

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

**EFFECTOS DE LOS TERREMOTOS SOBRE LAS VIVIENDAS  
POPULARES DE UN SECTOR DEL BARRIO TELARES DE  
PALO GRANDE**

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
Por las Bachilleres:

Guerrero Cignarella, Alejandra José  
Zeoli Sciarra, Grecia Stefania

Para optar al Título de  
Ingeniero Civil

Caracas, Noviembre 2011.

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

**EFFECTOS DE LOS TERREMOTOS SOBRE LAS VIVIENDAS  
POPULARES DE UN SECTOR DEL BARRIO TELARES DE  
PALO GRANDE**

Tutor Académico: Prof. Gustavo Coronel D.

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
Por las Bachilleres:

Guerrero Cignarella, Alejandra José  
Zeoli Sciarra, Grecia Stefania

Para optar al Título de  
Ingeniero Civil

Caracas, Noviembre 2011.

ACTA

El día Martes, 08 de Noviembre de 2011 se reunió el jurado formado por los profesores:

Mercedes Marrero

\_\_\_\_\_  
Angelo Marinilli

\_\_\_\_\_  
Gustavo Coronel

Con el fin de examinar el Trabajo Especial de Grado titulado: **"EFECTOS DE LOS TERREMOTOS SOBRE LAS VIVIENDAS POPULARES DE UN SECTOR DEL BARRIO TELARES DE PALO GRANDE "**.

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

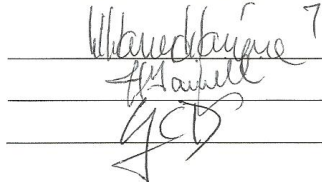
Una vez oída la defensa oral que las bachilleres hicieron de su Trabajo Especial de Grado, este jurado decidió las siguientes calificaciones:

NOMBRE	Calificación	
	Números	Letras
Br. Alejandra J. Guerrero Cignarella.	20	VEINTE
Br. Grecia S. Zeoli Sciarra.	20	VEINTE

Recomendaciones:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

FIRMAS DEL JURADO

  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Caracas, 08 de Noviembre de 2011

## DEDICATORIA

*A mi Mamá: por darme todo empezando por la vida, por ser incondicional y ejemplo, por quererme y por enseñarme todo lo que sé.*

*A mi Hermana: por enseñarme la perseverancia en los momentos más difíciles y por sorprenderme cada día más.*

*A mi Papá: por darme la vida y su apoyo.*

*A mis Nonnos: porque no hay distancias que alejen cuando los corazones están juntos, por cuidarme, quererme y apoyarme en todo momento.*

Alejandra Guerrero Cignarella



## AGRADECIMIENTOS

A mi Mami Gera por enseñarme todo lo que sé, por sus esfuerzos, su dedicación, su apoyo, su paciencia y su amor, gracias a Ti soy quien soy.

A mi Hermana Andrea, por abrirme caminos, por ser parte de mí y por orientarme en los momentos que más lo necesitaba.

A mi Papá por enseñarme la superación en la vida, porque no hay sueños inalcanzables.

A mis Nonnos, Giuseppina y Andrea, por ser guías y ejemplo de vida y de superación, por estar presentes en todos los momentos de mi vida.

A toda mi familia, mis tíos y primos por su amor.

A mi Migue por haber soportado todos los cambios de ánimo, simplemente gracias por ser quien eres, Te amo!.

A Grecia Stefania Zeoli Sciarra!!! Por animarme en los momentos difíciles, por su apoyo y su constancia, gracias por estar siempre ahí y por soportar mis locuras!!, a tus papis la Sra Fiore y el Sr Elio por todas sus atenciones y por tratarme como una hija más.

A todos aquellos que han compartido conmigo el transitar de esta etapa, mi gran amiga Magui, Miguel, Charbel, Dani, Sergio, Julio, Gabo, Angelo, Vladi, Luisita, Humbert, Mary Gaby, Gonzi, Gregori y Jesús.

A Valentina Páez, nuestra colaboradora sentimental por apoyarnos siempre y por hacer excelentes\* los días de inspección! Aplausos! Gracias!.

A nuestra madrina de promoción la Prof. Ma Eugenia Korody y a la Prof. Alba por todo el apoyo brindado a lo largo de la carrera y sobre todo por ser ejemplo de entereza y dedicación. Al Prof. Mario Dubois por brindarme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente.

Al Prof. Gustavo Coronel por invitarnos a participar en esta investigación lo que nos dio aportes invaluableles.

A FUNVISIS por todo el apoyo brindado y en especial al Dpto. de Ingeniería Sísmica Jorge, William, Romme, Florian y José Gregorio. Muchas Gracias!.

Al Consejo Comunal Antonio José de Sucre por su apoyo y a las 63 familias que nos abrieron las puertas de su casa.

## DEDICATORIA

*A mis amados padres, que siempre me han apoyado en todas mis decisiones y me han guiado por el buen camino.  
Papi y Mami los amo, son lo máximo, ¡por eso los escogí!.*

*A mi hermana Andrea, que más que una hermana ha sido una amiga que siempre ha estado allí para mí. A veces para consentirme, a veces para regañarme, pero siempre allí.  
Te amo oruguita.*

*A Leo, mi compañero de vida, que sabe decir justamente las palabras que necesito oír, que me conoce incluso mejor que yo misma.  
Te amo.*

Grecia Zeoli Sciarra

## AGRADECIMIENTOS

Ante todo a mi familia entera que ha sido imprescindible en esta etapa de mi vida por darme su amor, su cariño su comprensión y su apoyo.

A mi bello padre, por ser mi ejemplo a seguir, por darme todo su amor, por enseñarme el valor de las cosas y de las personas, por aconsejarme en mis momentos de dudas y por ser el motivo por el cual escogí esta carrera.

A mi hermosa madre, por enseñarme que con la perseverancia se alcanza el triunfo, por siempre ayudarme a ser excelente persona, por enseñarme el amor desinteresado y por todas esas sabrosas comidas que me das todos los días.

A mi linda hermana, que me enseñó cual era el mejor camino, que me guió por la vida para evitar que cometiera errores y que a pesar de ellos nunca ha perdido la fe en mí.

A mi Leo, por apoyarme a lo largo de toda mi carrera, por hacerme sentir segura en mis momentos de inseguridad, por saber exactamente que quiero y hacer las cosas sin que se lo pida.

A Ale, mi compañera de tesis, quien me aguantó todos estos largos meses de tesis y todos estos años de carrera, por ser mi pana, mi amiga, mi apoyo en momentos de tristeza y mi amiga rumbera en los momentos de felicidad, por eso y mil cosas más ¡Te quiero amiga!. A Gera por aguantarnos en nuestros arranques de histerias tesísticas, por subirnos el ánimo y por esos almuerzos deliciosos que eran los que nos recargaban las pilas.

A nuestro tutor, Prof. Gustavo Coronel, por apoyarnos y guiarnos en nuestro trabajo especial de grado. A mis Profs. Steve, M<sup>o</sup> Eugenia y Alba por todo su apoyo y comprensión.

A Valentina por ayudarnos a recorrer este camino junto a una mano amiga, quitándole peso al trabajo de grado y sumándole diversión.

A todo FUNVISIS porque sin ellos hubiese sido imposible la realización de este trabajo, en especial a Guy, Jorge, William, Florian, Romme, José Gregorio y Mauricio.

A la comunidad del Barrio Telares de Palo Grande que nos recibió todos los Jueves con una sonrisa y un plato de buena comida, en especial a Yeibi, Alfonzo y Vanessa.

A mis amigos, María, Dani, Javi, Martha, Mariana, Adri, Marigabi, Charbel, Julio, Gabo, Angelo, Vladimir, Gonzi, Jesús, Miguelón, Sergio, Miguel, Luisita y Humberto. Mil Gracias.

**Guerrero C., Alejandra J.**

**Zeoli S., Grecia S.**

**EFECTOS DE LOS TERREMOTOS SOBRE LAS VIVIENDAS  
POPULARES DE UN SECTOR DEL BARRIO TELARES DE  
PALO GRANDE.**

**Tutor Académico: Prof. Gustavo Coronel D.**

**Trabajo Especial de Grado. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería.**

**Escuela de Ingeniería Civil. 2011, nº pág. 202.**

**Palabras Clave:** vivienda popular, vulnerabilidad, amenaza sísmica, riesgo sísmico.

**Resumen.** Las viviendas populares ubicadas en Venezuela, específicamente en el Área Metropolitana de Caracas presentan una vulnerabilidad elevada en toda su concepción; considerando que se encuentran en un país de alta amenaza sísmica, el riesgo al que se enfrentan este tipo de edificaciones es alarmante. Por tratarse de viviendas que no siguen ningún diseño normado es necesario el estudio de cada una de las mismas para su evaluación general que constituye la vulnerabilidad, amenaza sísmica y riesgo sísmico asociado a pérdidas probables dependientes de la ocurrencia de eventos sísmicos característicos.

El presente trabajo especial de grado consta del análisis de los efectos de los terremotos sobre las viviendas populares de un sector del barrio Telares de Palo Grande, ubicado en la Parroquia Caricuao, Municipio Libertador de Caracas. Se realizó la inspección de sesenta y tres (63) viviendas del sector; quince (15) de ellas levantadas de forma detallada, obteniéndose un inventario de las características generales, estructurales y de entorno de cada una, con las estadísticas se determinan los parámetros medios para caracterizar una vivienda típica del sector como producto inicial del levantamiento; también se incluye un análisis simplificado de la relación entre la demanda sísmica y la capacidad cortante. Posteriormente a través del método "Índices de Priorización de Edificaciones para la Gestión del Riesgo Sísmico" (FUNVISIS, 2011), se obtienen los índices de vulnerabilidad de cada vivienda encontrando niveles de vulnerabilidad alta y muy alta. Por otro lado de los resultados del proyecto de Microzonificación Sísmica de Caracas (FUNVISIS, 2009), se obtiene la aceleración de suelo en roca para la zona estudiada, para así simular los índices de amenaza para tres eventos sísmicos (sismo año 1967, sismo de diseño, sismo muy severo).

A partir de la vulnerabilidad de cada vivienda y de la amenaza asociada a su ubicación y a cada escenario se obtuvieron los niveles de riesgo sísmico y se asociaron los posibles niveles de pérdida para el escenario de Caracas de 1967 un sismo de 0,10 g, que es considerado como un nivel de amenaza bajo, en este caso el 60,3% de las viviendas presenta

un nivel de riesgo muy alto con pérdidas probables graves. Ya para el escenario del sismo de diseño, 79,4% presenta un nivel de riesgo crítico relacionado a pérdidas probables muy graves y finalmente para el escenario del sismo muy severo resulta la totalidad de las viviendas con nivel de riesgo crítico y un nivel de pérdidas probables muy altas. Luego se establecieron los índices de priorización que permiten actuar de forma organizada y conocer las viviendas que necesitan acciones inmediatas en relación a sus homólogas.

Finalmente se generaron lineamientos de gestión de riesgo local, que establecen medidas de índole técnica y social para disminuir los posibles efectos de los eventos sísmicos. Cada uno de los datos y resultados se incorporan en un sistema de información geográfica (SIG).

## ÍNDICE GENERAL

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>3</b>
<b>EL PROBLEMA .....</b>	<b>3</b>
I.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
I.2. OBJETIVOS .....	5
I.2.1. Objetivo General.....	5
I.2.2. Objetivos Específicos .....	5
I.3. APORTES .....	6
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>7</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>7</b>
II.1. BASES TEÓRICAS .....	7
II.1.1. Vivienda Popular .....	7
II.1.2 Tipologías Constructivas de las Viviendas Populares.....	8
II.1.3. Sismo. ....	13
II.1.4. Vulnerabilidad Sísmica. ....	16
II.1.5. Amenaza Sísmica.....	17
II.1.6. Riesgo sísmico. ....	19
II.1.7. Sistema de Información Geográfica (SIG). ....	20
II.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	23
II.2.1. Antecedentes Sísmicos .....	23
II.2.2. Deslizamientos Ocurridos.....	25
II.3. BASES LEGALES .....	27
II.4. BASES METODOLÓGICAS .....	29
II.4.1. Estudios En Mampostería Estructural (López Et Al, 1986).....	29

II.4.2. Proyecto Ávila: Diagnóstico de la vulnerabilidad urbano. Franja urbanizada ubicada en la cuenca norte del Rio Guaire (IGVSB, 2002).	31
II.4.3. Vulnerabilidad sísmica de construcciones informales en mampostería: riesgos sísmicos y mapas SIG (Mebarki y Valencia, 2003)	33
II.4.4. Estudio sobre el plan básico de prevención de desastres en el Distrito Metropolitano (JICA, 2004)	35
II.4.5. Medidas de reducción de riesgo sísmico de un asentamiento informal urbano vulnerable en Mérida, Venezuela. Análisis costo-beneficio (Castillo et al, 2008).	37
II.4.6. Indicadores de riesgo sísmico en edificios escolares de Venezuela (López, 2009)	39
II.4.7. Proyecto de Microzonificación Sísmica de Caracas (FUNVISIS, 2009).	40
II.4.8. Vulnerabilidad sísmica de edificaciones en el municipio Chacao Área Metropolitana de Caracas (Safina et al., 2009).	41
II.4.9. Evaluación de los niveles de riesgo sísmico en las escuelas de Venezuela mediante curvas de fragilidad (Coronel, López y Betancourt, 2010)	45
II.4.11. Índices de priorización de edificaciones para la gestión del riesgo sísmico (FUNVISIS, 2011)	49
II.5. ZONA DE ESTUDIO	56
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>59</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO</b>	<b>59</b>
III.1. INVENTARIO DE LAS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES Y SISMORRESISTENTES DE LAS VIVIENDAS POPULARES DEL SECTOR MEDIANTE UN SIG.	59
III.1.1. Ubicación del espacio muestral.	59

