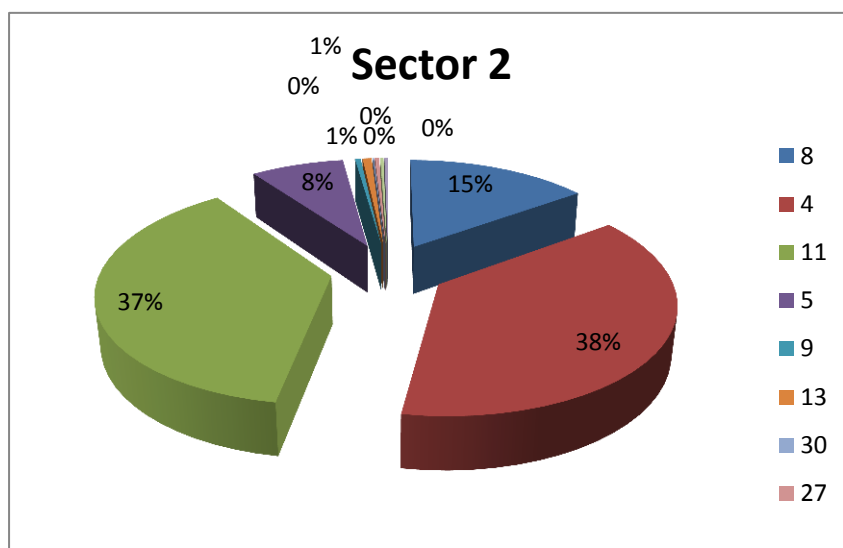


Gráfico 2: Porcentaje de Edificaciones Sector2

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6

Totalidad y porcentaje de tipologías en el sector 3

SECTOR 3		
TIPO	CANTIDAD	%
4	57	14.39393939
11	268	67.67676768
27	11	2.777777778
29	40	10.1010101
8	1	0.252525253
5	8	2.02020202
18	9	2.272727273
1	1	0.252525253
6	1	0.252525253

Fuente: Elaboración Propia

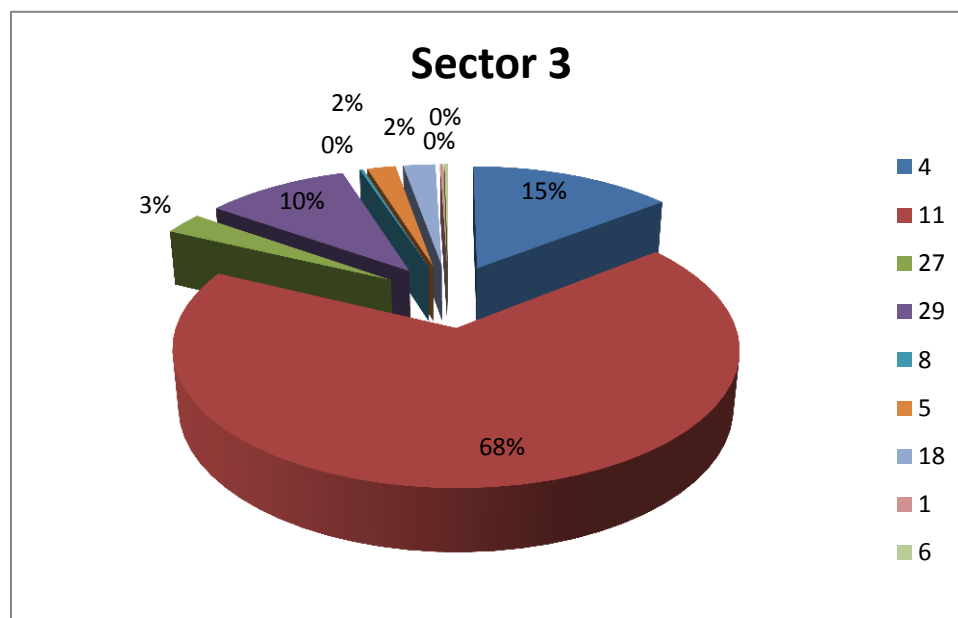


Gráfico 3: Porcentaje de Edificaciones Sector 3

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7

Totalidad y porcentaje de tipologías en el sector 4

<i>SECTOR 4</i>		
TIPO	CANTIDAD	%
15	2	0.27972028
31	1	0.13986014
20	1	0.13986014
37	1	0.13986014
33	4	0.559440559
2	154	21.53846154
1	108	15.1048951
16	43	6.013986014
18	45	6.293706294
10	13	1.818181818
17	2	0.27972028
19	10	1.398601399
32	6	0.839160839
11	99	13.84615385
39	1	0.13986014
8	16	2.237762238
4	175	24.47552448
5	12	1.678321678
9	3	0.41958042
3	4	0.559440559
12	4	0.559440559
14	1	0.13986014
21	2	0.27972028
22	1	0.13986014
23	1	0.13986014
24	1	0.13986014
25	1	0.13986014
35	1	0.13986014
38	1	0.13986014
39	1	0.13986014

Fuente: Elaboración Propia

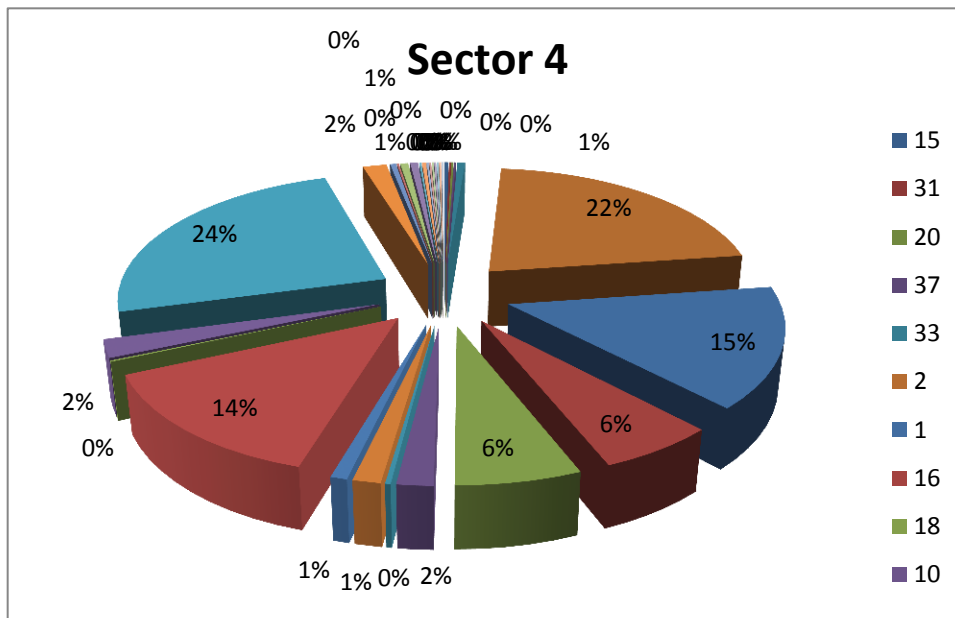


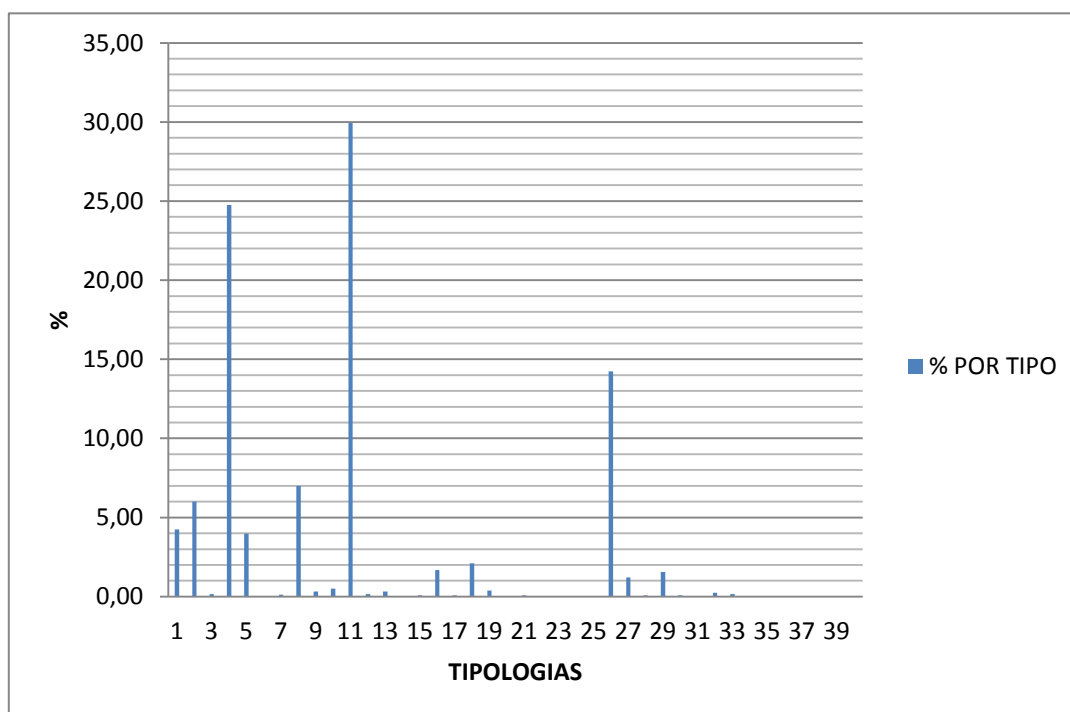
Gráfico 4: Porcentaje de Edificaciones Sector4. Fuente: Elaboración Propia

TIPO	SECTORES				TOTALES	% POR TIPO
	1	2	3	4		
1			1	108	109	4.25
2				154	154	6.01
3				4	4	0.16
4		402	57	175	634	24.75
5		82	8	12	102	3.98
6			1		1	0.04
7		3			3	0.12
8		162	1	16	179	6.99
9		5		3	8	0.31
10				13	13	0.51
11		400	268	99	767	29.94
12				4	4	0.16
13		8			8	0.31
14				1	1	0.04
15				2	2	0.08
16				43	43	1.68
17				2	2	0.08
18			9	45	54	2.11
19				10	10	0.39
20				1	1	0.04
21				2	2	0.08
22				1	1	0.04
23				1	1	0.04
24				1	1	0.04
25				1	1	0.04
26	365				365	14.25
27	16	4	11		31	1.21
28		2			2	0.08
29			40		40	1.56
30		1	1		2	0.08
31				1	1	0.04
32				6	6	0.23
33				4	4	0.16
34	1				1	0.04
35				1	1	0.04
36	1				1	0.04

37				1	1	0.04
38				1	1	0.04
39				1	1	0.04

Figura 24: Porcentaje Total de las Tipologías Sometidas a Estudio.

Fuente: Elaboración Propia



Gráfica 5: **Porcentaje Total de Tipologías constructivas de Toda la Zona de estudio.**

Fuente: Elaboración Propia

FASE IV RECOLECCIÓN DE DATOS:

Estudio de una Edificación.

Con la finalidad de mostrar de una manera más explícita se detalla paso a paso el estudio realizado a una de las edificaciones seleccionadas, en este caso una edificación de la urbanización Los Tulipanes.

Pasos para la Recolección de Datos

- 1) En primer lugar se procedió a recorrer la zona e identificar el sector y la ubicación de la estructura en el plano.
- 2) Posteriormente se procedió a vaciar los datos en la planilla de índice de Priorización de Edificios para la Gestión de Riesgo Sísmico; cabe destacar que la mayoría de la información fue obtenida por consulta a habitantes de la zona y la respectiva inspección visual ya que en la mayoría no se tenía la colaboración de los propietarios.

Datos Generales

- **Nombre o N°:** Tulipanes

- **Ubicación**

Urb. Tulipanes, entre Av. 172 y calle Paso el Tulipán, Frente al Parque el Tulipán.

- **Uso de la Edificación**

Esta edificación es de uso Residencial multifamiliar.

- **Año de Construcción**

La construcción de la Urbanización data de 2001, por lo que se infiere que la construcción fue realizada basándose en la Norma COVENIN 2001.

3) Con todos los datos recopilados en la planilla de inspección el siguiente paso es la elaboración de las curvas de fragilidad con apoyo del Software Curva de Fragilidad Sísmica Para Escuelas de Venezuela (CFSEV).

PLANILLA DE INSPECCION PARA EDIFICACIONES (Características Sismorresistentes)			
1. Datos generales (rellenar)			
1.1 Fecha	1.2 Hora de Inicio	1.3 Hora Culmin.	1.4 Código
2. Datos de los participantes (rellenar)			
Función	Nombre y apellido	teléfono	Correo Electrónico
2.1 Inspector	Gisela Delgado	4244372273	Gisela_delgado219@hotmail.com
2.2 Revisor	Sofia Baron	4140430459	Sofia_sbl@hotmail.com
2.3 Supervisor	Edson Martinez	4167338229	Edsontmartinez@gmail.com
3. Datos del entrevistado (rellenar)			
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 (rellenar)			
4.1 Nombre o N	Tulipanes 26	4.2 N de Piso: 4	4.3 N de Semi Sótanos
4.4 N de Sótanos		4.5 Estado Carabobo	4.6 Ciudad
4.7 Municipio	San Diego	4.8 Parroquia	4.9 Urb. Sector. Barrio
4.10 Calle, Vereda, otro	Paso El Tulipan	4.11 Manzana N	4.12 N de Parcela
Proy. UTM (REGVEN)	4.13 Coord. X	4.14 Coord. Y	4.15 huso
5. Uso de la edificación (marcar con una x, múltiple opciones)			
☒ Gubernamental	☐ Militar	☐ Médico Asistencial	☐ Industrial
☐ Bomberos	☐ Vivienda Popular	☐ Educativo	☐ Comercial
☐ Protección Civil	☐ Vivienda Unifamiliar	☐ Deportivo-Recreativo	☐ Oficina
☐ Policial	☐ Vivienda Multifamiliar	☐ Cultural	☐ Religioso
☐ Otro (Especifique)			
6. Capacidad de Ocupación (rellenar y marcar con una x una opción)			
6.1 Numero de personas que ocupan el inmueble			
6.2 Ocupación durante ☐ Mañana ☐ Tarde ☐ Noche			
7. Año de Construcción (rellenar y marcar con una x una opción)			
Año			
☐ Antes de 1939 ☐ Entre 1940 y 1947 ☐ Entre 1948 y 1955 ☐ Entre 1956 y 1967			
☐ Entre 1968 y 1982 ☐ Entre 1983 y 1998 ☐ Entre 1999 y 2001 ☐ Después de 2001			
8. condición del terreno (marcar con una x una opción por pregunta)			
8.1 Edificación en: ☐ Planicie ☐ Ladera ☐ Base ☐ Cima			
8.2 Pendiente del terreno ☐ 20 - 45° ☐ Mayor de 45°			
8.3 Localizada sobre la mitad superior de la ladera ☐ SI ☐ NO			
8.4 Pendiente del talud ☐ 20 - 45° ☐ Mayor de 45°			
8.5 Separación al talud ☐ Menor a H del Talud ☐ Mayor al H del Talud			
9. Tipo Estructural (marcar con una x múltiples opciones)			
☐ Pórticos de concreto armado			
☐ Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto			
☐ Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales			
☐ Sistemas con muros de concreto armado en una sola dirección, como algunos sistemas del tipo túnel			
☐ Pórticos de acero			
☐ Pórticos de acero con perfiles tubulares			
☐ Pórticos de acero diagonalizados			
☐ 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 cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada			
10. Esquema de planta (marcar con una x)		11. Esquema de elevación (marcar con una x)	
☒ H	☐ L	☐ T	☐ U
☐ T	☐ O	☐ Pirámide invertida	☐ L
☐ U	☐ Ninguno	☐ Piramidal	☐ Ninguno
☐ Esbeltez Horizontal		☐ Esbeltez Vertical	

Figura 22 Planilla de edificación ubicada en el Sector 1. Urbanización Tulipanes.
Fuente: Elaboración Propia

12. Irregularidades (marcar con una x múltiples opciones)	
☐ 12.1 Ausencia de vigas altas en una o en dos direcciones ☐ 12.2 Presencia de al menos un entrepiso débil o blando ☐ 12.3 Presencia de columnas cortas ☐ 12.4 Discontinuidad de ejes de columnas ☐ 12.5 Aberturas significativas en losas	☐ 12.6 Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta 12.7 Separación entre edificios (cm) _____ ☐ 12.8 Adosamiento: Losa contra losa ☐ 12.9 Adosamiento: Losa contra columna
13. Grado de deterioro (marcar con una x una opción por pregunta)	
13.1 Est de Concreto. Agrietamiento en elementos estructurales y/o corrosión en acero de refuerzo.	☐ Ninguno ☐ Moderado ☐ Severo
13.2 Est de Acero Corrosión en elementos de acero y/o deterioro de conexiones y/o pandeo	☐ Ninguno ☐ Moderado ☐ Severo
13.3 Agrietamiento en paredes de relleno	☐ Ninguno ☐ Moderado ☐ Severo
13.4 Estado general de mantenimiento	☐ Ninguno ☐ Regular ☐ Bajo ☐ Bueno
14. Observaciones	
15. Croquis de situación, ubicación y planta	
Croquis de Ubicación 	Croquis de planta 
16. Croquis de fachadas	
	

Figura 23 Figura 26: **Planilla de edificación ubicada en el Sector 1. Urbanización Tulipanes.** Fuente: Elaboración Propia.

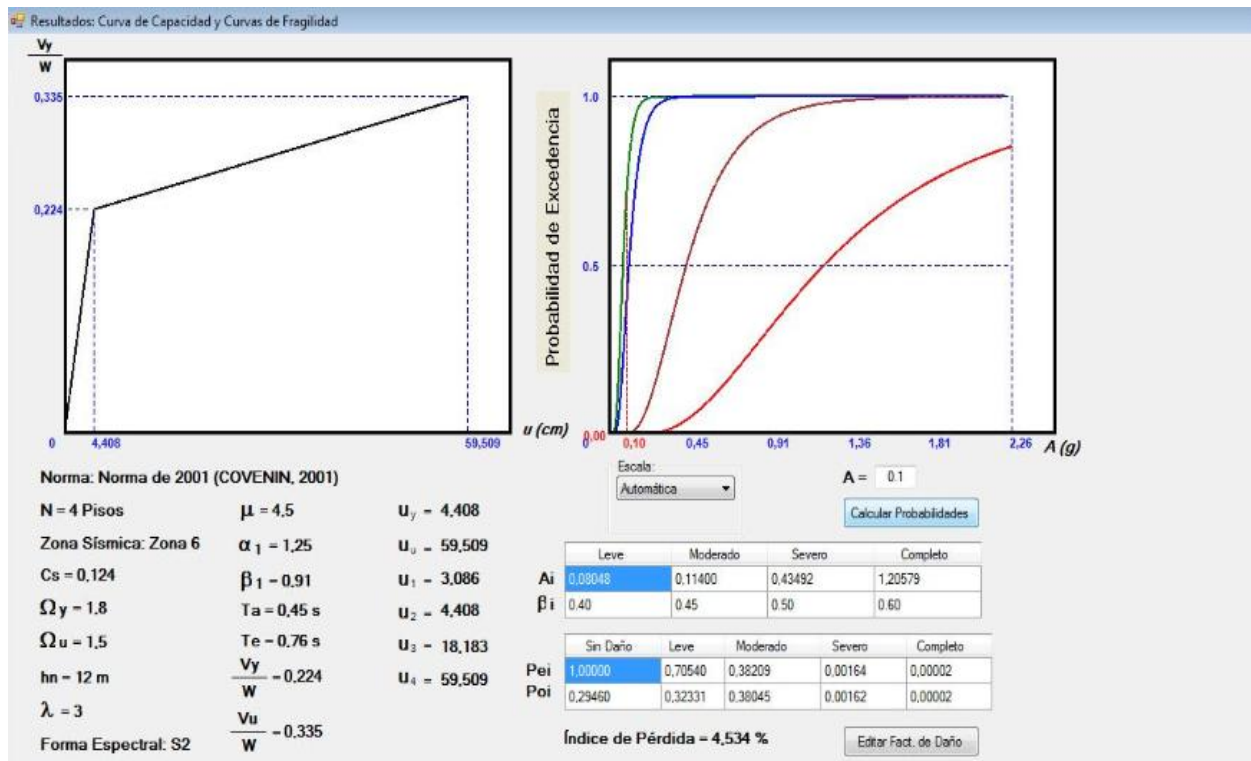


Figura 24 Curva de fragilidad con $A_o = 0.1g$ Fuente: Elaboración Propia

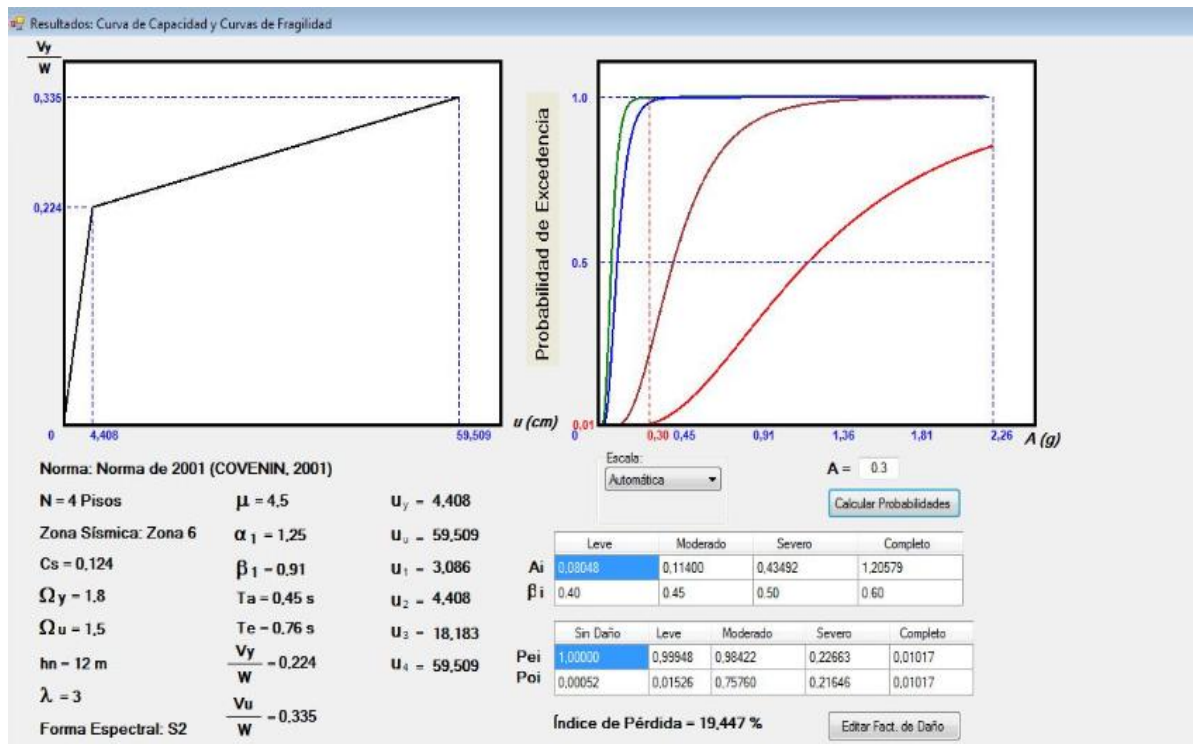
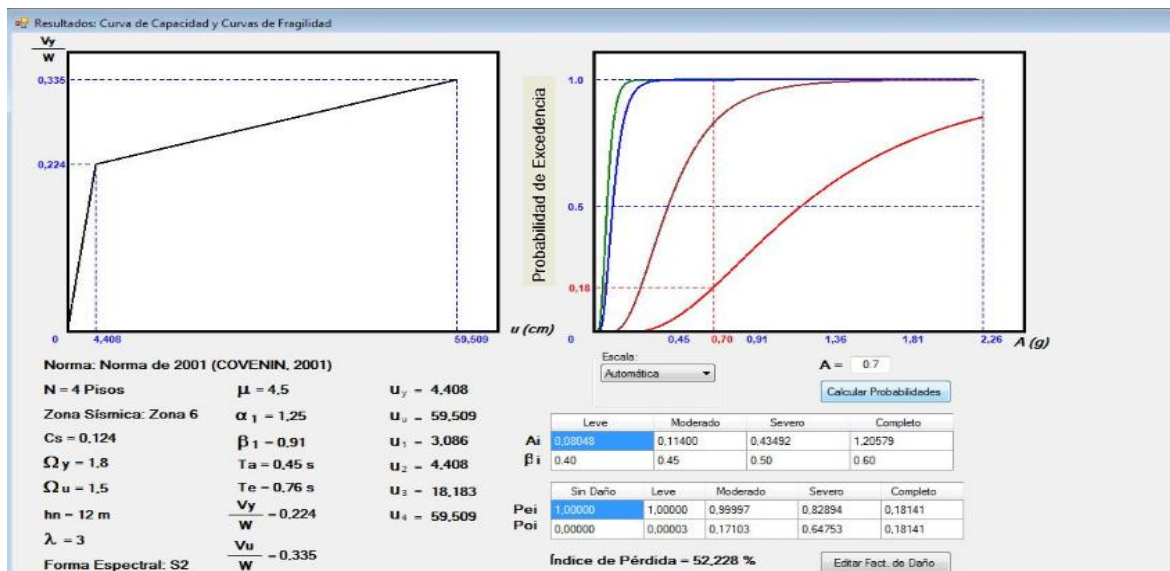


Figura 25 Curva de fragilidad con $A_o = 0.3g$

Fuente: Elaboración Propia



FASE VI ESTIMACIÓN DE DAÑOS Y NIVELES DE RIESGO SÍSMICO

Tabla 8

Índices de Perdida en sector 1

Sector	Tipo	Cantidad	Norma	Índice de Perdidas		
				Ao= 0.1	Ao= 0.3	Ao= 0.7
1	26	364	Norma de 2001	4,53	19,44	52,22
	27	16	Norma de 2001	4,53	19,47	52,22
	36	1	Norma de 2001	1,89	14,74	47,81
	34	1	Norma de 2001	1,89	14,74	47,81

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9

Estado de Daño para Ao=0. 1 g

ESTADO DE DAÑOS SECTOR 1	SUBTOTAL	%
(0-2,5} SIN DAÑO	2,00	0,52
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	380,00	99,48
(10,5-30) DAÑO MODERADO	0,00	0,00
(30-70) DAÑO SEVERO	0,00	0,00
(>70) DAÑO COMPLETO	0,00	0,00

