

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PRIORIZACIÓN DE EDIFICACIONES ESCOLARES EN VENEZUELA APLICANDO EL BAREMO PROYECTO ESCUELA (BPE)

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela

Por la Br.:

Delgado R., Solange C.

Por el Ing. Químico:

Merola P., Valentin

Para optar al Título de

Ingeniero Civil

Caracas, Abril 2013

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PRIORIZACIÓN DE EDIFICACIONES ESCOLARES EN VENEZUELA APLICANDO EL BAREMO PROYECTO ESCUELA (BPE)

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Angelo Marinilli

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela

Por la Br.:

Delgado R., Solange C.

Por el Ing. Químico:

Merola P., Valentin

Para optar al Título de

Ingeniero Civil

Caracas, Abril 2013

ACTA

El día 22 de abril de 2013 se reunió el jurado formado por los profesores:

Angelo Marinilli

María Eugenia Korody

Esteban Tenreiro

Con el fin de examinar el Trabajo Especial de Grado titulado: **“PRIORIZACIÓN DE EDIFICACIONES ESCOLARES EN VENEZUELA APLICANDO EL BAREMO PROYECTO ESCUELA (BPE)”**.

Presentado ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela para optar al Título de **INGENIERO CIVIL**.

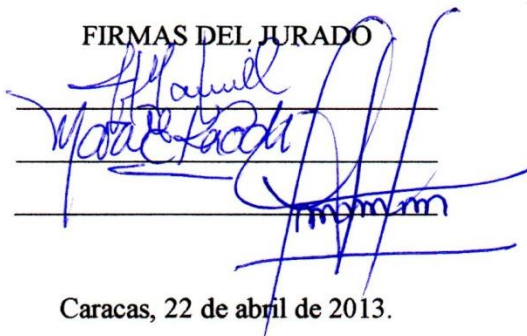
Una vez oída la defensa oral que la bachiller y el Ing. Químico hicieron de su Trabajo Especial de Grado, este jurado decidió las siguientes calificaciones:

NOMBRE	CALIFICACIÓN	
	Números	Letras
Br. Solange C. Delgado R.	20	Veinte
Ing. Valentin Merola P.	20	Veinte

Recomendaciones:

Se acordó otorgar "Mención Honorífica".

FIRMAS DEL JURADO



Caracas, 22 de abril de 2013.

ACTA

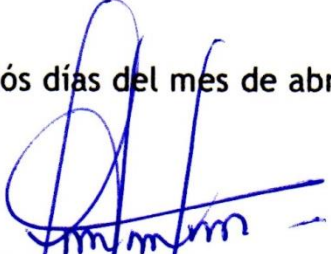
Quienes suscriben, integrantes del jurado examinador del Trabajo Especial de Grado titulado: “**PRIORIZACIÓN DE EDIFICACIONES ESCOLARES EN VENEZUELA APLICANDO EL BAREMO PROYECTO ESCUELA (BPE)**” presentado por la **Bachiller Solange Delgado** y el **Ingeniero Valentín Merola**, para optar al título de Ingeniero Civil, acordaron por unanimidad solicitarle a las autoridades correspondientes de la Facultad de Ingeniería, tengan a bien otorgar **MENCIÓN HONORÍFICA** al Trabajo de Grado antes mencionado.

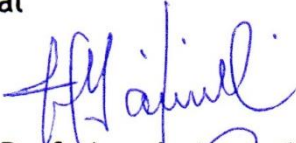
Esta solicitud se realiza por considerarlo un aporte significativo en las investigaciones orientadas a la reducción del riesgo sísmico en edificaciones escolares en el país, llevadas a cabo en esta Casa de Estudios.

La contribución se basa en la minuciosa validación de la información levantada mediante inspección sismorresistente de edificaciones escolares obtenida en una fase previa de la investigación, la cual sirvió para la elaboración de una Base de Datos y el desarrollo de una herramienta computacional para el cálculo del Índice de Priorización, así como el desarrollo de una propuesta para el uso del Índice de Priorización para la toma de decisiones, todo esto con el objeto de priorizar la atención en las mejoras estructurales en las edificaciones escolares en Venezuela, orientado a la reducción del riesgo sísmico.

Se levanta la presente Acta en Caracas, a los veintidós días del mes de abril de dos mil trece.


Prof. María Eugenia Korody
Jurado Principal


Prof. Esteban Tenreiro
Jurado Principal


Prof. Angelo Marinilli
Jurado Principal
Tutor

DEDICATORIA

*“Líbrame del enemigo, Señor,
que me refugio en ti.
Enséñame a cumplir tu voluntad,
ya que tú eres mi Dios.
Tu espíritu, que es bueno,
me guíe por tierra llana”.*

Salmo 142:9-10

*“Que yo experimente tu amor por la mañana,
porque confío en ti;
indícame el camino que debo seguir,
porque a ti elevo mi alma”.*

Salmo 143:8

Solange C. Delgado R.

DEDICATORIA

Ante todo a DIOS quien me ha dado la bendición, la fuerza, la voluntad y el ánimo para poder alcanzar todas las metas que me he propuesto en la vida. Cuando más te he necesitado más apoyo me has dado, me has enseñado a superar los obstáculos y has puesto en mi camino a unos seres maravillosos que se han convertido en el más grande de mis tesoros. Lo que un día fue un sueño para mí hoy me has ayudado hacerlo realidad.

A ese ser maravilloso quien me dio vida y me ha convertido en la persona que hoy día soy, gracias a tu esfuerzo que de no tener nada material en tus manos me has ayudado a ser una persona de bien. Hoy no estás físicamente a mi lado pero siempre has estado y estarás en mi corazón llenándome de buenas energías y enviándome tus bendiciones. Gracias eternamente papá.

Valentin Merola Pilerici

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por día a día demostrarme su existencia, colocando en mi camino muchas personas y herramientas de apoyo para salir adelante y vencer los obstáculos.

A mis padres, María Romero y José Delgado, quienes han creído en mí, apoyándome y dándome grandes valores de vida, permitiendo fortalecerme y ser quien soy. Los amo.

A mis hermanos, en especial mi hermana Lisbeth Delgado, quien me ha apoyado en todo momento, siendo de ejemplo su carácter, perseverancia y fortaleza.

A mi esposo, Javier Camacho, que me ha apoyado desde el momento que llego a mi vida. Como te he dicho “una prueba más para mí, de la existencia de DIOS”. Siempre recordaré el día que hablamos de los dos caminos que podía tomar, y tenías razón, este fue el mejor. Así mismo, muchas gracias por tu participación y apoyo brindado, cuando lo necesitamos, en el desarrollo de este trabajo.

A mí familia Romero Vergara incluyendo Arcangel Sánchez, quienes más que tíos, primos o amigo, los considero como otros padres y hermanos. Gracias Luis y Tía Margara por sus palabras, consejos y apoyo incondicional. Fueron y son muy valerosos.

A mí querido amigo y compañero de TEG, Valentín Merola, que me ha apoyado no sólo en lo académico, sino también en lo personal. Siendo un gran amigo incondicional, ofreciendo el mejor de sus consejos, ayudándome y demostrándome que siempre fui y soy capaz de alcanzar lo que quisiera con esfuerzo y dedicación.

A mis amigos: Andreina F., Gabriela S., Carla A., Alexis C., Santiago G, Carlos A., Theo I., Laudy R., Aura C. y Yeslin A. Muchas historias vividas con ustedes, que gracias a su compañía incondicional, me han demostrado que la familia no sólo es de sangre, sino también de afecto, cariño, compartir y vivir. Los quiero muchísimo muchachos.

A mí tutor académico Prof. Angelo Marinilli, por su tiempo, dedicación y gran calidad profesional, brindado en todo momento durante la realización de este trabajo.

A la ilustre Universidad Central de Venezuela y todos mis profesores, en especial a Steve Merlo y Gabriela Tedesco, por impulsar mi desarrollo profesional.

A Arlenet Reyes, por ser tan especial, atenta y estar siempre allí cuando más lo necesité, incluyendo mi ingreso a la Facultad de Ingeniería.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de esta investigación y mi desarrollo profesional, hago mi más sincero agradecimiento.

Infinitamente Agradecida

Solange C. Delgado R.

AGRADECIMIENTO

A mi madre, mis tres hermanas y mi sobrino que me han dado todo el amor y la ayuda necesaria para poder alcanzar esta nueva meta en mi vida, gracias por estar siempre a mi lado y como siempre por depositar su confianza en mí.

A Solange Delgado, mi gran amiga y compañera de estudio quien ha querido compartir junto a mí este momento tan especial. Quien un día me llamó SEÑOR hoy se ha convertido en un hermana, en un ser a quien admiro mucho y que ha puesto su confianza en mí dejándome ser su compañero en este TEG. Solo tengo más que agradecimientos para ti Solange y solo pido a DIOS que todos tus sueños se hagan realidad, sabes que tienes en mí a un hermano que aun cuando no llevamos la misma sangre compartimos muy buenos sentimientos.

Al Prof. Angelo Marinilli, quien nos dio la oportunidad de trabajar junto a él compartiendo sus conocimientos y brindándonos toda la ayuda necesaria, siempre tuvo palabras de ánimo y una calidad humana que es modelo a copiar.

A Javier Camacho, un gran hermano y amigo a quien le agradezco toda la ayuda prestada y por compartir con nosotros grandes momentos.

A todos mis grandes amigos que compartieron grandes momentos conmigo tanto dentro como fuera del aula de clases: Gabirela S., Alexis C., Carlos A., Carla A., Santiago G., Andreina F, Isabel A., Luisa O., Theo I., Aura C. y Yeslin A.

A la ilustre Universidad Central de Venezuela que ha sido mi casa de estudio y de trabajo, a todos mis profesores quienes compartieron sus conocimientos y que como colegas me han formado aun mas como docente.

A todos cuanto han colaborado en este TEG con sus conocimientos y sus aportes, que con su granito de arena se ha podido levantar este castillo.

Valentin Merola Pilerici

**Delgado R., Solange C.
Merola P., Valentin**

**PRIORIZACIÓN DE EDIFICACIONES ESCOLARES EN
VENEZUELA APLICANDO EL BAREMO PROYECTO ESCUELA
(BPE)**

**Tutor Académico: Prof. Angelo Marinilli
Trabajo Especial de Grado. Ciudad, U.C.V. Facultad de Ingeniería.
Escuela de Ingeniería Civil. 2013, n° pág. 195.**

Palabras Clave: Baremos, Vulnerabilidad Sísmica, Riesgo Sísmico, Índice de Priorización, Priorización de Edificaciones Escolares.

Resumen.

En el año 2010 Venezuela contaba alrededor de 28.000 planteles escolares de los cuales un aproximado 70% se ubican en zona de alta amenaza sísmica. Adicionalmente, un grupo importante de estas edificaciones fueron construidas entre las década de 1950-1980; lo que llama la atención, ya que fueron diseñadas con normas antiguas y podrían presentar deficiencias sismorresistentes. Estas dos condiciones, tanto de amenaza como de vulnerabilidad, plantean el alto riesgo sísmico que las edificaciones pueden presentar, lo cual amerita que las escuelas sean inspeccionadas y se establezca un indicador de priorización que permita identificar aquellas que requieran atención inmediata.

Por tal razón este trabajo tiene como objetivo principal la priorización de 346 edificaciones escolares en Venezuela a través del Baremo Proyecto Escuela (BPE). Tanto las inspecciones como el baremo BPE fueron actividades desarrolladas como parte del Proyecto UCV-FUNVISIS-FEDE-FONACIT N°2005000188. Dentro de las actividades se planteó el comparar el BPE con otros baremos, tales como el de FUNVISIS y el de FEMA 154 comparando el comportamiento del BPE frente a estos dos. El método aplicado para el desarrollo del este trabajo se inició con la recopilación de las planillas de inspección de las 346 edificaciones y validación de su información. Luego se procedió a la creación de una base de datos para almacenar toda la data y poder estimar los valores de los índices considerados, a saber vulnerabilidad, riesgo y priorización. La creación de la base de datos y el cálculo de los índices se logró con apoyo de un programa computacional elaborado

específicamente para este trabajo, denominado Programa BPE, desarrollado en lenguaje Basic. Se analizaron los resultados por inspección, por comparación de los indicadores de vulnerabilidad y por comparación de los índices sísmicos, proponiendo un criterio para priorizar las edificaciones escolares inspeccionadas.

De los resultados se obtuvo que el 84% de estas edificaciones se diseñaron con normas antiguas, un 89% presentan columnas cortas y un 69% no presenta sistema resistente a sismo en las dos direcciones, todos indicadores de alta vulnerabilidad, lo que quedó reflejado en los índices obtenidos. El 80% de las edificaciones se encuentran en zonas de alta amenaza sísmica planteando un elevado riesgo sísmico, dato igualmente validado por los valores obtenidos del índice correspondiente. El BPE comparado con FUNVISIS y FEMA reportó patrones similares en la tendencia de los índices sísmicos con el baremo de FUNVISIS presentando una correlación promedio del 85%.

El criterio de priorización propuesto tuvo como base el trabajo realizado por Coronel G. y López O. (2013) quienes estimaron la vulnerabilidad de edificaciones escolares a través de niveles de daño y un índice de pérdida. Se correlacionaron los niveles de daños, el índice de pérdida y el índice de priorización empleados en este trabajo (I_p), obteniéndose los valores límites para priorizar las 346 edificaciones escolares. Los límites se plantearon a través de los siguientes niveles: Priorización baja aquellas con $I_p < 0,10$, Priorización Moderada aquellas con $0,10 \leq I_p < 0,36$ y Priorización alta aquellas con $I_p \geq 0,36$.

Aplicado este criterio a las 346 edificaciones escolares se tiene que un 27% de éstas están en el nivel de Priorización Alta lo que se requiere un proyecto de reforzamiento inmediato, un 69% de estas estructuras se agrupan en el nivel de priorización moderada y un 4% están en un nivel de Priorización Baja. En conclusión un 96% del total de las edificaciones escolares inspeccionadas se ubican entre los niveles de Priorización Moderada y Alta, que aunado a que un gran número de las mismas se encuentran en zonas de amenaza sísmica elevada, es un indicativo de la necesidad de atender de forma inmediata a dichas edificaciones escolares. Finalmente se establecen en el trabajo una serie de recomendaciones para optimizar el proceso de inspección y priorización de edificaciones escolares en Venezuela.

ÍNDICE GENERAL

	PAG.
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1. El Problema de la Investigación.....	4
1.2. Objetivos.....	7
1.2.1. Objetivo General.....	7
1.2.2. Objetivos Específicos.....	7
1.3. Justificación.....	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes.....	10
2.2. Bases teóricas.....	17
2.2.1. Vulnerabilidad Sísmica.....	21
2.2.2. Amenaza Sísmica.....	23
2.2.3. Riesgo Sísmico.....	25
2.2.4. Índice de Importancia.....	26
2.2.5. Priorización de Edificaciones.....	27
2.2.6. Planillas de Inspección.....	28
2.2.7. Baremo.....	29
2.2.8. Baremo FUNVISIS.....	30
2.2.9. Baremo Proyecto Escuela.....	36
2.2.10. Baremo FEMA.....	42
CAPÍTULO III: MÉTODO	
3.1. Proceso de recolección de las planillas de inspección y verificación de la información.....	47
3.2. Creación de la base de dato.....	48
3.3. Cálculo de los índices de vulnerabilidad, riesgo y priorización.....	48
3.4. Análisis de la información obtenida a través de las de las inspecciones.....	49

	PAG.
3.5. Calibración del Baremo Proyecto Escuela (BPE).....	50
3.5.1. De la comparación de los indicadores de vulnerabilidad y otros índices que incluyen cada baremo.....	50
3.5.2. De la comparación de los índices de vulnerabilidad, riesgo y priorización obtenidos por cada baremo.....	50
3.6. Del criterio propuesto para obtener el valor que se usara para hacer la priorización de las edificaciones y elaborar el listado.....	53
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS	
4.1. De los parámetros y/o características observadas durante las inspecciones realizadas a las 346 edificaciones escolares.....	54
4.1.1. Zona Sísmica.....	56
4.1.2. Matrícula.....	57
4.1.3. Tipo de Estructura.....	58
4.1.4. Año de Proyecto y/o Construcción.....	60
4.1.5. Irregularidad en Planta.....	62
4.1.5.1. Sistema Resistente a Sismo en las dos Direcciones.....	63
4.1.5.2. Forma de la Planta.....	64
4.1.6. Irregularidades Verticales.....	65
4.1.6.1. Columna Corta.....	65
4.1.6.2. Discontinuidad Vertical.....	66
4.1.6.3. Entrepiso Blando.....	67
4.1.6.4. Posibilidad de Golpeteo.....	68
4.1.6.5. Concentración de Masa en Niveles Superiores	69
4.1.7. Evidencia de Deterioro o Estado de Mantenimiento.....	70
4.1.7.1. Estado General de Mantenimiento.....	70
4.1.7.2. Indicadores de Deterioro de la Estructura.....	71
4.1.8. Problemas Geotécnicos.....	72

	PAG.
4.1.8.1. Cercanía a Talud.....	72
4.1.8.2. Construido en Ladera.....	73
4.1.8.3. Asentamiento de Fundaciones.....	73
4.1.9. Número de Pisos.....	74
4.2. De los indicadores y/o índices usados en cada uno de los baremos.....	74
4.3. De los índices obtenidos al aplicar cada uno de los baremos.....	84
4.3.1. Índice de Vulnerabilidad.....	85
4.3.2. Índice de Riesgo.....	91
4.3.3. Índice de Priorización.....	98
4.4. De la comparación del BPE como un instrumento de medición de los índices de vulnerabilidad sísmica, riesgo sísmico y priorización.....	101
4.5. Del criterio a proponer para establecer el valor referencial del índice de priorización de las edificaciones escolares.....	103
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1. CONCLUSIONES.....	113
5.2. RECOMENDACIONES.....	117
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119
APÉNDICES	
APÉNDICE A. Modelos de planillas de inspección.....	123
APÉNDICE B. Manual de usuario del Programa BPE	138
APÉNDICE C. Cálculos Típicos de los Índices de Vulnerabilidad, Riesgo y Priorización.....	154
APÉNDICE D. Valores de los Índices de Vulnerabilidad, Riesgo y Priorización.....	163
APÉNDICE E. Cálculos Típicos de los parámetros estadísticos.....	172
APÉNDICE F. Valores Z de la Distribución Normal.....	176
APÉNDICE G. Listado de priorización de las 346 Edificaciones Escolares.....	186

ÍNDICE DE TABLAS

	PAG.
Tabla 2.1. Cronología de los sismos que han ocasionado daños en edificaciones escolares en Venezuela.....	18
Tabla 2.2. Peligro Sísmico según COVENIN 1756.....	24
Tabla 2.3. Valores del Índice de Amenaza del baremo FUNVISIS	31
Tabla 2.4. Índices Vulnerabilidad (I_i) y pesos relativos (α_i) del baremo FUNVISIS.....	31
Tabla 2.5. Valores del indicador de antigüedad (I_1) del baremo FUNVISIS	32
Tabla 2.6. Valores del indicador asociado al tipo de estructura (I_2) según el baremo FUNVISIS	32
Tabla 2.7. Valores del indicador asociado a las irregularidades (I_3) según el baremo FUNVISIS	33
Tabla 2.8. Valores del indicador asociado a profundidad de depósito (I_4) según el baremo FUNVISIS	33
Tabla 2.9. Valores del indicador asociado a la topografía y drenaje (I_5) según el baremo FUNVISIS	34
Tabla 2.10. Valores del indicador asociado al grado de deterioro (I_6) según el baremo FUNVISIS	34
Tabla 2.11. Clasificación según el uso del edificio de acuerdo al baremo FUNVISIS .	35
Tabla 2.12. Valor del Índice de Importancia (I_i) según el baremo FUNVISIS	35
Tabla 2.13. Ponderación del índice de amenaza (I_z) según BPE	37
Tabla 2.14. Valores del indicador del tipo de estructura resistente a sismo (I_{es}) según BPE	38
Tabla 2.15. Valores del indicador año de construcción y/o proyecto (I_{ac}) según BPE	38
Tabla 2.16. Valores del indicador de sistema resistente a sismo (I_{srs}) según BPE.....	39
Tabla 2.17. Valores del indicador forma de planta (I_{fop}) según BPE	40
Tabla 2.18. Valores del indicador columnas cortas (I_{coc}) según BPE	40
Tabla 2.19. Valores del indicador referente a Deterioro y Mantenimiento (I_{ma}) según BPE	41

	PAG.
Tabla 2.20. Valores del índice de importancia (I_O) según BPE.....	42
Tabla 2.21. Tipología estructural establecida en el FEMA 154.....	43
Tabla 2.22. Valores para cada indicador de vulnerabilidad del FEMA 154, Sismicidad alta.....	45
Tabla 2.23. Valores para cada indicador de vulnerabilidad del FEMA 154, Sismicidad Moderada.....	45
Tabla 2.24. Valores para cada indicador de vulnerabilidad del FEMA 154, Sismicidad Baja.....	46
Tabla 4.1. Indicadores de vulnerabilidad usados en el Baremo Proyecto Escuela....	75
Tabla 4.2. Indicadores de vulnerabilidad usados en el baremo de FUNVISIS.....	75
Tabla 4.3. Indicadores de vulnerabilidad usados en el baremo de FEMA.....	75
Tabla 4.4. Indicadores de vulnerabilidad presentes en los baremos.....	76
Tabla 4.5. Peso de los indicadores de vulnerabilidad en el BPE.....	77
Tabla 4.6. Peso de los indicadores de vulnerabilidad en el baremo de FUNVISIS...	77
Tabla 4.7. Peso de los indicadores de vulnerabilidad en el baremo del FEMA.....	77
Tabla 4.8. Ponderación del índice de amenaza (I_Z) del BPE.....	79
Tabla 4.9. Valores del índice de amenaza (I_A) según FUNVISIS.....	80
Tabla 4.10. Valores del índice de importancia (I_I) según FUNVISIS.....	83
Tabla 4.11. Valores del índice de ocupación (I_O) según BPE.....	83
Tabla 4.12. Correlación entre el Índice de Vulnerabilidad (BPE) y el Índice de Vulnerabilidad (FUNVISIS).....	87
Tabla 4.13. Correlación entre el Índice de riesgo (BPE) y el Índice de riesgo (FUNVISIS).....	92
Tabla 4.14. Características comunes de las edificaciones por grupos.....	94
Tabla 4.15. Correlación entre el Índice de riesgo (BPE) y el Índice de riesgo (FEMA).....	95

	PAG.
Tabla 4.16. Correlación entre el Índice de priorización (BPE) y el Índice de priorización (FUNVISIS).....	100
Tabla 4.17. Relación entre el daño ponderado con respecto al índice de pérdida.....	104
Tabla 4.18. I_{pe} , daño observado y daño ponderado de las 19 escuelas ubicadas en el Edo Sucre.....	104
Tabla 4.19. Cuadro resumen de los parámetros necesarios para determinar el índice de priorización modificado para las 19 edificaciones escolares.....	107
Tabla 4.20. Valores de los Índices sísmicos de las edificaciones derrumbadas durante el Terremoto de Cariaco de 1997.....	109
Tabla 4.21. Cantidad de edificaciones escuelas por niveles de priorización.....	111
Tabla B.1. Tipos de estructuras resistentes a sismos aplicando el BPE.....	145
Tabla C.1.Indicadores de vulnerabilidad (BPE) presentes en el Liceo Raimundo Martínez Centeno.....	157
Tabla C.2. Indicadores de vulnerabilidad (FUNVISIS) presentes en el Liceo Raimundo Martínez Centeno.....	159
Tabla C.3.aplicación de la planilla FEMA 154 al Liceo Raimundo Martínez Centeno...	161
Tabla C.4. Indicadores de vulnerabilidad (FEMA) presentes en el Liceo Raimundo Martínez Centeno.....	162
Tabla C.5. Índices Sísmicos del L. B. Raimundo Martínez Centeno por baremos....	162
Tabla D.1. Índice de vulnerabilidad aplicando BPE y FUNVISIS.....	165
Tabla D2. Índice de Riesgo aplicando BPE, FUNVISIS y FEMA.....	167
Tabla D.3. Índice de Priorización aplicando BPE y FUNVISIS.....	170
Tabla E.1. Valores de los parámetros estadísticos para la comparación de los baremos.....	175
Tabla F.1. Valores de I_v reportado por los baremos BPE y FUNVISIS para la edificación N° RMC.....	177
Tabla F.2. Valor promedio de I_v reportado por los baremos BPE y FUNVISIS.....	177
Tabla F.3. Valores Z de la Distribución Normal, Índice de Vulnerabilidad.....	179

	PAG.
Tabla F.4. Valores Z de la Distribución Normal, Índice de Riesgo.....	181
Tabla F.5. Valores Z de la Distribución Normal, Índice de Priorización.....	184
Tabla G.1. Edificaciones Escolares con nivel de Priorización Alta.....	188
Tabla G.2. Edificaciones Escolares con nivel de Priorización Moderado.....	190
Tabla G.3. Edificaciones Escolares con nivel de Priorización Baja.....	195

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	PAG.
Gráfico 4.1. Distribución porcentual de las edificaciones escolares de acuerdo a su zona sísmica.....	57
Gráfico 4.2. Distribución porcentual de las edificaciones escolares de acuerdo a su matrícula.....	58
Gráfico 4.3. Distribución porcentual de las edificaciones escolares de acuerdo al tipo de estructura.....	59
Gráfico 4.4. Distribución porcentual de las edificaciones escolares de acuerdo al año de proyecto y/o construcción.....	61
Gráfico 4.5. Distribución porcentual de las edificaciones escolares elaboradas en concreto armado que fueron proyectadas o construidas antes o después de la norma COVENIN 1753-1985.....	61
Gráfico 4.6. Distribución porcentajes de las edificaciones escolares elaboradas en acero que fueron proyectadas y/o construidas antes o después de la norma COVENIN 1618-1998.....	62
Gráfico 4.7. Distribución porcentual de las edificaciones escolares en referencia a la presencia de sistema resistente a sismo en dos direcciones.....	63
Gráfico 4.8. Distribución porcentual de las edificaciones escolares de acuerdo su forma de planta.....	64
Gráfico 4.9. Distribución porcentual de las edificaciones escolares que presentan columna corta.....	66
Gráfico 4.10. Distribución porcentual de las edificaciones escolares según la presencia o no de discontinuidad vertical.....	67
Gráfico 4.11. Distribución porcentual de las edificaciones escolares según la presencia o no de entrepiso blando.....	68
Gráfico 4.12. Distribución porcentual de las edificaciones escolares con posibilidad de golpeteo.....	69
Gráfico 4.13. Distribución porcentual de las edificaciones escolares de acuerdo a la Concentración de Masa en Niveles Superiores.....	69

	PAG.
Gráfico 4.14. Distribución porcentual de las edificaciones escolares de acuerdo a su estado de mantenimiento.....	70
Gráfico 4.15. Distribución de las edificaciones escolares de acuerdo a los indicadores de deterioro de la estructura.....	71
Gráfico 4.16. Distribución porcentual de las edificaciones escolares construidas cercanas a un talud.....	72
Gráfico 4.17. Distribución porcentual de las edificaciones escolares construidas en ladera.....	73
Gráfico 4.18. Distribución porcentual de las edificaciones escolares que presentan asentamiento de fundaciones.....	73
Gráfico 4.19. Distribución porcentual de las edificaciones escolares de acuerdo al número de pisos.....	74
Gráfico 4.20. Comparación de los Indicadores de Vulnerabilidad presentes en los baremos.....	78
Gráfico 4.21. Dispersión del Índice de Vulnerabilidad entre BPE y FUNVISIS.....	86
Gráfico 4.22. Comportamiento del Índice de Vulnerabilidad obtenido por BPE y FUNVISIS.....	90
Gráfico 4.23. Dispersión del Índice de Riesgo entre BPE y FUNVISIS.....	92
Gráfico 4.24. Dispersión del Índice de Riesgo entre BPE y FEMA.....	93
Gráfico 4.25. Comportamiento del Índice de Riesgo obtenido por BPE , FUNVISIS y FEMA.....	97
Gráfico 4.26. Dispersión del Índice de Priorización entre BPE y FUNVISIS.....	99
Gráfico 4.27. Comportamiento del Índice de Priorización obtenido por BPE y FUNVISIS...	102
Gráfico 4.28. Relación entre el Índice de Pérdida y el Índice de Priorización modificado.....	108
Gráfico 4.29. Propuesta de los límites de priorización.....	110
Gráfico 4.30. Distribución porcentual de edificaciones escolares por nivel de priorización.....	111

ÍNDICE DE FIGURAS

	PAG.
Figura 2.1. Localización de planteles escolares sobre el mapa de zonificación sísmica de Venezuela.....	20
Figura 2.2. Mapa de zonificación Sísmica de Venezuela.....	24
Figura 2.3. Variables que intervienen en el riesgo sísmico.....	25
Figura 4.1. Valores de los indicadores de vulnerabilidad por zona sísmica según el FEMA-154.....	82
Figura 4.2. Configuración del factor de correlación (x,y).....	87
Figura 4.3. Representación del valor Z en el sistema cartesiano.....	89
Figura 4.4. Configuración del baremo del FEMA para la estimación del <i>Score</i> (índice).....	94
Figura 4.5. Distribución espacial de la muestra de 19 escuelas en el Estado Sucre y ruptura superficial observada en el sismo de Cariaco de 1997.....	106
Figura A.1. Planilla de Inspección Ocular – Proyecto UCV.....	125
Figura A.2. Planilla de Inspección de Edificaciones 1/2.....	126
Figura A.3. Planilla de Inspección de Edificaciones 2/2.....	127
Figura A.4. Planilla de inspección visual rápida para edificios 1/4.....	128
Figura A.5. Planilla de inspección visual rápida para edificios 2/4.....	129
Figura A.6. Planilla de inspección visual rápida para edificios 3/4.....	130
Figura A.7. Planilla de inspección visual rápida para edificios 4/4.....	131
Figura A.8. Planilla de Inspección de Edificaciones Después de un Sismo 1/2.....	132
Figura A.9. Planilla de Inspección de Edificaciones Después de un Sismo 2/2.....	133
Figura A.10. Captura de Datos para Evaluación de Estructuras 1/4.....	134
Figura A.11. Captura de Datos para Evaluación de Estructuras 2/4.....	135
Figura A.12. Captura de Datos para Evaluación de Estructuras 3/4.....	136
Figura A.13. Captura de Datos para Evaluación de Estructuras 4/4.....	137
Figura B1. Ventana de inicio del programa BPE.....	140
Figura B.2. Caja combinada aplicada para seleccionar el Estado (entidad geográfica)...	142

	PAG.
Figura B.3. Formulario Baremo Proyecto Escuela “Detalles Estructurales (1).....	143
Figura B.4. Sistema constructivo tipificado.....	144
Figura B.5. Forma de la Planta.....	145
Figura B.6. Formulario Baremo Proyecto Escuela “Detalles Estructurales (2).....	146
Figura B.7. Formulario Baremo Proyecto Escuela “Detalles Estructurales (3).....	147
Figura B.8. Formulario Baremo Proyecto Escuela, Pestaña “Opciones”.....	148
Figura B.9. Mensaje reportado por el programa BPE cuando se almacene la data...	149
Figura B.10. Mensaje reportado por el programa BPE cuando se realizan los cálculos.....	150
Figura B.11. Ventana de la hoja de cálculo de Excel vinculada al programa BPE...	151
Figura B.12. Ventana en la hoja de cálculo que muestra la gráfica de la Tendencia en el Índice de Priorización.....	152

INTRODUCCIÓN

Las Edificaciones Escolares a nivel mundial han demostrado reiteradamente ser vulnerables durante terremotos, especialmente las consideradas Escuelas Públicas, se derrumban frecuentemente durante terremotos de moderada a elevada severidad causando numerosas y trágicas pérdidas de vidas. Esto es producto de la vulnerabilidad que estas edificaciones tienen ante estos eventos naturales. Las fallas observadas, desde el punto de vista estructural apuntan a debilidades presentes en las normas que fueron usadas en sus diseños al ser comparadas con las normas que se manejan en la actualidad o en el peor de los casos que no se empleo ninguna norma para su diseño.

Para el año 2011 Venezuela contaba aproximadamente con un total de 28.000 planteles educativos de los cuales un porcentaje considerable funcionan con una data entre los años 1950-1960, fueron diseñadas con normas de hace aproximadamente seis décadas y desde el punto de vista sismorresistente es una situación que llama la atención. Además, muchos de estos planteles funcionan en zonas de mayor amenaza sísmica del país, donde habita un alto porcentaje de la población. Por tal razón esto pudiera estar planteando la posibilidad de un alto riesgo sísmico en la que se encuentran estas edificaciones escolares. Para citar un ejemplo, el terremoto de Cariaco ocurrido el 9 de julio de 1997, provocó el derrumbe de la Escuela Valentin Valiente y el Liceo Raimundo Martínez Centeno dejando un saldo de 24 víctimas entre estudiantes y maestros, fueron edificaciones construidas entre los años 1950 y 1960.

El Ingeniero Civil para poder estimar la vulnerabilidad y el riesgo sísmico a los que se encuentran sometidas las estructuras plantean, dentro de diferentes procedimientos, el estimar dos índices que son el índice de vulnerabilidad sísmica y el índice de riesgo sísmico. Existen países que ajustados a sus propios criterios en el área de ingeniería sismorresistente plantean un tercer índice conocido como el índice de priorización, se

relaciona con los dos anteriores y su finalidad es establecer un orden prioritario de atención de las edificaciones que se encuentren altamente comprometidas desde un punto de vista estructural. Cada país en función a la norma de construcción de edificaciones sismorresistente que aplique propone un procedimiento para estimar estos índices, procedimiento que hace uso de instrumentos conocidos como baremos. Estos instrumentos plantean algoritmos que relacionan las características de diseño de las estructuras permitiendo así obtener un valor numérico.

En función de lo expuesto anteriormente se plantea este TEG con la finalidad de realizar la priorización de una muestra de 346 edificaciones escolares ubicadas en Venezuela con el uso del Baremo Proyecto Escuela (BPE). El desarrollo de tal propósito estará apoyado en: (1) las inspecciones realizadas a estas edificaciones durante el periodo 2007-2009 y (2) el baremo propuesto por el Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela. La finalidad es establecer un orden prioritario de atención de estas estructuras basado en un valor de índice de priorización que será propuesto a través de los resultados que se obtengan. Adicionalmente, se hace uso de otros dos baremos uno propuesto por la Fundación Venezolana de Investigación Sismológica (FUNVISIS) y el otro por la Agencia Federal de Manejo de Emergencias (FEMA) de los Estados Unidos de América con el propósito de comparar los resultados obtenidos por el BPE con estos dos baremos.

El trabajo estará organizado de la siguiente forma:

- Capítulo I: ***Planteamiento del problema***, en el mismo se plasma el problema en sí y los objetivos de la investigación: objetivo general y objetivos específicos; y la justificación de este TEG estableciendo sus alcances.

- Capítulo II: **Marco Teórico**, se plantean los antecedentes de la investigación y las bases teóricas que fundamentarán los conceptos a utilizar en el desarrollo del trabajo.
- Capítulo III: **Método**, en éste se presenta los procedimientos a usar para poder cumplir con los objetivos planteados.
- Capítulo IV: **Discusión de Resultados**, en éste se exponen los resultados obtenidos con su respectiva discusión organizado de la siguiente forma: (1) de la información obtenida de las inspecciones hechas a las edificaciones, (2) de la comparación de los indicadores de vulnerabilidad y otros índices que incluyen cada baremo, (3) de la comparación de los índices de vulnerabilidad, riesgo y priorización obtenidos por cada baremo y (4) del criterio propuesto para obtener el valor que se usará para hacer la priorización de las edificaciones y elaborar el listado.
- Capítulo V: **Conclusiones y Recomendaciones**, se mostrarán las conclusiones a las que se llegaron en función a los resultados obtenidos y se harán las recomendaciones en referencia a posibles cambios en el BPE.

Para concluir se presentarán las Referencias Bibliográficas en las que se apoyaron los fundamentos teóricos usado en cada uno de los capítulos. Adicionalmente, los Anexos en los que se mostrarán tablas de resultados, cálculos típicos y una manual de uso del programa elaborado en Visual Basic cuyo nombre es BPE.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

1.1. El Problema de la Investigación

Venezuela geodinámicamente se encuentra ubicada sobre un complejo sistemas de fallas sísmicas producto del contacto e interacción entre la placa Caribe y la placa Suramericana; el desplazamiento en sentidos opuestos entre estas dos placas produce una actividad sísmica significativa. Según la Fundación Venezolana de Investigación Sismológicas (FUNVISIS, 2002), esta interacción entre las placas está conformada por tres sistemas de fallas principales, siendo éstas: la de Boconó (Los Andes), San Sebastián (Cordillera de la Costa) y El Pilar (Serranía del Interior); consideradas como las causantes de los eventos más severos que han ocurrido en el territorio nacional.

En el año de 1939 el Ministerio de Obras Publicas (MOP) elaboró las Normas para el Cálculo de edificaciones en la que por primera vez incluye la temática sísmica, esta norma tan solo en dos páginas incorpora dentro de su contenido de manera muy sencilla las fuerzas horizontales debida a los movimientos sísmicos. Luego, para el año 1947 el MOP hace cambios sobre ésta e incluye páginas adicionales abordando nuevos aspectos dentro de sus contenidos y presenta por primera vez un mapa de Venezuela especificando la zonificación sísmica en el país.

Posteriormente, en el año de 1955 el MOP vuelve a realizar una modificación de esta norma y en un total de nueve páginas se abordó todo lo referente a las consideraciones por movimientos sísmicos, nuevos aspectos fueron incluidos dentro de su contenido como por ejemplo: acción de las sacudidas sísmicas verticales, juntas de separación, cambio en los coeficientes para determinar las fuerzas horizontales, etc. Sin embargo, a pesar de estos cambios en las normas donde se fueron mejorando algunos aspectos y otros nuevos fueron

apareciendo, con el terremoto acontecido en la ciudad de Caracas el 29 de julio de 1967 (con una magnitud de $M_w=6,6$) quedó evidente que lo que se contemplaba en estas normas en materia sísmica se tenía que trabajar y profundizar aun más en muchos aspectos.

En el año 1967 entra en vigencia la Norma Provisional para Construcciones Antisísmicas elaborada por el MOP, y posteriormente en el año 1982 entra en vigencia la Norma COVENIN 1756 “Edificaciones Antisísmicas”, en la que por primera vez una norma aborda en su totalidad esta temática compaginando todos sus articulados y comentarios en un total de 60 páginas. En 1990 se organizó la revisión de ésta teniéndose como resultado la COVENIN 1756 “Edificaciones Sismorresistentes (Provisional)” que entró en vigencia en el año 1998 y para el 2001 se sustituye ésta por la COVENIN 1756 “Edificaciones Sismorresistente, Requisitos y Comentarios”.

Esta evolución en las normas marca un punto importante en la construcción, ya que posiblemente las edificaciones que tienen data vieja y que fueron construidas con el uso de las normas del MOP, son vulnerables ante un evento sísmico y más aún si se comparan con las normas actuales donde incluyen parámetros importantes en los diseños sismorresistentes que la MOP no contemplaba. Una afirmación importante hace López *et al.* (2010), cuando establecen que un edificio construido con la norma de 1955 resistiría aproximadamente tres veces menos que uno construido con la norma moderna.

La ocurrencia de un terremoto en cualquier parte del mundo es algo que preocupa a todos por igual, la cantidad de vidas humanas que se pueden perder es algo que debe llamar a la conciencia de todos por igual y más cuando se trata de la población infantil de mayor importancia a proteger. Un caso significativo en la historia sísmica de Venezuela lo representa el sismo ocurrido en Cariaco, Estado Sucre, el 09 de julio de 1997 con magnitud $M_w=6,9$. Cuatro edificaciones escolares fueron derrumbadas siendo los casos que más impactaron el Liceo Raimundo Martínez Centeno y la Escuela Valentín Valiente, ocasionando el colapso de estas edificaciones y la pérdida de 24 vidas humanas entre

estudiantes y maestros producto de la alta vulnerabilidad de dichas estructuras (Suárez, L. *et al.*, 2009).

Ambas instituciones tienen data de construcción entre los años 1950 y 1960 (IMME-FUNVISIS-FEDE, 2011), poniendo en evidencia nuevamente la deficiencia que presentaba la norma para el cálculo de edificaciones que aplicaban al momento de ser diseñadas y construidas. Según López *et al.* (2010), un total de 586 edificaciones escolares pertenecen a tres tipologías estructurales de elevada vulnerabilidad; de estos, 479 son edificios similares o idénticos a los derrumbados en Cariaco.

Partiendo de lo anteriormente dicho, en Venezuela existen aproximadamente 28.000 planteles educativos de los cuales un porcentaje considerable funcionan con una data anterior al año 1967 (IMME-FUNVISIS-FEDE, 2011), y fueron diseñadas con las mismas normas del MOP, estableciendo un alerta desde el punto de vista sismorresistente. Además, muchos de estos planteles funcionan en las zonas de mayor amenaza sísmica del país, donde habita un alto porcentaje de la población.

Esta situación hace imperiosa la necesidad de recolectar y de disponer información lo más detallada posible sobre las características estructurales de las edificaciones escolares del país, dado que no se dispone de esta información detallada, con la finalidad de establecer su vulnerabilidad ante terremotos y tomar las medidas necesarias para mitigar el riesgo sísmico.

Para ello, en el presente trabajo de investigación se plantea el uso del Baremo Proyecto Escuela (BPE) que resultó como respuesta al trabajo en conjunto entre diferentes instituciones como son: la Universidad Central de Venezuela (UCV), FUNVISIS y la Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (FEDE), con el financiamiento del Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT). A través del uso de este instrumento BPE que éstas proponen se pretende arrojar un indicador establecido como

índice, con el que se establecerá cuál será el nivel de prioridad en la que se deberá atender aquellas escuela que presentan mayor vulnerabilidad a ser afectada por un próximo evento sísmico, mejorando sus condiciones estructurales y disminuyendo los riesgos tanto de las personas que en ella operan (estudiantes, maestros, obreros, personal administrativos, etc.) así como el de la misma estructura.

La aplicación del BPE partirá de una serie de datos ya existentes recolectados por medio de inspecciones en sitio de un grupo de 346 edificaciones escolares que se encuentran en zonas de alta amenaza sísmica y más propensas a ser afectadas estructuralmente, tomando como referencia el mapa de zonas sísmicas propuesto en la Norma COVENIN 1756 (COVENIN 1756, 2001). Asimismo, se propone comparar el instrumento BPE con otros modelos de baremos que se manejan en la actualidad como lo son el de FUNVISIS y el de la Agencia Federal de Manejo de Emergencias (FEMA) de los Estados Unidos de América, con el fin de poder establecer el BPE como un instrumento en el campo de la ingeniería civil con aplicación exclusivamente a planteles educativos.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Priorizar una muestra de 346 edificaciones escolares en Venezuela a través de la aplicación del Baremo Proyecto Escuela (BPE).

1.2.2. Objetivos Específicos

- Generar una base de datos en función a la información obtenida de las inspecciones realizadas en una muestra de 346 escuelas.

- Estimar los índices de vulnerabilidad sísmica, riesgo sísmico y de priorización para cada una de las edificaciones escolares aplicando el BPE y los baremos FUNVISIS y FEMA.
- Comparar el BPE como un instrumento de medición de los índices de vulnerabilidad sísmica, riesgo sísmico y priorización.
- Elaborar un listado de priorización según los índices obtenidos por el baremo BPE estableciendo las edificaciones escuelas que requieren atención inmediata.
- Establecer recomendaciones en el caso que sea necesario de la estructuración de la planilla de inspección y de los indicadores de vulnerabilidad propuestos en el BPE.

1.3. Justificación

Según López *et al* (2010), alrededor de 28.000 planteles escolares operan actualmente en Venezuela y un gran número de estas fueron construidas con datos que oscilan entre los años 1950 y 1960, lo que para la Ingeniería Civil llama la atención y más desde el punto de vista sismorresistente porque estas estructuras tienen más de 50 años de haberse construido, superando posiblemente su período de vida útil. Como ejemplo de esta problemática de antigüedad se tienen a la Escuela Valentín Valiente y al Liceo Raimundo Martínez Centeno, que resultaron derrumbadas por el terremoto acontecido en Cariaco en el año 1997. Las inspecciones realizadas a estas edificaciones escolares reportaron fallas estructurales de relevante importancia que ocasionaron el derrumbe total de estas estructuras, fallas asociadas a la antigüedad y al uso de normas antiguas.

La investigación a realizar resulta de fundamental importancia ya que se pondrá en uso un baremo resultado del trabajo en conjunto de la UCV, FUNVISIS y FEDE en el que se estimará el índice de riesgo sísmico y de priorización en edificaciones escolares. Este

Trabajo Especial de Grado surge a partir de la necesidad de poder atender directamente la vulnerabilidad sísmica en que se encuentra algunas edificaciones escolares en Venezuela poniendo en riesgo la vida de las personas que hacen uso a diario de estas estructuras.

Los aportes o beneficios que traerá esta investigación están planteados desde el punto de vista social al poder reportar a las instituciones del Estado un listado de las escuelas que presentan una vulnerabilidad sísmica considerada, de forma que puedan actuar y tomar las medidas necesarias para mitigar los posibles daños que pudiesen sufrir estas estructuras ante un próximo evento sísmico. Este listado establecerá cuáles son las escuelas que necesitan una intervención inmediata resguardando la vida de todas las personas que hacen vida en éstas. Los otros beneficios de carácter institucional, resultarán de: (1) un aporte por parte de la UCV en conjunto con FUNVISIS y FEDE al utilizar un baremo que será de uso exclusivo para planteles escolares, y (2) una propuesta del programa BPE como aporte de los tesisistas que permite desarrollar una base de datos donde se puedan incluir más escuelas, información o cualquier otra característica desde el punto de vista de la Ingeniería Civil para seguir priorizando.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Con el objetivo de mostrar al lector las bases teóricas de interés vinculadas al problema, procedimientos a ejecutar, así como las variables empleadas en el análisis de la investigación, se presenta a continuación un resumen de los antecedentes más importantes relacionadas con el tema de inspecciones sismorresistentes en edificaciones escolares y aplicación de un baremo para la obtención del índice de priorización.

2.1. Antecedentes

- Lee C., Abou F., y López O., *Riesgo sísmico en edificaciones escolares del tipo antiguo II*, Revista de la Facultad de Ingeniería de la U.C.V., Vol. 22, N° 2, pp. 99–109, 2007.

El trabajo realizado por estos autores plantea que las escuelas del Tipo Antiguo II son edificaciones escolares construidas hace más de 50 años, con normas de diseño menos exigentes a las actuales, similares a las colapsadas en Cariaco durante el terremoto de 1997. De estas edificaciones no se disponen de planos estructurales ni arquitectónicos, así como tampoco de los cálculos utilizados en su diseño. Asimismo se presentan resultados preliminares de la evaluación sismorresistente de estas edificaciones, utilizando análisis dinámicos lineales y técnicas aproximadas de análisis estático no lineal, bajo el marco de las normas venezolanas vigentes. Se realizó una recopilación exhaustiva de las características estructurales y arquitectónicas de las escuelas en varias ciudades del país comprobándose el carácter repetitivo de estas edificaciones. Se desarrollaron planos detallados y un modelo virtual consistente en imágenes y videos digitales de la edificación.

Se determinó la respuesta dinámica considerando un factor de reducción congruente con la limitada capacidad de disipación de energía de edificaciones de esa época. La capacidad del edificio a fuerza cortante fue estimada conservadoramente suponiendo un modo de colapso simultáneo de todas las columnas en cada entrepiso, incluyendo los efectos de columna corta que generan las paredes de relleno. La relación demanda elástica/capacidad, la cual suministra una estimación de la demanda global de ductilidad, es del orden de 6,3 al ignorar las paredes excediendo ampliamente el valor admisible de 2, pero se reduce a 1,4 al incluir las paredes. Se concluyó en la necesidad de adecuar estructuralmente estas escuelas, recomendándose alternativas que aprovechen las paredes como elementos sismorresistentes.

- Grippi L. y Rodríguez M. (2008). *Evaluación general del grado de riesgo sísmico de un grupo de estructuras escolares públicas de los Municipios Valencia, Guacara y Diego Ibarra del Estado Carabobo*. Trabajo Especial de Grado para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad de Carabobo, Estado Carabobo- Venezuela.

Esta investigación tuvo como propósito llevar a cabo una evaluación en forma general del grado de riesgo sísmico de un grupo de estructuras escolares públicas de los municipios Valencia, Guacara y Diego Ibarra del Estado Carabobo. Para ello, se realizaron una serie de actividades, entre ellas selección y ubicación geográfica de las edificaciones escolares a ser objeto de estudio, seguido por determinar las características generales de las edificaciones escolares mediante la planilla de inspección visual suministrada por el IMME (IMME-FUNVISIS-FEDE, Proyecto FONACIT No 2005000188) titulada Reducción del Riesgo Sísmico en Edificaciones Escolares de Venezuela. Luego de analizar la información recopilada en las inspecciones realizadas con esta planilla, se asignaron valores a los indicadores presentes en cada edificación inspeccionada, a través de un baremo diseñado por éstos autores. Por último se clasificó las escuelas estudiadas según el resultado del

grado de riesgo sísmico arrojado una vez realizado el análisis de la planilla de inspección ocular.

- Hernández E. y Contreras M. (2008). *Índice del grado de vulnerabilidad sísmica de edificaciones escolares en Venezuela*. Trabajo Especial de Grado para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad de Carabobo, Estado Carabobo-Venezuela.

El objetivo de esta investigación estuvo enmarcado en querer estandarizar un instrumento de evaluación visual de vulnerabilidad sísmica y establecer un índice como patrón único en Venezuela que permita ubicar a las edificaciones escolares en un rango jerárquico de vulnerabilidad sísmico para luego ser evaluadas racionalmente. Para alcanzar este objetivo se consideraron un grupo de edificaciones escolares de los municipios Naguanagua, San Diego, Juan José Mora y Puerto Cabello del Estado Carabobo, edificaciones cuyas características estructurales son iguales a las escuelas que se encuentran distribuidas en el territorio nacional. La investigación logró establecer un valor de índice relativo a la vulnerabilidad sísmica preliminar en edificaciones escolares objetos de estudios y este índice puede ser aplicado a grupos de escuelas existentes en todo el país para determinar su vulnerabilidad sísmica preliminar.

- López O., *Indicadores de Riesgo Sísmico en edificios escolares de Venezuela*, Boletín técnico IMME, Volumen 47, N°1, 2009.

Este autor plantea hacer la revisión de los efectos de 26 terremotos ocurridos en el planeta desde 1933 poniendo en evidencia la elevada vulnerabilidad de las edificaciones escolares que han provocado la pérdida de miles de vidas. En el caso de Venezuela lograron identificar 16 sismos ocurridos en el siglo XX que ocasionaron algún tipo de daño en escuelas. Varios edificios estructuralmente idénticos y pertenecientes a las escuelas tipo

denominadas Antiguo I que fueron construidos en la década de 1950 en diversos lugares del país, fueron dañados por los sismos de Carúpano (1974), del Táchira (1981), del Pilar (1986) y de Curarigua (1991). En particular dos de estos edificios y otros dos pertenecientes al tipo denominado Cajetón que fueron construidos en la década de 1970-1980, colapsaron durante el sismo de Cariaco de 1997 causando pérdidas de vidas. El mal comportamiento de estos edificios es atribuido a deficiencias sismorresistentes propias de aquellas edificaciones construidas con las normas de 1939, 1947, 1955 y 1967, a saber, poca rigidez y resistencia a carga lateral, poca capacidad de disipación de energía y la presencia de columnas cortas que precipitan modos de falla frágil.

- Suárez L., Dávila N., Inglessis P. y Rivero P., **Evaluación cualitativa de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones escolares en la ciudad de Mérida**, Artículo de Investigación Revista Ciencia e Ingeniería. Vol. 30, No. 3, pp. 269-278, agosto-noviembre, 2009.

El trabajo realizado por estos investigadores tuvo como objetivo evaluar la vulnerabilidad sísmica, en términos cualitativos, de 65 edificaciones educativas del sector público, ubicadas a lo largo de la terraza de la ciudad de Mérida. Esto se logró a través de la determinación de un índice que permitió conocer las condiciones de la estructura ante la eventualidad de un sismo. La evaluación se hizo en base a un formato que contemplaba el estudio de diferentes parámetros, por ejemplo, el entorno y ubicación, suelos, seguridad y zonas de evacuación; edad de la edificación y número de pisos, cambio de uso y ampliaciones, posibilidad de golpeteo, estado y tipo de cubierta, aspectos geométricos, aspectos constructivos y grado de deterioro; estado de la estructura, muros y antepechos; así como, otros parámetros que evalúan requerimientos de la normativa sismorresistente.

Adicionalmente, establecen que el grado de vulnerabilidad es el resultado de la ponderación, sobre las calificaciones asignadas a cada parámetro, con base en un porcentaje

de incidencia distinto de acuerdo a la influencia de cada uno de los aspectos considerados en la vulnerabilidad de la edificación. Los resultados obtenidos reflejaron que el 51% de los planteles evaluados tienen un índice de vulnerabilidad media. Sin embargo, cuando se evalúan individualmente algunos parámetros se obtienen índices de vulnerabilidad alto y muy alto. Uno de los mayores problemas, presente en el 81% del grupo analizado, lo constituyó el grado de deterioro por presencia de fisuras, humedades y otros elementos que afectan la calidad de la estructura.

- Marinilli A., Fernández N., López O. y Coronel G., *Inspecciones sismorresistentes de edificaciones escolares en Venezuela*, Proceedings of the 9th U.S. National and 10th Canadian Conference on Earthquake Engineering, Toronto, Ontario - Canadá, Paper No 590, Julio 25-29, 2010.

Establecen que en Venezuela existen aproximadamente 28.000 planteles educativos, los cuales funcionan en edificaciones escolares más o menos antiguas que han mostrado comportamientos inadecuados en terremotos pasados y están ubicadas en las zonas de mayor amenaza sísmica del país. El trabajo que presentaron tuvo por objeto presentar la metodología seguida para realizar inspecciones de edificaciones escolares en Venezuela y evaluar el riesgo sísmico asociado. El instrumento desarrollado para realizar las inspecciones fue una planilla que permitiera recoger información sobre las características estructurales y no estructurales de una edificación escolar en particular. Seleccionaron un total de doscientos ochenta y cuatro edificios escolares para ser inspeccionados bajo criterios de similitud con los edificios derrumbados durante el Terremoto de Cariaco, antigüedad y ubicación en las zonas de mayor amenaza sísmica del país. La información recabada les permitió hacer una estimación del riesgo asociado a cada edificación escolar mediante un índice de riesgo que considera la amenaza sísmica, la vulnerabilidad y las pérdidas en función de la población escolar. Los índices de riesgo obtenidos permitieron establecer la toma de decisiones de carácter técnico y administrativo, tales como

prioridades para elaborar estudios detallados y reforzar aquellas edificaciones escolares que así lo requerían. Esta actividad la desarrollaron en el marco del proyecto “Reducción del riesgo sísmico en edificaciones escolares de Venezuela”, financiado por el FONACIT bajo el No. 2005000188 y realizado con la participación del IMME, de FUNVISIS y de FEDE.

- López O., Marinilli A., Bonilla R., Fernández N., Domínguez J., Coronel G., Baloa T., y Vielma R., *Evaluación sismorresistente de edificios escolares en Venezuela*, Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V., Vol. 25, N° 4, pp. 81–94, 2010.

En el trabajo presentado por estos autores se describe la metodología seguida y los resultados obtenidos en un proyecto que tiene como finalidad evaluar y reducir el riesgo sísmico de las escuelas existentes en Venezuela. En las revisiones hechas de otros trabajos y apoyo a datos ofrecidos por las Fundación Venezolana de Investigación Sismológica (FUNVISIS) establecen que el 70% de alrededor de 28.000 planteles escolares en Venezuela están en áreas de elevada amenaza sísmica. Aproximadamente el 46% de los planteles que fueron identificados e incorporados dentro de un sistema de información geográfica (alrededor de 18.685 edificaciones), se construyeron con normas antiguas que no satisfacen los requerimientos sismorresistentes exigidos en las normas vigentes.

Adicionalmente, establecen la diferencia existente entre un edificio construido con la norma de 1955 con uno que haya sido construido con las normas modernas y llegan a la conclusión que el primer edificio resistiría en término medio movimientos sísmicos aproximadamente tres veces menos intensos que la segunda edificación. Pudieron cuantificar un total de 586 edificios escolares las cuales pertenecen a tres tipologías estructurales de elevada vulnerabilidad; de estos, 479 son edificios similares o idénticos a los derrumbados en Cariaco durante el terremoto de 1997. Se desarrolló un instrumento de inspección rápida y evaluación de la vulnerabilidad de escuelas y se aplicó a 131 edificios escolares. Se seleccionaron 10 edificios para proyectos piloto de adecuación y

reforzamiento sismorresistente. Se propone el diseño de estructuras auxiliares que soporten la mayor parte de las cargas sísmicas, conectadas con los diafragmas de la edificación existente y apoyada sobre nuevas fundaciones. Se midieron las propiedades dinámicas de las escuelas piloto mediante técnicas de vibración ambiental, que serán repetidas después del refuerzo sismorresistente; cuatro escuelas del Estado Sucre fueron seleccionadas para la instalación permanente de sensores que midan su respuesta ante sismos futuros.

- Montezuma D., *Determinación de áreas de riesgo sísmico, Estado Sucre, Venezuela*, Revista Terra. Vol. XXVII, N° 42, pp. 13-45, 2011.

La autora establece que Venezuela está caracterizada por presentar una alta tasa de microsismicidad, esto apoyado a información recopilada a través de FUNVISIS, siendo el estado Sucre el área de mayor amenaza, emplazado sobre la falla de El Pilar, la cual ha producido los eventos sísmicos en las principales ciudades del estado Cumaná y Cariaco. Adicionalmente, la autora plantea que el estado Sucre cuenta con características físico-socio-económicas que le adjudican un grado de vulnerabilidad elevado ante un evento sísmico. Dentro de los procesos de planificación se incluyeron estudios del riesgo como componente importante para la ordenación del territorio; por ello, la autora plantea determinar las áreas de riesgo sísmico del estado Sucre. El método corresponde a una propuesta que permite un estudio integral, que vincula aspectos físicos y sociales (amenazas, vulnerabilidades), que puede ser usado a diferentes escalas y permite modificaciones. Las áreas de riesgo obtenidas, están vinculadas principalmente con los espacios donde existe la mayor concentración de población, infraestructuras y actividades económicas de suma importancia para la región, también donde han ocurrido eventos de magnitudes significativas, y así considerarlas a la hora de tomar decisiones y plantear medidas que minimicen las posibles pérdidas y daños, tanto dentro, como fuera del estado Sucre.

- Coronel G. y López O., *Metodología para la estimación de daños por sismos en edificios escolares de Venezuela mediante de curvas de fragilidad*, Revista de la Facultad de Ingeniería de la UCV, Vol. 28, N° 2, 2013.

Los autores establecieron una metodología que permite desarrollar las curvas de fragilidad para caracterizar la vulnerabilidad sísmica de los edificios escolares venezolanos, metodología que estuvo fundamentada en la hipótesis de que los edificios fueron diseñados y construidos acorde a lo establecido en las normas sísmicas vigentes para el momento de su construcción. Con base en esto los autores desarrollaron curvas bilineales de capacidad sobre las cuales se definieron cinco estados de daño. Describen la curva de fragilidad mediante una distribución lognormal en la cual los valores medios de la aceleración del terreno asociados al inicio de cada estado de daño son determinados en función del tipo de escuela y de las condiciones de suelo en el sitio de ubicación. Las curvas de fragilidad fueron calibradas y ajustadas a partir de la información proveniente de los efectos del sismo de Cariaco de 1997 sobre 19 escuelas localizadas en el estado Sucre en las cuales se poseía información sobre los daños ocurridos y sobre el tipo constructivo y el tipo de suelo en el sitio de ubicación de cada escuela. Los daños estimados con la metodología que estos autores desarrollaron se ajustaron razonablemente a los daños observados. Las curvas de fragilidad permitieron estimar daños y pérdidas debidas a sismos futuros y la evaluación del riesgo sísmico con fines de priorización y gestión de riesgo.

2.2. Bases teóricas

La elevada vulnerabilidad de las edificaciones escolares ha sido puesta de manifiesto durante los últimos terremotos ocurridos en el planeta. El colapso de escuelas oficiales ha producido miles de víctimas (niños y jóvenes) mayoritariamente en los países en vías de desarrollo. Muchos de estos colapsos se pudiesen haber evitado si el conocimiento y la

tecnología existente en ingeniería sismorresistente hubiesen sido aplicados. (López O., 2009)

Según López O. (2009), durante el período de 1950 hasta 1997 en Venezuela se han presentado un total de 16 eventos sísmicos cuyas magnitudes fueron considerables donde se vieron afectadas edificaciones escolares. En la tabla 2.1 se presenta en forma cronológica los sismos que han ocasionado daños sobre estas estructuras escolares en Venezuela.

Tabla 2.1. Cronología de los sismos que han ocasionado daños en edificaciones escolares en Venezuela.