III.1.2. Levantamiento de la Información.....	60
III.1.3. Incorporación del Inventario en un Sistema de Información Geográfica (SIG). .....	70
III.2. EVALUACIÓN SIMPLIFICADA DE LA RELACIÓN DEMANDA/CAPACIDAD.....	71
III.2.1. Capacidad Resistente al Corte. ....	71
III.2.2. Demanda de Cortante Basal .....	73
III.3. CARACTERIZACIÓN LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS POPULARES INSPECCIONADAS. ....	73
III.4. SIMULACIÓN DE ESCENARIOS DE AMENAZA SÍSMICA. ....	74
III.5. ESTIMACIÓN LOS NIVELES DE RIESGO Y LOS POSIBLES EFECTOS DE LOS TERREMOTOS DEL BARRIO EN ESTUDIO.....	74
III.6. RECOMENDACIONES PARA UN PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS. ....	75
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>76</b>
<b>RESULTADOS Y ANÁLISIS. ....</b>	<b>76</b>
IV.1. INVENTARIO DE LAS CARACTERÍSTICAS: VIVIENDAS INSPECCIONADAS CON LA PLANILLA DETALLADA.....	76
IV.1.1. Vivienda 9 .....	77
IV.1.2. Vivienda 11 .....	80
IV.1.3. Vivienda 13 .....	83
IV.1.4. Dimensiones Típicas de columnas o machones y vigas.....	90
IV.2. INVENTARIO DE LAS CARACTERÍSTICAS: VIVIENDAS LEVANTADAS CON LA PLANILLA SIMPLIFICADA.....	98
IV.2.1. Ocupación de las viviendas.....	98
IV.2.2. Mayor ocupación diaria. ....	100
IV.2.3. Año de construcción.....	100
IV.2.4. Edificación en ladera con pendiente.....	102
IV.2.5. Drenajes canalizados.....	102
IV.2.6. Drenajes canalizados: detallado.....	103



IV.2.7. Tipo Estructural.....	103
IV.2.8. Esquema en planta.....	105
IV.2.9. Esquema en elevación.....	106
IV.2.10. Irregularidades.....	107
IV.2.11. Grado de deterioro.....	108
IV.2.12. Mampostería Confinada vs. Mampostería No Confinada. ....	111
IV.3 VIVIENDA TÍPICA DE LA MUESTRA.....	113
IV.4. COMPARACIÓN DEMANDA- CAPACIDAD SIMPLIFICADA.....	117
IV.4.1. Capacidad Cortante. (Vc).....	117
IV.4.2. Demanda de Cortante Basal. (Vd) .....	119
IV.5. VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS INSPECCIONADAS.....	124
IV.5.1. Ejemplo: Vivienda 9 .....	125
IV.5.2. Nivel de Vulnerabilidad sísmica.....	129
IV.6. ESCENARIOS DE AMENAZA SÍSMICA.....	134
IV.7. NIVELES DE RIESGO SÍSMICO Y POSIBLES EFECTOS DE LOS TERREMOTOS. .....	139
IV.8. ÍNDICE DE IMPORTANCIA II:.....	151
IV.9. ÍNDICE DE PRIORIZACIÓN IP: .....	151
IV.10. RECOMENDACIONES PARA LA GESTIÓN LOCAL DE RIESGO SÍSMICO .....	155
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>159</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>162</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>164</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>1645</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1. Dimensiones típicas de machones.....	11
Tabla II.2. Dimensiones típicas de vigas.....	12
Tabla II.3. Dimensiones típicas de columnas.....	12
Tabla II.4: Parámetros y pesos para el método de Benedetti.....	33
Tabla II.5. Ejemplo de matriz de identificación I de una edificación informal.	34
Tabla II.6. Población estado de las estructuras y los daños del terremoto de 1967. Adaptado al español. ....	36
Tabla II.7. Factores y pesos para cada parámetro estructural .....	44
Tabla II.8. Valores del Índice de Amenaza ( $I_A$ ).....	50
Tabla II.9. Valores del Índice de Amenaza ( $I_A$ ) para el Área Metropolitana de Caracas. ....	51
Tabla II.10. Índices de vulnerabilidad ( $I_i$ ) y pesos relativos ( $\alpha_i$ ).....	51
Tabla II.11. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado al Tipo Estructural ( $I_2$ ).....	52
Tabla II.12. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado a irregularidades ( $I_{3j}$ ).....	53
Tabla II.13. Separación entre edificaciones. ....	53
Tabla II.14. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado a la topografía y a los drenajes ( $I_5$ ).....	54
Tabla II.15. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado al grado de deterioro ( $I_6$ ).....	55
Tabla II.16. Clasificación según el Uso del Edificio. ....	56
Tabla II.17. Valores del índice de Importancia ( $I_1$ ) .....	56
Tabla IV.1. Criterio de Confinamiento. ....	78
Tabla IV.2. Porcentaje de columnas o machones por área. ....	79
Tabla IV.3. Porcentaje de vigas por área. ....	79
Tabla IV.4. Porcentaje de paredes según eje local por área. ....	80

Tabla IV.5. Porcentaje de columnas o machones por área. ....	82
Tabla IV.6. Porcentaje de Vigas por área. ....	82
Tabla IV.7. Porcentaje de paredes según eje local por área de planta. ....	83
Tabla IV.8. Porcentaje de columnas o machones por área. ....	84
Tabla IV.9. Porcentaje de Vigas por área. ....	85
Tabla IV.10. Porcentaje de paredes según eje local por área de planta .....	85
Tabla IV.11. Información Viviendas detalladas. ....	87
Tabla IV.12. Información Viviendas detalladas. ....	88
Tabla IV.13. Información Viviendas detalladas. ....	89
Tabla IV.14. Dimensiones típicas de columnas primer nivel. ....	90
Tabla IV.15. Promedio y coeficiente de variación columnas primer nivel. ....	91
Tabla IV.16. Dimensiones típicas vigas primer nivel. ....	91
Tabla IV.17. Promedio y coeficiente de variación vigas primer nivel. ....	91
Tabla IV.18. Dimensiones típicas de columnas segundo nivel. ....	92
Tabla IV.19. Promedio y coeficiente de variación de columnas segundo nivel. .....	92
Tabla IV.20. Dimensiones típicas de vigas segundo nivel. ....	93
Tabla IV.21. Promedio y coeficiente de variación vigas segundo nivel. ....	93
Tabla IV.22. Dimensiones típicas de columnas tercer nivel. ....	94
Tabla IV.23. Promedio y coeficiente de variación columnas tercer nivel. ....	94
Tabla IV.24. Dimensiones típicas tercer nivel. ....	95
Tabla IV.25. Promedio y coeficiente de variación vigas tercer nivel. ....	95
Tabla IV.26. Dimensiones típicas de columnas. ....	96
Tabla IV.27. Promedio y coeficiente de variación columnas. ....	96
Tabla IV.28. Dimensiones típicas de vigas. ....	97
Tabla IV.29. Promedio y coeficiente de variación vigas. ....	97
Tabla IV.30. Características vivienda típica de la muestra. ....	114
Tabla IV.31. Capacidad y demanda de cortante en la base. *La direcciones adoptadas son basadas en un sistema de eje local por vivienda. ....	123

Tabla IV.32. Relación Demanda-capacidad de cortante en la base. ....	123
Tabla IV.33. Priorización simplificada de 15 viviendas .....	124
Tabla IV.34. Niveles de vulnerabilidad Sísmica.* Este valor corresponde al mínimo posible en vivienda popular.....	129
Tabla IV.35. Índices y Niveles del Índice de Vulnerabilidad de las 63 viviendas populares. ....	130
.....	131
Tabla IV.36. Amenaza Sísmica.....	137
Tabla IV.37. Escenarios Sísmicos. ....	138
Tabla IV.38. Escenarios Sísmicos ajustados al índice de amenaza. ....	138
Tabla IV.39. Niveles de Riesgo Sísmico. ....	140
Tabla IV.40. Niveles de Riesgo Sísmico (sismo 67).....	141
Tabla IV.41. Niveles de Riesgo Sísmico. (Sismo de Diseño) .....	145
Tabla IV.42. Índices de Riesgo. Sismo muy severo. ....	149
Tabla IV.43. Niveles de priorización.....	151
Tabla IV.44. Índices de Priorización.....	152

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. Ejemplo de Mampostería Confinada. ....	9
Figura II.2. Mampostería Confinada.....	9
Figura II.3. Ejemplo de Estructura Aportricada con paredes de relleno. ....	10
Figura II. 4. Estructura Aportricada con paredes de relleno.....	10
Figura II.5. Ejemplo de Mampostería Sin Confinar.....	10
Figura II.6. Mampostería Sin Confinar. ....	10
Figura II.7. Ejemplo de Edificaciones construidas combinando mampostería y pórticos de concreto. ....	11
Figura II.8. Mapa de Zonificación Sísmica .....	10
Figura II.9. Unidades de Vulnerabilidad Urbana analizada.....	32
Figura II.10. Ubicación del área de estudio y de las cuatro falla usadas en este estudio como escenario. ....	35
Figura II.11. Ubicación regional de la zona de Estudio. ....	57
Figura II.12. Ubicación Sectorial de la zona de Estudio. ....	57
Figura II.13. Ubicación de las Viviendas analizadas. ....	58
Figura III.1. Ubicación de viviendas inspeccionadas .....	60
Figura III.2. Planilla Detallada. Datos Generales .....	61
Figura III.3. Planilla Detallada. Identificación de la edificación .....	62
Figura III.4. Planilla Detallada. Caracterización del entorno .....	63
Figura III.5. Planilla Detallada. Características estructurales .....	64
Figura III.6. Planilla Detallada. Grado de deterioro .....	65
Figura III.7. Planilla Detallada. Dimensiones típicas .....	66
Figura III.8. Planilla Detallada. Croquis .....	67
Figura III.9. Planilla Simplificada .....	69
Figura III.10. Planilla Simplificada .....	70
Figura III.11. Corte Resistente Concreto.....	72
Figura IV.1. Ubicación de las 15 viviendas inspeccionadas de forma detallada.....	76

Figura IV.2. Confinamiento Vivienda 9.....	78
Figura IV.3. Dimensiones típicas de columnas o machones. ....	79
Figura IV.4. Dimensiones típicas de Vigas.....	79
Figura IV.5. Confinamiento vivienda 11. ....	81
Figura IV.6. Dimensiones típicas de columnas o machones. ....	82
Figura IV.7. Dimensiones típicas de vigas. ....	82
Figura IV.8. Confinamiento vivienda 13. ....	84
Figura IV.9. Dimensiones típicas de columnas o machones. ....	84
Figura IV.10. Dimensiones típicas de vigas. ....	85
Figura IV.11. Dimensiones típicas columnas primer nivel. ....	90
Figura IV.12. Dimensiones típicas de vigas primer nivel. ....	91
Figura IV.13. Dimensiones típicas de columnas segundo nivel.....	92
Figura IV.14. Dimensiones típicas de vigas segundo nivel.....	93
Figura IV.15. Dimensiones típicas de columnas tercer nivel. ....	94
Figura IV.16. Dimensiones típicas tercer nivel. ....	95
Figura IV.17. Dimensiones típicas de columnas. ....	96
Figura IV.18. Dimensiones típicas de vigas. ....	97
Figura IV.19. Ubicación geográfica de las 63 viviendas inspeccionadas.....	98
Figura IV.20. Distribución porcentual de la ocupación de las viviendas .....	99
Figura IV.21. Distribución espacial de la ocupación de las viviendas .....	99
Figura IV.22. Distribución porcentual de la Mayor ocupación diaria. ....	100
Figura IV.23. Distribución porcentual del año de construcción. ....	101
Figura IV.24. Distribución espacial del año de construcción en SIG. ....	101
Figura IV.25. Distribución porcentual de la pendiente en ladera. ....	102
Figura IV.26. Distribución porcentual del Drenaje canalizado. ....	102
Figura IV.27. Distribución porcentual de drenajes canalizados detallados. ....	103
Figura IV.28. Distribución de la Tipología Estructural.....	104
Figura IV.29. Distribución espacial de las tipologías Estructurales.....	105
Figura IV.30. Distribución porcentual esquema en planta. ....	106

Figura IV.31. Distribución porcentual de esquema en elevación. ....	106
Figura IV.32. Distribución de las irregularidades Estructurales. ....	107
Figura IV.33. Distribución porcentual del grado de deterioro: Estructuras. .	108
Figura IV.34. Distribución porcentual grado de deterioro: Agrietamiento paredes de relleno. ....	109
Figura IV.35. Distribución porcentual del grado de deterioro: Estado General de mantenimiento. ....	109
Figura IV.36. Distribución N° Pisos por vivienda. ....	110
Figura IV.37. Distribución espacial de N° Pisos por vivienda SIG. ....	111
Figura IV.38. Mampostería Confinada vs no confinada. ....	112
Figura IV.39. Esquema de planta, Nivel 1. ....	115
Figura IV.40. Esquema de planta, Nivel 2. ....	115
Figura IV.41. Vivienda típica. ....	116
Figura IV.42. Fachada Principal. ....	116
Figura IV.43. Crecimiento vertical mediante volados. ....	117
Figura IV.44. Vista interna Nivel 2. ....	117
Figura IV.45. Corte transversal de la mampostería. ....	118
Figura IV.46. Esquemas de definición de microzonas con efectos topográficos. ....	120
Figura IV.47. Parámetros de espectros con efectos topográficos. .	120
Figura IV.48. Comparación de espectros elásticos en afloramiento rocoso con efectos topográficos menores. ....	121
Figura IV.49. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado a la antigüedad. .....	125
Figura IV.50. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado al tipo estructural. ....	126
Figura IV.51. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado a irregularidades. .....	127

Figura IV.52. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado a la profundidad del depósito. ....	127
Figura IV.53. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado a la topografía y drenajes. ....	128
Figura IV.54. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado al grado de deterioro .....	128
Figura IV.55. Distribución espacial del Nivel de Vulnerabilidad. ....	131
Figura IV.56. Distribución porcentual del Nivel de Vulnerabilidad. ....	132
Figura IV.57. Índice de Vulnerabilidad viviendas inspeccionadas. ....	133
Figura IV.58. Zonificación sísmica .....	134
Figura IV.59. Microzonificación Sísmica. ....	135
Figura IV.60. Ubicación para estimación de los efectos topográficos I. ....	136
Figura IV.61. Ubicación para estimación de los efectos topográficos II. ....	136
Figura IV.62. Valores para el índice de amenaza. ....	139
Figura IV.63. Índice de Riesgo. Sismo año 1967. ....	142
Figura IV.64. Distribución espacial de los Niveles de Riesgo sísmico para el escenario del sismo de 1967. ....	143
Figura IV.65. Distribución porcentual de los Niveles de Riesgo sísmico para el escenario del sismo de 1967. ....	144
Figura IV.66. Índice de Riesgo sismo de diseño. ....	146
Figura IV.67. Distribución espacial de los Niveles de Riesgo para el escenario del sismo de diseño. ....	147
Figura IV.68. Distribución porcentual de los Niveles de Riesgo para el escenario del sismo de diseño. ....	148
Figura IV.69. Índice de Riesgo sismo muy severo. ....	150
Figura IV.70. Índice de Importancia. ....	151
Figura IV.71. Distribución espacial de los Niveles de Priorización. ....	153
Figura IV.72. Distribución porcentual de los Niveles de Priorización. ....	154



## **INTRODUCCIÓN.**

La investigación que se realizó en este Trabajo Especial de Grado relacionada con la vivienda popular consta de tres grandes temas relacionados intrínsecamente, que son la vulnerabilidad, amenaza sísmica y riesgo sísmico; con ello se realiza un análisis de los efectos de los terremotos en un sector del barrio Telares de Palo Grande; para el desarrollo del mismo fue necesario la repartición en Capítulos que se explican a continuación:

Capítulo I, El Problema, se establece las condiciones actuales del Área Metropolitana de Caracas y las razones por las cuales es necesaria la realización de esta investigación, asimismo se especifican cada uno de los objetivos y aportes que generan este trabajo.