Fuente: Elaboración Propia

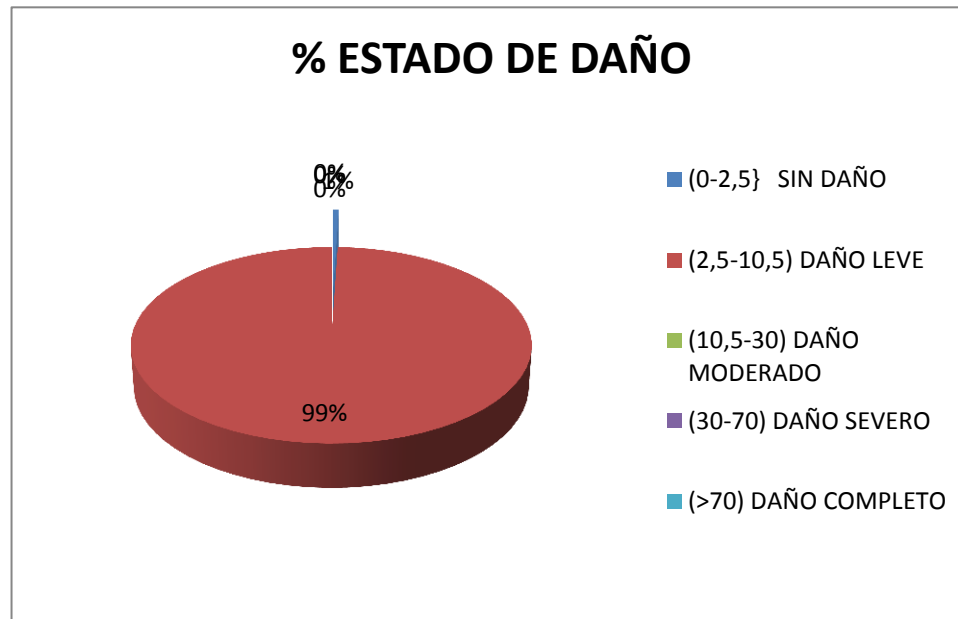


Gráfico 6: **Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 1 para $A_o=0.1g$**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10

Estado de Daño para $A_o=0.3g$

ESTADO DE DAÑOS SECTOR 1	SUBTOTAL	%
(0-2,5} SIN DAÑO	0,00	0,00
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	0,00	0,00
(10,5-30) DAÑO MODERADO	382,00	100,00
(30-70) DAÑO SEVERO	0,00	0,00
(>70) DAÑO COMPLETO	0,00	0,00

Fuente: Elaboración Propia

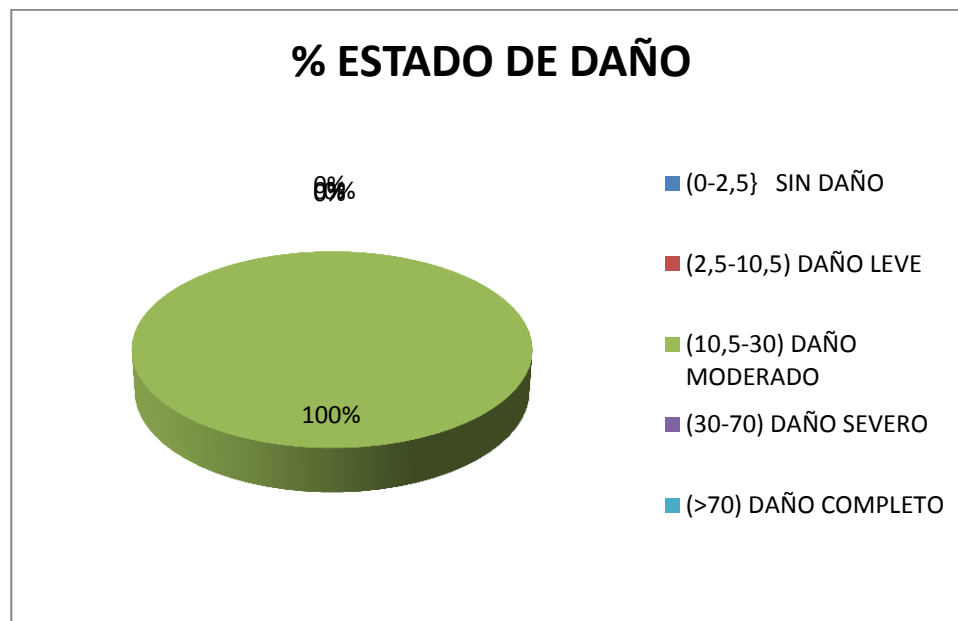


Gráfico 7: **Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 1 para $A_o=0.3g$**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11

Estado de Daño para $A_o=0.7g$

ESTADO DE DAÑOS SECTOR 1	SUBTOTAL	%
(0-2,5} SIN DAÑO	0,00	0,00
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	0,00	0,00
(10,5-30) DAÑO MODERADO	0,00	0,00
(30-70) DAÑO SEVERO	382,00	100,00
(>70) DAÑO COMPLETO	0,00	0,00

Fuente: Elaboración Propia

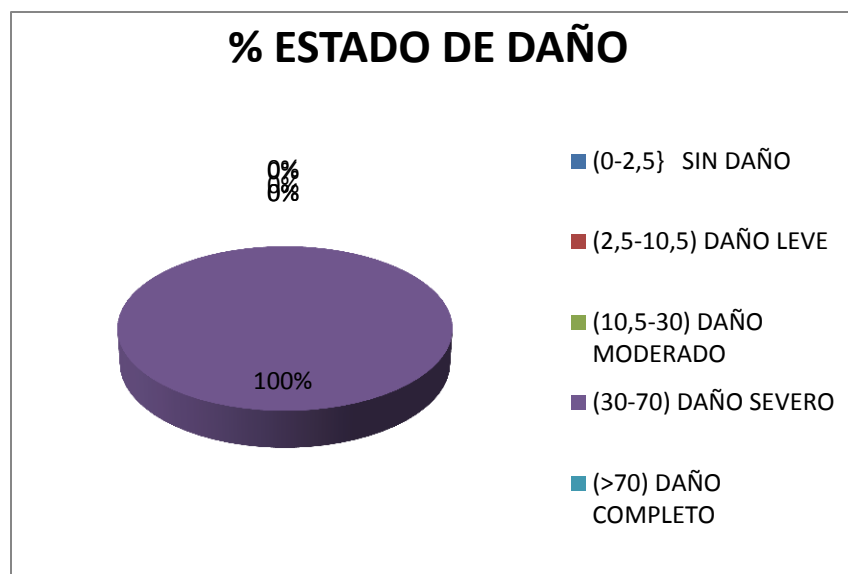


Gráfico 8: Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 1 para $A_o=0.7g$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12

Índices de Perdida en sector 2

Sector	Tipo	Cantidad	Norma	Índice de Perdidas		
				$A_o= 0.1$	$A_o= 0.3$	$A_o= 0.7$
2	8	161	Norma de 1982	22,02	76,63	97,34
	4	402	Norma de 1982	22,02	76,63	97,34
	11	400	Norma de 1982	16,02	63,53	92,9
	5	82	Norma de 1982	16,02	63,53	92,9
	9	5	Norma de 1982	22,02	76,63	97,34
	13	8	Norma de 1982	14,75	58,34	89,99
	30	1	Norma de 1998	1,89	14,74	47,81
	27	4	Norma 2001	4,53	19,44	52,22
	7	3	Norma de 1982	22,02	76,63	97,34
	28	3	Norma 2001	4,53	19,44	52,22

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13

Estado de Daño para $A_o=0.1\text{ g}$

ESTADO DE DAÑOS SECTOR 1	SUBTOTAL	%
(0-2,5} SIN DAÑO	1,00	0,09
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	7,00	0,65
(10,5-30) DAÑO MODERADO	1061,00	99,25
(30-70) DAÑO SEVERO	0,00	0,00
(>70) DAÑO COMPLETO	0,00	0,00

Fuente: Elaboración Propia

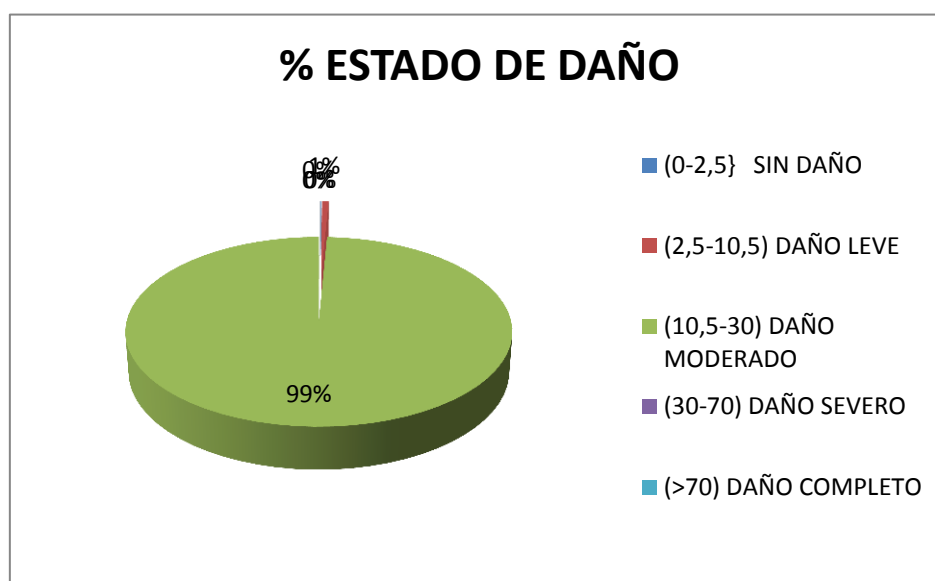


Gráfico 9: Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 2 para $A_o=0.1\text{g}$ Fuente:

Elaboración Propia

Tabla 14

Estado de Daño para $A_o=0.3g$

ESTADO DE DAÑOS SECTOR 1	SUBTOTAL	%
(0-2,5} SIN DAÑO	0,00	0,00
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	0,00	0,00
(10,5-30) DAÑO MODERADO	8,00	0,75
(30-70) DAÑO SEVERO	490,00	45,84
(>70) DAÑO COMPLETO	571,00	53,41

Fuente: Elaboración Propia

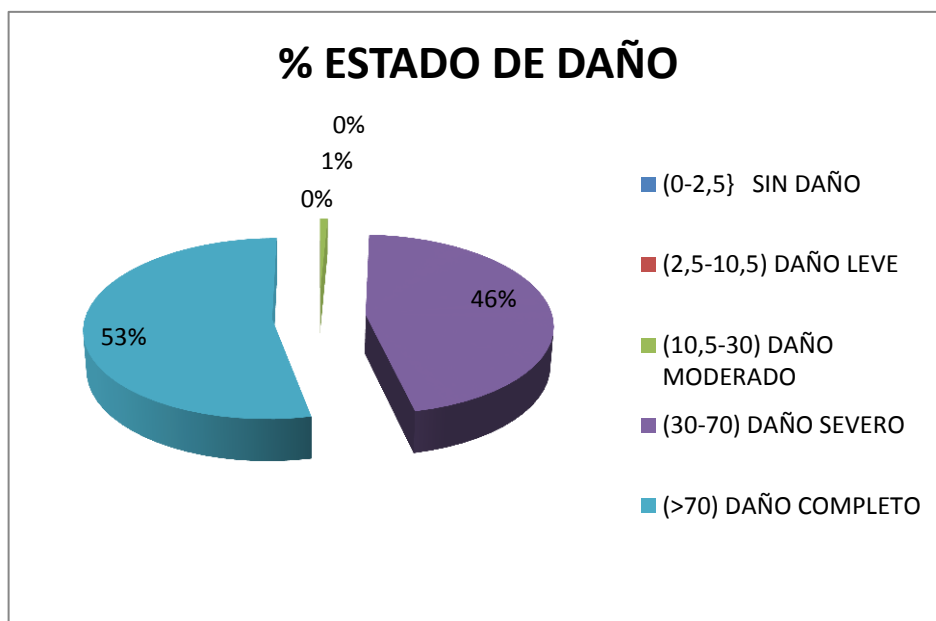


Gráfico 10: Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 2 para $A_o=0.3g$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15

Estado de Daño para $A_o=0.7g$

ESTADO DE DAÑOS SECTOR 1	SUBTOTAL	%
(0-2,5} SIN DAÑO	0,00	0,00
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	0,00	0,00
(10,5-30) DAÑO MODERADO	0,00	0,00
(30-70) DAÑO SEVERO	8,00	0,75
(>70) DAÑO COMPLETO	1061,00	99,25

Fuente: Elaboración Propia

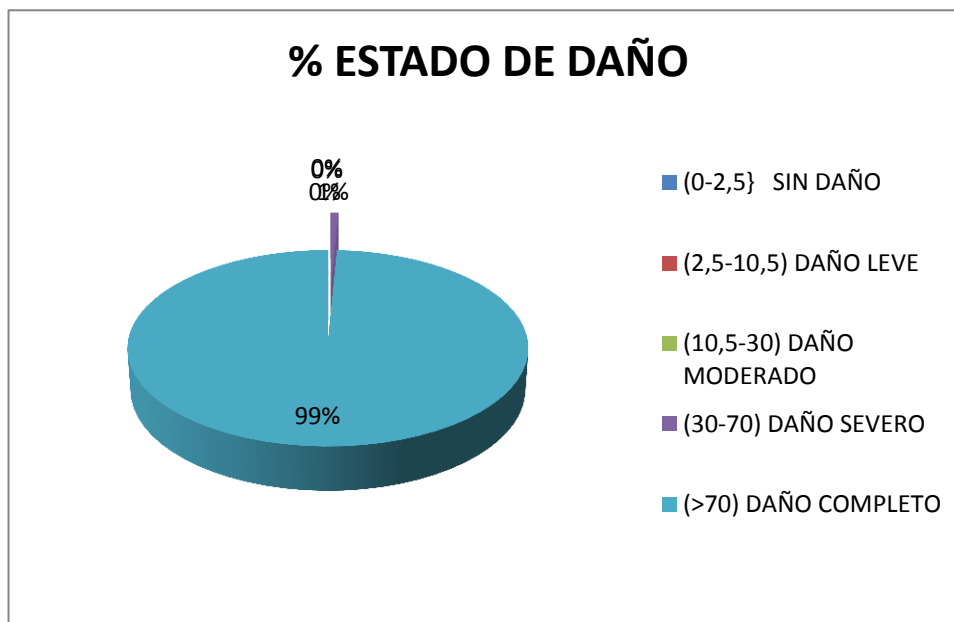


Gráfico 11: Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 2 para $A_o=0.7g$ Fuente:

Elaboración Propia

Tabla 16*Índices de Perdida en sector 3*

Sector	Tipo	Cantidad	Norma	Ao= 0.1	Ao= 0.3	Ao= 0.7
3	4	57	Norma de 1982	22,02	76,63	97,34
	11	268	Norma de 1982	16,02	63,53	92,9
	27	11	Norma 2001	4,53	19,44	52,22
	29	40	Norma de 1982	12,44	49,21	82,33
	8	1	Norma de 1982	22,02	76,63	97,34
	5	8	Norma de 1982	16,02	63,53	92,9
	18	9	Sin norma	47,6	91,07	99,5
	1	1	Sin norma	0,58	30,31	80,33
	6	1	Norma de 1982	14,75	58,34	89,99

Fuente: Elaboración Propia**Tabla 17***Estado de Daño para Ao=0. Ig*

ESTADO DE DAÑOS SECTOR 1	SUBTOTAL	%
(0-2,5} SIN DAÑO	1,00	0,25
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	11,00	2,78
(10,5-30) DAÑO MODERADO	317,00	80,05
(30-70) DAÑO SEVERO	67,00	16,92
(>70) DAÑO COMPLETO	0,00	0,00

Fuente: Elaboración Propia

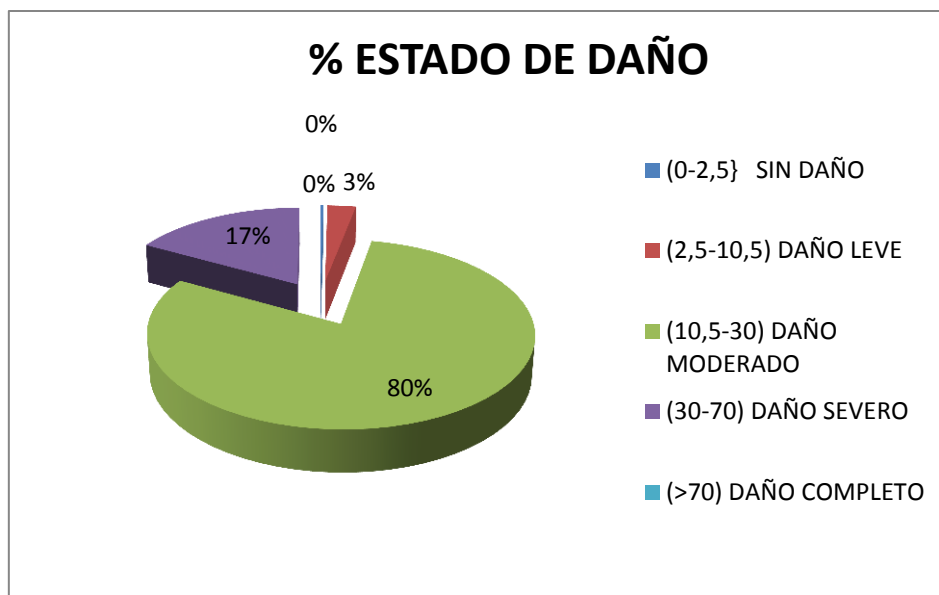


Gráfico 12: Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 3 para $A_o=0.1g$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18

Estado de Daño para $A_o=0.3g$

ESTADO DE DAÑOS SECTOR 1	SUBTOTAL	%
(0-2,5) SIN DAÑO	0,00	0,00
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	0,00	0,00
(10,5-30) DAÑO MODERADO	11,00	2,78
(30-70) DAÑO SEVERO	318,00	80,30
(>70) DAÑO COMPLETO	67,00	16,92

Fuente: Elaboración Propia

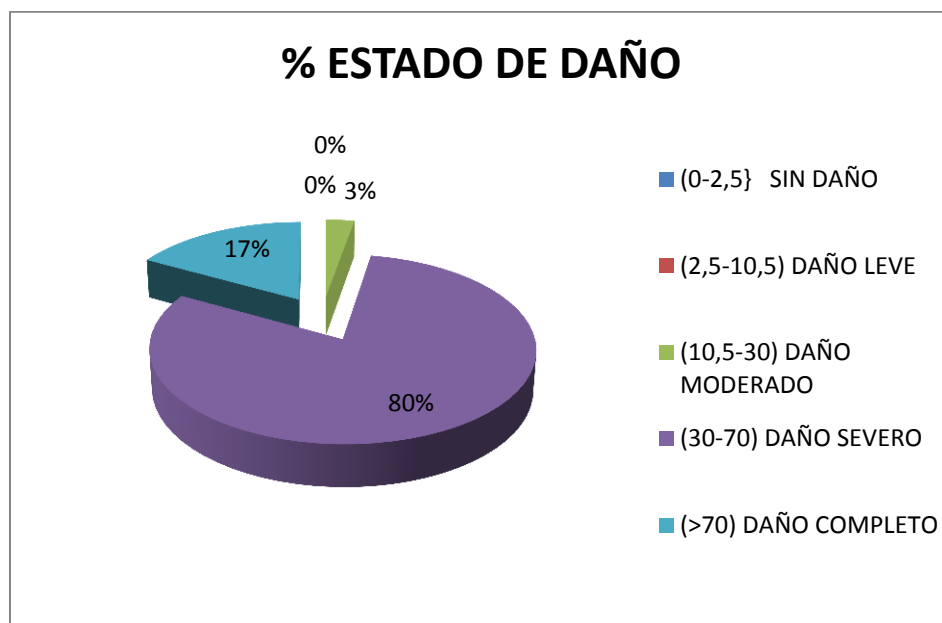


Gráfico 13: Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 3 para $A_o=0.3g$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19

Estado de Daño para $A_o=0.7g$

ESTADO DE DAÑOS SECTOR 1	SUBTOTAL	%
(0-2,5) SIN DAÑO	0,00	0,00
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	0,00	0,00
(10,5-30) DAÑO MODERADO	0,00	0,00
(30-70) DAÑO SEVERO	11,00	2,78
(>70) DAÑO COMPLETO	385,00	97,22

Fuente: Elaboración Propia

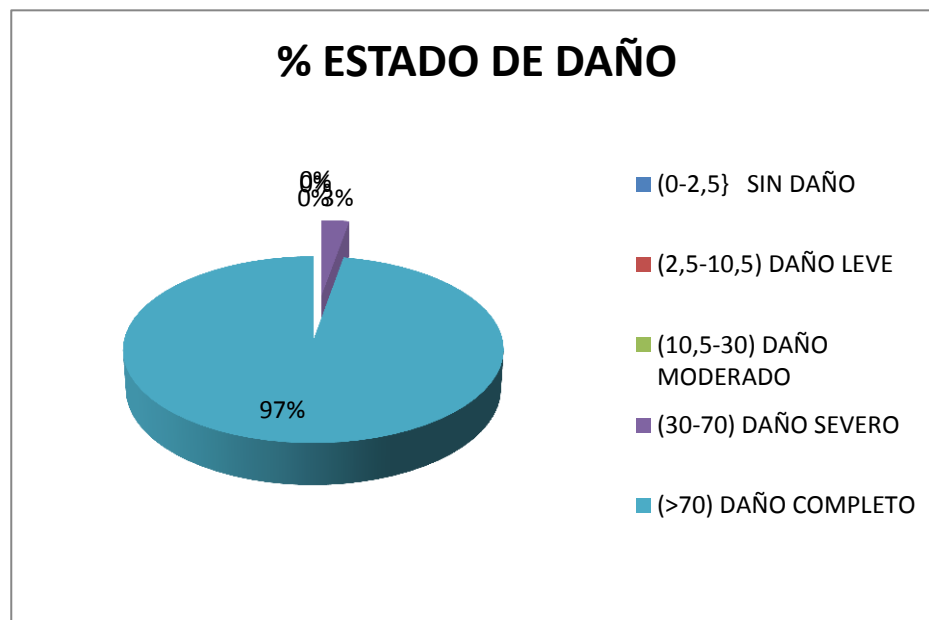


Gráfico 14: **Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 3 para $A_o=0.7g$**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20

Índices de Perdida en sector 4

Sector	Tipo	Cantidad	Norma	Índice de Perdidas		
				Ao= 0.1	Ao= 0.3	Ao= 0.7
4	15	2	Sin norma	0,58	30,31	80,33
	31	1	Sin norma	16,36	82,34	99,83
	20	1	Sin norma	16,36	82,34	99,83
	37	1	Sin norma	0,58	30,31	80,33
	33	4	Sin norma	47,6	91,07	99,53
	2	154	Sin norma	16,36	82,34	99,83
	1	108	Sin norma	0,58	30,31	80,33
	16	43	Sin norma	16,36	82,34	99,83
	18	45	Sin norma	47,6	91,07	99,5
	10	13	Sin norma	57,23	95,52	99,85
	17	2	Sin norma	47,6	91,07	99,53
	19	10	Sin norma	47,6	91,07	99,53
	32	6	Sin norma	0,58	30,31	80,33
	11	99	Norma de 1982	16,02	63,53	92,9
	39	1	Sin norma	0,58	30,31	80,33
	8	16	Norma de 1982	22,02	76,63	97,34
	4	175	Norma de 1982	22,02	76,63	97,34
	5	12	Norma de 1982	16,02	63,53	92,9
	9	3	Norma de 1982	22,02	76,63	97,34
	3	4	Norma de 1982	22,02	76,63	97,34
	12	4	Norma de 1982	16,02	63,53	92,9
	14	1	Sin norma	57,23	95,52	99,85
	21	1	NO CLASIFICABLE			
	22	1	Norma de 1982	16,02	63,53	92,9
	23	1	Sin norma	37,31	84,05	98,56
	24	1	Sin norma	57,23	95,52	99,85
	25	2	NO CLASIFICABLE			
	35	1	Sin norma	57,23	95,52	99,85
	38	1	Sin norma	0,58	30,31	80,33
	39	1	Sin norma	0,58	30,31	80,33

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21

Estado de Daño para $A_o=0$. Ig

ESTADO DE DAÑOS SECTOR 1	SUBTOTAL	%
(0-2,5} SIN DAÑO	120,00	16,81
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	0,00	0,00
(10,5-30) DAÑO MODERADO	513,00	71,85
(30-70) DAÑO SEVERO	78,00	10,92
(>70) DAÑO COMPLETO	0,00	0,00

Fuente: Elaboración Propia

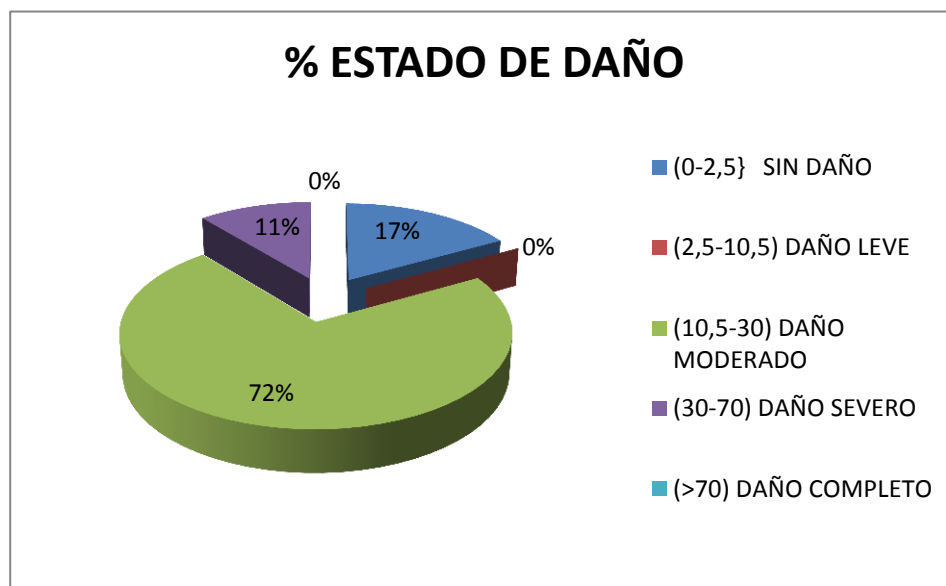


Gráfico 15: Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 4 para $A_o=0.1g$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22