Sismo	Lugar	Coordenadas	Fecha	Magnitud	Efectos en Escuelas	Observaciones	Referencia
Barquisimeto	Edo. Lara	9,68° N 69,68° O	05/08/1950	≥ 5	Daño considerable a una escuela en El Tocuyo	Es posible que los daños hayan sido causados por el sismo (M=6,4) de El Tocuyo ocurrido dos días antes	Grases et al., 1999
Carúpano	Edo. Sucre	10,92° N 62,81° O	04/10/1957	Ms=6,6	Dañado el Grupo Escolar Rojas Paúl en Río Caribe y agrietadas las paredes del Grupo Escolar de Irapa	Numerosos premonitores y réplicas. Casa derrumbadas en San Juan de las Galdonas, Morros de Puerto Santo e Irapa	Grases et al., 1999
Trujillo	Edo Trujillo	9,25° N 70,44° O	19/07/1965	mb=5,2	Daños graves en la escuela de las Mesitas	Daños graves en la Iglesia y en la Casa Parroquial de Las Mesitas	Grases et al., 1999
Guiría	Edo. Sucre	10,76° N 62,70° O	20/09/1968	Ms=7,2	Daños en el Grupo Escolar de Irapa. Los Liceos de Guiría y Río Caribe sufrieron daños importantes.	Dos muertos y 15 heridos en Trinidad. El 80% de las casas de Río Caribe sufrió daños. 50 heridos graves y lesionados en la Costa de Paria.	Grases et al., 1999
Carúpano	Edo. Sucre	10,92° N 62,55° O	22/10/1969	mb=5,4	En Irapa se acabó de desplomar la escuela y se dañó el Grupo Escolar Jesús Machado.	Agrietamiento en 4 viviendas de Carúpano	Grases et al., 1999
Carúpano	Edo. Sucre	10,56° N 63,38° O	12/06/1974	Ms=6,1	Varias edificaciones escolares de concreto armado sufrieron daños estructurales.	Dos muertos y 11 heridos en Casanay. Múltiples réplicas sentidas en los siguientes días.	Grases et al., 1999

Tabla 2.1. Cronología de los sismos que han ocasionado daños en edificaciones escolares en Venezuela (Continuación).

Sismo	Lugar	Coordenadas	Fecha	Magnitud	Efectos en Escuelas	Observaciones	Referencia
Carúpano	Edo. Sucre	10,41° N 63,33° O	27/06/1974	4-4,2	Daños estructurales en 15 planteles escolares localizados en Carúpano y alrededores. (Muy probablemente los daños mayores que reportan los autores se produjeron durante el sismo del 12/06/1974).	Los autores encuentran "sorprendente el relativamente elevado número de edificios escolares y hospitalarias dañados por el sismo"	Urbina y Alonso, 1974
San Pablo	Edo. Lara	10,08° N 69,65° O	05/04/1975	Ms=6,1	Daños en instalaciones escolares de Quibor	El pueblo de San Pablo tuvo que ser desalojado (600 habitantes)	Grases et al., 1999
Curarigua	Edo. Lara	10,22° N 70,00° O	25/04/1975	Mb=4,4	Daños moderados en una escuela de Río Tocuyo	-	Grases et al., 1999
El Tocuyo	Edo. Lara	9,99° N 69,76° O	06/06/1977	¿?	Pequeñas grietas en pared del Liceo de El Tocuyo	-	Grases et al., 1999
Táchira	Edo. Táchira	8,04° N 72,47° O	26/11/1980	5,0	Daños menores en la unión entre paredes y columnas cortas en una escuela de 2 niveles de concreto armado en San Antonio del Táchira.	Intensidad máxima de VI en San Antonio del Táchira, Rubio y Ureña.	Romero, 1980
Táchira	Estado Táchira	8,17° N 72,47° O	18/10/1981	mb=5,5	Daño estructural importante en columnas cortas de escuela de concreto armado de 2 niveles en San Antonio del Táchira y de un nivel en Ureña.	Deslizamientos de tierra enterraron numerosas viviendas y habitantes. Intensidad máxima de VII en San Antonio del Táchira, Palmar de la Cope, Ureña y Cúcuta.	FUNVISIS, 1981 Grases et al., 1999
El Pilar	Estado Sucre	10,60° N 62,93° O	11/06/1986	Ms=6,1	Agrietamiento diagonal en ambas caras en una columna y fisuras en tabiques en la escuela de Tunapuy. Daños menores en escuela en Cumaná y en dos escuelas en Cariaco.	Tres muertos 45 heridos y un millar de damnificados. Intensidad máxima de VII en El Pilar.	Malaver et al., 1988
Boca del Tocuyo y Falcón	Estado Falcón	10,99° N 68,31° O	30/04/1989	Ms=6,0	Daños en dos edificaciones escolares de dos plantas en Boca del Tocuyo y Tocuyo de la Costa.	Precedido por actividad sísmica inusual desde el 26 de abril. 2000 réplicas hasta el 29 de junio	Grases et al., 1999
Curarigua	Estado Lara	10,04° N 69,95° O	17/08/1991	mb=5,3	Daño estructural consistente en falla por cortante en tres columnas cortas de la escuela de Arenales de 2 niveles y en el tanque de agua elevado de otra estructura. Grietas en mampostería y caída de friso en escuela en el sector Calicanto.	La estructura mas dañada en Arenales fue la escuela de dos niveles de concreto armado. 10 días antes ocurrió otro evento de mb= 5,0. Centenares de réplicas.	FUNVISIS, 1991 Grases et al., 1999
Cariaco	Estado Sucre	10,43° N 63,49° O	09/07/1997	Ms=6,8	Cuatro edificios escolares derrumbados; otros 33 sufrieron daños estructurales severos, 66 daños moderados y 398 daño estructural ligero.	De los 7 edificios de concreto armado derrumbados, 4 eran escuelas. Aún cuando la ocupación de los edificios era parcial, provocó la muerte de 22 estudiantes y una maestra.	FEDE, 1998; Bonilla, et al., 2000

Fuente: López O. (2009). *Indicadores de Riesgo Sísmico en edificios escolares de Venezuela*

Los puntos mostrados sobre el mapa de Venezuela de la Figura 2.1, muestran la localización de los 18.685 planteles escolares que han sido incorporados dentro de un Sistema de Información Geográfica (SIG); en la misma figura se muestran las ocho zonas sísmicas del país, que van desde la Zona 0 donde no se considera amenaza sísmica hasta la Zona 7 de máxima amenaza (COVENIN 1756, 2001). Aproximadamente el 70% de los planteles están ubicados en zonas de alta amenaza sísmica, con aceleraciones del terreno que varían entre 0,25g a 0,40g para períodos de retorno de 475 años. (López O. *et al*, 2010).

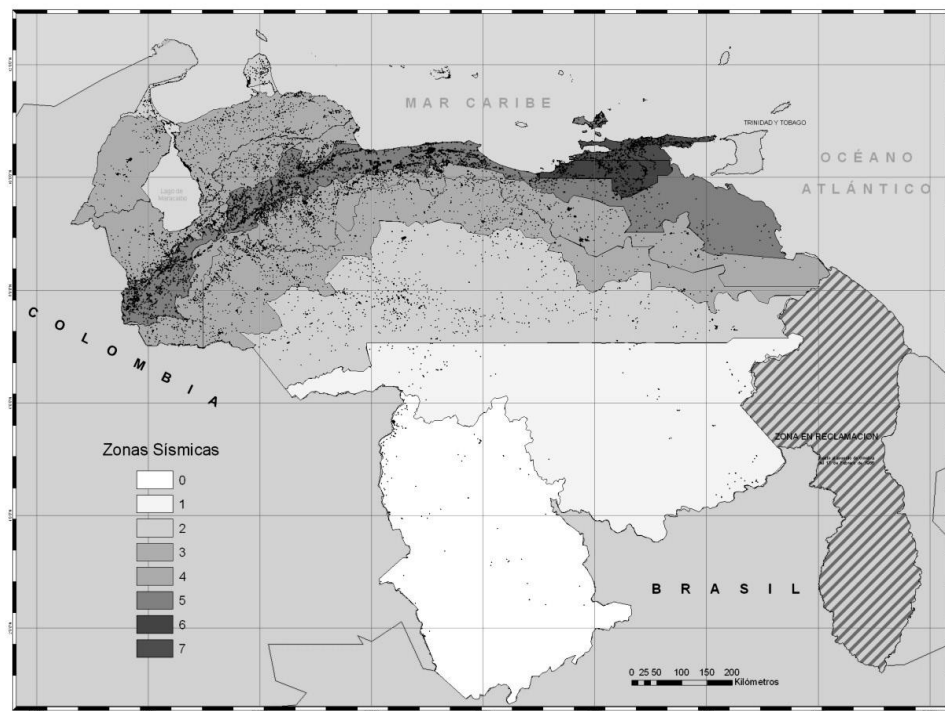


Figura 2.1. Localización de planteles escolares sobre el mapa de zonificación sísmica de Venezuela.

Fuente: López O. *et al*, 2010. ***Índices de Priorización de Edificios para la Gestión del Riesgo Sísmico.***

En consecuencia de lo anteriormente dicho, de los 28.000 planteles escolares que plantea Marinilli A. *et al.* (2010) que existen en Venezuela una gran parte de las edificaciones escolares (aprox.70%) se encuentran en zonas consideradas de elevada amenaza sísmica, estructuras que son resultante de los grandes asentamientos urbanos que se han establecido

en la zona norte costera del país. Adicionalmente como lo establece López O. (2009), un grupo de estas edificaciones fueron construidas en la década de 1950 en diversos lugares del país y otro grupo denominado tipo Cajetón fueron construidos en la década de 1970-1980; las dos edificaciones escolares que colapsaron durante el terremoto de Cariaco de 1997 tienen estas configuraciones estructurales y causaron pérdidas de vidas.

Ahora bien, es importante conocer qué se quiere decir cuando se habla de vulnerabilidad y cómo este término se relaciona con la amenaza sísmica, términos que en la actualidad pretenden establecer las condiciones de riesgo sísmico de edificaciones escolares construidas con diseños apoyados en las normas antiguas y que consideran la zona sísmica según la ubicación donde se encuentre estas estructuras.

2.2.1. Vulnerabilidad Sísmica

La vulnerabilidad sísmica de una estructura, grupo de estructura o de una zona urbana completa, se define como su predisposición intrínseca a sufrir daño ante la ocurrencia de un movimiento sísmico y está asociada directamente con sus características físicas y estructurales de diseño. El concepto de vulnerabilidad sísmica es indispensable en estudios sobre riesgos sísmicos y para la mitigación de desastres por terremotos. (Barbat A., Mena U. y Yépez F., 1998)

La definición de vulnerabilidad sísmica lleva implícito términos genéricos como son la afectación y el daño, las cuales conviene sean acotados con el fin de garantizar una clara interpretación. La afectación, se refiere al nivel de perturbación funcional que puede sufrir una instalación y está directamente relacionada con la llamada vulnerabilidad funcional. El daño, se refiere al deterioro físico que pueden sufrir los diversos elementos de una edificación. Desde el punto de vista cualitativo, el daño sísmico puede ser de dos tipos: el daño estructural y el daño no estructural, dependiendo si el elemento en cuestión forma parte o no del sistema resistente de la edificación. Estos daños están respectivamente

relacionados con la llamada vulnerabilidad estructural y vulnerabilidad no estructural. (Safina S., 2003)

Al querer ponderar la vulnerabilidad sísmica de una estructura y poder establecer sus condiciones en la actualidad, se deben considerar una serie de indicadores que exponen o dejan ver cuáles son las posibles fallas estructurales y no estructurales que están presente en la edificación, fallas que hacen susceptible a daños mayores o a un posible colapso luego de la ocurrencia de un sismo en la zona donde esta estructura se ubique. Estos indicadores conocidos como indicadores de vulnerabilidad están relacionados a los siguientes aspectos:

- Tipo de Estructura
- Sistema constructivo
- Irregularidades en elevación: Columnas cortas, discontinuidad vertical, entrepiso blando y posibilidad de golpeteo.
- Irregularidades en Planta: Forma de planta, volados, entrantes y salientes.
- Problemas geotécnicos: construcción cercana a laderas y/o taludes, asentamiento de las fundaciones, condiciones del suelo.
- Antigüedad: Año de proyecto y/o construcción que se asocia a la norma usada para el diseño de la estructura.
- Mantenimiento: Condiciones de mantenimiento en la que se encuentra la estructura y los niveles de deterioro.

La presencia de estos indicadores evaluados en los peores de sus condiciones establece que el índice de vulnerabilidad de la edificación será elevada haciéndola altamente susceptible a sufrir daños o posiblemente colapse después de un evento sísmico.

2.2.2. Amenaza Sísmica

La amenaza sísmica es un término técnico mediante el cual se caracteriza numéricamente la probabilidad estadística de la ocurrencia de cierta intensidad sísmica (o aceleración del suelo) en un determinado sitio, durante un período de tiempo. Puede calcularse a nivel regional y a nivel local, para lo cual se deben considerar los parámetros de fuentes sísmogénicas, así como también los registros de eventos sísmicos ocurridos en cada zona fuente y la atenuación del movimiento del terreno. (FUNVISIS, 2002)

La amenaza sísmica por lo general se representa mediante mapas con curvas de isoaceleración para diferentes períodos de retornos y mediante espectros de pseudoaceleración del suelo, mostrando su comportamiento en función de las fuentes sísmicas. Los resultados de los estudios que se utilizan en el diseño de obras civiles, permiten estimar las fuerzas probables a las que se someterá una estructura en un determinado lugar, en caso de un evento sísmico. (FUNVISIS, 2002)

En Venezuela, el mapa de amenaza sísmica (Figura 2.2) se toma en cuenta para el diseño de edificaciones, mediante la aplicación de la norma sismorresistente (COVENIN 1756-2001). Este mapa está conformado por zonas partiendo desde la Zona 0 donde no se requiere la consideración de las acciones sísmicas hasta la Zona 7 donde las acciones sísmicas son altamente considerables. Este mapa se ha elaborado para un período medio de retorno de 475 años, que corresponde a una probabilidad de excedencia de 10% para una vida útil de 50 años. Igualmente, de esta norma se establece según la zona sísmica el grado de peligro asociado (tabla 2.2).

Ahora bien, conociendo estos dos términos tanto la vulnerabilidad sísmica como la amenaza sísmica, al combinarlas se establece un nuevo término conocido como riesgo sísmico, para entender este último se expone la siguiente base conceptual.

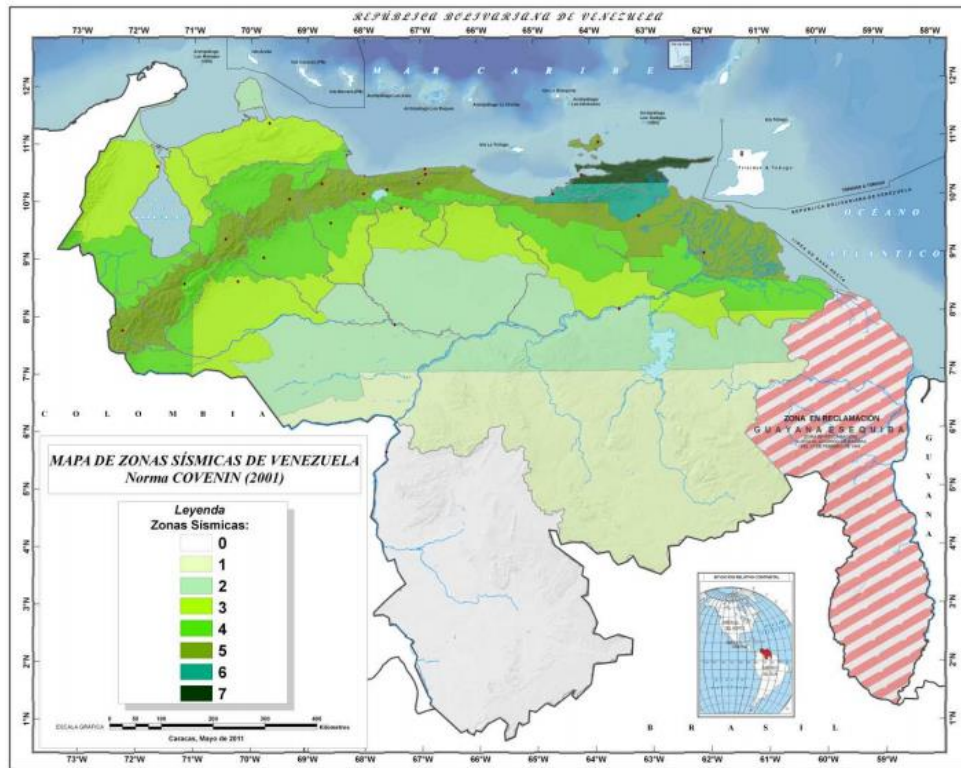


Figura 2.2. Mapa de zonificación Sísmica de Venezuela. Fuente: IMME-FUNVISIS-FEDE (2011).

Tabla 2.2. Peligro Sísmico según COVENIN 1756.

Zona Sísmica	Peligro Sísmico
7	ELEVADO
6	
5	
4	INTERMEDIO
3	
2	BAJO
1	
0	

Fuente: Norma COVENIN 1756, 2001.

2.2.3. Riesgo Sísmico

El riesgo sísmico se puede definir como la probabilidad de que un determinado sitio y durante la acción de alguna amenaza natural se produzcan pérdidas de vidas, económicas y sociales que excedan ciertos valores o niveles prefijado de daño. Por ejemplo, daños ocasionados por las sacudidas fuertes del terreno durante un terremoto. (Alonso J., 2007)

Según Alonso J. (2007), para evaluar el riesgo es preciso establecer la probabilidad de que una amenaza cualquiera con una magnitud determinada ocurra dentro de un periodo de tiempo determinado. Toma en consideración los siguientes aspectos:

- La ubicación de las edificaciones de vivienda y oficinas, hospitales, industrias, escuelas, sistemas de emergencias, líneas de vida, ferrocarriles, viaductos, etc., del área de estudio.
- Determinación del grado potencial de exposición a la amenaza o evento previsto.
- Vulnerabilidad de las edificaciones y de la población al ser sometidos a la amenaza.

En áreas propensas a la ocurrencia de sismos, resulta posible evaluar el peligro sísmico de edificaciones o cualquier tipo de obra civil en función de la amenaza, de su vulnerabilidad y del coste e importancia de la misma. La Figura 2.3 muestra las variables involucradas en la evaluación de riesgo sísmico.

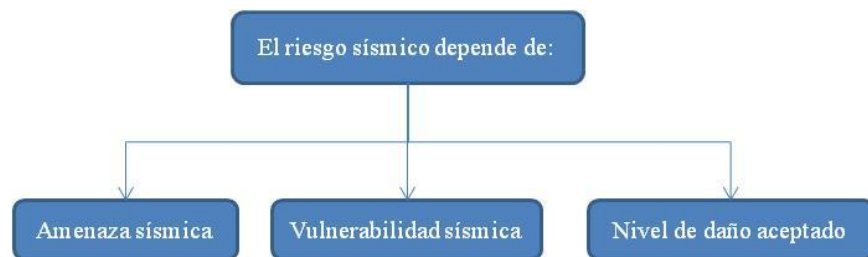


Figura 2.3. Variables que intervienen en el riesgo sísmico. Fuente: Alonso J. (2007).

De la Figura 2.3 se desprende que el riesgo sísmico en edificaciones podrá reducirse únicamente si se reduce alguna de las variables involucradas. De estas variables, la reducción de la vulnerabilidad es quizás la alternativa más eficaz de que disponen los ingenieros estructurales.

Por consecuencia, para determinar el riesgo sólo basta con relacionar la vulnerabilidad sísmica con la amenaza sísmica a través de una simple relación matemática (el producto de estos dos términos).

2.2.4. Índice de Importancia

El índice de importancia tiene como finalidad incorporar dentro del proceso de priorización el uso que tiene la construcción y el número de personas expuestas durante un terremoto. Se asignan índices mayores a aquellas construcciones esenciales, las cuales deben mantener su nivel de operación durante la ocurrencia de un sismo, como pueden ser los hospitales y centros de salud en general, escuelas que sirven de refugio temporal y otras. Por otro lado se diferencia también entre edificaciones que aún teniendo el mismo uso y la misma vulnerabilidad estructural, pueden dar lugar a pérdidas distintas si difieren significativamente en el número de personas que las ocupan. Con un enfoque similar, el uso de la construcción y el número de personas expuestas es tomado en cuenta en la definición de los niveles de amenaza sísmica exigidos en el diseño de estructuras en diversas normas tales como COVENIN 1756 -2001. (López O. *et al*, 2011)

Partiendo de lo expuesto por López O. *et al* (2011), el índice de importancia maneja dos elementos como son el uso para el cual fue diseñada la estructura y la cantidad de personas que pueden ocuparla. El primer elemento se maneja bajo el mismo precepto que establece la norma COVENIN 1756-2001 donde se clasifican la edificación según su uso.

El segundo elemento incorpora la capacidad de personas por la cual fue diseñada la estructura conocido como la ocupación o matrícula, este término no maneja ninguna condición o precepto en particular, simplemente establece la cantidad de personas que hacen uso de la edificación a evaluar. Este índice es considerado en el momento de realizar la priorización de la edificación.

2.2.5. Priorización de Edificaciones

La priorización de edificaciones pretende establecer un orden prioritario de atención según el estado de emergencia o interés que se tenga sobre la edificación, al momento de priorizar una estructura se debe considerar su uso y ocupación. Sin embargo, no solo es suficiente priorizar con estos dos términos y como establece López O. et al (2011) se debe considerar la amenaza sísmica en el sitio, la antigüedad de la obra, su altura, la profundidad del depósito del suelo, el grado de deterioro, la topografía del sitio, y algunas características básicas de la estructura y de las paredes de relleno que condicionan su desempeño sísmico.

En conclusión, la priorización considera la vulnerabilidad de la estructura, la amenaza sísmica a la que está sometida la edificación, la ocupación y el uso que esta tiene. De todos los indicadores relacionados con el análisis de sismorresistencia es el término más integral.

Una vez expuesto qué significado tiene la vulnerabilidad, el riesgo y la priorización sísmica de una edificación, cabe preguntarse cómo en el área de la Ingeniería Civil son manejados y qué instrumentos se usan para ponderarlos. En el caso de la vulnerabilidad se reporta a través de un índice de vulnerabilidad y éste considera los indicadores que se mencionaron anteriormente en el apartado 2.2.1. El riesgo se expone a través del índice de riesgo y la priorización a través del índice de priorización.

Sin embargo, para poder estimar estos índices lo primero que se debe realizar es la inspección de la edificación e identificar la presencia de los indicadores de vulnerabilidad

(estructural y no estructural). Adicionalmente, las inspecciones pretenden presentar de forma organizada y con cierta correlación de la información que se obtiene en campo, para lograr esto se manejan como instrumentos unas formas o planillas en la que se vacía toda la información.

2.2.6. Planillas de Inspección

Las planillas de inspección son documentos físicos (impreso en papel) o digitalizados donde se registra toda información de interés referente a inspecciones hechas sobre una o varias estructuras, esta información puede ser registrada en un sistema alfanumérico o gráfico.

Como bien su nombre lo indica, se emplea para realizar la inspección o inspecciones de estructuras y toda información reportada sobre ella ayudará a determinar algún dato que podrá ser analizado o usado para un fin particular. Para interés de este Trabajo Especial de Grado es el índice de vulnerabilidad ese dato particular. Dicha planilla cuenta con una serie de características a evaluar e identificar que vendrán asociadas con las condiciones que fueron consideradas en el diseño de la edificación escolar, estas características son las mismas que se abordó como indicadores de vulnerabilidad en el apartado 2.2.1.

Ahora bien, dependiendo del país donde se ubique la estructura aplicará una o varias planillas con formatos diferentes y se regirá bajo las consideraciones establecidas por la institución o dirección que maneja todo lo referente a las evaluaciones sismorresistentes. Para tener idea de cómo están diseñadas o conformadas estas planillas de inspección a continuación se nombrarán algunas de éstas y se expone cuáles instituciones a nivel mundial pertenece (en el Apéndice A se muestran las planillas Proyecto):

- Planilla de Inspección Ocular – Proyecto UCV-FUNVISIS-FEDE-FONACIT N° 2005000188- Universidad Central de Venezuela (UCV) - Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME)- Venezuela (planilla de inspección propuesta para evaluar únicamente edificaciones escolares) (IMME-FUNVISIS-FEDE, 2011)
- PLANILLA DE INSPECCIÓN DE EDIFICACIONES (Características Sismorresistentes) - Fundación Venezolana de Investigación Sismológica (FUNVISIS) – Venezuela (López O. *et al*, 2011).
- Planilla de inspección visual rápida para edificios con potencial de riesgo sísmico - FEMA 154 - Agencia Federal de Manejo de Emergencias (FEMA) – USA (FEMA, 2002).
- Guía Técnica para la Inspección de Edificaciones Después de un Sismo – Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – Colombia (AIS, 2002)
- Formato de Captura de Datos para Evaluación de Estructuras – Sistema Nacional de Protección Civil – Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) – México (Cárdenas J. *et al*, 2011).

La información que se reporta en estas planillas es canalizada a través de otros instrumentos como base de datos que permiten estimar a través de una escala (baremo), el índice de vulnerabilidad y a partir de este índice comienzan los respectivos estudios o análisis sismorresistente de las estructuras.

2.2.7. Baremo

El baremo es un instrumento que permite valorizar una serie de variables o parámetros a través de una escala alfanumérica; así también, permite clasificar los elementos de un conjunto de acuerdo con alguna de sus características en particular. El propósito único que tiene todo baremos es aplicar esta clasificación y valorización de parámetros para obtener un único valor representativo a lo que se está evaluando. Apoyado en esto, existirá una gran

variedad de baremos en el área de la ingeniería civil pero para el interés de este TEG solo se hará referencia a aquellos que permitan determinar los índices de vulnerabilidad, riesgo y priorización.

2.2.8. Baremo FUNVISIS

El baremo de FUNVISIS, el cual muestra la asignación de un Índice de Priorización sísmica a edificaciones existentes, busca establecer un índice que permita comparar una edificación con otra a fin de definir prioridades hacia estudios detallados posteriores que permitan la toma de decisiones y eventuales intervenciones de refuerzo estructural. El índice es calculado a partir de información básica obtenida de una visita e inspección de corta duración a la edificación.

Para el cálculo del Índice de Priorización se toman en cuenta varios factores como: la amenaza sísmica en el sitio, uso e importancia de la construcción, número de personas expuestas, antigüedad de la obra, su altura, profundidad del depósito de suelo, grado de deterioro, topografía del sitio y algunas características básicas de la estructura y de las paredes de relleno que condicionan su desempeño sísmico. El Índice de Priorización (I_P) se calcula a partir de la ecuación (2.1) (López O. *et al*, 2011):

$$I_P = I_A * I_V * I_I \quad (2.1)$$

Donde:

I_A : Índice de Amenaza

I_V : Índice de Vulnerabilidad

I_I : Índice de Importancia

El Índice de Amenaza (tabla 2.3) involucra el coeficiente (A_0) de aceleración del terreno, basados en la zonificación sísmica del país contenido en la norma nacional COVENIN 1756-2001.

Tabla 2.3. Valores del Índice de Amenaza del baremo FUNVISIS.

Zona Sísmica	A _o (g)	I _A	
		Sin efectos topográficos	Con efectos topográficos
7	0,40	0,90	1
6	0,35	0,80	0,88
5	0,30	0,68	0,75
4	0,25	0,56	0,63
3	0,20	0,45	0,50
2	0,15	0,34	0,38
1	0,10	0,23	0,25

Fuente: López O. *et al* (2011)

El Índice de Vulnerabilidad (IV) está dado por:

$$I_V = \sum_{i=1}^6 \alpha_i * I_i \quad (2.2)$$

Donde

I_i: Índice de la vulnerabilidad “i”

α_i: peso relativo (tabla 2.4)

Tabla 2.4. Índices Vulnerabilidad (I_i) y pesos relativos (α_i) del baremo FUNVISIS.

I _i	Vulnerabilidad asociada a:	α _i
I ₁	Antigüedad y norma utilizada	0,25
I ₂	Tipo Estructural	0,30
I ₃	Irregularidad	0,25
I ₄	Profundidad del depósito	0,10
I ₅	Topografía	0,05
I ₆	Grado de deterioro	0,05

Fuente: López O. *et al* (2011)

El Índice I₁ (tabla 2.5) atiende a la edad de la construcción y a la norma de diseño utilizada, su valor tendrá un máximo de 100 para aquellos edificios hechos en el período 1955-1967 debido a que la Norma MOP 1955 introdujo requerimientos sismorresistentes menos exigentes que las normas precedentes. En el caso de las viviendas populares, típicas de las zonas de barrios de la ciudad, que han sido construidas sin cumplir con las normas oficiales

de diseño y construcción, se recomienda adoptar para todas ellas un valor $I_1 = 100$. (López *et al*, 2011)

Tabla 2.5. Valores del indicador de antigüedad (I_1) del baremo FUNVISIS.

Año de Construcción (t)	$t \leq 1939$	$1939 < t \leq 1947$	$1947 < t \leq 1955$	$1955 < t \leq 1967$	$1967 < t \leq 1982$	$1982 < t \leq 1998$	$1998 < t \leq 2001$	$t > 2001$
I_1	90	70	70	90	50	30	10	15

Fuente: López O. *et al* (2011)

El Índice I_2 está relacionado al tipo de estructura, se establece los materiales de construcción que lo caracterizan y su conformación (tabla 2.6).

Tabla 2.6. Valores del indicador asociado al tipo de estructura (I_2) según el baremo FUNVISIS.

Identificación del Tipo Estructural	Descripción	I_2
PCA	Pórticos de concreto armado ^(a)	25
PCAP	Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto	40
MCA2D	Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales	10
MCA1D	Sistemas con muros de concreto armado en una sola dirección, como algunos sistemas del tipo túnel	90
PA	Pórticos de acero	40
PAPT	Pórticos de acero con perfiles tubulares	60
PAD	Pórticos de acero diagonalizados	20
PAC	Pórticos de acero con cerchas	40
PRE	Sistemas pre-fabricados a base de grandes paneles o de pórticos	90
MMC	Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada	70
MMNC	Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada ^(b)	100
PMBCB	Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura no mayor a 2 pisos ^(b)	90
PMBCA	Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura mayor a 2 pisos ^(b)	95
VB	Viviendas de bahareque de un piso	90
VCP	Viviendas de construcción precaria (tierra, madera, zinc, etc.)	100

Fuente: López O. *et al* (2011)

El Índice I_3 refiere a los tipos de irregularidades tanto verticales como de planta, en la siguiente tabla se muestra los valores de los indicadores asociados a este punto (tabla 2.7).

Tabla 2.7. Valores del indicador asociado a las irregularidades (I_3) según el baremo FUNVISIS.

j	Descripción de la irregularidad	I_{3j}	
1	Ausencia de vigas altas en una o dos direcciones	40	
2	Presencia de al menos un entrepiso blando o débil	50	
3	Presencia de columnas cortas	30	
4	Masas que crecen significativamente con la elevación o esbeltez excesiva vertical	10	
5	Discontinuidad de ejes de columnas o paredes portantes	30	
6	Aberturas significativas en losas	10	
7	Adosamiento a edificio adyacente:	(a) Losa contra losa	10
		(b) Losa contra columna	20
8	Planta de forma I, H, T, U, C o similar, sin presencia de juntas, o esbeltez excesiva horizontal	10	
9	Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta o esquemas de elevación del tipo L ⁽¹⁾	20	
10	Ausencia de muros en una dirección, como ocurre en algunos sistemas del tipo túnel.	80	

Fuente: López O. *et al* (2011)

El Índice I_4 permite incrementar la vulnerabilidad de la edificación en aquellas situaciones reconocidas como generadoras de respuestas sísmicas especialmente desfavorables como es el caso de edificaciones altas localizadas en depósitos de suelos de gran profundidad (tabla 2.8).

Tabla 2.8. Valores del indicador asociado a profundidad de depósito (I_4) según el baremo

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

Fuente: López O. *et al* (2011)

El índice I_5 atiende a identificar situaciones de vulnerabilidad asociadas a construcciones hechas en laderas o cerca de éstas, debido a una potencial falla de estabilidad en taludes no protegidos por obras de contención (tabla 2.9). Adicionalmente, el Índice I_6 agrupa los

indicadores asignados a diferentes grados de deterioro del edificio, penalizando con los mayores valores a la existencia de corrosión del acero y al agrietamiento estructural (tabla 2.10).

Tabla 2.9. Valores del indicador asociado a la topografía y drenaje (I_5) según el baremo FUNVISIS.

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

Fuente: López O. *et al* (2011)

Tabla 2.10. Valores del indicador asociado al grado de deterioro (I_6) según el baremo FUNVISIS.

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

Fuente: López O. *et al* (2011)

El índice de Importancia (I_I) tiene como finalidad incorporar dentro del proceso de priorización el uso que tiene la construcción y el número de personas expuestas durante un terremoto. Se asignan índices mayores a aquellas construcciones esenciales, las cuales deben mantener su nivel de operación durante y después de la ocurrencia de un sismo, como pueden ser los hospitales y centros de salud en general, escuelas que sirven de refugio temporal y otras (tabla 2.11).

Tabla 2.11. Clasificación según el uso del edificio de acuerdo al baremo FUNVISIS.

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

Fuente: López O. *et al* (2011)

Una vez establecido el uso de la edificación se debe establecer la matrícula N (cantidad de persona que ocupan la estructura) y en combinación con el tipo de uso se estima el valor del índice de importancia (tabla 2.12)

Tabla 2.12. Valor del Índice de Importancia según el baremo FUNVISIS.

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

Fuente: López O. *et al* (2011)

El Baremo de FUNVISIS reporta valores de índices que se manejan en los siguientes rangos: El Índice de Amenaza puede variar entre 0,25 y 1, el Índice de Vulnerabilidad entre 6,5 y 100 y el Índice de Importancia entre 0,8 y 1. En consecuencia, el Índice de Priorización puede variar entre 1,20 y 100. Igualmente, este baremo establece que mientras mayor sea la magnitud de cada uno de los índices mayormente se encontrará comprometida la estructura. (López *et al*, 2011)

2.2.9. Baremo Proyecto Escuela

El trabajo en conjunto de la Universidad Central de Venezuela (UCV) a través del Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME), la Fundación Venezolana de Investigación Sismológicas (FUNVISIS) y la Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (FEDE) con el financiamiento del Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT); proponen el Baremo Proyecto Escuela (BEP) con el cual se pretende arrojar un índice de priorización.

Este instrumento se diseñó para ser aplicado directamente sobre edificaciones escolares y su uso permite obtener los índices de vulnerabilidad, riesgo y priorización. Es una propuesta elaborada por el cuerpo docente del IMME en colaboración y en cumplimiento a una labor social pensando en esa población de niños, niñas y adolescentes que son los más afectados y más vulnerable al momento de considerar un evento sísmico. Éste instrumento propone determinar los índices según las ecuaciones (2.3) y (2.4) (IMME-FUNVISIS-FEDE, 2011):

$$I_r = I_v * I_z \quad (2.3)$$

Donde

I_r : Índice de Riesgo

I_v : Índice de Vulnerabilidad

I_z : Índice de Amenaza

$$I_p = I_r * I_o \quad (2.4)$$

Donde

I_p : Índice de Priorización

I_r : Índice de Riesgo

I_o : Índice de Ocupación

El índice de amenaza (I_z) está relacionado a la zona sísmica donde se ubica la edificación, este índice se pondera respetando los valores propuesto en la norma COVENIN 1756-2001 como se muestra en la tabla 2.13.

Tabla 2.13. Ponderación del índice de amenaza (I_z) según BPE.

ZONA	PELIGRO	I_z
7	Elevado	1,00
6		0,88
5		0,75
4	Medio	0,63
3		0,50
2	Bajo	0,38
1		0,25
0		N.A

Fuente: IMME-FUNVISIS-FEDE (2011)

El índice de vulnerabilidad (I_v) está constituido por indicadores de vulnerabilidad que se asocian a las características del diseño de la estructura, el BPE tiene dos consideraciones generales siendo la primera que no considera el efecto del tipo de suelo y la segunda que se considera edificaciones de 2 o más pisos. La forma de obtener el índice de vulnerabilidad viene dada por la siguiente ecuación (2.5):

$$I_v = I_{es} + I_{ac} + I_{ip} + I_{ie} + I_{ma} + I_{ge} \quad (2.5)$$

Donde

I_{es} : Indicador referente a tipo de estructura resistente a sismo

I_{ac} : Indicador referente al año de construcción y/o proyecto

I_{ip} : Indicador referente a las irregularidades en planta

I_{ie} : Indicador referente a las irregularidades en elevación

I_{ma} : Indicador referente a evidencia de deterioro y/o estado de mantenimiento

I_{ge} : Indicador de problemas geotécnicos

El indicador referente al tipo de estructura resistente a sismo se plantea en las diferentes formas o configuraciones estructurales que se encuentran en el área de la construcción de edificaciones, en la tabla 2.14 se establece cuáles son estos tipos y sus valores.

Tabla 2.14. Valores del indicador del tipo de estructura resistente a sismo (I_{es}) según BPE.

TIPO	DESCRIPCIÓN	I_{es}
PRE	Estructuras prefabricadas	0,20
MM	Muros de mampostería	0,16
MIX	Estructura mixta	0,17
PC25	Pórtico de concreto armado con columnas inferiores o iguales a 25cm	0,15
PC INT	Pórticos de concreto armado con columnas entre 25 y 30	0,14
PC 30	Pórticos de concreto armado con columnas mayores o iguales a 30 cm	0,12
PAO	Pórticos de acero con columnas de perfil cerrado	0,12
PAI	Pórticos de acero con columnas de perfil de alma llena	0,11
MC	Muros de concreto armado	0,12
PAA	Pórticos de acero arriostrado	0,10

Fuente: IMME-FUNVISIS-FEDE (2011)

El indicador referente al año de construcción y/o proyecto está relacionado con la norma usada en el diseño la edificación, representando un factor considerable al momento de determinar el índice de vulnerabilidad. Este indicador penaliza con mayor peso a las edificaciones cuya data de construcción sea vieja y con menos pesos aquellas que se han construido o proyectado con las normas modernas (actuales). Los rangos que maneja el BPE respecto a los tiempos y sus valores se asocian a las fechas en las que se presentaron cambios considerables en las normas de construcción de edificaciones sismorresistente (tabla 2.15).

Tabla 2.15. Valores del indicador año de construcción y/o proyecto (I_{ac}) según BPE.

AÑO	I_{ac}
Antes de 1939	0,20
1939 – 1954	0,15
1955 - 1966	0,20
1967 - 1981	0,10
1982 - 1998	0,05
Posterior - 1998	0,03

Fuente: IMME-FUNVISIS-FEDE (2011)

El indicador referente a las irregularidades en planta evalúa dos puntos particulares, a saber, la existencia o no de sistema resistente a sismo y la forma de la planta, la ecuación que rige este indicador es la siguiente (2.6):

$$I_{ip} = I_{srs} + I_{fop} \quad (2.6)$$

Donde

I_{ip} : Indicador referente a las irregularidades en planta

I_{srs} : Indicador referente al sistema resistente a sismo

I_{fop} : Indicador referente a la forma de la planta

Del sistema resistente a sismo se consideran la presencia o ausencia de vigas o sistemas aporticados en una o dos direcciones, así como la posible existencia de vigas planas (tabla 2.16).

Tabla 2.16. Valores del indicador de sistema resistente a sismo (I_{srs}) según BPE.

SISTEMA RESISTENTE A SISMO	I_{srs}
Ausencia de sistema resistente a sismos en una dirección / Presencia de vigas planas en una o dos direcciones para sistemas aporticados	0,11
Ausencia de sistema resistente a sismos en las dos direcciones / Ausencia de vigas en una o dos direcciones para sistemas aporticados	0,14

Fuente: IMME-FUNVISIS-FEDE (2011)

La forma de la planta considera la configuración geométrica que tiene la obra o estructura, esto se observa en el sitio. Los tipos de forma que plantea el BPE son: rectangular con ausencia de abertura (■), rectangular con presencia de abertura (□), H, L, T y U (tabla 2.17).

Tabla 2.17. Valores del indicador forma de planta (I_{fop}) según BPE.

FORMA DE LA PLANTA	I_{fop}
Rectangular con ausencia de abertura	0,01
Otros	0,04

Fuente: IMME-FUNVISIS-FEDE (2011)

El indicador de irregularidades en elevación plantea manejar tres parámetros evaluándose características que se observan en la dirección vertical (fachada), estos parámetros se abordan en la siguiente ecuación (2.7):

$$I_{ie} = I_{coc} + I_{dve} + I_{gol} \quad (2.7)$$

Donde

I_{ie} : Indicador de irregularidades en elevación

I_{ac} : Indicador referente a la presencia de columnas cortas

I_{ip} : Indicador referente de discontinuidad vertical del sistema resistente a sismo

I_{gol} : Indicador referente a golpeteo

La presencia de columnas cortas cuyo indicador I_{coc} hace referencia establece los criterios planteados en la tabla 2.18.

Tabla 2.18. Valores del indicador columnas cortas (I_{coc}) según BPE.

PORCENTAJE DE COLUMNAS CORTAS EN UN PISO	I_{coc}
< 10%	0,01
10% - 50%	0,05
≥ 50%	0,08

Fuente: IMME-FUNVISIS-FEDE (2011)

La discontinuidad vertical del sistema resistente a sismo hace referencia a dos indicadores, el primero es la discontinuidad vertical de las columnas u otros elementos sismorresistentes que plantea la discontinuidad del eje y el segundo indicador plantea la existencia de entrepiso blando. El BPE establece que con la presencia de al menos uno de estos dos indicadores se pondera con un valor numérico de 0,08. Ahora bien, cuando se habla de “golpeteo” este instrumento establece que indiferentemente sea a misma cota (losa con losa) o diferente cota (losa con columna) la existencia de esta irregularidad se pondera con un valor de 0,02.

La condiciones de deterioro de la edificación y su respectivo mantenimiento es otro de los indicadores de peso al momento de estimar el índice de vulnerabilidad. Las consideraciones que establecen como puntos negativos al momento de evaluar se plantean en la tabla (2.19).

El último de los indicadores de vulnerabilidad trata sobre los problemas geotécnicos en la que se debe aclarar si la edificación se encuentra construido cerca de una ladera y/o cerca a un talud, así como también si presenta asentamientos en sus fundaciones. El BPE establece que con la presencia de al menos de uno de estos problemas se debe ponderar con un valor de 0,06.

Tabla 2.19. Valores del indicador referente a Deterioro y Mantenimiento (I_{ma}) según BPE.

DETERIORO/MANTENIMIENTO	I_{ma}
Evidencia de deterioro generalizado/Mantenimiento malo	0,18
Agrietamiento en estructura y corrosión generalizados	0,16
Agrietamiento en estructura o corrosión generalizados	0,14
Evidencia de deterioro localizado	0,09
No hay indicadores de deterioro/Mantenimiento bueno	0

Fuente: IMME-FUNVISIS-FEDE (2011)

El BPE desde su concepción está dirigido para edificaciones escolares, por tanto su uso está definido, lo que se debe establecer es la ocupación de la edificación, y por tal razón este

instrumente maneja este parámetro como el índice de ocupación (I_O), cuyos valores se exponen en la tabla 2.20.

Tabla 2.20. Valores del índice de importancia (I_O) según BPE.

POBLACIÓN	ÍNDICE DE OCUPACIÓN (I_O)
> 1000	1,00
500 - 1000	0,75
< 500	0,50

Fuente: IMME-FUNVISIS-FEDE (2011)

Los indicadores e índices que se mencionaron facilitan el proceso para estimar los valores de cada uno de los índices (vulnerabilidad, riesgo y priorización) para dictaminar si alguna estructura desde el punto de vista sismorresistente se encuentra comprometida y la posibilidad de daños o posible colapso de la edificación ante un evento sísmico. El rango de valores que reporta el BPE al momento de calcular estos indicadores está entre 0 y 1, aquella edificación que no se encuentre comprometida ya que sus condiciones son las óptimas tendrá un valor próximo a cero (0), mientras que una edificación que está muy comprometida y sus condiciones son las más desfavorables este instrumento le adjudicará un valor máximo igual a uno (1).

2.2.10. Baremo FEMA

El método de la Agencia Federal de Manejo de Emergencias del gobierno de Estados Unidos (FEMA), específicamente el FEMA 154 utiliza la planilla de inspección visual rápida que se introdujo en el apartado 2.2.6 y se muestra en el anexo A1. Existen tres planillas que las diferencia una de la otra según el nivel de amenaza sísmica en donde se encuentre la edificación o estructura, estos niveles están planteados por el FEMA 154 como: baja sismicidad, moderada sismicidad y alta sismicidad (FEMA, 2002).

Esta planilla inicia su aplicación con la asignación de un puntaje básico que dependerá de la tipología estructural, este valor es conocido como “Score” y las tipologías se enmarcan en la tabla 2.21.

Tabla 2.21. Tipología estructural establecida en el FEMA 154.

Clasificación FEMA 154	
Pórtico de madera, residencial o comercial, ≤ 5000 pies ²	W1
Pórtico de madera, edificios, ≥ 5000 pies ²	W2
Pórtico de acero resistente a momento	S1
Pórtico de acero arriostrado	S2
Pórtico de acero ligero	S3
Mixta pórtico de acero con muro de concreto resistente a corte	S4
Mixta pórtico de acero con mampostería no reforzada	S5
Pórtico de concreto resistente a momento	C1
Muro concreto resistente a corte	C2
Pórtico de concreto con relleno de mampostería no reforzada	C3
Muro de concreto prefabricado	PC1
Pórtico de concreto prefabricado	PC2
Mampostería reforzada de diafragma flexible	RM1
Mampostería reforzada de diafragma rígido	RM2
Muro de carga con mampostería no reforzada	URM

Fuente: Manual FEMA (FEMA, 2002)

Al igual que los baremos mencionados anteriormente (FUNVISIS y BPE) el FEMA igualmente hace parte del instrumento a los indicadores de vulnerabilidad, estos son:

- La altura, en la que se plantea dos posibilidades la primera “altura media” que son todas las edificaciones que se conforman por estructuras de 4 a 7 pisos y la segunda “altura alta” aquellas estructuras que superan los 8 pisos.
- Irregularidades verticales, que hace referencia a todas las irregularidades posibles que se consideran en dirección vertical: cercanía a laderas, cercanías a taludes, pared inclinada, columna corta, piso blando y muros bajos.

- Irregularidades de planta, se hace referencia a las irregularidades posibles que se proyectan sobre un plano horizontal: forma de planta (L, T, U, E u otra forma irregular), esquinas entrantes o salientes, sistema resistente en una o dos direcciones y excentricidad.
- Pre-Código (*Pre-Code*), se aplica en edificaciones ubicadas en las regiones de alta y moderada sismicidad, es únicamente considerado si el edificio se proyectó o fue construido con anterioridad a la aprobación de los códigos o normas sísmicas. Este indicador se puede identificar como “antes de código”.
- Punto de Referencia (*Post- Benchmark*), se considera sólo las estructuras que fueron diseñadas y/o construidas con posterioridad al año donde la(s) norma(s) sismorresistente ha presentado cambios significativos (mejoras). El año en que se aprobaron dichas mejoras se denomina el "punto de referencia".
- Suelos tipo C, estructuras donde sus fundaciones son colocadas sobre rocas blandas o suelos muy densos.
- Suelos tipo D, suelos rígidos con velocidad de onda S entre 600-1200 pie/s.
- Suelos tipo E, suelos blandos con velocidad de onda S < 600 pie/s.

Sin embargo, el FEMA 154 no presenta un único valor para cada indicador de vulnerabilidad sino que el valor de cada uno de esto estará condicionado por el tipo de estructura. En las tablas 2.22, 2.23 y 2.24 se presentan los valores de cada uno de estos indicadores de vulnerabilidad haciendo referencia a nivel de amenaza sísmica en la que se encuentra la edificación y al tipo de estructura que se esté inspeccionando.

Tabla 2.22. Valores para cada indicador de vulnerabilidad del FEMA 154, Sismicidad alta.

OCCUPANCY					SOIL TYPE						FALLING HAZARDS				
Assembly Commercial Emer. Services	Govt Historic Industrial	Office Residential School	Number of Persons 0 – 10 11 – 100 101-1000 1000+		A Hard Rock	B Avg. Rock	C Dense Soil	D Stiff Soil	E Soft Soil	F Poor Soil	<input type="checkbox"/> Unreinforced Chimneys	<input type="checkbox"/> Parapets	<input type="checkbox"/> Cladding	<input type="checkbox"/> Other:	
BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4	0.0
High Rise (> 7 stories)	N/A	N/A	+0.6	+0.8	N/A	+0.8	+0.8	+0.6	+0.8	+0.3	N/A	+0.4	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Plan irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2
Post-Benchmark	+2.4	+2.4	+1.4	+1.4	N/A	+1.6	N/A	+1.4	+2.4	N/A	+2.4	N/A	+2.8	+2.6	N/A
Soil Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Soil Type D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Soil Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8
FINAL SCORE, S															

Fuente: Manual FEMA (FEMA, 2002).

Tabla 2.23. Valores para cada indicador de vulnerabilidad del FEMA 154, Sismicidad Moderada.

OCCUPANCY					SOIL TYPE						FALLING HAZARDS				
Assembly Commercial Emer. Services	Govt Historic Industrial	Office Residential School	Number of Persons 0 – 10 11 – 100 101-1000 1000+		A Hard Rock	B Avg. Rock	C Dense Soil	D Stiff Soil	E Soft Soil	F Poor Soil	<input type="checkbox"/> Unreinforced Chimneys	<input type="checkbox"/> Parapets	<input type="checkbox"/> Cladding	<input type="checkbox"/> Other:	
BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Basic Score	5.2	4.8	3.6	3.6	3.8	3.6	3.6	3.0	3.6	3.2	3.2	3.2	3.6	3.4	3.4
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.4	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.2	+0.4	+0.2	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	-0.4
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+1.4	+1.4	N/A	+1.4	+0.8	+0.5	+0.8	+0.4	N/A	+0.6	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-3.5	-3.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-1.0	-0.4	-1.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Post-Benchmark	+1.6	+1.6	+1.4	+1.4	N/A	+1.2	N/A	+1.2	+1.6	N/A	+1.8	N/A	2.0	+1.8	N/A
Soil Type C	-0.2	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.8	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.4
Soil Type D	-0.6	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.0	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
Soil Type E	-1.2	-1.8	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
FINAL SCORE S															

Fuente: Manual FEMA (FEMA, 2002).

Tabla 2.24. Valores para cada indicador de vulnerabilidad del FEMA 154, Sismicidad Baja.

OCCUPANCY					SOIL TYPE						FALLING HAZARDS				
Assembly	Govt	Office	Number of Persons		A	B	C	D	E	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Commercial	Historic	Residential	0 – 10	11 – 100	Hard	Avg.	Dense	Stiff	Soft	Poor	Unreinforced	Parapets	Cladding	Other:	
Emer. Services	Industrial	School	101-1000	1000+	Rock	Rock	Soil	Soil	Soil	Soil	Chimneys				
BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Basic Score	7.4	6.0	4.6	4.8	4.6	4.8	5.0	4.4	4.8	4.4	4.4	4.6	4.8	4.6	4.6
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.2	-0.2	+0.4	-0.2	-0.4	N/A	-0.2	-0.4	-0.2	-0.6
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+1.0	+1.0	N/A	+1.0	+1.2	+1.0	0.0	-0.4	N/A	-0.2	N/A	0.0	N/A
Vertical Irregularity	-4.0	-3.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-1.5	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5
Plan Irregularity	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
Pre-Code	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Post-Benchmark	0.0	+0.2	+0.4	+0.6	N/A	+0.6	N/A	+0.6	+0.4	N/A	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4
Soil Type C	-0.4	-0.4	-0.8	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.6	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-0.4	-0.2	-0.4
Soil Type D	-1.0	-0.8	-1.4	-1.2	-1.0	-1.4	-0.8	-1.4	-0.8	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.8	-0.8
Soil Type E	-1.8	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.2	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-1.8	-2.0	-1.4	-1.6	-1.4
FINAL SCORE, S															

Fuente: Manual FEMA (FEMA, 2002).

Para poder obtener el valor del índice de riesgo que plantea el FEMA 154 se inicia con una inspección visual estableciéndose el tipo de estructura, luego se procede a detallar la existencia o no de cada uno de estos indicadores y en caso de estar presente se va encerrando en un círculo y al final se realiza la suma de estos valores encerrados en círculos, el total que se reporta es el índice de riesgo que lo identifican como “Score” (S). La escala que maneja el FEMA 154 establece que mientras más alto sea el valor del índice más segura es la estructura, mientras más bajo sea su valor entonces la estructura tiene un alto potencial de riesgo procediendo hacer la observación de realizar análisis más detallados por expertos en el área de estructuras sismorresistentes.

CAPÍTULO III

MÉTODO

El método para la realización del presente trabajo especial de grado está constituido por una serie de actividades que establecen los pasos o procedimientos a seguir para poder cumplir con los objetivos propuestos. Para tener un esquema secuencial de cómo se irán estableciendo los procedimientos a seguir, se plantean los siguientes pasos:

3.1. Proceso de recolección de las planillas de inspección y verificación de la información

Para la recolección de las planillas de inspección de las edificaciones estudiadas en el presente trabajo, se contó con la información recopilada de las inspecciones hechas a 311 edificaciones escolares durante el periodo 2007-2009 por personal del Centro de Estudios Integrales del Ambiente (CENAMB) de la UCV, BOMBEROS y estudiantes de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la UCV; planillas que se encuentran en la División de Estructura del IMME-FI-UCV. Adicionalmente, en este proceso de recopilación se adicionaron 35 planillas de inspecciones hechas a igual número de estructuras en el Estado Carabobo recuperadas de dos trabajos de grados elaborados por estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo.

El proceso de verificación constó en asegurar que la información plasmada sobre las planillas fuera cierta y coherente, esto con apoyo a las bases conceptuales adquiridas durante la preparación profesional y con ayuda del tutor quien ofreció respuestas a las interrogantes que se presentaron. Para este proceso se dispuso de imágenes, planos, informes, fotos y todo aquel material que facilitó el proceso de verificación de la data.

3.2. Creación de la base de datos

Una vez verificada la información de las planillas, se procedió al vaciado de la información obtenida en las mismas en un formato de hoja de cálculo de Excel. Para este fin se elaboró un programa llamado BPE y se empleó como herramienta de ayuda computacional el Visual Basic 2010 el cual permitió el vaciado eficiente y preciso de las planillas de inspección ocular, así como también facilitó los procesos de cálculos de las variables o parámetros a estudiar en este trabajo. Cabe destacar que se seleccionó Excel como almacenador de la base de datos porque permite el manejo directo, fácil y práctico de la información sin utilizar ningún intermediario, permitiéndose manipular y confirmar los resultados, y llevar los datos de una computadora a otra con sólo grabar la hoja Excel. Es importante aclarar que el programa no forma parte de los objetivos de este trabajo sino que será un valor agregado y un aporte por parte de los tesisistas. En el Apéndice B se muestra las bases de este programa.

3.3. Cálculo de los índices de vulnerabilidad, riesgo y priorización

De la información recopilada en las inspecciones y almacenada en la hoja de cálculo se procedió a la aplicación de cada uno de los baremos usados en este Trabajo Especial de Grado (BPE, FUNVISIS y FEMA 154) los cuales fueron descritos en el capítulo II. En el Apéndice C se muestra un ejemplo de cómo es el proceso de estimación de los índices. Esta actividad estuvo acompañada igualmente del uso del programa BPE elaborado en Visual Basic en combinación con la hoja de cálculo de Excel, para facilitar y agilizar el proceso. Para asegurar que los resultados obtenidos por el programa son confiables se realizó una corrida en frío tomando aleatoriamente 20 edificaciones escolares y se realizaron con apoyo de una calculadora los cálculos de cada uno de los índices por cada barmeo.

3.4. Análisis de la información obtenida a través de las de las inspecciones

De la información que se tiene en la base de datos creada, se procedió a hacer un análisis de los resultados que se obtuvieron de las inspecciones, en este paso en particular se analizaron las características y las variables de vulnerabilidad (estructurales y no estructurales) que se deben reportar cuando se llenan las planillas. Esto se hizo con la finalidad de hacer un estudio general de cómo es el comportamiento de estos parámetros en la muestra de 346 edificaciones. Se elaboraron gráficos de torta y de barra estableciendo las distribuciones porcentuales. Los parámetros asociados a las características y las variables de vulnerabilidad analizadas fueron:

- Zona sísmica
- Matrícula (asociada al número de alumnos)
- Tipo de estructura
- Años de proyecto y/o construcción
- Irregularidades en planta
- Existencia de sistema resistente a sismo en ambas direcciones
- Irregularidades verticales
- Columnas cortas
- Posibilidad de golpeteo
- Concentración de masa en niveles superiores
- Condiciones generales de mantenimiento.
- Problemas geotécnicos
- Número de pisos

3.5. Comparación del Baremo Proyecto Escuela (BPE)

La Comparación del BPE se apoyó en la comparación de este instrumento con el de FUNVISIS y el del FEMA, no solo a través de los valores que se obtuvieron de los índices sino que se consideraron también las formas de aplicación, las ecuaciones que usan para estimar los índices y los indicadores o sub-índices que estos incluyan.

3.5.1. Comparación de los indicadores de vulnerabilidad y otros índices que incluyen cada baremo

Este proceso de comparación se realizó enfrentado a los tres baremos y se establecieron sus diferencias e igualdades en las formas de aplicación, así como también de los indicadores que los conforman. Se elaboraron cuadros comparativos y gráficas de barras.

3.5.2. Comparación de los índices de vulnerabilidad, riesgo y priorización obtenidos por cada baremo

En esta sección la comparación de los baremos se realizó por índice enfrentado al BPE con los otros dos instrumentos. La secuencia manejada en cada una de las comparaciones por índice se planteó de la siguiente forma:

1. Se hizo el análisis comparativo del valor obtenido del índice aplicando BPE con el obtenido con el otro instrumento a través de un grafico de dispersión donde se estudió su comportamiento.
2. Se procedió a determinar la correlación de Pearson entre los dos instrumentos en comparación, siendo el índice de estudio el parámetro correlacionado. De esto se reportó el valor y se analizó. Las ecuaciones estadísticas (3.1), (3.2), (3.3), (3.4), (3.5), (3.6) y (3.7) que fueron usadas en este proceso que se presentan a continuación, fueron tomadas de Triola (2009).

Cálculo de la media

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3.1)$$

Donde:

μ : Media de la variable x .

x_i : Valor i -ésimo de la variable “ x ”.

n : Número total de términos evaluados.

Cálculo de la Covarianza “ x ” en “ y ”

$$\text{Covar}(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x) * (y_i - \mu_y)}{n-1} \quad (3.2)$$

Donde

$\text{Covar}(x, y)$: Covarianza de la variable “ x ” en “ y ”.

μ_x : Media de la variable x .

μ_y : Media de la variable y .

x_i : Valor i -ésimo de la variable “ x ”.

y_i : Valor i -ésimo de la variable “ y ”.

n : Número total de términos evaluados.

Cálculo de la Varianza en “ x ”

$$\text{Var}(x) = \text{Covar}(x, x) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)^2}{n} \quad (3.3)$$

Donde

$\text{Var}(x)$: Varianza en la variable “ x ”.

μ_x : Media de la variable x .

x_i : Valor i -ésimo de la variable “ x ”.

n : Número total de términos evaluados

Cálculo de la Varianza en “y”

$$\text{Var}(y) = \text{Covar}(y, y) = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \mu_y)^2}{n} \quad (3.4)$$

Donde

Var(y): Varianza en la variable “y”.

μ_y : Media de la variable “y”.

y_i : Valor i-ésimo de la variable “y”.

n: Número total de términos evaluados

Desviación estándar en “x” y en “y”

$$\sigma_x = \sqrt{\text{Var}(x)} \quad (3.5)$$

$$\sigma_y = \sqrt{\text{Var}(y)} \quad (3.6)$$

Donde

σ_x : Desviación en la variable “x”.

σ_y : Desviación en la variable “y”.

Var(x): Varianza en la variable “x”.

Var(y): Varianza en la variable “y”.

Correlación de Pearson

$$\text{Corr}(x, y) = \frac{\text{Covar}(x, y)}{\sigma_x * \sigma_y} \quad (3.7)$$

Donde

Covar(x,y): Covarianza de la variable “x” en “y”.

σ_x : Desviación en la variable “x”.

σ_y : Desviación en la variable “y”.

3. Se realizó un análisis de comparación por tendencia donde en un mismo gráfico se compararon los resultados de los instrumentos según el caso que aplique. Para lograr este punto se hizo el análisis en función al “Valor Z de la distribución normal” y la razón de esto está justificada en el capítulo III cuando se aborde este punto.

3.6. Criterio propuesto para obtener el valor que se usará para hacer la priorización de las edificaciones y elaboración del listado

Para poder establecer el criterio de priorización de las edificaciones escolares se contó con la información obtenida a través de trabajos realizados por otros autores que sirvan como punto de apoyo para establecer este límite. Esto estuvo acompañado de una revisión bibliográfica, de trabajos especiales de grado y de tesis de maestría que aborden este tema en particular.