Capítulo II, Marco Teórico, se presentan todas las bases teóricas, metodológicas, legales y antecedentes históricos que dan sustento a la presente investigación. Se explican las diferentes tipologías estructurales encontradas en los barrios de Caracas, las dimensiones típicas de los elementos estructurales, los conceptos asociados a vulnerabilidad, amenaza y riesgo sísmico. También se hace un recuento de los eventos sísmicos ocurridos en Venezuela y una recopilación de trabajos realizados previamente que dan luces acerca de la metodología a usar en la investigación.

Capítulo III, Marco Metodológico, en este capítulo se establece por objetivos los procedimientos necesarios para estimar la vulnerabilidad, definir escenarios de amenaza, determinar niveles de riesgo y efectos de los terremotos sobre el sector de estudio. Se muestra la planilla utilizada para

realizar el levantamiento de la información de cada vivienda y la metodología utilizada para obtener los índices de vulnerabilidad, riesgo y priorización.

Capítulo IV, Resultados y Análisis, se presentan por objetivos todos los datos y resultados obtenidos a partir de la investigación y un análisis de cada uno de ellos. Así como lineamientos para la gestión local de riesgo sísmico.

## **EL PROBLEMA**

### **CAPÍTULO I EL PROBLEMA**

#### **I.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En Venezuela para el año 1936 la población urbana era un 30% de la población total y para el año 1981 se ubicaba en un 80% lo que indica un crecimiento desmesurado de la población, siendo más recientemente un 88,46% (INE, 2001).

El 41,5% de la población de la Ciudad de Caracas habita en zonas populares, donde la construcción de viviendas comúnmente se basa en un sistema estructural que consiste en muros portantes hechos a base de bloques de arcilla cocida o concreto unido con mortero y en algunos casos confinados por elementos de borde denominados machones y vigas de corona. Estas edificaciones de mampostería generalmente son construidas haciendo uso inadecuado de los materiales (López et al, 1986).

Comúnmente las viviendas populares presentan las características mencionadas anteriormente y además se construyen sin las previsiones ni los proyectos técnicos requeridos para lograr un acondicionamiento físico aceptable, son construcciones fuera de norma donde no existen los requerimientos mínimos que garanticen la calidad y seguridad del asentamiento (Rosas, 2008).

Aunado a todas las deficiencias constructivas de dichas viviendas, estas se encuentran en zonas del país con mayor probabilidad de ocurrencia de eventos sísmicos o mayor amenaza sísmica por lo que aumenta el riesgo sobre este tipo de estructuras representando mayores probabilidades de pérdidas para las personas que habitan en ellas.

Según FUNVISIS (2005) “Los eventos sísmicos representan uno de los mayores riesgos potenciales en Venezuela en cuanto a pérdidas humanas y económicas. En la actualidad, aproximadamente un 80% de la

## **EL PROBLEMA**

población vive en zonas de alta amenaza sísmica, variable que aumenta el nivel de riesgo, haciéndolo cada vez mayor a medida que se eleva el índice demográfico y las inversiones en infraestructura”.

La Ciudad de Caracas se encuentra ubicada en la Cordillera Central, la cual conforma uno de los tres sistemas montañosos donde se ubican las primeras fallas sismogénicas del país. En la actualidad el 18% de la población total de Venezuela se encuentra concentrada en el Área Metropolitana de Caracas (FUNVISIS, 2005).

El barrio Telares de Palo Grande en Noviembre del año 2010 fue una de las zonas más afectadas por las lluvias acaecidas en esas fechas, a raíz del hecho mencionado fue una de las siete zonas declaradas en emergencia por parte del Gobierno Nacional.

La vulnerabilidad del sector ha aumentado dejándolo expuesto ante distintos eventos de la naturaleza, es por esto que la comunidad se encuentra avocada y con un alto interés en la revisión del estado actual de las viviendas que habitan. Asimismo, la tipología del sector es la comúnmente encontrada en los barrios de Caracas; por esta razón y por la importante amenaza sísmica en la Ciudad de Caracas, este escenario representa un panorama ideal para obtener respuestas sobre los posibles efectos que pudieran presentarse sobre un grupo de viviendas populares en un sector del barrio Telares de Palo Grande, debido a la ocurrencia de los terremotos; para ello es necesario clasificar las tipologías constructivas más comunes para así realizar un inventario de las características estructurales, identificar la vulnerabilidad sísmica, desarrollar escenarios de daños y analizar los efectos que pudieran presentarse; para así contribuir con el Programa de Reducción de Riesgos Sísmicos que actualmente impulsa FUNVISIS.

## **EL PROBLEMA**

### **I.2. OBJETIVOS**

#### **I.2.1. Objetivo General**

Analizar los posibles efectos de los terremotos sobre un grupo de viviendas populares en un sector del barrio Telares de Palo Grande. Parroquia Caricuao, Sector Ruiz Pineda, Distrito Capital.

#### **I.2.2. Objetivos Específicos**

1. Realizar un inventario de las características estructurales y sismorresistentes de las viviendas del sector.
2. Caracterizar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas populares inspeccionadas.
3. Simular escenarios de amenaza sísmica a partir de los resultados del Proyecto de Microzonificación de Caracas.
4. Estimar los niveles de riesgo y los posibles efectos de los terremotos sobre el sector del barrio en estudio.
5. Generar lineamientos para un plan de gestión local de riesgo sísmico.

## **EL PROBLEMA**

### **I.3. APORTES**

Este proyecto inicialmente fue impulsado por las condiciones estructurales de las viviendas populares que se presentan en gran magnitud en la ciudad de Caracas, todo a fin de contribuir con un plan de prevención ante eventos sísmicos que pudieran ocurrir y afectar a gran parte de la población. La realización del mismo viene soportada por trabajos que se han realizado previamente en distintos barrios de la ciudad, por diferentes entes y personas, donde se han obtenido resultados que son indispensables para la continuación de este trabajo en particular.

El barrio Telares de Palo Grande es una muestra de las tipologías constructivas de los barrios de Caracas, asimismo fue declarado como zona de emergencia en Noviembre de 2010 por lo que se convierte en el objeto ideal de estudio por tener fácil acceso a la comunidad para realizar la caracterización en sitio necesaria.

De la realización de este trabajo se espera obtener como aporte:

1. La caracterización estructural y sismorresistente de las viviendas populares del barrio Telares de Palo Grande.
2. Planillas de inspección con la recopilación de información de las estructuras de una muestra de las viviendas del barrio.
3. Un inventario de viviendas populares del barrio basado en SIG.
4. Mapas temáticos que representen la vulnerabilidad y riesgo sísmico de un sector del barrio.
5. Lineamientos para un plan de gestión de riesgo sísmico, desde un punto de vista estructural y no estructural.

## MARCO TEÓRICO

### CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

#### II.1. BASES TEÓRICAS

##### II.1.1. Vivienda Popular

Las viviendas populares son aquellas que comúnmente están conformadas por paredes de bloques de concreto u arcilla en su mayoría de 15 cm de espesor aunque estos pueden variar entre 10 y 20 cm, las mismas pueden o no estar frisadas, confinadas por elementos horizontales y verticales, tales como machones y vigas de corona usualmente del mismo espesor que la pared, o simplemente sin confinamiento. En la práctica común se suele utilizar un sistema mixto, es decir, que incluya ambas tipologías en diferentes niveles e incluso en un mismo piso; en menor proporción se encuentran viviendas con columnas y vigas con las dimensiones mínimas por norma. Con respecto a las losas típicas que se utilizan frecuentemente son de tabelones que consta de bloques planos de arcilla trabados en perfiles de acero, aunque también es posible encontrar en menor proporción, losa maciza y nervada. (FUNVISIS, 2009 b)

Estas viviendas están construidas en su mayoría con más de dos pisos, son discontinuas a lo largo del recorrido vertical, debido a su construcción progresiva, pero en algunos se observa similitud entre pisos. Los servicios básicos se resumen a un drenaje de aguas servidas que descarga a la cloaca principal; en la mayoría de los casos las aguas de lluvia descargan directamente sobre el terreno, en el mejor de los casos; generalmente son construidas en montañas por lo que su caracterización con respecto al suelo es construcción en ladera de montaña, pueden o no estar adosadas al terreno o a otra vivienda o estructura, esto dependerá básicamente del lugar en donde se construya, entre otros factores.

## **MARCO TEÓRICO**

Una definición resumida de vivienda popular “es aquella edificación donde predomina la situación irregular de la ocupación del suelo, la informalidad en las técnicas empleadas para autoconstrucción de la vivienda y la auto-provisión de servicios básicos” (Pérez-Foguet, 2005).

### **II.1.2 Tipologías Constructivas de las Viviendas Populares.**

#### **II.1.2.1 Estructura de Mampostería Confinada.**

Son viviendas construidas con mampostería, bloques de arcilla y/o concreto y cemento, confinada con machones y vigas de corona de concreto en la mayoría de los casos, aunque en menor cantidad se hacen con perfiles de acero (ver figuras II.1 y II.2). La técnica de construcción utilizada comienza con el trabajo de abertura de la zanja en el terreno para así presentar la viga de riostra, luego se procede a levantar las paredes de bloque con una separación promedio de 3 metros para cada machón. Para el vaciado de cada machón, se procede al armado y encofrado, en dos caras, en los espacios dejados en cada tramo de pared, lo cual hace que los machones sean típicamente del mismo ancho de la pared y que la mampostería quede trabada en los machones favoreciendo el confinamiento. Esta es la tipología predominante en la construcción que se realiza en los barrios, aunque se cuestiona el efectivo confinamiento debido a la ausencia de vigas de corona en algunos casos y a la separación de machones en otros.



## MARCO TEÓRICO



Figura II.1. Ejemplo de Mampostería Confinada.  
Fuente: Propia.

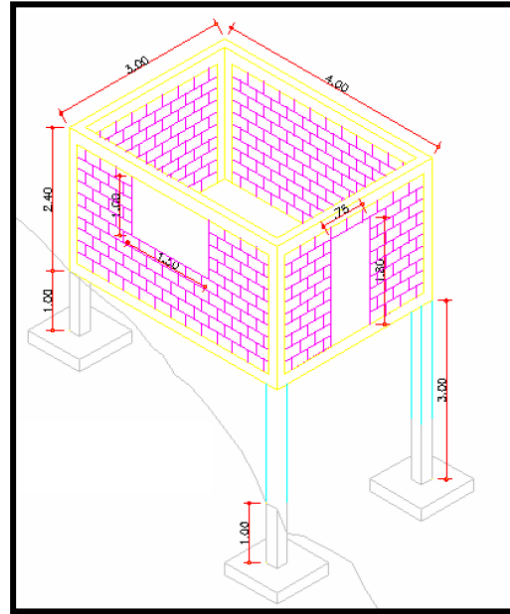


Figura II.2. Mampostería Confinada  
Fuente: Primer Informe Anual FUNVISIS  
2008-2009.

### II.1.2.2. Estructura Aporticada de concreto con paredes de relleno.

Las estructuras aporticadas de concreto y paredes de relleno, es decir columnas y vigas de concreto edificadas en los barrios, corresponden a viviendas de más de un piso con fundaciones de tipo zapata de dimensiones generalmente de 0,80 x 0,80 m, posteriormente se construyen las columnas, vigas y finalmente paredes de bloques como relleno (ver figuras II.3 y II.4). La profundidad de la fundación depende directamente del número de pisos estimado por el constructor en forma empírica (Rosas, 2008). Generalmente se diferencian de los pórticos de concreto de la construcción normal por sus características constructivas, baja calidad de los materiales y menor colocación de acero de refuerzo transversal y longitudinal.

## MARCO TEÓRICO



Figura II.3. Ejemplo de Estructura Aporticada con paredes de relleno.  
Fuente: Propia

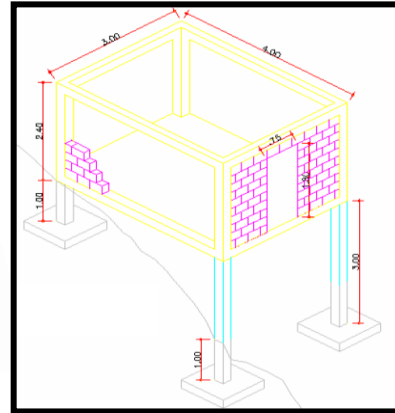


Figura II. 4. Estructura Aporticada con paredes de relleno.  
Fuente: Primer Informe Anual FUNVISIS 2008-2009.