Estado de Daño para $A_o=0.3g$

ESTADO DE DAÑOS SECTOR 1	SUBTOTAL	%
(0-2,5} SIN DAÑO	0.00	0.00
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	0.00	0.00
(10,5-30) DAÑO MODERADO	0.00	0.00
(30-70) DAÑO SEVERO	236.00	33.05
(>70) DAÑO COMPLETO	475.00	66.53

Fuente: Elaboración Propia

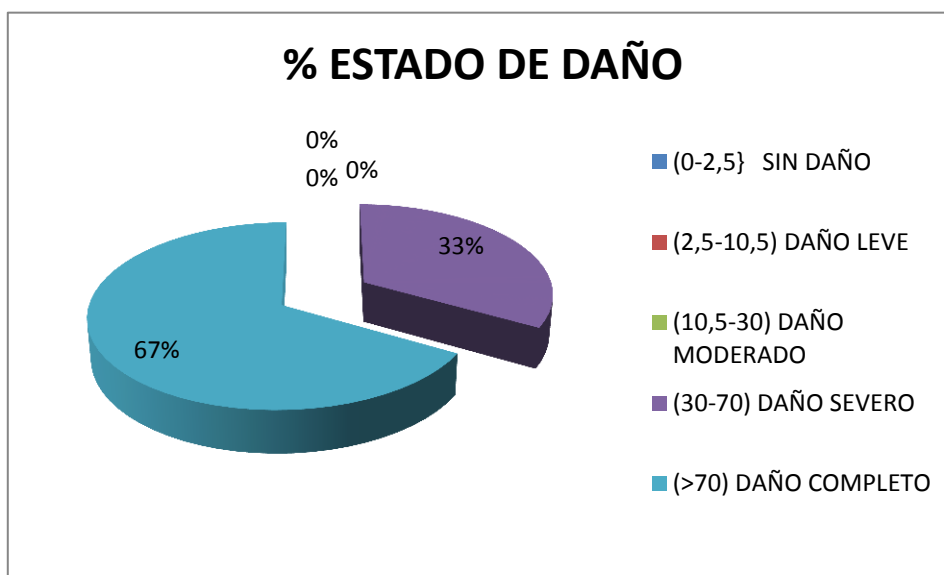


Gráfico 16: Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 4 para $A_o=0.3g$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23

Estado de Daño para $A_o=0.7g$

ESTADO DE DAÑOS SECTOR 1	SUBTOTAL	%
(0-2,5} SIN DAÑO	0.00	0.00
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	0.00	0.00
(10,5-30) DAÑO MODERADO	0.00	0.00
(30-70) DAÑO SEVERO	0.00	0.00
(>70) DAÑO COMPLETO	711.00	99.58

Fuente: Elaboración Propia

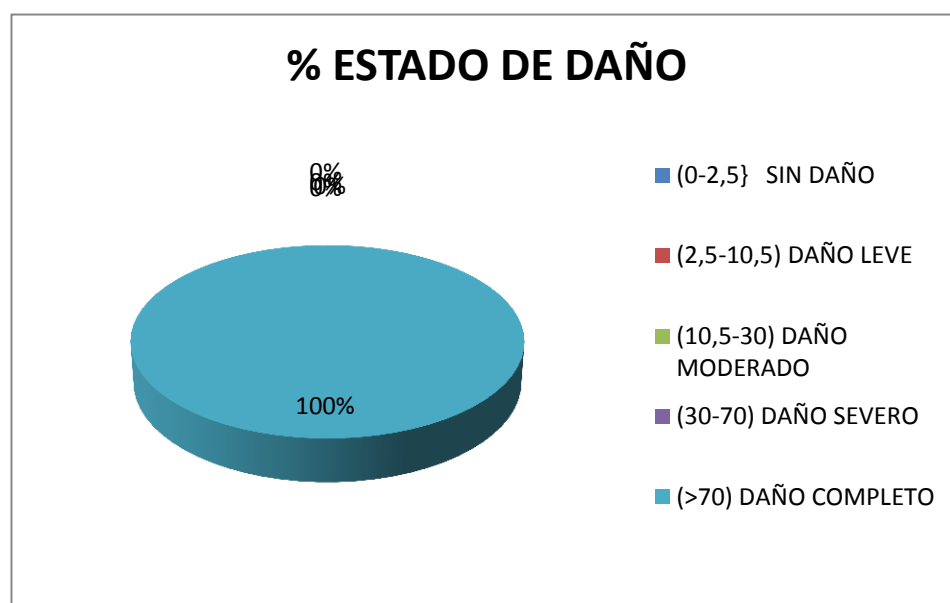


Gráfico 17: Porcentaje de Estado de Daño en el Sector 4 para $A_o=0.7g$

Fuente: Elaboración Propia

Resultados totales de índice de Pérdida y Estado de Daño

Para la zona en estudio

ÍNDICE DE PERDIDAS							
Ao = 0,1 g							
TIPO	TOTALES	IP	SIN DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO	COMPLETO
1	109	0.58	0.96	0.02	0	0	0
2	154	16.36	0.51	0.21	0.07	0.08	0.1
3	4	22.02	0.01	0.07	0.66	0.19	0.05
4	634	22.02	0.01	0.07	0.66	0.19	0.05
5	102	16.02	0	0.07	0.76	0.13	0.01
6	1	14.75	0	0.07	0.79	0.11	0
7	3	22.02	0.01	0.07	0.66	0.19	0.05
8	178	22.02	0.01	0.07	0.66	0.19	0.05
9	8	22.02	0.01	0.07	0.66	0.19	0.05
10	13	57.23	0	0	0.2	0.47	0.31
11	767	16.02	0	0.07	0.76	0.13	0.01
12	4	16.02	0	0.07	0.76	0.13	0.01
13	8	14.75	0	0.07	0.79	0.11	0
14	1	57.23	0	0	0.2	0.47	0.31
15	2	0.58	0.96	0.02	0	0	0
16	43	16.36	0.51	0.21	0.07	0.08	0.1
17	2	47.6	0	0.01	0.27	0.52	0.18
18	54	47.6	0	0.01	0.27	0.52	1.18
19	10	47.6	0	0.01	0.27	0.52	0.18
20	1	16.36	0.51	0.21	0.07	0.08	0.1
21	2	NO CLASIFICABLE					
22	1	16.02	0	0.07	0.76	0.13	0.01
23	1	37.31	0	0.02	0.39	0.48	0.09
24	1	57.23	0	0	0.2	0.47	0.31
25	1	NO CLASIFICABLE					
26	365	4.53	0.29	0.32	0.38	0	0
27	31	4.53	0.29	0.32	0.38	0	0
28	2	4.53	0.29	0.32	0.38	0	0
29	40	12.44	0.01	0.09	0.8	0.07	0
30	2	1.89	0.64	0.21	0.14	0	0

31	1	16.36	0.51	0.21	0.07	0.08	0.1
32	6	0.58	0.96	0.02	0	0	0
33	4	47.6	0	0.01	0.27	0.52	0.18
34	1	1.89	0.64	0.21	0.14	0	0
35	1	57.23	0	0	0.2	0.47	0.31
36	1	1.89	0.64	0.21	0.14	0	0
37	1	0.58	0.96	0.02	0	0	0
38	1	0.58	0.96	0.02	0	0	0
39	1	0.58	0.96	0.02	0	0	0

Figura 28: Índices de Perdidas para un $A_0= 0,1$ g Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24

Porcentaje total de índice de pérdidas para $A_0= 0,1$ g

ESTADO DE DAÑOS SECTOR 1	SUBTOTAL	%
(0-2,5} SIN DAÑO	124.00	4.84
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	398.00	15.54
(10,5-30) DAÑO MODERADO	1949.00	76.10
(30-70) DAÑO SEVERO	87.00	3.40
(>70) DAÑO COMPLETO	0.00	0.00

Fuente: Elaboración Propia

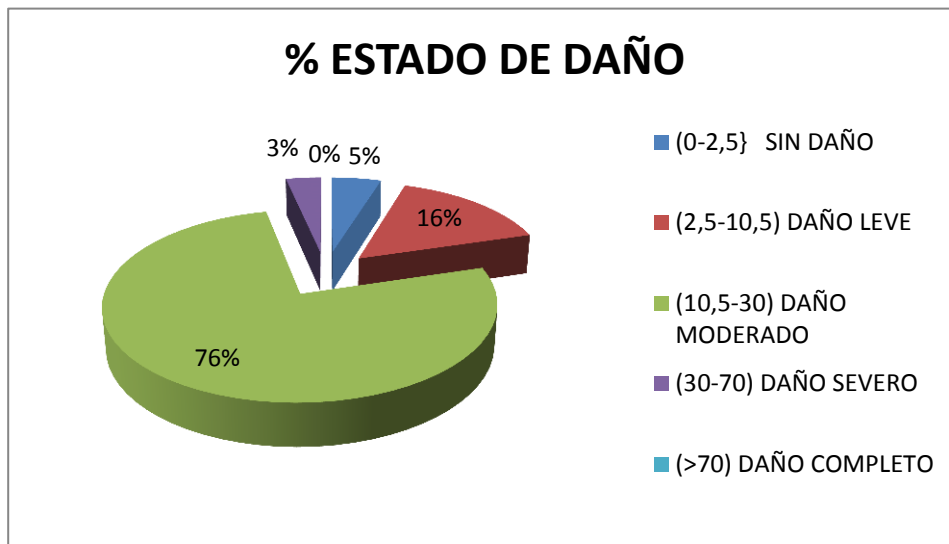


Gráfico 18: Porcentajes de Estado de Daño total para un $A_0 = 0,1$

Fuente: Elaboración Propia

ÍNDICE DE PERDIDAS							
Ao = 0,3 g							
TIPO	TOTALES	IP	SIN DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO	COMPLETO
1	109	33.31	0.16	0.21	0.22	0.21	0.16
2	154	82.34	0	0.03	0.05	0.18	0.71
3	4	76.63	0	0	0.06	0.35	0.58
4	634	76.63	0	0	0.06	0.35	0.58
5	102	63.53	0	0	0.12	0.5	0.37
6	1	58.34	0	0	0.14	0.56	0.28
7	3	76.63	0	0	0.06	0.35	0.58
8	178	76.63	0	0	0.06	0.35	0.58
9	8	76.63	0	0	0.06	0.35	0.58
10	13	57.23	0	0	0.2	0.47	0.31
11	767	63.53	0	0	0.12	0.5	0.37
12	4	63.53	0	0	0.12	0.5	0.37
13	8	58.34	0	0	0.14	0.56	0.28
14	1	57.23	0	0	0.2	0.47	0.31
15	2	33.31	0.16	0.21	0.22	0.21	0.16
16	43	82.34	0	0.03	0.05	0.18	0.71
17	2	91.07	0	0	0	0.17	0.82
18	54	91.07	0	0	0	0.17	0.82
19	10	91.07	0	0	0	0.17	0.82
20	1	82.34	0	0.03	0.05	0.18	0.71
21	2	NO CLASIFICABLE					
22	1	63.53	0	0	0.12	0.5	0.37
23	1	84.05	0	0	0	0.3	0.68
24	1	57.23	0	0	0.2	0.47	0.31
25	1	NO CLASIFICABLE					
26	365	19.44	0	0.01	0.75	0.21	0.01
27	31	19.44	0	0.01	0.75	0.21	0.01
28	2	19.44	0	0.01	0.75	0.21	0.01
29	40	49.21	0	0	0.21	0.63	0.15
30	2	14.74	0	0.07	0.79	0.1	0.01
31	1	82.34	0	0.03	0.05	0.18	0.71
32	6	33.31	0.16	0.21	0.22	0.21	0.16
33	4	91.07	0	0	0	0.17	0.82
34	1	14.74	0	0.07	0.79	0.1	0.01
35	1	57.23	0	0	0.2	0.47	0.31

36	1	14.74	0	0.07	0.79	0.1	0.01
37	1	33.31	0.16	0.21	0.22	0.21	0.16
38	1	33.31	0.16	0.21	0.22	0.21	0.16
39	1	33.31	0.16	0.21	0.22	0.21	0.16

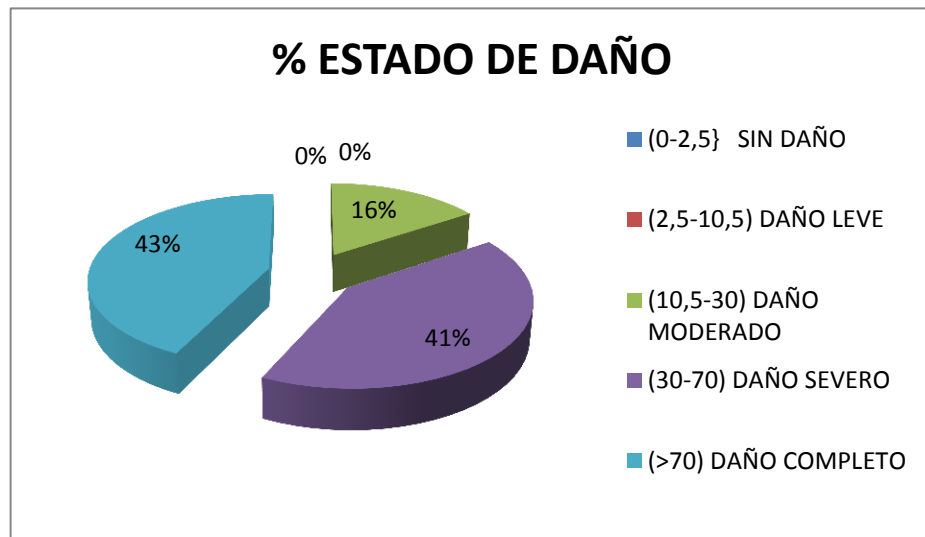
Figura 29: índices de Pérdidas para un $A_0 = 0,3$ g Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25

Porcentaje total de índice de pérdidas para $A_0 = 0.3g$

ESTADO DE DAÑOS SECTOR 1	SUBTOTAL	%
(0-2,5} SIN DAÑO	0.00	0.00
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	0.00	0.00
(10,5-30) DAÑO MODERADO	402.00	15.72
(30-70) DAÑO SEVERO	1059.00	41.40
(>70) DAÑO COMPLETO	1097.00	42.89

Fuente: Elaboración Propia



Gráficool9: **Porcentajes de Estado de Daño total para un $A_0 = 0,3$ g Fuente:**

Elaboración Propia

ÍNDICE DE PERDIDAS							
Ao = 0,7 g							
TIPO	TOTALES	IP	SIN DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO	COMPLETO
1	109	80.33	0	0.01	0.06	0.24	0.67
2	154	98.83	0	0	0	0.02	0.97
3	4	97.34	0	0	0	0.05	0.94
4	634	97.34	0	0	0	0.05	0.94
5	102	92.9	0	0	0	0.13	0.85
6	1	89.99	0	0	0	0.19	0.8
7	3	97.34	0	0	0	0.05	0.94
8	178	97.34	0	0	0	0.05	0.94
9	8	97.34	0	0	0	0.05	0.94
10	13	99.58	0	0	0	0	0.99
11	767	92.9	0	0	0	0.13	0.85
12	4	92.9	0	0	0	0.13	0.85
13	8	89.99	0	0	0	0.19	0.8
14	1	99.58	0	0	0	0	0.99
15	2	80.33	0	0.01	0.06	0.24	0.67
16	43	98.83	0	0	0	0.02	0.97
17	2	99.53	0	0	0	0	0.99
18	54	99.53	0	0	0	0	0.99
19	10	99.53	0	0	0	0	0.99
20	1	98.83	0	0	0	0.02	0.97
21	2	NO CLASIFICABLE					
22	1	92.9	0	0	0	0.13	0.85
23	1	98.56	0	0	0	0.02	0.97
24	1	99.58	0	0	0	0	0.99
25	1	NO CLASIFICABLE					
26	365	52.22	0	0	0.17	0.64	0.18
27	31	52.22	0	0	0.17	0.64	0.18
28	2	52.22	0	0	0.17	0.64	0.18
29	40	82.33	0	0	0	0.34	0.65
30	2	47.81	0	0	0.3	0.5	0.19
31	1	98.83	0	0	0	0.02	0.97
32	6	80.33	0	0.01	0.06	0.24	0.67
33	4	99.53	0	0	0	0	0.99
34	1	47.81	0	0	0.3	0.5	0.19
35	1	99.58	0	0	0		0.99

36	1	47.81	0	0	0.3	0.5	0.19
37	1	80.33	0	0.01	0.06	0.24	0.67
38	1	80.33	0	0.01	0.06	0.24	0.67
39	1	80.33	0	0.01	0.06	0.24	0.67

Figura 29: Índices de Perdidas para un $A_0 = 0,7$ g Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26

Porcentaje total de índice de pérdidas para $A_0 = 0.7$

ESTADO DE DAÑOS SECTOR 1	SUBTOTAL	%
(0-2,5} SIN DAÑO	0.00	0.00
(2,5-10,5) DAÑO LEVE	0.00	0.00
(10,5-30) DAÑO MODERADO	0.00	0.00
(30-70) DAÑO SEVERO	402.00	15.72
(>70) DAÑO COMPLETO	2156.00	84.28

Fuente: Elaboración Propia

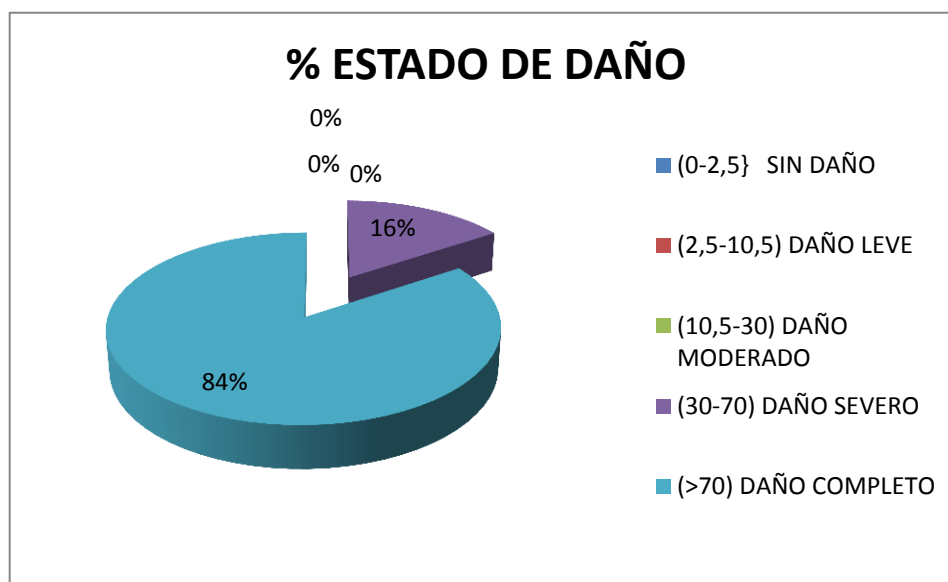


Gráfico20: Porcentajes de Estado de Daño total para un $A_0 = 0,7$ g Fuente:

Elaboración Propia

FASE VII ELABORACIÓN DE MAPAS

Anexo 74: Mapa de Tipologías Constructivas en el Municipio San Diego.

Anexo 75: Mapa de Estado de Daño con $A_0=0.1g$ en el Municipio San Diego

Anexo 76: Mapa de Estado de Daño con $A_0=0.3g$ en el Municipio San Diego

Anexo 77: Mapa de Estado de Daño con $A_0=0.7g$ en el Municipio San Diego.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

Analizados los resultados del presente trabajo de investigación se llegan a las siguientes conclusiones:

1. Se evidenció la desactualización de los planos de catastro facilitados por la alcaldía, ya que en muchos casos ni siquiera aparecen reflejados los sectores
2. Fue posible clasificar y agrupar las edificaciones de acuerdo a las características constructivas, año de construcción y número de niveles obteniendo un total de 39 tipologías.
3. Buena parte de los datos suministrados para el llenado de las planillas y posterior construcción de las curvas de fragilidad fueron apreciativos, por la imposibilidad de acusar a las edificaciones.
4. Se encontraron tipologías constructivas que se clasificaron como No Clasificable, ya que no están incluidas dentro de los establecidos por la metodología, tal es el caso de las Petrocasa.

4. En lo que corresponde a estados de daño se puede afirmar que el sector 1 se diseñó con la norma sismoresistente actual, y por ende se observó a través de los resultados, que dicho sector es el que adopta el mejor comportamiento para disipar energía ante un evento sísmico, por el contrario se observó que los sectores 2 y 3 son los más vulnerables ante un evento sísmico, en vista de que los índices de pérdidas desde un principio fueron muy elevados, y esto en consecuencia podría ocasionarle un estado de daño completo a las edificaciones encontradas en dichos sectores. Cabe destacar que dentro del sector 4, las edificaciones de tipología mampostería confinada tuvo estados de daños muy bajos, esto debido al poco peso estructural presente en la misma, el cual es un factor fundamental ante un evento sísmico.
5. Se puede afirmar que las estructuras diseñadas con la Norma Sísmica Venezolana COVENIN 1756- 01-2001 analizadas para los diferentes valores de Coeficientes de Aceleración Horizontal (A_o), fueron las que mostraron un mejor comportamiento sismoresistente.

RECOMENDACIONES

1. Exhortar a las alcaldías y entes gubernamentales a actualizar los planos de sectorización y urbanismos del territorio y que sean de fácil acceso para este tipo de estudio..
2. Incluir las tipologías calificadas como No Clasificables en los parámetros utilizados por el Software Curva de Fragilidad Sísmica Para Escuelas de Venezuela (CFSEV), de manera que tenga un alcance menos limitado,
3. Promover la aplicación del Software Curva de Fragilidad Sísmica Para Escuelas de Venezuela (CFSEV), con el fin de estimar el índice de pérdida probable de las estructuras en el país.
4. Elaborar estudios más profundos, que incluyan las características estructurales como acero de refuerzo, resistencia de los materiales, de manera de obtener resultados más precisos, sobre todo en las estructuras calificadas con alto riesgo sísmico.

REFERENCIAS

1. Referencias Bibliográficas

Alonso, J. (2007). Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones, Fondo Editorial SIDETUR.

Blandón Valencia, John (2011). Generación de Curvas de Fragilidad y Escenario de Vulnerabilidad Sísmica a partir de Modelos Teóricos e Información Catastral. Ciudad de Medellín. V Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica.

COVENÍN (1982). COVENIN 1756- 82 Edificaciones antisísmicas.

COVENÍN (1998). COVENIN 1756- 98 Edificaciones sismorresistentes.

COVENIN (2001). COVENIN 1756; 2001 Edificaciones sismorresistentes.

MOP (1967), Norma Provisional para construcciones antisísmicas.

Gustavo Coronel, Osear A. López y Nelson Betancourt (2010). Evaluación de niveles de riesgo sísmico en escuelas de Venezuela mediante curvas de fragilidad en Venezuela.

Hernández Julio Javier (2009). Confiabilidad Sísmica-Estructural de edificaciones Existentes de Caracas. Proyecto Pensar en Venezuela.

Velásquez Vargas José Martín (2006). Estimación de pérdidas por sismo en edificios peruanos mediante Curvas de Fragilidad analíticas. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.

Normas APA-UPEL (2010). Manual de Trabajo de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales. Editorial FUDEPEL.

Norma Venezolana COVENIN - MINDUR 1756:2001. Edificaciones Sismorresistente. Caracas Octubre 2007.

Rojas Gil, Romme José (2010). Curvas de Fragilidad Sísmica para edificios aporticados de concreto reforzado de poca altura. Trabajo de grado, universidad centras de venezuela143

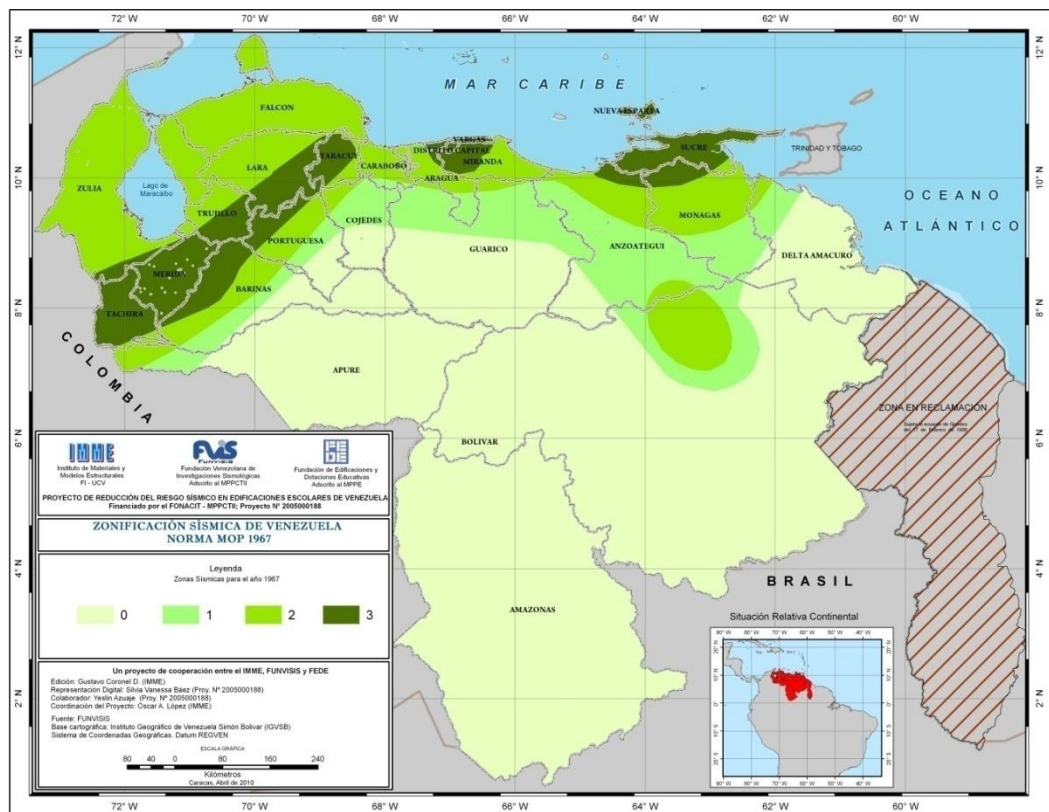
2. Referencia Electrónica

Alcaldía de San Diego. Sitio Oficial de la Alcaldía de San Diego. Extraído desde:
<http://alcaldiaSandiego.gov.ve/>

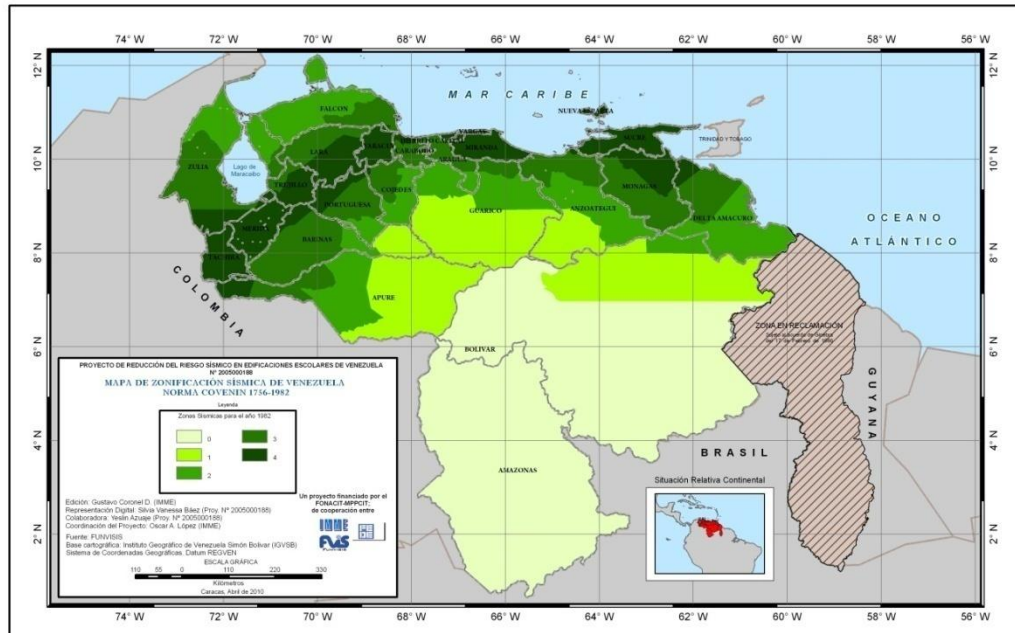
FUNVISIS (2011). Disponible en: www.funvisis.org.ve.