Partiendo del límite de priorización establecido del punto anterior y de los índices de priorización obtenidos para cada edificación aplicando el BPE, se procede a realizar un listado de estimación de planteles educativos que requieran de una atención inmediata, correspondiente a aquellos que su valor sea igual o supere el reportado en el límite de priorización.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y ANÁLISIS

En esta sección del presente Trabajo Especial de Grado se realizará la discusión de los resultados obtenidos en la secuencia que se plantea a continuación:

- De los parámetros y/o características observadas durante las inspecciones realizadas a las 346 edificaciones escolares.
- De la comparación de indicadores y/o índices usados en cada uno de los baremos.
- De los índices de vulnerabilidad, riesgo y priorización obtenidos al aplicar cada uno de los baremos.
- De la comparación del BPE como un instrumento de medición de los índices de vulnerabilidad sísmica, riesgo sísmico y priorización.
- Del criterio a proponer para establecer el valor referencial del índice de priorización de las edificaciones escolares.

4.1. De los parámetros y/o características observadas durante las inspecciones realizadas a las 346 edificaciones escolares

Como se ha destacado anteriormente se plantea el comenzar esta sección haciendo un análisis de resultados con respecto a la información que se obtiene de las inspecciones realizadas a las 346 edificaciones escolares. De estas inspecciones se logró identificar la ocurrencia o presencia de parámetros que se identifican al momento de evaluar las características de diseño que hacen a las estructuras sismorresistentes, los resultados se reportarán en porcentajes a través de una representación gráfica (gráfico de torta) y ayudarán a predecir o visualizar cómo será el comportamiento de los índices a estudiar

(vulnerabilidad, riesgo y priorización) que se obtuvieron aplicando los tres baremos considerados.

Las características a identificar en las estructuras que son consideradas en la planilla de inspección ocular ya propuestas en el apartado 3.4 del Capítulo III, son de carácter informativo, usadas para poder estimar los índices de vulnerabilidad, riesgo y priorización aplicando los baremos BPE, FUNVISIS y FEMA 154..

La base de datos que se generó con el programa diseñado recabó la información obtenida de las inspecciones realizadas a un número total de 346 edificaciones escolares. La mayor parte de esta información se obtiene de las inspecciones realizadas a 311 edificaciones durante los años 2007 y 2009, que contó con la participación de personal capacitado de diferentes instituciones, éstas son:

- Centro de Estudios Integrales del Ambiente de la Universidad Central de Venezuela (CENAMB)
- Bomberos
- Estudiantes de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU-UCV)

Adicionalmente, para ampliar la base de datos se consideraron las inspecciones realizadas por:

- Las bachilleres Elimar J. Hernandez Guillen y Osmary C. Contreras Madriz, quienes en el año 2008 presentaron el Trabajo Especial de Grado que llevó como título “INDICE DEL GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES ESCOLARES EN VENEZUELA”, evaluando un total de 16 edificaciones escolares ubicadas en el estado Carabobo.

- Los bachilleres Grippi Luis y Rodríguez Mónica, quienes en el año 2008 presentaron el Trabajo Especial de Grado que llevó como título “EVALUACIÓN GENERAL DEL GRADO DE RIESGO SÍSMICO DE UN GRUPO DE ESTRUCTURAS ESCOLARES PÚBLICAS DE LOS MUNICIPIOS VALENCIA, GUACARA Y DIEGO IBARRA DEL ESTADO CARABOBO”, evaluando un total de 19 edificaciones escolares.

La razones por las cuales se consideraron la inspecciones realizadas por estos bachilleres son dos: (1) por haber usado la planilla “PROYECTO UCV - FUNVISIS - FEDE - FONACIT N° 2005000188” que es la empleada por el BPE; y (2) el ampliar la base de datos aumentado el número de edificaciones escolares inspeccionadas y contar con una muestra razonable para realizar los análisis estadísticos propuestos.

A continuación se presentan los gráficos de los parámetros característicos que se identificaron al momento de evaluar las condiciones en las que se encuentran las edificaciones escolares.

4.1.1. Zona Sísmica

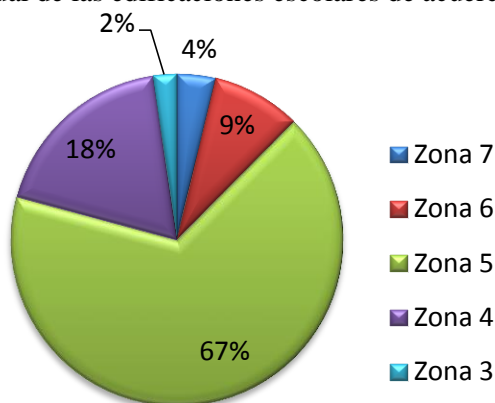
La zona sísmica es la zona geográfica en la cual se admite que la máxima intensidad esperada de las acciones sísmicas, en un período de tiempo prefijado, es similar en todos sus puntos (COVENIN 1756, 2001).

Para efectos de evaluación en el BPE, la zonificación permite determinar el índice de amenaza, por medio del cual se determina junto con el índice de vulnerabilidad el índice de riesgo de la edificación.

Es importante destacar que las 346 edificaciones escolares evaluadas se encuentran distribuidas en cinco de las zonas sísmicas especificada en la norma COVENIN 1756-2001 catalogándose como zonas de peligro medio (zonas 3 y 4) y peligro elevado (zonas 5, 6 y 7).

Partiendo de lo anteriormente dicho y en función a los resultados extraídos de las inspecciones se presenta el gráfico 4.1, en éste se observa que un 80% de las estructuras fueron construidas en zona sísmica de peligro elevado, mientras que el restante (el 20%) de las edificaciones evaluadas se encuentran ubicadas en zona sísmica de peligro medio. Es importante destacar que el mayor porcentaje de estas estructuras (67%) corresponden a edificaciones escolares construidas en zona sísmica 5 y las construidas entre las zonas sísmica 6 y 7 sólo representan un 13% del total.

Gráfico 4.1. Distribución porcentual de las edificaciones escolares de acuerdo a su zona sísmica.

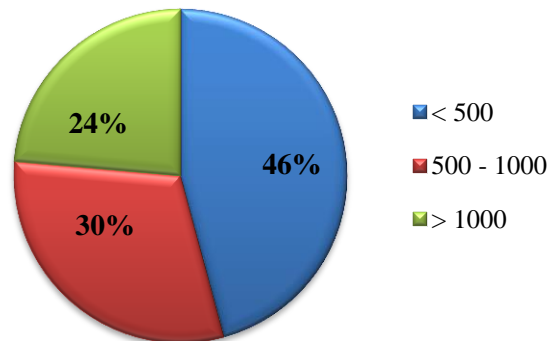


N° Total de datos: 346

4.1.2. Matrícula

La matrícula se refiere a la capacidad de estudiantes para la cual se diseñó la estructura, al igual que la zona sísmica es un parámetro de evaluación de gran importancia en el BPE y a partir de este parámetro se establecerá un índice de ocupación que junto con el índice de riesgo permite obtener el índice de priorización.

Gráfico 4.2. Distribución porcentual de las edificaciones escolares de acuerdo a su matrícula.



Nº Total de datos: 346

Del gráfico 4.2, se puede observar que un 46% de las edificaciones poseen una matrícula menor a 500 alumnos, seguido se tiene que el 30% de las edificaciones poseen una matrícula entre 500 y 1000 alumnos, y finalmente un 24% de las edificaciones escolares poseen una matrícula mayor a 1000 alumnos.

4.1.3. Tipo de Estructura

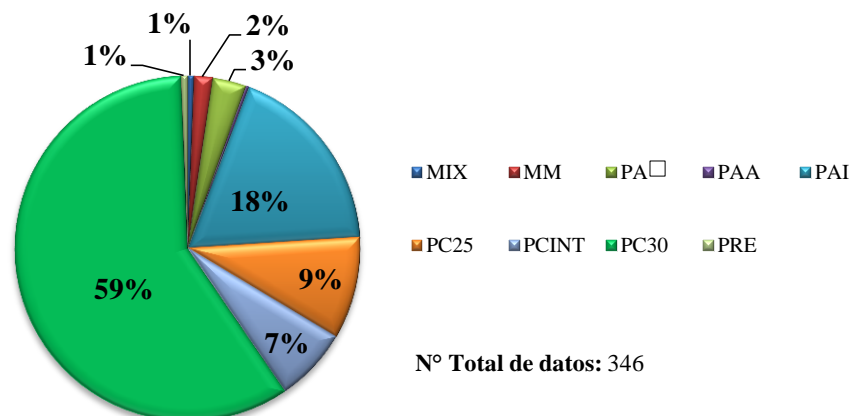
Al momento de inspeccionar una estructura la característica básica a identificar es el tipo de estructura resistente a sismo considerado al momento de su diseño. Dentro de esta característica se identifica qué materiales fueron usados y en qué configuración. Los tipos de estructuras resistentes a sismo conocidas comúnmente en el área de la construcción son:

- Pórticos de concreto
- Pórticos de acero
- Prefabricados
- Muros de concreto
- Muros de mampostería

Del gráfico 4.3 se extrae que de las 346 edificaciones escolares un 76% de éstas corresponden a estructuras cuyo tipo estructural de sistema resistente a sismo son pórticos de concreto del tipo PC30, PCINT, PC25 y MIX, siendo la PC30 la de mayor presencia con un 59%. Cabe destacar que de las edificaciones inspeccionadas las que resultaron ser del tipo estructural mixta fueron concebidas con pórticos de concreto y en el pasar del tiempo se les anexó uno o varios niveles superiores conformados con pórticos de acero.

Asimismo, se observa en este gráfico que aproximadamente el 22% de las edificaciones evaluadas corresponden a estructuras de pórticos de acero del tipo PAI, PA□ y PAA. Finalmente dentro de este grupo de 346 edificaciones se reportan que un 2% fueron elaborados con muro de mampostería (MM), un 1% con material prefabricado (PRE) y no hubo presencia de estructuras con muros de concreto (MC).

Gráfico 4.3. Distribución porcentual de las edificaciones escolares de acuerdo al tipo de estructura.



Recordando que:

MIX: Mixta.

MM: Muros de mampostería.

PA□: Pórticos de acero con perfiles tubulares.

PAA: Pórticos de acero arriostrados.

PAI: Pórticos de acero con perfiles de alma llena.

PC25, PCINT y PC30: Pórticos de concreto con sección de 25cm, intermedio y 30cm respectivamente.

PRE: Prefabricadas.

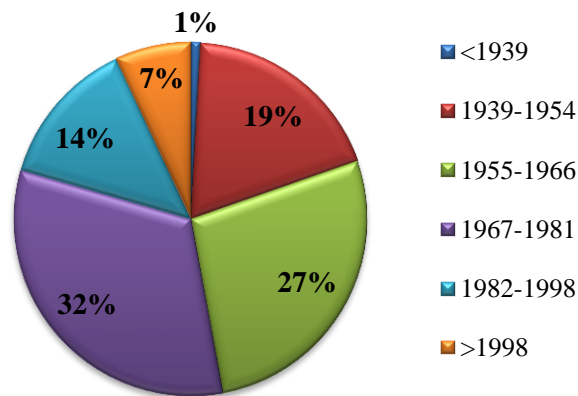
4.1.4. Año de Proyecto y/o Construcción

En este indicador se establece el año del proyecto y/o construcción de la estructura, información necesaria para obtener el índice de vulnerabilidad. Para poder presentar los resultados se establecieron grupos y cada uno está asociado a los periodos especificados en el BPE.

Partiendo de lo anteriormente dicho, en el gráfico 4.4 se puede extraer que el periodo de proyecto y/o construcción que agrupa la mayor cantidad de edificaciones escolares es justamente entre los años 1967 y 1981 arrojando un porcentaje del 32%, seguido con un 27% entre los años 1955 y 1966 y un 19% entre los años 1939 y 1954. Los grupos que presentaron menor porcentaje fueron con un 7% las edificaciones escolares construidas después del año 1998 y con un 1% las edificaciones escolares construidas antes del año 1939.

Para efectos de un análisis más detallado, las 346 edificaciones evaluadas se separaron en dos grupos correspondientes a las edificaciones de concreto armado y las de acero, y así realizar una clasificación de aquellas edificaciones construidas con las normas respectivas vigentes, donde en el caso de las estructuras de concreto se empleó como referencia la Norma COVENIN 1753, “Estructuras de concreto armado para edificaciones. Análisis y diseño” del año 1985, y para las estructuras de acero se empleó como referencia la Norma COVENIN 1618, “Estructuras de Acero para Edificaciones”, del año 1998. Con esto se tienen los gráficos 4.5 y 4.6.

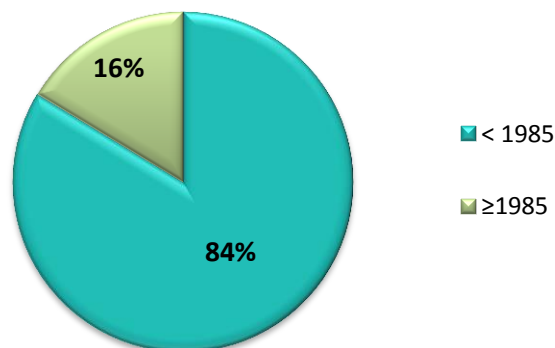
Gráfico 4.4. Distribución porcentual de las edificaciones escolares de acuerdo al año de proyecto y/o construcción.



N° Total de datos: 346

Del gráfico 4.5 se establece que para un total de 263 edificaciones escolares de concreto armado un 84% se proyectaron y/o se construyeron antes de la norma COVENIN 1753 del año 1985 y el restante (el 16%) después de dicha norma.

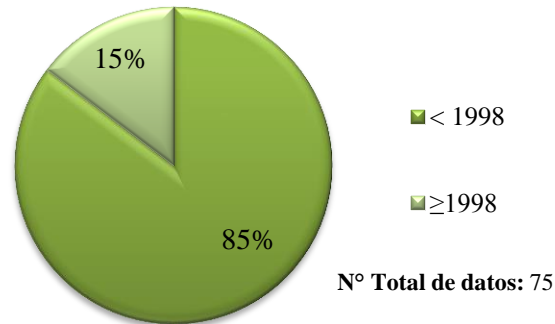
Gráfico 4.5. Distribución porcentual de las edificaciones escolares elaboradas en concreto armado que fueron proyectadas o construidas antes o después de la norma COVENIN 1753-1985.



N° Total de datos: 263

Finalmente en el gráfico 4.6, se observa que de un total de 75 edificaciones escolares elaboradas en acero evaluadas un 85% fueron construidas antes de la norma COVENIN 1618 del año 1998, mientras que el porcentaje restante que corresponde a un 15% se construyeron a partir de 1998.

Gráfico 4.6. Distribución porcentual de las edificaciones escolares elaboradas en acero que fueron proyectadas y/o construidas antes o después de la norma COVENIN 1618-1998.



4.1.5. Irregularidad en Planta

Las irregularidades en planta se asocian a la configuración o forma en que se proyecta la estructura sobre un plano de planta, dependiendo de la forma o configuración geométrica que ésta tome puede hacer vulnerable o no a la estructura. Según Fernández (2011), las irregularidades de planta así como las de altura (en términos de masa, resistencia o rigidez) pueden ocasionar concentraciones de esfuerzos, o desviaciones entre los centros de masa y rigidez, que ponen en peligro la integridad de la estructura. La simetría evita la presencia de efectos torsionales debido a la coincidencia entre el centro de masa y el centro de rigidez.

Asimismo, de las plantas con esquinas entrantes, en los vértices se producen concentraciones de esfuerzos, por lo que es recomendable procurar que la planta del edificio sea lo más compacta posible. Cuando el edificio tiene alas muy alargadas, éstas tienden a vibrar en diferentes direcciones, generando grandes concentraciones de esfuerzos en las esquinas entrantes de la planta (Fernández, 2011).

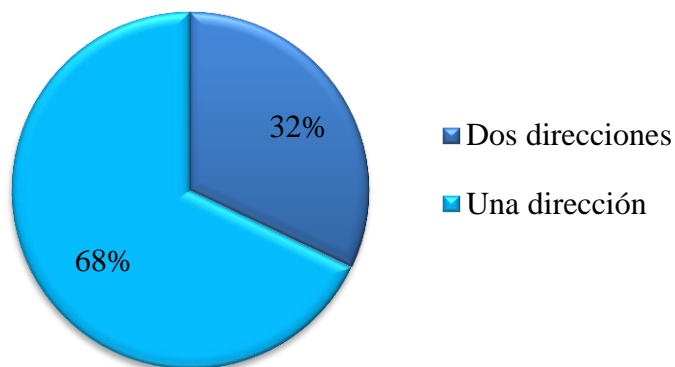
Entre las irregularidades en planta consideradas en las inspecciones oculares realizadas, se encuentran el sistema resistente a sismo y la forma de la planta, los cuales son otro de los parámetros necesarios para obtener el índice de vulnerabilidad, de acuerdo al BPE.

4.1.5.1. Sistema Resistente a Sismo en las dos Direcciones

Se entiende por sistema resistente a sismo a la parte del sistema estructural que se considera suministra a la edificación la resistencia, la rigidez y ductilidad necesaria para soportar las acciones sísmicas. Dado que los efectos sísmicos pueden ser preponderantes en cualquier dirección horizontal, la estructura debe tener resistencia sísmica en todas las direcciones y por tanto el sistema estructural de resistencia sísmica debe existir en dos direcciones ortogonales, de tal manera que se garantice la estabilidad, tanto de la estructura considerada como un todo, como de cada uno de sus elementos, ante movimientos sísmicos que puedan ocurrir en cualquier dirección horizontal (COVENIN 1756, 2001).

En el gráfico 4.7, se observa que un 68% corresponde a edificaciones que no poseen sistema resistente a sismo en dos direcciones, mientras que el 32% restante de las edificaciones evaluadas poseen sistema resistente a sismo en dos direcciones.

Gráfico 4.7. Distribución porcentual de las edificaciones escolares en referencia a la presencia de sistema resistente a sismo en dos direcciones.



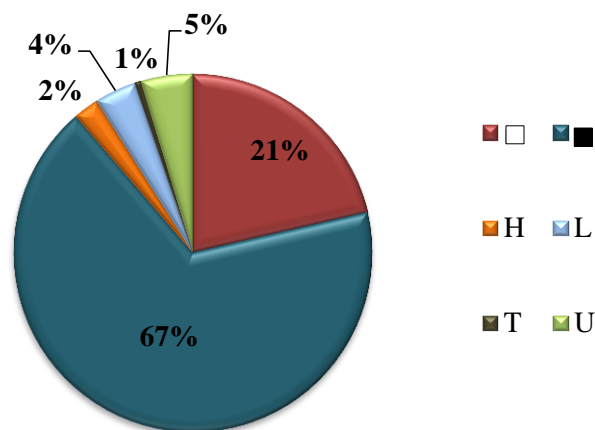
Nº Total de datos: 346

4.1.5.2. Forma de la Planta

En cuanto a la forma de la planta es importante resaltar que las edificaciones que posean grandes aberturas, reducciones en planta, formas alargadas en planta, formas T, L ó H, ante un sismo, pueden ocasionar un comportamiento no unitario de la estructura. Por tal razón debe ocurrir que la losa pueda considerarse rígida en su plano para poder distribuir las fuerzas horizontales de acuerdo a la rigidez lateral de los elementos verticales (Fernández, 2011).

Los diferentes tipos de planta que se pueden reportar en la planilla de inspección son: rectangular con ausencia de abertura (■), rectangular con presencia de abertura (□), H, L, T y U. En función a estos tipos, de las inspecciones realizadas a las 346 edificaciones se tiene que un 67% de estas estructuras poseen planta del tipo rectangular con ausencia de abertura y un 21% poseen una configuración de planta tipo rectangular con presencia de abertura. El 12 % restante se agrupan las del tipo H, L, U y T cuyos porcentajes son 2%, 4%, 5% y 1% respectivamente (ver gráfico 4.8).

Gráfico 4.8. Distribución porcentual de las edificaciones escolares de acuerdo a su forma de planta.



Nº Total de datos: 346

4.1.6. Irregularidades Verticales

Los edificios con asimetría en elevación pueden presentar ante un evento sísmico el efecto de “latigazo” debido al cambio brusco de rigidez que ocasiona una concentración de esfuerzos. Aunque la estructura sea estable y de forma regular, la deformación total ante cargas laterales depende en gran medida de su rigidez. A menor rigidez, mayor deformación; y a mayor deformación, mayor probabilidad de daños (Fernández, 2011).

Las irregularidades verticales tales como entrepiso blando, columna corta, discontinuidad vertical y posibilidad de golpeteo entre edificios, son parámetros que en el cálculo del índice de vulnerabilidad del BPE corresponde a irregularidades de elevación.

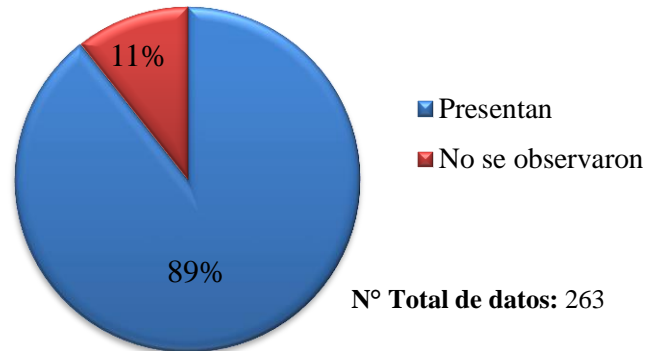
4.1.6.1. Columna Corta

El efecto columna corta se define como una marcada reducción en la longitud libre de columnas, por efecto de restricciones laterales tales como paredes, u otros elementos no estructurales (COVENIN 1756, 2001).

La porción libre de la columna adquiere mucha mayor rigidez que las no restringidas, generando sobre ella elevada demanda de corte, es decir, una falla frágil por tracción diagonal ante elevados esfuerzos cortantes. Como la rigidez lateral es inversamente proporcional al cubo de su longitud, la columna de menor longitud tendrá mayor rigidez y por tanto asumirá mayor fuerza cortante (Fernández, 2011).

El estudio o evaluación de la presencia de columnas cortas en las edificaciones escolares de pórticos de concreto es de suma importancia en vista que es uno de los problemas estructurales comunes observados en estos edificios, donde se ha evidenciado que aquellas escuelas que presentaron daños por algún evento sísmico, uno de los más notables es el causado por el efecto de columna corta.

Gráfico 4.9. Distribución porcentual de las edificaciones escolares de pórticos de concreto armado que presentan columna corta.



Al analizar como irregularidad vertical la presencia de columnas cortas en las edificaciones escolares de pórticos de concreto, que corresponden a 263 edificaciones del total evaluado, se observa del gráfico 4.9, que un 89% de las edificaciones escolares presentan columnas cortas, mientras que un 11% de las edificaciones no presentan columnas cortas.

4.1.6.2. Discontinuidad Vertical

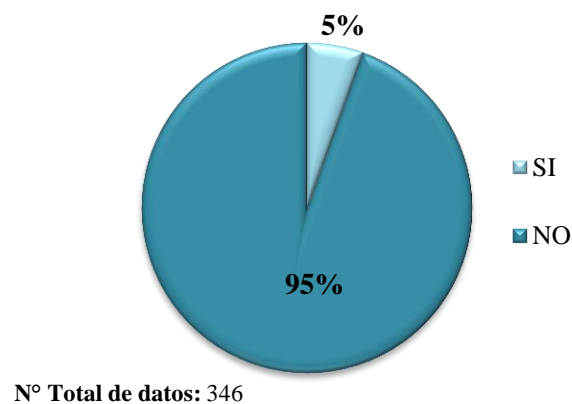
De acuerdo a la Norma COVENIN 1756-2001, se entiende por discontinuidad vertical a cualquiera de los siguientes tres casos presentados a continuación:

1. Columnas o muros que no continúan al llegar a un nivel inferior distinto al nivel de base.
2. El ancho de la columna o muro en un entrepiso presenta una reducción que excede el veinte por ciento (20%) del ancho de la columna o muro en el entrepiso inmediatamente superior en la misma dirección horizontal.

3. El desalineamiento horizontal del eje de un miembro vertical, muro o columna, entre dos pisos consecutivos, supera $1/3$ de la dimensión horizontal del miembro inferior en la dirección del desalineamiento.

El problema de transición de columna ocasiona que los momentos de la columna superior no se pueden transmitir a la inferior.

Gráfico 4.10. Distribución porcentual de las edificaciones escolares según la presencia o no de discontinuidad vertical.



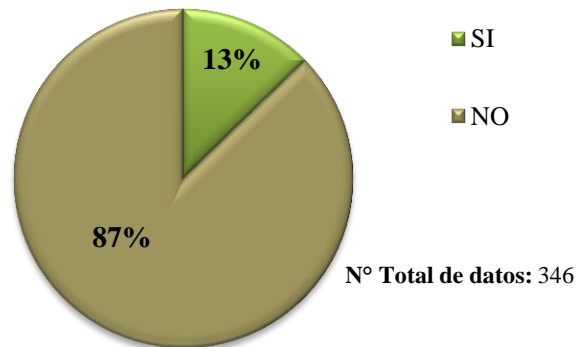
En el gráfico 4.10, se observa que un 95% de las edificaciones no poseen discontinuidad vertical y el 5% restante de estas estructuras sí poseen discontinuidad vertical.

4.1.6.3. Entrepiso Blando

Unas de las irregularidades más comunes y fáciles de identificar es el entrepiso blando, entendiéndose por esto como la configuración caracterizada por una marcada diferencia de rigideces entre niveles adyacentes (COVENIN 1756, 2001). Las deformaciones por desplazamientos laterales tienden a concentrarse en un solo piso y pueden exceder la capacidad de deformación de dicho piso.

Al observar el gráfico 4.11, se establece que un 87% de estas estructuras corresponde a edificaciones que no poseen entrepiso blando y tan solo un 13% sí tienen presente este tipo de discontinuidad vertical.

Gráfico 4.11. Distribución porcentual de las edificaciones escolares según la presencia o no de entrepiso blando.

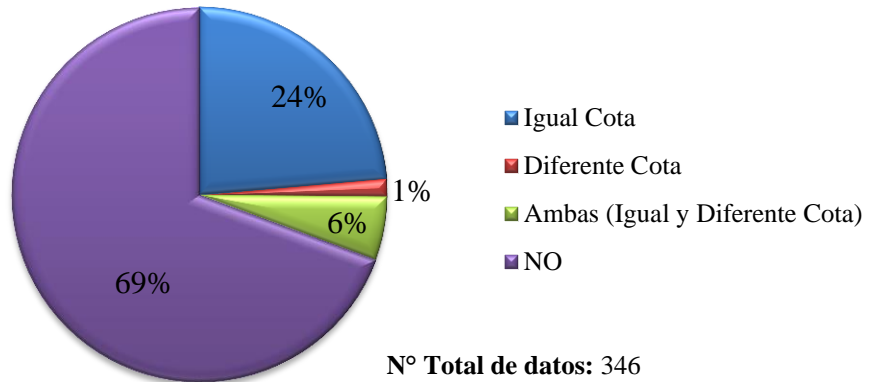


4.1.6.4. Posibilidad de Golpeteo

El problema de los edificios adyacentes o de dos partes del mismo edificio, que se golpean entre sí durante un sismo, está relacionado con dos aspectos que son las juntas de separación y la rigidez. Las consecuencias de los golpes entre estructuras pueden tener poca importancia cuando las colisiones se produzcan entre losas o pueden ser catastróficas cuando una losa saliente golpea a una o más columnas. La posibilidad de golpeteo es una función del desplazamiento lateral, o de la deflexión vertical de los edificios aledaños por tal razón la separación entre edificios se debe normar. (Fernández, 2011).

En la planilla de inspección usada se tenía enmarcada tres posibilidades: golpeteo a misma cota, golpeteo a diferente cota, o simplemente la no existencia de esta discontinuidad. Los resultados obtenidos arrojan que un 69% de las edificaciones no presentan golpeteo, dato importante ya que esto reduce la vulnerabilidad de la estructura. Sin embargo, un 24% de las edificaciones presentan posibilidad de golpeteo a igual cota, y un 1% a diferente cota, pero cabe destacar el 6% del total de las edificaciones presentaron a la vez las dos posibilidades de golpeteos. Estos porcentajes están representados en la siguiente gráfica.

Gráfico 4.12. Distribución porcentual de las edificaciones escolares con posibilidad de golpeteo.

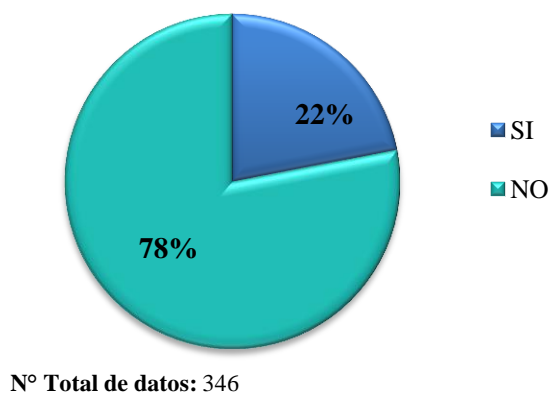


4.1.6.5. Concentración de Masa en Niveles Superiores

Una estructura con masa concentrada en nivel superior puede tener un comportamiento de péndulo invertido. Por tal razón, un principio de diseño sísmico de estructuras establece que la masa debe ir disminuyendo conforme se sube en altura. En caso contrario, el peso de la sobrecarga del último piso es mayor a la del piso inferior (Fernández, 2011).

En el gráfico 4.13, se expone que un 78% corresponde a edificaciones que no poseen concentración de masa en niveles superiores, mientras que el 22% restante poseen concentración de masa en niveles superiores.

Gráfico 4.13. Distribución porcentual de las edificaciones escolares de acuerdo a la Concentración de Masa en Niveles Superiores.



4.1.7. Evidencia de Deterioro o Estado de Mantenimiento

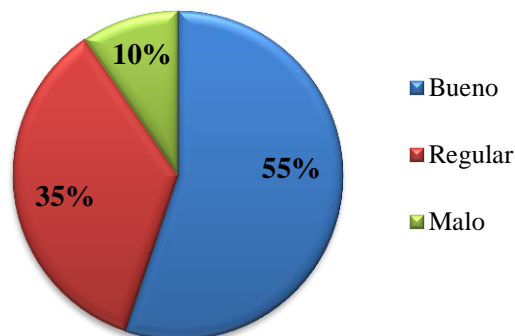
La evidencia o estado de mantenimiento de la estructura, es otro de los parámetros considerados para el cálculo del índice de vulnerabilidad de las edificaciones escolares de acuerdo al BPE. En el mismo se consideran dos aspectos: el estado general de mantenimiento e indicadores de deterioro de la estructura.

4.1.7.1. Estado General de Mantenimiento

El estado general de mantenimiento de los edificios durante las inspecciones realizadas, está relacionado con las condiciones de conservación del edificio, instalaciones, acabados y elementos que lo conforman, para darle una mayor durabilidad. De acuerdo al BPE, el estado general de mantenimiento puede ser bueno, regular o malo.

Este parámetro se puede considerar como el más subjetivo entre todos los evaluados en la inspección ocular, debido a que su selección depende de la percepción personal del inspector al evaluar la edificación.

Gráfico 4.14. Distribución porcentual de las edificaciones escolares de acuerdo a su estado de mantenimiento.



Nº Total de datos: 346

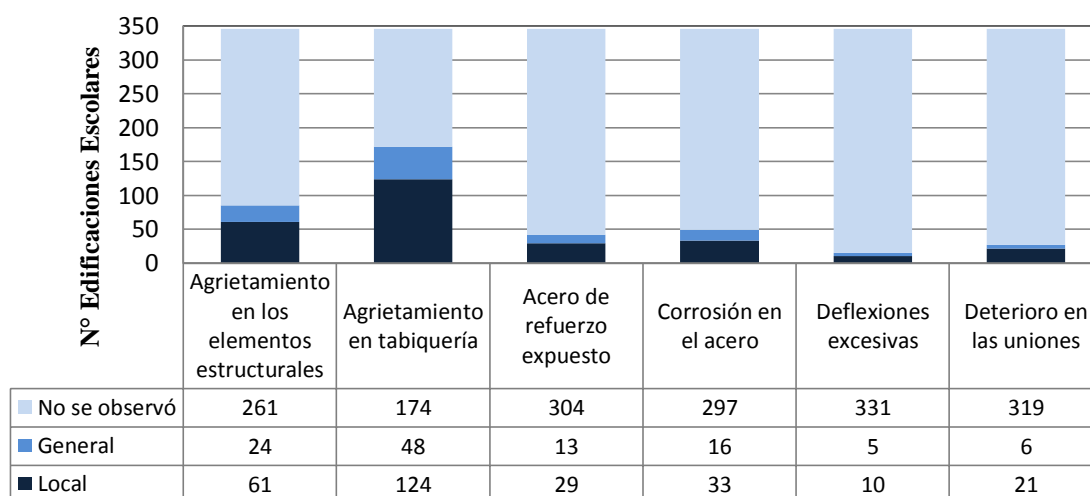
Del gráfico 4.14, se puede observar el 55% de las estructuras inspeccionadas poseen un buen estado general de mantenimiento, un 35% poseen un estado general de mantenimiento regular, y finalmente un 10% poseen un estado general de mantenimiento malo.

4.1.7.2. Indicadores de Deterioro de la Estructura

Es posible determinar la calidad de la construcción mediante evidencias físicas de la propia edificación, tales como la textura superficial de los elementos y la precisión de la construcción, entre muchas otras.

Los indicadores de deterioro evaluados en la planilla de inspección son: agrietamientos en los elementos estructurales, agrietamiento en tabiquería, acero de refuerzo expuesto, deflexiones excesivas y deterioro en las uniones; al momento de establecer si estaban presentes en la estructura se debía indicar si era de forma local o forma generalizada. Los resultados obtenidos de las inspecciones son los que se representan en el gráfico 4.15, siendo el agrietamiento en tabiquería el indicador de deterioro más observado tanto localmente como de manera generalizada, seguido del agrietamiento de elementos estructurales, y en menor número las deflexiones excesivas.

Gráfico 4.15. Distribución de las edificaciones escolares de acuerdo a los indicadores de deterioro de la estructura.



4.1.8. Problemas Geotécnicos

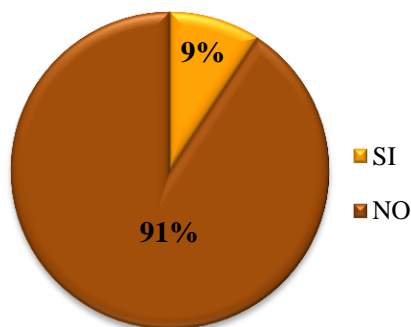
Aún cuando en las inspecciones realizadas así como en la evaluación de las mismas no se consideraron las condiciones del suelo o tipo de suelo, es importante mencionar, que el suelo debe ser compatible con el tipo de fundación empleado. Así por ejemplo, un suelo blando puede no ser compatible con fundaciones superficiales aisladas convencionales y un suelo rígido no requiere de fundaciones profundas. Adicionalmente, existen taludes que pueden fallar como un conjunto, por lo que es necesario determinar la superficie de falla para garantizar que la cimentación se realice con la profundidad adecuada. (Fernández, 2011).

De acuerdo con la planilla de inspección, los problemas geotécnicos que se pueden presentar las edificaciones escolares evaluadas, son: la cercanía a talud, construido en ladera y asentamiento de fundaciones. Sin embargo, el asentamiento de fundaciones está incluido en el parámetro de evidencia de deterioro de la estructura.

4.1.8.1. Cercanía a Talud

Del gráfico 4.16 se observa que un 91% corresponde a edificaciones que no están construidas cerca de un talud, mientras que el 9% restante sí lo están.

Gráfico 4.16. Distribución porcentual de las edificaciones escolares construidas cercanas a un talud.

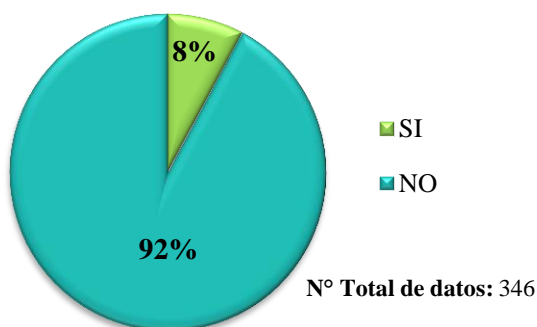


Nº Total de datos:346

4.1.8.2. Construido en Ladera

En el gráfico 4.17, se observa que un 92% corresponde a edificaciones que no están construidas en ladera, mientras que el 8% restante sí lo están.

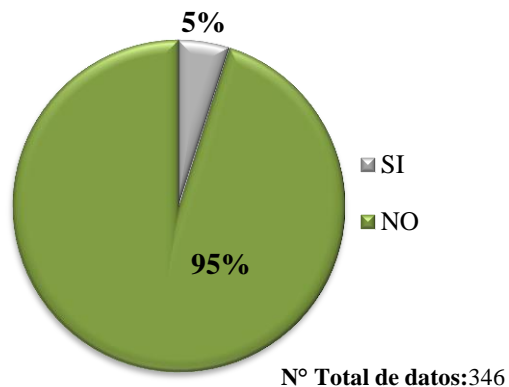
Gráfico 4.17. Distribución porcentual de las edificaciones escolares construidas en ladera.



4.1.8.3. Asentamiento de Fundaciones

Según se muestra en el gráfico 4.18, el 95% de las edificaciones no presentan asentamiento de fundaciones, mientras que el 5% sí presentan este problema geotécnico.

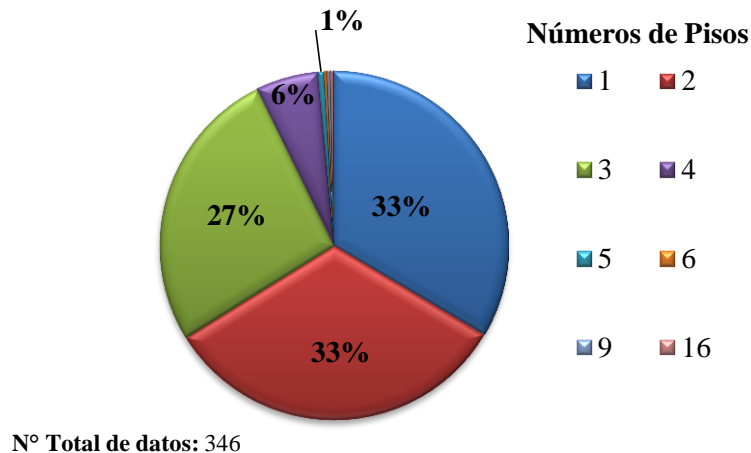
Gráfico 4.18. Distribución porcentual de las edificaciones escolares que presentan asentamiento de fundaciones.



4.1.9. Número de Pisos

El número de pisos permite estimar el período de la estructura, sin embargo para efectos evaluativos aplicando el BPE en las inspecciones realizadas, este parámetro no es considerado específicamente. En el gráfico 4.19, se observa en términos porcentuales que un 93% de las edificaciones escolares evaluadas son menores a 4 pisos, siendo más notables estructuras de 1 y 2 pisos con un porcentaje de 33% en cada caso.

Gráfico 4.19. Distribución porcentual de las edificaciones escolares de acuerdo al número de pisos.



4.2. De los indicadores y/o índices usados en cada uno de los baremos

Los baremos de BPE, de FUNVISIS y de FEMA son instrumentos por medio de los cuales se pueden estimar los índices que se manejan desde el punto de vista sísmico (vulnerabilidad, riesgo y priorización). Cada baremo está constituido por una serie de indicadores (o sub-índices) conocidos como indicadores de vulnerabilidad que están asociados a parámetros o características ya establecidos en el apartado 4.1 de este capítulo. Para tener presente cuáles son los indicadores que maneja cada baremo se presenta las siguientes tablas (4.1, 4.2 y 4.3).

Tabla 4.1. Indicadores de vulnerabilidad usados en el Baremo Proyecto Escuela.

Indicador de Vulnerabilidad		
Tipo de estructura resistente a sismo		I_{es}
Año de construcción y/o proyecto		I_{ac}
Irregularidad en planta (I_{ip})	Sistema resistente a sismo	I_{srs}
	Forma de planta	I_{fop}
Irregularidad en elevación (I_{ie})	Columnas cortas	I_{coc}
	Discontinuidad vertical/Entrepiso blando	I_{dve}
	Posibilidad de golpeteo	I_{gol}
Deterioro/Mantenimiento		I_{ma}
Problemas Geotécnicos		I_{ge}

Tabla 4.2. Indicadores de vulnerabilidad usados en el baremo de FUNVISIS.

Indicador de Vulnerabilidad	
Antigüedad y Norma Usada	I_1
Tipo de estructura	I_2
Irregularidad	I_3
Profundidad de depósito	I_4
Topografía	I_5
Deterioro	I_6

Tabla 4.3. Indicadores de vulnerabilidad usados en el baremo de FEMA.

Indicador de Vulnerabilidad	
Tipo de estructura	F_1
Irregularidad Vertical	F_2
Irregularidad de Planta	F_3
Pre-Código	F_4
Punto de Referencia	F_5
Tipo de Suelo	F_6

De estas tablas se puede observar que existen indicadores que son comunes y aun cuando algunos tienen nombres diferentes cumplen el mismo propósito, que es ponderar las características o los parámetros evaluados. Como ejemplo se tiene el indicador de irregularidad en elevación que maneja el BPE llamado irregularidad vertical por el FEMA, en el baremo de FUNVISIS las irregularidades se maneja en forma general (este indicador incluye las verticales y las de planta).

Así también, el “año de antigüedad” denominado por FUNVISIS es llamado “año de construcción y/o proyecto” por el BPE, el FEMA maneja este indicador a través de dos parámetros identificados como “Pre-código” y “Punto de referencia”. En la tabla 4.4 comparativa se muestra los indicadores de vulnerabilidad comunes y no comunes entre los tres instrumentos.

Tabla 4.4. Indicadores de vulnerabilidad presentes en los baremos.

Indicador de Vulnerabilidad	Instrumentos		
	BPE	FUNVISIS	FEMA
Tipo de estructura	x	x	x
Antigüedad	x	x	x
Irregularidad Vertical	x	x	x
Irregularidad en Planta	x	x	x
Deterioro	x	x	
Mantenimiento	x	x	
Geotécnico	x	x	x

Nota: los cuadros marcados con una x refieren la presencia del indicador en el instrumento.

De esta tabla se puede establecer que el BPE y el baremo de FUNVISIS incluyen los mismos indicadores de vulnerabilidad, por lo contrario el FEMA no incluye el deterioro y el mantenimiento de las estructuras.

Ahora bien, teniéndose presente cuáles son los indicadores que manejan los baremos, es importante conocer qué peso tienen cada uno sobre el instrumento que lo refiere, ya que la diferencia no estará enmarcada sólo a la existencia o no del indicador sino también al valor que se le asigna para luego estimar los respectivos índices. Para conocer el peso de cada indicador de vulnerabilidad se presentan las siguientes tres tablas (4.5, 4.6 y 4.7).

Tabla 4.5. Peso de los indicadores de vulnerabilidad en el BPE. (Elaboración propia)

Indicador de Vulnerabilidad			Peso (%)	
Tipo de estructura resistente a sismo		I_{es}	20	20
Año de construcción y/o proyecto		I_{ac}	20	20
Irregularidad en planta (I_{ip})	Sistema resistente a sismo	I_{srs}	14	18
	Forma de planta	I_{fop}	4	
Irregularidad en elevación (I_{ie})	Columnas cortas	I_{coc}	8	18
	Discontinuidad vertical/Entrepiso blando	I_{dve}	8	
	Posibilidad de golpeteo	I_{gol}	2	
Deterioro/Mantenimiento		I_{ma}	18	18
Problemas Geotécnicos		I_{ge}	6	6
			TOTAL	100

Tabla 4.6. Peso de los indicadores de vulnerabilidad en el baremo de FUNVISIS. (Elaboración propia)

Indicador de Vulnerabilidad		Peso (%)
Antigüedad y Norma Usada	I_1	25
Tipo de estructura	I_2	30
Irregularidad	I_3	25
Profundidad de depósito	I_4	10
Topografía	I_5	5
Deterioro	I_6	5
TOTAL		100

Tabla 4.7. Peso de los indicadores de vulnerabilidad en el baremo del FEMA. (Elaboración propia)

Indicador de Vulnerabilidad		Peso (%)
Tipo de estructura	F_1	30
Irregularidad Vertical	F_2	22
Irregularidad de Planta	F_3	6
Pre Código	F_4	8
Punto de Referencia	F_5	9
Tipo de Suelo	F_6	25
TOTAL		100

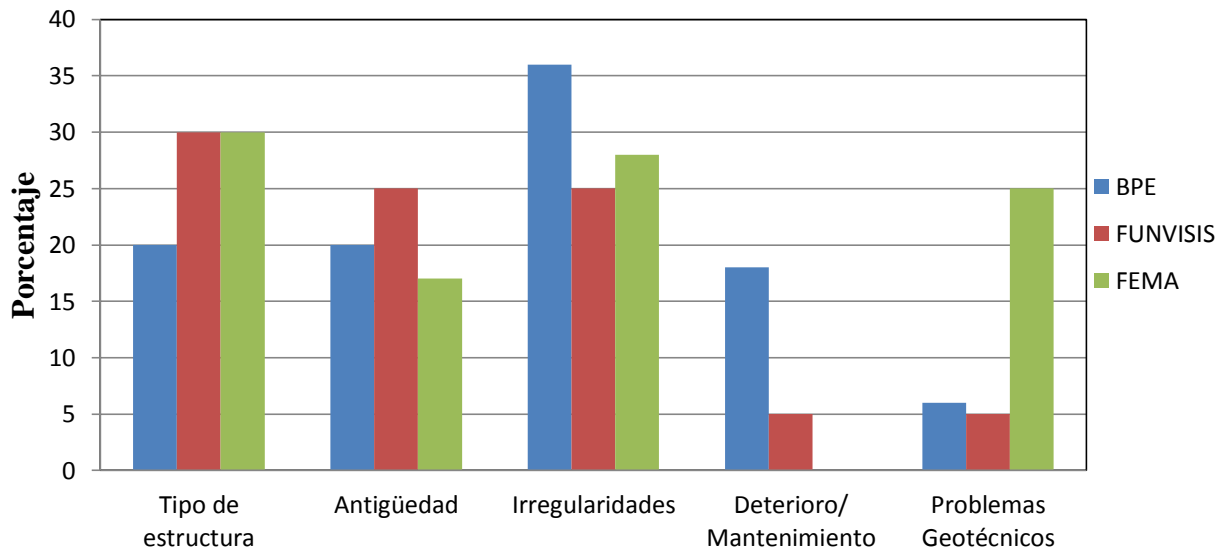
Nota: pesos referentes a la planilla de inspección ocular para niveles sísmicos altos.

Es importante acotar que de la información recopilada los indicadores planteados por FUNVISIS (López *et al*, 2011) y por el BPE (IMME-FUNVISIS-FEDE, 2011) tienen sus puntuaciones establecidas, permitiendo tener claro el peso que tiene cada uno en su respectivo instrumento.

Por el contrario, la documentación del FEMA no establece de forma directa el peso de cada indicador a través de porcentajes. Su forma de calificarlos es por una puntuación básica asignándole un valor a cada indicador por cada tipo de estructura, por tal razón se planteó hacer un estimado de cuál sería el peso porcentual del indicador de vulnerabilidad en el baremo establecido por FEMA, lográndose obtener los resultados reportados en la tabla 4.7.

Asimismo, al hacer una comparación más ilustrativa, se presenta el gráfico 4.20 donde se observa las diferencias porcentuales de cada indicador de vulnerabilidad entre los tres baremos, en el caso del BPE así como el del FEMA, los indicadores referente a las irregularidades verticales y de planta se consideraron en un mismo bloque tal cual lo maneja FUNVISIS para poder compararlos.

Gráfico 4.20. Comparación de los Indicadores de Vulnerabilidad presentes en los baremos.



Del gráfico 4.20 se puede extraer claramente cuál es el indicador de vulnerabilidad al que cada instrumento le da su mayor peso, en el caso de BPE las irregularidades son las de mayor consideración. Sin embargo, para los baremos de FUNVISIS y FEMA el indicador referente al tipo de estructura es lo que más peso tiene. Adicionalmente se puede observar que la antigüedad es el indicador que menos diferencia presenta entre los tres instrumentos.

El tener conocimiento de qué peso tiene sobre el instrumento el indicador de vulnerabilidad es importante más aun cuando lo que se desea es estimar el índice de vulnerabilidad, con relacionar algebraicamente estos indicadores se podrá llegar a este valor.

Siguiendo en este tópico se encuentra el índice de amenaza, parámetro que relacionado con el índice de vulnerabilidad nos refiere el índice de riesgo. El índice de amenaza está relacionado con la zonificación sísmica que en el caso de Venezuela en la norma sismorresistente nacional COVENIN 1756-2001 se especifican cuáles son. Este índice toma un valor único que depende exclusivamente de la zona sísmica donde se encuentre la edificación. El BPE así como el baremo de FUNVISIS manejan este índice y lo identifican como I_z (BPE) e I_A (FUNVISIS), existiendo diferencias en la asignación de los valores para este índice, cada instrumento lo asigna según su caracterización.

El BPE dentro de su contexto muestra una tabla en la que establece claramente las siete zonas sísmicas enmarcadas en la norma COVENIN 1756-2001, indicando el peligro sísmico al que está sometida la estructura y asignándole el valor al índice como se muestra en la tabla 4.8.

Tabla 4.8. Ponderación del índice de amenaza (I_z) del BPE.

ZONA	PELIGRO	I_z
7	Elevado	1,00
6		0,88
5		0,75
4	Medio	0,63
3		0,50

Tabla 4.8. Ponderación del índice de amenaza (I_Z) del BPE (Continuación).

ZONA	PELIGRO	I_Z
2	Bajo	0,38
1		0,25
0		N.A

Fuente: IMME-FUNVISIS-FEDE (2011)

En el caso del índice de amenaza que maneja FUNVISIS (López *et al*, 2011) se reporta a través de una tabla los valores que puede tomar este índice, dependerán igualmente de la zona sísmica así como en el caso de BPE, estos valores también están enmarcados en la norma COVENIN 1756-2001 (tabla 4.9).

Tabla 4.9. Valores del índice de amenaza (I_A) según FUNVISIS.

Zona Sísmica	A_0 (g)	I_A	
		Sin efectos topográficos	Con efectos topográficos
7	0,40	0,90	1
6	0,35	0,80	0,88
5	0,30	0,68	0,75
4	0,25	0,56	0,63
3	0,20	0,45	0,50
2	0,15	0,34	0,38
1	0,10	0,23	0,25

Fuente: Informe Técnico (López *et al*, 2011)

El índice manejado por FUNVISIS plantea dos posibilidades para el valor de este parámetro y dependerá si se consideran o no los efectos topográficos. En el informe del cual se extrae la tabla de ponderación del índice de amenaza se establece lo siguiente (López *et al*, 2011):

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

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

Los valores del índice de amenaza que maneja el BPE son los mismos que maneja el baremo de FUNVISIS (considerando los efectos topográficos). Los baremos incluyen dentro de sus indicadores de vulnerabilidad los problemas geotécnicos y cada uno le asigna un peso, el BPE establece un peso del 6% y el de FUNVISIS un 5%, lo que podría suponer una doble penalización.

El baremo del FEMA maneja el índice de amenaza de forma diferente, en las planillas de inspección que se presentan en el Apéndice A, así como se hizo referencia en el capítulo I, se expresó que el FEMA 154 viene en tres versiones y cada una establece claramente el nivel de amenaza sísmica al que aplica (baja sismicidad, moderada sismicidad y alta sismicidad). Este instrumento no maneja directamente un valor de índice de amenaza pero posiblemente los indicadores de vulnerabilidad que forman parte de este baremo pueden incluir este índice. Si existen tres planillas una por cada nivel de amenaza sísmica y dentro de estas se encuentran los indicadores de vulnerabilidad que varían sus valores según el nivel de amenaza, entonces el índice de amenaza está incluido en los valores reportados para cada indicador de vulnerabilidad.

Para ilustrar este particular se puede observar a continuación la Figura 4.1, que muestra las tablas que se usan en cada planilla, en ellas se visualizan claramente los valores que van tomando cada uno de los indicadores de vulnerabilidad según la zona sísmica, mientras más elevado sea el peligro sísmico estos valores van disminuyendo en magnitud, siendo únicamente los referentes al “Pre-Código” (*pre-code*) y al “Punto de referencia” (*post-benchmark*) los que aumentan en magnitud.

BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Basic Score	7.4	6.0	4.6	4.8	4.6	4.8	5.0	4.4	4.8	4.4	4.4	4.6	4.8	4.6	4.6
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.2	-0.2	+0.4	-0.2	-0.4	N/A	-0.2	-0.4	-0.2	-0.6
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+1.0	+1.0	N/A	+1.0	+1.2	+1.0	0.0	-0.4	N/A	-0.2	N/A	0.0	N/A
Vertical Irregularity	-4.0	-3.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-1.5	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5
Plan Irregularity	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
Pre-Code	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Post-Benchmark	0.0	+0.2	+0.4	+0.6	N/A	+0.6	N/A	+0.6	+0.4	N/A	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4
Soil Type C	-0.4	-0.4	-0.8	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.6	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-0.4	-0.2	-0.4
Soil Type D	-1.0	-0.8	-1.4	-1.2	-1.0	-1.4	-0.8	-1.4	-0.8	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.8	-0.8
Soil Type E	-1.8	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.2	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-1.8	-2.0	-1.4	-1.6	-1.4
FINAL SCORE, S															
BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Basic Score	5.2	4.8	3.6	3.6	3.8	3.6	3.6	3.0	3.6	3.2	3.2	3.2	3.6	3.4	3.4
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.4	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.2	+0.4	+0.2	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	-0.4
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+1.4	+1.4	N/A	+1.4	+0.8	+0.5	+0.8	+0.4	N/A	+0.6	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-3.5	-3.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-1.0	-0.4	-1.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Post-Benchmark	+1.6	+1.6	+1.4	+1.4	N/A	+1.2	N/A	+1.2	+1.6	N/A	+1.8	N/A	2.0	+1.8	N/A
Soil Type C	-0.2	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.8	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.4
Soil Type D	-0.6	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.0	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
Soil Type E	-1.2	-1.8	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
FINAL SCORE S															
BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4	0.0
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+0.6	+0.8	N/A	+0.8	+0.8	+0.6	+0.8	+0.3	N/A	+0.4	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2
Post-Benchmark	+2.4	+2.4	+1.4	+1.4	N/A	+1.6	N/A	+1.4	+2.4	N/A	+2.4	N/A	+2.8	+2.6	N/A
Soil Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Soil Type D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Soil Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8
FINAL SCORE, S															

Figura 4.1. Valores de los indicadores de vulnerabilidad por zona sísmica según el FEMA-154. (Fuente: FEMA ,2002).

El BPE al igual que el baremo de FUNVISIS plantean que el índice de vulnerabilidad al ser multiplicado por el índice de amenaza permite estimar el índice de riesgo y éste al ser multiplicado por el índice de ocupación reporta el índice de priorización, siendo éste último el de interés para el presente Trabajo Especial de Grado.

Ahora bien, el índice de ocupación está relacionado con la matrícula o el número de estudiantes, en el caso del BPE para la que fue diseñada cada edificación, parámetro que tomará un valor en función a la cantidad de personas que hacen vida dentro de estas

estructuras. El baremo de FUNVISIS maneja este término como el índice de importancia (I_I), el cual depende del uso y ocupación de la edificación. Dentro de este instrumento, al igual que lo establecido en la Norma COVENIN 1756-2001, de acuerdo al uso de la estructura se clasificara como A1, A2 y A3.

Es de interés para este Trabajo Especial de Grado el tipo A2 que refiere a edificaciones escolares. Conocido el tipo según su uso, se procede a establecer cuál es el índice de importancia según su ocupación (N) y para ello se utiliza la tabla 4.10 mostrada a continuación.

Tabla 4.10. Valores del índice de importancia (I_I) según FUNVISIS.

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

Fuente: Informe Técnico (López *et al*, 2011)

El BPE desde su concepción está dirigido para edificaciones escolares, por tanto su uso está definido. Lo seguido a establecer es la ocupación de la edificación, y por tal razón este instrumento maneja este parámetro como el índice de ocupación (I_O), cuyos valores se exponen en la tabla 4.11.

Tabla 4.11. Valores del índice de ocupación (I_O) según BPE.

POBLACIÓN	ÍNDICE DE OCUPACIÓN (I_O)
> 1000	1,00
500 - 1000	0,75
< 500	0,50

Fuente: IMME-FUNVISIS-FEDE (2011)

Si se compara los valores de este índice entre los dos instrumentos se observa una clara diferencia, siendo el BPE quien evalúa con menor peso, es decir, si por ejemplo se tiene

una edificación cuya población se encuentra entre las 500 y 1000 personas, el BPE plantea usar un índice de ocupación del 0,75 mientras que FUNVISIS plantea usar un 0,93.

Si el Índice de Priorización es la resultante de la multiplicación entre el índice de riesgo y el índice de ocupación, entonces esta diferencia entre los valores del índices de ocupación produce por consecuencia una reducción del 25% al índice de riesgo si se aplicase el BPE, mientras que en al caso de aplicar el baremo de FUNVISIS la reducción sería tan solo de un 7%. La diferencia más marcada entre estos dos instrumentos justamente ocurre cuando la población está por debajo de las 500 personas, lo que ocasiona que la reducción del índice de riesgo sea de un 50% aplicando BPE y un 10% según el baremo FUNVISIS.

En referencia al baremo del FEMA, éste exige establecer cuál es el uso de la estructura, lo cual es netamente informativo. Por otra parte, la ocupación o capacidad de personas en la edificación evaluada, en ningún ítem dentro de la planilla FEMA 154 es requerida, por lo que el FEMA no toma en consideración este índice de ocupación y plantea la posibilidad de priorizar a través de un valor equivalente al índice de riesgo.

En conclusión, existen diferencias entre los indicadores de vulnerabilidad o características de diseño estructural que manejan estos baremos; así como también, entre los índices (amenaza y ocupación). Sin embargo, para establecer cuáles son estas diferencias entre los tres instrumentos, se debe comparar los valores de índices de vulnerabilidad, riesgo y priorización generados al aplicar estos baremos a las 346 edificaciones escolares.

4.3. De los índices obtenidos al aplicar cada uno de los baremos

Las inspecciones realizadas a las 346 edificaciones escolares, sirvieron como base de datos para poder estimar cada uno de los índices característicos (vulnerabilidad, riesgo y priorización) que se manejan al momento de establecer evaluaciones sismorresistentes de una estructura. Luego de haber aplicado los tres modelos de baremos (BPE, FUNVISIS y FEMA) al número considerado de edificaciones, se obtuvieron los valores de cada uno de

los índices, permitiendo así poder comparar los resultados obtenidos de forma gráfica y numérica a través del factor de correlación, como se explicó en la metodología aplicada para este Trabajo Especial de Grado.

Antes de dar inicio a la discusión de resultados referente a este tópico, es importante acotar que las comparaciones de los índices de vulnerabilidad y priorización sólo se realizarán entre el BPE y el baremo FUNVISIS, mientras que para el índice de riesgo se compararán los tres instrumentos. Esto se debe a que el BPE y el baremo FUNVISIS manejan una sola planilla de inspección sin discriminar la zona sísmica donde se ubica geográficamente la estructura y además considera el índice de ocupación, caso contrario del FEMA, del cual se tienen tres planillas cuya aplicación dependerá del nivel sísmico donde se encuentre la estructura y no considera el índice de ocupación.

Las planillas del FEMA, como se ha mencionado en el apartado 4.2, consideran si la estructura se encuentra en una zona de baja sismicidad, moderada sismicidad o alta sismicidad, y cada una se diferencia por los valores que sus indicadores manejan. Mientras más elevado es el peligro sísmico, menor valor toman la mayoría de estos indicadores, lo cual refiere que posiblemente el índice de amenaza sísmica ya pudiese estar incluido, por tal razón se tiene que al aplicar este instrumento el valor reportado será el índice de riesgo y no el índice de vulnerabilidad. En el caso del índice de priorización, el FEMA no lo considera de la misma forma como lo hacen BPE y el baremo FUNVISIS por no incluir el índice de ocupación, simplemente la priorización lo hacen a través del índice de riesgo, por tal razón la comparación del FEMA con los otros dos baremos se hará en función a este índice.