### II.1.2.3. Estructura de Mampostería Sin Confinar.

Son viviendas de mampostería en las cuales no se incorporan elementos de confinamiento, sólo se traban las paredes de bloque en las esquinas, presentan paredes con dimensiones que alcanzan una medida promedio de 3 metros, usualmente son construidas con losa de piso de cemento sobre la cual se apoyan las paredes de bloque. (ver figuras II.5 y II.6)



Figura II.5. Ejemplo de Mampostería Sin Confinar.  
Fuente: Propia.

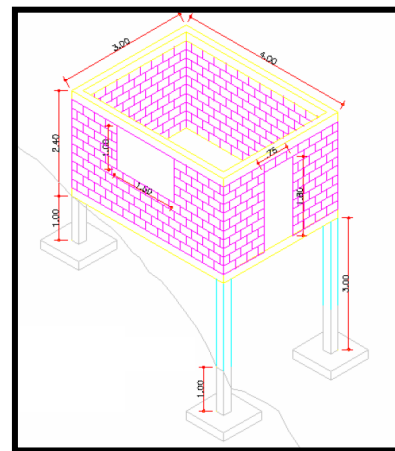


Figura II.6. Mampostería Sin Confinar.  
Fuente: Primer Informe Anual FUNVISIS 2008-2009.

## MARCO TEÓRICO

### II.1.2.4. Edificaciones construidas combinando mampostería y estructura aporricada de concreto.

En estudios sobre la tipología estructural realizados en los barrios de Caracas (Rosas, 2008), se observa que las columnas de concreto armado conforman edificaciones de varios pisos. En algunos casos tienen anchuras relativamente semejantes a los machones de concreto armado de la mampostería, también se observan columnas que tienen dimensiones que hasta duplican el ancho de los machones junto con la función de refuerzo estructural de la pared de mampostería. Además de los pórticos de concreto, las paredes en mampostería enmarcadas dentro de las vigas y columnas siempre reciben las cargas de los pisos enlosados y techos de más arriba.



Figura II.7. Ejemplo de Edificaciones construidas combinando mampostería y pórticos de concreto.  
Fuente: Propia

Por trabajos previos Rosas (2008) se conoce que las dimensiones comúnmente encontradas son:

Tabla II.1. Dimensiones típicas de machones.

Fuente: “Clasificación Tipológica de Estructuras existentes en la Viviendas Autoproducidas en Barrios Urbanos”, Rosas (2008).

MACHONES
15x20 cm, s/i del acero longitudinal y refuerzo transversal. s/i: sin información
15x20 cm (segundo piso), de concreto armado, con cabillas de 4 $\varnothing$ 1/2 y ligaduras s/i.
15x30 cm (cuarto piso), de concreto armado, con cabillas de 4 $\varnothing$ 1/2 y ligaduras s/i.

## MARCO TEÓRICO

Tabla II.2. Dimensiones típicas de vigas.

Fuente: "Clasificación Tipológica de Estructuras existentes en la Viviendas Autoproducidas en Barrios Urbanos", Rosas (2008).

VIGAS DE RIOSTRA	VIGAS DE CARGA	VIGAS DE CORONA
30x30 cm	30x30 cm	15x25 cm
20x25 cm	30x25 cm	30x25 cm
40x40 cm	30x15 cm	25x15 cm
	25x25 cm	30x25 cm

Tabla II.3. Dimensiones típicas de columnas.

Fuente: "Clasificación Tipológica de Estructuras existentes en la Viviendas Autoproducidas en Barrios Urbanos", Rosas (2008).

COLUMNAS
30x30 cm, de concreto armado, con cabillas de 4 $\varnothing$ 1/2 y ligaduras cada 0,15 m ó a 0,20 m de $\varnothing$ 1/4".
30x25 cm, de concreto armado, con cabillas de 4 $\varnothing$ 3/8 y ligaduras cada 0,20 m de $\varnothing$ 1/4".
30x20 cm, de concreto armado, con cabillas de 4 $\varnothing$ 3/8 y ligaduras cada 0,20 m de $\varnothing$ 1/4".
25x25 cm, de concreto armado, con cabillas 4 de $\varnothing$ 1/2 y ligaduras cada 0,20 m de $\varnothing$ 1/4".
20x20 cm, de concreto armado, con cabillas de 4 $\varnothing$ 1/2 y ligaduras cada 0,20 m de $\varnothing$ 1/4".

En algunas de las edificaciones estudiadas las vigas tienen luces de 3 a 5 metros, en otras las separaciones entre las columnas son de 3,45 a 4,20 metros y la altura es de 2,60 metros.

Los cerramientos y acabados típicos son los siguientes:

- Bloques de arcilla tanto para paredes externas (15 cm) como internas (10 cm).
- El revestimiento interno de las paredes es frisado y pintado.
- El revestimiento externo rara vez muestra paredes con friso y pintura.

Circulación Vertical:

## MARCO TEÓRICO

La circulación vertical de las viviendas, son las escaleras en donde algunas son de concreto y otras de perfiles metálicos con tabelones o chapas metálicas rectas o forma de caracol.

### II.1.3. Sismo.

Es una liberación súbita de energía que se produce en el interior de la tierra y que puede ocasionar daños considerables debido a las ondas elásticas que se propagan desde el foco hasta cualquier parte de la superficie.

La corteza terrestre está formada por siete grandes placas y otras más pequeñas, conocidas como placas tectónicas, las placas no están inmóviles, ellas se mueven anualmente entre 1 y 7 cm, en distintos sentidos, incluso sentidos opuestos. Los terremotos son producidos por este movimiento de placas, cuando este movimiento provoca tensiones hasta llegar a un punto donde la resistencia del material no lo soporta y se rompe. Esta rotura (falla) genera una liberación de energía en un punto (hipocentro), que tiene una proyección en la superficie terrestre (epicentro), generando ondas que se propagan en todas direcciones, sacudiendo el terreno y produciendo así el sismo (González, 2010).

#### II.1.3.1. Fallas

Las fallas son fracturas en la corteza a lo largo de las cuales han tenido lugar un desplazamiento. Las fallas se clasifican en tres tipos según sea la dirección del desplazamiento de las rocas que cortan (González, 2010):

- *Falla Normal*: Esta falla se genera por tensión, el movimiento es vertical respecto al plano de falla, generalmente. El bloque que se desplaza hacia abajo se le denomina “bloque de techo”, si se

## MARCO TEÓRICO

levanta se le llama “bloque de muro”, comúnmente se refleja como un alargamiento de la corteza.

- *Falla Inversa*: Esta falla se genera por compresión, también llamada cabalgamientos, presenta un desplazamiento vertical como la falla normal, pero a diferencia de este el bloque de techo se desplaza hacia arriba con respecto al bloque de muro, reflejan un acortamiento de la corteza.
- *Falla Transcurrente*: Son fallas verticales y de movimiento horizontal de bloques, típica de límites de placas tectónicas transformantes. Hay dos tipos de fallas transcurrentes, sinistral y dextral; la falla dextral es donde el movimiento relativo de los bloques es hacia la derecha y el sinistral es hacia la izquierda.

### II.1.3.2. Ondas Sísmicas

Cuando se produce la rotura de la roca se generan ondas que se propagan por el interior y por la superficie terrestre. Existen tres tipos de ondas, las ondas P, consiste en la transmisión de compresiones y dilataciones de la roca, similar a la propagación del sonido; las ondas S, consiste en la propagación de las ondas de cizalla, las partículas se mueven en dirección perpendicular a la dirección de propagación de la perturbación; por último quedan las ondas superficiales, se propagan por las capas más superficiales de la Tierra

### II.1.3.3. Magnitud e intensidad sísmicas.

La magnitud es una medida del tamaño del terremoto. Es indicador de la energía que ha liberado, independiente del procedimiento empleado para medirla y del punto donde se tome la lectura.

## MARCO TEÓRICO

La intensidad, es una medida de los efectos que produce el terremoto sobre las personas, objetos, construcciones y el terreno. La intensidad es distinta en cada lugar ya que varía con la distancia al epicentro del terremoto, la intensidad será por lo general mayor cuanto más cerca esté del epicentro e irá disminuyendo hasta llegar a un punto que no sea percibido (González, 2010).

### II.1.3.4. Fenómenos asociados a los terremotos.

Los efectos sísmicos locales pueden dar lugar a efectos inducidos, siendo los más importantes la licuefacción, los deslizamientos, los asentamientos diferenciales y los efectos indirectos (González, 2010).

- Licuefacción, es el proceso de pérdida de resistencia de ciertos tipos de suelos, que están saturados en agua y cuando son sometidos a la sacudida de un terremoto fluyen como un líquido a causa de un aumento de la presión de poros. La pérdida de resistencia del suelo hace que las estructuras sean incapaces de mantenerse estables y sean arrastradas sobre las masas de suelo líquido. La licuefacción se ha observado principalmente en lugares cercanos a ríos, bahías, mares, etc, donde se encuentran terrenos poco consolidados como arenas, limos, suelos arcillosos, etc.

- Deslizamientos de tierra, en condiciones normales los terrenos son estables, pero al estar sometidos a la acción de la carga sísmica pierden su estabilidad produciéndose un arrastre del suelo que puede ser lento y progresivo o rápido. Que se produzca un deslizamiento en una pendiente durante un sismo depende de los materiales de la ladera, de la geometría de la pendiente, de las condiciones del nivel freático y del tamaño del terremoto.

## MARCO TEÓRICO

- Asentamientos diferenciales en el suelo, ocurren fundamentalmente en terrenos sueltos y con gran cantidad de agua.

### II.1.4. Vulnerabilidad Sísmica.

Según Barbat y Pujades (2004) el marco conceptual de la vulnerabilidad surgió de la experiencia humana en situaciones en que la propia vida diaria era difícil de distinguir de un desastre. La gran mayoría de las veces existían condiciones extremas que hacían realmente frágil el desempeño de ciertos grupos sociales, las cuales dependían del nivel de desarrollo alcanzado, así como también de la planificación de ese desarrollo. Se empezó a identificar entonces en los grupos sociales la vulnerabilidad, entendida como la reducción de la capacidad para adaptarse a determinadas circunstancias. Dicha vulnerabilidad ha sido definida de diferentes maneras, entre las que se puede citar la siguiente: Grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos en riesgo como resultado de la probable ocurrencia de un suceso desastroso, expresada en una escala desde 0 (sin daño) a 1 (pérdida total).

La misma también se puede definir como un conjunto de parámetros capaz de predecir el tipo de daño estructural, el modo de falla y la capacidad resistente de una estructura bajo unas condiciones probables de sismo. La vulnerabilidad sísmica solo depende del edificio de estudio.

La vulnerabilidad de los elementos expuestos (edificaciones, líneas vitales, población) representa la afectación frente a la amenaza, es decir que un elemento con vulnerabilidad baja es capaz de resistir altos niveles de amenaza, en cambio un elemento con vulnerabilidad alta tiene poca resistencia para absorber la demanda de la amenaza, por lo que puede sufrir daños fácilmente.



## MARCO TEÓRICO

### II.1.4.1. Vulnerabilidad Sísmica del Área Metropolitana de Caracas.

Según Cilento (2000) “Las áreas metropolitanas y mega ciudades del mundo en desarrollo representan el mayor potencial de pérdidas humanas, de pérdidas patrimoniales, de pérdida de insumos productivos, de infraestructura y de capacidad de producción, en el caso de un desastre natural”. En el Área Metropolitana de Caracas “Una emergencia producto de un sismo, seguramente afectará a toda la ciudad, independientemente del municipio o repartición local en la que sus efectos hubiesen producido un mayor impacto”. “La mezcla de pobreza y fallas de gobernabilidad es un acelerador de los factores de riesgo en la vida cotidiana de los ciudadanos”.

La mayor parte de los asentamientos urbanos venezolanos, la población y el empleo, están ubicados en la franja andino-centro-norte costera, y en el área metropolitana, que para el año 1993, la población que habita en barrios alcanzaba un 41,5% de la población total, casi el triple que cuando ocurrió el terremoto de 1967. Mientras la población total de Caracas se incrementó en un 300% entre los años 1950 y 1990, la población en zonas de viviendas informales aumentó, en el mismo lapso, un 878%. Por lo tanto, este incremento desproporcionado aumenta la densidad de la población de la región capital y consecuentemente produce un proceso acelerado de crecimiento de los riesgos (Cilento, 2000).

### II.1.5. Amenaza Sísmica

El concepto de amenaza se refiere a un peligro latente o factor de riesgo externo de un sistema expuesto que se puede expresar matemáticamente como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un suceso con una cierta intensidad, en un sitio específico y en un período de tiempo determinado.

La amenaza es descrita a partir del conocimiento de la probabilidad que un sismo exceda cierta intensidad, magnitud dada o aceleración

## MARCO TEÓRICO

escogida en el lugar donde se encuentra la estructura de estudio (Mebarki y Valencia, 2003).

### II.1.5.1 Zonificación sísmica

Venezuela se encuentra ligada a un contexto geodinámico complejo producto de la interacción entre la placa Caribe y la Suramericana, el movimiento de la placa Caribe hacia el este con respecto a la Suramericana produce una actividad sísmica significativa.

La zona de contacto entre la placa del Caribe y la placa Suramericana está conformada por tres sistemas de fallas principales, cuyo ancho promedio es 100 km. Estas fallas son la de Boconó (Los Andes), San Sebastián (Cordillera de la Costa) y El Pilar (Oriente), y son las causantes de los eventos más severos que han ocurrido en el territorio nacional. Además, existen otros accidentes activos menores (Oca Ancón, Valera, La Victoria, entre otros), capaces de producir sismos importantes como los ocurridos en Churuguara, estado Falcón, durante los años 1964, 1966, 1970, 1976, 1980, 1986, 1990, entre otros.