Google Maps Imágenes Mapas y Referencias. Extraído desde:
<http://maps.google.es/>

ANEXOS

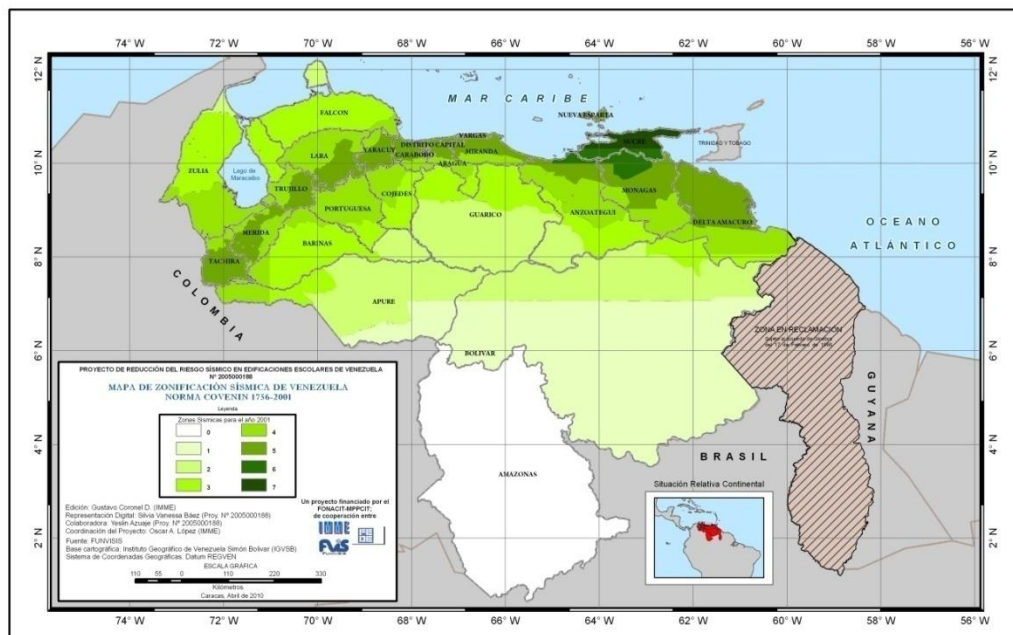


A-1. Mapa de Zonificación Sísmica de 1967. Nota. Datos tomados de FUNVISIS.



A-

2. Mapa de Zonificación Sísmica de 1982. Nota. Datos tomados de FUNVISIS.



A-3. Mapa de Zonificación Sísmica de 2001. Nota. Datos tomados de FUNVISIS.

(Fuente: America Specht, Septiembre 2008)

Fecha	N°	Profundidad (m)	Coordenadas		Referencia	N° de capas	Vs30 Campos	Vs30 Imai & Yoshimura	Vs30 Ohta & Goto	Vs30 Nehrp
			Este	Norte						
Abr-06	1	12	614 818	1 134 987	Sector La Cumaca	6	239.25	237.85	233.73	190.89
Abr-06	2	12	614 902	1 134 934	Sector La Cumaca	6	310.53	245.44	253.09	203.40
Abr-06	3	12	614 792	1 134 905	Sector La Cumaca	6	311.34	245.83	259.70	204.61
Abr-06	4	12	614 855	1 134 885	Sector La Cumaca	6	301.94	239.41	249.63	193.33
Abr-06	5	12	614 912	1 134 970	Sector La Cumaca	6	295.55	235.55	255.15	190.83
Abr-06	6	12	614 809	1 134 951	Sector La Cumaca	6	308.71	243.91	255.00	202.59
Abr-06	7	12	614 850	1 134 927	Sector La Cumaca	6	301.05	236.70	255.67	194.76
Abr-06	8	12	614 839	1 134 892	Sector La Cumaca	6	316.71	249.33	256.88	211.10
Abr-06	9	12	614 885	1 134 878	Sector La Cumaca	6	326.91	256.51	271.68	220.35
Mar-08	10	10	613 795	1 129 924	Complejo empresarial Los Arales	3	426.48	323.42	403.27	329.10
Mar-08	11	8	613 703	1 129 953	Complejo empresarial Los Arales	4	441.51	333.55	393.50	345.20
Ene-08	77	8	612 167	1 125 187	Terreno a la derecha del Distribuidor San Diego	5	263.53	226.40	257.87	179.13
Ago-07	78	8	613 252	1 125 057	Terreno a la derecha del Distribuidor San Diego	5	301.53	239.02	273.98	195.74
Jun-07	79	10	615 235	1 126 395	Estacion San Diego Tramo C-1	5	550.23	404.86	480.52	475.07
Jun-07	80	9	615 297	1 126 395	Estacion San Diego Tramo C-1	6	479.09	359.45	370.73	380.57
Jun-07	81	10	615 232	1 126 429	Estacion San Diego Tramo C-1	5	518.32	384.37	442.65	433.90
Jun-07	82	10	615 348	1 126 485	Estacion San Diego Tramo C-1	4	564.15	413.40	481.64	495.53
Jun-07	83	14	615 163	1 126 374	Estacion San Diego Tramo C-1	9	622.50	387.65	393.04	434.41
Abr-07	89	8	613 898	1 126 496	Residencias Laguna Club	3	411.75	314.01	380.80	370.95
Abr-07	70	6	613 842	1 126 481	Residencias Laguna Club	3	350.51	272.63	329.28	244.48
Abr-07	71	8	613 827	1 126 535	Residencias Laguna Club	3	407.45	311.14	375.52	304.95
Abr-07	72	8	613 809	1 126 521	Residencias Laguna Club	2	335.55	292.24	350.45	230.79
Feb-07	73	8	613 377	1 134 313	Urb. El Remanso	5	273.87	219.39	255.33	171.00
Feb-07	74	8	613 354	1 134 301	Urb. El Remanso	4	303.54	240.15	287.20	199.15
Feb-07	75	8	613 375	1 134 281	Urb. El Remanso	4	294.88	234.05	282.12	190.77
Ene-07	19	10	612 907	1 120 005	Cenda de San Diego Urb. El Morro II	1	430.31	325.94	472.65	333.71
Ene-07	20	10	612 894	1 120 014	Cenda de San Diego Urb. El Morro II	2	443.01	334.37	456.99	348.22
Ene-07	21	10	612 861	1 120 003	Cenda de San Diego Urb. El Morro II	2	440.28	332.57	455.35	345.04
Ene-07	22	12	614 830	1 126 893	Zona Ind. Castillo	3	384.19	281.98	348.60	258.40
Ene-07	23	15	614 900	1 126 887	Zona Ind. Castillo	3	365.50	283.03	342.54	256.74
Ene-07	24	15	614 927	1 126 850	Zona Ind. Castillo	3	345.72	259.26	342.05	240.30

Base de Datos

A-4. Tabla de Velocidad de Ondas de Corte. Nota. Datos tomados de America Specht (2008).

(Fuente: America Specht, Septiembre 2008)

Fecha	N°	Profundidad (m)	Coordenadas		Referencia	N° de capas	Vs30 Campos	Vs30 Imai & Yoshimura	Vs30 Ohta & Goto	Vs30 Nehrp
			Este	Norte						
Abr-06	12	8	613 151	1 135 115	Urb. San Antonio	3	192.15	150.68	214.42	101.04
Abr-06	13	8	613 089	1 135 944	Urb. San Antonio	3	174.05	148.15	198.25	87.77
Abr-06	14	8	613 029	1 135 813	Urb. San Antonio	4	157.68	135.33	159.25	75.29
Abr-06	15	8	613 065	1 135 712	Urb. San Antonio	4	173.69	147.42	168.93	87.11
Jul-05	16	8	618 057	1 135 477	Res. Las Trinitarias Country Club	3	315.27	248.40	301.75	209.33
Jul-05	17	8	615 985	1 136 475	Res. Las Trinitarias Country Club	3	311.57	245.75	300.24	206.27
Jul-05	18	8	615 989	1 136 418	Res. Las Trinitarias Country Club	3	337.14	263.33	321.43	231.64
Abr-02	25	8	616 709	1 127 340	Ferrocarril Sector Bohio-San Diego	6	437.73	331.43	375.06	338.05
Abr-02	26	8	616 516	1 127 391	Ferrocarril Sector Bohio-San Diego	7	505.45	375.59	429.55	421.15
Abr-02	27	8	616 171	1 127 330	Ferrocarril Sector Bohio-San Diego	4	511.92	379.57	475.47	430.91
Abr-02	28	8	615 826	1 127 354	Ferrocarril Sector Bohio-San Diego	5	424.98	322.51	381.51	326.15
Abr-02	29	8	615 528	1 127 593	Ferrocarril Sector Bohio-San Diego	4	347.72	270.45	348.97	243.28
Abr-02	30	8	616 935	1 129 041	Ferrocarril Sector San Diego-Valencia	5	403.59	306.47	361.30	301.22
Abr-02	31	8	616 535	1 128 877	Ferrocarril Sector San Diego-Valencia	5	459.92	352.19	438.71	379.29
Abr-02	32	8	618 339	1 127 955	Ferrocarril Sector San Diego-Valencia	4	483.46	360.96	459.13	395.31
Abr-02	33	8	618 158	1 128 809	Ferrocarril Sector San Diego-Valencia	5	455.27	342.48	435.08	362.44
Oct-01	34	8	613 504	1 131 876	Urb. Sansur	6	271.31	217.51	247.55	155.55
Oct-01	35	8	613 55	1 131 915	Urb. Sansur	8	225.57	185.25	213.18	128.05
Oct-01	36	8	613 599	1 131 974	Urb. Sansur	5	257.30	207.88	249.37	155.15
Oct-01	37	8	613 549	1 131 977	Urb. Sansur	5	259.21	209.25	243.47	155.87
Jul-00	42	10	613 352	1 129 368	Urb. Paso Real	4	375.20	289.73	348.47	273.42
Jul-00	43	8	613 251	1 129 353	Urb. Paso Real	4	485.74	353.35	440.31	398.31
Abr-00	38	10	613 369	1 131 288	Res. Poblado de San Diego	5	350.73	279.46	313.61	255.85
Abr-00	39	8	613 307	1 131 433	Res. Poblado de San Diego	6	332.31	259.90	311.78	227.51

Base de Datos (Continuación)

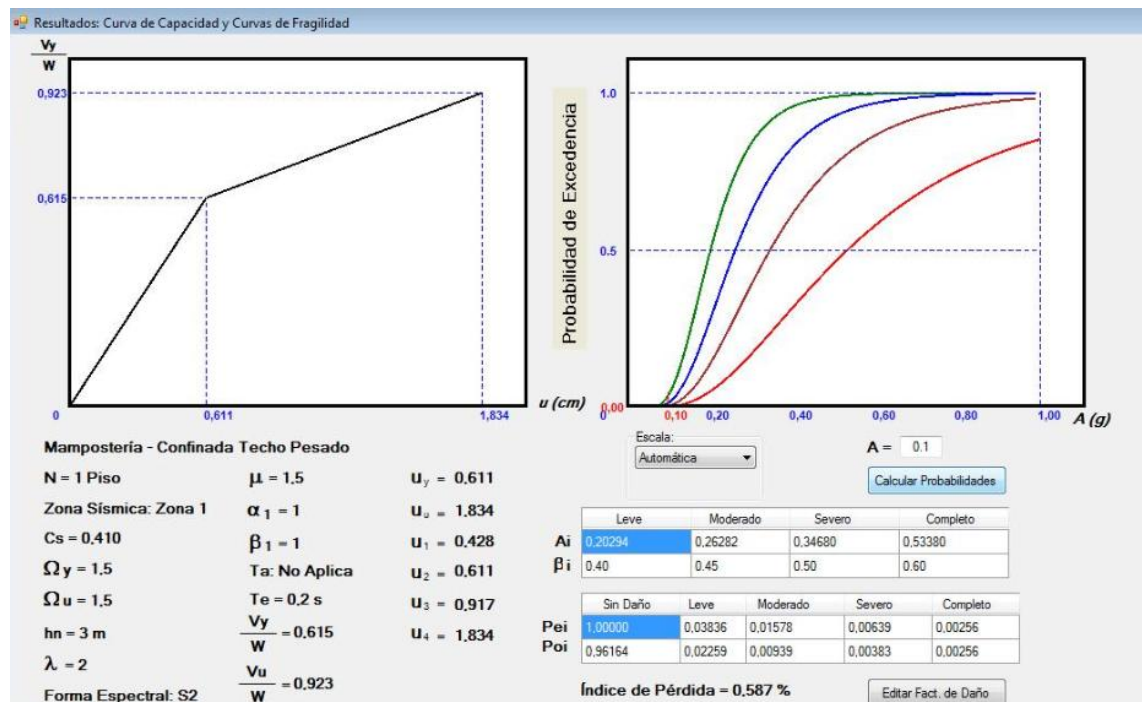
A-5. Tabla de Velocidad de Ondas de Corte. Nota. Datos tomados de America Specht (2008).

(Fuente: America Specht, Septiembre 2008)

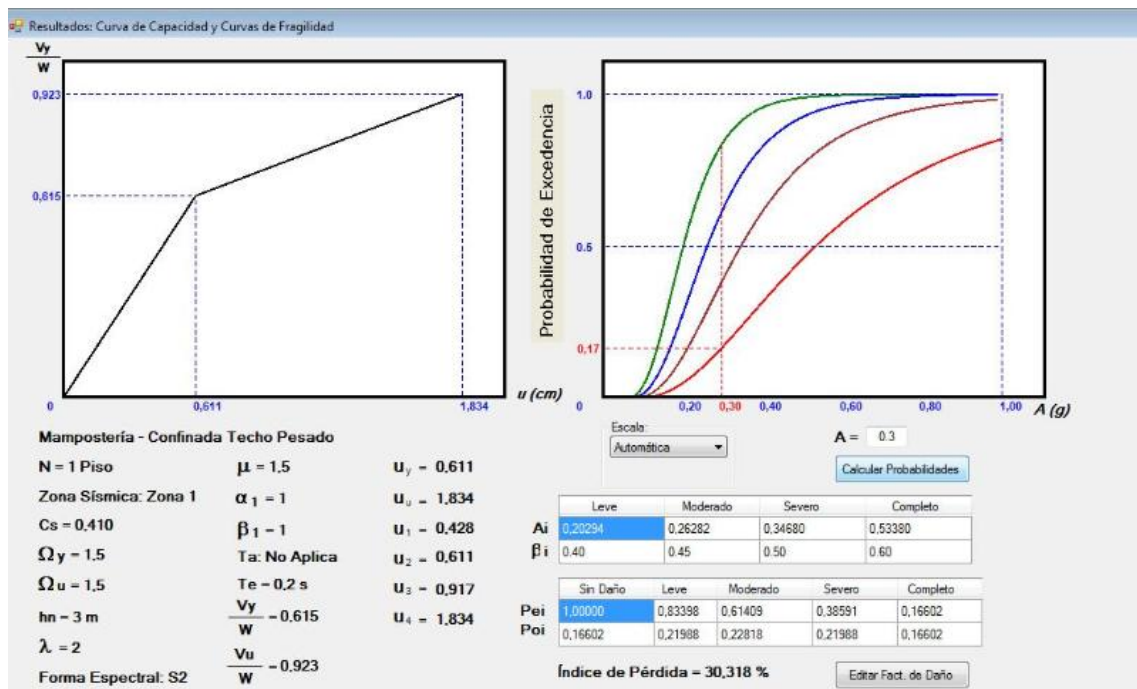
Fecha	N°	Profundidad (m)	Coordenadas		Referencia	N° de capas	Vs30 Campos	Vs30 Imai & Yosimura	Vs30 Ohta & Goto	Vs30 Iihrp
			Este	Norte						
Abr-00	40	10	613.482	1.131.545	Res. Poblado de San Diego	4	320.88	282.14	309.35	215.55
Abr-00	41	8	613.315	1.131.587	Res. Poblado de San Diego	5	393.48	301.80	357.18	290.60
Jul-98	44	8	614.650	1.126.993	Zona Ind. Castilho	3	485.62	353.20	461.01	400.16
Jul-98	45	8	614.680	1.126.975	Zona Ind. Castilho	2	378.17	291.07	393.89	275.95
Jul-98	46	8	614.690	1.126.958	Zona Ind. Castilho	2	293.50	233.16	319.99	189.16
Oct-97	51	15	613.489	1.133.985	Colegio Patria Boliviana, Urb. Monteserino	7	357.58	277.74	286.92	249.87
Oct-97	52	10	613.445	1.134.058	Colegio Patria Boliviana, Urb. Monteserino	5	353.21	274.51	306.14	245.89
Jul-97	48	8	612.751	1.131.514	Urb. La Esmeralda	4	437.12	330.81	383.57	339.08
Jul-97	49	8	612.756	1.131.656	Urb. La Esmeralda	7	451.84	340.54	370.34	356.16
Jul-97	50	8	612.803	1.131.589	Urb. La Esmeralda	4	435.42	330.30	381.59	338.52
No.-93	59	8	613.659	1.133.845	Sector Yuma	5	353.54	274.62	319.80	248.10
No.-93	60	8	613.621	1.133.694	Sector Yuma	5	340.95	265.30	305.91	234.87
Sep-92	53	15	613.624	1.127.730	Zona Ind. Castilho	7	372.67	287.53	299.71	268.57
Sep-92	54	10	613.657	1.127.701	Zona Ind. Castilho	8	339.00	254.97	279.72	233.28
Sep-92	55	15	613.620	1.127.670	Zona Ind. Castilho	5	363.08	281.37	308.72	256.05
Sep-92	56	8	613.627	1.127.701	Zona Ind. Castilho	5	330.98	259.03	305.01	225.06
Sep-98	57	8	613.497	1.126.716	Sector Los Arales	4	384.01	295.32	359.35	279.89
Sep-98	58	8	613.537	1.126.788	Sector Los Arales	4	395.34	303.14	373.06	290.64
Ene-80	61	15	614.953	1.126.258	Km 1+000 de II Etapa, arterial 01	4	331.08	250.18	305.35	219.47
Ene-80	62	20	614.93	1.126.232	Km 1+000 de II Etapa, arterial 01	3	398.59	305.20	362.89	295.34
Ene-80	63	20	614.928	1.126.295	Km 1+000 de II Etapa, arterial 04	4	395.65	305.65	331.97	282.12
Ene-80	64	20	614.959	1.126.302	Km 1+000 de II Etapa, arterial 04	4	407.41	312.72	349.91	294.00
Jul-77	65	25	613.677	1.136.188	Distribuidor San Diego, Autopista Guacara-Barbula	5	426.02	324.53	320.71	320.70
Jul-77	66	25	613.688	1.136.151	Distribuidor San Diego, Autopista Guacara-Barbula	13	345.67	259.65	227.18	237.44
Jul-77	67	25	613.706	1.136.191	Distribuidor San Diego, Autopista Guacara-Barbula	9	355.88	264.80	252.28	248.63
Jul-77	68	25	613.713	1.136.157	Distribuidor San Diego, Autopista Guacara-Barbula	14	421.13	320.48	270.05	318.89

Base de Datos (Continuación)

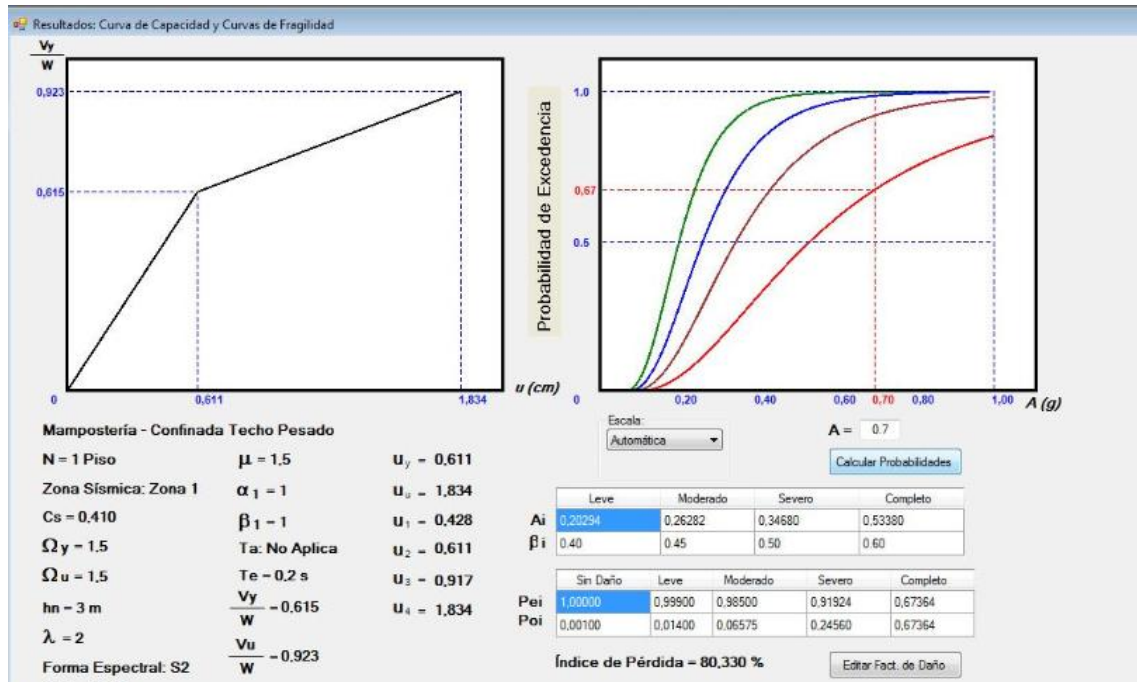
A-6. Tabla de Velocidad de Ondas de Corte. Nota. Datos tomados de America Specht (2008).