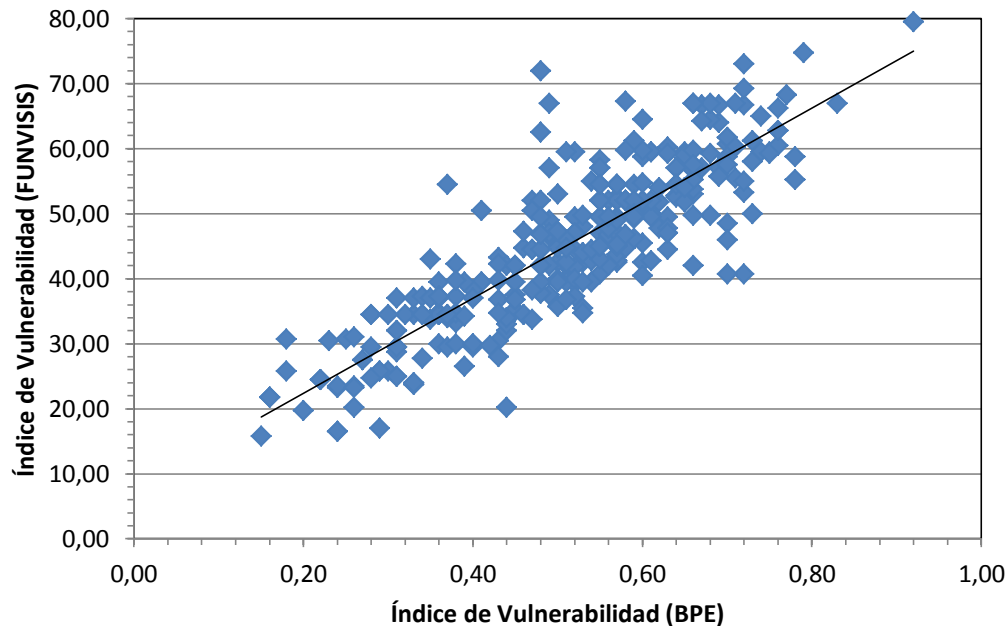
4.3.1. Índice de Vulnerabilidad

La vulnerabilidad está directamente relacionada con las características de diseño de la estructura y representa la predisposición intrínseca que tiene una edificación a sufrir daño ante la ocurrencia de un evento sísmico. Los indicadores de vulnerabilidad que fueron

abordados en el numeral 4.2 de este Capítulo, tratan justamente de las características que se deben manejar para poder estimar el valor de este índice. En el capítulo I se plantean las ecuaciones matemáticas que cada baremo, en este caso FUNVISIS y BPE, aplican para obtener el valor del índice de vulnerabilidad de cada edificación.

Con los valores obtenidos del índice de vulnerabilidad (ver Apéndice D) se establece una primera comparación, observándose el comportamiento de un instrumento respecto al otro, teniéndose como resultado el gráfico 4.21 (gráfico de dispersión).

Gráfico 4.21. Dispersión del Índice de Vulnerabilidad entre BPE y FUNVISIS.



Según se observa en el gráfico 4.21, el comportamiento en la dispersión de los valores obtenidos para este índice con ambos instrumentos se aproxima a un comportamiento lineal de pendiente positiva (directamente proporcional) y para estimar la correlación entre estos dos instrumentos se plantea hacer uso del término “Coeficiente de correlación lineal (R)”. Según Triola (2009), R mide la fuerza de la relación lineal entre los valores cuantitativos apareados entre x y y en una muestra.

En la Figura 4.2, se muestra como es el comportamiento de este factor R según su valor, mientras éste se aproxima a uno de los extremos mejor será la correlación entre las variables a comparar. Un valor de $R=1$ establece una excelente correlación entre las variables siendo ambas directamente proporcionales, mientras que un valor de $R= -1$ establece una excelente correlación entre las variables siendo ambas inversamente proporcionales.

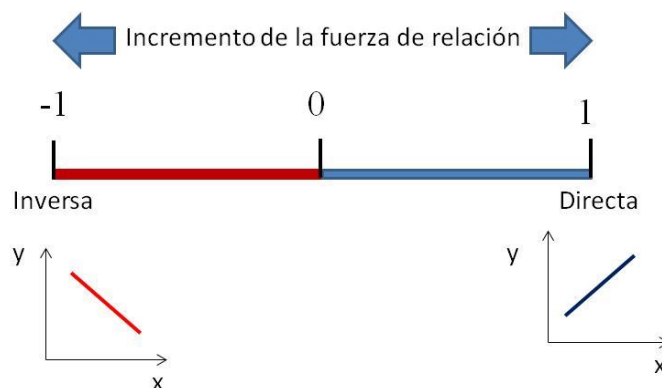


Figura 4.2. Interpretación del factor de correlación (x,y). Elaboración propia.

En el apartado 3.5.2 del capítulo III se establecieron las ecuaciones para la estimación del coeficiente de correlación y en función a éstas se estimó su valor (ver Apéndice E). El coeficiente de correlación obtenido entre el BPE y el baremo de FUNVISIS en función del índice de vulnerabilidad se muestra en la tabla 4.12.

Tabla 4.12. Correlación entre el Índice de Vulnerabilidad (BPE) y el Índice de Vulnerabilidad (FUNVISIS).

BAREMO	Elemento estadístico			Covarianza (x,y)	Correlación (x,y)
BPE	Promedio	\bar{I}_v	0,51	1,51	0,86
	Desviación	σI_v	0,14		
FUNVISIS	Promedio	\bar{I}_v	45,20		
	Desviación	σI_v	12,17		

El valor del factor de correlación es igual a 0,86, es próximo a la unidad lo que establece que existe una buena relación entre estos dos instrumentos, es decir, ambos instrumentos

manejan este índice de forma similar y guardan cierta relación en el manejo de los procedimientos para obtener su valor.

Sin embargo, para poder seguir comparando los índices de vulnerabilidad entre ambos baremos de forma gráfica se planteó la representación de la tendencia del índice de vulnerabilidad de cada uno de los instrumentos. Para poder hacer una representación gráfica que facilite el poder ver el comportamiento entre las tendencias sobre una misma grafica y bajo una misma escala representativa se propone hacer uso del término Z en estadística conocido como “Valor Z de la distribución normal” (Triola M., 2009).

Es importante destacar que este término representa la distribución de una serie de datos alrededor de su media. Sin embargo, este término Z que muy bien lo permite, es usado también como un instrumento de normalización a través de la media y la desviación de la muestra, siendo el fin particular por el que se usó en este Trabajo Especial de Grado.

El valor Z se define matemáticamente con la fórmula (4.1):

$$Z = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma} \quad (4.1)$$

Donde:

Z: Valor normalizado.

X_i : Valor i-ésimo de la muestra a trabajar.

\bar{X} : Valor promedio de la muestra.

σ = Desviación estándar de la muestra.

Este método estadístico facilita poder organizar los valores del índice de vulnerabilidad obtenidos para cada edificación a través de su media y su desviación. Si este proceso se representa en un plano cartesiano los ejes de coordenadas estarían organizados de la siguiente forma: el eje de las abscisas se representará cada edificación y el eje de las ordenadas el valor Z. Los valores medios de los índices de vulnerabilidad obtenidos mediante cada baremo estarían ubicados justo en el valor $Z=0$, esto quiere decir que el eje x

representaría el eje de simetría donde los valores se distribuirán por encima y por debajo de éste, quedando de la forma como se plantea en la Figura 4.3.

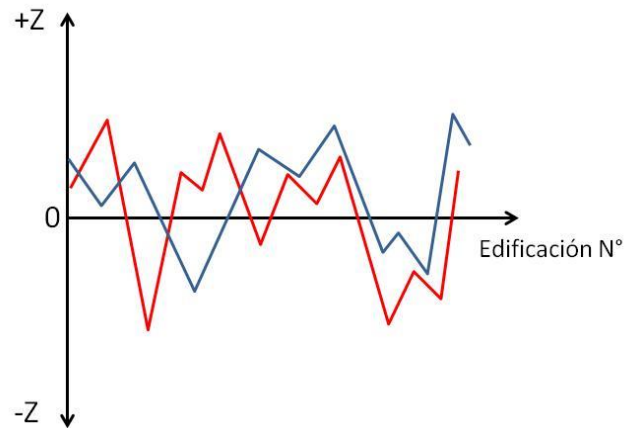
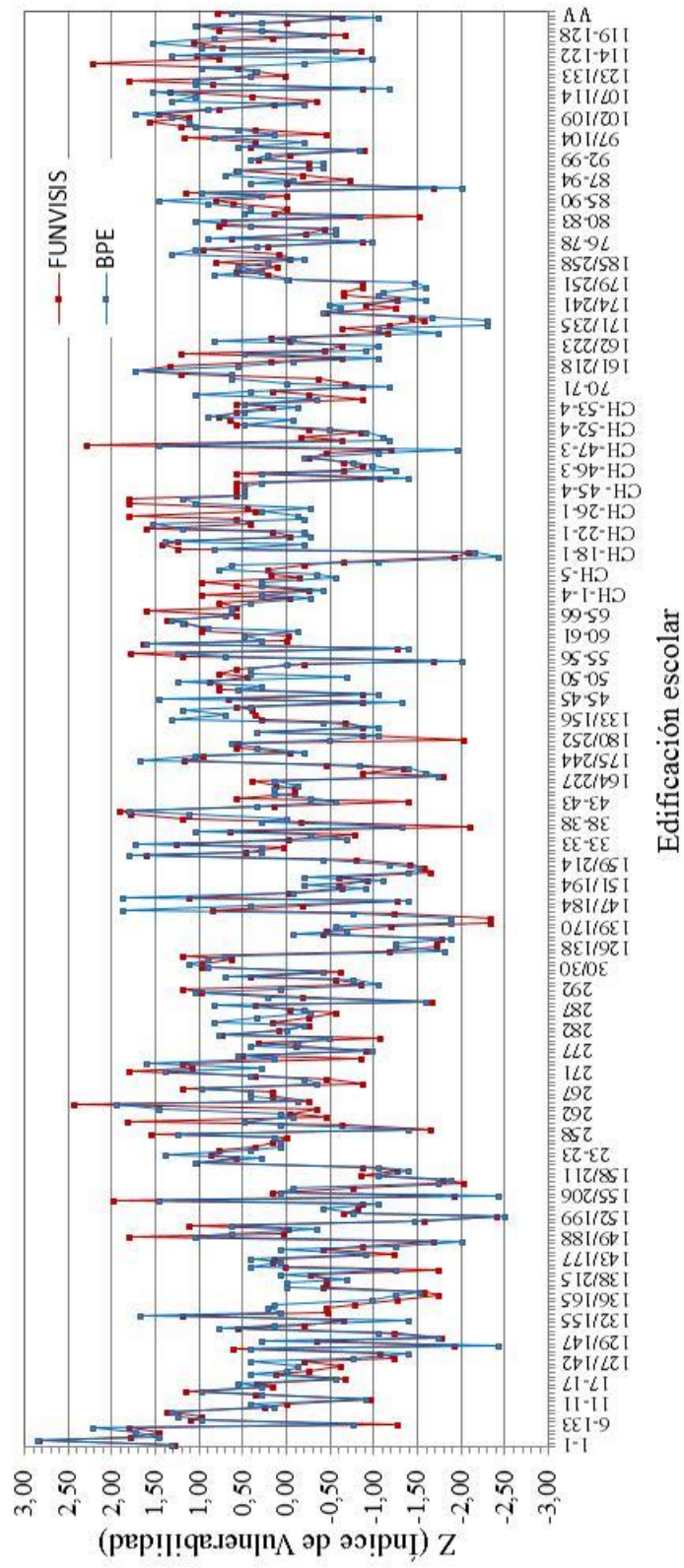


Figura 4.3. Representación del valor Z en el sistema cartesiano. (Elaboración propia)

Con apoyo en este término estadístico con el que se representa la distribución de ciertos valores alrededor de su media, se les aplicó de forma análoga a los 346 índices obtenidos mediante cada baremo. Se determinaron los valores Z para cada uno de los índices de vulnerabilidad (ver Apéndice F) y se hizo la representación gráfica de su distribución. En el particular, aplicando esto sobre el índice de vulnerabilidad obtenido por cada una de las edificaciones y por cada baremo (BPE y FUNVISIS), se presenta el gráfico 4.22. En este gráfico, se observa que los comportamientos obtenidos de Z por cada baremo tienen tendencias semejantes donde se establecen patrones similares, no hay una superposición exacta entre éstas pero la desviación entre sus valores no son altas. Esto indicaría que aún cuando las escalas en que se reportan los índices de vulnerabilidad por cada baremo es diferente la tendencia en el comportamiento de los índices por cada uno de estos instrumentos son semejantes

Gráfico 4.22. Comportamiento del Índice de Vulnerabilidad obtenido por BPE y FUNVISIS.



En conclusión el BPE y el baremo de FUNVISIS son instrumentos que manejan el índice de vulnerabilidad de forma similar y guardan cierta relación en el manejo de los procedimientos para obtener su valor y la tendencia en el comportamiento de estos valores son semejantes.

4.3.2. Índice de Riesgo

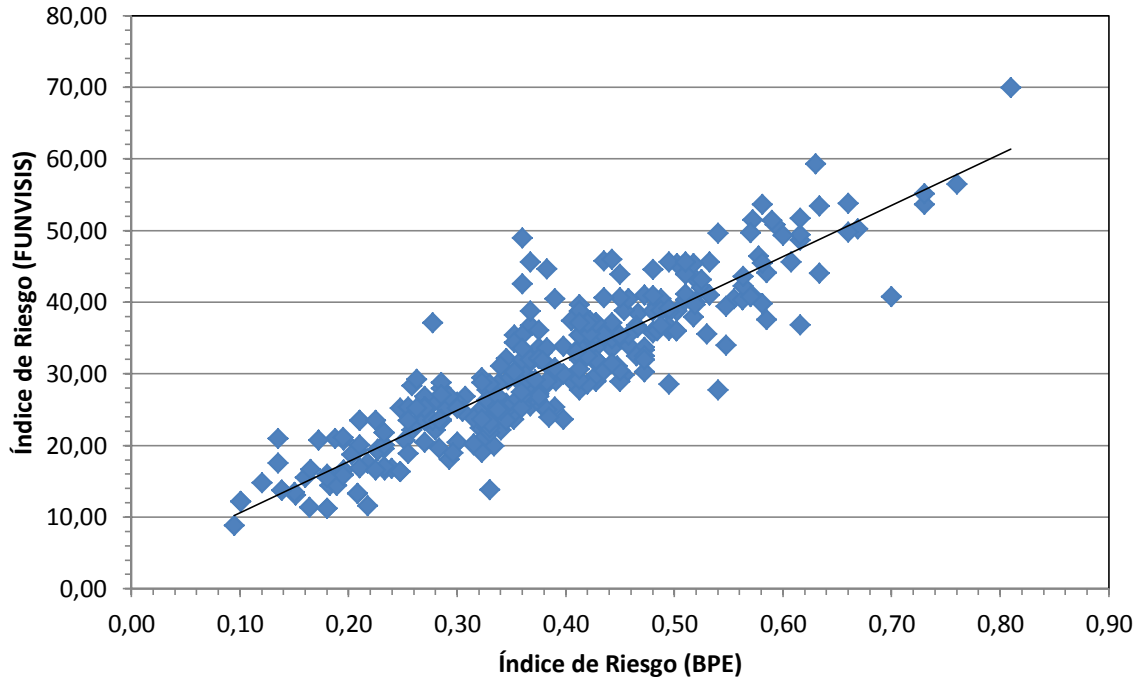
El índice de riesgo (I_R) relaciona al índice de vulnerabilidad (I_V) con el índice de amenaza (I_A), matemáticamente resulta ser el producto de estos dos índices relacionados ($I_R = I_V \times I_A$). En el apartado 4.2 se compararon los tres baremos con respecto al índice de amenaza, estableciéndose que entre el BPE (I_Z) y el baremos de FUNVISIS (I_A) este índice presentan los mismos valores; en el caso del baremo del FEMA, éste lo maneja de forma diversa a través de tres planillas según el nivel de amenaza sísmica donde de deba aplicar.

Como se había mencionado anteriormente, los valores de los indicadores de vulnerabilidad que el FEMA presenta en sus tres planillas son diferentes y se ven afectadas justamente por la zona sísmica. El mismo hecho que estos indicadores estén relacionados según la zona sísmica pareciera plantear que el valor que se reporta al aplicar este instrumento es directamente el índice de riesgo.

Para este índice en particular la comparación del BPE con los otros dos instrumentos se hará de forma separada. En primer lugar se compararán el BPE con el baremo de FUNVISIS.

Con los valores obtenidos del índice de riesgo (ver Apéndice D) se establece una primera comparación, observándose el comportamiento de un instrumento respecto al otro, teniéndose como resultado el gráfico 4.23 (gráfico de dispersión).

Gráfico 4.23. Dispersión del Índice de Riesgo entre BPE y FUNVISIS.



Según se observa en el gráfico 4.23, el comportamiento en la dispersión de los valores obtenidos para este índice con ambos instrumentos (BPE y FUNVISIS) se aproxima a un comportamiento lineal de pendiente positiva (directamente proporcional). Para este índice los puntos se encuentran mejor agrupados que los obtenidos en el índice de vulnerabilidad observándose una menor dispersión. Aplicando para este índice el coeficiente de correlación se tiene el resultado reportado en la tabla 4.13.

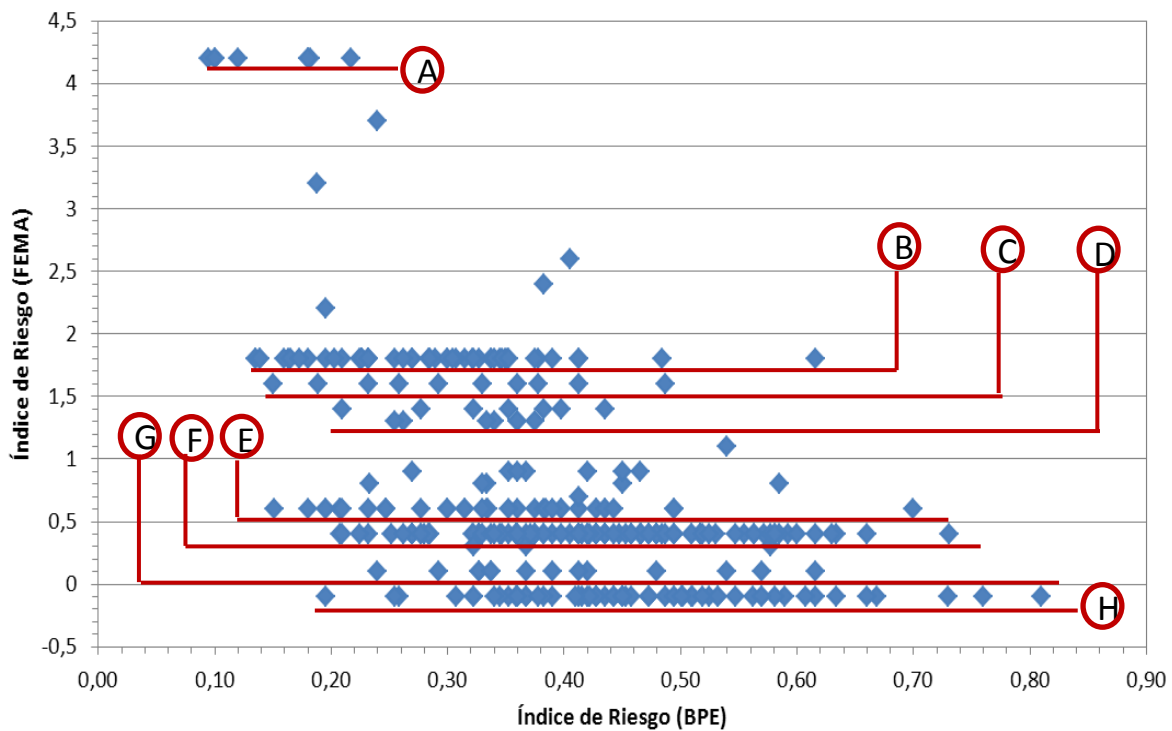
Tabla 4.13. Correlación entre el Índice de riesgo (BPE) y el Índice de riesgo (FUNVISIS).

BAREMO	Elemento estadístico			Covarianza (x,y)	Correlación (x,y)
BPE	Promedio	\bar{I}_R	0,38	1,14	0,90
	Desviación	σ_{I_R}	0,13		
FUNVISIS	Promedio	\bar{I}_R	30,83		
	Desviación	σ_{I_R}	10,03		

El valor del factor de correlación obtenido es de 0,90, próximo a la unidad, siendo un dato interesante porque establece que existe una buena relación entre estos dos instrumentos. Entre el BPE y el baremo FUNVISIS existe una buena relación, es decir, ambos instrumentos manejan este índice de forma similar y guardan cierta relación en el manejo de los procedimientos para obtener su valor al igual como ocurrió con el índice de vulnerabilidad.

Ahora bien, al comparar el BPE con el baremo del FEMA se tiene la grafica 4.24 (gráfico de dispersión):

Gráfico 4.24. Dispersión del Índice de Riesgo entre BPE y FEMA.



El gráfico 4.24 presenta un comportamiento diferente al obtenido al comparar BPE y FUNVISIS, observando que los valores no se agrupan estableciendo una sola tendencia lineal sino por el contrario se presentan estratificaciones (capas horizontales que agrupan una cierta cantidad de puntos). En total son ocho el número de estratos formados y cada

uno de estos agrupan edificaciones que tienen ciertas características de diseño en común, en la tabla 4.14 se muestra las características que clasifican a cada grupo.

Tabla 4.14. Características comunes de las edificaciones por grupos.

Grupos	Característica común en cada estrato
A	PA□ y PAI, AC≥1998
B	PA□ y PAI, AC<1998
C	PAA-MM, PC>1985 y PRE, CC “NO”, IP “NO”
D	PC30, AC<1985, CC “NO”, IP “NO”
E	PC30, PCINT, AC≥1985, CC “SI”, IP “NO”
F	PC30, PCINT, AC≥1985, CC “SI”, IP “SI”
G	PC30, PCINT, AC<1985, CC “SI”, IP “NO”
H	PC, AC<1985, CC “SI”, IP “SI”

CC: Columna corta, IP: Irregularidad en planta, AC: Año de construcción

Nota: los grupos identificados en esta tabla están relacionados a los que se muestran en la Figura 4.24

Este comportamiento en capas horizontales se pueda atribuir al hecho de que el FEMA establece los valores de los indicadores de vulnerabilidad según el tipo de estructura, cosa que no ocurre con el BPE. En la siguiente figura se presenta uno de los modelos que utiliza el FEMA (nivel de amenaza elevado) para estimar el valor del índice de riesgo y lo denomina *SCORE (S)*.

OCCUPANCY					SOIL TYPE						FALLING HAZARDS				
Assembly Commercial Emer. Services	Govt Historic Industrial	Office Residential School	Number of Persons 0-10 11-100 101-1000 1000+		A Hard Rock	B Avg. Rock	C Dense Soil	D Stiff Soil	E Soft Soil	F Poor Soil	<input type="checkbox"/> Unreinforced Chimneys	<input type="checkbox"/> Parapets	<input type="checkbox"/> Cladding	<input type="checkbox"/> Other:	
BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (NRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4	0.0
High Rise (> 7 stories)	N/A	N/A	+0.6	+0.8	N/A	+0.8	+0.8	+0.6	+0.8	+0.3	N/A	+0.4	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2
Post-Benchmark	+2.4	+2.4	+1.4	+1.4	N/A	+1.6	N/A	+1.4	+2.4	N/A	+2.4	N/A	+2.8	+2.6	N/A
Soil Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Soil Type D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Soil Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8
FINAL SCORE, S															

Figura 4.4. Configuración del baremo del FEMA para la estimación del *Score* (índice) usando la planilla de nivel de amenaza elevado.

En la Figura 4.4 se observan dos áreas enmarcadas, una referente al tipo de estructura (línea segmentada) y la otra referente a los indicadores de vulnerabilidad (línea continua), se evidencia que cada columna que hace referencia al tipo de estructura presenta una serie de valores que estarán asociados al indicador de vulnerabilidad evaluado, y los valores de un mismo indicador puede variar de una columna a otra, dejando claro que los valores de los indicadores de vulnerabilidad están presentados de forma grupal asociado al tipo de estructura que se esté inspeccionando, generando el comportamiento observado en el gráfico de dispersión entre BPE vs FEMA. En caso contrario el BPE indiferentemente al tipo de estructura que se está evaluando, pondera los indicadores de vulnerabilidad con un valor fijo.

Ahora bien, si se determina la correlación entre estos dos instrumentos (BPE y FEMA) en función al índice de riesgo se tiene como resultado lo que se muestra en la tabla 4.15.

Tabla 4.15. Correlación entre el Índice de riesgo (BPE) y el Índice de riesgo (FEMA).

BAREMO	Elemento estadístico			Covarianza (x,y)	Correlación (x,y)
BPE	Promedio	\bar{I}_R	0,38	-0,06	-0,55
	Desviación	σI_R	0,13		
FEMA	Promedio	\bar{I}_R	0,88		
	Desviación	σI_R	0,81		

El factor de correlación arrojó un valor de -0,55 esto plantea dos situaciones, la primera asociada al signo negativo que acompaña a R estableciendo una relación entre el BPE y el FEMA que son inversamente proporcionales. Este comportamiento es el esperado y está asociado a cómo los instrumentos manejan sus criterios al hacer lectura de la magnitud del índice de riesgo, en el BPE mientras más elevado sea el valor de este índice mayor riesgo presente la estructura; sin embargo, para el FEMA ocurre lo contrario mientras más alto sea el valor de este índice la estructura presenta menor riesgo.

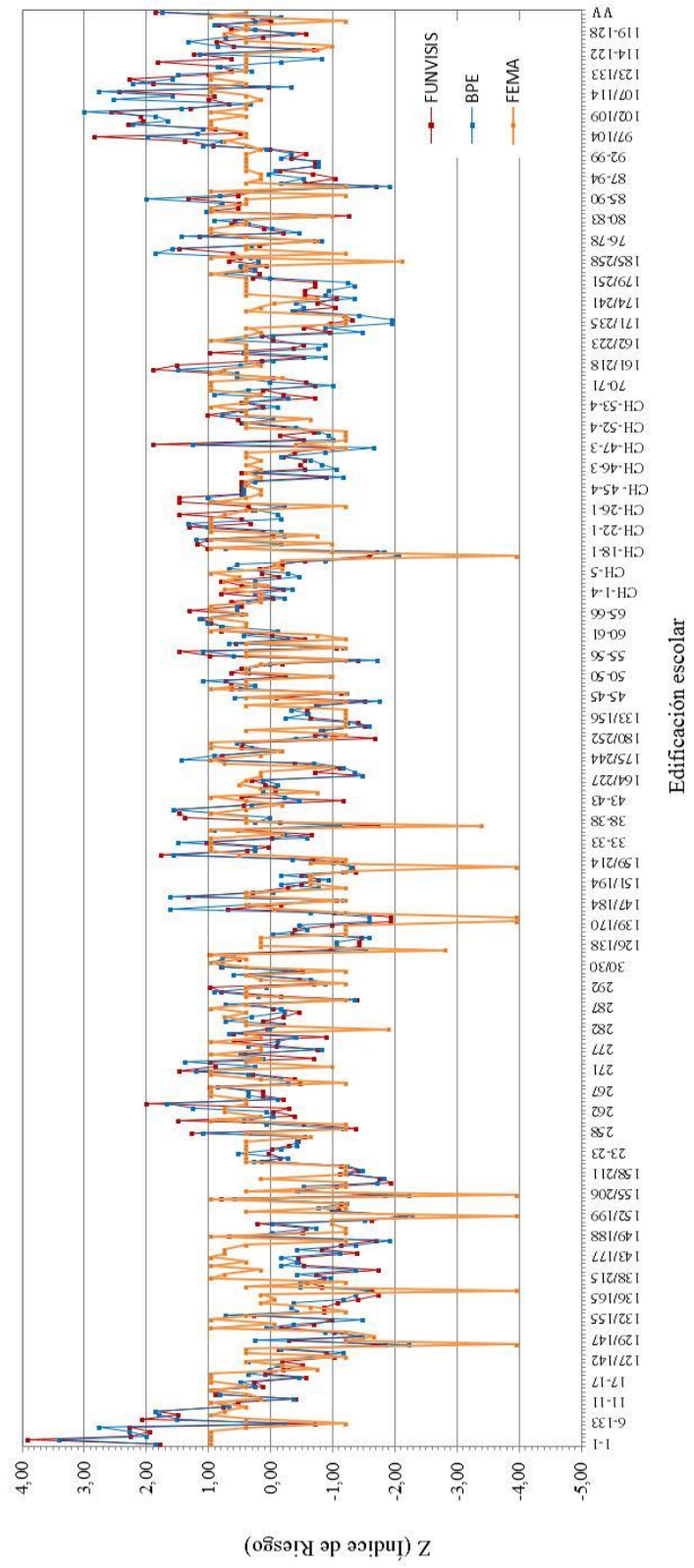
La segunda situación que se plantea con respecto al valor R entre BPE y FEMA está relacionada a su magnitud, aun cuando existe una correlación entre estos dos instrumentos

no es tan marcada como el obtenido al enfrentar el BPE con el baremo FUNVISIS cuyo valor de R se aproximó mucho más a la unidad. El motivo que ocasiona esta situación está relacionado a que el baremo del FEMA trabaja con un origen diverso al usado por el BPE, mientras el BPE comienzan de un cero absoluto el FEMA desde el principio maneja un valor pre establecido asignado según el tipo de estructura que se esté inspeccionando.

Siguiendo con el proceso comparativo del BPE con los otros dos instrumentos en función al índice de riesgo, se plantea trabajar con el valor Z de forma similar a como se hizo con el índice de vulnerabilidad. Se estimaron los valores de Z para cada uno de los índices de riesgo obtenidos para cada baremo (ver Apéndice F) y luego se procedió hacer la representación gráfica de estos. La única diferencia que se tiene respecto al FEMA con los otros dos instrumentos para estimar los valores de Z está en que se trabajó con los valores complementarios del índice de riesgo. La razón se debe a que se desea comparar este instrumento con el BPE bajo las mismas premisas y haciendo lectura en el mismo orden, mientras mayor sea el índice mayor es el riesgo sísmico de la estructura. En el gráfico 4.25 se presenta el comportamiento en la tendencia de los valores de Z producidos por cada baremo.

Al comparar la tendencia producida por el BPE con la obtenida con el baremo de FUNVISIS (gráfico 4.25) presentan comportamientos semejantes estableciéndose patrones similares, no hay una superposición exacta entre éstas pero la separación entre sus valores no es tan marcada. Este comportamiento establece al igual como ocurrió con el índice de vulnerabilidad, aún cuando existan diferencias entre los indicadores de vulnerabilidad usados en cada instrumento estos no producen cambios considerables en la tendencia del índice de riesgo. Sin embargo, al comparar el BPE con el baremo del FEMA se hace más notoria una separación entre sus valores, observándose algunos sectores donde el FEMA reporta una tendencia constante (horizontal) mientras que el BPE presenta fluctuaciones. Este comportamiento pudiera estar dado por la forma en que cada instrumento maneja los indicadores de vulnerabilidad, el BPE penaliza a cada indicador por separado mientras que el baremo del FEMA lo hace por conjuntos. Pero aún cuando se presente esta consecuencia sobre el BPE su patrón de tendencia es semejante al patrón del FEMA.

Gráfico 4.25. Comportamiento del Índice de Riesgo obtenido por BPE, FUNVISIS y FEMA.



Cada uno de estos conjuntos agrupa a una serie elementos (indicadores de vulnerabilidad) según sus características. Al momento de estimar el índice de riesgo aplicando el baremo FEMA plantea que si al menos uno o más elementos de un mismo conjunto están presentes al momento de estimar este índice pues el conjunto será penalizado con un valor único. Estos conjuntos a que se hace referencia son el conjunto “irregularidades de planta” y el conjuntos “irregulares verticales” cuyos elementos fueron abordados en el Capítulo II. Ahora bien, aun cuando existe este comportamiento entre los valores la tendencia que este índice reporta plantea un patrón semejante al de BPE pero no tan marcado como sí lo hace el baremo de FUNVISIS.

En conclusión, los tres baremos presentan una misma tendencia en el comportamiento del índice de riesgo aun cuando la manera en cómo se use y en cómo se calcule este parámetro sea semejante (BPE y FUNVISIS) o diversa (BPE y FEMA).

4.3.3. Índice de Priorización

El índice de priorización (I_p) se obtiene de multiplicar el índice de riesgo (I_R) y el índice de ocupación (I_O) o índice de importancia (I_I) según el instrumento que se esté manejando. En el apartado 4.2 se discutió lo referente a la matrícula o capacidad de estudiantes que hacían uso de las edificaciones escolares, dependiendo de la cantidad de individuos los valores de I_O (BPE) e I_I (FUNVISIS) están bien establecidos por cada instrumento y quedaron expuestas las diferencias entre estos baremo en cuanto a este índice se trata.

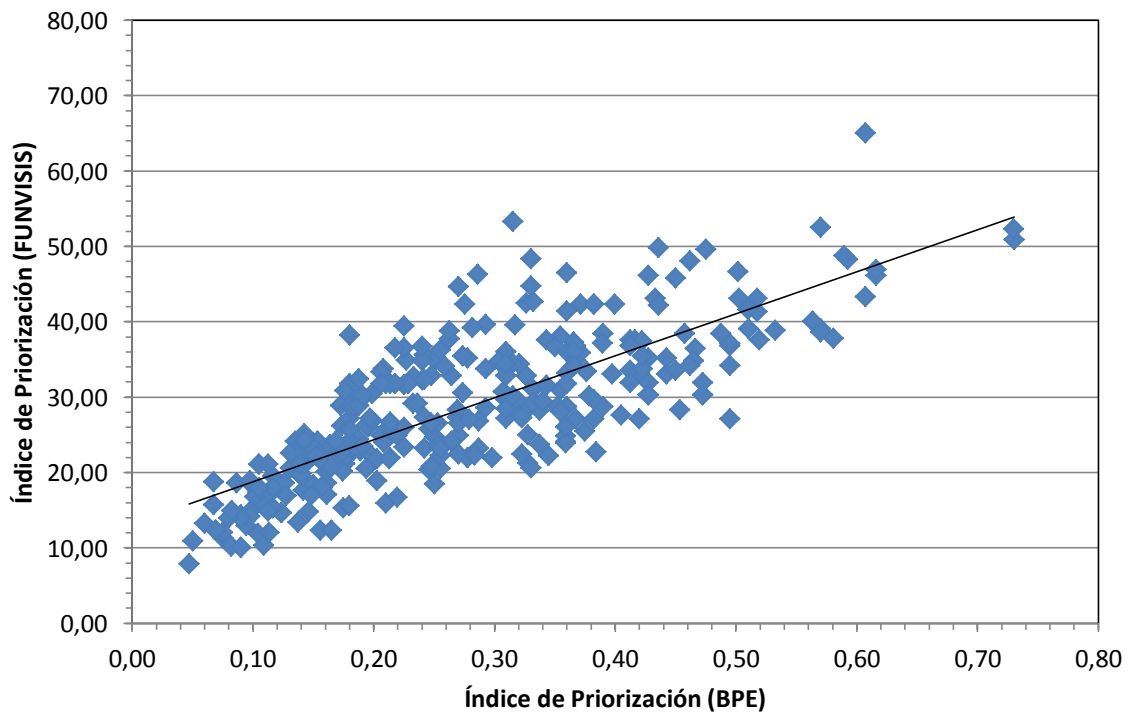
En esta sección se estudiará qué efecto produce sobre el índice de priorización las diferencias entre el I_O y el I_I ; así como también, la existencia o no de una desviación entre las tendencias producidas por cada baremos sobre este índice.

Como se mencionó anteriormente, el baremo FEMA prioriza a través del Índice de Riesgo pero para efectos comparativos no se considerará este instrumento para este índice. La

razón de esto se debe a que desde un principio se estableció que el criterio para comparar sería bajo las bases conceptuales del significado de cada uno de los índices abordados en este Trabajo Especial de Grado, el Índice de Priorización como bien se dijo es la resultante de la multiplicación entre el índice de riesgo y el índice de ocupación. En el FEMA en ningún ítem dentro de la planilla pide establecer la ocupación o capacidad de la edificación, considerándose únicamente indicadores de vulnerabilidad y nivel de amenaza. La planilla de inspección establece claramente que es de riesgo sísmico (*Seismic Hazards*) y aún cuando lo usan para priorizar no deja de ser el índice de riesgo sísmico.

Con los valores obtenidos del índice de priorización (ver Apéndice D) se establece una primera comparación entre el BPE y el baremo de FUNVISIS, observándose el comportamiento de un instrumento respecto al otro, teniéndose como resultado el gráfico 4.26 (gráfico de dispersión).

Gráfico 4.26. Dispersión del Índice de Priorización entre BPE y FUNVISIS.



Como se puede observar en el gráfico 4.26, el comportamiento en la dispersión de los valores obtenidos para este índice con ambos instrumentos, está más marcada en comparación al índice de vulnerabilidad y el índice de riesgo puesto que los puntos se encuentran más dispersos (separados). Adicionalmente, en este mismo gráfico se observa una dirección ascendente hacia la izquierda planteando una tendencia lineal con pendiente positiva, esto quiere decir que hay una relación directamente proporcional entre estos dos instrumentos. De igual forma se estimó el coeficiente de correlación entre estos dos instrumentos y los resultados obtenidos se muestran en la tabla 4.16

Tabla 4.16. Correlación entre el Índice de priorización (BPE) y el Índice de priorización (FUNVISIS).

BAREMO	Elemento estadístico			Covarianza (x,y)	Correlación (x,y)
BPE	Promedio	\bar{I}_p	0,27	1,01	0,79
	Desviación	σ_{I_p}	0,13		
FUNVISIS	Promedio	\bar{I}_p	28,47		
	Desviación	σ_{I_p}	9,46		

El valor R (correlación) reportado fue de 0,79 sigue siendo próximo a la unidad pero no tan cercano como ocurrió con los índices de vulnerabilidad y de riesgo, siendo el de riesgo el que mejor valor arrojó. Este valor de R sigue planteando al igual que en los otros casos (I_v e I_R) comparando el BPE con FUNVISIS que ambos instrumentos guardan relación en su uso y en la estimación este índice a través de sus ecuaciones. Ahora bien, cabe preguntar por qué la correlación fue la más baja entre los tres índice. En el apartado 4.2 se hizo la comparación entre el índice de ocupación y el índice de importancia que manejan cada uno de estos instrumentos (usados para poder estimar el índice de priorización), en esta comparación se evidenció una diferencia marcada entre los valores que maneja cada uno de ellos y ahí pudiera estar la causa que genera esta correlación fue la que menos valor reportó.

Para culminar este estudio comparativo entre ambos instrumentos se muestra el gráfico 4.27 donde se representa el comportamiento del índice de priorización a través del término

Z, similar a como se hizo con los otros índices (vulnerabilidad y riesgo). Los valores de Z se pueden observar en el Apéndice F.

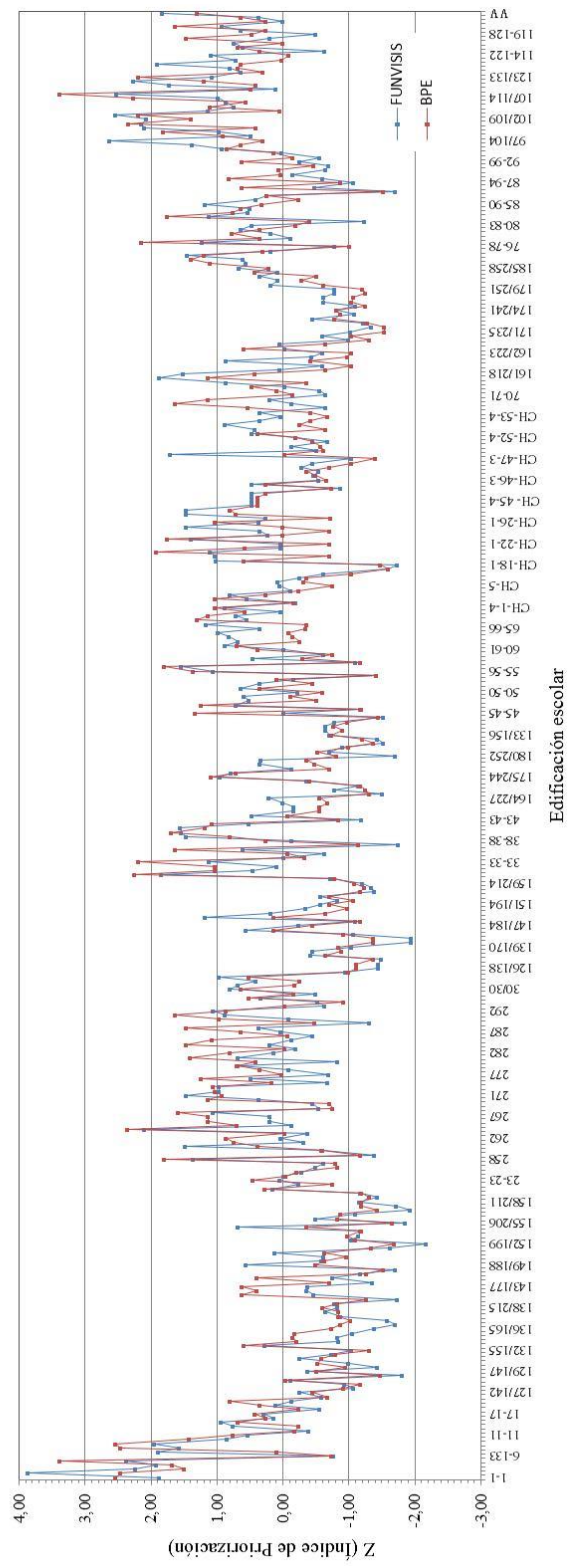
Del gráfico 4.27 se observa que existe una ligera separación entre los puntos si se compara con los resultados representados en el gráfico 4.22 y en el gráfico 4.25, comportamiento esperado por la misma razón de que la correlación entre estos baremos (BPE y FUNVISIS) para este índice resultó ser el de menor valor producido por diferencia en los valores índice de ocupación. Sin embargo, al observar la tendencia que sigue cada baremo al enfrentar los valores obtenidos para cada una de las edificaciones se puede ver claramente que sus patrones son muy similares. Esto quiere decir que si se priorizara las 346 edificaciones el orden que se establecería con respecto a un instrumento sería similar al orden que establecería el otro ya que sus tendencias marcan el mismo comportamiento.

4.4. De la comparación del BPE como un instrumento de medición de los índices de vulnerabilidad sísmica, riesgo sísmico y priorización

En función a los resultados y análisis planteados anteriormente se puede establecer que el BPE y el baremo de FUNVISIS presenta patrones similares en el comportamiento de sus índices (I_V , I_R y I_P). Adicionalmente, el comportamiento en los valores obtenidos para cada índice establece que estos baremos producen el mismo resultado cualitativo, esto quiere decir que aun cuando los valores que maneje cada instrumento sean reportados en escalas diferentes las tendencias entre estos índices son de comportamientos similares.

Al comparar el BPE con el baremo del FEMA, aún cuando se observaron diferencias marcadas desde un principio tanto en las formas de aplicarse como en la forma de considerar los indicadores de vulnerabilidad, esto no afectó la relación que se enmarca entre las tendencias que se producen al momento de expresar el índice de riesgo. Cada instrumento maneja su lenguaje y una concepción diferente pero al momento de reportar resultados aun cuando lo dicen en formas diversas arrojan el mismo comportamiento.

Gráfico 4.27. Comportamiento del Índice de Priorización obtenido por BPE y FUNVISIS.



4.5. Del criterio a proponer para establecer el rango referencial del índice de priorización de las edificaciones escolares

Una vez conocido el índice de priorización para cada una de las edificaciones escolares, se debe establecer cuál será el valor límite que indicará las edificaciones a ser analizadas con más detalle o evaluar las opciones de reforzamiento de forma inmediata, es decir, establecer un orden de priorización. Para lograr este objetivo se usaron los resultados del índice de priorización generados por el BPE que es el instrumento evaluado como propuesta.

El poder establecer este valor límite de priorización se hizo con apoyo el trabajo realizado por los profesores Gustavo Coronel y Oscar A. López, ambos pertenecientes al IMME-FI-UCV, donde estimaron el nivel de daño y el índice de pérdida que se produjeron sobre 19 edificaciones escolares en el Estado Sucre luego del Terremoto ocurrido en Cariaco en el año 1997.

Según Coronel y López (2013), el estado de daño está asociado a distintos niveles de desplazamiento de la estructura. Se implementan cinco estados de daño denominados: (0) Sin Daño Estructural, (1) Daño Leve, (2) Daño Moderado, (3) Daño Severo y (4) Daño Completo. Adicionalmente establecen que el índice de pérdida (I_{Pe}) representa la pérdida media esperada y adopta valores comprendidos entre 0% y 100%. Este índice I_{Pe} permite una descripción cualitativa y cuantitativa de las pérdidas para efectos de comparar edificios y tomar decisiones hacia la prevención y reducción de los riesgos sísmicos. Así mismo, exponen el cuadro mostrado en la tabla 4.17 que relaciona el nivel de daño ponderado con el índice de pérdida.

El trabajo realizado por los profesores anteriormente mencionados, tuvo apoyo en la información proveniente de los efectos del sismo de Cariaco sobre las 19 escuelas localizadas en el estado Sucre en las cuales se poseía información sobre los daños ocurridos, el tipo constructivo y tipo de suelo, estimaron el índice de pérdida y el daño

ponderado a través de una serie de algoritmos obteniéndose los resultados que se muestran en la tabla 4.18.

Tabla 4.17. Relación entre el daño ponderado con respecto al índice de pérdida.

Daño Ponderado	Descripción	Rangos de I_{pe} %
0	Sin Daño	0-2,5
1	Leve	2,5-10,5
2	Moderado	10,5-30
3	Severo	30,0-70,0
4	Completo	>70,0

Fuente: Coronel y López (2013).

Los valores de I_{pe} y de daño observado permitieron estimar el límite de priorización, gracias a que las edificaciones escolares evaluadas se encontraban ubicadas en la zona donde ocurrió el Terremoto de Cariaco en 1997, lo cual permitió cuantificar los efectos que este evento generó sobre estas estructuras.

Tabla 4.18. I_{pe} , daño observado y daño ponderado de las 19 escuelas ubicadas en el Edo Sucre.

N°	Código	Nombre de la institución	I_{pe} (%)	Daño Observado	Daño Ponderado
1	67Z3N3-S3	U.E. JOSE MARIA CARRERA	38,3	2	3
2	MCTL-S3	Escuela RÍO CASANAY	10,2	1	1
3	47ZAN2-S2	U.E. JUAN PABLO ROJAS PAÚL	12,9	2	2
4	55ZCN2-S2	U.E. CHACARACUAL	2,4	0	0
5	55ZCN2-S2	U.E. CARLOS FRANCISCO GRISANTI	3,3	0	1
6	55ZCN2-S2	U.E. MIGUEL SANCHEZ PESQUERA	6,6	1	1
7	82Z4N2-S2	U.E. PLAYA GRANDE	10,7	2	2
8	47ZAN2-S3	U.E. EUSTOQUIA SOLEDAD LUIGGI	28,3	1	2
9	47ZAN2-S3	E.B. SANTA CATALINA	12,6	1	2
10	67Z3N3-S2	U.E. JESÚS A. MARCANO	5,5	1	1
11	MNCTL-S1	E.B. DR. LUIS NAPOLEÓN BLANCO	0,1	1	0
12	MNCTL-S1	E.B. NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO	5,2	1	1
13	67Z3N3-S1	U.E. SALVADOR CORDOVA	0,2	0	0
14	82Z4N3-S1	U.E. FRANCÍSCO ALEMÁN PARRA	5,4	0	1
15	67Z3N3-S2	E. B. DIEGO DE VALLENILLA	2,9	2	1

Tabla 4.18. I_{pe} , daño observado y daño ponderado de las 19 escuelas ubicadas en el Edo Sucre
(Continuación).

N°	Código	Nombre de la institución	I_{pe} (%)	Daño Observado	Daño Ponderado
16	MCTL-S2	U.E. PEDRO CAMEJO	8,4	1	1
17	67Z3N3-S1	E.B. ANTONIO LEMUS PEREZ	3,1	1	1
18	55ZCN2-S3	Escuela VALENTÍN VALIENTE	59,1	4	3
19	67Z3N3-S3	Liceo RAIMUNDO MARTÍNEZ CENTENO	38,3	4	3

Fuente: Coronel y López (2013).

Para poder relacionar estos valores de I_{pe} y nivel de daño observado con el índice de priorización se hizo lo que se explica a continuación:

- Se les aplicó a las 19 edificaciones escolares el BPE y así ponderar el índice de vulnerabilidad (I_v) de las mismas.
- Se estableció la aceleración del terreno en donde se ubicaba cada una de las edificaciones. Coronel y López (2013) indican que cuando un sismo ocurre, las mayores aceleraciones del terreno se presentan justo donde se encuentra el epicentro y mientras más apartado del epicentro se esté estas aceleraciones se van atenuando (esto ocurre cuando no existen efectos locales). De igual forma, lograron simular el comportamiento del Terremoto de Cariaco del año 1997 generando la siguiente representación geográfica de las isoaceleraciones y ubicación de las edificaciones sobre el mapa (Figura 4.5).
- Conocida la aceleración del terreno se usó la norma COVENIN 1756-2001 para saber a qué zona sísmica representativa le corresponde este valor de aceleración del terreno.

- Conocida la zona sísmica representativa se procedió a establecer el índice de amenaza modificado (I_{ZM}) según el BPE y con ello estimar el índice de riesgo modificado (I_{RM}) igualmente aplicando el BPE.
- Con la ocupación de cada una de las edificaciones y con el I_{RM} se estimaron los índices de priorización modificados (I_{PM}) de forma análoga al I_p del BPE.

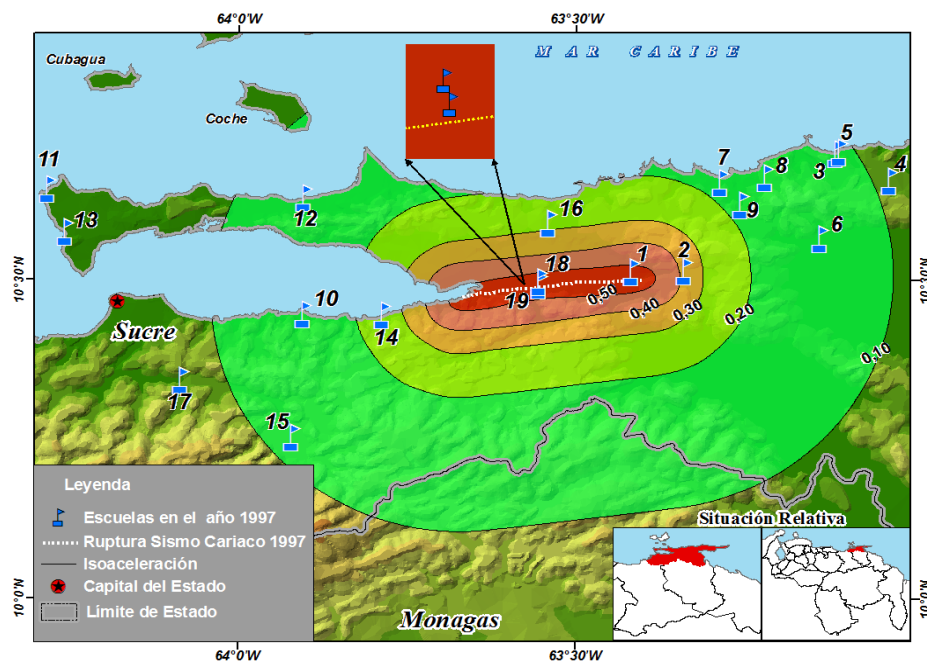


Figura 4.5. Distribución espacial de la muestra de 19 escuelas en el Estado Sucre y ruptura superficial observada en el sismo de Cariaco de 1997. Fuente: Coronel y López (2013).

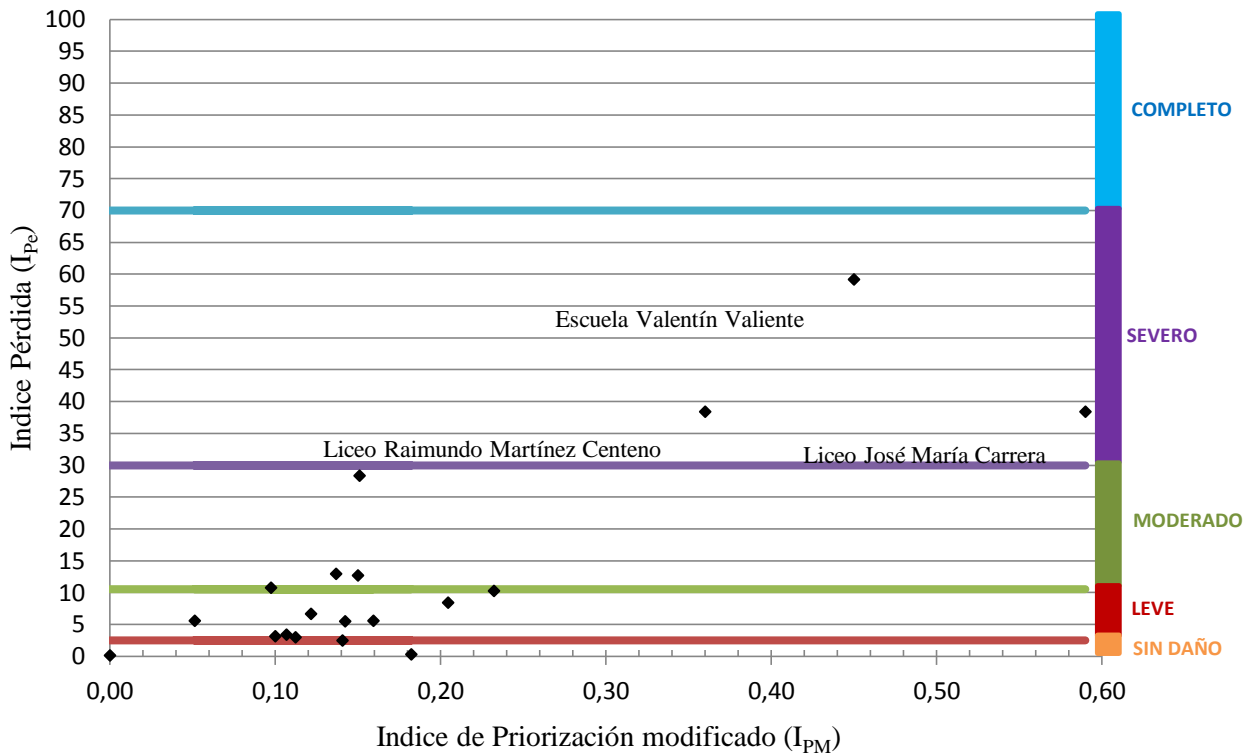
En la tabla 4.19 se presenta en forma resumida cada uno de los parámetros determinados en cada ítem mencionado anteriormente para obtener los valores del índice de priorización modificado en cada una de las 19 edificaciones escolares.

Tabla 4.19. Cuadro resumen de los parámetros necesarios para determinar el índice de priorización modificado para las 19 edificaciones escolares.

N°	Código	Nombre de la institución	I_V	$A_M(g)$	$Zona_M$	I_{ZM}	I_{RM}	I_O	I_{PM}
1	67Z3N3-S3	U.E. JOSE MARIA CARRERA	0,59	0,40	7	1,00	0,59	1,00	0,59
2	MCTL-S3	Escuela RÍO CASANAY	0,62	0,30	5	0,75	0,47	0,50	0,23
3	47ZAN2-S2	U.E. JUAN PABLO ROJAS PAÚL	0,73	0,11	1	0,25	0,18	0,75	0,14
4	55ZCN2-S2	U.E. CHACARACUAL	0,75	0,09	1	0,25	0,19	0,75	0,14
5	55ZCN2-S2	U.E. CARLOS FRANCISCO GRISANTI	0,57	0,10	1	0,25	0,14	0,75	0,11
6	55ZCN2-S2	U.E. MIGUEL SANCHEZ PESQUERA	0,64	0,13	2	0,38	0,24	0,50	0,12
7	82Z4N2-S2	U.E. PLAYA GRANDE	0,26	0,18	3	0,50	0,13	0,75	0,10
8	47ZAN2-S3	U.E. EUSTOQUIA SOLEDAD LUIGGI	0,53	0,15	2	0,38	0,20	0,75	0,15
9	47ZAN2-S3	E.B. SANTA CATALINA	0,40	0,18	3	0,50	0,20	0,75	0,15
10	67Z3N3-S2	U.E. JESÚS A. MARCANO	0,42	0,15	2	0,38	0,16	1,00	0,16
11	MNCTL-S1	E.B. DR. LUIS NAPOLEÓN BLANCO	0,55	0,04	0	0,00	0,00	0,50	0,00
12	MNCTL-S1	E.B. NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO	0,41	0,10	1	0,25	0,10	0,50	0,05
13	67Z3N3-S1	U.E. SALVADOR CORDOVA	0,73	0,05	1	0,25	0,18	1,00	0,18
14	82Z4N3-S1	U.E. FRANCÍSCO ALEMÁN PARRA	0,38	0,21	3	0,50	0,19	0,75	0,14
15	67Z3N3-S2	E. B. DIEGO DE VALLENILLA	0,45	0,11	1	0,25	0,11	1,00	0,11
16	MCTL-S2	U.E. PEDRO CAMEJO	0,65	0,26	4	0,63	0,41	0,50	0,20
17	67Z3N3-S1	E.B. ANTONIO LEMUS PEREZ	0,40	0,09	1	0,25	0,10	1,00	0,10
18	55ZCN2-S3	Escuela VALENTÍN VALIENTE	0,60	0,41	7	1,00	0,60	0,75	0,45
19	67Z3N3-S3	Liceo RAIMUNDO MARTÍNEZ CENTENO	0,36	0,40	7	1,00	0,36	1,00	0,36

Conociéndose el índice de priorización modificado (I_{PM}) de la tabla 4.19, así como el índice de pérdida (I_{Pe}) de la tabla 4.18, se procedió a realizar el gráfico de dispersión entre estos dos índices con la finalidad de estimar el valor límite de priorización. Adicionalmente, en el gráfico se representan los niveles de daños observados como función del índice de pérdida respetando los rangos tal cual se exponen en la tabla 4.17.

Gráfico 4.28. Relación entre el Índice de Pérdida y el Índice de Priorización modificado.



En el gráfico 4.28 se muestra la dispersión en el comportamiento del índice de priorización modificado con respecto al índice de pérdida de las 19 edificaciones escolares. Adicionalmente, en este mismo gráfico a su derecha se observa una escala gráfica que identifica los niveles de daños respetando los rangos establecidos en Coronel y López (2013). Asimismo se representan rectas horizontales que establecen los límites de cada uno de los niveles de daño, con la finalidad de ubicar en cuáles de estos niveles se encuentran las 19 edificaciones. La mayoría de las estructura se encuentra entre los niveles de daño leve y moderado, y sólo tres presentaron daños severos.

Las tres edificaciones escolares que presentaron daños severos fueron el Liceo José María Carrera, la Escuela Valentín Valiente y el Liceo Raimundo Martínez Centeno, siendo las dos últimas las que resultaron derrumbadas durante el evento sísmico ocurrido. En la tabla 4.20 se muestran los valores de I_{pe} , I_v , I_{RM} y I_{PM} de estas dos edificaciones derrumbadas.

Tabla 4.20. Valores de los Índices sísmicos de las edificaciones derrumbadas durante el Terremoto de Cariaco de 1997.

N°	Código	Nombre de la institución	I_{Pe}	I_V	I_{RM}	I_{PM}
18	55ZCN2-S3	Escuela VALENTÍN VALIENTE	59,1	0,60	0,60	0,45
19	67Z3N3-S3	Liceo RAIMUNDO MARTÍNEZ CENTENO	38,3	0,36	0,36	0,36

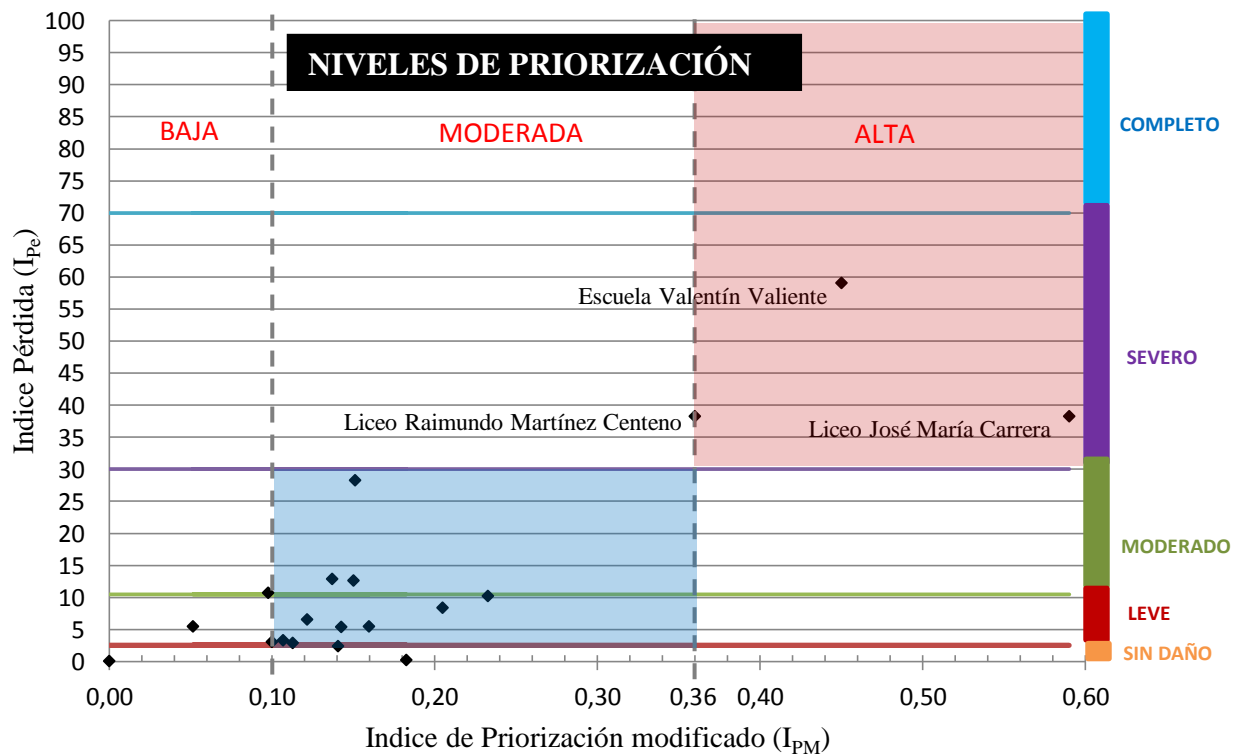
De la tabla anterior se extrae que el límite de priorización se puede ubicar entre los dos valores de I_{PM} mostrado en ella. Adicionalmente, se observa que el Liceo Raimundo Martínez Centeno siendo el que menor valor presentó en cada uno de estos índices igualmente se derrumbó, por lo que se propone el valor de $I_{P1} = 0,36$ como el límite de priorización. Sin embargo, este límite establecería dos zonas una a su derecha “Priorización Alta” y otra a su izquierda “Priorización Moderada”. Esto quiere decir que todo aquel valor que iguale o supere los 0,36 se ubicará en una zona de alta priorización y todo valor que esté por debajo de los 0,36 estaría sobre una zona de priorización moderada.