En resumen, en estas zonas de Venezuela siempre existe la posibilidad de que en cualquier momento se presente un terremoto; por esta razón se deben tomar medidas que contribuyan a preservar nuestra vida y bienes.

La zonificación de la Norma COVENIN 1756-2001 nos indica ocho zonas desde la 0 a la 7, donde la 0 es la de menor amenaza y la 7 la de mayor. Caracas y otras ciudades importantes se encuentran en la zona 5, asociada a un coeficiente de aceleración horizontal del terreno  $A_0 = 0,30g$ .

## MARCO TEÓRICO

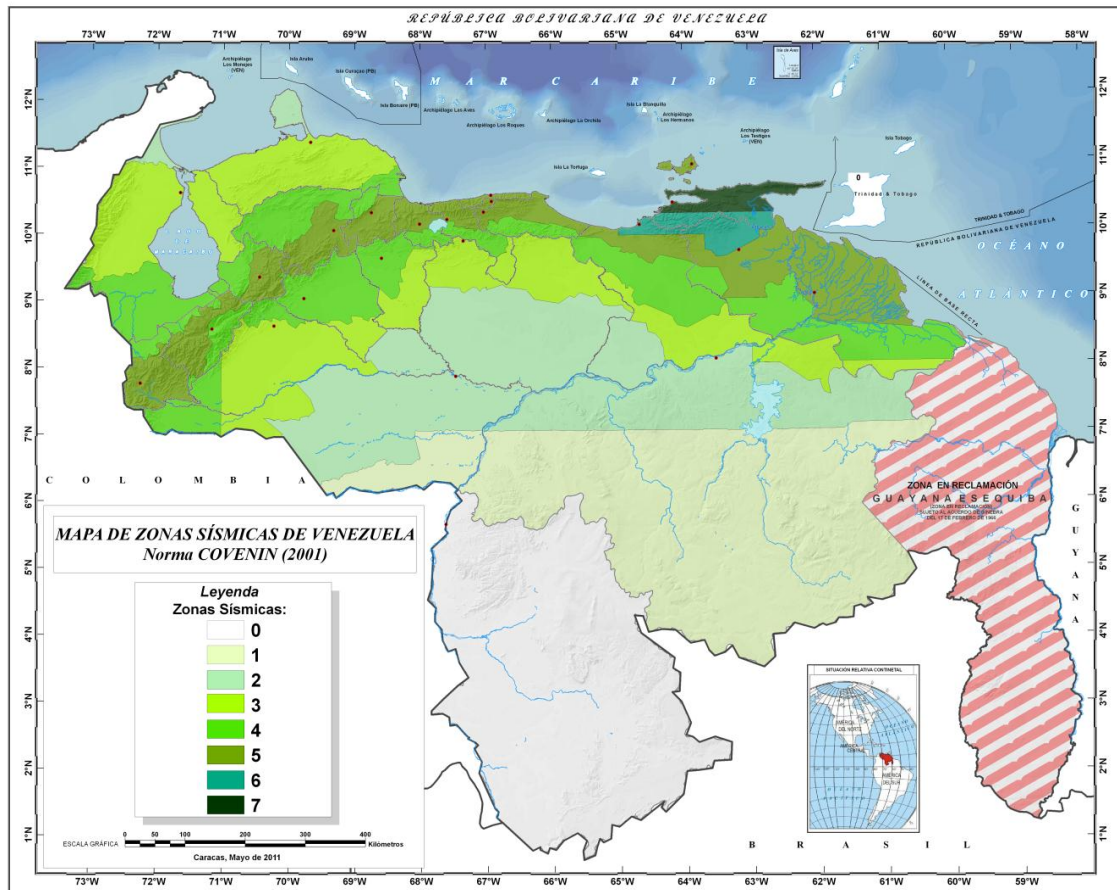


Figura II.8. Mapa de zonificación sísmica.  
Fuente: Norma COVENIN 1756-2001 (FUNVISIS, 2009).

### II.1.6. Riesgo sísmico.

Se define como el daño potencial que sobre la población y sus bienes, la infraestructura, el ambiente y la economía pública y privada, pueda causarse por la ocurrencia de un evento sísmico. El riesgo sísmico es función del nivel de amenaza sísmica del sitio, la vulnerabilidad de construcciones y la capacidad de respuesta de la población e instituciones (FOPAE, s.f.)

Para estimar el riesgo es necesario tener en cuenta, desde un punto de vista multidisciplinario, no solamente el daño físico esperado, el número

## MARCO TEÓRICO

de víctimas o las pérdidas económicas, sino también factores sociales, organizacionales e institucionales, relacionados con el desarrollo de las comunidades (FOPAE, s.f.)

### II.1.6.1. Riesgos y fragilidades de las construcciones de viviendas populares.

Según Rosas (2008); “Las edificaciones en los barrios se han hecho por partes, poco a poco, piso por piso, atendiendo a la astucia, ingenio y capacidades de sus autoconstructores, quienes se han atrevido a desafiar el empleo de los materiales y las técnicas constructivas disponibles para dar respuesta a las demandas de espacio, al soporte y al crecimiento de las viviendas. De esta forma, las construcciones en los barrios muestran, las bondades del esfuerzo, la voluntad y el trabajo persistente de sus hacedores para procurarse alojamiento necesario, pero a la vez muestran las carencias y errores que las hacen vulnerables, tal vez muchas de ellas estén en peligro de derrumbarse frente a cualquier eventualidad sísmica”.

En este tipo de vivienda, generalmente se observan distintos usos de tipologías constructivas generando una combinación desfavorable de las mismas bien sea de un piso a otro o en un mismo piso. Características como espacio, densidad de población, sistema constructivo, materiales usados, dimensiones de los elementos tanto estructurales como no estructurales, acero de refuerzo tanto transversal como longitudinal, adosamiento, inclinación de talud y desniveles, generalmente son determinantes en el incremento de la vulnerabilidad y el riesgo sísmico de las mismas.

### II.1.7. Sistema de Información Geográfica (SIG).

Es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada

## MARCO TEÓRICO

con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión. También puede definirse como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre y construido para satisfacer unas necesidades concretas de información. En el sentido más estricto, es cualquier sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada. En un sentido más genérico, los SIG son herramientas que permiten a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones. Constituyen una herramienta innovadora para manipular la información espacial georeferenciada en las organizaciones (FONEP, 2008).

La tecnología de los Sistemas de Información Geográfica puede ser utilizada para investigaciones científicas, tal como en este caso para la implementación de una planificación que busca contribuir con un Programa de Reducción de Riesgos Sísmico.

El SIG funciona como una base de datos con información geográfica que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos e inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía.

Los principales elementos que puede resolver un Sistema de Información Geográfica, ordenadas de menor a mayor complejidad, son:

1. Localización: preguntar por las características de un lugar concreto.
2. Condición: el cumplimiento o no de condiciones impuestas al sistema.
3. Tendencia: comparación entre situaciones temporales o espaciales distintas de alguna característica.
4. Rutas: cálculo de rutas óptimas entre dos o más puntos.
5. Pautas: detección de pautas espaciales.

## **MARCO TEÓRICO**

6. Modelos: generación de modelos a partir de fenómenos o actuaciones simuladas.

Por ser tan versátiles, el campo de aplicación de los Sistemas de Información Geográfica es muy amplio, pudiendo utilizarse en la mayoría de las actividades con un componente espacial. La profunda revolución que han provocado las nuevas tecnologías ha incidido de manera decisiva en su evolución.

## MARCO TEÓRICO

### II.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

#### II.2.1. Antecedentes Sísmicos

La historia sísmica de este país revela que a lo largo del período 1530-2002 han ocurrido más de 137 eventos sísmicos que han causado algún tipo de daño en poblaciones venezolanas (FUNVISIS, 2002). Entre ellos se tienen los siguientes:

- 1ero. de septiembre de 1530. En Nueva Toledo (Cumaná), al oriente de la costa venezolana, un movimiento sísmico destruyó buena parte de la fortaleza allí construida y viviendas de los habitantes del área.
- 3 de febrero de 1610. En La Grita, estado Táchira y el valle de Bailadores, estado Mérida.
- 11 de junio de 1641. Este terremoto arruinó la primera ciudad de Cúa, afectó a Caracas donde cayeron iglesias y otras edificaciones.
- 16 de enero de 1644. Causó estragos en diversas localidades de la cordillera andina.
- 21 de octubre de 1766. “Por la extensión de su área sentida y la duración de las réplicas este es, probablemente, el terremoto de mayor magnitud que haya afectado el nororiente de Venezuela. Guarenas, Caracas, Isla de Margarita y Trinidad. En el río Orinoco desaparecieron islas.
- 26 de marzo de 1812. Afectó severamente localidades muy distantes como Mérida, Barquisimeto, San Felipe y Caracas, con un elevado número de víctimas, en total unas 17.000. Hoy se reconoce que fueron varios terremotos.
- 15 de julio de 1853. Sismo destructor en Cumaná. El número de víctimas pudo llegar a 4.000.
- 12 de abril de 1878. Sismo destructor al sur de Caracas que arruinó la localidad de Cúa.

## MARCO TEÓRICO

- 28 de abril de 1894. Gran terremoto de los Andes venezolanos.
- 29 de octubre de 1900. Este sismo afectó a Macuto, Naiguatá, Guatire, Higuerote, Caracas, entre otros.
- 17 de enero de 1929. Terremoto destructor de Cumaná que dejó la ciudad llena de escombros.
- 14 de marzo de 1932. En la Grita, Tovar, El Cobre, Seboruco, Pregonero, Rubio entre otros.
- 3 de agosto de 1950. Terremoto de El Tocuyo, que afectó numerosas localidades del estado Lara. Probablemente asociado a la falla de Boconó.
- 29 de julio de 1967. Este evento ocasionó daños importantes en Caraballeda, Caracas y el litoral central. Las consecuencias de este sismo han sido trascendentales en la ingeniería estructural venezolana. La ruina total de 4 edificios de 10-12 niveles, construidos entre 1962-1966, la ruina parcial de otros edificios de altura semejante (algunos de los cuales fueron demolidos), el colapso de algunas edificaciones de menor altura en el área de Caraballeda y los efectos locales del terreno en el valle de Caracas e inmediaciones, constituyeron evidencias y experiencias novísimas en la ingeniería sismorresistente.
- 18 de octubre de 1981. Sismo en la zona fronteriza Colombo-Venezolana que ocasionó daños en San Antonio del Táchira, Ureña, Cúcuta y otros poblados.
- 9 de julio de 1997. Los estados más afectados en Venezuela fueron Sucre, Anzoátegui y Monagas, siendo también sentido en las islas de Trinidad y Tobago. Los daños mayores se concentraron en la población de Cariaco y en Cumaná, capital del estado Sucre. Colapsaron 4 edificios escolares, entre otros.



## MARCO TEÓRICO

Entre los sismos más recientes, destacan:

- 5 de abril de 2009. Sismo de magnitud  $M_w = 4,3$  grados, con epicentro a 17 kilómetros del noroeste de La Guaira del Edo. Vargas y con una profundidad de 1,5 kilómetros, no produjo daño materiales.
- 4 de mayo de 2009. Una serie de sismos de magnitud  $M_w = 5,4, 4,0$  y  $4,3$  grados respectivamente, asociados a la Falla de La Victoria, con epicentros entre 13 y 17 km al suroeste de la ciudad de Los Teques y con unas profundidades de alrededor de 3,5 kilómetros, no se reportaron daños materiales .
- 12 de septiembre de 2009. Sismo de magnitud  $M_w = 6,4$ , cuyo epicentro fue a 28 kilómetros en el oeste de Morón, Edo. Carabobo con una profundidad de 15,9 kilómetros. Afectó diferentes ciudades del centro occidente del país, Puerto Cabello, Valencia, Maracay, Caracas, Barquisimeto, San Felipe, Maracaibo, Coro, Estado Vargas y Punto Fijo, reportándose 16 heridos y varios daños materiales en las poblaciones costeras de Tucacas y Chichiriviche, entre ellos algunas instalaciones hoteleras y turísticas, con daño moderado y severo.

### II.2.2. Deslizamientos Ocurridos.

En Noviembre del año 2010 el barrio Telares de Palo Grande resultó gravemente afectado por las lluvias que generaron deslizamientos en el sector, FUNVISIS realizó inspecciones a la zona afectada a fin de identificar y cartografiar todas las deformaciones superficiales generadas por el deslizamiento, el cual afectó severamente a varias viviendas del sector comprometiendo su estabilidad, en la primera inspección realizada en el sitio se llegaron a varias conclusiones, una de ellas es la posibilidad de un deslizamiento del tipo rotación, del cual se desconoce la profundidad de la superficie de despegue del material. Este movimiento actualmente se

## **MARCO TEÓRICO**

encuentra activo y se desconoce el material que conforma la masa deslizada.

También se propuso un seguimiento de comportamiento a corto plazo de las áreas inestables visitadas, a fin de prevenir una extensión del área afectada, cuya seguridad no se encuentra comprometida para ese momento, se recomendó el desalojo y demolición de algunas de las viviendas del sector así como también la revisión de tuberías de aguas blancas y cloacas del sector a fin de corregir posibles fugas que afectan directamente la estabilidad del terreno.

## **MARCO TEÓRICO**

### **II.3. BASES LEGALES**

#### **II.3.1. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (2000).**

En el artículo 82 correspondiente al Capítulo V “De los derechos sociales y la familia” establece que: “Toda persona tiene derecho a una vivienda adecuada, segura, cómoda, higiénicas, con servicios básicos esenciales que incluyan un hábitat que humanice las relaciones familiares, vecinales y comunitarias”.

#### **II.3.2. Ley del Régimen Prestacional de Vivienda y Hábitat (2005).**

Se establece en el artículo 13 que la vivienda debe ser segura desde el punto de vista ambiental, social y estructural constructivo, con todos los servicios de infraestructura y urbanismo.