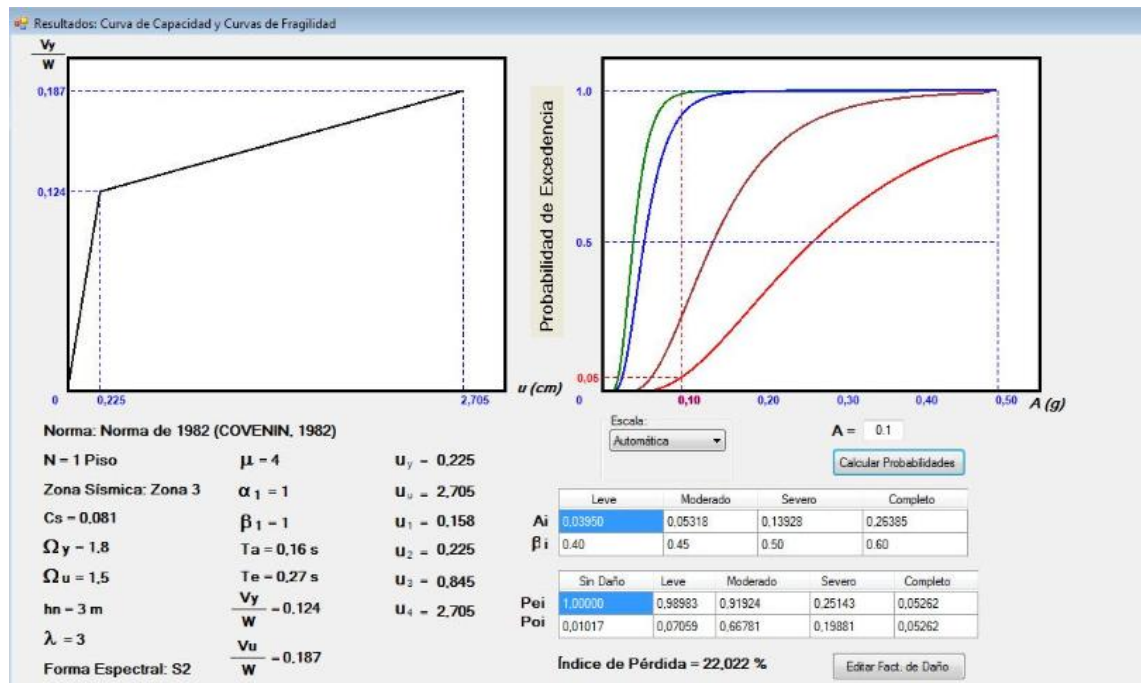
A-7. Curva de Fragilidad a 0.1g, Vivienda Tipo 1. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



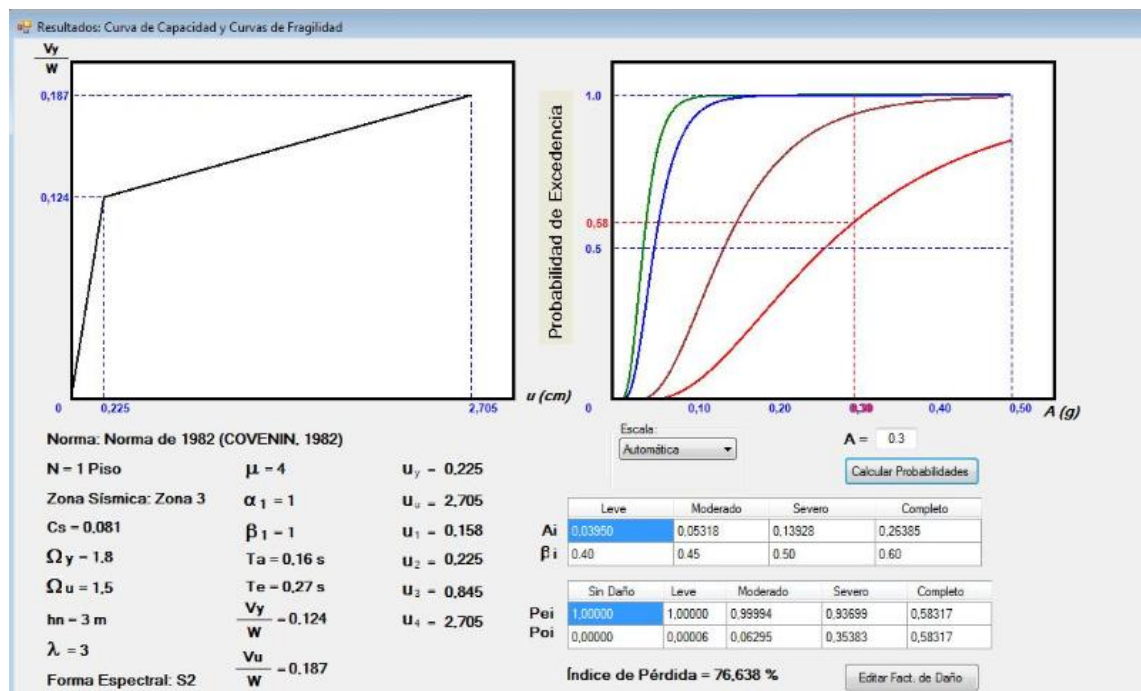
A-8. Curva de Fragilidad a 0.3g, Vivienda Tipo 1. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



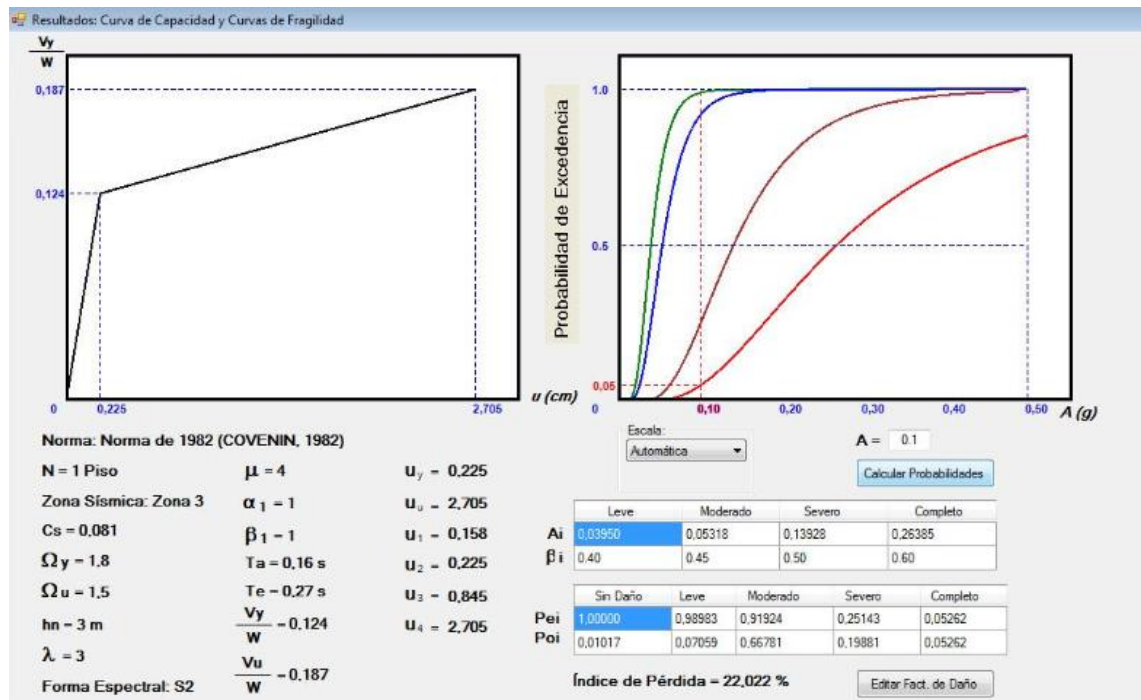
A-9. Curva de Fragilidad a 0.7g, Vivienda Tipo 1. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



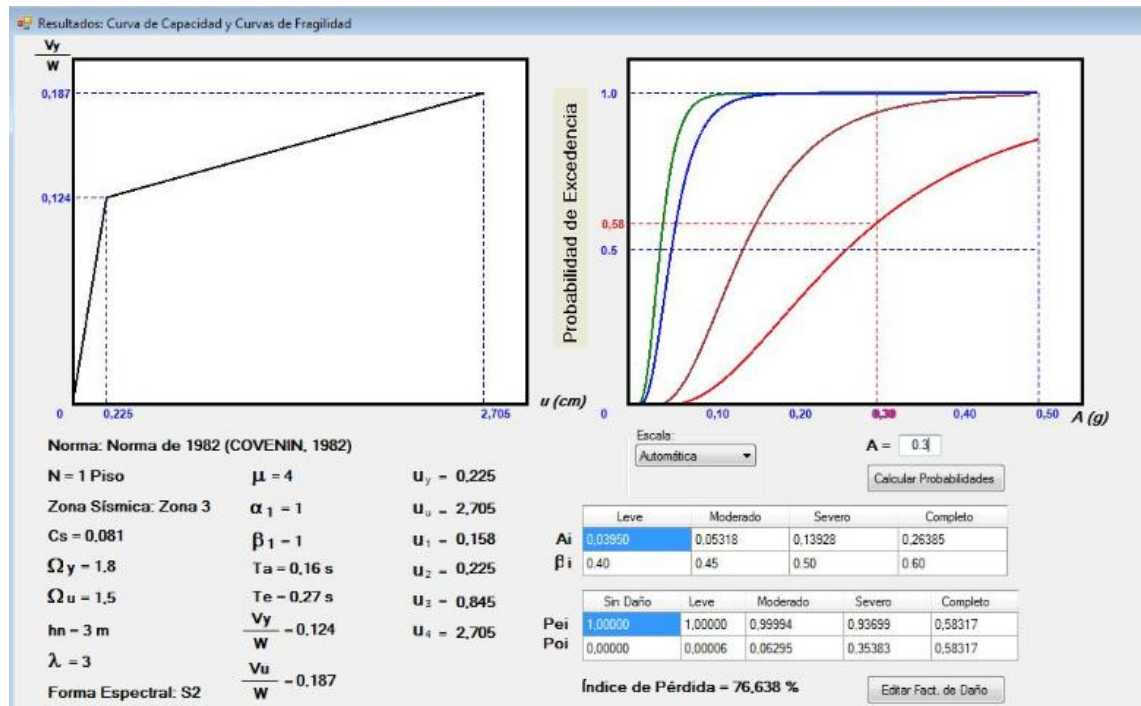
A-10. Curva de Fragilidad a 0.1g, Vivienda Tipo 3. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



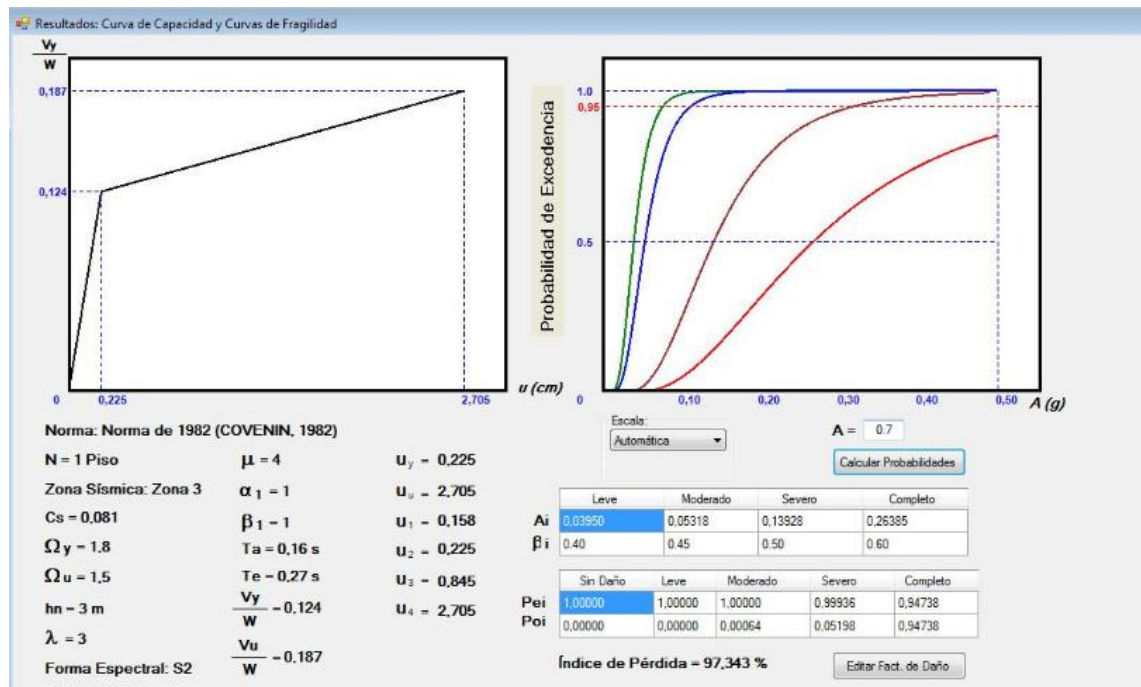
A-11. Curva de Fragilidad a 0.3g, Vivienda Tipo 3. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



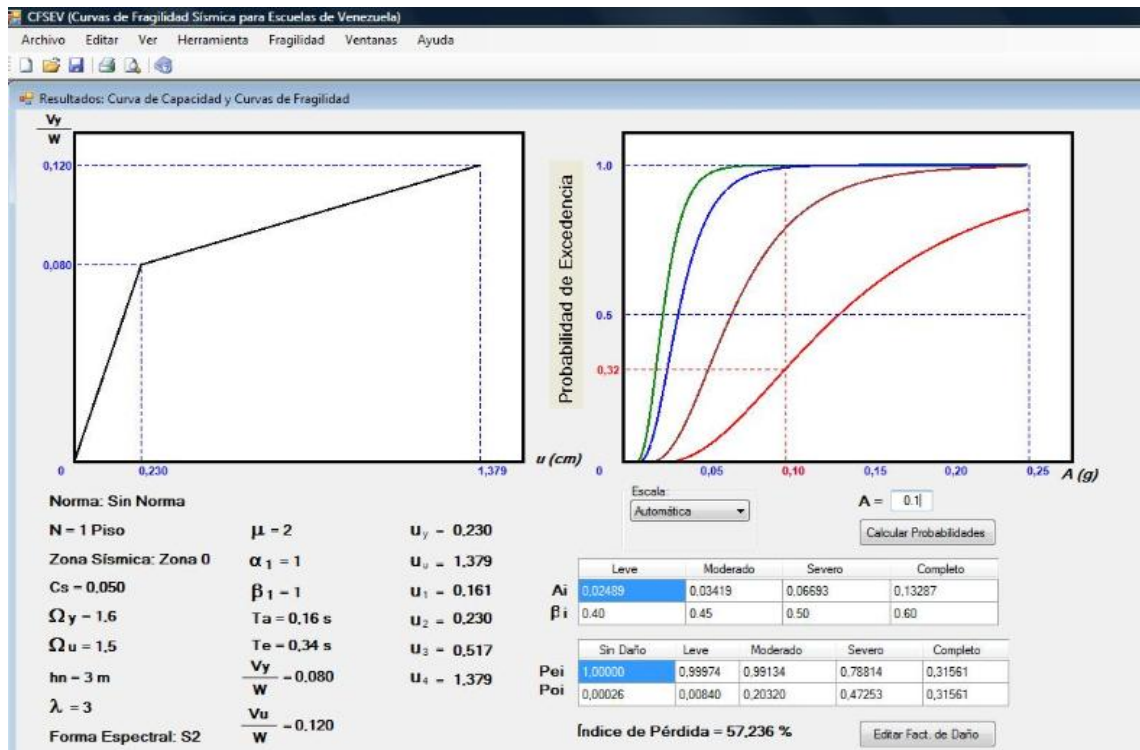
A-12. Curva de Fragilidad a 0.1g, Vivienda Tipo 4. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



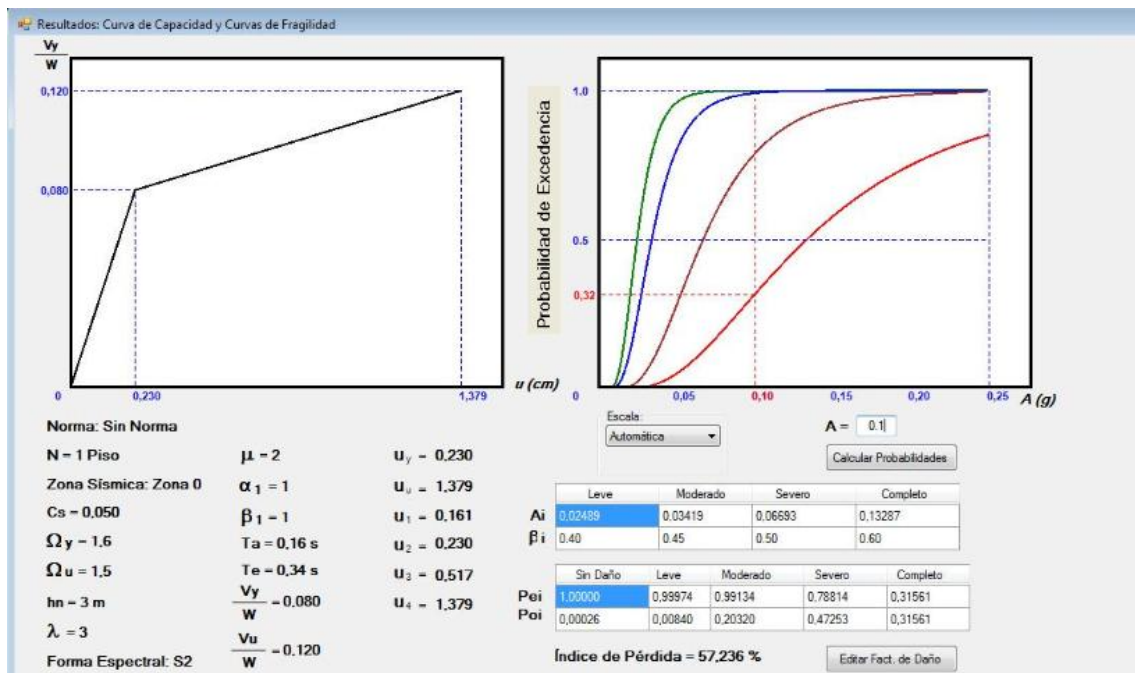
A-13. Curva de Fragilidad a 0.3g, Vivienda Tipo 4. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



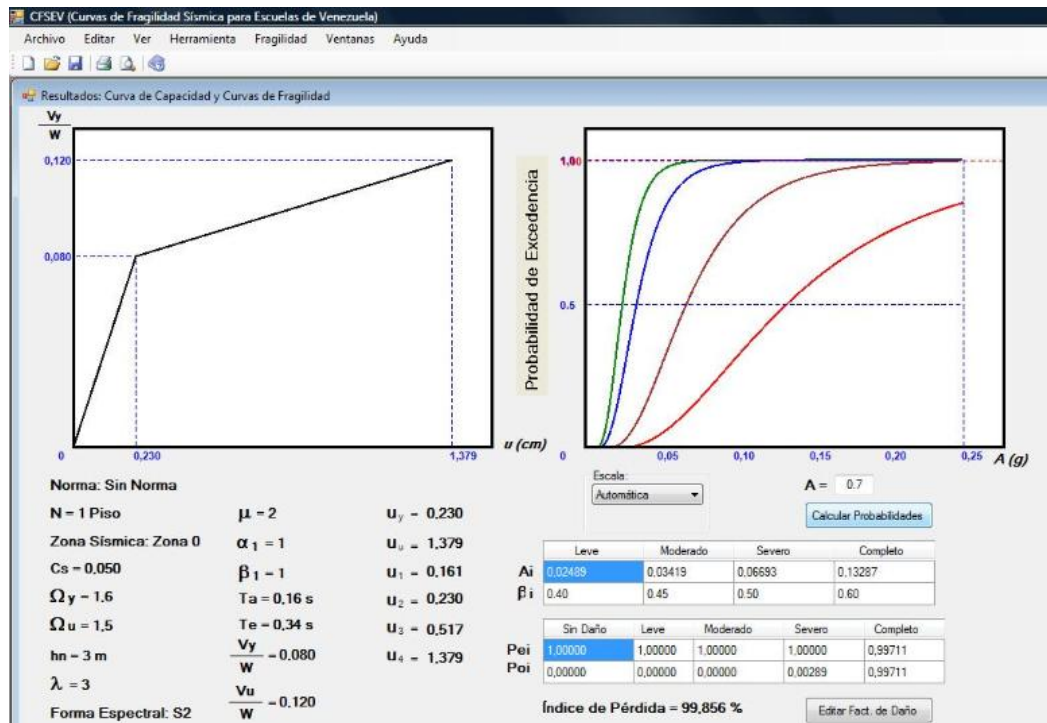
A-14. Curva de Fragilidad a 0.7g, Vivienda Tipo 4. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



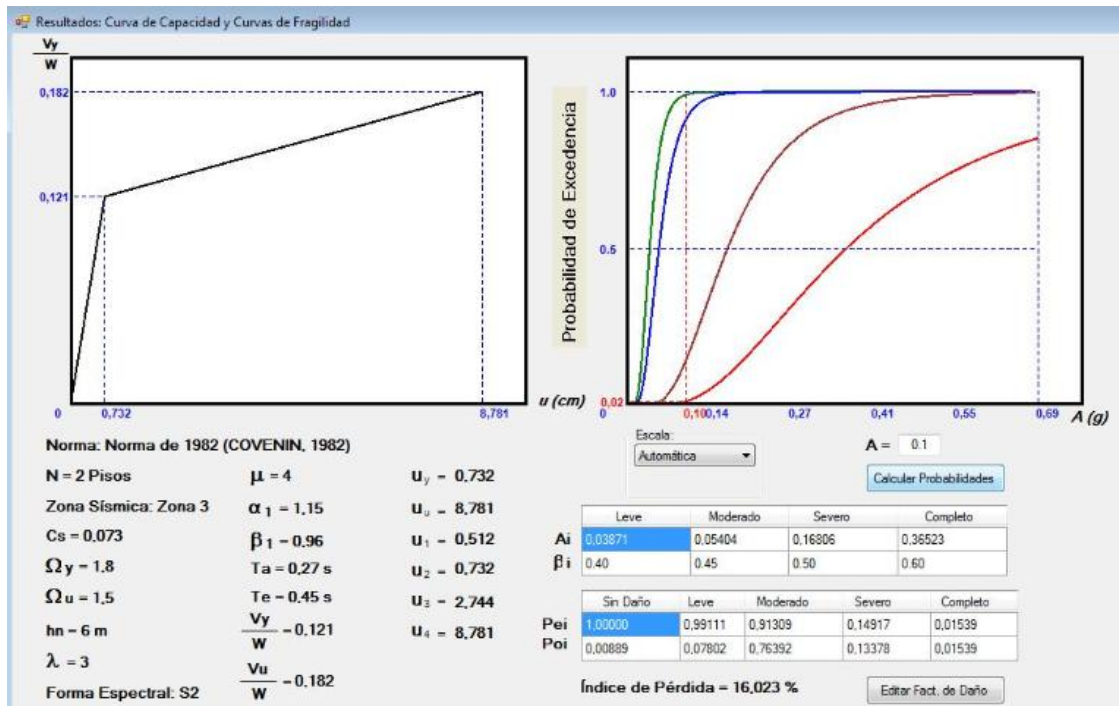
A-15. Curva de Fragilidad a 0.1g, Vivienda Tipo 10. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



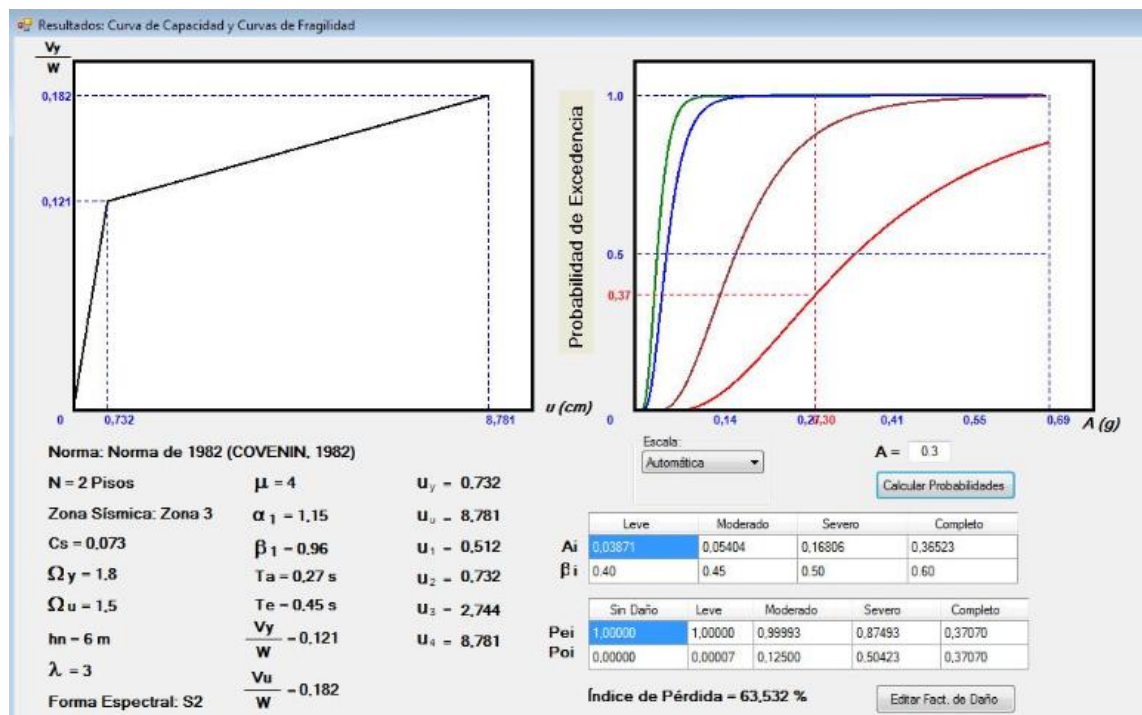
A-16. Curva de Fragilidad a 0.3g, Vivienda Tipo 10. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



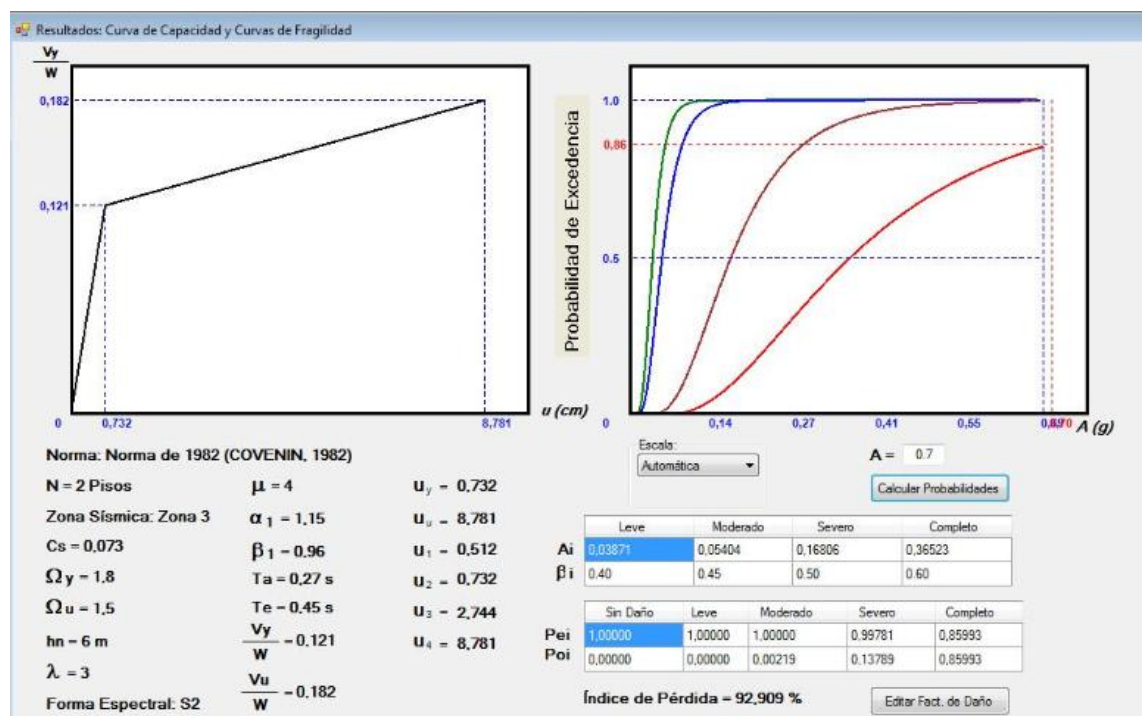
A-17. Curva de Fragilidad a 0.7g, Vivienda Tipo 10. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