Regresando nuevamente al gráfico 4.28, se observa una serie de puntos que se ubican entre los niveles de daño leve y moderado. En el rango de I_{PM} que va de 0,10 a 0,20 se agrupan la mayor cantidad de puntos esto pudiera establecer otro límite de priorización. El por qué considerar un segundo límite de priorización se debe justo a que si existen edificaciones que requieren ser priorizadas habrá edificaciones que no lo requieran ya que su I_p es muy bajo, pero siempre hay una probabilidad que existan edificaciones que queden dentro de estos dos extremos. De las 19 edificaciones sólo una está considerada sin daño, 3 con nivel daño severo y las 15 restantes entre leve a moderado. Este último agrupa un número considerable de edificaciones que entran dentro de la probabilidad que se mencionó anteriormente.

Al igual que el primer límite de priorización este segundo se propone con el mismo criterio de ser conservadores, por tal razón del límite mencionado entre 0,1 a 0,20 se tomará el menor esto quiere decir que $I_{P2} = 0,10$. Este límite establecería dos zonas una a su derecha “Priorización Moderada” y otra a su izquierda “Priorización Baja”. Esto quiere decir que

todo aquel valor que iguale o supere los 0,10 se ubicará en una zona de priorización moderada y todo valor que esté por debajo de los 0,10 estaría sobre una zona de priorización baja. Con los valores de $I_{P1}=0,36$ y $I_{P2}=0,10$ propuestos, así como con los niveles planteados. A continuación se presenta la siguiente gráfica representando la propuesta para este TEG.

Gráfico 4.29. Propuesta de los límites de priorización.



De estos límites se plantea que:

- Una edificación escolar que se ha evaluado a través del BPE arroje índice de priorización (I_P) mayor o igual a 0,36, requiere una atención inmediata a través de un proyecto de refuerzo para evitar un posible derrumbe o tener daños de severo a completo en caso de un evento sísmico.
- Una edificación escolar que se ha evaluado a través del BPE arroje índice de priorización (I_P) que sea mayor o igual a 0,10 pero menor a 0,36, requiere de la atención

preventiva de expertos para evaluar la necesidad o no de un refuerzo estructural. En caso de no requerir un refuerzo estructural un plan de mantenimiento preventivo que pueda mejorar sus condiciones actuales sería lo más recomendado.

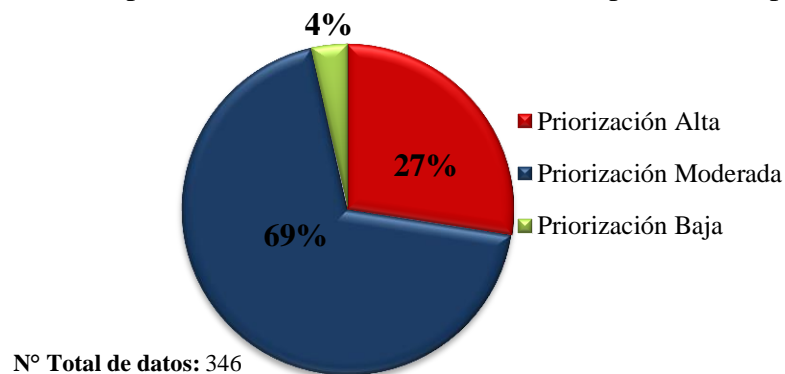
- Una edificación escolar que se ha evaluado a través del BPE arroje índice de priorización (I_p) que sea menor de 0,10 no requiere mayor atención pero no se debe descuidar el mantenimiento de la estructura.

De los índices de priorización obtenidos aplicando el BPE a las 346 edificaciones escolares y en base a la propuesta de los niveles de priorización, en la tabla 4.21 se presenta la cantidad de escuela que deben ser consideradas para su reforzamiento (Priorización Alta). Adicionalmente en el gráfico 4.30 establece la distribución porcentual de edificaciones escolares por nivel de priorización. En el Apéndice G se muestra el listado de las edificaciones clasificadas según los niveles de priorización.

Tabla 4.21. Cantidad de edificaciones escolares por niveles de priorización.

NIVELES	Nº DE EDIFICACIONES ESCOLARES
Priorización Alta	95
Priorización Moderada	239
Priorización Baja	12
TOTAL	346

Gráfico 4.30. Distribución porcentual de edificaciones escolares por nivel de priorización.



Para culminar esta sección de la discusión de los resultados se debe destacar para la priorización de las edificaciones escolares:

- La matrícula u ocupación de la estructura, ya que aún cuando se conozcan los índices de riesgo de las 346 edificaciones escolares, se consideran de mayor importancia aquellas que albergan una mayor cantidad de ocupantes, es por ello que se requiere del índice de ocupación para priorizar las edificaciones.
- Luego de ocurrir un evento sísmico que genere daños considerables, posiblemente muchas estructuras quede afectadas generando hasta su posible derrumbe dejando sin refugio a un número importante de personas, para lo cual el Estado recurre a las edificaciones escolares, hospitales, campos deportivos techados y otros espacios públicos como centros de acopio o refugio, en especial aquellos que tengan una mayor capacidad. Por tal razón aquellas edificaciones escolares cuya matrícula es alta y luego de ocurrido el sismo no presentan daños severos, podrán ser empleadas como refugios.

Por estas dos razones se establece que es el Índice de Priorización el indicador más adecuado para poder establecer la priorización de edificaciones escolares en Venezuela, y el aplicar el BPE no sólo a las 346 edificaciones escolares estudiadas en este Trabajo Especial de Grado sino a muchísimas más, se pudiese establecerse las condiciones actuales en la cual se encuentran desde el punto de vista sismorresistente las edificaciones escolares, estableciéndose una priorización ajustada a sus condiciones actuales pero pensando en el futuro para el beneficios de todos e incluso posiblemente de los que en este trabajo hemos participado.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1. Conclusiones

Una vez aplicado el instrumento de recolección de datos, procesados los mismos y obtenido la información que de ello se generó, conjuntamente con los respectivos análisis, se establece que el BPE puede ser usado como un instrumento evaluativo confiable para priorizar, desde el punto de vista sismorresistente, las edificaciones escolares en Venezuela. Asimismo, de los resultados obtenidos de las 346 edificaciones escolares inspeccionadas se presentan el siguiente conjunto de conclusiones:

- Se generó una base de datos por medio del programa BPE donde se almacenó toda la información obtenida de las inspecciones realizadas a las 346 escuelas evaluadas. En el proceso de vaciado se realizó la verificación de la data expuestas en las planillas, encontrándose que un aproximado de un 60% de estas no fueron llenadas de forma adecuada lo que esto afectaría el cálculo de los índices I_v , I_r y I_p .
- De la base de datos realizada con un total de 346 edificaciones escolares, se destaca del total evaluado que un 80% de las edificaciones están ubicadas en zona de elevada amenaza sísmica, lo que incrementa el riesgo sísmico de estas estructuras. Del total un 76% de éstas estructuras son con una configuración de pórticos de concreto reforzado siendo la PC30 la de mayor presencia con un 59%.
- Un 84% de las estructuras inspeccionadas de concreto reforzado fueron construidas con anterioridad de la aparición de la Norma COVENIN 1753-1985, planteándose que las deficiencias que tienen estas estructuras en materia sismorresistente pueden ser elevadas. Detallando sobre este punto, se tiene que un 89% de estas estructuras presentan columnas cortas y un 68% no poseen sistema resistente a sismo en las dos

direcciones. La simultaneidad de estas tres observaciones sugieren que como mínimo un 84% de éstas podrían ser altamente vulnerables y además se localizan en zonas de elevada amenaza sísmica pues el riesgo sísmico de éstas también será elevado.

- Asimismo con respecto al total de edificaciones escolares de concreto armado, se tiene que un 50% del total corresponde a edificaciones escolares construidas con anterioridad a la Norma Provisional para Construcciones Antisísmicas de 1967. Un 28% corresponden a edificaciones escolares construidas entre la Norma Provisional para Construcciones Antisísmicas de 1967 y la Norma COVENIN 1756 “Edificaciones Antisísmicas” del año 1982. Finalmente un 22% corresponde a las edificaciones escolares construida posteriormente a la Norma COVENIN 1756 “Edificaciones Antisísmicas” del año 1982.
- El 22 % del total de las edificaciones son estructuras de acero y el 85% de éstas fueron construidas con anterioridad a la Norma COVENIN 1618 del año 1998. Sin embargo al observar los valores de los índices que se obtuvieron para estas estructuras son las que menor valor reportan.
- El 55% del total de las estructuras presentan un estado general de mantenimiento bueno y con poca presencia de indicadores de deterioro, el agrietamiento en tabiquería fue el que mayor presencia tuvo y generalmente se encontró de forma localizada.
- De los problemas geotécnicos un aproximado 95% del total evaluado no están construidas cercas de laderas y/o de taludes y no presentan asentamientos en sus fundaciones.
- Los baremos BPE y FUNVISIS incluyen dentro de sus variables o parámetros los mismos indicadores de vulnerabilidad. Sin embargo FEMA 154 muestra una diferencia en los indicadores de vulnerabilidad, esto puede estar referido a que es un instrumento de inspección visual rápida que no requiere que el inspector se encuentre dentro de la

estructura, por tal razón pudiera no estar incluyendo lo referente al mantenimiento general y a los indicadores de deterioro como se evidenció en las planillas.

- Los tres baremos considerados en este trabajo en el momento de evaluar la vulnerabilidad de una estructura, consideran que la antigüedad y el tipo de estructura son los indicadores de mayor peso, seguido por la presencia de irregularidades tanto en planta como en elevación. La diferencia más marcada que se observó entre el BPE y el baremo de FUNVISIS está relacionada a cómo manejan el índice de ocupación, existiendo una diferencia de hasta 40% en los pesos que éstas usan. La consecuencia de esto produce que el índice de priorización reportado por el BPE es menor que el reportado con el de FUNVISIS.
- Al comparar el procedimiento a seguir para obtener los Índices de Vulnerabilidad, Riesgo y Priorización, tanto por el BPE como para el baremo de FUNVISIS, se observa que manejan de forma similar y guardan cierta relación para obtener estos índices. De los valores que se reportan de IV, IR e IP, gráficamente presentan una misma tendencia. Así mismo de la correlación de Pearson entre ambos instrumentos se establece que el índice que mejor ajuste presenta es el índice de riesgo con $R= 0,90$ y el de menor ajuste es el índice de priorización con un $R= 0,79$, esto se debe a lo anteriormente dicho donde los instrumentos presentan diferencias considerables en el peso del índice de ocupación. Sin embargo los valores de R están próximos a la unidad lo que establece una buena similitud entre ambos.
- Al comparar el BPE con el baremo FEMA 154 se concluye que ambos instrumentos utilizan procedimientos distintos para obtener sus valores. La correlación de Pearson obtenida entre ambos instrumentos fue de $R=-0,55$, lo que establece un valor alejado de la unidad. El signo negativo que acompaña al valor de la correlación corrobora que son inversamente proporcionales, si para un instrumento en la lectura del índice de riesgo se establece que mientras mayor sea su valor mayor riesgo presenta la estructura

(BPE), mientras que para FEMA 154 establece lo contrario. Sin embargo, los patrones en las tendencias en los índices obtenidos establecen cierta semejanza entre estos instrumentos aun cuando tengan sus diferencias en forma y procedimientos.

- En función al criterio establecido para priorizar y considerando el caso de las edificaciones escolares que resultaron derrumbadas durante el Terremoto de Cariaco en 1997, se estimaron tres rangos para priorizar y con ello se generó el listado de priorización de las edificaciones escolares. El Nivel de Priorización Alta agrupa a todas las estructuras cuyo índice de priorización sea mayor o igual a 0,36 lo que implica un reforzamiento inmediato. El nivel de Priorización Moderada agrupa a las estructuras cuyo índice de priorización está comprendido entre 0,10 a 0,36 para las cuales se requiere un estudio más detallado para determinar si es necesario o no reforzamiento. El nivel de Priorización Baja agrupa a las estructuras cuyo índice de priorización es menor a 0,10 y no requieren de reforzamiento. El criterio establecido para poder estimar un rango de valor índice para priorizar, tuvo como base las definiciones empleadas por Coronel y López (2013).
- Aplicado este criterio a las 346 edificaciones escolares inspeccionadas se tiene que un 27% de éstas están en el nivel de Priorización Alta lo que requiere un reforzamiento inmediato. Un 69% de estas estructuras se agrupan en el nivel de priorización moderada y un 4% están en un nivel de Priorización Baja. En el Anexo G se presenta el listado de priorización de las escuelas evaluadas.

10.2. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones se plantean de tres formas: de la discusión de resultados, del BPE como instrumento y los valores propuestos de priorización.

En cuanto al BPE para su aplicación, si bien los resultados obtenidos pudiesen establecer que puede ser usado como un instrumento evaluativo de confianza, se recomienda realizar una mejora en la planilla de inspección ocular que es usada en la actualidad. Se plantea la modificación de sus ítems en función a la información que es exigida en el baremo, estas modificaciones son:

- Adicionar en la planilla de inspección ocular la presencia o no de vigas planas, para así permitir en el momento de aplicar el BPE se pueda emplear su ponderación establecida de acuerdo a éste parámetro.
- Establecer un criterio de evaluación del Estado General de Mantenimiento, para que no se entienda que es una característica a evaluar desde el punto de vista estético sino más bien del punto de vista estructural.

Se recomienda determinar el I_{pe} y el Nivel de Daño para cada una de las 346 edificaciones escolares con el criterio propuesto por los profesores Coronel y López (2013), y con una data mayor se podrá estimar con mayor certeza el valor para priorizar.

Teniendo en cuenta que el objetivo principal en el área de diseño de estructuras sismorresistentes, es que la estructura falle mas no colapse ante un evento sísmico, salvaguardando la vida en este caso de los estudiantes, se recomienda que el grupo de 95 edificaciones escolares que presentan un nivel de Priorización Alta requieran un programa de reforzamiento inmediato. Este programa debe estar direccionado a un reforzamiento estructural y debe estar apoyado por diagnósticos de expertos en el área que establezcan el tipo de reforzamiento requerido, esto con el fin de desarrollar alternativas para la mitigación del riesgo sísmico de estos edificios.

Por ser el primer Trabajo Especial de Grado en el que se plantea de alguna forma aprobar el BPE como instrumento dinámico, se recomienda seguir profundizando más sobre este tema logrando incorporar un número mayor de edificaciones escolares y ser priorizadas.

Se recomienda crear las bases necesarias para la validación de este baremo para que sea aplicado al campo de la Ingeniería Sismorresistente en Venezuela, y asimismo ser un instrumento de constante revisión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIS (2002). *Guía técnica para inspección de edificaciones después de un sismo*, Manual de campo, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), 2da Edición, págs. 55, Diciembre-2002. Bogotá-Colombia.
- Alonso J. (2007). *Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones*. Fondo Editorial SIDETUR, Primera impresión, Octubre 2007, pp. 1-36/1-39, Caracas-Venezuela.
- Barbat A., Mena U. y Yépez F. (1998). *Evaluación probabilística del riesgo sísmico en zonas urbanas*, Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseños en Ingeniería, Vol. 14, N° 2, pp. 247-268, Universidad Politécnica de Cataluña, España.
- Cárdenas J., Flores L. y López O. (2011). *Manual del formato de captura de datos para evaluación estructural. Red Nacional de Evaluadores*, Sistema Nacional de Protección Civil – Centro Nacional de Prevención de Desastre (CENAPRED), Manual técnico, Versión Febrero 2011, págs. 100, México.
- Ceballos F., (2010), *Enciclopedia de Microsoft*. Editado por RA-MA. Segunda Edición. Págs. 1004, España, Junio 2010.
- Coronel G. y López O. (2013). *Metodología para la estimación de daños por sismo en edificios escolares de Venezuela mediante curvas de fragilidad*, Revista de la Facultad de Ingeniería de la UCV, Vol. 28, N°2, 2013.
- COVENIN 1618 (1998). *Estructuras de Acero para Edificaciones. Método de los Estados Límites*, Norma Venezolana COVENIN 1618:1998. Publicaciones FONDONORMA, Caracas –Venezuela.

- COVENIN 1753 (1985). *Estructuras de concreto armado para edificaciones. Análisis y diseño*, Norma Venezolana COVENIN MINDUR 1753-85, Caracas-Venezuela.
- COVENIN 1756 (2001). *Edificaciones Sismorresistente*, Norma Venezolana COVENIN 1756: 2001-1. Publicaciones FONDONORMA, Caracas –Venezuela.
- FEMA (2002). *Planilla de inspección visual rápida para edificios con potencial de riesgo sísmico*, Agencia Federal de Manejo de Emergencias (FEMA), Manual FEMA 154, 2^{da} edición, págs. 164, Marzo 2002, USA.
- Fernández O. (2011). *Aspectos a considerar en el peritaje de estructuras afectadas por sismos*, Ponencia realizada ante el Consejo Departamental de Lima y el Colegio de Ingenieros del Perú [Página Web en línea] <http://www.cdlima.org.pe/images/stories/2011/marzo/estructuras.pdf>, [Consultada el 22 de Febrero del 2013].
- FUNVISIS (2002). *La Investigación Sismológica en Venezuela*. Edición de la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS), Institución adscrita al Ministerio del Poder Popular para la Ciencia y Tecnología. Caracas – Venezuela.
- Grippi L. y Rodríguez M. (2008). *Evaluación general del grado de riesgo sísmico de un grupo de estructuras escolares públicas de los Municipios Valencia, Guacara y Diego Ibarra del Estado Carabobo*. Trabajo Especial de Grado para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad de Carabobo, Estado Carabobo- Venezuela.
- Hernández E. y Contreras M. (2008). *Índice del grado de vulnerabilidad sísmica de edificaciones escolares en Venezuela*. Trabajo Especial de Grado para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad de Carabobo, Estado Carabobo- Venezuela.

IMME-FUNVISIS-FEDE (2011). *Reducción del riesgo sísmico en edificaciones escolares de Venezuela*. Informe Técnico Final, 05 de diciembre de 2011. Proyecto FONACIT No. 2005000188, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Caracas – Venezuela.

Lee C., Abou F., y López O. (2007). *Riesgo sísmico en edificaciones escolares del tipo antiguo II*, Revista de la Facultad de Ingeniería de la U.C.V., Vol. 22, N° 2, pp. 99–109, 2007.

López O. (2009). *Indicadores de Riesgo Sísmico en edificios escolares de Venezuela*, Boletín técnico IMME, Volumen 47 N°1, pp. 17-46, 2009.

López O., Marinilli A., Bonilla R., Fernández N., Domínguez G., Baloa T. y Vielma R. (2010). *Evaluación Sismorresistente de edificios escolares en Venezuela*, Revista de la Facultad de Ingeniería de la U.C.V., Vol. 25, N° 4, pp. 81–94, 2010.

López O., Coronel G., Ascanio W., Rojas R., Páez V., Olbrich F., Rengel J. y González J. (2011). *Índices de Priorización de Edificios para la Gestión del Riesgo Sísmico*. Informe Técnico. Departamento de Ingeniería Sísmica. Segunda Versión. Caracas, Venezuela.

Marinilli A., Fernández N., López O. y Coronel G. (2010). *Inspecciones sismorresistente de edificaciones escolares en Venezuela*, Proceedings of the 9th U.S. National and 10th Canadian Conference on Earthquake Engineering, Toronto, Ontario - Canadá, Paper No 590, Julio 25-29, 2010.

Montezuma D. (2011). *Determinación de áreas de riesgo sísmico, Estado Sucre, Venezuela*, Revista Terra. Vol. XXVII, N° 42, pp. 13-45, 2011.

- MOP (1939). *Normas para el cálculo de edificios*, Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Edificios. Cooperativa de Artes Gráficas, Caracas-Venezuela, 1939.
- MOP (1947). *Normas para el cálculo de edificios*, Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Edificios e Instalaciones Industriales. Imprenta Nacional, Caracas-Venezuela, 1947.
- MOP (1955). *Normas para el cálculo de edificios 1955*, Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Edificios e Instalaciones Industriales. Caracas-Venezuela, 1955.
- MOP (1967). *Normas provisional para construcciones antisísmicas*, Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Edificios. Caracas-Venezuela, Noviembre 1967.
- Safina S. (2003). *Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de su contribución al riesgo sísmico*, Trabajo de grado, Universidad Politecnica de Cataluña, España.
- Suárez L., Dávila N., Inglessis P. y Rivero P. (2009). *Evaluación cualitativa de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones escolares en la ciudad de Mérida*, Artículo de Investigación Revista Ciencia e Ingeniería. Vol. 30, No. 3, pp. 269-278, agosto-noviembre, 2009.
- Triola M. (2009). *Estadística*, Editorial Pearson Educación, Décima edición, págs. 904, México, 2009.

APÉNDICE A.

Modelos de planillas de inspección.

APÉNDICE A.

A continuación se presentaran algunos modelos de planillas de inspección que existen en el campo de la Ingeniería Civil que se aplica para realizar inspecciones a edificaciones y a través de esta identificar las variables de vulnerabilidad estructurales y no estructurales que puedan estar presente en una estructura. El fin de estas planillas es recopilar la información necesaria para que se puedan estimar los índices sísmicos que se han venido estudiando a lo largo de este Trabajo Especial de Grado.

El orden en que se presentan las planillas es el siguiente:

- Planilla de Inspección Ocular – Proyecto UCV-FUNVISIS-FEDE-FONACIT N° 200500188- Universidad Central de Venezuela (UCV) - Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME)- Venezuela (planilla de inspección propuesta para evaluar únicamente edificaciones escolares) (IMME-FUNVISIS-FEDE, 2011).
- PLANILLA DE INSPECCIÓN DE EDIFICACIONES (Características Sismorresistentes) - Fundación Venezolana de Investigación Sismológica (FUNVISIS) – Venezuela (López O. *et al*, 2011).
- Planilla de inspección visual rápida para edificios con potencial de riesgo sísmico - FEMA 154 - Agencia Federal de Manejo de Emergencias (FEMA) – USA (FEMA, 2002).
- Guía Técnica para la Inspección de Edificaciones Después de un Sismo – Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – Colombia (AIS, 2002)
- Formato de Captura de Datos para Evaluación de Estructuras – Sistema Nacional de Protección Civil – Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) – México (Cárdenas J. *et al*, 2011).

PROYECTO UCV - FUNVISIS - FEDE - FONACIT N° 2005000188																	1.- No.						
INSPECCIÓN OCULAR																	2.- FECHA:						
3.- NOMBRE DEL PLANTEL (O PLANTELES): _____																							
4.- CODIGO DEA: _____					5.- DIRECCIÓN: _____																		
6.- CIUDAD: _____						7.- MUNICIPIO: _____					8.- ESTADO: _____												
9.- PERSONA ENTREVISTADA: _____										10.- CARGO: _____					11.- TELEFONO: _____								
12.- AÑO DE PROYECTO: _____					13.- AÑO DE CONSTRUCCIÓN: _____					14.- NUM. DE EDIFICIOS: _____					15.- EDIFICIO No.: _____								
16.- NUM. DE PISOS: _____			17.- GPS No.: _____			COORD. UTM: _____			18.- NORTE: _____				19.- ESTE: _____										
20.- INSPECTOR: _____																							
21.- CROQUIS (USE PÁGINAS ADICIONALES SI ES NECESARIO)																							
22.- MODALIDAD		23.- MATRÍCULA			24.- ZONA SISMICA							25.- FORMA DE LA PLANTA					26.- JUNTAS						
		< 500	500 - 1000	> 1000	0	1	2	3	4	5	6	7	H	L	U	T	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SI	NO			
27.- TIPO DE ESTRUCTURA										28.- SISTEMA CONSTRUCTIVO TIFICADO													
PC25	PCINT	PC30	MC	PA	PAI	PAA	MM	MIX	PRE	OTRO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
DETALLES DE LA ESTRUCTURA																							
29.- SISTEMA RESISTENTE A SISMO EN LAS DOS DIRECCIONES										SI	NO	42.- CONSTRUIDO EN LADERA											
DIRECCIONES PRINCIPALES EN PLANTA										CORTA	LARGA	43.- CERCANÍA A TALUD											
30.- DIMENSIONES TÍPICAS DE ELEMENTOS (cm)				COLUMNAS						44.- CONCENTRACIÓN DE MASA EN PISOS SUPERIORES													
				VIGAS						BLOQUE CONCRETO													
				MUROS						BLOQUE ARCILLA													
31.- NÚMERO DE VANOS												45.- TABIQUERÍA EMPLEADA				LADRILLO							
32.- LUCES DE VANOS TÍPICAS (cm)																FRISADA							
33.- ALTURA DE ENTREPISO TÍPICA (cm)																OTRO (ESPECIFIQUE):							
34.- PRESENCIA DE VOLADOS (dimensión típica en cm)												INDICADORES DE DETERIORO DE LA ESTRUCTURA										LOCALIZ.	GENERALIZ.
35.- PRESENCIA DE ENTRANTES (dimensión típica en cm)												46.- AGRIETAMIENTO EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES											
36.- PRESENCIA DE SALIENTES (dimensión típica en cm)												47.- AGRIETAMIENTO EN TABIQUERÍA											
37.- ENTREPISO BLANDO												48.- ACERO DE REFUERZO EXPUESTO											
38.- DISCONTINUIDAD VERTICAL SISTEMA RESISTENTE A SISMOS												49.- CORROSIÓN EN EL ACERO											
39.- COLUMNA CORTA		No. DE COLUMNAS EN FACHADA									50.- DEFLEXIONES EXCESIVAS												
		No. DE COLUMNAS INTERNAS									51.- DETERIORO EN UNIONES												
		ALTURAS LIBRES TÍPICAS (cm)									52.- ASENTAMIENTO DE LAS FUNDACIONES												
40.- POSIBILIDAD DE GOLPETEO ENTRE EDIFICIOS		LOSAS A IGUAL COTA									53.- ESTADO GENERAL DE MANTENIMIENTO						BUENO						
		LOSAS A DIFERENTES COTAS															REGULAR						
																	MALO						
41.- TIPO DE ENTREPISO Y TECHO		LIVIANO						ENTREP. TECHO			54.- EVIDENCIA DE REPARACIONES												
		NERVADA DE CONCRETO									55.- EVIDENCIA DE REFUERZO DE LA ESTRUCTURA												
		MACIZA DE CONCRETO									56.- OTRO (ESPECIFIQUE):												
		TIPO LOSA ACERO																					
		TABELONES																					
57.- COMENTARIOS (USE EL REVERSO DE LA PAGINA O PAGINAS ADICIONALES SI ES NECESARIO)																							

Figura A.1. Planilla de Inspección Ocular-Proyecto UCV. Fuente: IMME-UCV-FEDE (2011).

PLANILLA DE INSPECCIÓN DE EDIFICACIONES (Características Sismorresistentes)				G-20007752-2
1. Datos generales (rellenar)				
1.1 Fecha:	1.2 Hora inicio:	1.3 Hora culminación:	1.4 Código:	
2. Datos de los participantes (rellenar)				
Función	Nombre y apellido	Teléfono	Correo Electrónico	
2.1 Inspector				
2.2 Revisor				
2.3 Supervisor				
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., Barrio:		
4.10 Sector:	4.11 Calle, Vereda:	4.12 Manzana N°:	4.13 N° Parcela:	
Proy. UTM(REGVEN) 4.14 Coord. X:		4.15 Coord. Y:		4.16 Huso:
5. Uso de la edificación (marcar con "x", múltiples opciones)				
<input type="checkbox"/> Gubernamental	<input type="checkbox"/> Militar	<input type="checkbox"/> Medico-Asistencial	<input type="checkbox"/> Industrial	<input type="checkbox"/> Otro (Especifique)
<input type="checkbox"/> Bomberos	<input type="checkbox"/> Vivienda Popular	<input type="checkbox"/> Educativo	<input type="checkbox"/> Comercial	
<input type="checkbox"/> Protección Civil	<input type="checkbox"/> Vivienda Unifamiliar	<input type="checkbox"/> Deportivo-Recreativo	<input type="checkbox"/> Oficina	
<input type="checkbox"/> Policial	<input type="checkbox"/> Vivienda Multifamiliar	<input type="checkbox"/> Cultural	<input type="checkbox"/> Religioso	
6. Capacidad de ocupación (rellenar y marcar con "x", múltiples opciones)				
6.1 Número de personas que ocupan el inmueble:		6.2 Ocupación durante: <input type="checkbox"/> Mañana <input type="checkbox"/> Tarde <input type="checkbox"/> Noche		
7. Año de construcción (rellenar y marcar con "x", una opción)				
Año:	<input type="checkbox"/> Antes de 1939	<input type="checkbox"/> Entre 1940 y 1947	<input type="checkbox"/> Entre 1948 y 1955	<input type="checkbox"/> Entre 1956 y 1967
	<input type="checkbox"/> Entre 1968 y 1982	<input type="checkbox"/> Entre 1983 y 1998	<input type="checkbox"/> Entre 1999 y 2001	<input type="checkbox"/> Después de 2001
8. Condición del terreno (marcar con "x", una opción por pregunta)				
8.1. Edificación en:	<input type="checkbox"/> Planicie	8.2 Pendiente del terreno: <input type="checkbox"/> 20° - 45° <input type="checkbox"/> Mayor a 45°		
	<input type="checkbox"/> Ladera	8.3 Localizada sobre la mitad superior de la ladera: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No		
8.6 Drenajes: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Base	8.4 Pendiente del talud: <input type="checkbox"/> 20° - 45° <input type="checkbox"/> Mayor a 45°		
	<input type="checkbox"/> Cima	8.5 Separación al talud: <input type="checkbox"/> Menor a H del Talud <input type="checkbox"/> Mayor a H del Talud		
9. Tipo estructural (marcar con "x", múltiples opciones)				
<input type="checkbox"/> Pórticos de concreto armado	<input type="checkbox"/> Pórticos de acero con cerchas		<input type="checkbox"/> Sistemas pre-fabricados a base de grandes paneles o de pórticos	
<input type="checkbox"/> Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto	<input type="checkbox"/> Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada. Pisos: _____		<input type="checkbox"/> Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada. Pisos: _____	
<input type="checkbox"/> Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales	<input type="checkbox"/> Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción. Pisos: _____		<input type="checkbox"/> Viviendas de bahareque de un piso	
<input type="checkbox"/> Sistemas con muros de concreto armado en una sola dirección, como algunos sistemas del tipo túnel	<input type="checkbox"/> Viviendas de construcción precaria (tierra, madera, zinc, etc.)			
<input type="checkbox"/> Pórticos de acero				
<input type="checkbox"/> Pórticos de acero con perfiles tubulares				
<input type="checkbox"/> Pórticos de acero diagonalizados				
10. Esquema de planta (marcar con "x")		11. Esquema de elevación (marcar con "x")		
<input type="checkbox"/> "H"	<input type="checkbox"/> "L"	<input type="checkbox"/> Esbeltez horizontal	<input type="checkbox"/> "T"	<input type="checkbox"/> "U"
<input type="checkbox"/> "T"	<input type="checkbox"/> Cajón	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Piramide invertida	<input type="checkbox"/> "L"
<input type="checkbox"/> "U" ó "C"	<input type="checkbox"/> Regular		<input type="checkbox"/> Piramidal	<input type="checkbox"/> "□"
				<input type="checkbox"/> Esbeltez vertical
				<input type="checkbox"/> Ninguno

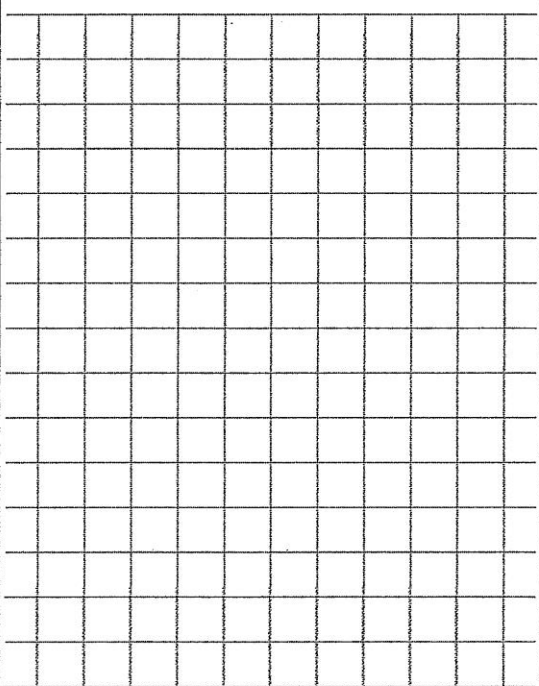
Figura A.2. Planilla de Inspección de Edificaciones 1/2. Fuente: López O. et al (2011)

12. Irregularidades (marcar con "x", múltiples opciones)																												
<input type="checkbox"/> 12.1 Ausencia de vigas altas en una o dos direcciones	<input type="checkbox"/> 12.6 Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta																											
<input type="checkbox"/> 12.2 Presencia de al menos un entrepiso debil ó blando	<input type="checkbox"/> 12.7 Ausencia de muros en una dirección																											
<input type="checkbox"/> 12.3 Presencia de columnas cortas	<input type="checkbox"/> 12.8 Adosamiento: Losa contra losa																											
<input type="checkbox"/> 12.4 Discontinuidad de ejes de columnas o paredes portantes	<input type="checkbox"/> 12.9 Adosamiento: Losa contra columna																											
<input type="checkbox"/> 12.5 Aberturas significativas en losas	12.10 Separación entre edificios (cm): _____																											
13. Grado de deterioro (marcar con "x", una opción por pregunta)																												
13.1 Est. de Concreto: Agrietamiento en elementos estructurales y/o corrosión en acero de refuerzo:	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Moderado	<input type="checkbox"/> Severo																									
13.2 Est. de Acero: Corrosión en elementos de acero y/o deterioro de conexiones y/o pandeo:	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Moderado	<input type="checkbox"/> Severo																									
13.3 Agrietamiento en paredes de relleno:	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Moderado	<input type="checkbox"/> Severo																									
13.4 Estado general de mantenimiento:	<input type="checkbox"/> Bueno	<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Bajo																									
14. Observaciones																												
<div style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px;"></div>																												
15. Croquis de ubicación, fachada y planta																												
Croquis de ubicación 		Croquis de fachada 																										
Croquis de planta 																												
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">Fotos a tomar:</td> <td style="border: none;">- Fachadas</td> <td style="border: none;">- Identificación de la edificación</td> <td style="border: none;">- Pendiente del terreno</td> <td style="border: none;">- Talud cercano</td> <td style="border: none;">- Tipo estructural</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">- Elementos estructurales</td> <td style="border: none;">- Losas</td> <td style="border: none;">- Juntas</td> <td style="border: none;">- Nodos o conexiones</td> <td style="border: none;">- Ausencia de vigas altas</td> <td style="border: none;">- Presencia columna corta</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">- Discontinuidad de elementos</td> <td style="border: none;">- Aberturas excesivas en planta</td> <td style="border: none;">- Asimetría en planta</td> <td style="border: none;">- Adosamiento</td> <td style="border: none;">- Grietas en paredes</td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">- Grietas o fisuras en elementos de concreto</td> <td style="border: none;">- Corrosión o deterioro en elementos de acero</td> <td style="border: none;">- Observaciones o casos especiales</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> </tr> </table>					Fotos a tomar:	- Fachadas	- Identificación de la edificación	- Pendiente del terreno	- Talud cercano	- Tipo estructural	- Elementos estructurales	- Losas	- Juntas	- Nodos o conexiones	- Ausencia de vigas altas	- Presencia columna corta	- Discontinuidad de elementos	- Aberturas excesivas en planta	- Asimetría en planta	- Adosamiento	- Grietas en paredes		- Grietas o fisuras en elementos de concreto	- Corrosión o deterioro en elementos de acero	- Observaciones o casos especiales			
Fotos a tomar:	- Fachadas	- Identificación de la edificación	- Pendiente del terreno	- Talud cercano	- Tipo estructural																							
- Elementos estructurales	- Losas	- Juntas	- Nodos o conexiones	- Ausencia de vigas altas	- Presencia columna corta																							
- Discontinuidad de elementos	- Aberturas excesivas en planta	- Asimetría en planta	- Adosamiento	- Grietas en paredes																								
- Grietas o fisuras en elementos de concreto	- Corrosión o deterioro en elementos de acero	- Observaciones o casos especiales																										

Figura A.3. Planilla de Inspección de Edificaciones 2/2. Fuente: López O. et al (2011)

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

MODERATE Seismicity

	Address: _____ _____ Zip _____ Other Identifiers _____ No. Stories _____ Year Built _____ Screener _____ Date _____ Total Floor Area (sq. ft.) _____ Building Name _____ Use _____														
PHOTOGRAPH															
Scale: _____															
OCCUPANCY Assembly Commercial Emer. Services Govt Historic Industrial Office Residential School Number of Persons 0-10 11-100 101-1000 1000+	SOIL TYPE A Hard Rock B Avg. Rock C Dense Soil D Stiff Soil E Soft Soil F Poor Soil	FALLING HAZARDS <input type="checkbox"/> Unreinforced Chimneys <input type="checkbox"/> Parapets <input type="checkbox"/> Cladding <input type="checkbox"/> Other: _____													
BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Basic Score	5.2	4.8	3.6	3.6	3.8	3.6	3.6	3.0	3.6	3.2	3.2	3.2	3.6	3.4	3.4
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.4	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.2	+0.4	+0.2	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	-0.4
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+1.4	+1.4	N/A	+1.4	+0.8	+0.5	+0.8	+0.4	N/A	+0.6	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-3.5	-3.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-1.0	-0.4	-1.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Post-Benchmark	+1.6	+1.6	+1.4	+1.4	N/A	+1.2	N/A	+1.2	+1.6	N/A	+1.8	N/A	2.0	+1.8	N/A
Soil Type C	-0.2	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.8	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.4
Soil Type D	-0.6	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.0	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
Soil Type E	-1.2	-1.8	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
FINAL SCORE S															
COMMENTS															Detailed Evaluation Required YES NO

* = Estimated, subjective, or unreliable data
 DNK = Do Not Know
 BR = Braced frame
 FD = Flexible diaphragm
 LM = Light metal
 MRF = Moment-resisting frame
 RC = Reinforced concrete
 RD = Rigid diaphragm
 SW = Shear wall
 TU = Tilt up
 URM INF = Unreinforced masonry infill

Figura A.5. Planilla de inspección visual rápida para edificios 2/4. Fuente: FEMA (2002).

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

HIGH Seismicity

<p>Scale: _____</p>	<p>Address: _____ Zip _____</p> <p>Other Identifiers _____</p> <p>No. Stories _____ Year Built _____</p> <p>Screener _____ Date _____</p> <p>Total Floor Area (sq. ft.) _____</p> <p>Building Name _____</p> <p>Use _____</p> <div style="text-align: center; margin-top: 50px;">PHOTOGRAPH</div>	
BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S		
OCCUPANCY	SOIL TYPE	FALLING HAZARDS
Assembly Commercial Emer. Services	A Hard Rock B Avg. Rock C Dense Soil D Stiff Soil E Soft Soil F Poor Soil	<input type="checkbox"/> Unreinforced Chimneys <input type="checkbox"/> Parapets <input type="checkbox"/> Cladding <input type="checkbox"/> Other: _____
Govt Historic Industrial	Number of Persons 0-10 11-100 101-1000 1000+	
Office Residential School		
W1 W2 S1 (MRF) S2 (BR) S3 (LM) S4 (RC SW) S5 (URM INF) C1 (MRF) C2 (SW) C3 (URM INF) PC1 (TU) PC2 RM1 (FD) RM2 (RD) URM	W1 W2 S1 (MRF) S2 (BR) S3 (LM) S4 (RC SW) S5 (URM INF) C1 (MRF) C2 (SW) C3 (URM INF) PC1 (TU) PC2 RM1 (FD) RM2 (RD) URM	PC1 (TU) PC2 RM1 (FD) RM2 (RD) URM
Basic Score Mid Rise (4 to 7 stories) High Rise (> 7 stories) Vertical Irregularity Plan Irregularity Pre-Code Post-Benchmark Soil Type C Soil Type D Soil Type E	4.4 3.8 2.8 3.0 3.2 2.8 2.0 2.5 2.8 1.6 2.6 2.4 2.8 2.8 1.8 N/A N/A +0.2 +0.4 N/A +0.4 +0.4 +0.4 +0.4 +0.2 N/A +0.2 +0.4 +0.4 0.0 N/A N/A +0.6 +0.8 N/A +0.8 +0.8 +0.6 +0.8 +0.3 N/A +0.4 N/A +0.6 N/A -2.5 -2.0 -1.0 -1.5 N/A -1.0 -1.0 -1.5 -1.0 -1.0 -1.0 -1.0 -1.0 -1.0 -1.0 -0.5 -0.5 -0.5 -0.5 -0.5 -0.5 -0.5 -0.5 -0.5 -0.5 -0.5 -0.5 -0.5 -0.5 -0.5 0.0 -1.0 -1.0 -0.8 -0.6 -0.8 -0.2 -1.2 -1.0 -0.2 -0.8 -0.8 -1.0 -0.8 -0.2 +2.4 +2.4 +1.4 +1.4 N/A +1.6 N/A +1.4 +2.4 N/A +2.4 N/A +2.8 +2.6 N/A 0.0 -0.4 -0.4 -0.4 -0.4 -0.4 -0.4 -0.4 -0.4 -0.4 -0.4 -0.4 -0.4 -0.4 -0.4 0.0 -0.8 -0.6 -0.6 -0.6 -0.6 -0.4 -0.6 -0.6 -0.4 -0.6 -0.6 -0.6 -0.6 -0.6 0.0 -0.8 -1.2 -1.2 -1.0 -1.2 -0.8 -1.2 -0.8 -0.8 -0.4 -1.2 -0.4 -0.6 -0.8	PC1 (TU) PC2 RM1 (FD) RM2 (RD) URM
FINAL SCORE, S		
COMMENTS		Detailed Evaluation Required
		YES NO

* = Estimated, subjective, or unreliable data BR = Braced frame MRF = Moment-resisting frame SW = Shear wall
 DNK = Do Not Know FD = Flexible diaphragm RC = Reinforced concrete TU = Tilt up
 LM = Light metal RD = Rigid diaphragm URM INF = Unreinforced masonry infill

Figura A.6. Planilla de inspección visual rápida para edificios 3/4. Fuente: FEMA (2002).

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards (FEMA 154)
 Quick Reference Guide (for use with Data Collection Form)

1. Model Building Types and Critical Code Adoption and Enforcement Dates		Year Seismic Codes Initially Adopted and Enforced*	Benchmark Year when Codes Improved
Structural Types			
W1	Light wood frame, residential or commercial, ≤ 5000 square feet	_____	_____
W2	Wood frame buildings, > 5000 square feet.	_____	_____
S1	Steel moment-resisting frame	_____	_____
S2	Steel braced frame	_____	_____
S3	Light metal frame	_____	_____
S4	Steel frame with cast-in-place concrete shear walls	_____	_____
S5	Steel frame with unreinforced masonry infill	_____	_____
C1	Concrete moment-resisting frame	_____	_____
C2	Concrete shear wall	_____	_____
C3	Concrete frame with unreinforced masonry infill	_____	_____
PC1	Tilt-up construction	_____	_____
PC2	Precast concrete frame	_____	_____
RM1	Reinforced masonry with flexible floor and roof diaphragms	_____	_____
RM2	Reinforced masonry with rigid diaphragms	_____	_____
URM	Unreinforced masonry bearing-wall buildings	_____	_____

*Not applicable in regions of low seismicity

2. Anchorage of Heavy Cladding
Year in which seismic anchorage requirements were adopted: _____

3. Occupancy Loads			
Use	Square Feet, Per Person	Use	Square Feet, Per Person
Assembly	varies, 10 minimum	Industrial	200-500
Commercial	50-200	Office	100-200
Emergency Services	100	Residential	100-300
Government	100-200	School	50-100

4. Score Modifier Definitions	
<i>Mid-Rise:</i>	4 to 7 stories
<i>High-Rise:</i>	8 or more stories
<i>Vertical Irregularity:</i>	Steps in elevation view; inclined walls; building on hill; soft story (e.g., house over garage); building with short columns; unbraced cripple walls.
<i>Plan Irregularity</i>	Buildings with re-entrant corners (L, T, U, E, + or other irregular building plan); buildings with good lateral resistance in one direction but not in the other direction; eccentric stiffness in plan, (e.g. corner building, or wedge-shaped building, with one or two solid walls and all other walls open).
<i>Pre-Code:</i>	Building designed and constructed prior to the year in which seismic codes were first adopted and enforced in the jurisdiction; use years specified above in Item 1; default is 1941, except for PC1, which is 1973.
<i>Post-Benchmark:</i>	Building designed and constructed after significant improvements in seismic code requirements (e.g., ductile detailing) were adopted and enforced; the benchmark year when codes improved may be different for each building type and jurisdiction; use years specified above in Item 1 (see Table 2-2 of FEMA 154 <i>Handbook</i> for additional information).
<i>Soil Type C:</i>	Soft rock or very dense soil; S-wave velocity: 1200 – 2500 ft/s; blow count > 50; or undrained shear strength > 2000 psf.
<i>Soil Type D:</i>	Stiff soil; S-wave velocity: 600 – 1200 ft/s; blow count: 15 – 50; or undrained shear strength: 1000 – 2000 psf.
<i>Soil Type E:</i>	Soft soil; S-wave velocity < 600 ft/s; or more than 100 ft of soil with plasticity index > 20, water content > 40%, and undrained shear strength < 500 psf.

Figura A.7. Planilla de inspección visual rápida para edificios 4/4. Fuente: FEMA (2002).

<p>LOCALIDAD <input type="text"/> NOMBRE DEL BARRIO <input type="text"/></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%; height: 20px;"></td> <td style="width: 25%; height: 20px;"></td> <td style="width: 25%; height: 20px;"></td> <td style="width: 25%; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td>BARRIO</td> <td>MANZANA</td> <td>PREDIO</td> <td>CONSTRUCCION</td> </tr> </table> <p style="text-align: center; font-size: small;">IDENTIFICACION CATASTRAL</p>					BARRIO	MANZANA	PREDIO	CONSTRUCCION	<p>Formulario Número <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p style="text-align: center;"><u>Inspección de la edificación</u> <u>Clasificación de habitabilidad</u></p> <p>Exterior e interior No se pudo entrar Verde Amarillo Naranja Rojo</p> <p style="text-align: center;"> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> </p>																																																																					
BARRIO	MANZANA	PREDIO	CONSTRUCCION																																																																											
<p style="text-align: center;">IDENTIFICACION DE LA EDIFICACION</p> <p>Dirección: Carrera <input type="text"/> Calle <input type="text"/> Transv <input type="text"/> Diag <input type="text"/></p> <p>Avenida <input type="text"/> Otro: <input type="text"/> Número <input type="text"/></p> <p>Nombre de la Edificación: <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Uso predominante:</p> <table style="width: 100%; font-size: small;"> <tr> <td>1. Residencial</td> <td>2. Comercial</td> <td>3. Educacional</td> <td>De la edificación <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>4. Salud</td> <td>5. Hotelero</td> <td>6. Oficinas</td> <td>De la Planta Baja <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>7. Industrial</td> <td>8. Institucional</td> <td>9. Bodegas</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10. Estacionamientos</td> <td>11. Otros</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Número de pisos: <input type="text"/> Niveles sobre el terreno <input type="text"/> Sótanos <input type="text"/> Total <input type="text"/></p> <p>Dimensiones aproximadas del edificio: Frente (m) <input type="text"/> Fondo (m) <input type="text"/></p>	1. Residencial	2. Comercial	3. Educacional	De la edificación <input type="checkbox"/>	4. Salud	5. Hotelero	6. Oficinas	De la Planta Baja <input type="checkbox"/>	7. Industrial	8. Institucional	9. Bodegas		10. Estacionamientos	11. Otros			<p style="text-align: center;">DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA</p> <p>Sistema Estructural</p> <p>Concreto</p> <table style="width: 100%; font-size: small;"> <tr> <td>Reforzado: 11 Pórtico de concreto</td> <td>12 Muros estructurales</td> <td>13 Sistemas duales</td> <td>14 Prefabricados</td> </tr> <tr> <td>Mampostería: 21 Mampostería confinada</td> <td>22 Mampostería reforzada</td> <td colspan="2">23 Mampostería no reforzada</td> </tr> <tr> <td>Aceero: 31 Pórticos amostrados</td> <td colspan="3">32 Pórticos no amostrados</td> </tr> <tr> <td>Madera: 41 Pórticos y paneles en madera</td> <td colspan="3">42 Pórticos en madera y paneles en otros materiales</td> </tr> <tr> <td>Bahareque o tapia: 51 Muros en bahareque</td> <td colspan="3">52 Muros en tapia</td> </tr> <tr> <td>50 Mida</td> <td>60 Otros</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table> <p>Sistema Estructural <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Tipo de Entrepiso</p> <table style="width: 100%; font-size: small;"> <tr> <td>Concreto Reforzado: 11 Placa retezada</td> <td>12 Placa aligerada</td> <td>13 Retícula o celosado</td> </tr> <tr> <td>Aceero: 21 Lámina colaborante (steel deck)</td> <td>22 Vigas</td> <td>23 Cerchas</td> </tr> <tr> <td>Madera: 31 Vigas</td> <td>32 Mida</td> <td></td> </tr> <tr> <td>40 Otros</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table> <p>Tipo de entresijos: <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Año de construcción</p> <table style="width: 100%; font-size: small;"> <tr> <td>1. Antes de 1930</td> <td>2. 1930 a 1984</td> </tr> <tr> <td>3. 1985 a 1997</td> <td>4. A partir de 1988</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;"><input style="width: 100%;" type="text"/></p>	Reforzado: 11 Pórtico de concreto	12 Muros estructurales	13 Sistemas duales	14 Prefabricados	Mampostería: 21 Mampostería confinada	22 Mampostería reforzada	23 Mampostería no reforzada		Aceero: 31 Pórticos amostrados	32 Pórticos no amostrados			Madera: 41 Pórticos y paneles en madera	42 Pórticos en madera y paneles en otros materiales			Bahareque o tapia: 51 Muros en bahareque	52 Muros en tapia			50 Mida	60 Otros			Concreto Reforzado: 11 Placa retezada	12 Placa aligerada	13 Retícula o celosado	Aceero: 21 Lámina colaborante (steel deck)	22 Vigas	23 Cerchas	Madera: 31 Vigas	32 Mida		40 Otros			1. Antes de 1930	2. 1930 a 1984	3. 1985 a 1997	4. A partir de 1988																					
1. Residencial	2. Comercial	3. Educacional	De la edificación <input type="checkbox"/>																																																																											
4. Salud	5. Hotelero	6. Oficinas	De la Planta Baja <input type="checkbox"/>																																																																											
7. Industrial	8. Institucional	9. Bodegas																																																																												
10. Estacionamientos	11. Otros																																																																													
Reforzado: 11 Pórtico de concreto	12 Muros estructurales	13 Sistemas duales	14 Prefabricados																																																																											
Mampostería: 21 Mampostería confinada	22 Mampostería reforzada	23 Mampostería no reforzada																																																																												
Aceero: 31 Pórticos amostrados	32 Pórticos no amostrados																																																																													
Madera: 41 Pórticos y paneles en madera	42 Pórticos en madera y paneles en otros materiales																																																																													
Bahareque o tapia: 51 Muros en bahareque	52 Muros en tapia																																																																													
50 Mida	60 Otros																																																																													
Concreto Reforzado: 11 Placa retezada	12 Placa aligerada	13 Retícula o celosado																																																																												
Aceero: 21 Lámina colaborante (steel deck)	22 Vigas	23 Cerchas																																																																												
Madera: 31 Vigas	32 Mida																																																																													
40 Otros																																																																														
1. Antes de 1930	2. 1930 a 1984																																																																													
3. 1985 a 1997	4. A partir de 1988																																																																													
<p style="text-align: center;">ESTADO DE LA EDIFICACION</p> <p style="text-align: center;"><u>Estado General de la Edificación</u></p> <p>Revisar la edificación en forma global para las condiciones señaladas a continuación y hacer las aclaraciones necesarias en la sección de comentarios:</p> <p>1. Existe colapso: 1. No 2. Parcial 3. Total <input type="checkbox"/></p> <p>2. Desviación o inclinación de la edificación o de algún entrespiso: 1. Si 2. No 3. No se pudo determinar <input type="checkbox"/></p> <p>3. Faltó o asentamiento de la cimentación: 1. Si 2. No 3. No se pudo determinar <input type="checkbox"/></p> <p>Daños en Elementos Arquitectónicos</p> <p>Indique el grado de daño de los elementos</p> <table style="width: 100%; font-size: small;"> <tr> <td>4. Muros de fachadas o antepechos: 1. Ninguno 2. Leve 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>5. Muros divisorios o particiones: 1. Ninguno 2. Leve 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>6. Cielo rasos y luminarias: 1. Ninguno 2. Leve 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>7. Cubierta: 1. Ninguno 2. Leve 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>8. Escaleras: 1. Ninguno 2. Leve 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>9. Instalaciones: Acueducto <input type="checkbox"/> Alcantarillado <input type="checkbox"/> Energía <input type="checkbox"/> Gas <input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>10. Tanques elevados: 1. Ninguno 2. Leve 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Problemas Geotécnicos</p> <p>11. Falla en talud o movimientos en masa: 1. No 2. Puntual 3. General <input type="checkbox"/></p> <p>12. Asentamiento, subsidencia o licuación: 1. No 2. Puntual 3. General <input type="checkbox"/></p>	4. Muros de fachadas o antepechos: 1. Ninguno 2. Leve 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo	<input type="checkbox"/>	5. Muros divisorios o particiones: 1. Ninguno 2. Leve 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo	<input type="checkbox"/>	6. Cielo rasos y luminarias: 1. Ninguno 2. Leve 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo	<input type="checkbox"/>	7. Cubierta: 1. Ninguno 2. Leve 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo	<input type="checkbox"/>	8. Escaleras: 1. Ninguno 2. Leve 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo	<input type="checkbox"/>	9. Instalaciones: Acueducto <input type="checkbox"/> Alcantarillado <input type="checkbox"/> Energía <input type="checkbox"/> Gas <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10. Tanques elevados: 1. Ninguno 2. Leve 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo	<input type="checkbox"/>	<p>Daños en Elementos Estructurales en el piso de mayor afectación</p> <p>Indique el nivel de entrespiso con el mayor daño <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Indique el porcentaje de los elementos afectados según su grado de daño</p> <table style="width: 100%; font-size: small;"> <tr> <td></td> <td>1. Ninguno</td> <td>2. Leve</td> <td>3. Moderado</td> <td>4. Fuerte</td> <td>5. Severo</td> </tr> <tr> <td>13. Columnas o muros portantes</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>14. Vigas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>15. Nudos o puntos de conexión</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>16. Entresijos</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Porcentaje de Daños Global de la Edificación</p> <p>Estimar el porcentaje del área afectada con relación al área total construida de la edificación:</p> <table style="width: 100%; font-size: small;"> <tr> <td>Rango</td> <td>%</td> <td>Clasificación Global del daño</td> </tr> <tr> <td>0%</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Ninguno</td> </tr> <tr> <td>0 - 10%</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> </tr> <tr> <td>10 - 30%</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> </tr> <tr> <td>30 - 60%</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Fuerte</td> </tr> <tr> <td>60 - 100%</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Severo</td> </tr> <tr> <td>100%</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Colapso total</td> </tr> </table> <p>Clasificación global del daño y habitabilidad de la edificación</p> <table style="width: 100%; font-size: small;"> <tr> <td>Clasificación Global del daño</td> <td>Clasificación de habitabilidad (color)</td> </tr> <tr> <td>1. Ninguno</td> <td>Habitable (verde)</td> </tr> <tr> <td>2. Leve</td> <td>Habitable (verde)</td> </tr> <tr> <td>3. Moderado</td> <td>Uso restringido (amarillo)</td> </tr> <tr> <td>4. Fuerte</td> <td>No habitable (naranja)</td> </tr> <tr> <td>5. Severo</td> <td>Peligro de colapso (rojo)</td> </tr> </table> <p>Indique la clasificación del daño según la presente evaluación <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Existe una clasificación previa? 1. Si 2. No <input type="checkbox"/> Cál? <input type="text"/></p>		1. Ninguno	2. Leve	3. Moderado	4. Fuerte	5. Severo	13. Columnas o muros portantes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	14. Vigas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15. Nudos o puntos de conexión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	16. Entresijos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rango	%	Clasificación Global del daño	0%	<input type="checkbox"/>	Ninguno	0 - 10%	<input type="checkbox"/>	Leve	10 - 30%	<input type="checkbox"/>	Moderado	30 - 60%	<input type="checkbox"/>	Fuerte	60 - 100%	<input type="checkbox"/>	Severo	100%	<input type="checkbox"/>	Colapso total	Clasificación Global del daño	Clasificación de habitabilidad (color)	1. Ninguno	Habitable (verde)	2. Leve	Habitable (verde)	3. Moderado	Uso restringido (amarillo)	4. Fuerte	No habitable (naranja)	5. Severo	Peligro de colapso (rojo)
4. Muros de fachadas o antepechos: 1. Ninguno 2. Leve 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo	<input type="checkbox"/>																																																																													
5. Muros divisorios o particiones: 1. Ninguno 2. Leve 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo	<input type="checkbox"/>																																																																													
6. Cielo rasos y luminarias: 1. Ninguno 2. Leve 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo	<input type="checkbox"/>																																																																													
7. Cubierta: 1. Ninguno 2. Leve 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo	<input type="checkbox"/>																																																																													
8. Escaleras: 1. Ninguno 2. Leve 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo	<input type="checkbox"/>																																																																													
9. Instalaciones: Acueducto <input type="checkbox"/> Alcantarillado <input type="checkbox"/> Energía <input type="checkbox"/> Gas <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																													
10. Tanques elevados: 1. Ninguno 2. Leve 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo	<input type="checkbox"/>																																																																													
	1. Ninguno	2. Leve	3. Moderado	4. Fuerte	5. Severo																																																																									
13. Columnas o muros portantes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																									
14. Vigas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																									
15. Nudos o puntos de conexión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																									
16. Entresijos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																									
Rango	%	Clasificación Global del daño																																																																												
0%	<input type="checkbox"/>	Ninguno																																																																												
0 - 10%	<input type="checkbox"/>	Leve																																																																												
10 - 30%	<input type="checkbox"/>	Moderado																																																																												
30 - 60%	<input type="checkbox"/>	Fuerte																																																																												
60 - 100%	<input type="checkbox"/>	Severo																																																																												
100%	<input type="checkbox"/>	Colapso total																																																																												
Clasificación Global del daño	Clasificación de habitabilidad (color)																																																																													
1. Ninguno	Habitable (verde)																																																																													
2. Leve	Habitable (verde)																																																																													
3. Moderado	Uso restringido (amarillo)																																																																													
4. Fuerte	No habitable (naranja)																																																																													
5. Severo	Peligro de colapso (rojo)																																																																													

Figura A.8. Planilla de Inspección de Edificaciones Después de un Sismo 1/2. Fuente: AIS (2002).