#### **II.3.3. Ley de Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos (2009).**

Esta Ley tiene por objeto conformar y regular la gestión integral de riesgos socionaturales y tecnológicos, estableciendo los principios rectores y lineamientos que orientan la política nacional hacia la armónica ejecución de las competencias concurrentes del Poder Público Nacional, Estatal y Municipal en materia de gestión integral de riesgos socionaturales y tecnológicos.

#### **II.3.4. Normas Venezolanas (FONDONORMA-COVENIN)**

##### **II.3.4.1. FONDONORMA 1753-2006.**

Establece los requisitos mínimos para el proyecto y ejecución de cualquier estructura de concreto armado para edificaciones que se proyecte o construya en el territorio nacional.

## MARCO TEÓRICO

### **II.3.4.2. COVENIN 1756-2001.**

Establece los criterios de análisis y diseño para edificaciones situadas en zonas donde pueden ocurrir movimientos sísmicos, con el objeto de proteger vidas y aminorar los daños esperados en las edificaciones.

### **II.3.4.3. COVENIN 2002-1988.**

Esta norma establece los criterios y requisitos mínimos de las acciones a considerar en el proyecto, fabricación, montaje y construcción de las edificaciones que se ejecuten en el territorio nacional. Se aplicarán en las edificaciones nuevas como en la modificación, ampliación, refuerzo, reparación y demolición de las edificaciones existentes.

### **II.3.4.4. COVENIN 3661-2001.**

Establece la definición de términos que se derivan de la Gestión de riesgos, emergencias y desastres.

### **II.3.4.5. COVENIN 3810-2003.**

Establece los lineamientos generales y los elementos necesarios para la realización de simulacros en cualquier edificación pública o privada.

### **II.3.6. Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de mampostería (México, 2004).**

Tiene como objeto establecer los criterios para el diseño y la construcción de estructuras de mampostería en México, representa una de las referencias Latinoamericanas más completa en términos de normativas para este tipo de edificaciones.

## MARCO TEÓRICO

### II.4. BASES METODOLÓGICAS

#### II.4.1. Estudios En Mampostería Estructural (López et al, 1986)

Este artículo define que la construcción de viviendas en las zonas marginales del país generalmente son construidas a base de un sistema estructural de muros portantes hechos a base de bloques de arcilla cocida o concreto unidos con mortero, además se construyen con un uso inadecuado de los materiales, donde este tipo de edificaciones sino están bien diseñadas son vulnerables ante la ocurrencia de eventos sísmicos.

También señala que debido a la crisis habitacional en esa época este tema ha generado interés por el sector formal por su facilidad autoconstructiva, aunque en el país no existen especificaciones de análisis y diseño que incorpore la mampostería como un sistema estructural formal.

El trabajo presenta las experiencias y avances dentro del proyecto de Mampostería Estructural desarrollado por el IMME con la participación de estudiantes; el proyecto tiene por objetivo racionalizar el diseño y construcción de edificaciones de mampostería que abaratarían costos en la industria constructiva y ayudaría a la solución del problema habitacional que reina desde esa época en el país.

Se definen las edificaciones de mampostería como construcciones donde los elementos portantes son los muros de mampostería, donde se estudiará la mampostería realizada con piezas artificiales de arcilla cocida unidas con mortero.

Las primeras Normas de Diseño datan de 1939 donde se contemplaban como materiales de construcción una gama muy diversa incluidos los ladrillos y el concreto, donde el auge del concreto aun no era notorio en el país, en las normas siguientes de 1945, 1947 y 1955 incluían capítulos especiales de construcción con ladrillos, incluso en la norma de 1955 eran más rigurosos con la preparación del mortero, la colocación de

## MARCO TEÓRICO

refuerzo horizontal y vertical dentro del muro y la ubicación de los machones en zonas sísmicas más severas, aunque no había diferencias en las magnitudes de las fuerzas sísmicas para el diseño de edificios de mampostería, aporricados de concreto o de acero.

La norma de 1955 es la última norma conocida del país que mencione la mampostería como un sistema formal de construcción y aún ella no consideraba algunos factores importantes cuando estas edificaciones están expuestas a la acción sísmica.

Para el año de la publicación, 1986, ya el Área Metropolitana de Caracas estaba representada por una cuarta parte de la totalidad de la población de Venezuela por lo que se evidenciaba el desarrollo de la vivienda informal producto de la migración de los habitantes del interior, construida inicialmente con materiales de desecho para en un futuro asentarse y ser a base de muros portantes de bloques de arcilla en su mayoría, o de concreto.

El déficit habitacional para el momento era de 1,25 millones de unidades de vivienda, donde el 50% de la población vivía en viviendas autoconstruidas.

El proyecto involucra la actualización de la norma de 1955, que fue la última conocida para implementar la mampostería como sistema constructivo, involucrando el análisis, diseño y construcción de las mismas y el desarrollo de medios de divulgación como manuales de autoconstrucción.

La realización de estudios de las propiedades básicas de las piezas y del mortero, la caracterización estructural de las viviendas marginales del país, identificación y estudio de la producción de materiales necesario para la construcción, propiedades de la unión pieza mortero, estudios de la resistencia a corte, a compresión, ante cargas laterales alternantes de la mampostería, influencia de los detalles constructivos, desarrollo de herramientas computacionales para el modelaje de la mampostería,

## MARCO TEÓRICO

evaluación completa de viviendas de mampostería, especificaciones normativas para el análisis, diseño y construcción de edificaciones de mampostería y cartillas de divulgación popular en conjunto con talleres y seminarios para reforzar el conocimiento para una implementación eficaz.

Presenta los avances en el proyecto, clasificándolos por actividad y resultado más importante, las actividades son: identificación de las características estructurales de viviendas en el sector informal de la construcción, y evaluación de procedimientos de autoconstrucción; propiedades básicas de las piezas y el mortero; la adherencia piezas-mortero; la resistencia de muros de mampostería a cargas verticales; la resistencia de muros de mampostería a cargas laterales y modelos analíticos de la mampostería.

### **II.4.2. Proyecto Ávila: Diagnóstico de la vulnerabilidad urbano. Franja urbanizada ubicada en la cuenca norte del Rio Guaire (IGVSB, 2002).**

Fue un proyecto coordinado por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar, donde se estudió la vulnerabilidad urbana, orientado a definir cuáles son los sectores de la Ciudad de Caracas más susceptibles frente a las amenazas dependiendo de las características del espacio construido.

En general es un estudio descriptivo, donde se tomaron variables consideradas tanto nacional como internacionalmente que definen la vulnerabilidad de las instalaciones, sistemas urbanos y población en una ciudad como Caracas, con este proyecto se pretendió complementar los estudios de amenazas ambientales de origen natural y producir mapas integrales de riesgo.

El estudio se realizó en el Norte del Valle de Caracas, definiéndose por la franja piemontina de la Serranía del Ávila, entre la avenida Boyacá y la zona urbanizada por el norte y el río Guaire por el sur y entre las divisorias

## MARCO TEÓRICO

de agua de las cuencas de los ríos Caurimare por el este y Caroata por el oeste, siendo así un área de estudio de 4370 hectáreas.

En este trabajo la vulnerabilidad está definida básicamente por las variables sísmicas e hidrometeorológicas, específicamente la vulnerabilidad asociada a edificaciones, uso del terreno, población, sistema vial, tiempo, sistema eléctrico, telefónico, de gas y de acueducto.

Cada característica está definida por Unidades de Vulnerabilidad Urbana Analizada (UVA.), en el proyecto hay un total de dieciocho (18) de ellas y se representan en la Figura II.9.

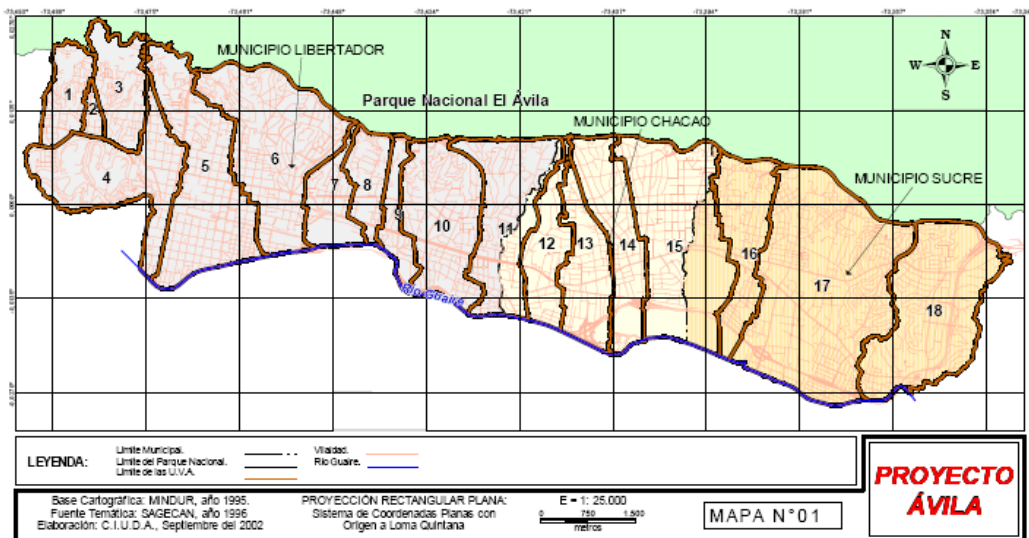


Figura II.9. Unidades de Vulnerabilidad Urbana analizada.

**Fuente:** IGVS, 2002.

El resultado de este proyecto es expresado por cada variable en particular, definiendo cuales UVA's son más vulnerables que otras, se hace énfasis en la falta de información por lo que se trabajó con la disponible en las diferentes fuentes.

Como resultado también se muestran las cantidades asociadas a las variables así como los mapas temáticos que representan las mismas.



**MARCO TEÓRICO**

**II.4.3. Vulnerabilidad sísmica de construcciones informales en mampostería: riesgos sísmicos y mapas SIG (Mebarki y Valencia, 2003)**

Este método se basa en criterios: mecánicos, materiales y dimensiones; susceptibilidad de resistencia del suelo o deslizamiento del terreno; mantenimiento, calidad de la obra o conocimientos técnicos.

Cada uno de estos parámetros explicativos es afectado por un peso, obtenido a partir de bases intuitivas o de un ingeniero experto. Esta elección padece de una falta de rigor o de una base teórica. El índice de vulnerabilidad es obtenido como una suma ponderada de parámetros que intervienen en la resistencia de la estructura.

Tabla II.4: Parámetros y pesos para el método de Benedetti  
Fuente: Mebarki y Valencia. (2003)

Parámetro	$k_i$				$\omega_i$
	D	C	B	A	
1. Estado de conservación	45	25	5	0	1.0
2. pendiente del terreno y fundaciones del edificio	45	25	5	0	0.75
3. resistencia convencional	45	25	5	0	1.5
4. diafragmas horizontales	45	15	5	0	1.0
5. tipo de techo	45	25	15	0	1.0
6. regularidad en planta	45	25	5	0	0.5
7. regularidad en elevación	45	25	5	0	1.0
8. elementos no estructurales	45	25	0	0	0.25
9. cumplimiento normas de construcción	45	20	5	0	1.0
10. calidad de los materiales	45	25	5	0	0.25
11. distancia máxima entre muros	45	25	5	0	0.25

La medida del nivel de daño de la estructura es indirecta cuando se utiliza el método empírico. Este, se obtiene a través de funciones de vulnerabilidad que relacionan el índice de vulnerabilidad,  $I_v$ , con el nivel de daño sufrido por la estructura, debido a un sismo de intensidad conocida.

**MARCO TEÓRICO**

Se modifica el método de Benedetti para viviendas informales y se implementa lo siguiente:

Tabla II.5. Ejemplo de matriz de identificación I de una edificación informal.  
Fuente: Mebarki y Valencia (2003)

Parámetro	categorias			
	D	C	B	A
1. Numero de pisos	0	0	0	1
2. Año de construcción	0	1	0	0
3. Mantenimiento vivienda	0	0	0	1
4. muros frisados	0	0	0	1
5. pendiente del terreno	0	0	1	0
6. Columnas	0	0	0	1
7. vigas y vigas de corona.	0	0	0	1
8. Techo	1	0	0	0
9. Aberturas	0	0	0	1
10. regularidad en planta	0	1	0	0
11. regularidad en elevación	0	0	0	1
12. Ampliaciones	0	0	0	1
13. Localizacion	0	0	0	1

A cada criterio, le corresponde un solo indicador no nulo entre las categorías A, B, C o D. A cada construcción le corresponde una matriz de identificación única **I**, de dimensión NxM donde N=13 criterios y M=4 categorías. El número de casos posibles, que podría ser analizado, es igual a MN=413 lo que representa una población del orden de 67 millones de casos estructurales diferentes. Este índice normalizado es deducido del índice de vulnerabilidad de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$I_v^* = \frac{I_v}{\sum_{j=1}^{N=13} \text{Max}(k_{j,L})_{L=a,b,c,d} \times \omega_j}$$

La principal debilidad de este método cualitativo reside en el hecho de no poder expresar los índices en términos de probabilidades o frecuencia de falla ni de seguir sus evolución según el nivel de sollicitación sísmica. Tampoco pueden ser confrontados a estadísticas de desastres reales con el fin de actualizar, eventualmente, los valores de “diferentes pesos”

## MARCO TEÓRICO

correspondientes a cada criterio. La cuantificación directa del desastre no es posible.

### II.4.4. Estudio sobre el plan básico de prevención de desastres en el Distrito Metropolitano (JICA, 2006)

Este estudio se realizó en los años 2003-2005 en los Municipios Libertador, Chacao y Sucre con la finalidad de establecer un Plan Básico de Prevención de Desastres. En cuanto a la evaluación de la amenaza por terremotos y la estimación del riesgo se consideraron escenarios específicos y se realizaron estimaciones cuantitativas usando datos actualizados de edificaciones y de la población. Se evaluaron cuatro terremotos como posibles escenarios de daño; para la zona norte de Caracas se tomaron los terremotos de 1812 y 1967 que corresponden a la falla de San Sebastián, y en la zona sur de Caracas el terremoto de 1878 correspondiente a la falla de la Victoria, también se simuló un terremoto hipotético sobre la falla El Ávila por su cercanía al área de estudio (Figura II.10).