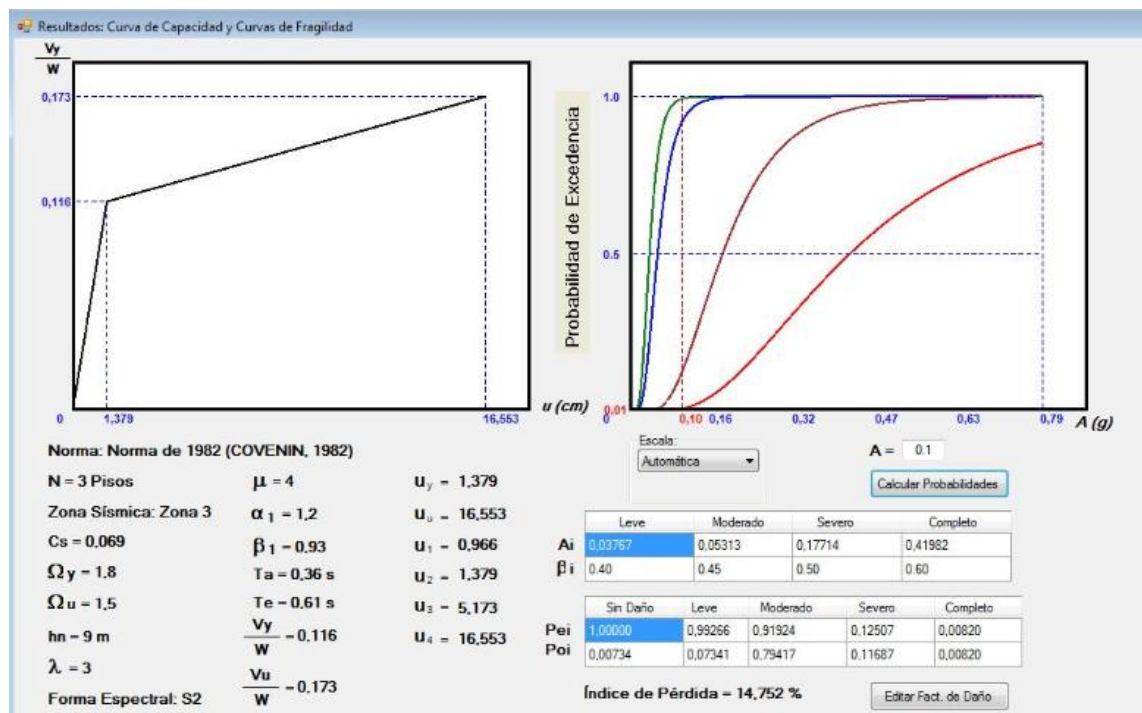
A-18. Curva de Fragilidad a 0.1g, Vivienda Tipo 11. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



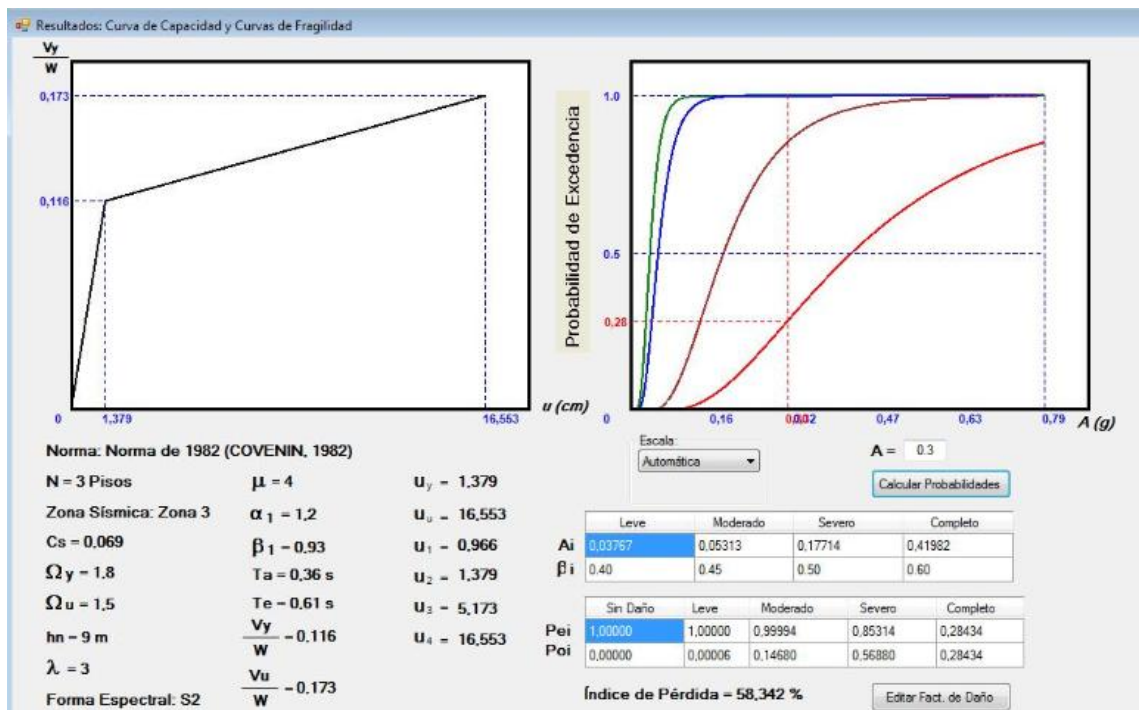
A-19. Curva de Fragilidad a 0.3g, Vivienda Tipo 11. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



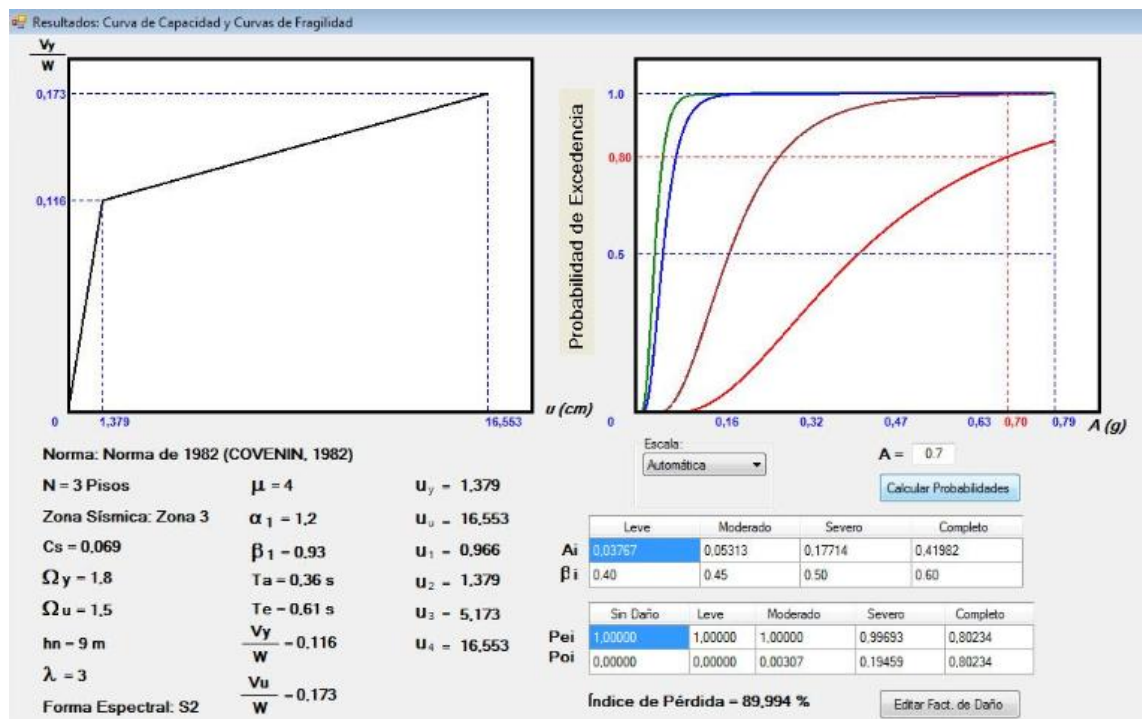
A-20. Curva de Fragilidad a 0.7g, Vivienda Tipo 11. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



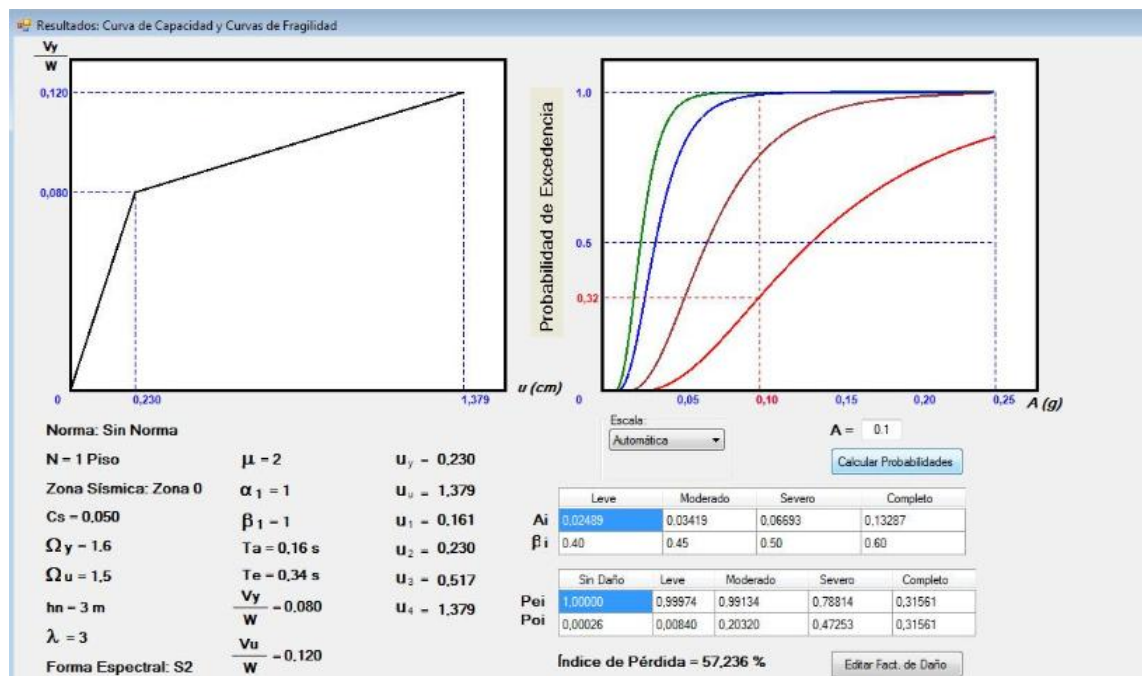
A-21. Curva de Fragilidad a 0.1g, Vivienda Tipo 13. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



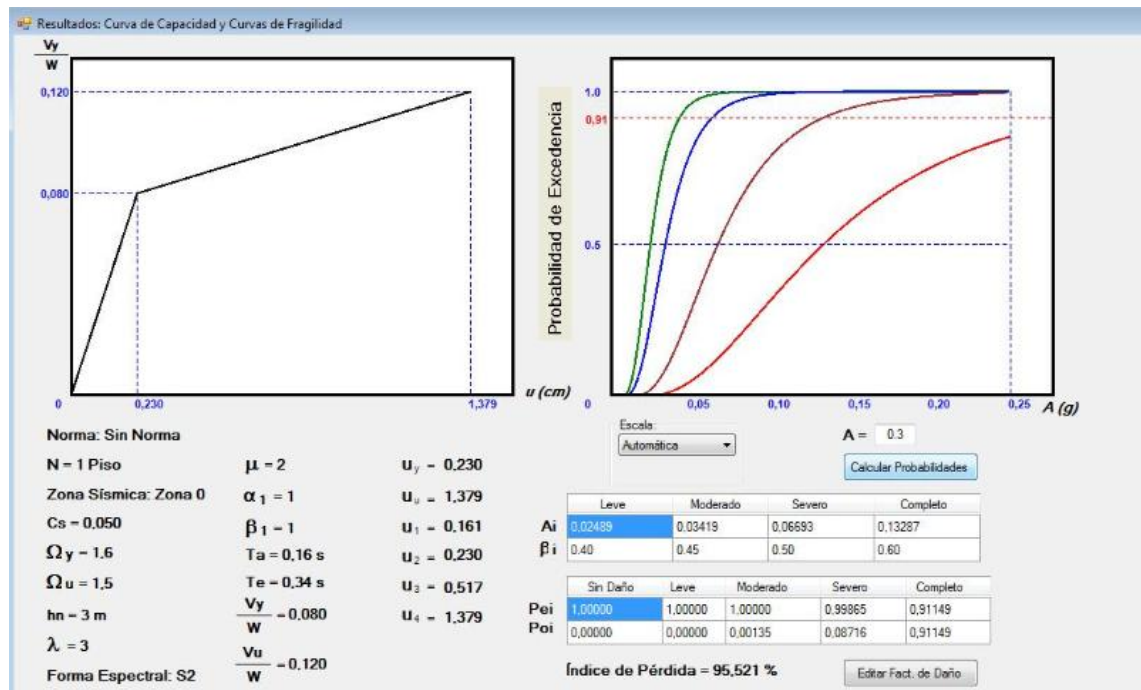
A-22. Curva de Fragilidad a 0.3g, Vivienda Tipo 13. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



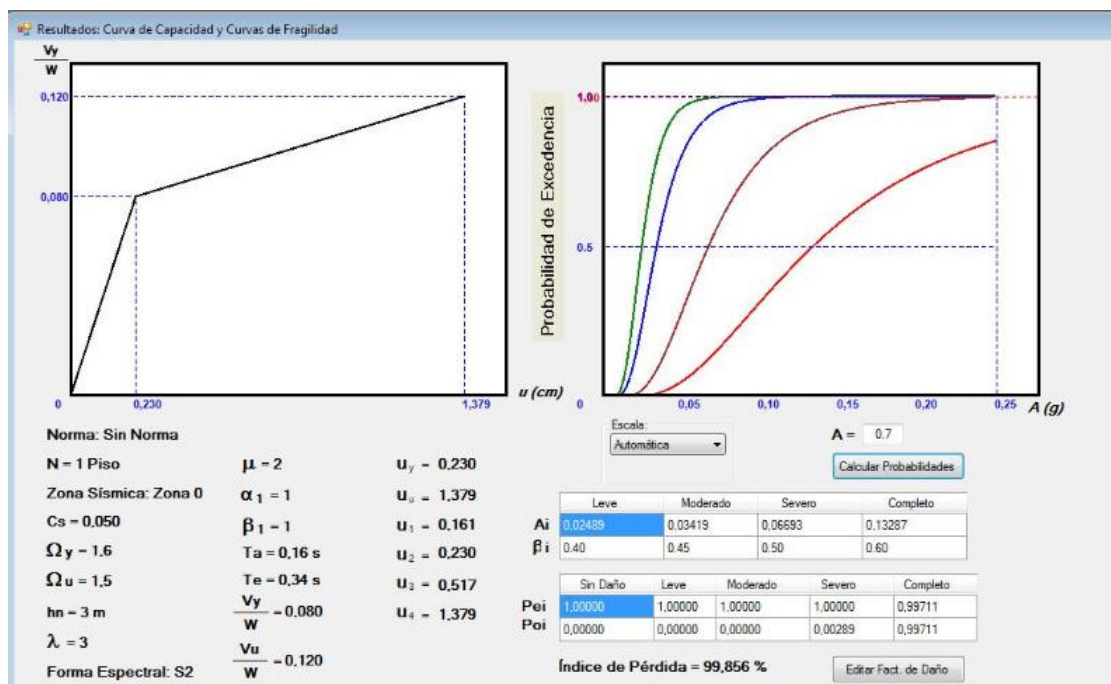
A-23. Curva de Fragilidad a 0.7g, Vivienda Tipo 13. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



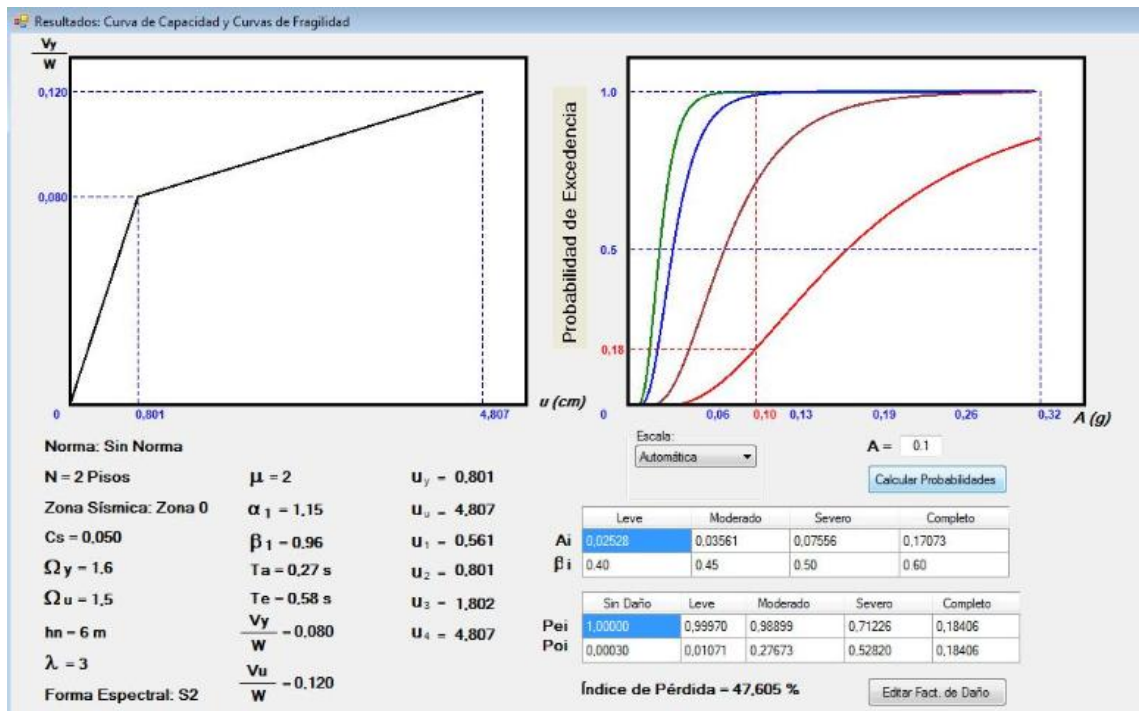
A-24. Curva de Fragilidad a 0.1g, Vivienda Tipo 14. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



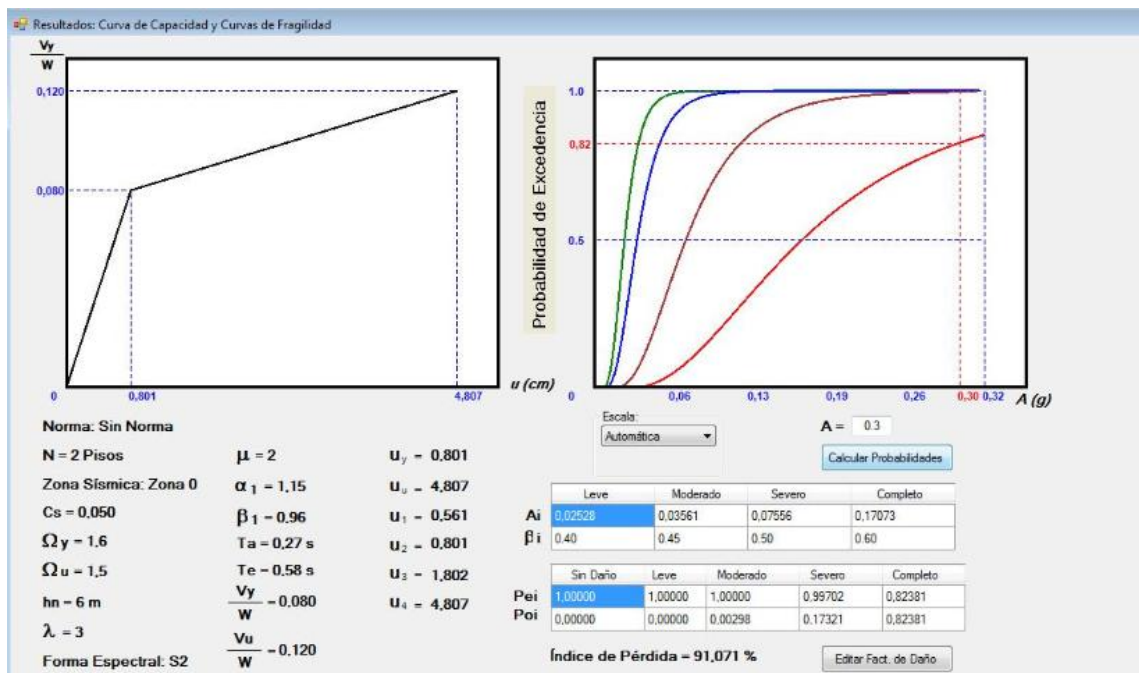
A-25. Curva de Fragilidad a 0.3g, Vivienda Tipo 14. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



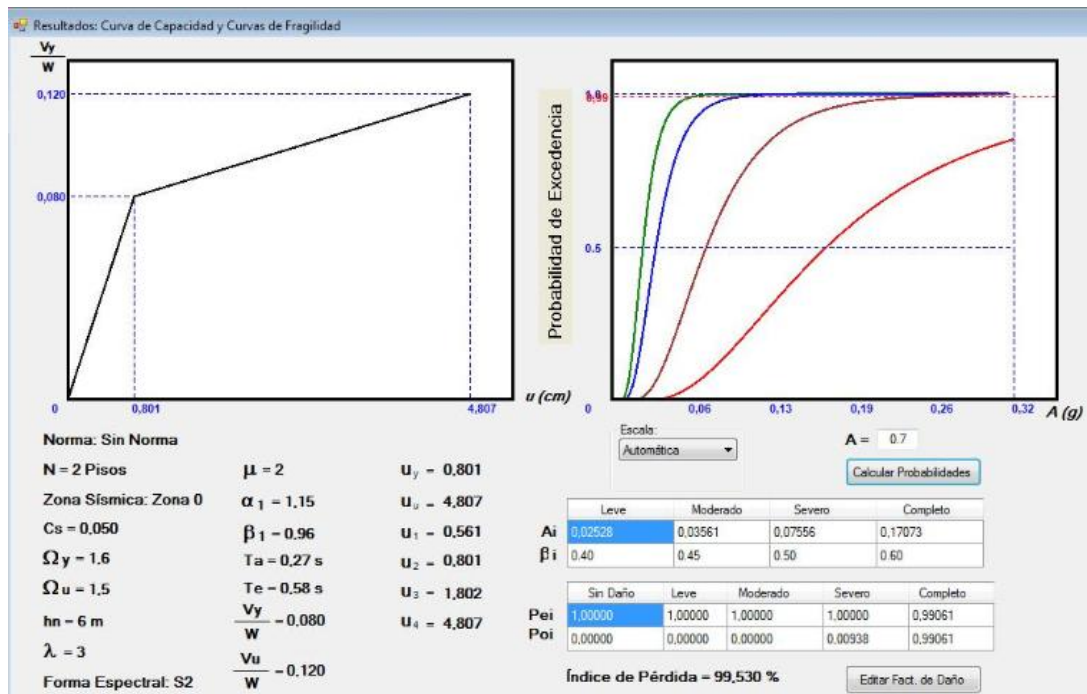
A-26. Curva de Fragilidad a 0.7g, Vivienda Tipo 14. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



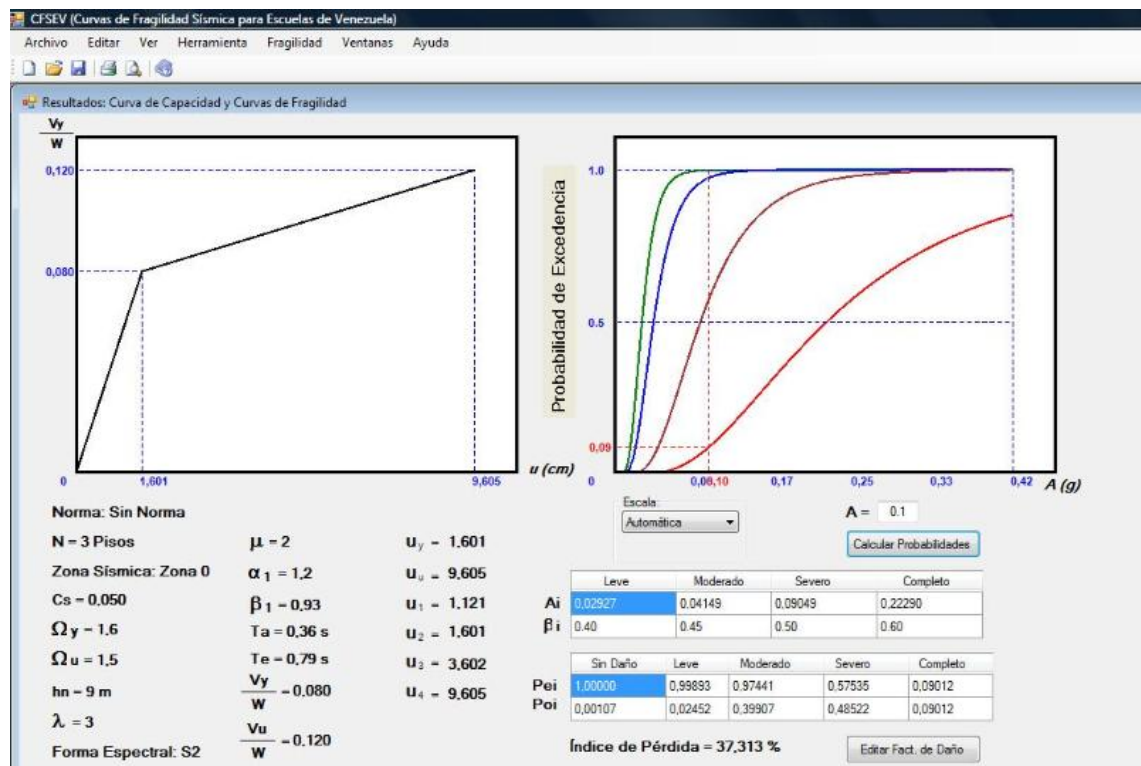
A-27. Curva de Fragilidad a 0.1g, Vivienda Tipo 18. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