RECOMENDACIONES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD			Se recomienda intervención de:																																																																																																																	
Se necesita visita especializada por aspectos:																																																																																																																				
Estructurales <input type="checkbox"/>	Geotécnicos <input type="checkbox"/>	Servicios públicos <input type="checkbox"/>	Planeación- Control físico <input type="checkbox"/>	Policía- Ejército <input type="checkbox"/>	Tránsito <input type="checkbox"/>	Bomberos Entidades de rescate <input type="checkbox"/>																																																																																																														
Medidas de seguridad:																																																																																																																				
Restringir paso de peatones <input type="checkbox"/>	Restringir tráfico vehicular <input type="checkbox"/>		Apuntalar <input type="checkbox"/>	Demoler elementos en peligro de caer <input type="checkbox"/>																																																																																																																
Evacuar parcialmente la edificación <input type="checkbox"/>	Evacuar totalmente la edificación <input type="checkbox"/>		Evacuar edificaciones vecinas <input type="checkbox"/>	Desconectar 1. Energía 2. Gas 3. Agua <input type="checkbox"/>																																																																																																																
Manejo de sustancias peligrosas <input type="checkbox"/>																																																																																																																				
Especifique lugares de la edificación que requieran la aplicación de las medidas de seguridad																																																																																																																				
ESQUEMA			CONDICIONES PRE-EXISTENTES																																																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> </table>																																																																																																																	Calidad de la Construcción: <input type="checkbox"/>			
1. Buena 2. Regular 3. Mala																																																																																																																				
Posición de la edificación en la manzana: <input type="checkbox"/>																																																																																																																				
1. Esquina 2. Intermedia 3. Libre por un costado 4. Libre por dos costados																																																																																																																				
Configuración en Planta: <input type="checkbox"/>																																																																																																																				
1. Buena 2. Regular 3. Mala																																																																																																																				
Configuración en Altura: <input type="checkbox"/>																																																																																																																				
1. Buena 2. Regular 3. Mala																																																																																																																				
Configuración estructural: <input type="checkbox"/>																																																																																																																				
1. Buena 2. Regular 3. Mala																																																																																																																				
Hay indicios de daños por sismos anteriores: <input type="checkbox"/>																																																																																																																				
1. Sí 2. No																																																																																																																				
Hubo reparación: <input type="checkbox"/>																																																																																																																				
1. Total 2. Parcial 3. Ninguna																																																																																																																				
EFFECTO EN LOS OCUPANTES																																																																																																																				
Hubo muertos o heridos: <input type="checkbox"/>																																																																																																																				
1. No 2. Sí 3. No se sabe																																																																																																																				
Número de personas fallecidas: <input type="checkbox"/>																																																																																																																				
Número de heridos: <input type="checkbox"/>																																																																																																																				
OCUPACION DE LA EDIFICACION																																																																																																																				
En el momento de realizar esta evaluación la edificación está habitada: <input type="checkbox"/>																																																																																																																				
1. Sí 2. No																																																																																																																				
Número de unidades residenciales o comerciales existentes: <input type="checkbox"/>																																																																																																																				
Número de unidades residenciales o comerciales no habitables: <input type="checkbox"/>																																																																																																																				
PERSONA PARA CONTACTO																																																																																																																				
Nombres y Apellidos: <input type="text"/>																																																																																																																				
Teléfono: <input type="text"/>																																																																																																																				
COMENTARIOS																																																																																																																				
Ampliar la evaluación con observaciones que ayuden a darle claridad al formulario. Indicar los elementos donde los daños fueron más importantes. Amplie recomendaciones.																																																																																																																				
<hr/> <hr/> <hr/>																																																																																																																				
INSPECTORES				FECHA DE INSPECCIÓN																																																																																																																
Código de la comisión: <input type="text"/>		No de Evaluadores: <input type="text"/>		Día <input type="text"/> Mes <input type="text"/> Año <input type="text"/> Hora 24:00 <input type="text"/>																																																																																																																
Nombre del líder de la comisión: <input type="text"/>				Firma: <input type="text"/>																																																																																																																

Figura A.9. Planilla de Inspección de Edificaciones Después de un Sismo 2/2. Fuente: AIS (2002).

FORMATO DE CAPTURA DE DATOS PARA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

Febrero-2011

Fecha: Hora: Duración visita: Clave:

Nombre del evaluador: Ingeniero o arquitecto Estudiante Ing/Arq.

INFORMACIÓN GENERAL DEL INMUEBLE

Nombre del inmueble:

Nombre del edificio/cuerpo/área: (usar un formato por cada edificio/cuerpo/área) Coordenadas: (_____ N, _____ O, _____ msnm)

Calle y número:

Colonia/Barrio: Código postal:

Localidad (pueblo/ciudad):

Delegación/Municipio: Estado:

Referencias: (entre calles "A" y "B", un sitio notable, etc.)

Persona contactada/propietario: Cargo o función:

Teléfono: +() Fax: Correo electrónico:

USO (Anotar % de área para cada uso, debe sumar 100%)

1- Habitacional <input type="checkbox"/> Vivienda Multifamiliar <input type="checkbox"/> Hotel <input type="checkbox"/> Dormitorio	3- Educativo <input type="checkbox"/> Preescolar <input type="checkbox"/> Primaria <input type="checkbox"/> Secundaria <input type="checkbox"/> Superior <input type="checkbox"/> Biblioteca <input type="checkbox"/> Museo	5- Reunión <input type="checkbox"/> Centro social - <input type="checkbox"/> Templo religioso <input type="checkbox"/> Gimnasio <input type="checkbox"/> Salón baile/juego <input type="checkbox"/> Cine/Teatro/Auditorio <input type="checkbox"/> Estadio	7- Comunicaciones y transportes <input type="checkbox"/> Terminal de pasajeros <input type="checkbox"/> Terminal de carga <input type="checkbox"/> Estacionamiento <input type="checkbox"/> Aeropuerto/Puerto <input type="checkbox"/> Correo / Telégrafo / Teléfono <input type="checkbox"/> Radio / Televisión <input type="checkbox"/> Antena transmisora <input type="checkbox"/> Otro
2- Oficinas / Comercio <input type="checkbox"/> Oficinas <input type="checkbox"/> Tienda <input type="checkbox"/> Mercado <input type="checkbox"/> Restaurante	4- Salud / Social <input type="checkbox"/> Hospital <input type="checkbox"/> Clínica <input type="checkbox"/> Asilo <input type="checkbox"/> Estancia infantil	6- Industrial <input type="checkbox"/> Fábrica <input type="checkbox"/> Taller <input type="checkbox"/> Bodega <input type="checkbox"/> Generac. eléctrica <input type="checkbox"/> De combustibles	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Estructura GRUPO: <input type="radio"/> A <input type="radio"/> B1 <input type="radio"/> B2 <input type="radio"/> C </div>

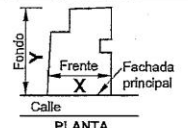
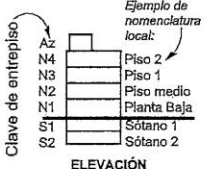
Ocupación: Habitada/en uso Abandonada/desocupada Desalojada por daños Número de ocupantes o capacidad de personas:

TERRENO Y CIMENTACIÓN

Topografía <input type="checkbox"/> Planicie <input type="checkbox"/> Ladera de cerro <input type="checkbox"/> Rivera río/lago <input type="checkbox"/> Fondo de valle <input type="checkbox"/> Depósitos lacustres <input type="checkbox"/> Costa	Tipo suelo <input type="checkbox"/> Arcilla muy blanda <input type="checkbox"/> Limos o arcillas <input type="checkbox"/> Granular suelto <input type="checkbox"/> Granular compacto <input type="checkbox"/> Roca	SUELO <input type="radio"/> Blando <input type="radio"/> Transición <input type="radio"/> Firme	Cim. Superficial <input type="checkbox"/> Zapatas aisladas <input type="checkbox"/> Zapatas corridas <input type="checkbox"/> Cimiento de piedra <input type="checkbox"/> Losa <input type="checkbox"/> Cajón
			Cimentación Profunda <input type="checkbox"/> Pilotes / pilas <input type="checkbox"/> Otro

Nivel freático: m Pendiente del terreno: % Distancia a río / lago / mar: m

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA

No. de niveles, n = <input type="text"/> Año de construcción: <input type="text"/> No. de sótanos: <input type="text"/> Año rehabilitación: <input type="text"/>	Área del terreno: <input type="text"/> m ² Recarga acuíferos: <input type="text"/> % Área de la planta tipo: <input type="text"/> m ²	 <p>PLANTA</p>
<input type="checkbox"/> Apéndices en azotea (escaleras / elevador / cuarto azotea) <input type="checkbox"/> Mezanine (losa intermedia que no cubre toda la planta) <input type="checkbox"/> Piso a media altura (de los entresijos tipo) <input type="checkbox"/> Escalera externa <input type="checkbox"/> Semisótano (primer sótano a medio nivel de calle)		Dimensiones Generales: X = Frente: <input type="text"/> m Y = Fondo: <input type="text"/> m Altura Planta baja: <input type="text"/> m Altura entresijos: <input type="text"/> m No. cajones estacionamiento: <input type="text"/> No. elevadores: <input type="text"/> No. escaleras independientes: <input type="text"/>
Instalaciones <input type="checkbox"/> Elevador <input type="checkbox"/> Eléctrica <input type="checkbox"/> Agua potable <input type="checkbox"/> Alcantarillado <input type="checkbox"/> Gas <input type="checkbox"/> Otra: <input type="text"/>		 <p>ELEVACIÓN</p>

<<logotipos de instituciones participantes>>

Figura A.10. Captura de Datos para Evaluación de Estructuras 1/4. Fuente: Cárdenas J. et al, (2011).

VULNERABILIDAD																																																																																																																																													
Posición en manzana: <input type="checkbox"/> Esquina <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Aislado																																																																																																																																													
Irregularidad en planta <input type="checkbox"/> Asimétrico (efectos de torsión) <input type="checkbox"/> Aberturas en planta > 20 % (área o longitud) <input type="checkbox"/> Longitud entrantes/salientes > 20 % <input type="checkbox"/> En "L" u otra geometría irregular	Irregularidad en elevación <input type="checkbox"/> Planta baja flexible <input type="checkbox"/> Marcos o muros no llegan a la cimentación <input type="checkbox"/> Columnas cortas <input type="checkbox"/> Reducción de la planta en pisos superiores <input type="checkbox"/> Apoyos a diferente nivel (laderas) <input type="checkbox"/> Sistemas de entrepiso inclinados <input type="checkbox"/> Grandes masas en pisos superiores <input type="checkbox"/> Arreglo irregular de ventanas en fachada																																																																																																																																												
Otras fuentes de vulnerabilidad <input type="checkbox"/> Conexión excéntrica trabe-columna <input type="checkbox"/> Péndulo invertido/una sola hilera de columnas <input type="checkbox"/> Un elemento resiste más del 35% del sismo	Edificio vecino crítico No. de pisos: _____ Separación: _____ cm Uso no.: _____ : _____ <input type="checkbox"/> Marcos <input type="checkbox"/> Sin daño <input type="checkbox"/> Muros <input type="checkbox"/> Daño medio <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> Daño severo <input type="checkbox"/> Pisos a diferente altura																																																																																																																																												
SISTEMA ESTRUCTURAL																																																																																																																																													
Material en muros <input type="checkbox"/> Concreto reforzado <input type="checkbox"/> Concreto prefabricado <input type="checkbox"/> Tabicón de concreto (macizo) <input type="checkbox"/> Bloque de concreto (20x40 cm) <input type="checkbox"/> Ladrillo de barro macizo <input type="checkbox"/> Tabique de arcilla hueco <input type="checkbox"/> Paneles con capa de mortero <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Piedra <input type="checkbox"/> Adobe <input type="checkbox"/> Bahareque (ramas/odo) <input type="checkbox"/> Material precario (débil: lámina/cartón/desecho) <input type="checkbox"/> Otro: _____	Sección de elementos predominantes <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Forma</td> <td style="text-align: center;">Rectangular</td> <td style="text-align: center;">Circular</td> <td style="text-align: center;">Tubo circular</td> <td style="text-align: center;">Secc H / I</td> <td style="text-align: center;">Cajón</td> <td style="text-align: center;">Secc L</td> <td style="text-align: center;">Armadura</td> <td style="text-align: center;">Material</td> <td style="text-align: center;">Concreto</td> <td style="text-align: center;">Acero</td> <td style="text-align: center;">Prefabricado</td> <td style="text-align: center;">Madera</td> <td style="text-align: center;">Sección</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;">_____</td> </tr> <tr> <td>Columnas</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;">_____</td> </tr> <tr> <td>Trabes Principales</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;">_____</td> </tr> <tr> <td>Trabes Secundarias</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;">_____</td> </tr> <tr> <td>Diagonales</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;">_____</td> </tr> </table> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> Ejemplo: $b \times h$ </div> <div style="text-align: center;"> $\text{Ø} = D$ </div> <div style="text-align: center;"> d, br, tr </div> <div style="text-align: center;"> h, b, tr </div> <div style="text-align: center;"> b, t </div> <div style="text-align: center;"> $2L$, $b \times d$ </div> </div>	Forma	Rectangular	Circular	Tubo circular	Secc H / I	Cajón	Secc L	Armadura	Material	Concreto	Acero	Prefabricado	Madera	Sección		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	Columnas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	Trabes Principales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	Trabes Secundarias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	Diagonales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____																																																								
Forma	Rectangular	Circular	Tubo circular	Secc H / I	Cajón	Secc L	Armadura	Material	Concreto	Acero	Prefabricado	Madera	Sección																																																																																																																																
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____																																																																																																																																
Columnas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____																																																																																																																																
Trabes Principales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____																																																																																																																																
Trabes Secundarias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____																																																																																																																																
Diagonales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____																																																																																																																																
Refuerzo en la mampostería <input type="checkbox"/> Sin refuerzo <input type="checkbox"/> Mampostería confinada <input type="checkbox"/> Mampostería mal confinada (sin refuerzo en puertas/ventanas) <input type="checkbox"/> Con refuerzo interior <input type="checkbox"/> Otro: _____	SISTEMA DE PISO / TECHO <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> Sistema de piso <input type="checkbox"/> Losa apoyada en trabes <input type="checkbox"/> Losa plana (sin trabes) <input type="checkbox"/> Vigas y piso de madera <input type="checkbox"/> Vigas y enladrillado (bóveda catalana) <input type="checkbox"/> Vigas, largueros y cubierta <input type="checkbox"/> Armaduras y cubierta <input type="checkbox"/> Armaduras 3D <input type="checkbox"/> Arcos de mampostería Distancia a ejes de: Trabes secundarias: _____ cm Vigas, viguetas o nervaduras: _____ cm Largueros: _____ cm </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> Losa de concreto <input type="checkbox"/> Maciza <input type="checkbox"/> Aligerada (reticular) <input type="checkbox"/> Prefabricada de concreto <input type="checkbox"/> Vigueta y bovedilla <input type="checkbox"/> Lámina acanalada con capa de concreto (Losa-acero) Espesor total: _____ cm Capa compresión: _____ cm Armaduras <input type="checkbox"/> De acero <input type="checkbox"/> De madera <input type="checkbox"/> Peralte variable Claro: _____ m, Peralte: _____ m Separación armaduras: _____ m Sección cuerdas: _____ Secc. diagonales: _____ </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> Cubierta de techo <input type="checkbox"/> Igual a sistema de piso <input type="checkbox"/> Lámina metálica <input type="checkbox"/> Lámina de asbesto/plástico <input type="checkbox"/> Cartón o desecho <input type="checkbox"/> Paneles <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Paja <input type="checkbox"/> Teja Tipo de anclaje y separación: _____ </td> <td style="vertical-align: top;"> Forma de la cubierta <input type="checkbox"/> Techo plano horizontal <input type="checkbox"/> Inclinado pendiente: _____ % <input type="checkbox"/> Bóveda cilíndrica $\text{Ø} =$ _____ m <input type="checkbox"/> Cúpula $\text{Ø} =$ _____ m </td> </tr> </table>	Sistema de piso <input type="checkbox"/> Losa apoyada en trabes <input type="checkbox"/> Losa plana (sin trabes) <input type="checkbox"/> Vigas y piso de madera <input type="checkbox"/> Vigas y enladrillado (bóveda catalana) <input type="checkbox"/> Vigas, largueros y cubierta <input type="checkbox"/> Armaduras y cubierta <input type="checkbox"/> Armaduras 3D <input type="checkbox"/> Arcos de mampostería Distancia a ejes de: Trabes secundarias: _____ cm Vigas, viguetas o nervaduras: _____ cm Largueros: _____ cm	Losa de concreto <input type="checkbox"/> Maciza <input type="checkbox"/> Aligerada (reticular) <input type="checkbox"/> Prefabricada de concreto <input type="checkbox"/> Vigueta y bovedilla <input type="checkbox"/> Lámina acanalada con capa de concreto (Losa-acero) Espesor total: _____ cm Capa compresión: _____ cm Armaduras <input type="checkbox"/> De acero <input type="checkbox"/> De madera <input type="checkbox"/> Peralte variable Claro: _____ m, Peralte: _____ m Separación armaduras: _____ m Sección cuerdas: _____ Secc. diagonales: _____	Cubierta de techo <input type="checkbox"/> Igual a sistema de piso <input type="checkbox"/> Lámina metálica <input type="checkbox"/> Lámina de asbesto/plástico <input type="checkbox"/> Cartón o desecho <input type="checkbox"/> Paneles <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Paja <input type="checkbox"/> Teja Tipo de anclaje y separación: _____	Forma de la cubierta <input type="checkbox"/> Techo plano horizontal <input type="checkbox"/> Inclinado pendiente: _____ % <input type="checkbox"/> Bóveda cilíndrica $\text{Ø} =$ _____ m <input type="checkbox"/> Cúpula $\text{Ø} =$ _____ m																																																																																																																																								
Sistema de piso <input type="checkbox"/> Losa apoyada en trabes <input type="checkbox"/> Losa plana (sin trabes) <input type="checkbox"/> Vigas y piso de madera <input type="checkbox"/> Vigas y enladrillado (bóveda catalana) <input type="checkbox"/> Vigas, largueros y cubierta <input type="checkbox"/> Armaduras y cubierta <input type="checkbox"/> Armaduras 3D <input type="checkbox"/> Arcos de mampostería Distancia a ejes de: Trabes secundarias: _____ cm Vigas, viguetas o nervaduras: _____ cm Largueros: _____ cm	Losa de concreto <input type="checkbox"/> Maciza <input type="checkbox"/> Aligerada (reticular) <input type="checkbox"/> Prefabricada de concreto <input type="checkbox"/> Vigueta y bovedilla <input type="checkbox"/> Lámina acanalada con capa de concreto (Losa-acero) Espesor total: _____ cm Capa compresión: _____ cm Armaduras <input type="checkbox"/> De acero <input type="checkbox"/> De madera <input type="checkbox"/> Peralte variable Claro: _____ m, Peralte: _____ m Separación armaduras: _____ m Sección cuerdas: _____ Secc. diagonales: _____																																																																																																																																												
Cubierta de techo <input type="checkbox"/> Igual a sistema de piso <input type="checkbox"/> Lámina metálica <input type="checkbox"/> Lámina de asbesto/plástico <input type="checkbox"/> Cartón o desecho <input type="checkbox"/> Paneles <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Paja <input type="checkbox"/> Teja Tipo de anclaje y separación: _____	Forma de la cubierta <input type="checkbox"/> Techo plano horizontal <input type="checkbox"/> Inclinado pendiente: _____ % <input type="checkbox"/> Bóveda cilíndrica $\text{Ø} =$ _____ m <input type="checkbox"/> Cúpula $\text{Ø} =$ _____ m																																																																																																																																												
ESTRUCTURA PRINCIPAL VERTICAL <table style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Planta Baja</th> <th colspan="2">Niveles Tipo</th> <th rowspan="2">Sótano</th> <th rowspan="2">Apéndice</th> <th rowspan="2">Cubos (escaleras / elevador)</th> </tr> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">Marcos</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Acero</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Concreto</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Conc. prefabricado</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Cols. y losa plana</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Madera</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Contrav.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Acero</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Concreto</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Cubre varios pisos</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Cables</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Muros</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">De carga mampostería</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Diafragma mampost.</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">De concreto</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">con vigas de acoplamiento:</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		Planta Baja		Niveles Tipo		Sótano	Apéndice	Cubos (escaleras / elevador)	X	Y	X	Y	Marcos								Acero	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Concreto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Conc. prefabricado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cols. y losa plana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Madera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Contrav.								Acero	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Concreto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cubre varios pisos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cables	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muros								De carga mampostería	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Diafragma mampost.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	De concreto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		con vigas de acoplamiento:		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Marcos en el entrepiso representativo Número de marcos paralelos: a X: _____ a Y: _____ Claro promedio: X = _____ m Y = _____ m Número total de columnas: _____ (en todo el entrepiso) No. crujeas con contraviento: en X: _____ en Y: _____ No. crujeas con muro diafragma: en X: _____ en Y: _____ Muros en el entrepiso representativo Suma de longitudes de muros y espesor (t): De concreto: $\Sigma L_x =$ _____ m, $\Sigma L_y =$ _____ m, $t =$ _____ cm De mampostería: $\Sigma L_x =$ _____ m, $\Sigma L_y =$ _____ m, $t =$ _____ cm
		Planta Baja		Niveles Tipo					Sótano	Apéndice	Cubos (escaleras / elevador)																																																																																																																																		
	X	Y	X	Y																																																																																																																																									
Marcos																																																																																																																																													
Acero	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																						
Concreto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																						
Conc. prefabricado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																						
Cols. y losa plana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																						
Madera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																						
Contrav.																																																																																																																																													
Acero	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																						
Concreto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																						
Cubre varios pisos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																						
Cables	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																						
Muros																																																																																																																																													
De carga mampostería	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																						
Diafragma mampost.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																						
De concreto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																						
	con vigas de acoplamiento:		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																						
Planos: <input type="checkbox"/> Arquitectónico <input type="checkbox"/> Estructural <input type="checkbox"/> Memoria de cálculo <input type="checkbox"/> Autoconstrucción (sin cálculo) Especificar: _____																																																																																																																																													
REHABILITACIÓN																																																																																																																																													
Tipo <input type="checkbox"/> Arquitectónicas <input type="checkbox"/> Reparación estruct. <input type="checkbox"/> Refuerzo <input type="checkbox"/> Reestructuración	Técnicas empleadas <input type="checkbox"/> Recimentación <input type="checkbox"/> Encamisado concreto <input type="checkbox"/> Encamisado acero <input type="checkbox"/> Muros: malla y mortero <input type="checkbox"/> Contraviento <input type="checkbox"/> Adición de muros concreto <input type="checkbox"/> Adición muros mampostería <input type="checkbox"/> Contrafuertes externos <input type="checkbox"/> Fibra carbono / sintéticos <input type="checkbox"/> Otro																																																																																																																																												
Descripción breve: _____ <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>																																																																																																																																													

Figura A.11. Captura de Datos para Evaluación de Estructuras 2/4. Fuente: Cárdenas J. et al, (2011).

EVALUACIÓN DE DAÑOS																																																															
Problemas geotécnicos <input type="checkbox"/> Grietas en el terreno circundante <input type="checkbox"/> Hundimientos diferenciales <input type="checkbox"/> Deslizamiento de ladera <input type="checkbox"/> Socavación o Erosión		<input type="checkbox"/> Licuación de arenas <input type="checkbox"/> Hundimiento (-) o emersión (+) general = _____ cm <input type="checkbox"/> Inclinación del edificio: _____ %		Estructura <input type="checkbox"/> Colapso total																																																											
				Colapso parcial <input type="checkbox"/> Techo <input type="checkbox"/> Planta baja <input type="checkbox"/> Piso intermedio <input type="checkbox"/> Sección del edificio _____ % <input type="checkbox"/> Choque con edificio vecino																																																											
Daños máximos observables (Anotar la clave de entrepiso (N1, N2, ..., S1...))																																																															
Tipo de daño y características 1- Colapso / daño generalizado 2- Grietas inclinadas (por cortante) 3- Grietas normales al eje (por flexión) 4- Aplastamiento concr. y barras expuestas 5- Fractura refuerzo longitudinal 6- Fractura refuerzo transversal o estribos 7- Pandeo de barras a compresión 8- Pandeo de placas 9- Pandeo global o inestabilidad 10- Falla de soldadura 11- Falla de conectores (tomillos/remaches) 12- Corrosión del acero Armado del elemento (de concreto) Distancia entre estribos / atiesadores _____ cm Sección del elemento Ejemplos de datos que se pueden recabar:	Columnas mm mm cm	Trabes mm mm cm	Muros mampostería mm mm cm	de concreto mm mm cm	Contraviento mm mm cm	Conexiones mm mm cm																																																									
	<i>Ejemplos de datos que se pueden recabar:</i> $b \times h / \emptyset$ $b \times h / d \times b_t / t$ $t, h \times b_c$ t $b \times h / d \times b_t / t$ $b \times h$																																																														
Sistema de piso / techo <input type="checkbox"/> Colapso Grietas: <input type="checkbox"/> alrededor de columnas al centro del claro <input type="checkbox"/> sobre las trabes <input type="checkbox"/> en las esquinas del tablero anchura máxima: _____ mm	Porcentaje de elementos dañados en el entrepiso crítico <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Grave</th> <th>Medio</th> <th>Clave de entrepiso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Columnas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Trabes</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muros concreto X</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muros concreto Y</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muros mampostería X</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muros mampostería Y</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Contravientos</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Conexiones</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>				Grave	Medio	Clave de entrepiso	Columnas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Trabes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muros concreto X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muros concreto Y	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muros mampostería X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muros mampostería Y	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Contravientos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Conexiones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Daño grave</th> <th>Medio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Muros, trabes, muros de concreto</td> <td>Colapso</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Grietas por cortante > 2 mm</td> <td>> 1 mm</td> </tr> <tr> <td>Grietas por flexión > 5 mm</td> <td>> 2 mm</td> </tr> <tr> <td>Pandeo general</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Mampostería</td> <td>Pandeo de placas</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pandeo o fractura del refuerzo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Grietas por cortante > 5 mm</td> <td>> 2 mm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>G. inclinada en castillo > 1 mm</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table>			Daño grave	Medio	Muros, trabes, muros de concreto	Colapso		Grietas por cortante > 2 mm	> 1 mm	Grietas por flexión > 5 mm	> 2 mm	Pandeo general		Mampostería	Pandeo de placas		Pandeo o fractura del refuerzo		Grietas por cortante > 5 mm	> 2 mm		G. inclinada en castillo > 1 mm	—
	Grave	Medio	Clave de entrepiso																																																												
Columnas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																												
Trabes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																												
Muros concreto X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																												
Muros concreto Y	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																												
Muros mampostería X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																												
Muros mampostería Y	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																												
Contravientos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																												
Conexiones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																												
	Daño grave	Medio																																																													
Muros, trabes, muros de concreto	Colapso																																																														
	Grietas por cortante > 2 mm	> 1 mm																																																													
	Grietas por flexión > 5 mm	> 2 mm																																																													
	Pandeo general																																																														
Mampostería	Pandeo de placas																																																														
	Pandeo o fractura del refuerzo																																																														
	Grietas por cortante > 5 mm	> 2 mm																																																													
	G. inclinada en castillo > 1 mm	—																																																													
DAÑOS EN OTROS ELEMENTOS																																																															
Exteriores <input type="checkbox"/> Vidrios <input type="checkbox"/> Torres de anuncios <input type="checkbox"/> Acabados <input type="checkbox"/> Fachadas <input type="checkbox"/> Balcones		Interiores <input type="checkbox"/> Pretiles <input type="checkbox"/> Tanques elevados <input type="checkbox"/> Bardas <input type="checkbox"/> Otros: _____		<input type="checkbox"/> Muros divisorios o particiones <input type="checkbox"/> Cielos rasos/plafones <input type="checkbox"/> Lámparas <input type="checkbox"/> Escaleras <input type="checkbox"/> Elevadores <input type="checkbox"/> Instalaciones (Gas, Eléctrica, etc.) <input type="checkbox"/> Derrámes tóxicos																																																											
CROQUIS DEL INMUEBLE																																																															
(Marcar el Norte)																																																															

Figura A.12. Captura de Datos para Evaluación de Estructuras 3/4. Fuente: Cárdenas J. et al, (2011).

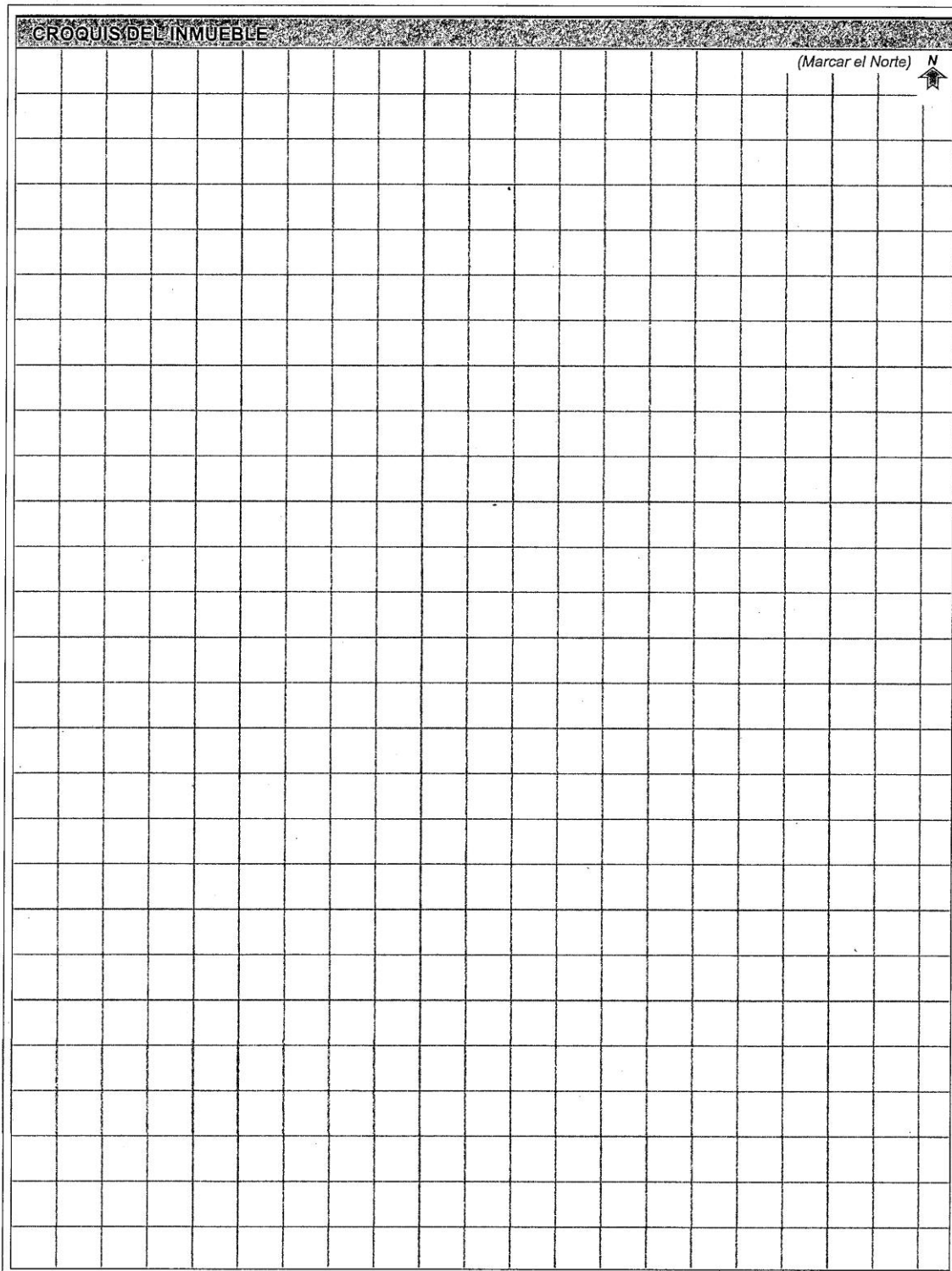


Figura A.13. Captura de Datos para Evaluación de Estructuras 4/4. Fuente: Cárdenas J. *et al*, (2011).

APÉNDICE B.

Manual de usuario del Programa BPE.

APÉNDICE B.

En esta sección se presenta el manual de usuario del programa computacional BPE que fue diseñado para generar la base de datos que almacena toda la información que se obtiene al realizar las inspecciones de las edificaciones. El lenguaje de programación usado en este programa es Basic, las ventanas se diseñaron respetando el estilo y la forma de la planilla de inspección ocular del Proyecto UCV-FUNVISIS-FEFE (FONACIT N° 200500188). El programa reporta como resultados los siguientes tópicos:

- Índices de vulnerabilidad, riesgo y priorización que se generan al aplicar el BPE.
- Índices de vulnerabilidad, riesgo y priorización que se generan al aplicar el baremo de FUNVISIS.
- Índices de vulnerabilidad, riesgo y priorización que se generan al aplicar el baremo FEMA 154.
- El listado de priorización de edificaciones escolares.
- Gráfico de tendencia del índice de priorización aplicando el BPE.


Se debe tener presente que para poder usar el programa BPE se debe tener instalado en el computador el programa computacional EXCEL versión 2007 o superior a éste, al igual que sistema operativo Windows. Otro dato importante es que el usuario no necesita tener instalado el programa computacional Visual Basic en su computador. El programa BPE tendrá un acceso directo “**BPE**” que se colocará en cualquier directorio de la computadora donde el usuario prefiera. A continuación se presenta de forma resumida los pasos a seguir para el uso del programa BPE.

B.1. Instalación del programa BPE

El programa se encuentra dentro de una carpeta llamada “*Ejecutable BPE*”. En la misma, se encuentra la aplicación “*DISEÑO DE BAREMOS BPE*” que puede ubicarse en cualquier

directorio seleccionado por el usuario. Por otra parte, se encuentra una carpeta llamada “BPE”, esta debe copiarse en el directorio “C:”, quedando de la siguiente manera “C:\BPE”. Cabe destacar que dentro de la carpeta BPE, se encuentra un libro Excel llamado “Baremo_Proyecto_Escuela”, utilizado como base de datos de la aplicación. De esta manera, la ubicación indicada de la carpeta “BPE” permitirá la vinculación entre la software y el libro EXCEL.

B.2. Correr el programa BPE

Para iniciar el programa se debe hacer un *click* sobre el botón de acceso directo  que se encontrará en escritorio del computador, esto activará la ventana de inicio (Figura B.1).

The screenshot shows the 'BAREMO PROYECTO ESCUELA' application window. The title bar indicates the window name is 'BPE'. The main header is 'BAREMO PROYECTO ESCUELA'. Below the header is a tabbed menu with five tabs: 'DATOS', 'Detalles Estructurales (1)', 'Detalles estructurales (2)', 'Detalles estructurales (3)', and 'Opciones'. The 'DATOS' tab is selected. The form contains the following fields:

- N°:
- Código DEA:
- FECHA: martes .02 de abril de 2013
- Nombre del Plantel (o Planteles):
- Dirección:
- Ciudad:
- Municipio:
- Estado:
- Persona entrevistada:
- Carga:
- Teléfono:
- Inspector:
- GPS N°:
- Coordenadas UTM: NORTE ESTE

Figura B.1. Ventana de inicio del programa BPE.

Esta primera ventana permite observar que existen un total de cinco pestañas identificadas de la siguiente manera:

- DATOS
- Detalles estructurales (1)
- Detalles estructurales (2)

- Detalles estructurales (3)
- Opciones

Cada una de estas pestañas solicitará al usuario una serie de información etiquetada de forma similar a la planilla de inspección ocular, el vaciado de la data se hace bajo los comandos:

- Cuadro de Texto.
- Caja Combinada.
- Botón de Opciones.
- Casilla de verificación.

Cada uno de estos comandos serán abordados a lo largo de la explicación de cada pestaña.

B.3. DATOS

En esta primera pestaña el usuario deberá vaciar la información referente a datos relacionados a la identificación, localización y data administrativa de la edificación escolar. En caso de no poseer información de alguno de los tópicos que se manejan en esta primera pestaña se puede dejar el espacio en blanco (sin rellenar). Los comandos usados para esta primera ventana son: *cuadro de texto* y *caja combinada*. El *cuadro de texto* permitirá al usuario vaciar en forma alfanumérica la información, se escribirá dentro de estos cuadros el dato requerido. *La caja combinada* muestra un listado de opciones, el usuario debe hacer *click* sobre la flecha que se encuentra a la derecha de esta caja, escogiendo la opción deseada.

En el caso del comando de *cuadro de texto* se tiene que la información a solicitar será:

- N°: Número que identifica la edificación escolar.
- Código DEA: Código de Dirección de Evaluación y Acreditación ante el Ministerio del Poder Popular para la Educación.
- Nombre del plantel o planteles: Nombre del plantel escolar, puede existir la posibilidad que en una misma edificación operen uno o más planteles por lo que se debe colocar el nombre de cada uno separados por coma.

- Dirección, Ciudad, Municipio.
- Persona entrevistada: Nombre de la persona que se entrevista.
- Inspector: Nombre de la persona que realiza la inspección.
- Teléfono.
- N° GPS: Identificación del equipo GPS usado.
- Coordenadas UTM: Coordenadas usando el Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator, especificando las coordenada(s) NORTE y ESTE.

En el caso del comando *caja combinada* se debe suministrar los tópicos: Fecha, Estado (ubicación geográfica) y cargo de la persona que se entrevista. Un ejemplo de este comando se muestra en la Figura B.2.

Figura B.2. Caja combinada aplicada para seleccionar el Estado (entidad geográfica).

Cuando se introduzca la fecha al programa, tomará por defecto la establecida en el computador, se recomienda tener siempre actualizada esta data en el equipo. Sin embargo, el programa fue diseñado para que el usuario pueda introducir la fecha de realización de la inspección. Se debe activar el comando haciendo *click* sobre la flecha que aparece a la derecha del cuadro, aparecerá un calendario donde se seleccionará la fecha.

B.4. Detalles estructurales (1)

Esta pestaña está compuesta por *cajas combinadas* (explicado anteriormente) y *botones de opciones*. Este último comando presentará una serie de opciones encerradas en un rectángulo, por cada tópico o data a solicitar, donde le permite al usuario seleccionar una de las opciones. En esta pestaña todos los tópicos deben ser llenados, en caso de dejar un tópico en blanco afectará el valor de los índices que serán reportados arrojando un valor no representativo a las condiciones reales. En la figura B.3 se muestra la pestaña “Detalles Estructurales (1)”.

Figura B.3. Formulario Baremo Proyecto Escuela, Pestaña “Detalles Estructurales (1)”

El comando de *caja combinada* se aplica en esta segunda pestaña para los siguientes tópicos:

- Año de proyecto de la obra.
- Año de construcción de la obra.
- N° Edificios: Establece la cantidad de edificios que componen el plantel escolar.
- Edificio N°: Establece el número correlativo del edificio inspeccionado.

- Pisos: Numero de pisos o niveles que componen a la edificación a inspeccionar.
- Modalidad: Indica la(s) modalidad(es) correspondiente(s) al edificio inspeccionado según se indica a continuación: Simoncito, Preescolar, Básica I, Básica II, Básica III, Escuela Técnica, Primaria, Secundaria y Bachillerato.
- Sistema resistente a sismo en las dos direcciones.
- Zona sísmica: Respetando el criterio establecido en la Norma COVENIN 1756-2001.
- Sistema constructivo tipificado (Figura B.4).
- Matrícula: Numero de estudiantes que ocupan la estructura.

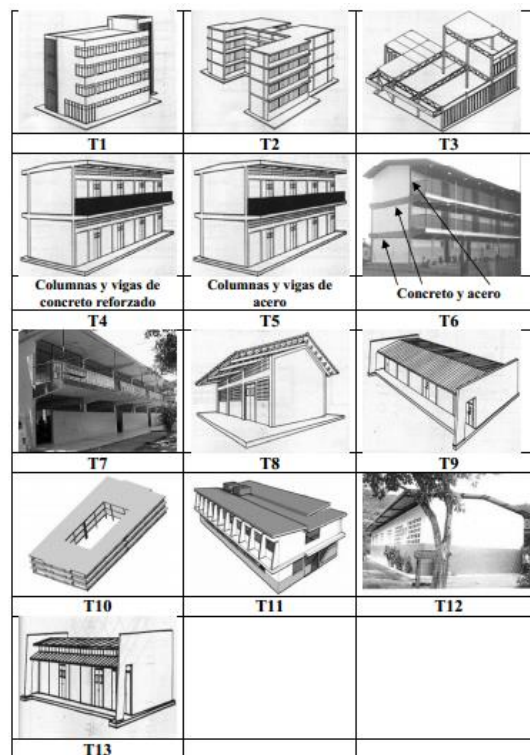


Figura B.4. Sistema constructivo tipificado.

El comando *botón de opciones* permite elegir al usuario con solo hacer un *click* sobre el círculo que acompaña su opción, teniendo en cuenta que podrá elegir una sola por cada tópico del comando. Los tópicos que son requeridos bajo este comando son:

- Juntas: Presencia o no de juntas estructurales.
- Tipo de estructura: Tipos de estructuras resistentes a sismo (Tabla B.1).

- Forma de la planta: La forma de la planta considera la configuración geométrica que tiene la obra o estructura (Figura B.5).

Tabla B.1. Tipos de estructuras resistentes a sismo aplicando el BPE.

TIPO	DESCRIPCIÓN
PRE	Estructuras prefabricadas
MM	Muro de mampostería
MIX	Estructura mixta
PC25	Pórtico de concreto armado con columnas menor o igual 25cm
PC INT	Pórticos de concreto armado con columnas entre 25 y 30
PC 30	Pórticos de concreto arado con columnas mayor o igual a 30 cm
PA□	Pórticos de acero con columnas de perfil cerrado
PAI	Pórticos de acero con columnas de perfil de alma llena
MC	Muro de concreto armado
PAA	Pórticos de acero arriostrado

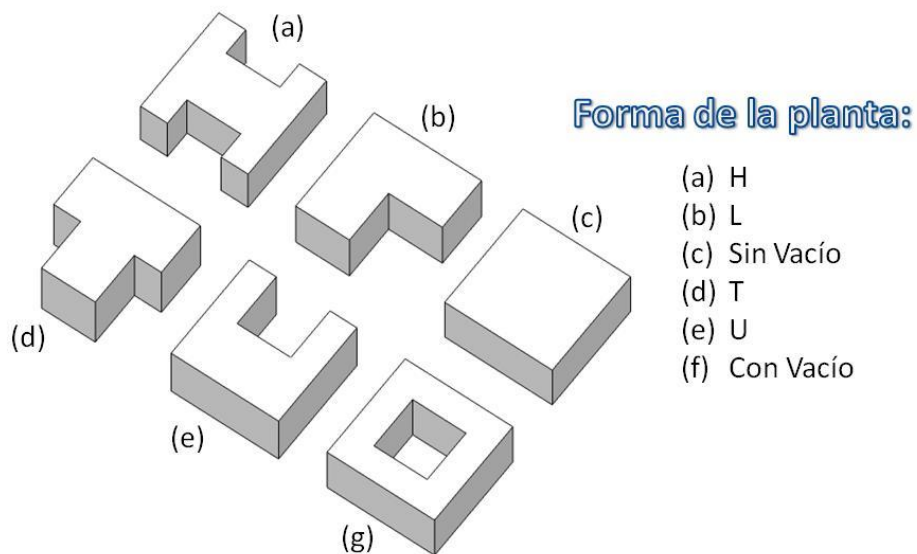


Figura B.5. Forma de la Planta

B.5. Detalles estructurales (2)

Esta pestaña presenta los comandos *cuadro de texto* y *caja combinada* (Figura B.6), es importante resaltar que la información que se vacíe a través del comando de *caja combinada* no puede quedar en blanco, se debe tomar una de las opciones que se presente en cada tópico.

		Direcciones principales de planta				Direcciones principales de planta	
		Corta	Larga			Corta	Larga
Altura de entepiso típica (cm)	<input type="text"/>			Dimensiones típicas (cm)			
Número de vanos		<input type="text"/>	<input type="text"/>	Columnas	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Luces de vanos típicas (cm)		<input type="text"/>	<input type="text"/>	Vigas	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Presencia de Volados (dimensión típica en cm)		<input type="text"/>	<input type="text"/>	Muros	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Presencia de Entrantes (dimensión típica en cm)		<input type="text"/>	<input type="text"/>	Columna corta	Corta	Larga	
Presencia de Salientes (dimensión típica en cm)		<input type="text"/>	<input type="text"/>	N° Columnas en fachada	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Entepiso Blando		<input type="text"/>	<input type="text"/>	N° Columnas internas	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Discontinuidad vertical sistema resistente a sismos		<input type="text"/>	<input type="text"/>	Alturas libres típicas (cm)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
				Posibilidad de golpeteo entre edificios	Corta	Larga	
				Losas a igual cota	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
				Losas a diferentes cotas	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

Figura B.6. Formulario Baremo Proyecto Escuela, Pestaña “Detalles Estructurales (2)”.

En la pestaña se tienen los siguientes casos:

- Tópicos que piden introducir datos que presentan dimensiones, están relacionadas a magnitudes de longitudes medidas en centímetros.
- Tópicos que solo establecen un numero relacionado a una cantidad.
- Tópicos que usan caja combinada en la que se debe escoger una de las opciones que son planteadas.

B.6. Detalles estructurales (3)

Esta pestaña presenta los comandos *caja combinada*, *botón de opciones* y *casilla de verificación*. Este último comando presentará una serie de opciones encerradas en un rectángulo, siendo aplicado únicamente al tópico de tabiquería empleada, permitiendo al usuario poder tomar más de una opción. En esta plantilla los datos o información que se desconozca puede dejarse si llenar.

Tipo de entepiso y techo		Entrepiso	Techo
Liviano		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pesado	Nervada de concreto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Maciza de concreto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Tipo losa acero	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Tabelones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Tabiquería empleada		
<input type="checkbox"/> Bloque de concreto	<input type="checkbox"/> Bloque de arcilla	<input type="checkbox"/> Ladrillo
<input type="checkbox"/> Frisada	<input type="checkbox"/> Otro	

Indicadores de deterioro de la estructura		Local	General
Agrietamiento en elementos estructurales		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Agrietamiento en tabiquería		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acero de refuerzo expuesto		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Corrosión en el acero		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Deflexiones excesivas		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Deterioro en uniones		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Asentamientos en las fundaciones		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Estado general de mantenimiento	<input type="text"/>
Evidencia de reparaciones	<input type="text"/>
Evidencia de refuerzo de la estructura	<input type="text"/>
Cercanía a talud	<input type="text"/>
Construido en ladera	<input type="text"/>
Concentración de masa en pisos superiores	<input type="text"/>

Figura B.7. Formulario Baremo Proyecto Escuela, Pestaña “Detalles Estructurales (3)”.

B.6. Opciones

En la pestaña de opciones, se encontrará un *cuadro de texto* destinado a las observaciones, el usuario en éste debe escribir toda información que considere importante observada durante la inspección y no considerado en las pestañas anteriores. Sobre el lado derecho del formulario encontrará una serie de *botones de comando* que son los ejecutables donde cada uno tiene una función establecida (Figura B.7).

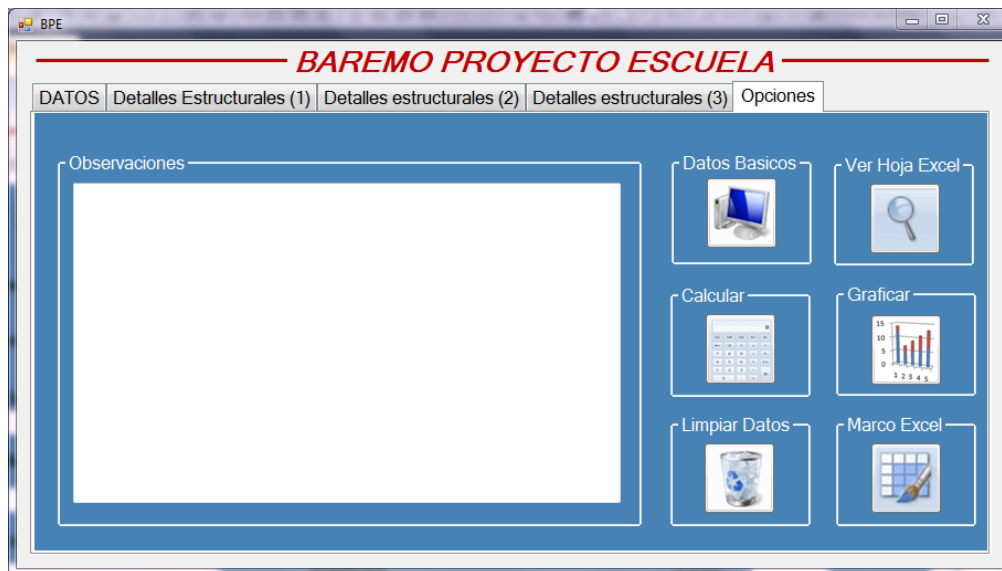


Figura B.8. Formulario Baremo Proyecto Escuela, Pestaña “Opciones”.

De los botones de comandos se tienen:

- Datos Básicos
- Calcular
- Limpiar Datos
- Ver Hoja Excel
- Graficar
- Marco Excel

Al hacer *click* en cada uno de éstos botones, directamente el programa ejecutará la función establecida para ese botón.

B.6.1. Datos Básicos

Cuando el usuario haga *click* sobre este botón el programa inmediatamente almacenará la información o data en el archivo de Excel al cual se direccionó para crear la base de datos. Es importante tener presente que antes de hacer *click* sobre este botón se debe verificar que

el llenado de forma correcta de cada tópico y que toda la información que se dispone se haya vaciado.

Una vez hecho *click* sobre el botón, debe esperar que el programa de el mensaje estableciendo que la información ha sido almacenada correctamente, de lo contrario reportará un mensaje de error indicando cual es la falla. En la Figura B.8 se esquematiza el mensaje.

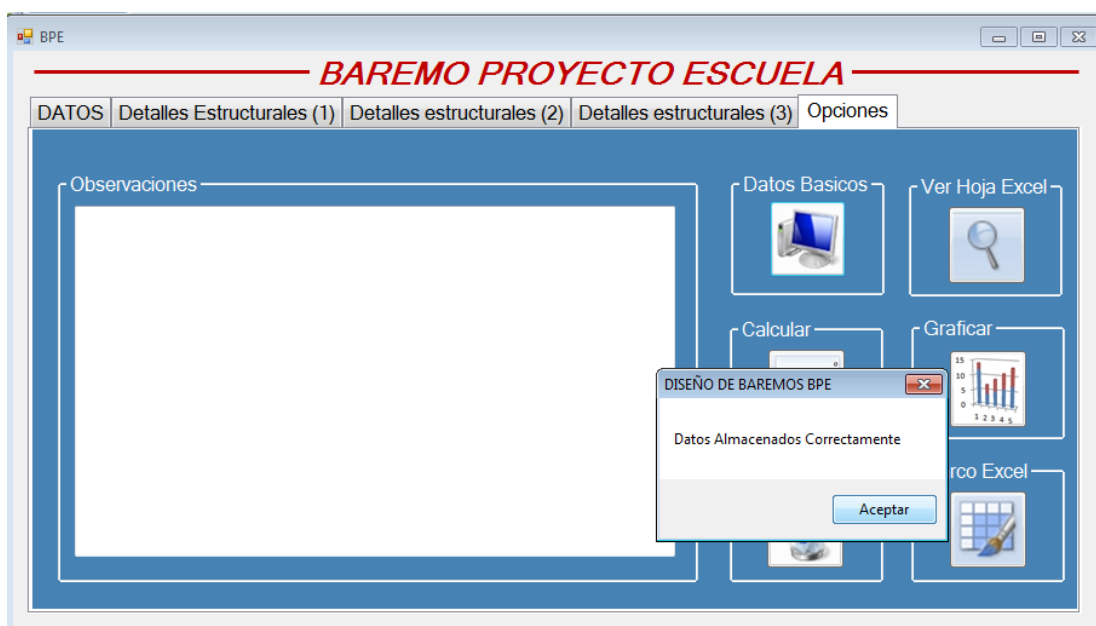


Figura B.9. Mensaje reportado por el programa BPE cuando se almacene la data.

B.6.2. Calcular

El usuario al hacer *click* sobre este botón el programa, inmediatamente realizará los cálculos establecidos en el programa los cuales son: índices de vulnerabilidad, riesgo y priorización, para cada uno de los baremos que se consideraron en el programa. Es importante tener presente que luego de hacer *click* sobre este botón el programa ejecutará los cálculos y se debe esperar un tiempo aproximado de 2 minutos, luego de este tiempo

aparecerá un mensaje indicando que los datos han sido calculados. En la Figura B.9 se muestra un caso particular.

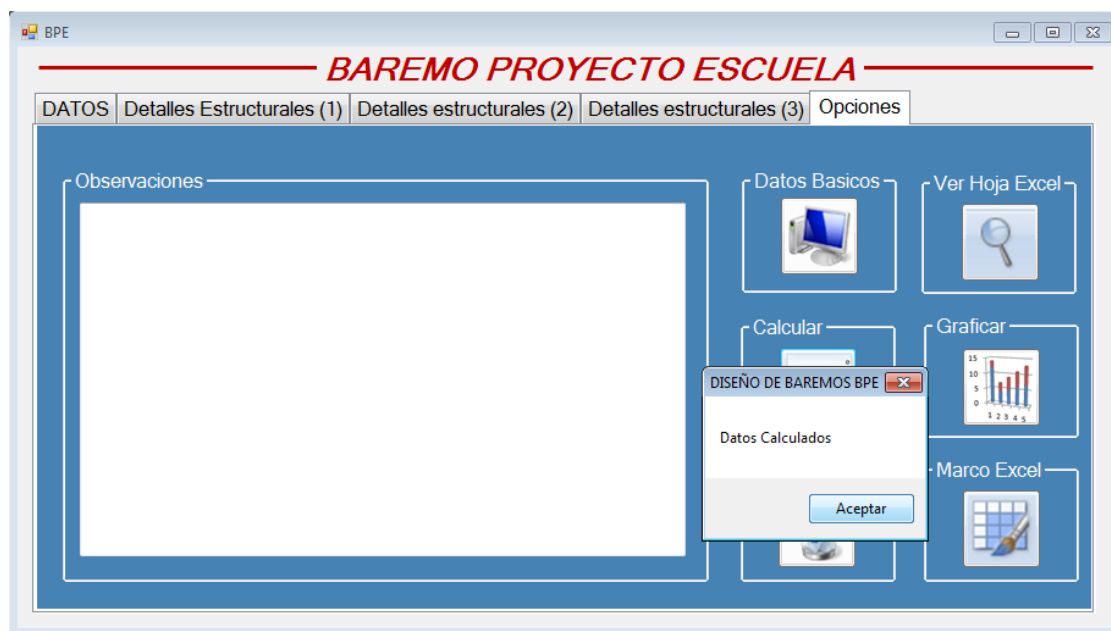


Figura B.10. Mensaje reportado por el programa BPE cuando se realizan los cálculos.

B.6.3. Limpiar Datos

Este comando permite limpiar todas los formularios una vez culminado el proceso de vaciado y almacenado de la información de la inspección hecha a una edificación. Se recomienda ejecutarlo, luego de cada vaciado de la base de datos, asegurándose previamente su almacenamiento.

B.6.4. Ver Hoja de Excel

Al hacer *click* sobre este botón el programa abre el archivo de Excel donde se almacenan y se reportan los resultados de los cálculos (Figura B.9)

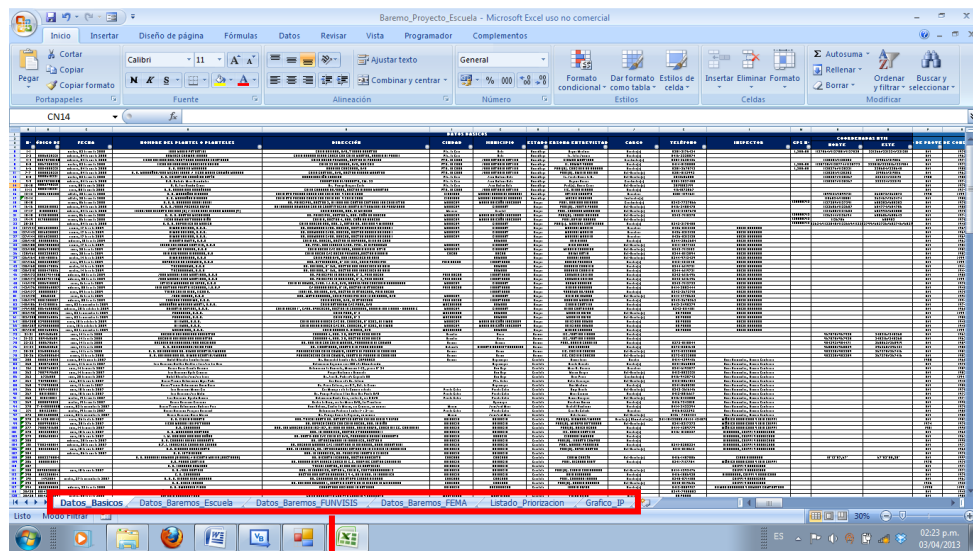


Figura B.11. Ventana de la hoja de cálculo de Excel vinculada al programa BPE.

Es importante comentar que el usuario puede realizar cambios sobre la data almacenada en la hoja de cálculo, pero para que el programa pueda considerar estos cambios y expresar los valores de los índices luego de los mismos, se debe correr el programa BPE usando el comando “**Calcular**” en la ventana de “**Opciones**”. El proceso a realizar es el siguiente:

- Realice los cambios sobre el (los) tópico(s) de interés
- Una vez realizado(s) el(los) cambio(s) se deben “**Guardar**”
- Una vez guardado el(los) cambio(s) se procede a “**Cerrar**” el archivo de Excel
- Se debe correr nuevamente el programa BPE e ir a la ventana de “**Opciones**” y hacer *click* sobre el comando “**Calcular**”, esperando que aparezca la ventana de mensaje “**Datos Calculados**”
- Se hace *click* sobre el botón de “**Ver Hoja de Excel**” y se podrá observar que en función a estos cambios el programa reportará los nuevos valores de los índices.

B.6.5 Graficar

Este comando direcciona directamente al usuario a la ventana en la hoja de cálculo donde se muestra gráficamente el comportamiento en la tendencia del índice de priorización, agrupando cada uno de los índices obtenidos por cada una de las edificaciones escolares inspeccionadas.

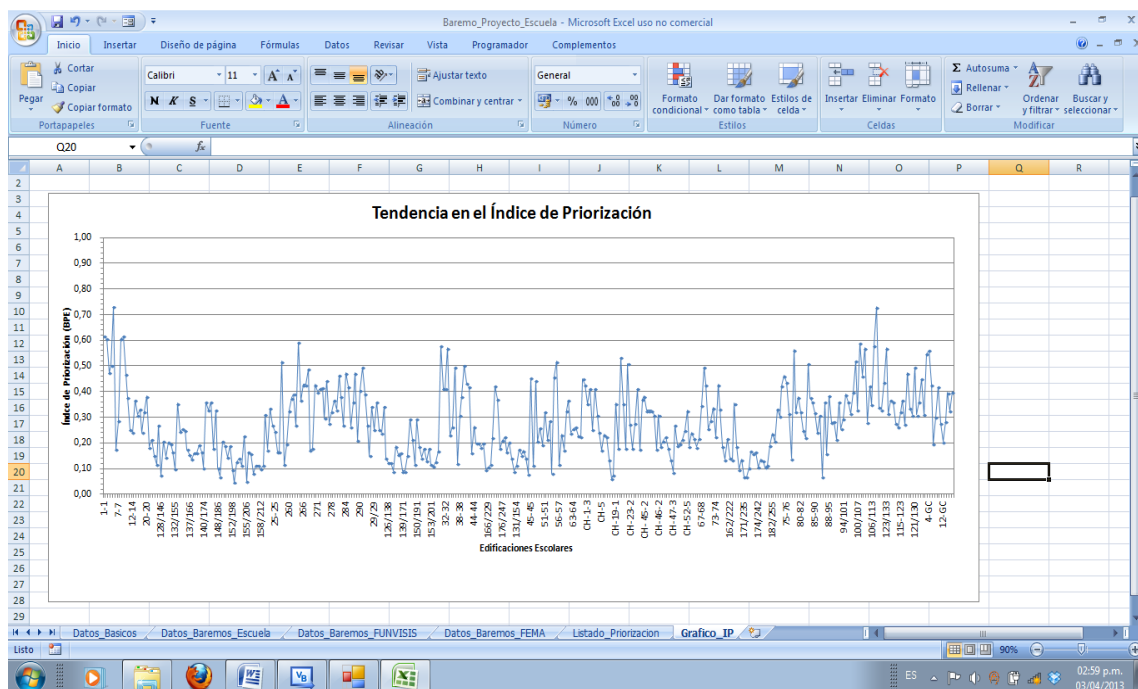


Figura B.12. Ventana en la hoja de cálculo que muestra la gráfica de la Tendencia en el Índice de Priorización.

B.6.6 Marco de Excel

Este comando tiene como función crear los marcos, rótulos y etiquetas para cada una de las columnas en la hoja de cálculo que identifica a qué valor, parámetro o variable se reportara sobre cada columna.

B.7. Aplicaciones

El crear la hoja de cálculo en Excel permite al usuario manipular toda la data almacenada y poder correlacionar variables. Así mismo, podrá realizar los estudios de interés que el usuario requiera, creando otras ventanas sobre la misma hoja de cálculo ya que esto no afectará el funcionamiento del programa.

APÉNDICE C.

Cálculos Típicos de los Índices de Vulnerabilidad,
Riesgo y Priorización.

APÉNDICE C.

A continuación se mostraran los cálculos típicos de cada uno de los índices sísmicos aplicando los procedimientos establecidos en cada uno de los baremos usados en este TEG. Se toma como ejemplo el Liceo Raimundo Martínez Centeno identificado en las tablas del Apéndice D como “RMC”. Se procede a realizar los cálculos pertinentes de acuerdo a los baremos: BPE, FUNVISIS y FEMA, y con ello obtener los índices de vulnerabilidad, riesgo y priorización. Para ello se presentan las características estructurales y no estructurales obtenidos de la inspección realizada a la institución, necesarios en la obtención de los índices.