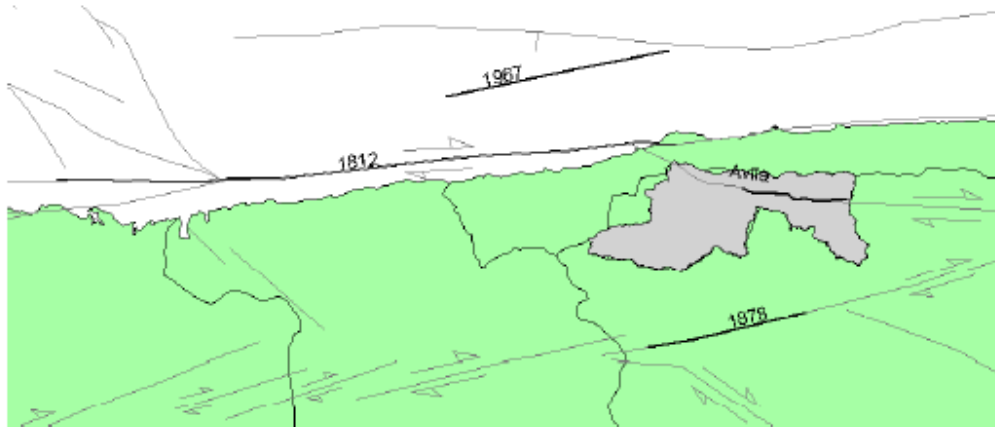


Figura II.10. Ubicación del área de estudio y de las cuatro fallas usadas en este estudio como escenario.  
Fuente: Yamazaki et al, 2004.

## MARCO TEÓRICO

Se recopiló la información existente sobre las condiciones del subsuelo con los cuales se desarrolló un modelo para evaluar los efectos de amplificación en una malla de 500 m.

Los edificios existentes en Caracas se clasificaron para poder evaluar de forma estadística las edificaciones y se divide el área de estudio en urbano, rural y zonas de barrio. Las zonas de barrio y rurales fueron divididas en áreas con un ángulo de la superficie del terreno de menor y mayor a 20°, usando un modelo de elevación digital. El número de edificaciones en los barrios fue estimado en base de datos empíricos.

Con estos datos se obtuvieron los daños en edificios y las pérdidas humanas en Caracas con el fin de establecer el plan básico de prevención de desastres. En la Tabla II.6 se presenta una comparación de daños entre el terremoto ocurrido en 1967 y lo que podría ocurrir en la actualidad con un terremoto de la misma magnitud.

Tabla II.6. Población estado de las estructuras y los daños del terremoto de 1967.  
Adaptado al español.  
Fuente: JICA, 2006

	Estado en 1967	Estado en 2003 para tres municipalidades
Población	1,8 millones	2,7 millones
Edificaciones	180.000	314.000
	Daño Real en 1967	Número estimado para el escenario sísmico de 1967
Edificaciones Severamente Afectadas	224	Alrededor de 10.000
Número de muertos	274	Alrededor de 600
Número de Daños	Alrededor de 2.000	Alrededor de 4.500

## MARCO TEÓRICO

### **II.4.5. Medidas de reducción de riesgo sísmico de un asentamiento informal urbano vulnerable en Mérida, Venezuela. Análisis costo-beneficio (Castillo et al, 2008).**

El propósito de esta investigación fue realizar un estudio detallado sobre un asentamiento informal llamado “La Milagrosa” ubicado en Mérida, Venezuela. En donde se hizo un análisis sísmico incluyendo la microzonificación, se clasificaron las viviendas y se desarrollaron cuatro prototipos los cuales fueron analizados para cargas gravitacionales y eventos sísmicos. También se expuso medidas de reforzamiento sísmico y se planteó un escenario de daños y evaluación de pérdidas económicas y sociales.

A partir del análisis sísmico se obtuvo que la aceleración máxima es 0,1422 g para un periodo de retorno de 86 años y de 0,1646 g para un periodo de retorno de 831 años.

En cuanto a la clasificación y descripción de las viviendas se concluye que en su mayoría poseen fundaciones aisladas cuadradas cuyas dimensiones varían de 0,80 a 1 m. Las vigas y machones poseen dimensiones típicas de 20x20 (cm), con una resistencia de 100 kg/cm<sup>2</sup> aproximadamente. Las paredes de soporte son construidas generalmente después de los machones sin ningún tipo de refuerzo y haciendo uso de morteros de muy baja calidad y resistencia, con bloques de arcilla no estructural de dimensiones 25x20x15 (cm), con una resistencia al corte de 0,8 kg/cm<sup>2</sup> y a la compresión de 3,5 kg/cm<sup>2</sup>. Las losas están conformadas por vigas IPN de 8cm generalmente. Las escaleras pueden ser de acero o de concreto armado; los techos generalmente se componen de metal ligero (zinc revestido), sobre vigas metálicas, con un peso propio de 0,4 kg/cm<sup>2</sup>.

Se definieron cuatro prototipos de edificaciones, B1: Un piso con techo de tabelón; B2: Dos pisos con techo de metal ligero; B3-b: Tres pisos

## MARCO TEÓRICO

con techo de metal ligero y balcones en los niveles dos y tres; B3-c: Tres pisos con techo de metal ligero y volados completos en los niveles dos y tres.

Haciendo un análisis sobre estos prototipos con las características típicas obtenidas se concluyó que las vigas y los machones no pueden resistir el peso del edificio por sí solos por lo tanto las cargas verticales son resistidas por las paredes, en consecuencia estas edificaciones están conformados por elementos resistentes de muros de mampostería confinada. La supuesta resistencia a la compresión de la mampostería ( $3,5 \text{ kg/cm}^2$ ) es suficiente incluso para el prototipo B3 (tres pisos) pero la adición de una cuarta planta resulta peligroso.

En el caso de la ocurrencia de un evento sísmico concluyen que las edificaciones resultan altamente vulnerables donde se producirán fallas por cortes en el tope de las paredes acompañadas por fallas por corte o flexión en los machones. Existe una probabilidad alta de colapso de las losas, asimismo los techos al no estar conectados rígidamente a las paredes y machones son muy propensos a colapsar.

Para reducir la vulnerabilidad de estas estructuras se plantea fortalecer los elementos resistentes, reforzar las aberturas en las paredes con soportes continuos haciendo uso de dinteles, garantizar la continuidad de las paredes, eliminar en lo posible los volados, convertir los edificios asimétricos en simétricos adicionando muros de relleno y no construir pisos adicionales. En caso de los adosamientos no adosados entre losas se recomienda adicionar elementos resistentes entre los edificios para reducir los efectos más dañinos por contacto entre los mismos y si están alineadas se aconseja colocar elementos que absorban las fuerzas ejercidas como listones de madera.

Se realizó una estimación de pérdidas económicas y humanas y se obtuvo que para el primer sismo ( $T_r = 86$  años), en edificios no reforzados

## MARCO TEÓRICO

será de 1,34 millones de dólares y 45 muertes, y para el segundo sismo ( $T_r=831$  años) será de 5,36 millones de dólares y 275 muertes probables.

### **II.4.6. Indicadores de riesgo sísmico en edificios escolares de Venezuela (López, 2009)**

En esta investigación se revisaron los efectos de 26 terremotos ocurridos en el planeta desde 1933 y se puso en evidencia la gran vulnerabilidad de las edificaciones escolares que ha ocasionado la pérdida de miles de vidas humanas. Asimismo se examinaron 16 sismos ocurridos en Venezuela en el siglo XX y se observó el mal comportamiento de las estructuras ante la ocurrencia de eventos sísmicos, lo que puede ser atribuido a deficiencias sismorresistentes propias de aquellas edificaciones construidas con las normas de 1947, 1955 y 1967, a saber, poca rigidez y resistencia lateral, poca capacidad de disipación de energía y la presencia de columnas cortas que precipitan fallas frágiles.

El 69,4% de los planteles escolares están localizados en zonas de amenaza sísmica elevada y la mayor parte de ellos fueron construidos con criterios de diseño sismorresistente considerablemente menos exigentes que los encontrados en las normas posteriores de 1982 y 1998.

En este estudio se propuso una metodología para la determinación de indicadores de riesgo y daño en una población de edificaciones escolares existentes sujeta a la acción de movimientos sísmicos. El indicador de riesgo y de daño se cuantifica en términos del cociente demanda/capacidad de desplazamiento, utilizando como información básica la edad y la localización del edificio. El procedimiento presupone que el edificio fue diseñado y construido cumpliendo con la normativa vigente en el momento de su construcción. Todo con el fin de ordenar los edificios escolares y seleccionar los de mayor riesgo para realizar con estos una segunda fase que si incluye inspección visual.

## MARCO TEÓRICO

Se expone una metodología en donde se requiere de tres parámetros de la estructura para estimar el índice de riesgo y el estado de daño producido; el período efectivo, la fuerza cortante resistente expresada en forma adimensional como una fracción del peso del edificio la cual incluye la sobrerresistencia, y el factor de capacidad dúctil.

### **II.4.7. Proyecto de Microzonificación Sísmica de Caracas (FUNVISIS, 2009).**

La distribución de daños causados por el terremoto de Caracas de 1967 evidenció fuertes efectos de sitio dentro del valle sedimentario. Sin embargo, los parámetros principales que controlan la respuesta sísmica, como el espesor de sedimentos hasta el basamento rocoso y la geometría de la cuenca, no están considerados en la norma venezolana de edificaciones sismorresistentes, es por ello que se ameritó el desarrollo del “Proyecto de Microzonificación Sísmica de las ciudades de Caracas y Barquisimeto” entre los años 2005 y 2009, en el cual se realizaron investigaciones geológicas, geomorfológicas, geotécnicas y geofísicas que determinaron la distribución de las diferentes unidades geológicas del valle, a través de la realización de perforaciones de pozos profundos y posteriores desarrollos de la ingeniería sísmica. El objetivo de la microzonificación sísmica es definir los niveles de amenaza sísmica y los efectos locales probables (Schmitz et al., 2008).

La metodología para la evaluación de la respuesta sísmica se basa en la aplicación de espectros en superficie calculados con base en modelos genéricos del subsuelo, variando la velocidad de propagación de ondas de corte en los primeros 30 m ( $V_{s30}$ ) y los espesores de sedimentos para una configuración fija de características de los sedimentos.

Los resultados permiten asignar espectros de respuesta modificados para las diferentes partes de Caracas, en complemento de las indicaciones



## MARCO TEÓRICO

de la norma venezolana ya que este proyecto obtuvo resultados más realistas, de mayor confiabilidad sin penalizar excesivamente.

En este proyecto también se evaluaron los deslizamientos por terremotos. Con base en los análisis de estabilidad, se establecieron la susceptibilidad de deslizamientos y el peligro de deslizamiento activados por movimientos sísmicos.

Toda la información recopilada y generada en el marco del proyecto se maneja en un Sistema de Información Geográfico (SIG) que permite la implementación de las recomendaciones y actualización de la información por parte de las instituciones locales.

Con esto se logró la identificación de zonas de similar respuesta ante los movimientos sísmicos, de manera de poder ajustar el diseño de las edificaciones a la diversidad de escenarios en la Ciudad.

Los resultantes valores de aceleración se diferenciaron en aceleración pico en roca, variables entre 0.26 g y 0.30 g, y las respuestas espectrales a periodo de 1 s probables para periodo medio de retorno de 475 años.

### **II.4.8. Vulnerabilidad sísmica de edificaciones en el municipio Chacao Área Metropolitana de Caracas (Safina et al., 2009).**

El estudio presentado corresponde a los resultados de la evaluación de vulnerabilidad de edificaciones mayores a tres pisos en la Urb. Los Palos Grandes de Caracas; el levantamiento incluye datos como el año de construcción, tipología constructiva, irregularidades, entre otras características que puedan ser de utilidad al momento de la evaluación de la vulnerabilidad de cada edificación, también se levantaron instalaciones de uso gubernamental y de primera necesidad como hospitales y escuelas del sector para así establecer una jerarquización entre las edificaciones levantadas.

## MARCO TEÓRICO

Para la implementación del método, se utilizó una variante del Método de Inspección y Puntaje para el cálculo del índice de vulnerabilidad de cada edificación que lleva intrínseco la jerarquización dependiente del resultado arrojado.

Con respecto a la metodología empleada la misma está dividida en cuatro etapas, primero la evaluación de la información disponible, luego el levantamiento de la información de campo seguido por el procesamiento de la información recolectada y por último los estudios detallados de vulnerabilidad. La selección incluye doscientas treinta y un (231) edificaciones residenciales, sesenta y seis (66) instituciones escolares, treinta y cinco (35) edificaciones médico-asistenciales y dieciséis (16) edificaciones gubernamentales.

Para el levantamiento en campo se hizo uso de la planilla de rápida inspección sísmica (FEMA, 2002) además de la medición de la vibración ambiental en edificios altos y la unión de los datos recolectados tanto digitales como físicos, también en esta fase se diseñaron planillas de recolección de datos que tienen como datos más importantes: la ubicación de la edificación, el año de construcción, el uso de la edificación (original y actual), número de pisos, número de sótanos, ubicación de escaleras principales y de emergencia, disposición de suministro de gas (directo o bombonas); con respecto a su geometría: altura de entrepiso, vanos en direcciones principales, distancia entre ejes, distancia total en las direcciones principales. En relación a sus masas, si disponen de concentración de tanques elevados, etc., también se identificaron la existencia de colindancia entre edificaciones, así como la determinación de elementos no estructurales adosados a fachadas como jardinerías, balcones, antepechos; identificación de planta baja libre, columnas cortas, aperturas en losas, vigas en una sola dirección u otras irregularidades prescritas por la norma vigente. Este instrumento de recolección de datos también considera la experiencia de los

## MARCO TEÓRICO

usuarios en cuanto a si la edificación había sufrido daños por eventos sísmicos u otros eventos, o si se habían efectuado remodelaciones y/o reparaciones importantes en la edificación supervisada.