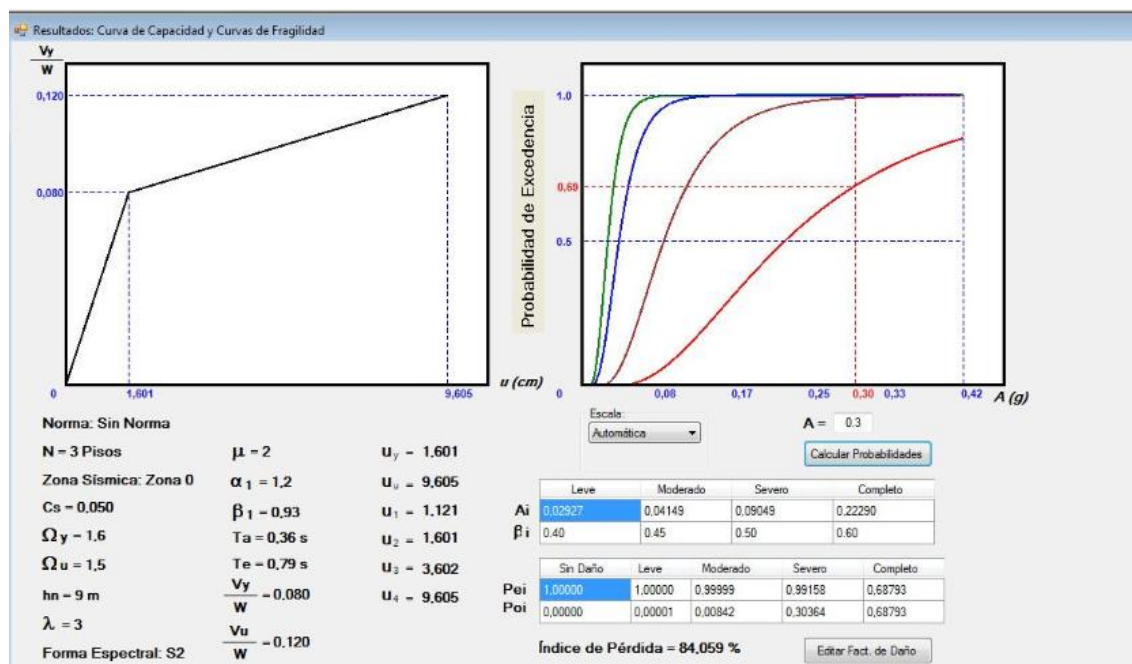
A-28. Curva de Fragilidad a 0.3g, Vivienda Tipo 18. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



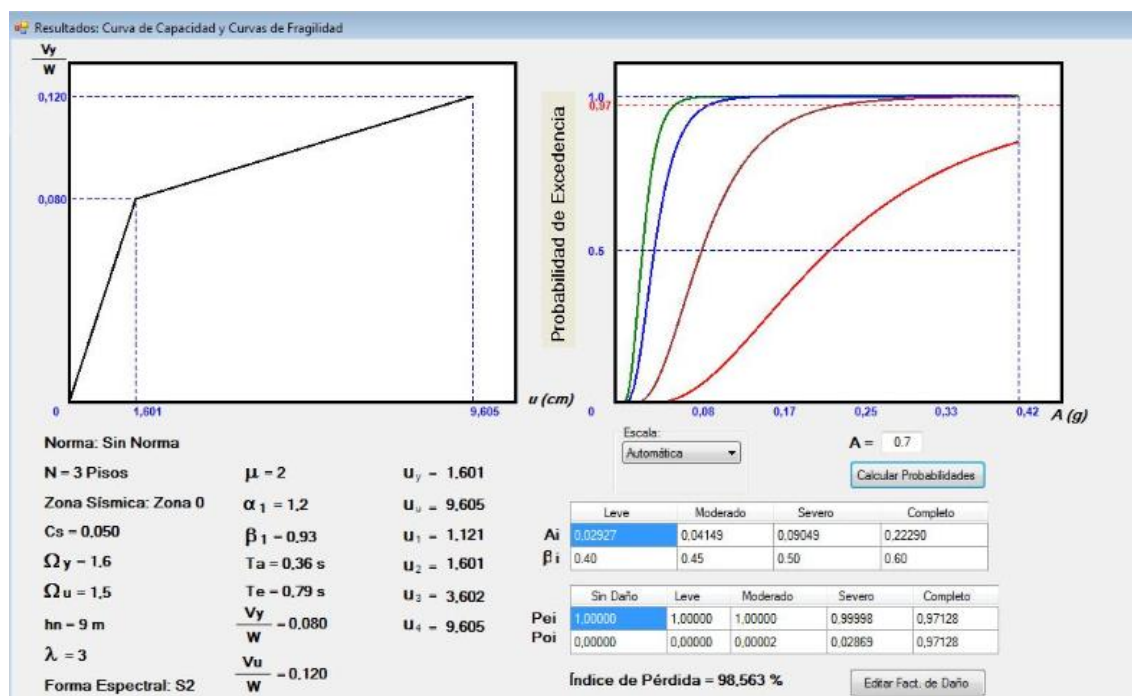
A-29. Curva de Fragilidad a 0.7g, Vivienda Tipo 18. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



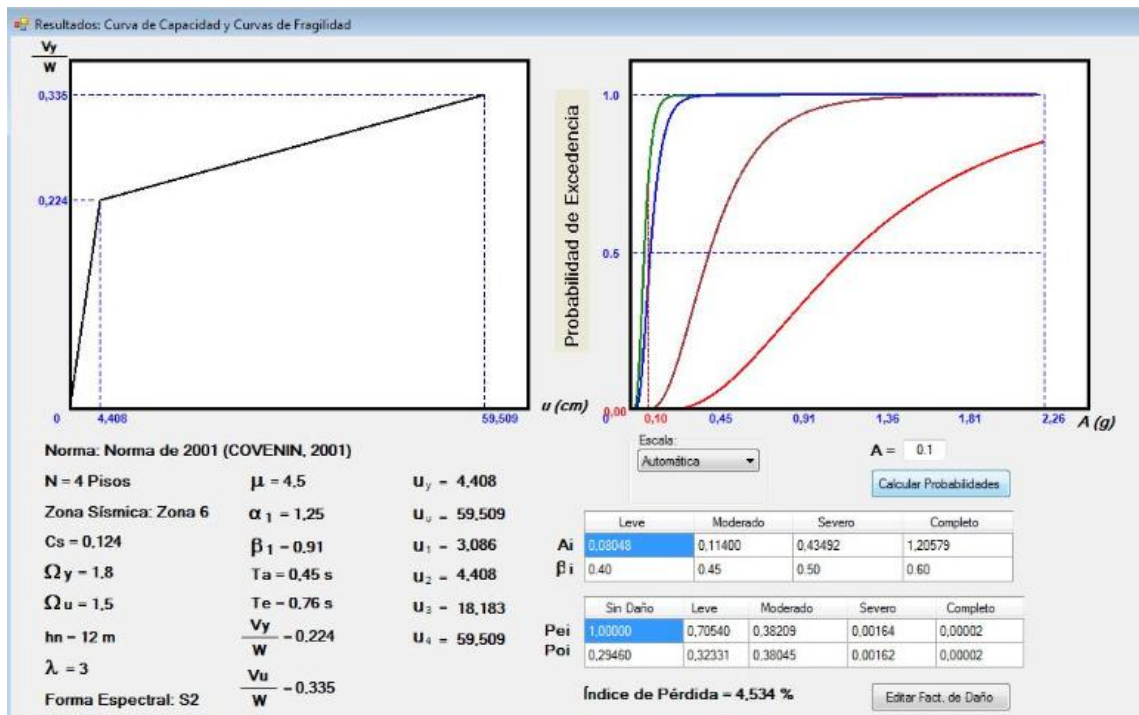
A-30. Curva de Fragilidad a 0.1g, Vivienda Tipo 23. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



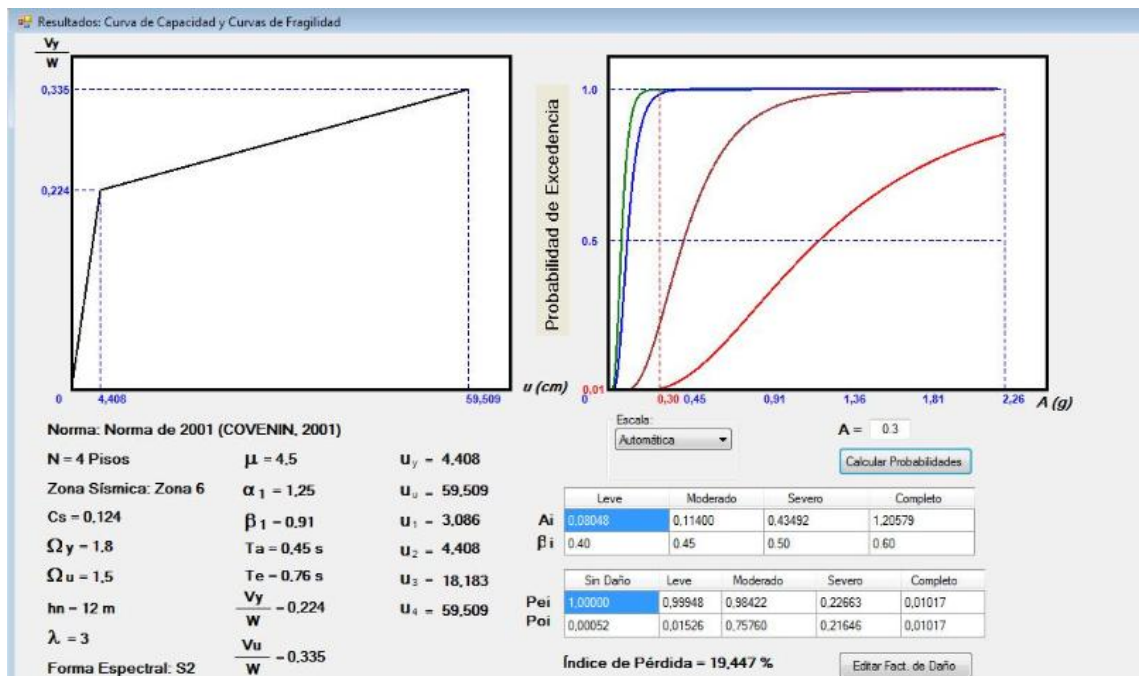
A-31. Curva de Fragilidad a 0.3g, Vivienda Tipo 23. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



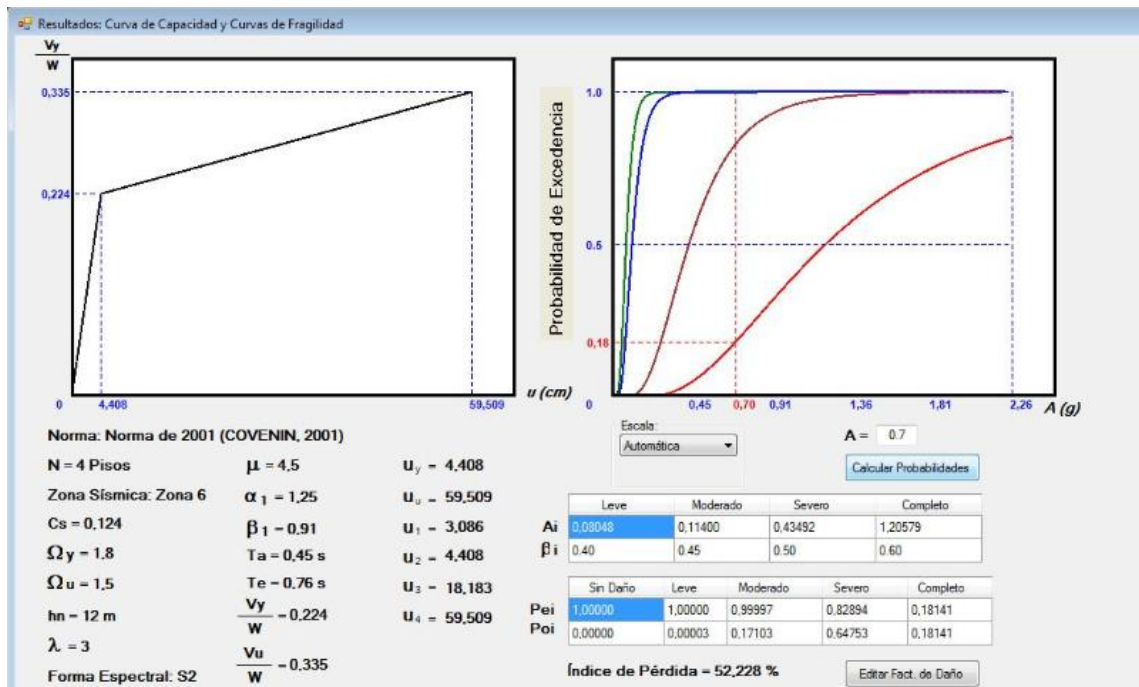
A-32. Curva de Fragilidad a 0.7g, Vivienda Tipo 23. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



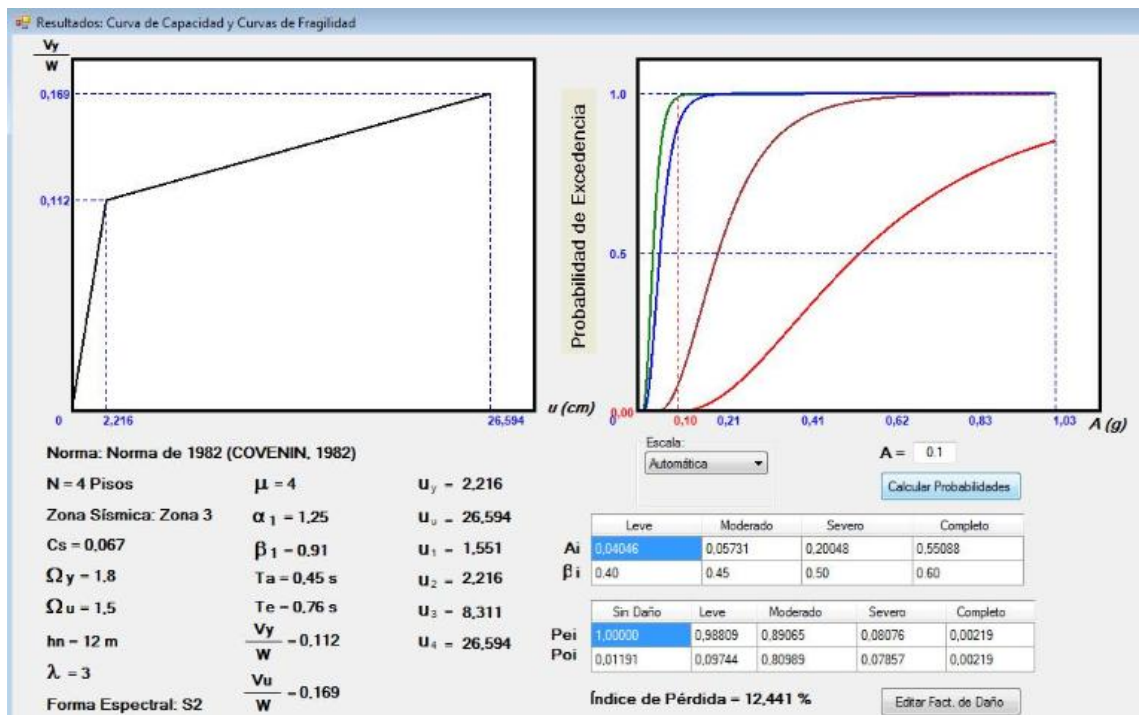
A-33. Curva de Fragilidad a 0.1g, Vivienda Tipo 26. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



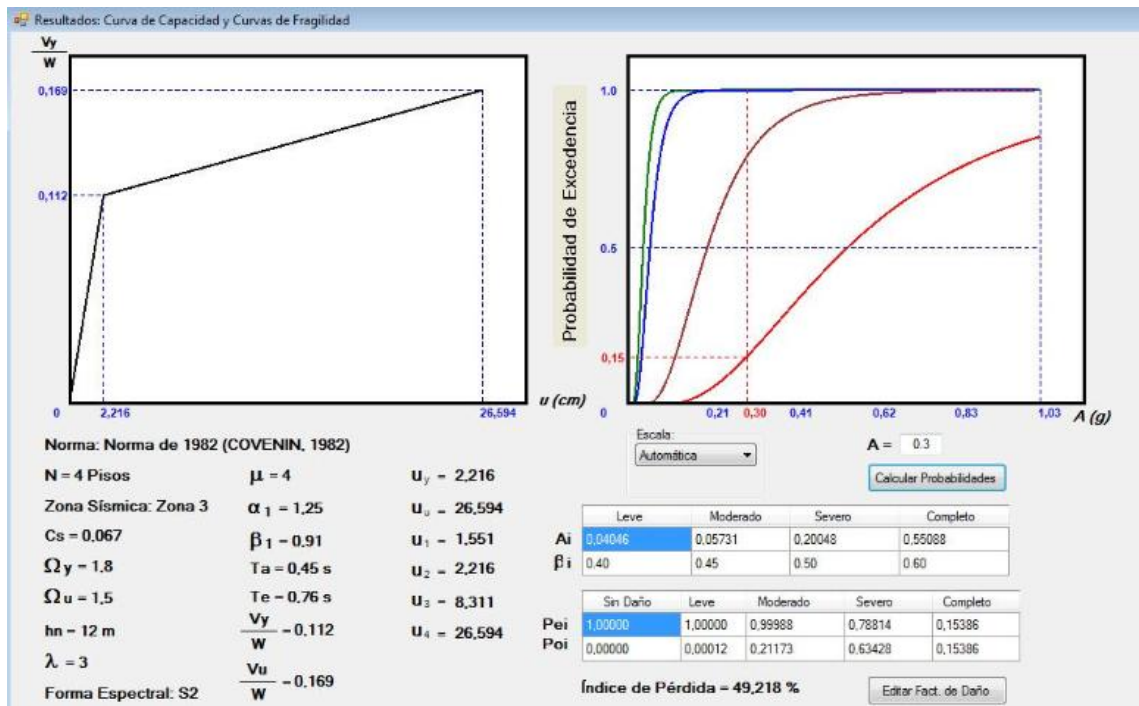
A-34. Curva de Fragilidad a 0.3g, Vivienda Tipo 26. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



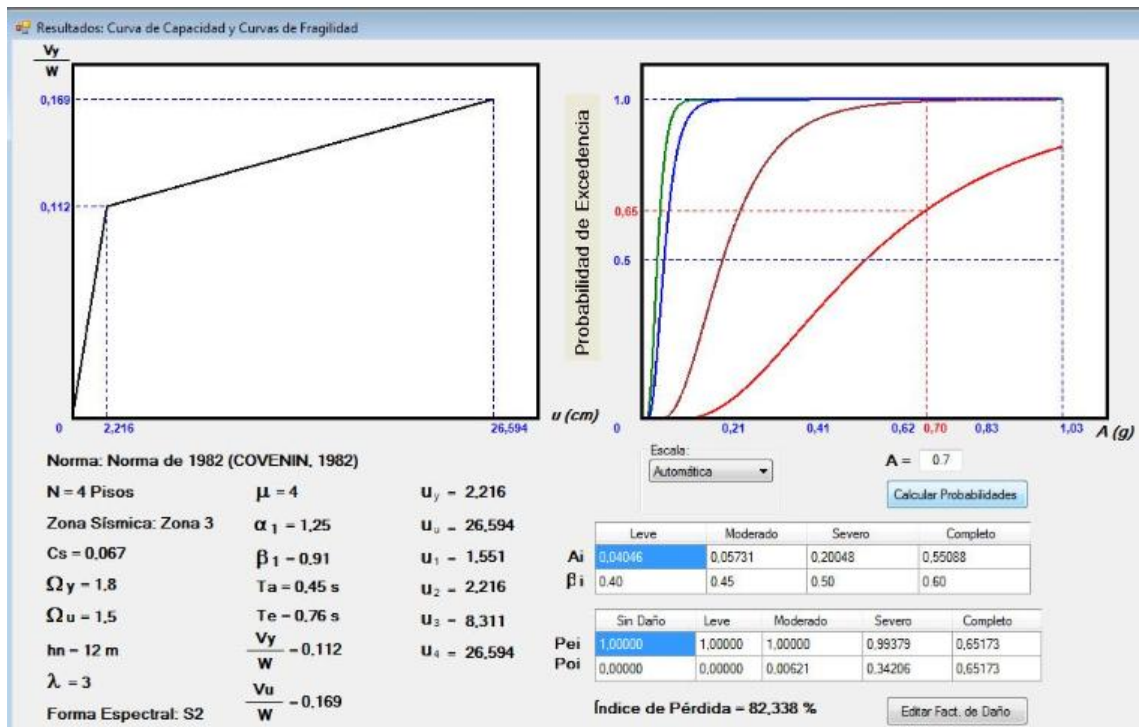
A-35. Curva de Fragilidad a 0.7g, Vivienda Tipo 26. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



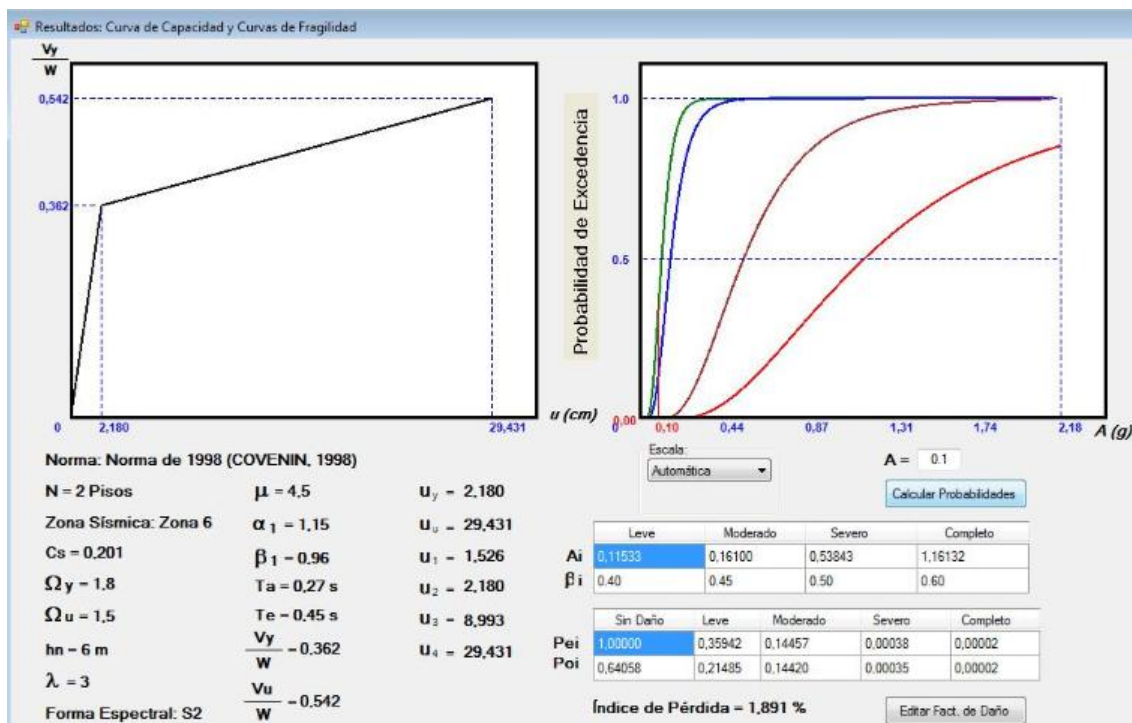
A-36. Curva de Fragilidad a 0.1g, Vivienda Tipo 29. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



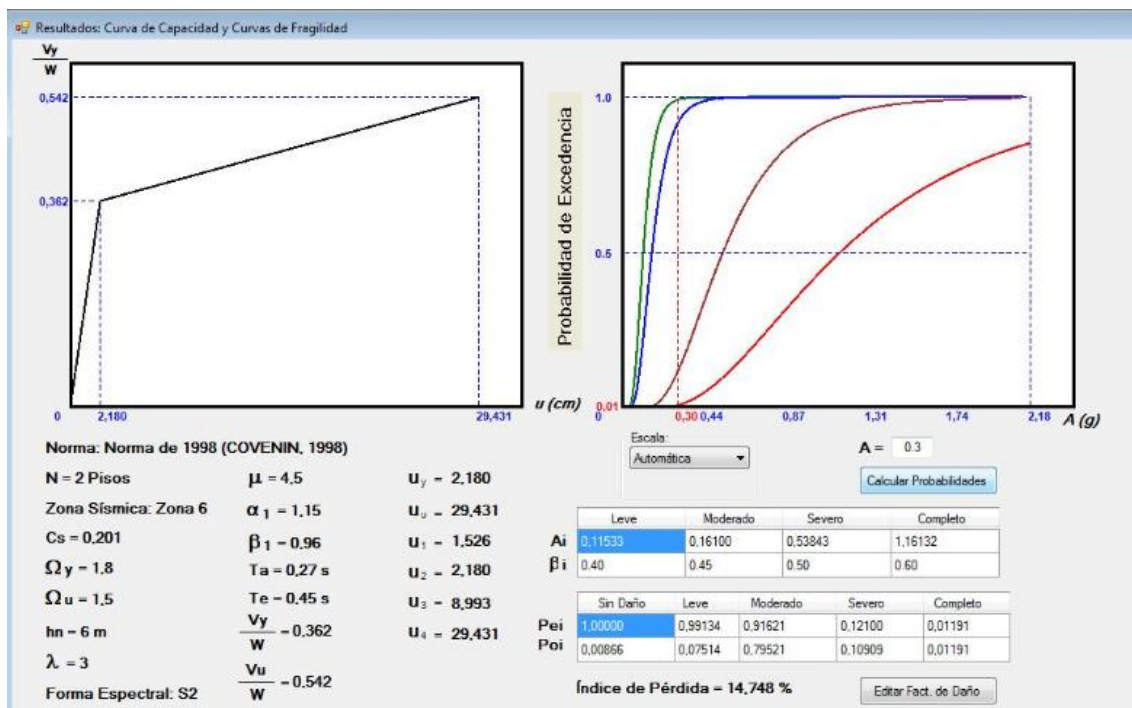
A-37. Curva de Fragilidad a 0.3g, Vivienda Tipo 29. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