C.1. Características estructurales y no estructurales obtenidas de la inspección

Se identifican las características presentes en la planilla y que serán usadas para estimar los índices.

Amenaza:

- Zona Sísmica: 7.

Ocupación:

- Matrícula: mayor a 1000.

Estructura:

- Tipo de Estructura: PC30.

Antigüedad:

- Año de Construcción y/o Proyecto: 1978.

Irregularidades en Planta:

- Sistema Resistente a Sismo: en las dos direcciones.
- Forma de la Planta: rectangular con presencia de abertura en planta.

Irregularidades en Elevación:

- Presencia de columna Corta: si se evidenció.

- Discontinuidad vertical: no se evidenció.
- Entrepiso Blando: no se evidenció.
- Posibilidad de Golpeteo o Choque: si se evidenció.
- Concentración de masas en niveles superiores: no se evidenció.

Evidencia de Deterioro o Mantenimiento:

- Estado de Mantenimiento general: regular
- Agrietamiento en Tabiquería: no se evidenció.
- Agrietamiento en Elementos Estructurales: no se evidenció.
- Corrosión en el Acero: no se evidenció.
- Acero de Refuerzo Expuesto: se evidenció.
- Deflexiones Excesivas: se evidenció.

Problemas Geotécnicos:

- Construido en ladera: no se evidenció.
- Cercanía a Talud: no se evidenció.
- Asentamiento de Fundaciones: no se evidenció.

C.2. Obtención de los índices aplicando el BPE

Índice de vulnerabilidad:

Para poder estimar los índices de vulnerabilidad, riesgo y priorización aplicando el BPE, se debe hacer uso de las tablas mostradas en el capítulo II donde son ponderados cada uno de los indicadores de vulnerabilidad. Haciendo uso de estas tablas y en función a las características expuestas en el apartado anterior se presentan de forma resumida en la tabla C1 los valores de cada uno de estos indicadores.

Tabla C.1. Indicadores de vulnerabilidad (BPE) presentes en el Liceo Raimundo Martínez Centeno.

Indicador de Vulnerabilidad			Valor
Tipo de estructura resistente a sismo		I_{es}	0,12
Año de construcción y/o proyecto		I_{ac}	0,1
Irregularidad de planta (I_{ip})	Sistema resistente a sismo	I_{srs}	0
	Forma de planta	I_{fop}	0,14
Irregularidad a elevación (I_{ie})	Columnas cortas	I_{coc}	0,08
	Discontinuidad vertical/Entrepiso blando	I_{dve}	0
	Posibilidad de golpeteo	I_{gol}	0,02
Deterioro/Mantenimiento		I_{ma}	0
Problemas Geotécnicos		I_{ge}	0

Indicador de irregularidad en elevación:

$$I_{ie} = I_{coc} + I_{dve} + I_{gol} = 0,08 + 0 + 0,02 = 0,10$$

$I_{ie} = 0,10$

Indicador de irregularidad en planta:

$$I_{ip} = I_{srs} + I_{fop} = 0 + 0,04 = 0,04$$

$I_{ip} = 0,04$

$$I_V = I_{es} + I_{ac} + I_{ip} + I_{ie} + I_{ma} + I_{ge} = 0,12 + 0,10 + 0,04 + 0,10 + 0 + 0 = 0,36$$

$I_V = 0,36$

Índice de riesgo:

Para calcular el índice de riesgo se debe conocer a que zona sísmica pertenece la edificación. Por estar ubicado en la zona 7 según la tabla 2.13 (capítulo II) su índice de amenaza (I_Z) es igual a 1,00.

$$I_R = I_Z * I_V = 1 * 0,36 = 0,36$$

$I_R = 0,36$

Índice de priorización:

Para la estimación del índice de priorización se debe conocer la matrícula, en las características se estableció que era mayor a las 1000 personas. Según la tabla 2.20 (capítulo II) el índice de ocupación (I_O) que aplica es de 1,00.

$$I_P = I_r * I_O = 0,36 * 1 = 0,36$$

$I_P = 0,36$

C.3. Obtención de los índices aplicando el baremo de FUNVISIS

Índice de vulnerabilidad:

Para calcular los índices sísmicos aplicando el baremo FUNVISIS, se debe iniciar identificando los indicadores de vulnerabilidad. En el capítulo II se muestran las tablas que usa este instrumento y los valores que aplican para cada uno de los indicadores, aplicando estos criterios al caso de estudio Liceo Raimundo Martínez Centeno se tienen los valores que de forma resumida se muestran en la tabla C.2.

Tabla C.2. Indicadores de vulnerabilidad (FUNVISIS) presentes en el Liceo Raimundo Martínez Centeno.

Indicador de Vulnerabilidad		Valor
Antigüedad y Norma Usada	I ₁	50
Tipo de estructura	I ₂	40
Irregularidad	I ₃	50
Profundidad de depósito	I ₄	0
Topografía	I ₅	0
Deterioro	I ₆	5

Una vez establecidos los indicadores de vulnerabilidad y respetando los pesos relativos de cada uno de estos indicadores (tabla 2.4 del capítulo II) se procede a determinar el índice de vulnerabilidad.

$$I_V = \sum_{i=1}^6 \alpha_i * I_i = 0,25 * 50 + 0,30 * 40 + 0,25 * 50 + 0,10 * 0 + 0,05 * 0 + 0,05 * 5 = 37,25$$

$I_V = 37,25$

Índice de riesgo:

Conocido el índice de vulnerabilidad se procede a estimar el índice de riesgo por lo que se debe conocer cuál será el valor del índice de amenaza que aplica, por estar ubicada la edificación en una zona 7 según la tabla 2.3 (capítulo II) el valor del IA es de 0,9. Es importante destacar que el instrumento de FUNVISIS al momento de establecerse el valor del índice de amenaza plantea dos posibilidades, sin o con efectos topográficos. El que aplica en este caso es sin efectos topográficos ya que se debe medir bajo los mismos criterios en el que se maneja BPE, además las características que se requieren para evaluar con efectos topográficos no son consideradas en la planilla de inspección “Proyecto UCV-FUNVISIS-FEDE”.

$$I_R = I_A * I_V = 0,9 * 37,25 = 33,53$$

$$I_R = 33,53$$

Índice de priorización:

Para el cálculo de este índice se debe identificar el tipo de la edificación según su uso que según la tabla 2.11 (capítulo II) es del tipo A2, con esta clasificación y con la matrícula se procede hacer uso de la tabla 2.12 (capítulo II) estableciéndose que el índice de importancia (I_I) es igual a 0,95.

$$I_P = I_R * I_I = 33,53 * 0,95 = 31,85$$

$$I_P = 31,85$$

C.4. Obtención de los índices aplicando el baremo de FEMA

Al aplicar el FEMA solo se reportara el índice de riesgo ya que este instrumento estima únicamente este valor. Lo primero que se debe hacer es identificar el nivel de amenaza según la ubicación de la edificación para saber cuál de las tres planillas se debe usar. Es importante destacar que las normas norteamericanas tienen establecidos diferentes mapas geográficos indicándose cuáles son los niveles de amenaza y en cuales de sus estados aplican. Para el caso de la estructura en estudio no aplican estos mapas, porque estamos trabajando con planteles ubicados en Venezuela, por ello se considero lo establecido en la Norma COVENIN 1756 donde establece que por estar en una zona 7 se debe catalogar de nivel de amenaza alto. Tomando esto como criterio se usará la planilla del FEMA 154 correspondiente a este nivel.

Haciendo uso de la tabla de indicadores de esta planilla que se mostró en el capítulo II (tabla 2.22) se procede a identificar sobre ella cuales de los indicadores de vulnerabilidad están presentes y luego se procede a sumar de forma que el resultado es el índice de riesgo. De la información obtenida de la inspección hecha al Liceo Raimundo Martínez Centeno y en función requerida por este instrumento se tiene.

- Numero de 3 pisos.
- Tipo de estructura: PC30 (C3)
- Irregularidades verticales: si presenta.
- Irregularidades de planta: si presenta.
- Pre-Code: aplica ya que está elaborada con normas de data antigua en donde se conoce de la deficiencia que tienen estas en materia sismorresistente.
- Post- Benchmark: no aplica.
- Tipo de suelo: no aplica.

Tabla C.3.aplicación de la planilla FEMA 154 al Liceo Raimundo Martínez Centeno.

OCCUPANCY				SOIL TYPE						FALLING HAZARDS					
Assembly	Govt	Office	Number of Persons	A	B	C	D	E	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Commercial	Historic	Residential	0 – 10	Hard	Avg.	Dense	Stiff	Soft	Poor	Unreinforced	Parapets	Cladding	Other:		
Emer. Services	Industrial	School	11 – 100	Rock	Rock	Soil	Soil	Soil	Soil	Chimneys					
			101-1000												
			1000+												
BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8
Vertical Irregularity	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Plan irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2
FINAL SCORE, S															

Fuente: Manual FEMA (FEMA, 2002).

En la tabla C.3 las franjas horizontales refieren a los indicadores que no son considerados y el rectángulo encierra los valores de los indicadores asociados al tipo de estructura PC30 (C3). En la tabla C.4 se presentan de forma organizada los valores de los indicadores que aplique.

Tabla C.4. Indicadores de vulnerabilidad (FEMA) presentes en el Liceo Raimundo Martínez Centeno.

Indicador de Vulnerabilidad		Valor
Tipo de estructura	F_1	1.6
Irregularidad Vertical	F_2	-1,0
Irregularidad de Planta	F_3	-0,5
Pre Code	F_4	-0,2
Post Benchmark	F_5	0
Tipo de Suelo	F_6	0

Sumando estos indicadores da como resultado el índice de riesgo, como se muestra a continuación.

$$I_R = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6 = 1,6 + 0 - 1,0 - 0,5 - 0,2 + 0 = -0,1$$

$I_R = -0,1$

C.4. Cuadro resumen con los índices

En la siguiente tabla se muestran los resultados organizados por índice y por instrumento.

Tabla C.5. Índices Sísmicos del Liceo Raimundo Martínez Centeno por baremos.

INSTRUMENTO	Índices		
	I_V	I_R	I_P
BPE	0,36	0,36	0,36
FUNVISIS	37,25	33,53	31,85
FEMA	-	-0,1	-

APÉNDICE D.

Valores de los Índices de Vulnerabilidad, Riesgo y
Priorización.

APÉNDICE D.

En esta sección se presentarán una serie de tablas donde se reportan los valores de Índice de Vulnerabilidad (I_V), Índice de Riesgo (I_R) e Índice de Priorización (I_P), obtenidos para cada una de las edificaciones escolares. Las edificaciones se presentan enlistadas respetando el orden y la identificación que se usó en las planillas de inspección, siguiendo la misma numeración (N°). Se observa que a cada instrumento (BPE, FUNVISIS y FEMA) se le asigna una columna donde se reporta el valor del Índice calculado para cada edificación haciendo uso del baremo. A continuación se presentan las tablas.

Tabla D.1. Índice de vulnerabilidad aplicando BPE y FUNVISIS.

N°	I _v		N°	I _v		N°	I _v		N°	I _v	
	BPE	FUNVISIS		BPE	FUNVISIS		BPE	FUNVISIS		BPE	FUNVISIS
1-1	0,70	60,75	149/188	0,66	67,00	282	0,51	46,00	38-38	0,55	43,00
2-2	0,92	79,50	149/189	0,60	45,50	283	0,48	42,00	39-39	0,51	59,50
4-4	0,72	66,75	149/190	0,46	44,75	284	0,63	47,00	40-40	0,67	66,75
5-5	0,76	62,75	152/197	0,60	58,75	285	0,56	42,00	41-41	0,77	68,25
6-6	0,83	67,00	152/198	0,30	25,75	286	0,47	38,25	42-42	0,56	46,75
6-133	0,40	29,50	152/199	0,15	15,75	287	0,48	44,50	43-43	0,43	28,00
7-7	0,65	58,50	152/200	0,40	37,00	288	0,63	49,50	44-44	0,47	52,00
8-8	0,69	57,00	154/203	0,45	35,00	289	0,28	24,75	163/224	0,53	44,00
9-9	0,70	61,75	154/204	0,36	34,50	290	0,54	42,75	163/225	0,53	44,00
10-10	0,53	48,00	155/205	0,72	69,25	291	0,66	57,00	163/226	0,49	46,50
11-11	0,57	45,00	155/206	0,16	21,75	292	0,52	59,50	164/227	0,53	49,75
12-12	0,38	33,25	155/207	0,52	47,00	293	0,36	34,75	165/228	0,26	23,25
12-14	0,55	49,50	156/208	0,50	35,75	294	0,40	38,25	166/229	0,28	34,50
15-15	0,65	59,00	156/209	0,26	20,25	28/28	0,61	50,00	166/230	0,31	28,75
16-16	0,55	47,00	157/210	0,24	23,25	29/29	0,45	37,50	173/240	0,39	39,50
17-17	0,59	49,25	158/211	0,36	34,75	30/30	0,64	57,00	175/244	0,75	59,25
18-18	0,43	36,75	158/212	0,31	29,50	124/134	0,67	57,00	175/245	0,66	56,75
19-19	0,57	46,50	158/213	0,36	34,50	124/135	0,64	52,75	176/246	0,48	44,50
20-20	0,51	42,00	21-21	0,66	57,50	125/136	0,61	59,50	176/247	0,56	52,00
127/141	0,49	37,50	21-22	0,55	52,00	125/137	0,25	30,75	178/249	0,60	51,75
127/142	0,57	42,50	23-23	0,71	55,50	126/138	0,33	24,00	180/252	0,44	20,25
127/143	0,40	30,00	24-24	0,57	54,50	126/139	0,33	24,00	181/253	0,36	34,50
127/144	0,31	32,00	25-25	0,52	49,50	126/140	0,24	23,50	131/152	0,56	49,25
128/145	0,57	52,50	25-26	0,52	47,00	134/159	0,50	40,00	131/153	0,36	34,50
128/146	0,16	21,75	25-27	0,53	45,00	134/160	0,41	39,50	131/154	0,45	36,75
129/147	0,55	40,75	258	0,69	64,00	139/170	0,43	30,50	133/156	0,70	48,50
129/148	0,26	23,50	259-1	0,31	25,00	139/171	0,24	16,50	133/157	0,61	49,50
129/149	0,36	30,00	259-2	0,52	37,25	139/172	0,24	16,50	133/158	0,68	49,75
130/150	0,62	51,75	260	0,58	67,25	147/182	0,40	30,00	146/180	0,57	52,00
130/151	0,53	42,50	261	0,50	39,50	147/183	0,78	55,25	146/181	0,32	34,50
132/155	0,31	37,00	262	0,52	44,50	147/184	0,57	42,75	45-45	0,72	53,25
135/161	0,75	59,50	263	0,72	40,75	147/185	0,31	29,50	45-46	0,36	34,50
135/162	0,52	39,25	264	0,79	74,75	150/191	0,78	58,75	47-47	0,59	54,50
136/163	0,54	39,50	265	0,49	42,00	150/192	0,50	44,75	48-48	0,55	54,50
136/164	0,53	35,50	266	0,57	47,00	150/193	0,38	37,25	48-48	0,69	55,75
136/165	0,37	29,50	267	0,57	47,00	151/194	0,48	37,75	50-50	0,41	50,50
137/166	0,33	23,75	268	0,65	59,50	151/195	0,35	33,75	51-51	0,57	54,50
137/167	0,29	25,75	269	0,46	34,50	151/196	0,48	37,75	51-52	0,57	52,00
138/168	0,51	40,00	269	0,48	39,50	153/201	0,31	25,00	53-53	0,51	42,50
138/169	0,51	39,50	270	0,57	49,50	153/202	0,29	25,75	53-55	0,22	24,50
138/215	0,41	39,50	271	0,71	67,00	159/214	0,34	27,75	55-56	0,61	59,50
140/173	0,52	41,75	272	0,55	58,25	160/216	0,45	35,25	56-57	0,69	66,75
140/174	0,33	23,75	273	0,74	59,50	31-31	0,77	64,50	56-57	0,31	29,50
141/175	0,57	45,25	275	0,53	34,75	32-134	0,55	50,75	58-59	0,74	65,00
142/176	0,52	47,00	276	0,59	51,25	32-32	0,55	45,50	58-59	0,55	45,00
143/177	0,57	46,75	277	0,37	34,00	33-33	0,76	60,50	60-61	0,58	44,75
144/178	0,38	30,00	278	0,57	43,75	34-34	0,41	44,75	61-62	0,49	57,00
145/179	0,52	40,00	279	0,49	49,00	34-35	0,47	35,50	62-63	0,64	57,00
148/186	0,33	34,50	280	0,44	32,00	36-36	0,66	53,00	63-64	0,68	59,25
148/187	0,22	24,50	281	0,62	54,00	36-37	0,32	19,50	64-65	0,70	61,75

Tabla D.1. Índice de vulnerabilidad aplicando BPE y FUNVISIS (Continuación).

N°	I _v		N°	I _v		N°	I _v	
	BPE	FUNVISIS		BPE	FUNVISIS		BPE	FUNVISIS
65-66	0,61	52,00	CH-53-4	0,49	47,00	85-90	0,72	55,00
66-67	0,60	64,50	CH-53-5	0,58	52,00	85-90	0,55	45,00
CH-1-1	0,60	52,00	67-68	0,46	34,50	86-91	0,65	59,00
CH-1-2	0,57	54,50	68-69	0,66	42,00	86-92	0,22	24,50
CH-1-3	0,47	44,50	69-70	0,57	47,00	87-93	0,57	45,00
CH-1-4	0,55	57,00	70-71	0,34	34,50	87-94	0,50	36,25
CH-2	0,45	42,00	71-72	0,51	36,75	88-95	0,61	42,75
CH-3	0,55	52,00	72-73	0,60	40,50	89-86	0,59	52,00
CH-4-1	0,55	57,00	73-74	0,60	59,75	90-97	0,45	42,00
CH-4-2	0,43	43,25	161/217	0,76	66,25	91-98	0,45	42,00
CH-5	0,46	47,25	161/218	0,59	61,25	92-99	0,57	49,00
CH-6	0,62	47,75	162/219	0,50	47,25	93-100	0,54	44,50
CH-15-1	0,60	42,50	162/220	0,36	37,25	94/101	0,39	34,25
CH-16-1	0,36	37,00	162/221	0,58	59,75	95/102	0,59	50,00
CH-17-1	0,16	21,75	162/222	0,38	39,75	96/103	0,48	49,50
CH-18-1	0,20	19,75	162/223	0,36	37,25	97/104	0,63	59,25
CH-19-1	0,63	60,25	167/231	0,63	44,50	98/105	0,53	39,50
CH-20-1	0,48	62,50	168/232	0,50	47,25	99/106	0,59	49,50
CH-21-1	0,71	60,25	169/233	0,26	31,00	100/107	0,66	59,75
CH-21-2	0,47	44,50	170/234	0,36	37,25	101/108	0,67	64,25
CH-22-1	0,48	47,00	171/235	0,18	30,75	102/109	0,70	58,75
CH-23-1	0,68	64,50	171/235	0,18	25,75	103/110	0,76	62,75
CH-23-2	0,73	50,00	171/236	0,27	27,50	104/111	0,64	54,50
CH-24-1	0,48	52,00	172/238	0,45	39,50	105/112	0,48	46,75
CH-25-1	0,49	67,00	172/239	0,42	29,75	106/113	0,70	40,75
CH-26-1	0,55	49,50	174/241	0,44	34,00	107/114	0,66	49,75
CH-44	0,47	50,50	174/242	0,28	29,50	108/115	0,73	61,25
CH-45-1	0,66	67,00	174/243	0,36	37,00	109/116	0,34	34,50
CH-45-2	0,68	67,00	177/248	0,35	37,00	110/117	0,66	55,25
CH-45-3	0,58	52,00	179/250	0,28	34,50	122/132	0,66	67,00
CH-45-4	0,58	52,00	179/251	0,30	34,50	123/133	0,57	45,25
CH-45-5	0,58	52,00	182/254	0,51	44,75	111-118	0,56	49,50
CH-45-6	0,55	52,00	182/255	0,63	47,75	112-119	0,65	51,75
CH-46-1	0,31	32,00	183/256	0,55	52,00	113-120	0,48	72,00
CH-46-2	0,55	52,00	184/257	0,59	46,25	113-121	0,37	54,50
CH-46-3	0,33	37,00	185/258	0,54	55,00	114-122	0,70	57,50
CH-46-4	0,37	34,50	74-75	0,48	44,50	115-123	0,43	34,75
CH-46-5	0,40	37,00	75-54	0,70	46,00	116-124	0,65	54,00
CH-47-1	0,48	42,00	75-76	0,66	56,75	117-126	0,73	58,00
CH-47-2	0,36	39,50	76-77	0,56	47,75	118-127	0,63	47,00
CH-47-3	0,23	30,50	76-78	0,37	34,50	119-128	0,45	36,75
CH-51	0,72	73,00	77-79	0,64	52,75	120/129	0,55	54,50
CH-52-1	0,34	37,25	78-80	0,43	42,25	121/130	0,66	57,50
CH-52-2	0,35	43,00	79-81	0,43	39,75	121/131	0,55	45,00
CH-52-3	0,38	34,75	80-82	0,57	54,50	RMC	0,36	37,25
CH-52-4	0,44	42,00	80-83	0,66	53,75	VV	0,60	54,75
CH-52-5	0,58	52,00	81-84	0,39	26,50			
CH-53-1	0,50	53,00	82-85	0,58	46,75			
CH-53-2	0,64	54,50	83-86	0,57	45,00			
CH-53-3	0,58	52,00	84-88	0,64	52,50			

Tabla D2. Índice de Riesgo aplicando BPE, FUNVISIS y FEMA.

N°	I _R			N°	I _R			N°	I _R		
	BPE	FUNVISIS	FEMA		BPE	FUNVISIS	FEMA		BPE	FUNVISIS	FEMA
1-1	0,62	48,60	-0,1	149/188	0,42	37,52	-0,1	282	0,38	31,28	2,4
2-2	0,81	69,96	-0,1	149/189	0,38	25,48	1,8	283	0,36	28,56	0,4
4-4	0,63	53,40	-0,1	149/190	0,29	25,06	1,8	284	0,47	31,96	0,4
5-5	0,67	50,20	-0,1	152/197	0,38	32,90	1,6	285	0,42	28,56	0,1
6-6	0,73	53,60	0,4	152/198	0,19	14,42	1,6	286	0,35	26,01	0,4
6-133	0,35	23,60	1,8	152/199	0,09	8,82	4,2	287	0,36	30,26	-0,1
7-7	0,57	51,48	0,4	152/200	0,25	20,72	0,4	288	0,47	33,66	0,4
8-8	0,61	45,60	-0,1	154/203	0,28	19,60	1,8	289	0,21	16,83	1,8
9-9	0,62	49,40	0,1	154/204	0,23	19,32	1,8	290	0,41	29,07	0,4
10-10	0,47	38,40	0,4	155/205	0,45	38,78	-0,1	291	0,50	38,76	0,4
11-11	0,50	36,00	-0,1	155/206	0,10	12,18	4,2	292	0,39	40,46	0,4
12-12	0,33	26,60	0,6	155/207	0,33	26,32	0,4	293	0,27	23,63	1,8
12-14	0,48	39,60	0,4	156/208	0,32	20,02	1,8	294	0,30	26,01	0,6
15-15	0,49	40,12	-0,1	156/209	0,16	11,34	1,8	28/28	0,46	34,00	0,4
16-16	0,41	31,96	0,4	157/210	0,15	13,02	0,6	29/29	0,34	25,50	1,8
17-17	0,44	33,49	-0,1	158/211	0,23	19,46	1,8	30/30	0,48	38,76	0,4
18-18	0,32	24,99	-0,1	158/212	0,20	16,52	1,8	124/134	0,50	38,76	-0,1
19-19	0,43	31,62	-0,1	158/213	0,23	19,32	1,8	124/135	0,48	35,87	0,4
20-20	0,38	28,56	1,4	21-21	0,42	32,20	0,4	125/136	0,46	40,46	-0,1
127/141	0,37	25,50	0,9	21-22	0,35	29,12	0,4	125/137	0,19	20,91	3,2
127/142	0,43	28,90	0,4	23-23	0,45	31,08	0,4	126/138	0,25	16,32	0,6
127/143	0,30	20,40	1,8	24-24	0,36	30,52	0,4	126/139	0,25	16,32	0,6
127/144	0,23	21,76	0,4	25-25	0,33	27,72	0,4	126/140	0,18	15,98	0,6
128/145	0,36	29,40	0,4	25-26	0,33	26,32	0,4	134/159	0,38	27,20	1,8
128/146	0,10	12,18	4,2	25-27	0,33	25,20	1,3	134/160	0,31	26,86	1,8
129/147	0,41	27,71	1,8	258	0,52	43,52	0,4	139/170	0,32	20,74	1,8
129/148	0,20	15,98	2,2	259-1	0,23	17,00	1,8	139/171	0,18	11,22	4,2
129/149	0,27	20,40	1,8	259-2	0,39	25,33	1,8	139/172	0,18	11,22	4,2
130/150	0,39	28,98	-0,1	260	0,44	45,73	-0,1	147/182	0,30	20,40	1,8
130/151	0,33	23,80	0,8	261	0,38	26,86	0,6	147/183	0,59	37,57	0,8
132/155	0,20	20,72	-0,1	262	0,39	30,26	0,1	147/184	0,43	29,07	0,4
135/161	0,47	33,32	0,4	263	0,54	27,71	0,1	147/185	0,23	20,06	1,8
135/162	0,33	21,98	1,8	264	0,59	50,83	0,4	150/191	0,59	44,06	0,4
136/163	0,34	22,12	1,3	265	0,37	28,56	0,4	150/192	0,38	33,56	0,4
136/164	0,33	19,88	0,6	266	0,43	31,96	-0,1	150/193	0,29	27,94	1,8
136/165	0,23	16,52	0,8	267	0,43	31,96	-0,1	151/194	0,36	25,67	1,3
137/166	0,21	13,30	0,6	268	0,49	40,46	-0,1	151/195	0,26	22,95	1,3
137/167	0,18	14,42	4,2	269	0,35	25,88	1,8	151/196	0,36	25,67	1,3
138/168	0,32	22,40	0,4	269	0,36	26,86	0,6	153/201	0,23	17,00	1,8
138/169	0,32	24,89	1,8	270	0,43	33,66	-0,1	153/202	0,22	17,51	4,2
138/215	0,26	22,12	-0,1	271	0,53	45,56	-0,1	159/214	0,26	18,87	1,3
140/173	0,33	23,38	0,1	272	0,41	39,61	1,6	160/216	0,34	23,97	1,8
140/174	0,21	13,30	0,6	273	0,56	40,46	0,4	31-31	0,58	48,38	0,3
141/175	0,36	25,34	-0,1	275	0,40	23,63	0,6	32-134	0,41	34,51	-0,1
142/176	0,33	26,32	0,4	276	0,44	34,85	-0,1	32-32	0,41	30,94	-0,1
143/177	0,36	26,18	-0,1	277	0,28	23,12	0,6	33-33	0,57	41,14	-0,1
144/178	0,24	16,80	0,1	278	0,43	29,75	0,6	34-34	0,31	30,43	-0,1
145/179	0,33	22,40	0,1	279	0,37	36,75	-0,1	34-35	0,35	24,14	0,9
148/186	0,21	19,32	0,4	280	0,33	21,76	0,6	36-36	0,50	36,04	-0,1
148/187	0,14	13,72	1,8	281	0,47	36,72	0,4	36-37	0,24	13,26	3,7

Tabla D.2. Índice de Riesgo aplicando BPE, FUNVISIS y FEMA (Continuación).

N°	I _R			N°	I _R			N°	I _R		
	BPE	FUNVISIS	FEMA		BPE	FUNVISIS	FEMA		BPE	FUNVISIS	FEMA
38-38	0,41	29,24	-0,1	65-66	0,46	35,36	0,4	CH-53-4	0,37	31,96	-0,1
39-39	0,38	44,63	-0,1	66-67	0,45	43,86	-0,1	CH-53-5	0,44	35,36	0,4
40-40	0,50	45,39	-0,1	CH-1-1	0,45	35,36	-0,1	67-68	0,35	23,46	0,4
41-41	0,58	46,41	-0,1	CH-1-2	0,43	37,06	0,6	68-69	0,50	28,56	0,6
42-42	0,42	35,06	-0,1	CH-1-3	0,35	30,26	0,6	69-70	0,43	31,96	-0,1
43-43	0,32	19,04	-0,1	CH-1-4	0,41	38,76	0,6	70-71	0,26	23,46	-0,1
44-44	0,35	35,36	-0,1	CH-2	0,34	28,56	0,1	71-72	0,38	24,99	-0,1
163/224	0,40	29,92	-0,1	CH-3	0,41	35,36	0,7	72-73	0,45	30,38	0,9
163/225	0,40	29,92	-0,1	CH-4-1	0,41	38,76	0,1	73-74	0,45	40,63	-0,1
163/226	0,37	31,62	-0,1	CH-4-2	0,32	29,41	0,3	161/217	0,57	49,69	0,1
164/227	0,40	33,83	-0,1	CH-5	0,35	32,13	-0,1	161/218	0,44	45,94	0,6
165/228	0,20	15,81	-0,1	CH-6	0,47	32,47	0,9	162/219	0,38	32,13	0,4
166/229	0,21	23,46	-0,1	CH-15-1	0,45	28,90	0,8	162/220	0,27	25,33	0,4
166/230	0,23	19,55	-0,1	CH-16-1	0,27	25,16	0,9	162/221	0,44	40,63	0,4
173/240	0,29	26,86	-0,1	CH-17-1	0,12	14,79	4,2	162/222	0,29	27,03	0,4
175/244	0,56	40,29	-0,1	CH-18-1	0,15	13,43	1,6	162/223	0,27	25,33	0,4
175/245	0,50	38,59	-0,1	CH-19-1	0,47	40,97	-0,1	167/231	0,47	30,26	-0,1
176/246	0,36	30,26	-0,1	CH-20-1	0,36	42,50	1,6	168/232	0,38	32,13	0,4
176/247	0,42	35,36	-0,1	CH-21-1	0,53	40,97	-0,1	169/233	0,20	21,08	0,6
178/249	0,45	35,19	-0,1	CH-21-2	0,35	30,26	1,4	170/234	0,27	25,33	0,4
180/252	0,33	13,77	-0,1	CH-22-1	0,36	31,96	-0,1	171/235	0,14	20,91	1,8
181/253	0,27	23,46	-0,1	CH-23-1	0,51	43,86	-0,1	171/235	0,14	17,51	1,8
131/152	0,28	22,16	-0,1	CH-23-2	0,55	34,00	-0,1	171/236	0,20	18,70	1,8
131/153	0,18	15,53	-0,1	CH-24-1	0,36	35,36	-0,1	172/238	0,34	26,86	0,4
131/154	0,23	16,54	-0,1	CH-25-1	0,37	45,56	0,1	172/239	0,32	20,23	0,6
133/156	0,35	24,25	-0,1	CH-26-1	0,41	33,66	0,4	174/241	0,33	23,12	0,8
133/157	0,31	24,75	-0,1	CH-44	0,35	34,34	1,8	174/242	0,21	20,06	1,4
133/158	0,34	24,88	-0,1	CH- 45-1	0,50	45,56	-0,1	174/243	0,27	25,16	0,4
146/180	0,29	23,40	-0,1	CH- 45-2	0,51	45,56	0,4	177/248	0,26	25,16	0,4
146/181	0,16	15,53	-0,1	CH- 45-3	0,44	35,36	0,6	179/250	0,21	23,46	0,4
45-45	0,45	29,82	-0,1	CH- 45-4	0,44	35,36	0,6	179/251	0,23	23,46	0,4
45-46	0,23	19,32	-0,1	CH- 45-5	0,44	35,36	0,4	182/254	0,38	33,56	0,4
47-47	0,44	37,06	-0,1	CH- 45-6	0,41	35,36	0,4	182/255	0,47	32,47	-0,1
48-48	0,41	37,06	-0,1	CH-46-1	0,23	21,76	0,6	183/256	0,41	35,36	0,4
48-48	0,52	37,91	-0,1	CH-46-2	0,41	35,36	0,4	184/257	0,44	31,45	0,4
50-50	0,26	28,28	-0,1	CH-46-3	0,25	25,16	0,6	185/258	0,41	37,40	2,6
51-51	0,43	37,06	-0,1	CH-46-4	0,28	25,88	0,4	74-75	0,42	35,60	-0,1
51-52	0,43	35,36	-0,1	CH-46-5	0,30	25,16	0,6	75-54	0,62	36,80	1,8
53-53	0,38	28,90	-0,1	CH-47-1	0,36	28,56	0,4	75-76	0,58	45,40	0,4
53-55	0,17	16,66	-0,1	CH-47-2	0,27	26,86	0,4	76-77	0,42	32,47	0,4
55-56	0,46	40,46	-0,1	CH-47-3	0,17	20,74	1,8	76-78	0,28	23,46	1,4
56-57	0,52	45,39	-0,1	CH-51	0,54	49,64	1,1	77-79	0,56	42,20	0,4
56-57	0,23	20,06	-0,1	CH-52-1	0,26	25,33	1,8	78-80	0,32	28,73	-0,1
58-59	0,47	36,40	-0,1	CH-52-2	0,26	29,24	1,8	79-81	0,38	31,80	-0,1
58-59	0,35	25,20	-0,1	CH-52-3	0,29	23,63	1,8	80-82	0,43	37,06	0,4
60-61	0,44	30,43	-0,1	CH-52-4	0,33	28,56	0,4	80-83	0,50	36,55	0,4
61-62	0,37	38,76	-0,1	CH-52-5	0,44	35,36	0,4	81-84	0,29	18,02	1,6
62-63	0,48	38,76	-0,1	CH-53-1	0,38	36,04	1,3	82-85	0,51	41,14	-0,1
63-64	0,51	40,29	-0,1	CH-53-2	0,48	40,88	0,4	83-86	0,50	36,00	-0,1
64-65	0,53	41,99	-0,1	CH-53-3	0,44	35,36	0,4	84-88	0,48	35,70	0,4

Tabla D.2. Índice de Riesgo aplicando BPE, FUNVISIS y FEMA (Continuación).

N°	I _R		
	BPE	FUNVISIS	FEMA
85-90	0,63	44,00	0,4
85-90	0,48	36,00	1,8
86-91	0,41	33,04	-0,1
86-92	0,14	13,72	1,8
87-93	0,36	25,20	0,4
87-94	0,32	20,30	0,6
88-95	0,38	23,94	0,6
89-86	0,37	29,12	0,4
90-97	0,28	23,52	0,4
91-98	0,28	23,52	0,4
92-99	0,36	27,44	0,4
93-100	0,34	24,92	0,4
94/101	0,39	30,83	0,6
95/102	0,52	40,00	0,4
96/103	0,48	44,55	0,1
97/104	0,63	59,25	0,4
98/105	0,53	35,55	0,4
99/106	0,52	39,60	-0,1
100/107	0,66	53,78	-0,1
101/108	0,59	51,40	-0,1
102/109	0,62	51,70	0,4
103/110	0,76	56,48	-0,1
104/111	0,56	43,60	0,4
105/112	0,42	37,40	0,4
106/113	0,70	40,75	0,6
107/114	0,58	39,80	0,4
108/115	0,73	55,13	-0,1
109/116	0,34	31,05	-0,1
110/117	0,66	49,73	0,4
122/132	0,58	53,60	-0,1
123/133	0,57	40,73	-0,1
111-118	0,42	37,13	0,4
112-119	0,49	38,81	0,4
113-120	0,36	48,96	0,4
113-121	0,28	37,06	0,4
114-122	0,53	43,13	0,4
115-123	0,32	23,63	1,4
116-124	0,49	36,72	1,6
117-126	0,55	39,44	0,4
118-127	0,47	31,96	0,4
119-128	0,34	24,99	0,1
120/129	0,41	37,06	0,4
121/130	0,50	39,10	0,4
121/131	0,41	30,60	1,8
RMC	0,36	33,53	-0,1
VV	0,60	49,28	0,4

Tabla D.3. Índice de Priorización aplicando BPE y FUNVISIS.

N°	I _p		N°	I _p		N°	I _p		N°	I _p	
	BPE	FUNVISIS		BPE	FUNVISIS		BPE	FUNVISIS		BPE	FUNVISIS
1-1	0,62	46,17	149/188	0,21	33,77	282	0,38	29,72	38-38	0,31	27,19
2-2	0,61	65,06	149/189	0,19	22,93	283	0,27	26,56	39-39	0,38	42,39
4-4	0,48	49,66	149/190	0,14	22,55	284	0,47	30,36	40-40	0,50	43,12
5-5	0,50	46,69	152/197	0,19	29,61	285	0,42	27,13	41-41	0,43	43,16
6-6	0,73	50,92	152/198	0,09	12,98	286	0,26	24,19	42-42	0,42	33,31
6-133	0,18	21,24	152/199	0,05	7,94	287	0,36	28,75	43-43	0,16	17,14
7-7	0,29	46,33	152/200	0,13	18,65	288	0,47	31,98	44-44	0,26	32,88
8-8	0,61	43,32	154/203	0,14	17,64	289	0,21	15,99	163/224	0,20	26,93
9-9	0,62	46,93	154/204	0,11	17,39	290	0,41	27,62	163/225	0,20	26,93
10-10	0,47	36,48	155/205	0,23	34,90	291	0,50	36,82	163/226	0,18	28,46
11-11	0,38	33,48	155/206	0,05	10,96	292	0,39	38,44	164/227	0,20	30,45
12-12	0,25	24,74	155/207	0,16	23,69	293	0,27	22,45	165/228	0,10	14,23
12-14	0,24	35,64	156/208	0,16	18,02	294	0,15	23,41	166/229	0,11	21,11
15-15	0,37	37,31	156/209	0,08	10,21	28/28	0,34	31,62	166/230	0,12	17,60
16-16	0,31	29,72	157/210	0,11	12,11	29/29	0,25	23,72	173/240	0,22	24,98
17-17	0,33	31,15	158/211	0,11	17,51	30/30	0,36	36,05	175/244	0,42	37,47
18-18	0,24	23,24	158/212	0,10	14,87	124/134	0,25	34,88	175/245	0,37	35,89
19-19	0,32	29,41	158/213	0,11	17,39	124/135	0,24	32,28	176/246	0,18	27,23
20-20	0,38	27,13	21-21	0,31	29,95	125/136	0,34	37,63	176/247	0,21	31,82
127/141	0,18	22,95	21-22	0,17	26,21	125/137	0,14	19,45	178/249	0,23	31,67
127/142	0,21	26,01	23-23	0,34	28,90	126/138	0,12	14,69	180/252	0,17	12,39
127/143	0,15	18,36	24-24	0,27	28,38	126/139	0,12	14,69	181/253	0,20	21,82
127/144	0,12	19,58	25-25	0,25	25,78	126/140	0,09	14,38	131/152	0,14	19,95
128/145	0,27	27,34	25-26	0,16	23,69	134/159	0,19	24,48	131/153	0,09	13,97
128/146	0,08	11,33	25-27	0,17	22,68	134/160	0,15	24,17	131/154	0,11	14,88
129/147	0,21	24,94	258	0,52	41,34	139/170	0,16	18,67	133/156	0,18	21,83
129/148	0,15	14,86	259-1	0,12	15,30	139/171	0,09	10,10	133/157	0,15	22,28
129/149	0,20	18,97	259-2	0,20	22,80	139/172	0,09	10,10	133/158	0,17	22,39
130/150	0,20	26,08	260	0,33	42,53	147/182	0,15	18,36	146/180	0,14	21,06
130/151	0,17	21,42	261	0,38	25,52	147/183	0,29	33,81	146/181	0,08	13,97
132/155	0,10	18,65	262	0,39	28,75	147/184	0,21	26,16	45-45	0,45	28,33
135/161	0,35	30,99	263	0,27	24,94	147/185	0,12	18,05	45-46	0,11	17,39
135/162	0,25	20,44	264	0,59	48,29	150/191	0,29	39,66	47-47	0,44	35,21
136/163	0,26	20,57	265	0,37	27,13	150/192	0,19	30,21	48-48	0,21	33,35
136/164	0,25	18,49	266	0,43	30,36	150/193	0,14	25,14	48-48	0,26	34,12
136/165	0,17	15,36	267	0,43	30,36	151/194	0,18	23,10	50-50	0,19	26,30
137/166	0,16	12,37	268	0,49	38,44	151/195	0,13	20,66	51-51	0,32	34,47
137/167	0,14	13,41	269	0,17	23,29	151/196	0,18	23,10	51-52	0,21	31,82
138/168	0,16	20,16	269	0,18	24,17	153/201	0,12	15,30	53-53	0,29	26,88
138/169	0,16	22,40	270	0,43	31,98	153/202	0,11	15,76	53-55	0,08	14,99
138/215	0,19	20,57	271	0,40	42,37	159/214	0,13	16,98	55-56	0,46	38,44
140/173	0,16	21,04	272	0,41	37,63	160/216	0,17	21,57	56-57	0,52	43,12
140/174	0,10	11,97	273	0,42	37,63	31-31	0,58	45,96	56-57	0,12	18,05
141/175	0,36	24,07	275	0,30	21,98	32-134	0,41	32,78	58-59	0,23	32,76
142/176	0,33	25,00	276	0,44	33,11	32-32	0,41	29,39	58-59	0,17	22,68
143/177	0,36	24,87	277	0,28	21,96	33-33	0,57	39,08	60-61	0,33	28,30
144/178	0,18	15,62	278	0,32	27,67	34-34	0,23	28,30	61-62	0,37	36,82
145/179	0,33	21,28	279	0,37	34,91	34-35	0,26	22,45	62-63	0,24	34,88
148/186	0,10	17,39	280	0,33	20,67	36-36	0,50	34,24	63-64	0,26	36,26
148/187	0,07	12,35	281	0,47	34,88	36-37	0,12	11,93	64-65	0,26	37,79

Tabla D.3. Índice de Priorización aplicando BPE y FUNVISIS (Continuación).

N°	I _p		N°	I _p		N°	I _p	
	BPE	FUNVISIS		BPE	FUNVISIS		BPE	FUNVISIS
65-66	0,23	31,82	CH-53-4	0,18	26,56	85-90	0,32	39,60
66-67	0,23	39,47	CH-53-5	0,22	32,88	85-90	0,24	32,40
CH-1-1	0,45	33,59	67-68	0,35	32,44	86-91	0,31	30,73
CH-1-2	0,43	35,21	68-69	0,50	36,79	86-92	0,07	12,35
CH-1-3	0,35	28,75	69-70	0,43	31,82	87-93	0,36	23,94
CH-1-4	0,41	36,82	70-71	0,26	28,76	87-94	0,16	18,27
CH-2	0,25	26,56	71-72	0,29	31,82	88-95	0,38	22,74
CH-3	0,41	33,59	72-73	0,34	22,29	89-86	0,28	27,08
CH-4-1	0,31	36,05	73-74	0,23	27,13	90-97	0,28	22,34
CH-4-2	0,24	27,35	161/217	0,43	30,36	91-98	0,21	21,87
CH-5	0,17	28,92	161/218	0,33	22,29	92-99	0,36	26,07
CH-6	0,23	29,22	162/219	0,19	23,24	93-100	0,26	23,18
CH-15-1	0,23	26,01	162/220	0,14	28,25	94/101	0,29	28,67
CH-16-1	0,14	22,64	162/221	0,22	36,57	95/102	0,39	37,20
CH-17-1	0,06	13,31	162/222	0,14	46,21	96/103	0,36	41,43
CH-18-1	0,08	12,09	162/223	0,14	42,72	97/104	0,32	53,33
CH-19-1	0,35	38,10	167/231	0,35	28,92	98/105	0,40	33,06
CH-20-1	0,18	38,25	168/232	0,19	22,80	99/106	0,52	37,62
CH-21-1	0,53	38,92	169/233	0,10	36,57	100/107	0,33	48,40
CH-21-2	0,35	28,75	170/234	0,14	24,33	101/108	0,59	48,83
CH-22-1	0,18	28,76	171/235	0,07	22,80	102/109	0,46	48,08
CH-23-1	0,51	41,67	171/235	0,07	28,14	103/110	0,57	52,52
CH-23-2	0,27	30,60	171/236	0,10	28,92	104/111	0,28	39,24
CH-24-1	0,18	31,82	172/238	0,17	18,97	105/112	0,42	35,53
CH-25-1	0,28	42,37	172/239	0,16	22,80	106/113	0,35	36,68
CH-26-1	0,41	31,98	174/241	0,17	18,82	107/114	0,58	37,81
CH-44	0,18	30,91	174/242	0,11	15,76	108/115	0,73	52,37
CH-45-1	0,37	42,37	174/243	0,14	16,83	109/116	0,34	29,50
CH-45-2	0,38	42,37	177/248	0,13	24,17	110/117	0,33	44,75
CH-45-3	0,33	32,88	179/250	0,11	18,21	122/132	0,44	49,85
CH-45-4	0,33	32,88	179/251	0,11	20,81	123/133	0,57	38,69
CH-45-5	0,33	32,88	182/254	0,19	18,05	111-118	0,32	34,53
CH-45-6	0,31	32,88	182/255	0,24	22,64	112-119	0,37	36,10
CH-46-1	0,17	20,24	183/256	0,21	22,64	113-120	0,36	46,51
CH-46-2	0,31	32,88	184/257	0,33	21,11	113-121	0,28	35,21
CH-46-3	0,19	23,40	185/258	0,30	21,11	114-122	0,26	38,81
CH-46-4	0,21	24,06	74-75	0,42	30,21	115-123	0,32	22,45
CH-46-5	0,23	23,40	75-54	0,46	29,22	116-124	0,37	34,15
CH-47-1	0,18	25,70	75-76	0,44	31,82	117-126	0,27	35,50
CH-47-2	0,14	24,17	76-77	0,32	29,25	118-127	0,47	30,36
CH-47-3	0,09	18,67	76-78	0,14	34,78	119-128	0,34	23,74
CH-51	0,27	44,68	77-79	0,56	33,82	120/129	0,31	34,47
CH-52-1	0,19	23,56	78-80	0,32	34,22	121/130	0,50	37,15
CH-52-2	0,20	27,19	79-81	0,38	42,22	121/131	0,31	28,46
CH-52-3	0,21	21,98	80-82	0,32	30,20	RMC	0,36	31,85
CH-52-4	0,25	26,56	80-83	0,25	21,11	VV	0,45	45,83
CH-52-5	0,33	32,88	81-84	0,22	40,09			
CH-53-1	0,19	32,44	82-85	0,51	27,29			
CH-53-2	0,24	36,79	83-86	0,38	30,21			
CH-53-3	0,22	31,82	84-88	0,36	34,47			

APÉNDICE E.

Cálculos Típicos de los parámetros estadísticos.

APÉNDICE E.

Una vez conocido los valores de los índices de vulnerabilidad, riesgo y priorización de cada una de las 346 edificaciones escolares a través de la aplicación de los baremos y cuyos valores se muestran en las tablas del anexo Apéndice D, se procede a calcular los parámetros estadísticos que permitan estimar la correlación de Pearson y así proceder a la comparación de los mismos. A continuación se realiza el cálculo tipo para el caso del índice de vulnerabilidad entre el baremo BPE y FUNVISIS, en vista a que éste procedimiento es repetitivo para cada índice.

E1. Cálculo del promedio:

Una vez conocidos los índices de vulnerabilidad, el cálculo de los promedios μ_x (correspondiente a la media de los índices BPE), y μ_y (correspondiente a la media de los índices del baremo FUNVISIS), se tiene que:

$$\mu_x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{177,10}{346} = 0,51$$

$$\mu_x = 0,51$$

$$\mu_y = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{15.640,50}{346} = 45,20$$

$$\mu_y = 45,20$$

E2. Cálculo de la covarianza:

Partiendo de los valores de μ_x y μ_y , se procede a realizar el cálculo de la covarianza:

$$Covar(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x) \cdot (y_i - \mu_y)}{n - 1} = \frac{521,09}{346 - 1} = 1,51$$

$$Covar(x, y) = 1,51$$

E3. Cálculo de la varianza:

A continuación se procede a calcular el valor de la Var(x) correspondiente al BPE, y la Var(y) correspondiente al baremo FUNVISIS, a partir de la covarianza ya obtenida:

$$Var(x) = Covar(x, x) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)^2}{n} = \frac{7,14}{346} = 0,021$$

$$Var(x) = 0,021$$

$$Var(y) = Covar(y, y) = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \mu_y)^2}{n} = \frac{51.272,76}{346} = 148,19$$

$$Var(y) = 148,19$$

E4. Cálculo de la desviación estándar:

A partir de los valores obtenidos de Var(x) y Var(y) se procede a calcular el valor de la desviación estándar σ_x y σ_y respectivamente:

$$\sigma_x = \sqrt{Var(x)} = \sqrt{0,021} = 0,14$$

$$\sigma_x = 0,1449$$

$$\sigma_y = \sqrt{Var(y)} = \sqrt{148,19} = 12,17$$

$$\sigma_y = 12,1733$$

E5. Cálculo de la correlación:

Finalmente a partir del valor de la $Covar(x,y)$, σ_x y σ_y se tiene que la correlación del índice de vulnerabilidad entre el BPE y el baremo FUNVISIS es de:

$$Corr(x, y) = \frac{Covar(x, y)}{\sigma_x \cdot \sigma_y} = \frac{1,51}{0,1449 * 12,1733} = 0,86$$

$$Corr(x, y) = 0,86$$

E6. Resumen de resultados:

Tabla E.1. Valores de los parámetros estadísticos para la comparación de los baremos.

Nombre	Parámetro	Valor
Promedio de los índices de Vulnerabilidad (BPE)	μ_x	0,51
Promedio de los índices de Vulnerabilidad (FUNVISIS)	μ_y	45,20
Covarianza entre BPE y FUNVISIS	$Covar(x, y)$	1,51
Varianza del índices de Vulnerabilidad (BPE)	$Var(x)$	0,021
Varianza del índices de Vulnerabilidad (FUNVISIS)	$Var(y)$	148,19
Desviación del índices de Vulnerabilidad (BPE)	σ_x	$\approx 0,14$
Desviación Estándar del índices de Vulnerabilidad (FUNVISIS)	σ_y	$\approx 12,17$
Correlación entre BPE y FUNVISIS	$Corr(x, y)$	0,86

Nota: el símbolo “ \approx ” establece un aproximación para no colocar todos sus decimales.

APÉNDICE F.

Valores Z de la Distribución Normal.

APÉNDICE F.

En esta sección se presentaran una serie de tablas donde se reportan los valores Z de la Distribución Normal para los: Índice de Vulnerabilidad (I_V), Índice de Riesgo (I_R) e Índice de Priorización (I_P), obtenidos para cada una de las edificaciones escolares. Las edificaciones se presentan enlistadas respetando el orden y la identificación que se usó en las planillas de inspección, siguiendo la misma numeración (N°). Se observa que a cada instrumento (BPE, FUNVISIS y FEMA) se le asigna una columna donde se reporta el valor de Z calculado para cada edificación haciendo uso del baremo. Los cálculos se realizaron respetando la ecuación 4.1 expuesta en el capítulo IV.

Cálculo tipo del Valor Z

Se toma como ejemplo el Liceo Raimundo Martínez Centeno cuya identificación es con el N° RMC en las planillas de inspección. De esta edificación se reportó los siguientes valores de índice de vulnerabilidad por cada baremo.

Tabla F.1. Valores de I_V reportado por los baremos BPE y FUNVISIS para la edificación N° RMC.

BAREMO	Índice de Vulnerabilidad (I_V)
BPE	0,36
FUNVISIS	37,25

Para poder estimar el valor se Z se requiere conocer el valor promedio de este índice y desviaciones generado por cada baremo.

Tabla F.2. Valor promedio de I_V reportado por los baremos BPE y FUNVISIS.

BAREMO	Valor promedio de I_V	Desviaciones (σ)
BPE	0,51	0,14
FUNVISIS	45,20	12,17

El valor Z para la edificación N° RMC estimado a través del BPE es:

$$Z_{RMC-BPE} = \frac{0,36 - 0,51}{0,14} = -1,06$$

$$Z_{RMC-BPE} = -1,06$$

El valor Z para la edificación N° RMC estimado a través del FUNVISIS es:

$$Z_{RMC-FUNVISIS} = \frac{37,25 - 45,20}{12,17} = -0,65$$

$$Z_{RMC-FUNVISIS} = -0,65$$

Esto se repite para cada uno de los 346 valores de I_V por cada instrumento teniéndose como resultado los valores expuestos en las siguientes tablas.

Tabla F.3. Valores Z de la Distribución Normal, Índice de Vulnerabilidad.

N°	Valores Z		N°	Valores Z		N°	Valores Z		N°	Valores Z	
	FUNVISIS	BPE		FUNVISIS	BPE		FUNVISIS	BPE		FUNVISIS	BPE
1-1	1,28	1,31	149/188	1,79	1,03	282	0,07	-0,01	38-38	-0,18	0,27
2-2	2,81	2,84	149/189	0,02	0,61	283	-0,26	-0,22	39-39	1,17	-0,01
4-4	1,77	1,45	149/190	-0,04	-0,36	284	0,15	0,82	40-40	1,77	1,10
5-5	1,44	1,73	152/197	1,11	0,61	285	-0,26	0,33	41-41	1,89	1,79
6-6	1,79	2,21	152/198	-1,60	-1,47	286	-0,57	-0,29	42-42	0,13	0,33
6-133	-1,29	-0,78	152/199	-2,42	-2,52	287	-0,06	-0,22	43-43	-1,41	-0,57
7-7	1,09	0,96	152/200	-0,67	-0,78	288	0,35	0,82	44-44	0,56	-0,29
8-8	0,97	1,24	154/203	-0,84	-0,43	289	-1,68	-1,61	163/224	-0,10	0,13
9-9	1,36	1,31	154/204	-0,88	-1,06	290	-0,20	0,20	163/225	-0,10	0,13
10-10	0,23	0,13	155/205	1,97	1,45	291	0,97	1,03	163/226	0,11	-0,15
11-11	-0,02	0,40	155/206	-1,92	-2,45	292	1,17	0,06	164/227	0,37	0,13
12-12	-0,98	-0,92	155/207	0,15	0,06	293	-0,86	-1,06	165/228	-1,80	-1,75
12-14	0,35	0,27	156/208	-0,78	-0,08	294	-0,57	-0,78	166/229	-0,88	-1,61
15-15	1,13	0,96	156/209	-2,05	-1,75	28/28	0,39	0,68	166/230	-1,35	-1,40
16-16	0,15	0,27	157/210	-1,80	-1,89	29/29	-0,63	-0,43	173/240	-0,47	-0,85
17-17	0,33	0,54	158/211	-0,86	-1,06	30/30	0,97	0,89	175/244	1,15	1,66
18-18	-0,69	-0,57	158/212	-1,29	-1,40	124/134	0,97	1,10	175/245	0,95	1,03
19-19	0,11	0,40	158/213	-0,88	-1,06	124/135	0,62	0,89	176/246	-0,06	-0,22
20-20	-0,26	-0,01	21-21	1,01	1,03	125/136	1,17	0,68	176/247	0,56	0,33
127/141	-0,63	-0,15	21-22	0,56	0,27	125/137	-1,19	-1,82	178/249	0,54	0,61
127/142	-0,22	0,40	23-23	0,84	1,38	126/138	-1,74	-1,26	180/252	-2,05	-0,50
127/143	-1,25	-0,78	24-24	0,76	0,40	126/139	-1,74	-1,26	181/253	-0,88	-1,06
127/144	-1,08	-1,40	25-25	0,35	0,06	126/140	-1,78	-1,89	131/152	0,33	0,33
128/145	0,60	0,40	25-26	0,15	0,06	134/159	-0,43	-0,08	131/153	-0,88	-1,06
128/146	-1,92	-2,45	25-27	-0,02	0,13	134/160	-0,47	-0,71	131/154	-0,69	-0,43
129/147	-0,37	0,27	258	1,54	1,24	139/170	-1,21	-0,57	133/156	0,27	1,31
129/148	-1,78	-1,75	259-1	-1,66	-1,40	139/171	-2,35	-1,89	133/157	0,35	0,68
129/149	-1,25	-1,06	259-2	-0,65	0,06	139/172	-2,35	-1,89	133/158	0,37	1,17
130/150	0,54	0,75	260	1,81	0,47	147/182	-1,25	-0,78	146/180	0,56	0,40
130/151	-0,22	0,13	261	-0,47	-0,08	147/183	0,82	1,86	146/181	-0,88	-1,33
132/155	-0,67	-1,40	262	-0,06	0,06	147/184	-0,20	0,40	45-45	0,66	1,45
135/161	1,17	1,66	263	-0,37	1,45	147/185	-1,29	-1,40	45-46	-0,88	-1,06
135/162	-0,49	0,06	264	2,42	1,93	150/191	1,11	1,86	47-47	0,76	0,54
136/163	-0,47	0,20	265	-0,26	-0,15	150/192	-0,04	-0,08	48-48	0,76	0,27
136/164	-0,80	0,13	266	0,15	0,40	150/193	-0,65	-0,92	48-48	0,87	1,24
136/165	-1,29	-0,99	267	0,15	0,40	151/194	-0,61	-0,22	50-50	0,43	-0,71
137/166	-1,76	-1,26	268	1,17	0,96	151/195	-0,94	-1,13	51-51	0,76	0,40
137/167	-1,60	-1,54	269	-0,88	-0,36	151/196	-0,61	-0,22	51-52	0,56	0,40
138/168	-0,43	-0,01	269	-0,47	-0,22	153/201	-1,66	-1,40	53-53	-0,22	-0,01
138/169	-0,47	-0,01	270	0,35	0,40	153/202	-1,60	-1,54	53-55	-1,70	-2,03
138/215	-0,47	-0,71	271	1,79	1,38	159/214	-1,43	-1,19	55-56	1,17	0,68
140/173	-0,28	0,06	272	1,07	0,27	160/216	-0,82	-0,43	56-57	1,77	1,24
140/174	-1,76	-1,26	273	1,17	1,59	31-31	1,58	1,79	56-57	-1,29	-1,40
141/175	0,00	0,40	275	-0,86	0,13	32-134	0,45	0,27	58-59	1,62	1,59
142/176	0,15	0,06	276	0,50	0,54	32-32	0,02	0,27	58-59	-0,02	0,27
143/177	0,13	0,40	277	-0,92	-0,99	33-33	1,25	1,73	60-61	-0,04	0,47
144/178	-1,25	-0,92	278	-0,12	0,40	34-34	-0,04	-0,71	61-62	0,97	-0,15
145/179	-0,43	0,06	279	0,31	-0,15	34-35	-0,80	-0,29	62-63	0,97	0,89
148/186	-0,88	-1,26	280	-1,08	-0,50	36-36	0,64	1,03	63-64	1,15	1,17
148/187	-1,70	-2,03	281	0,72	0,75	36-37	-2,11	-1,33	64-65	1,36	1,31

Tabla F.3. Valores Z de la Distribución Normal, Índice de Vulnerabilidad (Continuación).

N°	Valores Z		N°	Valores Z		N°	Valores Z	
	FUNVISIS	BPE		FUNVISIS	BPE		FUNVISIS	BPE
65-66	0,56	0,68	CH-53-4	0,15	-0,15	85-90	0,80	1,45
66-67	1,58	0,61	CH-53-5	0,56	0,47	85-90	-0,02	0,27
CH-1-1	0,56	0,61	67-68	-0,88	-0,36	86-91	1,13	0,96
CH-1-2	0,76	0,40	68-69	-0,26	1,03	86-92	-1,70	-2,03
CH-1-3	-0,06	-0,29	69-70	0,15	0,40	87-93	-0,02	0,40
CH-1-4	0,97	0,27	70-71	-0,88	-1,19	87-94	-0,73	-0,08
CH-2	-0,26	-0,43	71-72	-0,69	-0,01	88-95	-0,20	0,68
CH-3	0,56	0,27	72-73	-0,39	0,61	89-86	0,56	0,54
CH-4-1	0,97	0,27	73-74	1,19	0,61	90-97	-0,26	-0,43
CH-4-2	-0,16	-0,57	161/217	1,73	1,73	91-98	-0,26	-0,43
CH-5	0,17	-0,36	161/218	1,32	0,54	92-99	0,31	0,40
CH-6	0,21	0,75	162/219	0,17	-0,08	93-100	-0,06	0,20
CH-15-1	-0,22	0,61	162/220	-0,65	-1,06	94/101	-0,90	-0,85
CH-16-1	-0,67	-1,06	162/221	1,19	0,47	95/102	0,39	0,54
CH-17-1	-1,92	-2,45	162/222	-0,45	-0,92	96/103	0,35	-0,22
CH-18-1	-2,09	-2,17	162/223	-0,65	-1,06	97/104	1,15	0,82
CH-19-1	1,23	0,82	167/231	-0,06	0,82	98/105	-0,47	0,13
CH-20-1	1,42	-0,22	168/232	0,17	-0,08	99/106	0,35	0,54
CH-21-1	1,23	1,38	169/233	-1,17	-1,75	100/107	1,19	1,03
CH-21-2	-0,06	-0,29	170/234	-0,65	-1,06	101/108	1,56	1,10
CH-22-1	0,15	-0,22	171/235	-1,19	-2,31	102/109	1,11	1,31
CH-23-1	1,58	1,17	171/235	-1,60	-2,31	103/110	1,44	1,73
CH-23-2	0,39	1,52	171/236	-1,45	-1,68	104/111	0,76	0,89
CH-24-1	0,56	-0,22	172/238	-0,47	-0,43	105/112	0,13	-0,22
CH-25-1	1,79	-0,15	172/239	-1,27	-0,64	106/113	-0,37	1,31
CH-26-1	0,35	0,27	174/241	-0,92	-0,50	107/114	0,37	1,03
CH-44	0,43	-0,29	174/242	-1,29	-1,61	108/115	1,32	1,52
CH-45-1	1,79	1,03	174/243	-0,67	-1,06	109/116	-0,88	-1,19
CH-45-2	1,79	1,17	177/248	-0,67	-1,13	110/117	0,82	1,03
CH-45-3	0,56	0,47	179/250	-0,88	-1,61	122/132	1,79	1,03
CH-45-4	0,56	0,47	179/251	-0,88	-1,47	123/133	0,00	0,40
CH-45-5	0,56	0,47	182/254	-0,04	-0,01	111-118	0,35	0,33
CH-45-6	0,56	0,27	182/255	0,21	0,82	112-119	0,54	0,96
CH-46-1	-1,08	-1,40	183/256	0,56	0,27	113-120	2,20	-0,22
CH-46-2	0,56	0,27	184/257	0,09	0,54	113-121	0,76	-0,99
CH-46-3	-0,67	-1,26	185/258	0,80	0,20	114-122	1,01	1,31
CH-46-4	-0,88	-0,99	74-75	-0,06	-0,22	115-123	-0,86	-0,57
CH-46-5	-0,67	-0,78	75-54	0,07	1,31	116-124	0,72	0,96
CH-47-1	-0,26	-0,22	75-76	0,95	1,03	117-126	1,05	1,52
CH-47-2	-0,47	-1,06	76-77	0,21	0,33	118-127	0,15	0,82
CH-47-3	-1,21	-1,96	76-78	-0,88	-0,99	119-128	-0,69	-0,43
CH-51	2,28	1,45	77-79	0,62	0,89	120/129	0,76	0,27
CH-52-1	-0,65	-1,19	78-80	-0,24	-0,57	121/130	1,01	1,03
CH-52-2	-0,18	-1,13	79-81	-0,45	-0,57	121/131	-0,02	0,27
CH-52-3	-0,86	-0,92	80-82	0,76	0,40	RMC	-0,65	-1,06
CH-52-4	-0,26	-0,50	80-83	0,70	1,03	VV	0,78	0,61
CH-52-5	0,56	0,47	81-84	-1,53	-0,85			
CH-53-1	0,64	-0,08	82-85	0,13	0,47			
CH-53-2	0,76	0,89	83-86	-0,02	0,40			
CH-53-3	0,56	0,47	84-88	0,60	0,89			

Tabla F.4. Valores Z de la Distribución Normal, Índice de Riesgo.

N°	Valores Z			N°	Valores Z			N°	Valores Z		
	FUNVISIS	BPE	FEMA		FUNVISIS	BPE	FEMA		FUNVISIS	BPE	FEMA
1-1	1,77	1,85	0,95	149/188	0,67	0,26	0,95	282	0,04	0,00	-1,91
2-2	3,90	3,38	0,95	149/189	-0,53	-0,04	-1,22	283	-0,23	-0,18	0,38
4-4	2,25	1,99	0,95	149/190	-0,57	-0,74	-1,22	284	0,11	0,71	0,38
5-5	1,93	2,27	0,95	152/197	0,21	-0,04	-0,99	285	-0,23	0,30	0,72
6-6	2,27	2,76	0,38	152/198	-1,63	-1,54	-0,99	286	-0,48	-0,24	0,38
6-133	-0,72	-0,24	-1,22	152/199	-2,19	-2,29	-3,97	287	-0,06	-0,18	0,95
7-7	2,06	1,50	0,38	152/200	-1,01	-1,04	0,38	288	0,28	0,71	0,38
8-8	1,47	1,78	0,95	154/203	-1,12	-0,79	-1,22	289	-1,39	-1,37	-1,22
9-9	1,85	1,85	0,72	154/204	-1,15	-1,24	-1,22	290	-0,18	0,18	0,38
10-10	0,75	0,66	0,38	155/205	0,79	0,56	0,95	291	0,79	0,89	0,38
11-11	0,51	0,94	0,95	155/206	-1,86	-2,24	-3,97	292	0,96	0,06	0,38
12-12	-0,42	-0,38	0,15	155/207	-0,45	-0,44	0,38	293	-0,72	-0,89	-1,22
12-14	0,87	0,80	0,38	156/208	-1,08	-0,54	-1,22	294	-0,48	-0,66	0,15
15-15	0,92	0,83	0,95	156/209	-1,94	-1,74	-1,22	28/28	0,32	0,59	0,38
16-16	0,11	0,24	0,38	157/210	-1,77	-1,84	0,15	29/29	-0,53	-0,36	-1,22
17-17	0,26	0,47	0,95	158/211	-1,13	-1,24	-1,22	30/30	0,79	0,77	0,38
18-18	-0,58	-0,48	0,95	158/212	-1,42	-1,49	-1,22	124/134	0,79	0,95	0,95
19-19	0,08	0,36	0,95	158/213	-1,15	-1,24	-1,22	124/135	0,50	0,77	0,38
20-20	-0,23	0,00	-0,77	21-21	0,14	0,26	0,38	125/136	0,96	0,59	0,95
127/141	-0,53	-0,12	-0,19	21-22	-0,17	-0,29	0,38	125/137	-0,99	-1,55	-2,83
127/142	-0,19	0,36	0,38	23-23	0,02	0,51	0,38	126/138	-1,44	-1,07	0,15
127/143	-1,04	-0,66	-1,22	24-24	-0,03	-0,19	0,38	126/139	-1,44	-1,07	0,15
127/144	-0,90	-1,19	0,38	25-25	-0,31	-0,44	0,38	126/140	-1,48	-1,61	0,15
128/145	-0,14	-0,19	0,38	25-26	-0,45	-0,44	0,38	134/159	-0,36	-0,06	-1,22
128/146	-1,86	-2,24	-3,97	25-27	-0,56	-0,39	-0,65	134/160	-0,40	-0,60	-1,22
129/147	-0,31	0,24	-1,22	258	1,26	1,07	0,38	139/170	-1,00	-0,48	-1,22
129/148	-1,48	-1,49	-1,68	259-1	-1,38	-1,19	-1,22	139/171	-1,95	-1,61	-3,97
129/149	-1,04	-0,89	-1,22	259-2	-0,55	0,06	-1,22	139/172	-1,95	-1,61	-3,97
130/150	-0,18	0,06	0,95	260	1,48	0,41	0,95	147/182	-1,04	-0,66	-1,22
130/151	-0,70	-0,39	-0,08	261	-0,40	-0,06	0,15	147/183	0,67	1,60	-0,08
132/155	-1,01	-1,49	0,95	262	-0,06	0,06	0,72	147/184	-0,18	0,36	0,38
135/161	0,25	0,71	0,38	263	-0,31	1,25	0,72	147/185	-1,07	-1,19	-1,22
135/162	-0,88	-0,44	-1,22	264	1,99	1,66	0,38	150/191	1,32	1,60	0,38
136/163	-0,87	-0,34	-0,65	265	-0,23	-0,12	0,38	150/192	0,27	-0,06	0,38
136/164	-1,09	-0,39	0,15	266	0,11	0,36	0,95	150/193	-0,29	-0,77	-1,22
136/165	-1,42	-1,19	-0,08	267	0,11	0,36	0,95	151/194	-0,51	-0,18	-0,65
137/166	-1,75	-1,39	0,15	268	0,96	0,83	0,95	151/195	-0,78	-0,95	-0,65
137/167	-1,63	-1,59	-3,97	269	-0,49	-0,30	-1,22	151/196	-0,51	-0,18	-0,65
138/168	-0,84	-0,49	0,38	269	-0,40	-0,18	0,15	153/201	-1,38	-1,19	-1,22
138/169	-0,59	-0,49	-1,22	270	0,28	0,36	0,95	153/202	-1,33	-1,31	-3,97
138/215	-0,87	-0,99	0,95	271	1,47	1,19	0,95	159/214	-1,19	-1,01	-0,65
140/173	-0,74	-0,44	0,72	272	0,87	0,24	-0,99	160/216	-0,68	-0,36	-1,22
140/174	-1,75	-1,39	0,15	273	0,96	1,37	0,38	31-31	1,75	1,54	0,49
141/175	-0,55	-0,19	0,95	275	-0,72	0,12	0,15	32-134	0,37	0,24	0,95
142/176	-0,45	-0,44	0,38	276	0,40	0,47	0,95	32-32	0,01	0,24	0,95
143/177	-0,46	-0,19	0,95	277	-0,77	-0,83	0,15	33-33	1,03	1,49	0,95
144/178	-1,40	-1,14	0,72	278	-0,11	0,36	0,15	34-34	-0,04	-0,60	0,95
145/179	-0,84	-0,44	0,72	279	0,59	-0,12	0,95	34-35	-0,67	-0,24	-0,19
148/186	-1,15	-1,39	0,38	280	-0,90	-0,42	0,15	36-36	0,52	0,89	0,95
148/187	-1,70	-1,94	-1,22	281	0,59	0,65	0,38	36-37	-1,75	-1,13	-3,40

Tabla F.4. Valores Z de la Distribución Normal, Índice de Riesgo (Continuación).

N°	Valores Z			N°	Valores Z			N°	Valores Z		
	FUNVISIS	BPE	FEMA		FUNVISIS	BPE	FEMA		FUNVISIS	BPE	FEMA
38-38	-0,16	0,24	0,38	65-66	0,45	0,59	0,38	CH-53-4	0,11	-0,12	0,95
39-39	1,37	0,00	0,38	66-67	1,30	0,53	0,95	CH-53-5	0,45	0,41	0,38
40-40	1,45	0,95	0,95	CH-1-1	0,45	0,53	0,95	67-68	-0,73	-0,30	0,38
41-41	1,55	1,54	0,38	CH-1-2	0,62	0,36	0,15	68-69	-0,23	0,89	0,15
42-42	0,42	0,30	-0,19	CH-1-3	-0,06	-0,24	0,15	69-70	0,11	0,36	0,95
43-43	-1,17	-0,48	0,38	CH-1-4	0,79	0,24	0,15	70-71	-0,73	-1,01	0,95
44-44	0,45	-0,24	0,95	CH-2	-0,23	-0,36	0,72	71-72	-0,58	0,00	0,95
163/224	-0,09	0,12	-0,77	CH-3	0,45	0,24	0,04	72-73	-0,05	0,53	-0,19
163/225	-0,09	0,12	0,15	CH-4-1	0,79	0,24	0,72	73-74	0,98	0,53	0,95
163/226	0,08	-0,12	0,49	CH-4-2	-0,14	-0,48	0,49	161/217	1,88	1,49	0,72
164/227	0,30	0,12	0,38	CH-5	0,13	-0,30	0,95	161/218	1,50	0,47	0,15
165/228	-1,50	-1,49	0,15	CH-6	0,16	0,65	-0,19	162/219	0,13	-0,06	0,38
166/229	-0,73	-1,37	0,15	CH-15-1	-0,19	0,53	-0,08	162/220	-0,55	-0,89	0,38
166/230	-1,12	-1,19	-0,99	CH-16-1	-0,56	-0,89	-0,19	162/221	0,98	0,41	0,38
173/240	-0,40	-0,72	0,72	CH-17-1	-1,60	-2,08	-3,97	162/222	-0,38	-0,77	0,38
175/244	0,94	1,43	0,95	CH-18-1	-1,73	-1,85	-0,99	162/223	-0,55	-0,89	0,38
175/245	0,77	0,89	0,15	CH-19-1	1,01	0,71	0,95	167/231	-0,06	0,71	0,95
176/246	-0,06	-0,18	-0,19	CH-20-1	1,16	-0,18	-0,99	168/232	0,13	-0,06	0,38
176/247	0,45	0,30	0,95	CH-21-1	1,01	1,19	0,95	169/233	-0,97	-1,49	0,15
178/249	0,43	0,53	0,95	CH-21-2	-0,06	-0,24	-0,77	170/234	-0,55	-0,89	0,38
180/252	-1,70	-0,42	-0,99	CH-22-1	0,11	-0,18	0,95	171/235	-0,99	-1,96	-1,22
181/253	-0,73	-0,89	-1,22	CH-23-1	1,30	1,01	0,95	171/235	-1,33	-1,96	-1,22
131/152	-0,86	-0,81	0,38	CH-23-2	0,32	1,31	0,95	171/236	-1,21	-1,43	-1,22
131/153	-1,52	-1,61	-1,22	CH-24-1	0,45	-0,18	0,95	172/238	-0,40	-0,36	0,38
131/154	-1,42	-1,25	-1,22	CH-25-1	1,47	-0,12	0,72	172/239	-1,06	-0,54	0,15
133/156	-0,66	-0,26	-1,22	CH-26-1	0,28	0,24	0,38	174/241	-0,77	-0,42	-0,08
133/157	-0,61	-0,62	-1,22	CH-44	0,35	-0,24	-1,22	174/242	-1,07	-1,37	-0,77
133/158	-0,59	-0,34	-1,22	CH-45-1	1,47	0,89	0,95	174/243	-0,56	-0,89	0,38
146/180	-0,74	-0,77	0,38	CH-45-2	1,47	1,01	0,38	177/248	-0,56	-0,95	0,38
146/181	-1,52	-1,77	-1,22	CH-45-3	0,45	0,41	0,15	179/250	-0,73	-1,37	0,38
45-45	-0,10	0,56	0,38	CH-45-4	0,45	0,41	0,15	179/251	-0,73	-1,25	0,38
45-46	-1,15	-1,24	-1,22	CH-45-5	0,45	0,41	0,38	182/254	0,27	0,00	0,38
47-47	0,62	0,47	0,95	CH-45-6	0,45	0,24	0,38	182/255	0,16	0,71	0,95
48-48	0,62	0,24	0,38	CH-46-1	-0,90	-1,19	0,15	183/256	0,45	0,24	0,38
48-48	0,70	1,07	0,38	CH-46-2	0,45	0,24	0,38	184/257	0,06	0,47	0,38
50-50	-0,25	-0,99	-0,99	CH-46-3	-0,56	-1,07	0,15	185/258	0,65	0,18	-2,14
51-51	0,62	0,36	0,38	CH-46-4	-0,49	-0,83	0,38	74-75	0,47	0,31	0,95
51-52	0,45	0,36	0,38	CH-46-5	-0,56	-0,66	0,15	75-54	0,59	1,85	-1,22
53-53	-0,19	0,00	0,15	CH-47-1	-0,23	-0,18	0,38	75-76	1,45	1,57	0,38
53-55	-1,41	-1,73	-1,22	CH-47-2	-0,40	-0,89	0,38	76-77	0,16	0,30	0,38
55-56	0,96	0,59	0,38	CH-47-3	-1,00	-1,67	-1,22	76-78	-0,73	-0,83	-0,77
56-57	1,45	1,07	0,38	CH-51	1,87	1,25	-0,42	77-79	1,13	1,43	0,38
56-57	-1,07	-1,19	-1,22	CH-52-1	-0,55	-1,01	-1,22	78-80	-0,21	-0,48	0,95
58-59	0,55	0,66	0,38	CH-52-2	-0,16	-0,95	-1,22	79-81	0,10	-0,03	0,95
58-59	-0,56	-0,29	-1,22	CH-52-3	-0,72	-0,77	-1,22	80-82	0,62	0,36	0,38
60-61	-0,04	0,41	-0,77	CH-52-4	-0,23	-0,42	0,38	80-83	0,57	0,89	0,38
61-62	0,79	-0,12	0,95	CH-52-5	0,45	0,41	0,38	81-84	-1,28	-0,72	-0,99
62-63	0,79	0,77	0,38	CH-53-1	0,52	-0,06	-0,65	82-85	1,03	1,01	0,95
63-64	0,94	1,01	0,38	CH-53-2	1,00	0,77	0,38	83-86	0,51	0,94	0,95
64-65	1,11	1,13	0,95	CH-53-3	0,45	0,41	0,38	84-88	0,48	0,77	0,38

Tabla F.4. Valores Z de la Distribución Normal, Índice de Riesgo (Continuación).

N°	Valores Z		
	FUNVISIS	BPE	FEMA
85-90	1,31	1,99	0,38
85-90	0,51	0,80	-1,22
86-91	0,22	0,21	0,95
86-92	-1,70	-1,94	-1,22
87-93	-0,56	-0,19	0,38
87-94	-1,05	-0,54	0,15
88-95	-0,69	0,01	0,15
89-86	-0,17	-0,09	0,38
90-97	-0,73	-0,79	0,38
91-98	-0,73	-0,79	0,38
92-99	-0,34	-0,19	0,38
93-100	-0,59	-0,34	0,38
94/101	0,00	0,06	0,15
95/102	0,91	1,08	0,38
96/103	1,37	0,77	0,72
97/104	2,83	1,96	0,38
98/105	0,47	1,17	0,38
99/106	0,87	1,08	0,95
100/107	2,28	2,20	0,95
101/108	2,05	1,64	0,95
102/109	2,08	1,85	0,38
103/110	2,55	2,99	0,95
104/111	1,27	1,43	0,38
105/112	0,65	0,31	0,38
106/113	0,99	2,52	0,15
107/114	0,89	1,57	0,38
108/115	2,42	2,75	0,95
109/116	0,02	-0,34	0,95
110/117	1,88	2,20	0,38
122/132	2,27	1,57	0,95
123/133	0,99	1,49	0,95
111-118	0,63	0,30	0,38
112-119	0,79	0,83	0,38
113-120	1,81	-0,18	0,38
113-121	0,62	-0,83	0,38
114-122	1,22	1,13	0,38
115-123	-0,72	-0,48	-0,77
116-124	0,59	0,83	-0,99
117-126	0,86	1,31	0,38
118-127	0,11	0,71	0,38
119-128	-0,58	-0,36	0,72
120/129	0,62	0,24	0,38
121/130	0,82	0,89	0,38
121/131	-0,02	0,24	-1,22
RMC	0,27	-0,18	0,95
VV	1,84	1,72	0,38

Tabla F.5. Valores Z de la Distribución Normal, Índice de Priorización.

N°	Valores Z		N°	Valores Z		N°	Valores Z		N°	Valores Z	
	FUNVISIS	BPE		FUNVISIS	BPE		FUNVISIS	BPE		FUNVISIS	BPE
1-1	1,87	2,53	149/188	0,56	-0,50	282	0,13	0,80	38-38	-0,13	0,26
2-2	3,86	2,47	149/189	-0,58	-0,64	283	-0,20	-0,03	39-39	1,47	0,80
4-4	2,24	1,49	149/190	-0,62	-0,96	284	0,20	1,47	40-40	1,55	1,69
5-5	1,92	1,68	152/197	0,12	-0,64	285	-0,14	1,08	41-41	1,55	1,18
6-6	2,37	3,38	152/198	-1,64	-1,34	286	-0,45	-0,08	42-42	0,51	1,08
6-133	-0,76	-0,73	152/199	-2,17	-1,69	287	0,03	0,63	43-43	-1,20	-0,84
7-7	1,89	0,08	152/200	-1,04	-1,10	288	0,37	1,47	44-44	0,47	-0,08
8-8	1,57	2,47	154/203	-1,14	-0,99	289	-1,32	-0,48	163/224	-0,16	-0,56
9-9	1,95	2,53	154/204	-1,17	-1,20	290	-0,09	0,97	163/225	-0,16	-0,56
10-10	0,85	1,42	155/205	0,68	-0,35	291	0,88	1,63	163/226	0,00	-0,67
11-11	0,53	0,75	155/206	-1,85	-1,66	292	1,05	0,86	164/227	0,21	-0,56
12-12	-0,39	-0,18	155/207	-0,51	-0,82	293	-0,64	-0,03	165/228	-1,50	-1,31
12-14	0,76	-0,24	156/208	-1,10	-0,87	294	-0,53	-0,92	166/229	-0,78	-1,26
15-15	0,93	0,67	156/209	-1,93	-1,43	28/28	0,33	0,51	166/230	-1,15	-1,17
16-16	0,13	0,26	157/210	-1,73	-1,20	29/29	-0,50	-0,16	173/240	-0,37	-0,41
17-17	0,28	0,42	158/211	-1,16	-1,20	30/30	0,80	0,63	175/244	0,95	1,09
18-18	-0,55	-0,24	158/212	-1,44	-1,31	124/134	0,68	-0,17	175/245	0,78	0,72
19-19	0,10	0,34	158/213	-1,17	-1,20	124/135	0,40	-0,26	176/246	-0,13	-0,70
20-20	-0,14	0,80	21-21	0,16	0,28	125/136	0,97	0,51	176/247	0,35	-0,48
127/141	-0,58	-0,67	21-22	-0,24	-0,75	125/137	-0,95	-0,99	178/249	0,34	-0,37
127/142	-0,26	-0,45	23-23	0,05	0,45	126/138	-1,46	-1,12	180/252	-1,70	-0,81
127/143	-1,07	-0,92	24-24	-0,01	-0,04	126/139	-1,46	-1,12	181/253	-0,70	-0,54
127/144	-0,94	-1,17	25-25	-0,28	-0,21	126/140	-1,49	-1,37	131/152	-0,90	-1,00
128/145	-0,12	-0,04	25-26	-0,51	-0,82	134/159	-0,42	-0,65	131/153	-1,53	-1,37
128/146	-1,81	-1,48	25-27	-0,61	-0,80	134/160	-0,45	-0,90	131/154	-1,43	-1,20
129/147	-0,37	-0,51	258	1,36	1,80	139/170	-1,04	-0,84	133/156	-0,70	-0,74
129/148	-1,44	-0,95	259-1	-1,39	-1,17	139/171	-1,94	-1,37	133/157	-0,65	-0,91
129/149	-1,00	-0,54	259-2	-0,60	-0,59	139/172	-1,94	-1,37	133/158	-0,64	-0,78
130/150	-0,25	-0,59	260	1,48	0,38	147/182	-1,07	-0,92	146/180	-0,78	-0,98
130/151	-0,74	-0,80	261	-0,31	0,74	147/183	0,56	0,13	146/181	-1,53	-1,44
132/155	-1,04	-1,31	262	0,03	0,86	147/184	-0,24	-0,45	45-45	-0,01	1,33
135/161	0,27	0,59	263	-0,37	-0,03	147/185	-1,10	-1,17	45-46	-1,17	-1,20
135/162	-0,85	-0,21	264	2,09	2,36	150/191	1,18	0,13	47-47	0,71	1,25
136/163	-0,83	-0,14	265	-0,14	0,69	150/192	0,18	-0,65	48-48	0,52	-0,51
136/164	-1,05	-0,18	266	0,20	1,13	150/193	-0,35	-0,98	48-48	0,60	-0,12
136/165	-1,38	-0,74	267	0,20	1,13	151/194	-0,57	-0,70	50-50	-0,23	-0,60
137/166	-1,70	-0,88	268	1,05	1,58	151/195	-0,83	-1,06	51-51	0,63	0,34
137/167	-1,59	-1,02	269	-0,55	-0,76	151/196	-0,57	-0,70	51-52	0,35	-0,45
138/168	-0,88	-0,85	269	-0,45	-0,70	153/201	-1,39	-1,17	53-53	-0,17	0,09
138/169	-0,64	-0,85	270	0,37	1,13	153/202	-1,34	-1,23	53-55	-1,42	-1,43
138/215	-0,83	-0,60	271	1,47	0,93	159/214	-1,21	-1,09	55-56	1,05	1,36
140/173	-0,78	-0,82	272	0,97	1,02	160/216	-0,73	-0,79	56-57	1,55	1,80
140/174	-1,74	-1,27	273	0,97	1,05	31-31	1,85	2,25	56-57	-1,10	-1,17
141/175	-0,46	0,63	275	-0,69	0,17	32-134	0,46	1,02	58-59	0,45	-0,31
142/176	-0,37	0,39	276	0,49	1,25	32-32	0,10	1,02	58-59	-0,61	-0,75
143/177	-0,38	0,63	277	-0,69	0,02	33-33	1,12	2,19	60-61	-0,02	0,38
144/178	-1,36	-0,71	278	-0,08	0,34	34-34	-0,02	-0,33	61-62	0,88	0,69
145/179	-0,76	0,39	279	0,68	0,69	34-35	-0,64	-0,08	62-63	0,68	-0,26
148/186	-1,17	-1,27	280	-0,82	0,41	36-36	0,61	1,63	63-64	0,82	-0,15
148/187	-1,70	-1,52	281	0,68	1,41	36-37	-1,75	-1,15	64-65	0,98	-0,09

Tabla F.5. Valores Z de la Distribución Normal, Índice de Priorización (Continuación).

N°	Valores Z		N°	Valores Z		N°	Valores Z	
	FUNVISIS	BPE		FUNVISIS	BPE		FUNVISIS	BPE
65-66	0,35	-0,34	CH-53-4	0,03	-0,67	85-90	1,18	0,31
66-67	1,16	-0,37	CH-53-5	0,35	-0,42	85-90	0,41	-0,24
CH-1-1	0,54	1,30	67-68	-0,65	0,52	86-91	0,24	0,24
CH-1-2	0,71	1,13	68-69	-0,14	1,63	86-92	-1,70	-1,52
CH-1-3	0,03	0,58	69-70	0,20	1,13	87-93	-0,48	0,63
CH-1-4	0,88	1,02	70-71	-0,65	-0,15	87-94	-1,08	-0,87
CH-2	-0,20	-0,16	71-72	-0,55	0,09	88-95	-0,60	0,81
CH-3	0,54	1,02	72-73	-0,02	0,47	89-86	-0,15	0,03
CH-4-1	0,80	0,26	73-74	0,85	-0,37	90-97	-0,65	0,07
CH-4-2	-0,12	-0,24	161/217	1,87	1,13	91-98	-0,70	-0,46
CH-5	0,05	-0,76	161/218	1,50	0,42	92-99	-0,25	0,63
CH-6	0,08	-0,31	162/219	0,05	-0,65	93-100	-0,56	-0,14
CH-15-1	-0,26	-0,37	162/220	-0,60	-1,04	94/101	0,02	0,13
CH-16-1	-0,62	-1,04	162/221	0,85	-0,42	95/102	0,92	0,85
CH-17-1	-1,60	-1,59	162/222	-0,44	-0,98	96/103	1,37	0,63
CH-18-1	-1,73	-1,48	162/223	-0,60	-1,04	97/104	2,62	0,30
CH-19-1	1,02	0,59	167/231	-0,03	0,59	98/105	0,48	0,91
CH-20-1	1,03	-0,70	168/232	0,05	-0,65	99/106	0,97	1,81
CH-21-1	1,10	1,91	169/233	-1,00	-1,31	100/107	2,10	0,41
CH-21-2	0,03	0,58	170/234	-0,60	-1,04	101/108	2,15	2,34
CH-22-1	0,03	-0,70	171/235	-1,02	-1,54	102/109	2,07	1,39
CH-23-1	1,39	1,75	171/235	-1,34	-1,54	103/110	2,54	2,19
CH-23-2	0,22	-0,01	171/236	-1,23	-1,29	104/111	1,14	0,05
CH-24-1	0,35	-0,70	172/238	-0,45	-0,79	105/112	0,75	1,10
CH-25-1	1,47	0,01	172/239	-1,08	-0,87	106/113	0,87	0,56
CH-26-1	0,37	1,02	174/241	-0,81	-0,81	107/114	0,99	2,27
CH-44	0,26	-0,73	174/242	-1,10	-1,26	108/115	2,52	3,38
CH-45-1	1,47	0,72	174/243	-0,62	-1,04	109/116	0,11	0,48
CH-45-2	1,47	0,80	177/248	-0,62	-1,06	110/117	1,72	0,41
CH-45-3	0,47	0,38	179/250	-0,78	-1,26	122/132	2,26	1,19
CH-45-4	0,47	0,38	179/251	-0,78	-1,20	123/133	1,08	2,19
CH-45-5	0,47	0,38	182/254	0,18	-0,62	111-118	0,64	0,30
CH-45-6	0,47	0,26	182/255	0,08	-0,28	112-119	0,81	0,67
CH-46-1	-0,87	-0,74	183/256	0,35	-0,51	113-120	1,91	0,63
CH-46-2	0,47	0,26	184/257	0,08	0,42	113-121	0,71	0,02
CH-46-3	-0,54	-0,66	185/258	0,67	0,22	114-122	1,09	-0,09
CH-46-4	-0,47	-0,49	74-75	0,56	1,10	115-123	-0,64	0,35
CH-46-5	-0,54	-0,37	75-54	0,61	1,39	116-124	0,60	0,67
CH-47-1	-0,29	-0,70	75-76	1,45	1,19	117-126	0,74	-0,01
CH-47-2	-0,45	-1,04	76-77	0,18	0,30	118-127	0,20	1,47
CH-47-3	-1,04	-1,40	76-78	-0,78	-1,01	119-128	-0,50	0,47
CH-51	1,71	-0,03	77-79	1,23	2,14	120/129	0,63	0,26
CH-52-1	-0,52	-0,62	78-80	-0,12	0,35	121/130	0,92	1,63
CH-52-2	-0,13	-0,58	79-81	0,18	0,77	121/131	0,00	0,26
CH-52-3	-0,69	-0,45	80-82	0,63	0,34	RMC	0,36	0,63
CH-52-4	-0,20	-0,20	80-83	0,47	-0,20	VV	1,83	1,30
CH-52-5	0,47	0,38	81-84	-1,24	-0,41			
CH-53-1	0,42	-0,65	82-85	1,12	1,75			
CH-53-2	0,88	-0,26	83-86	0,53	0,75			
CH-53-3	0,35	-0,42	84-88	0,50	0,63			

APÉNDICE G.

Listado de priorización de las 346 Edificaciones
Escolares.

APÉNDICE G.

Del criterio establecido en el apartado 4.5 del capítulo IV para realizar la priorización se tiene:

- Una edificación escolar que se ha evaluado a través del BPE arroje índice de priorización (I_p) mayor o igual a 0,36, requiere una atención inmediata a través de un “Proyecto de refuerzo” para evitar un posible derrumbe o tener daños de severo a completo en caso de un evento sísmico.
- Una edificación escolar que se ha evaluado a través del BPE arroje índice de priorización (I_p) que sea mayor o igual a 0,10 pero menor a 0,36, requiere de la atención preventiva de expertos para evaluar la posibilidad o no de un refuerzo estructural. En caso de no requerir un refuerzo estructural un plan de mantenimiento preventivo que pueda mejorar sus condiciones actuales es lo más recomendado.
- Una edificación escolar que se ha evaluado a través del BPE arroje índice de priorización (I_p) que sea menor de 0,10 no requiere mayor atención pero no se debe descuidar el mantenimiento de la estructura.

En función a este criterio y de los valores obtenidos del Índice de Priorización para cada una de las edificaciones aplicando el BPE se tiene el siguiente listado según los niveles de priorización.

Tabla G.1. Edificaciones Escolares con nivel de Priorización Alta.

N°	NOMBRE DEL PLANTEL	ESTADO	I _p
6-6	E. B. RODOLFO MAURERA	Anzoátegui	0,73
108/115	SALVADOR CORDOVA	Sucre	0,73
1-1	INES MARIA POTENTINI	Anzoátegui	0,62
9-9	E.B. Andrés María Hernández	Anzoátegui	0,62
2-2	DOMINGO GUZMAN LANDER	Anzoátegui	0,61
8-8	E. B. CELESTINO GONZÁLEZ ORTÍZ	Anzoátegui	0,61
264	Escuela Técnica Robinsoniana Miguel Peña	Carabobo	0,59
101/108	LUIS ANTONIO MORALES, U.E	Sucre	0,59
107/114	REPUBLICA DE ARGENTINA, U.E	Sucre	0,58
31-31	LICEO BOLIVARIANO AUGUSTO PI-SUÑER	Distrito Capital	0,58
33-33	E. B. N. PADRE MENDOZA	Distrito Capital	0,57
103/110	MANUEL ISAVA, U.E Bolivariana	Sucre	0,57
123/133	VICENTE DE SUCRE Y URBANEJA, E.T.R.C	Sucre	0,57
77-79	E. P. B. CIUDAD DE LOS TEQUES	Monagas	0,56
CH-21-1	U. E. GUSTAVO HERRERA	Miranda	0,53
99/106	JOSE MARIA CARRERA, Liceo Bolivariano	Sucre	0,52
56-57	U.E HECTOR CASTILLO REYES	Lara	0,52
258	Unidad Educativa Lisandro Lecuna	Carabobo	0,52
82-85	L. B. MANUEL PEÑALVER	Monagas	0,51
CH-23-1	U. E. EL LIBERTADOR	Miranda	0,51
40-40	L. B. FRANCISCO FAJARDO	Distrito Capital	0,50
5-5	LICEO BOLIVARIANO FRANCISCO SALIAS	Anzoátegui	0,50
68-69	L. C. ALMIRANTE BRION	Miranda	0,50
291	U. E. N. ALONSO DIAS MORENO	Carabobo	0,50
36-36	U. E. JOSE MANUEL NUÑEZ PONTE	Distrito Capital	0,50
121/130	LAUREANO VILLANUEVA	Yaracuy	0,50
268	Liceo Bolivariano Agustín Armario	Carabobo	0,49
4-4	LICEO BOLIVARIANO JOSE TADEO ARREAZA CALATRAVA	Anzoátegui	0,48
284	E. B. LA TRINIDAD	Carabobo	0,47
288	U. E. JOSE AUSTRIA	Carabobo	0,47
118-127	U. E. N. REPUBLICA DELSALVADOR	Vargas	0,47
10-10	E. B. José Ramón Camejo	Anzoátegui	0,47
281	E.T.I. FRANCISCO GONZALES GUINAN	Carabobo	0,47
75-54	J. I. PALACIO CABELLO	Monagas	0,46
102/109	LUISA BLANCO DE RAMIREZ, U.E.N.	Sucre	0,46
55-56	U.E MATEO LISCANO TORRES	Lara	0,46
45-45	U.E JOSE HERRERA OROPEZA	Lara	0,45
CH-1-1	COLEGIO SANTIAGO DE LEON DE CARACAS. (U.E.P)	Miranda	0,45
VV	UNIDAD EDUCATIVA VALENTÍN VALIENTE	Sucre	0,45
47-47	L. B. LISANDRO ALVARADO	Lara	0,44
276	LICEO MANUEL FELIPE TOVAR	Carabobo	0,44
75-76	J. I. PALACIO CABELLO	Monagas	0,44
122/132	DOMINGO GUZMÁN LANDER, U.E.	Sucre	0,44
41-41	U. E. N. REPUBLICA DEL ECUADOR	Distrito Capital	0,43
266	Liceo Bolivariano Manuel Gual	Carabobo	0,43
267	Liceo Bolivariano José Maitin	Carabobo	0,43
270	Escuela Técnica Robinsoniana Ambrosio Plaza	Carabobo	0,43

Tabla G.1. Edificaciones Escolares con nivel de Priorización Alta (Continuación)

N°	NOMBRE DEL PLANTEL	ESTADO	I _p
CH-1-2	COLEGIO SANTIAGO DE LEON DE CARACAS. (U.E.P)	Miranda	0,43
69-70	U. E. BENITO CANONIGO	Miranda	0,43
161/217	COLEGIO AGUSTINIANO SANTO TOMAS DE VILLANUEVA	Miranda	0,43
74-75	L. B. FRANCISCO DE MIRANDA	Monagas	0,42
105/112	NUEVA ANDALUCIA, U.E	Sucre	0,42
175/244	URBANEJA ACHELPOHL, U.E.E.	Distrito Capital	0,42
285	E. B. EZEQUIEL ZAMORA (DIURNO) / VICENTE WALLIS (NOCTURNO)	Carabobo	0,42
42-42	U. E. N. CARICUAO	Distrito Capital	0,42
273	Escuela Bolivariana Básica Morón	Carabobo	0,42
272	Republica de Honduras	Carabobo	0,41
32-134	L. B. ANDRES BELLO	Distrito Capital	0,41
32-32	LICEO BOLIVARIANO ANDRES BELLO	Distrito Capital	0,41
CH-1-4	COLEGIO SANTIAGO DE LEON DE CARACAS. (U.E.P)	Miranda	0,41
CH-3	COLEGIO UNIVERSITARIO DE CARACAS	Miranda	0,41
CH-26-1	U.N.E.F.A	Miranda	0,41
290	G. E. CARABOBO	Carabobo	0,41
271	Escuela Bolivariana Prospero Reverend	Carabobo	0,40
98/105	EUSTOQUIA SOLEDAD LUIGGI, U.E.B. Bolivariana	Sucre	0,40
262	Liceo Bolivariano Hipólito Cisneros	Carabobo	0,39
292	U. E. DIEGO IBARRA	Carabobo	0,39
95/102	ANTONIO JOSE DE SUCRE, Liceo	Sucre	0,39
88-95	U. E. N. B. DOCTOR RAIMUNDO ANDUEZA PALACIOS	Portuguesa	0,38
20-20	E. B. N. REPUBLICA DE MEXICO	Aragua	0,38
282	U. E. LUIS A. COLOMINE	Carabobo	0,38
39-39	U. E. N. CENTRO AMERICA	Distrito Capital	0,38
CH- 45-2	COLEGIO MARÍA AUXILIADORA	Miranda	0,38
79-81	U. E. JULIAN PADRON	Monagas	0,38
11-11	E. B. SEVERIANO HERNÁNDEZ	Anzoátegui	0,38
83-86	U. E. MIGUEL VECCHIO MARSIGLIA	Monagas	0,38
261	Escuela Básica Clorinda Azcunes	Carabobo	0,38
175/245	URBANEJA ACHELPOHL, U.E.E.	Distrito Capital	0,37
CH- 45-1	COLEGIO MARÍA AUXILIADORA	Miranda	0,37
279	L. M. ENRIQUE BERIDES NUÑEZ	Carabobo	0,37
265	Escuela Técnica Robinsoniana Simón Bolívar	Carabobo	0,37
61-62	L. B. LIBERTADOR	Mérida	0,37
116-124	E. B. GUARACARUMBO	Vargas	0,37
15-15	U. E. N. EDUARDO ASSEF RAIDI	Aragua	0,37
112-119	L. B. MONSEÑOR SAN MIGUEL	Táchira	0,37
287	U. E. LIZANDRO RAMIREZ	Carabobo	0,36
113-120	L. B. SIMON BOLIVAR	Táchira	0,36
30/30	ANTONIO HERRERA TORO	Carabobo	0,36
84-88	E. B. RAFAEL VILLAVICENCIO	Monagas	0,36
96/103	BERNARDO BERMUDEZ, Liceo Bolivariano	Sucre	0,36
RMC	LICEO RAIMUNDO MARTÍNEZ CENTENO	Sucre	0,36
141/175	LETICIA MUDARRA DE LOPEZ, E.B.E	Aragua	0,36
143/177	TRINO CELLIS RIOS, LICEO B.	Aragua	0,36
87-93	U. E. N. B. TRINA DE MORENO GONZALEZ DE NARCISO	Portuguesa	0,36
92-99	U. E. N. JOSE VICENTE UNDA	Portuguesa	0,36

Tabla G.2. Edificaciones Escolares con nivel de Priorización Moderado.

Nº	NOMBRE DEL PLANTEL	ESTADO	I _p
135/161	LUIS ALEJANDRO ALVARADO, U.E	Aragua	0,35
CH-19-1	U. E. COLEGIO MAS LUZ	Miranda	0,35
167/231	APUCV, C.E.E	Miranda	0,35
CH-21-2	U. E. GUSTAVO HERRERA	Miranda	0,35
CH-1-3	COLEGIO SANTIAGO DE LEON DE CARACAS. (U.E.P)	Miranda	0,35
106/113	DON NICOLAS FLORES, U.E	Sucre	0,35
67-68	E.B. GABRIEL E. MUÑOZ	Miranda	0,35
125/136	LUIS AUGUSTO MACHADO CISNEROS	Carabobo	0,34
28/28	MONSEÑOR FRANCISCO ANTONIO GRANADILLO	Carabobo	0,34
109/116	SANTIAGO MARIÑO, Liceo Bolivariano	Sucre	0,34
72-73	U. E. N. BOLIVARIANA SIMON BOLIVAR	Miranda	0,34
119-128	U. E. D. EMILIO GIMON STENLING	Vargas	0,34
23-23	ESCUELA BOLIVARIANA JUAN ESCALONA	Barinas	0,34
17-17	LICEO JUAN VICENTE BOLIVAR (D) / LICEO SAUL ALVANO MORENO (T)	Aragua	0,33
161/218	COLEGIO AGUSTINIANO SANTO TOMAS DE VILLANUEVA	Miranda	0,33
184/257	JUAN BAUTISTA PLAZA, E.C.B.	Miranda	0,33
280	E. B. GENERAL RAFAEL URDANETA	Carabobo	0,33
100/107	JOSE JESUS MARTINEZ MATA, Escuela	Sucre	0,33
110/117	VIRGINIA BOR, U.E. Bolivariana	Sucre	0,33
142/176	LUIS BELTRAN PRIETO FIGUEROA, L.B.N.P	Aragua	0,33
145/179	CASIQUE CHARAIMA, E.B.N.	Aragua	0,33
260	Liceo Bolivariano Arístides Bastidas y Liceo José Félix Sosa	Carabobo	0,33
60-61	GRUPO ESCOLAR REPUBLICA DOMINICANA	Lara	0,33
CH- 45-3	COLEGIO MARÍA AUXILIADORA	Miranda	0,33
CH- 45-4	COLEGIO MARÍA AUXILIADORA	Miranda	0,33
CH- 45-5	COLEGIO MARÍA AUXILIADORA	Miranda	0,33
CH-52-5	SAN FRANCISCO DEASIS	Miranda	0,33
78-80	L. B. GENERAL EZEQUIEL ZAMORA	Monagas	0,32
115-123	L. B. ARMANDO REVERON	Vargas	0,32
19-19	LICEO OSWALDO TORRES VIÑA	Aragua	0,32
278	U. E. MERCEDES SANTANA	Carabobo	0,32
51-51	E.B MARIA PEREIRA DAZA	Lara	0,32
80-82	LUIS FELIPE TURMERO CORVO	Monagas	0,32
85-90	E. B. B. DOMINGO RAMOS HERNANDEZ	Monagas	0,32
111-118	L. B. ANTONIO ROMULO COSTA	Táchira	0,32
76-77	E. B. CENTURION	Monagas	0,32
97/104	ESTOQUIA LUIGGI, U.E.E	Sucre	0,32
21-21	ESCUELA BOLIVARIANA BARINITAS	Barinas	0,31
16-16	U. E. U. JESUS PACHECO ROJAS	Aragua	0,31
38-38	U. E. N. B. JOSE ANTONIO GONZALEZ	Distrito Capital	0,31
CH-4-1	ESCUELA MUNICIPAL ANDRES BELLO	Miranda	0,31
CH- 45-6	COLEGIO MARÍA AUXILIADORA	Miranda	0,31
CH-46-2	COLEGIO CRISTO REY DE ALTAMIRA	Miranda	0,31

Tabla G.2. Edificaciones Escolares con nivel de Priorización Moderado (Continuación).

N°	NOMBRE DEL PLANTEL	ESTADO	I _p
120/129	INDEPENDENCIA	Yaracuy	0,31
121/131	LAUREANO VILLANUEVA	Yaracuy	0,31
86-91	E. B. CIUDAD DE GUANARE	Portuguesa	0,31
185/258	COSME DAMIAN, E.B.N.	Miranda	0,30
275	U. E. CIRILO ALBERTO	Carabobo	0,30
147/183	ENRIQUE TEJERA, E.B.N.	Carabobo	0,29
150/191	ANTONIO GUTIERREZ PEREZ, E.B.E.	Carabobo	0,29
94/101	MACARAPANA, Liceo Bolivariano	Sucre	0,29
53-53	GRUPO ESCOLAR NUEVA SEGOVIA	Lara	0,29
71-72	U. E. MIGUEL OTERO SILVA	Miranda	0,29
7-7	E. B. MONSEÑOR JUAN MIGUEL LAREZ / LICEO MARIA GUZMÁN MARANO	Anzoátegui	0,29
90-97	E. B. 24 DE JULIO	Portuguesa	0,28
104/111	MIGUEL SANCHEZ PESQUERA	Sucre	0,28
89-86	U. E. N. 5 DE DICIEMBRE	Portuguesa	0,28
277	U.E. CARABOBO	Carabobo	0,28
113-121	L. B. SIMON BOLIVAR	Táchira	0,28
CH-25-1	U. E. PARROQUIAL SAGRADO CORAZON DE JESUS	Miranda	0,28
117-126	U. E. E. EUGENIO MARIA DE HOSTOS	Vargas	0,27
CH-23-2	U. E. EL LIBERTADOR	Miranda	0,27
263	Unidad Educativa Juan José Flores	Carabobo	0,27
283	E.B. ELEAZAR BERACIERTO	Carabobo	0,27
293	U. E. MACHADO CISNEROS	Carabobo	0,27
CH-51	PREESCOLAR LOS PICHONCITOS	Miranda	0,27
128/145	ALBERTO SMITH, U.E.N	Aragua	0,27
24-24	E. B. BOLIVARIANA JULIAN PINO	Barinas	0,27
286	U.E. PEDRO CASTILLO	Carabobo	0,26
34-35	L. B. FERMIN TORO	Distrito Capital	0,26
44-44	L. B. DIEGO DE LOZADA	Distrito Capital	0,26
64-65	E.B JUAN RUIZ	Mérida	0,26
114-122	E. B. PABLO EMILIO GAMBOA PEÑALOZA	Táchira	0,26
48-48	U.E VIRGINIA DE ANDRADE	Lara	0,26
136/163	AIME BONBLAND, U.E.N	Aragua	0,26
93-100	U. E. N. LICEO LIBERTADOR	Portuguesa	0,26
63-64	U.E GENERAL ELEAZAR LOPEZ CONTRERAS	Mérida	0,26
70-71	E. B. MENCA DE LEONI	Miranda	0,26
29/29	MONSEÑOR FRANCISCO ANTONIO GRANADILLO	Carabobo	0,25
CH-2	COLEGIO SANTO DOMINGO DE GUZMAN	Miranda	0,25
124/134	PEDRO GUAL U.E	Carabobo	0,25
12-12	U. E. MONSEÑOR ALVAREZ	Anzoátegui	0,25
136/164	AIME BONBLAND, U.E.N	Aragua	0,25
CH-52-4	SAN FRANCISCO DEASIS	Miranda	0,25
80-83	LUIS FELIPE TURMERO CORVO	Monagas	0,25
135/162	LUIS ALEJANDRO ALVARADO, U.E	Aragua	0,25

Tabla G.2. Edificaciones Escolares con nivel de Priorización Moderado (Continuación).

N°	NOMBRE DEL PLANTEL	ESTADO	I _p
25-25	E. B. BOLIVARIANA BR. SIMON AGUSTIN JIMENEZ	Barinas	0,25
12-14	U. E. MONSEÑOR ALVAREZ	Anzoátegui	0,24
85-90	E. B. B. DOMINGO RAMOS HERNANDEZ	Monagas	0,24
18-18	U. E. N. SANTOS MICHELENA	Aragua	0,24
CH-4-2	ESCUELA MUNICIPAL ANDRES BELLO	Miranda	0,24
124/135	PEDRO GUAL U.E	Carabobo	0,24
62-63	C.D ROMULO GALLEGOS	Mérida	0,24
CH-53-2	U.E. COLEGIO BELÉN	Miranda	0,24
182/255	LEONARDO INFANTE, E.T.I.	Miranda	0,24
58-59	E.B ALANIAS COTTE	Lara	0,23
CH-6	INSTITUTO DE CAPACITACIÓN PARA NIÑOS CON NECESIDADES ESPECIALES	Miranda	0,23
34-34	L. B. FERMIN TORO	Distrito Capital	0,23
65-66	U.E.B CLAUDIO VIVAS	Mérida	0,23
155/205	EL LIMON, U.E.B.	Aragua	0,23
CH-15-1	C. E. I. NINFA MOLINA DE ORTIZ	Miranda	0,23
CH-46-5	COLEGIO CRISTO REY DE ALTAMIRA	Miranda	0,23
178/249	DISTRITAL PAEZ, U.E.	Distrito Capital	0,23
66-67	E.B GLADIS CELINA LOBO	Mérida	0,23
73-74	ESCUELA TÉCNICA INDUSTRIAL ROQUE PINTO	Miranda	0,23
173/240	NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN, U.E.C.	Distrito Capital	0,22
81-84	L. B. LOS GUARITOS	Monagas	0,22
162/221	BELTRAN PRIETO FIGUEROA. U.E.	Miranda	0,22
CH-53-3	U.E. COLEGIO BELÉN	Miranda	0,22
CH-53-5	U.E. COLEGIO BELÉN	Miranda	0,22
127/142	SIMON BOLIVAR, U.E.E.	Aragua	0,21
147/184	ENRIQUE TEJERA, E.B.N.	Carabobo	0,21
51-52	E.B MARIA PEREIRA DAZA	Lara	0,21
CH-52-3	SAN FRANCISCO DEASIS	Miranda	0,21
91-98	L.B. DR. CARLOS EMILIO MUÑOZ ORAA	Portuguesa	0,21
289	L. B. ANTONIO SANDOVAL	Carabobo	0,21
176/247	COLEGIO LOS ROSALES, U.E.	Distrito Capital	0,21
CH-46-4	COLEGIO CRISTO REY DE ALTAMIRA	Miranda	0,21
149/188	VALENTIN ESPINAL, U.E.N.	Aragua	0,21
129/147	ARTURO SARCO VILLENA, E.B.N.B	Aragua	0,21
48-48	U.E VIRGINIA DE ANDRADE	Lara	0,21
183/256	COLEGIO PATRIA, U.E.	Miranda	0,21
129/149	ARTURO SARCO VILLENA, E.B.N.B	Aragua	0,20
181/253	HUMBERTO PARODI ALISTER, U.E.N	Distrito Capital	0,20
163/224	LAS ACACIAS, U.E.C.	Distrito Capital	0,20
163/225	LAS ACACIAS, U.E.C.	Distrito Capital	0,20
164/227	OCTAVIO ANTONIO DIEZ, E.B.	Distrito Capital	0,20
CH-52-2	SAN FRANCISCO DEASIS	Miranda	0,20
130/150	LUCAS GUILLERMO CASTILLO, U.E.E	Aragua	0,20

Tabla G.2. Edificaciones Escolares con nivel de Priorización Moderado (Continuación).

N°	NOMBRE DEL PLANTEL	ESTADO	I _p
259-2	Unidad Educativa BARBULA II (Batalla de Bombona)	Carabobo	0,20
138/215	TACASURUMA, U.E.N	Aragua	0,19
50-50	U.E REPUBLICA DE COSTA RICA	Lara	0,19
CH-52-1	SAN FRANCISCO DEASIS	Miranda	0,19
182/254	LEONARDO INFANTE, E.T.I.	Miranda	0,19
149/189	VALENTIN ESPINAL, U.E.N.	Aragua	0,19
152/197	PANAQUIRE, E.B.N.	Aragua	0,19
134/159	ESCUELA BOLIVARIANA GUAMACHO	Carabobo	0,19
150/192	ANTONIO GUTIERREZ PEREZ, E.B.E.	Carabobo	0,19
CH-53-1	U.E. COLEGIO BELÉN	Miranda	0,19
162/219	BELTRAN PRIETO FIGUEROA U.E	Miranda	0,19
168/232	MISION SUCRE	Miranda	0,19
CH-46-3	COLEGIO CRISTO REY DE ALTAMIRA	Miranda	0,19
127/141	SIMON BOLIVAR, U.E.E.	Aragua	0,18
163/226	LAS ACACIAS, U.E.C.	Distrito Capital	0,18
CH-53-4	U.E. COLEGIO BELÉN	Miranda	0,18
269-1	Escuela Bolivariana Cayaurima	Carabobo	0,18
CH-20-1	U. E. EINSTEIN	Miranda	0,18
CH-47-1	DON BOSCO DE ALTAMIRA	Miranda	0,18
151/194	ALFREDO PIETRI, C.C.	Carabobo	0,18
151/196	ALFREDO PIETRI, C.C.	Carabobo	0,18
176/246	COLEGIO LOS ROSALES, U.E.	Distrito Capital	0,18
CH-22-1	U. E. INSTITUTO EDUCACIONAL LANDER	Miranda	0,18
CH-24-1	U. E. MIS ENCANTOS	Miranda	0,18
144/178	JUAN LOVERA, E.N.B	Aragua	0,18
CH-44	P. E. BLANCA NIEVES	Miranda	0,18
6-133	E. B. RODOLFO MAURERA	Anzoátegui	0,18
133/156	LICEO BOLIVARIANO GENERAL PEDRO ZARAZA	Guárico	0,18
136/165	AIME BONBLAND, U.E.N	Aragua	0,17
CH-46-1	COLEGIO CRISTO REY DE ALTAMIRA	Miranda	0,17
21-22	ESCUELA BOLIVARIANA BARINITAS	Barinas	0,17
58-59	E.B ALANIAS COTTE	Lara	0,17
269-2	Escuela Bolivariana Cayaurima	Carabobo	0,17
CH-5	FUNDACOMUN - PREESCOLAR FRANCISCO TAMAYO	Miranda	0,17
133/158	LICEO BOLIVARIANO GENERAL PEDRO ZARAZA	Guárico	0,17
160/216	LA ESTACION, N° 262, E.C.B.	Carabobo	0,17
172/238	NUESTRA SEÑORA DE FATIMA, U.E.	Miranda	0,17
130/151	LUCAS GUILLERMO CASTILLO, U.E.E	Aragua	0,17
25-27	E. B. BOLIVARIANA BR. SIMON AGUSTIN JIMENEZ	Barinas	0,17
180/252	DELANO ROOSEVELT, U.B.N	Distrito Capital	0,17
174/241	DON BOSCO, E.T.P.	Miranda	0,17
140/173	JOSE MANUEL SISO MARTINES, U.E.N	Aragua	0,16
155/207	EL LIMON, U.E.B.	Aragua	0,16

Tabla G.2. Edificaciones Escolares con nivel de Priorización Moderado (Continuación).

N°	NOMBRE DEL PLANTEL	ESTADO	I _p
25-26	E. B. BOLIVARIANA BR. SIMON AGUSTIN JIMENEZ	Barinas	0,16
139/170	EL TOQUITO, E.B	Carabobo	0,16
43-43	CENTRO DE ESPECIALIDADES ELEAZAR GUERAY	Distrito Capital	0,16
138/168	TACASURUMA, U.E.N	Aragua	0,16
138/169	TACASURUMA, U.E.N	Aragua	0,16
172/239	NUUESTRA SEÑORA DE FATIMA, U.E.	Miranda	0,16
156/208	PIÑONAL, P.N.	Aragua	0,16
87-94	U. E. N. B. TRINA DE MORENO GONZALEZ DE NARCISO	Portuguesa	0,16
137/166	REPUBLICA DE COLOMBIA, U.E.N	Aragua	0,16
134/160	ESCUELA BOLIVARIANA GUAMACHO	Carabobo	0,15
133/157	LICEO BOLIVARIANO GENERAL PEDRO ZARAZA	Guárico	0,15
127/143	SIMON BOLIVAR, U.E.E.	Aragua	0,15
147/182	ENRIQUE TEJERA, E.B.N.	Carabobo	0,15
294	U. E. AMBROSIO PLAZA	Carabobo	0,15
129/148	ARTURO SARCO VILLENA, E.B.N.B	Aragua	0,15
149/190	VALENTIN ESPINAL, U.E.N.	Aragua	0,14
150/193	ANTONIO GUTIERREZ PEREZ, E.B.E.	Carabobo	0,14
146/180	PEDRO ZARAZA, E.T.I.R.	Guárico	0,14
162/222	BELTRAN PRIETO FIGUEROA. U.E.	Miranda	0,14
154/203	MADRE MARIA DE SAN JOSE, E.B.M.	Aragua	0,14
125/137	LUIS AUGUSTO MACHADO CISNEROS	Carabobo	0,14
131/152	RAFAEL CABRERA MALO, U.E.N	Guárico	0,14
76-78	E. B. CENTURION	Monagas	0,14
137/167	REPUBLICA DE COLOMBIA, U.E.N	Aragua	0,14
CH-16-1	BABY CENTRO DISNEY	Miranda	0,14
CH-47-2	DON BOSCO DE ALTAMIRA	Miranda	0,14
162/220	BELTRAN PRIETO FIGUEROA. U.E.	Miranda	0,14
162/223	BELTRAN PRIETO FIGUEROA. U.E.	Miranda	0,14
170/234	CAURIMARE, C.E.T.	Miranda	0,14
174/243	DON BOSCO, E.T.P.	Miranda	0,14
151/195	ALFREDO PIETRI, C.C.	Carabobo	0,13
177/248	GABRIELA MISTRAL, P.E.	Miranda	0,13
159/214	E.B.E MARIA CLEMENCIA CAMARAN	Carabobo	0,13
152/200	PANAQUIRE, E.B.N.	Aragua	0,13
126/138	NUCLEO BOLIVARIANO 181 ANIVERSARIO BATALLA DE CARABOBO	Carabobo	0,12
126/139	NUCLEO BOLIVARIANO 181 ANIVERSARIO BATALLA DE CARABOBO	Carabobo	0,12
36-37	U. E. JOSE MANUEL NUÑEZ PONTE	Distrito Capital	0,12
259-1	Unidad Educativa BARBULA II (Batalla de Bombona)	Carabobo	0,12
147/185	ENRIQUE TEJERA, E.B.N.	Carabobo	0,12
153/201	DELEITE, U.E.N.B. Y DIV.	Carabobo	0,12
56-57	U.E HECTOR CASTILLO REYES	Lara	0,12
127/144	SIMON BOLIVAR, U.E.E.	Aragua	0,12
166/230	ELEAZAR LOPEZ CONTRERAS, U.E.	Distrito Capital	0,12

Tabla G.2. Edificaciones Escolares con nivel de Priorización Moderado (Continuación).

N°	NOMBRE DEL PLANTEL	ESTADO	I _p
154/204	MADRE MARIA DE SAN JOSE, E.B.M.	Aragua	0,11
158/211	DR. ALBERTO JOSE FERNANDEZ, U.E.B	Aragua	0,11
158/213	DR. ALBERTO JOSE FERNANDEZ, U.E.B	Aragua	0,11
45-46	U.E JOSE HERRERA OROPEZA	Lara	0,11
157/210	MAGDALENO, E.B.N.	Aragua	0,11
131/154	RAFAEL CABRERA MALO, U.E.N	Guárico	0,11
179/251	JOSE CORTES MADARIAGA, E.B. / CASME DAMIAN PEÑA	Miranda	0,11
153/202	DELEITE, U.E.N.B. Y DIV.	Carabobo	0,11
166/229	ELEAZAR LOPEZ CONTRERAS, U.E.	Distrito Capital	0,11
174/242	DON BOSCO, E.T.P.	Miranda	0,11
179/250	JOSE CORTES MADARIAGA, E.B.	Miranda	0,11
148/186	MONSEÑOR MARIANO MARTI, U.E.N.	Aragua	0,10
140/174	JOSE MANUEL SISO MARTINES, U.E.N	Aragua	0,10
171/236	RICARDO ZULOAGA, U.E.N.	Miranda	0,10
158/212	DR. ALBERTO JOSE FERNANDEZ, U.E.B	Aragua	0,10
132/155	JUSTINA GUERRA, E.D.E	Aragua	0,10
165/228	EDUARDO OXFORD LOPEZ	Distrito Capital	0,10
169/233	ALFARO ZAMORA, U.E.	Miranda	0,10
152/198	PANAQUIRE, E.B.N.	Aragua	0,09
139/171	EL TOQUITO, E.B	Carabobo	0,09
139/172	EL TOQUITO, E.B	Carabobo	0,09
131/153	RAFAEL CABRERA MALO, U.E.N	Guárico	0,09
126/140	NUCLEO BOLIVARIANO 181 ANIVERSARIO BATALLA DE CARABOBO	Carabobo	0,09
CH-47-3	DON BOSCO DE ALTAMIRA	Miranda	0,09

Tabla G.3. Edificaciones Escolares con nivel de Priorización Baja.

N°	NOMBRE DEL PLANTEL	ESTADO	I _p
53-55	GRUPO ESCOLAR NUEVA SEGOVIA	Lara	0,17
156/209	PIÑONAL, P.N.	Aragua	0,16
146/181	PEDRO ZARAZA, E.T.I.R.	Guárico	0,16
128/146	ALBERTO SMITH, U.E.N	Aragua	0,10
CH-18-1	U. D. A .E. M. SAN JOSE	Miranda	0,15
148/187	MONSEÑOR MARIANO MARTI, U.E.N.	Aragua	0,14
86-92	E. B. CIUDAD DE GUANARE	Portuguesa	0,14
171/235	RICARDO ZULOAGA, U.E.N.	Miranda	0,14
171/235	RICARDO ZULOAGA, U.E.N.	Miranda	0,14
CH-17-1	PREESCOLAR CHACAO J. I. RAFAEL PAYTUVI	Miranda	0,12
155/206	EL LIMON, U.E.B.	Aragua	0,10
152/199	PANAQUIRE, E.B.N.	Aragua	0,09