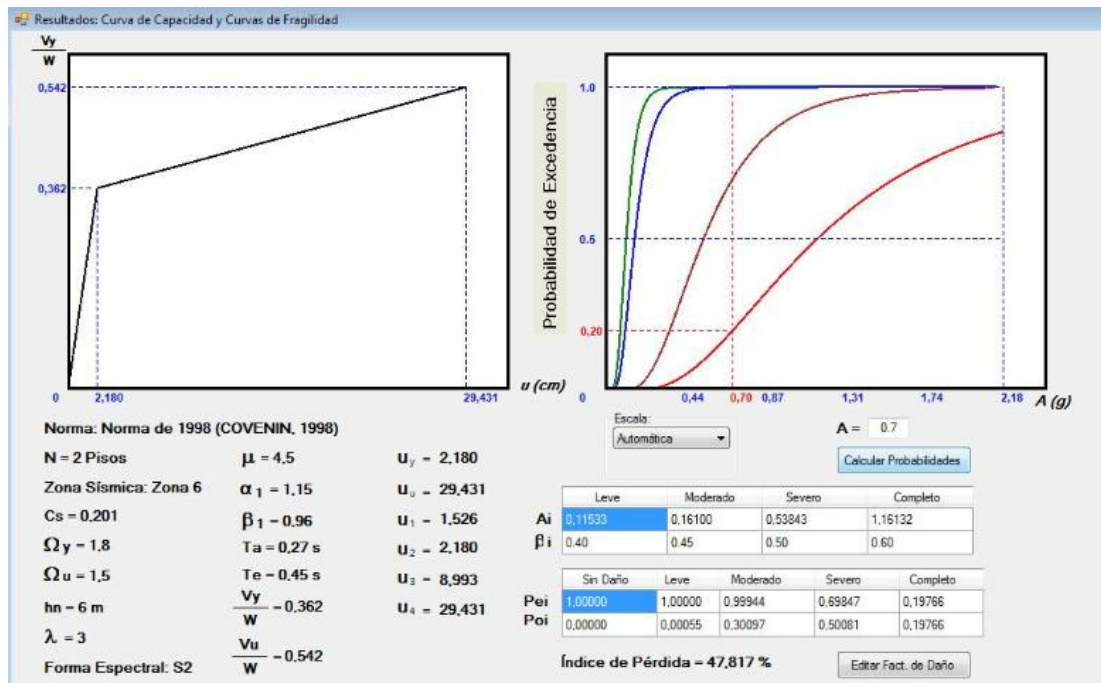
A-38. Curva de Fragilidad a 0.7g, Vivienda Tipo 29. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



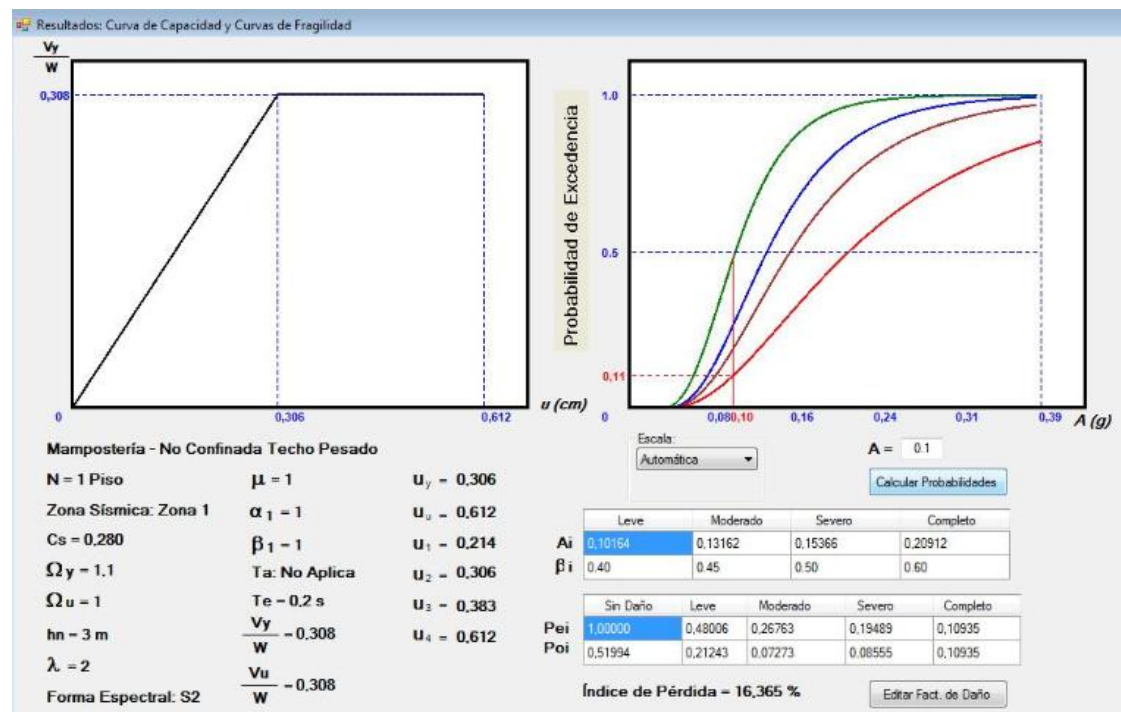
A-39. Curva de Fragilidad a 0.1 g, Vivienda Tipo 30. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



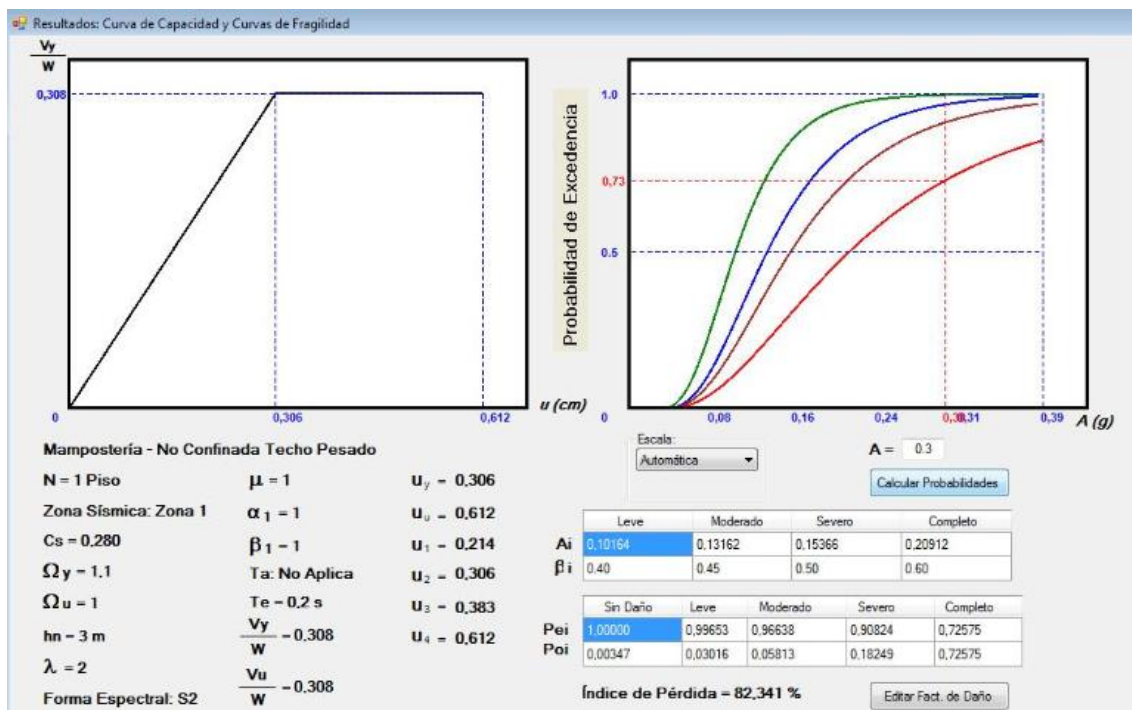
A-40. Curva de Fragilidad a 0.3 g, Vivienda Tipo 30. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



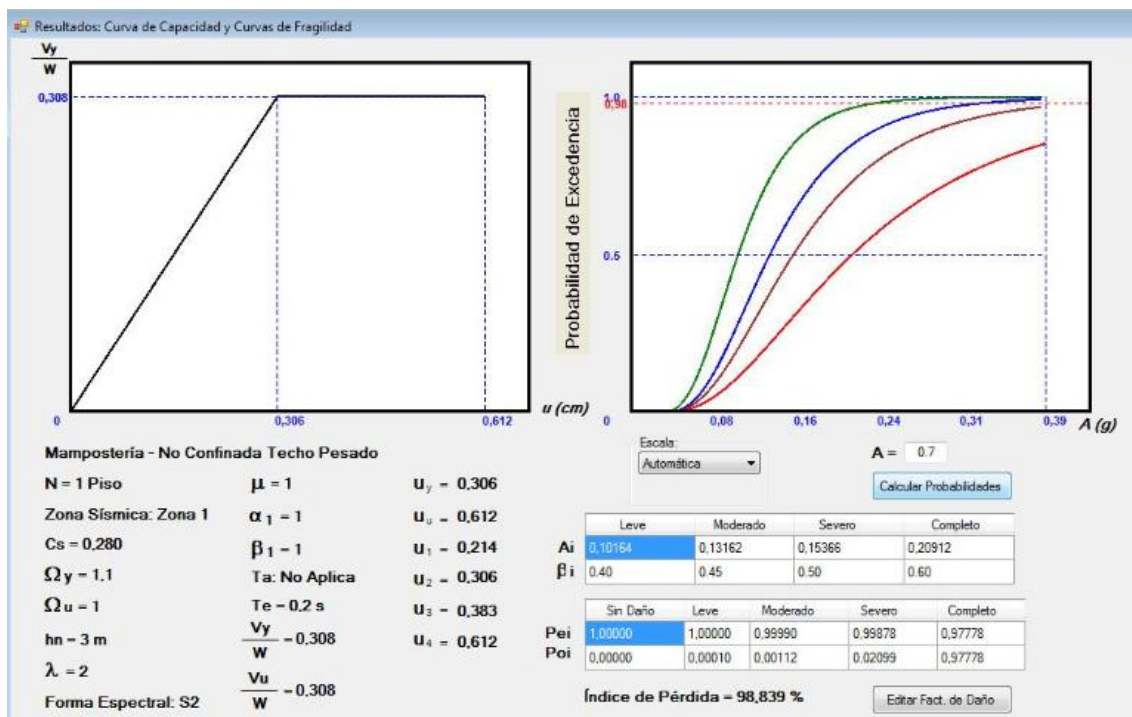
A-41. Curva de Fragilidad a 0.7 g, Vivienda Tipo 30. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



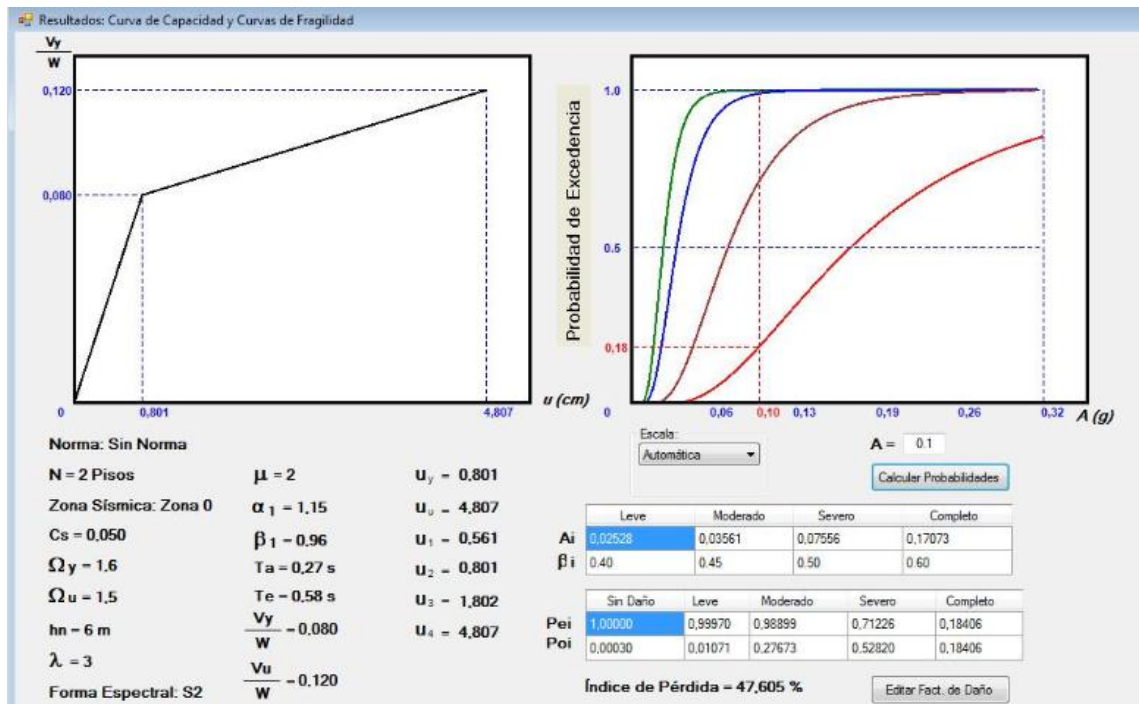
A-42. Curva de Fragilidad a 0.1 g, Vivienda Tipo 31. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



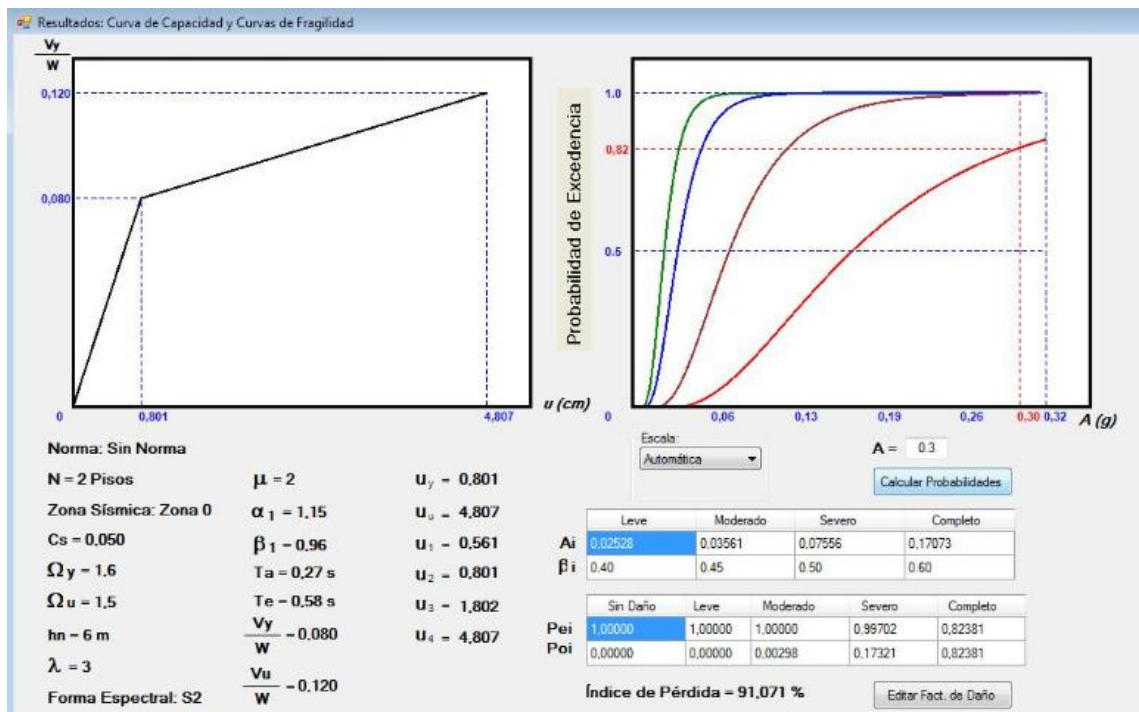
A-43. Curva de Fragilidad a 0.3 g, Vivienda Tipo 31. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



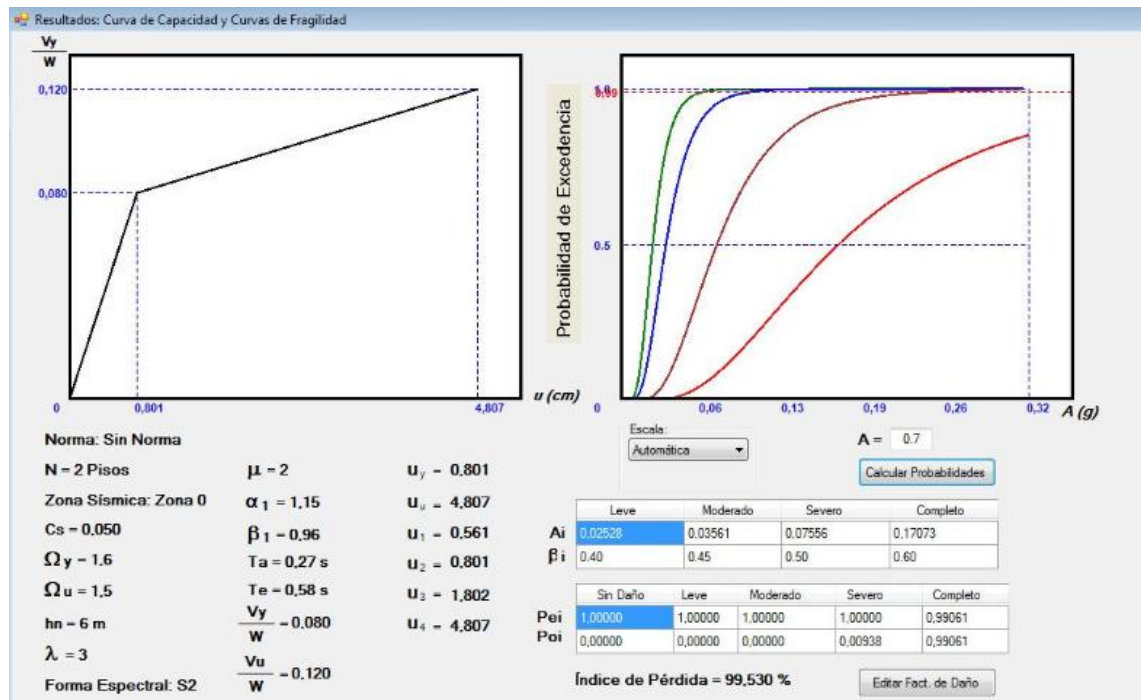
A-44. Curva de Fragilidad a 0.7 g, Vivienda Tipo 31. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012)



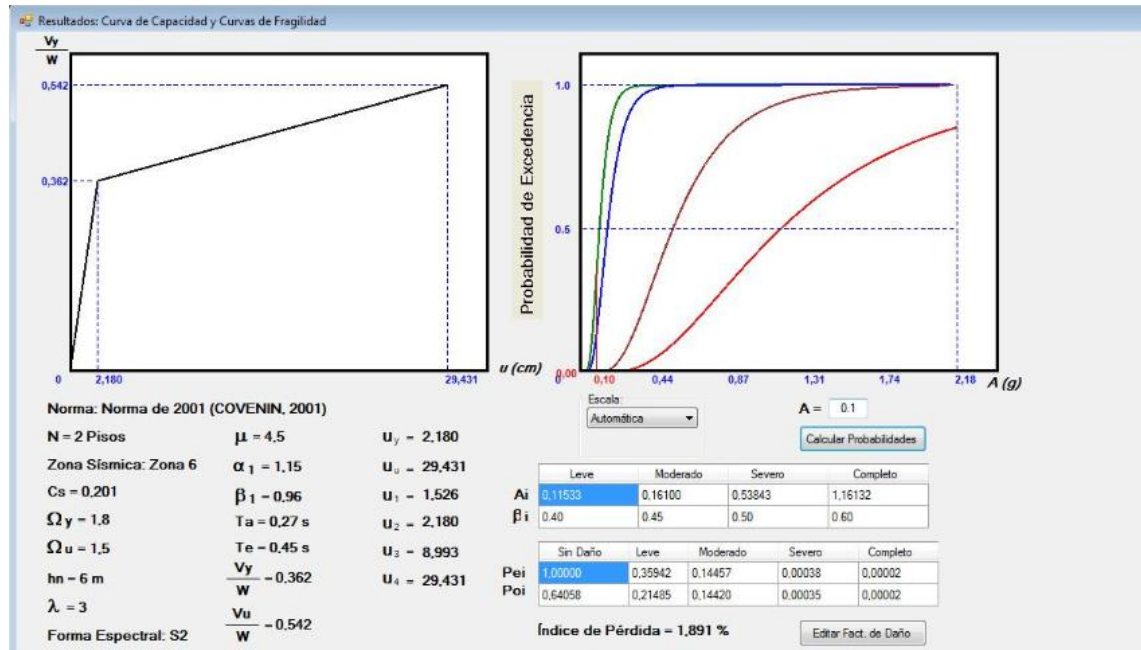
A-45. Curva de Fragilidad a 0.1 g, Vivienda Tipo 33. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



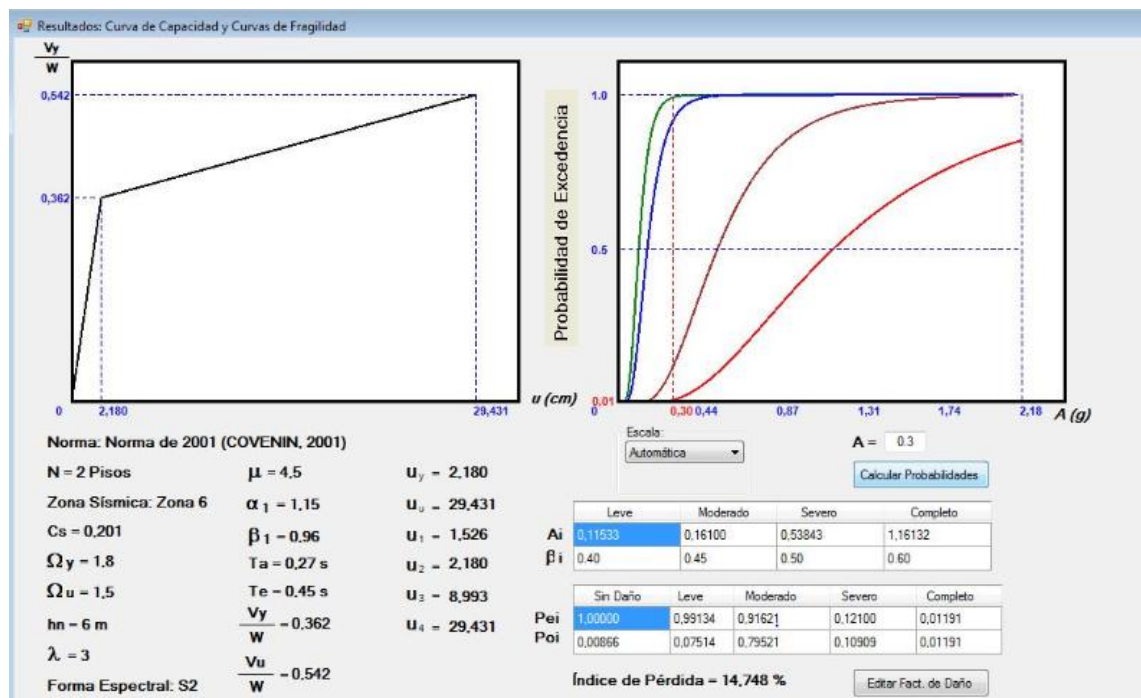
A-46. Curva de Fragilidad a 0.3 g, Vivienda Tipo 33. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



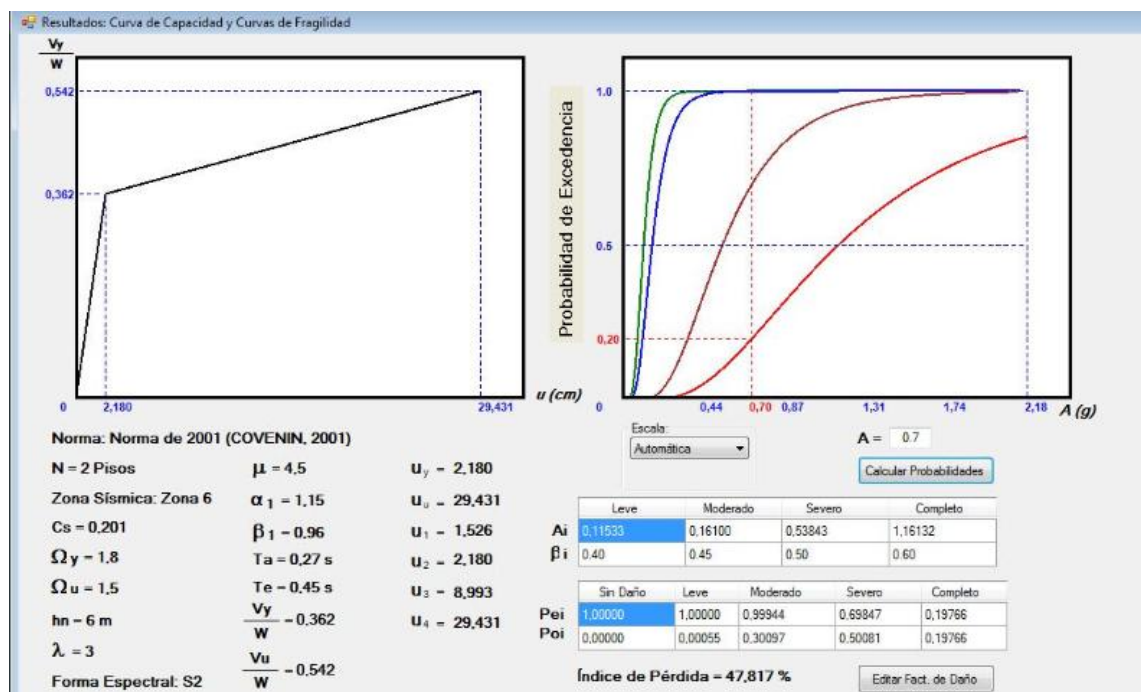
A-47. Curva de Fragilidad a 0.7 g, Vivienda Tipo 33. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



A-48. Curva de Fragilidad a 0.1 g, Vivienda Tipo 36. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



A-49. Curva de Fragilidad a 0.3 g, Vivienda Tipo 36. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



A-50. Curva de Fragilidad a 0.7 g, Vivienda Tipo 36. Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



A-51. Vivienda Tipo 1 (1967). Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



A-52. Vivienda Tipo 2 (1947). Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



A-

53. Vivienda Tipo 4 (1983-1998). Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



A-54.

Vivienda Tipo 5 (1983-1998). Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



A-56. Vivienda Tipo 6 (1983-1998). Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



A-57. Vivienda Tipo 8 (1983-1998). Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



A-58. Vivienda Tipo 10 (1983-1998). Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



A-59. Vivienda Tipo 11 (1983-1998). Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



A-60. Vivienda Tipo 12 (1983-1998). Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



A-61.

Vivienda Tipo 14 (1947). Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



A-62. Vivienda Tipo 17 (1967). Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



A-63. Vivienda Tipo 18 (1967). Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



A-64. Vivienda Tipo 19 (1967). Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



A-65. Vivienda Tipo 25 (2001). Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



A-66. Vivienda Tipo 26 (2001). Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



A-67. Vivienda Tipo 27 (2001). Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



A-68. Vivienda Tipo 29 (1967). Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



A-69. Comercial Tipo 30 (1998). Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



A-70. Vivienda Tipo 33 (1982). Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



A-71. Educativo Tipo 36 (2001). Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



A-72. Educativo Tipo 37 (1947). Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



A-72. Gubernamental Tipo 38 (1967). Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).



A-73. Medico Asistencial Tipo 39 (1947). Nota. Datos tomados de Delgado y Barón (2012).