Para las mediciones de vibración ambiental se seleccionaron noventa y cinco (95) edificaciones con ciento ocho (108) registros en cada una, donde se hizo correspondencia de la orientación de los equipos con los ejes principales de la edificación.

La tercera etapa que se denominó procesamiento de información recolectada, corresponde a la creación de una base de datos que contenga todos los datos levantados en campo, en conjunto con la elaboración de mapas temáticos que representen la distribución y estadística de dichos parámetros.

De los doscientos treinta y un (231) edificios residenciales se realizó el levantamiento efectivo de ciento noventa y nueve (199) edificaciones, diecisiete (17) médico-asistenciales, veintisiete (27) escuelas.

Para el cálculo del índice de vulnerabilidad se implementó una adaptación del Método de Inspección y Puntaje, que contempla ocho (8) parámetros levantados en campo, explícitos en la Tabla II.7, cada parámetro es clasificado en función de su clase de vulnerabilidad, desde la menos vulnerable (clase A) hasta la más vulnerable (clase D) y asignado el correspondiente factor según la clase de vulnerabilidad  $K_i$  y el respectivo factor de ponderación o peso  $W_i$  según la importancia relativa del parámetro en la calificación de la vulnerabilidad de la edificación.

Donde para cada edificación se determina el índice de vulnerabilidad a través de la forma siguiente:

$$I_v = \frac{\sum_{i=1}^8 K_i W_i}{100}$$

Los factores según clase de vulnerabilidad y los pesos han sido ajustados de manera que el Índice de Vulnerabilidad  $I_v$  varía entre 0 y 1,

## MARCO TEÓRICO

siendo 0 una edificación sin vulnerabilidad y 1 una edificación altamente vulnerable.

En la Tabla II.7 se evidencia cuales parámetros son los más importantes dependiendo del peso que se les coloca, donde el que posea mayor se considera con más importancia sobre los demás parámetros que contengan un peso más bajo.

Tabla II.7. Factores y pesos para cada parámetro estructural  
Fuente: Proyecto Chacao, 2009.

Parámetro	Factor según Clase de Vulnerabilidad				Peso Wi
	A	B	C	D	
Nº de pisos (Altura)	4 - 7	8 - 12	13 - 16	>17	1.00
	0	10	15	20	
Año construcción (Código Diseño)	>98 (5 - 6)	98 - 83 (4)	82 - 68 (3)	< 67 (1 - 2)	1.00
	0	5	15	20	
Esquema en planta	Rectangular (1)	Circular (5)	H - L - U (2 - 3 - 4)	S - Otro (6 - 7)	0.50
	0	5	15	20	
Esquema en elevación	Rectangular (3)	Cuadrado(1)	Rect/Piram (2 - 6)	L, T, Otro (4-5-7)	0.50
	0	5	10	20	
Sistema estructural	Pórticos en 2 direcciones (2)	Mixto (4)	Muros (3)	Pórticos en 1 dirección (1)	1.00
	0	5	10	20	
Irregularidades/Deficiencias (Obs: Tomar la clase más crítica)	Ninguna	Vigas planas - Abertura losa	Columna corta - Losa Fuerte/Viga débil	PB libre - Piso libre - Viga Fuerte/Columna Débil - Viga sólo 1 Dirección	0.50
	0	5	15	20	
Colindancia	Aislado (1)	Adosado sin desfase de placas, igual altura (2)	Adosado con/sin desfase de placas, diferente altura (4 - 5)	Adosado con desfase en planta, iguales alturas (3)	0.25
	0	5	15	20	
Antecedentes daños	Sin daño previo	Ampliación / Remodelación importante	Daño previo reparado	Daño previo NO reparado	0.25
	0	5	10	20	

Para concluir la metodología empleada, tenemos la última etapa que son los estudios detallados de la vulnerabilidad. Esta etapa comprende la

## MARCO TEÓRICO

identificación de las principales tipologías constructivas de la zona de estudio, donde se tomó en cuenta tres parámetros, el número de pisos (altura del edificio), el año de construcción (relacionado con el código de diseño empleado) y el sistema estructural; dando como resultado cinco (5) tipologías principales.

La generación de los modelos detallados se realizó para las cinco (5) edificaciones seleccionadas anteriormente. Para cada edificación se implementó un modelo de análisis tridimensional empleando el programa SAP2000 v.10. La evaluación centraliza su atención en la aplicación de los métodos de análisis estáticos - no lineales para estudiar la respuesta sísmica de los edificios seleccionados. En particular se implementan los métodos estáticos de análisis no lineal como alternativa para evaluar el desempeño sísmico de las edificaciones.

### **II.4.9. Evaluación de los niveles de riesgo sísmico en las escuelas de Venezuela mediante curvas de fragilidad (Coronel, López y Betancourt, 2010)**

Se evaluaron los niveles de riesgo sísmico de 547 edificios escolares en el estado Sucre y 83 de la Ciudad de Cumaná.

Para estimar la vulnerabilidad sísmica de esas edificaciones se caracterizaron mediante curvas de fragilidad basadas en la información básica de cada escuela, suponiendo que las mismas fueron diseñadas acorde con la normativa correspondiente a su época. Las curvas de fragilidad permiten representar en términos probabilísticos la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones y proporcionan la probabilidad de que la respuesta de una estructura alcance o exceda determinado límite asociado al daño, en este caso se adoptaron cinco estados de daño, “sin daño”; “ligero”, “moderado”, “severo”, “Completo”.

## MARCO TEÓRICO

Para la estimación de daños, las probabilidades de ocurrencia de cada estado de daño prefijado se obtuvieron de las curvas de fragilidad a partir de la aceleración máxima del terreno estimada en cada escuela para cada evento sísmico definido de forma determinística.

En cuanto a la estimación de riesgo sísmico y pérdidas en las escuelas de Venezuela se desarrolló una herramienta computacional en forma integrada dentro de la plataforma del Sistema de Información Geográfica.

A partir de este análisis se encontró que de los 547 edificios escolares el 53% de las escuelas evaluadas presenta riesgo muy alto o relativamente mayor al resto, al igual que 69% de los 83 edificios ubicados en la Ciudad de Cumaná.

### **II.4.10. Evaluación del riesgo sísmico de edificaciones de mampostería en Estambul para la mitigación efectiva de riesgos (Erberik, 2010).**

El trabajo recalca la importancia de la vulnerabilidad de las edificaciones de mampostería ante eventos sísmicos, las cuales constituyen grandes pérdidas tanto humanas como materiales ante la ocurrencia de estos eventos; es por ello que se presenta una metodología para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en edificios de mampostería en Estambul específicamente. La Ciudad de Estambul es una ciudad con alta amenaza sísmica por lo que el estudio está enfocado a colaborar con estrategias de mitigación de riesgos.

La observación luego del terremoto de 1999 en Turquía reveló que en la mayoría de las edificaciones de concreto armado, mampostería, mixtos, de madera, prefabricado, entre otros; el daño era considerable o habían colapsado las estructuras, pero considerando que la mampostería es la tipología estructural mayormente utilizada en la región el estudio está enfocado en la evaluación de la misma, además de dejar en claro que

## MARCO TEÓRICO

ninguna de las construcciones está realizada considerando la acción sísmica sobre ellas.

El documento evalúa la vulnerabilidad sísmica de los edificios de mampostería sin refuerzo a fin de mitigar el riesgo sísmico reduciendo así las posibles pérdidas que pueda generar un evento sísmico; Turquía tiene asociado en general dos tipos de viviendas de mampostería definidas en el texto como rural y urbana, donde su diferencia radica en la altura, los materiales utilizados para su construcción y si hubo o no la intervención de la ingeniería, la vivienda rural típica es de baja altura, con materiales de piedra o adobe y sin intervención de ningún tipo de ingeniería, mientras que la viviendas urbanas tienden a ser entre baja y mediana altura, realizadas con materiales como concreto o ladrillos con un poco de intervención ingenieril, aun cuando sus diferencias son claras la experiencia de los terremotos ha dejado claro que ambas sufren graves daños o colapsan; es por ello que en el código sísmico de Turquía se restringen valores como las aberturas en las paredes, su regularidad, la relación entre la longitud de las paredes con el área de un piso típico, calidad de los materiales, entre otras, a fin de reducir daños y pérdidas. Las principales deficiencias de la mampostería turca son la ausencia de vigas, los detalles de conexión para las paredes de la intersección, la ausencia de un sistema de piso rígido, la relación de esbeltez de muros de mampostería, entre otros.

La metodología usada está dividida en dos grandes etapas, la primera consiste en una evaluación visual de las edificaciones incluso sin ingresar en ellas, método efectivo cuando se desean evaluar una gran cantidad de estructuras en un período corto de tiempo, el resultado de esta evaluación es determinar cuáles edificaciones presentan una alta vulnerabilidad y son aquellas que pasan a una segunda parte, para la inspección visual se consideraron parámetros como el número de pisos, la geometría, el material de la pared, la calidad, longitud de la pared y aberturas en las mismas.

## MARCO TEÓRICO

La segunda parte de la evaluación de la primera etapa se dedica a la evaluación de la construcción, para verificar su vulnerabilidad. Esta parte del estudio se basa en la generación de las funciones de fragilidad para clases específicas de los edificios de mampostería, generando unos valores asociados a cada una que se sintetizan a través de un filtro tomando en cuenta un valor donde las estructuras ya representan “edificios con riesgo potencial”. Estos edificios son aquellos que continúan a la segunda gran etapa, luego de los cálculos correspondientes se encontraron que 4.105 edificios están bajo vulnerabilidad sísmica elevada por lo que son ellos los que se evaluaron detalladamente. Vale acotar que el código sísmico de la región restringe la cantidad de pisos de mampostería a dos, pero la gran mayoría de las viviendas bajo vulnerabilidad sísmica elevada varían entre tres y cinco pisos, por lo que el número de pisos de la vivienda representa una variable importante a considerar.

La segunda etapa consta de un análisis de la carga lateral, el diseño estructural juega un papel importante, además de la cantidad de pisos, la disposición de paredes de carga en ambas direcciones y sus propiedades geométricas.

Es un procedimiento basado en la evaluación lineal elástico que se emplea para los edificios de mampostería en la segunda etapa. El principal objetivo del procedimiento es la de distribuir las fuerzas sobre los muros de mampostería y luego comparar los esfuerzos cortantes desarrollados en las paredes con el corte del límite correspondiente para cada uno; también se consideran fuerzas adicionales de corte debido los efectos de torsión.

Luego se localiza el centro geométrico y el centro de rigidez por piso, para el cálculo de las fuerzas cortantes, después de esto, el factor de resistencia al corte se calcula para cada segmento de la pared, que se define como la proporción de la demanda de esfuerzo cortante a la limitación de esfuerzo cortante. El último paso es el cálculo del factor ponderado de la



## MARCO TEÓRICO

resistencia al corte después de considerar todas las combinaciones de carga.

Al final la revisión efectiva fue para 2647 edificios, en general los edificios considerados con alto riesgo fueron 446, riesgo moderado 1591 y riesgo bajo 466 edificios.

Como conclusiones del trabajo se destaca la que la construcción de los edificios de mampostería en Turquía no están regidos por el código sísmico de esa región. Mediante el uso de esta metodología, es posible identificar los edificios de mampostería en alto riesgo sísmico, entre una gran población de los edificios. Los resultados obtenidos son valiosos ya que pueden ser utilizados como una base de datos durante el desarrollo de estrategias para la planificación y mitigación de riesgo sísmico en Estambul.

### **II.4.11. Índices de priorización de edificaciones para la gestión del riesgo sísmico (FUNVISIS, 2011)**

Es un método en donde se asignan índices de priorización a las edificaciones sean éstas formales, es decir, fueron diseñadas y construidas atendiendo las normas técnicas nacionales, o edificaciones populares, construidas sin el cumplimiento de tales normativas. El índice de priorización incorpora factores de amenaza, vulnerabilidad e importancia de la edificación.

El procedimiento no pretende cuantificar en forma absoluta los niveles de vulnerabilidad y riesgo de la edificación, sino más bien suministrar índices que permitan 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, bajo el marco de la prevención ante la futura ocurrencia de terremotos.

El índice de priorización se calcula tomando en cuenta factores de amenaza sísmica correspondiente al lugar de estudio (microzonificación),

## MARCO TEÓRICO

factores de vulnerabilidad como las características estructurales de la edificación (tipología, irregularidad), el grado de deterioro, la topografía del sitio y factores de importancia como el uso de la edificación y el número de ocupantes. Finalmente, este índice se obtiene como el producto del índice de amenaza, el índice de vulnerabilidad y el índice de importancia. El Índice de Amenaza puede variar entre 0,23 y 1, el Índice de Vulnerabilidad entre 6,5 y 100 y el Índice de Importancia entre 0,8 y 1. Como consecuencia, el Índice de Priorización puede variar entre 1,20 y 100. El producto índice de amenaza por índice de vulnerabilidad representa el índice de riesgo de la edificación.

### I.4.11.1. Índice de Amenaza.

En la Tabla II.8. se presentan los valores del coeficiente ( $A_0$ ) de la aceleración del terreno en roca definidos para las siete zonas sísmicas correspondiente a la zonificación sísmica del país contenida en la norma sismorresistente nacional (COVENIN 2001). En la Tabla II.9 se dan los valores del coeficiente  $A_0$  para las macrozonas de Caracas. Éstas son las cuatro macrozonas definidas en el proyecto de microzonificación sísmica del área metropolitana de Caracas.

Tabla II.8. Valores del Índice de Amenaza ( $I_A$ )  
Fuente: FUNVISIS, (2011)

Zona Sísmica	$A_0$ (g)	Índice de Amenaza ( $I_A$ )	
		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

**MARCO TEÓRICO**

Tabla II.9. Valores del Índice de Amenaza ( $I_A$ ) para el Área Metropolitana de Caracas.

Fuente: FUNVISIS, (2011)

Macrozona	$A_o$ (g)	Índice de Amenaza ( $I_A$ )	
		Sin efectos topográficos	Con efectos topográficos
Sur	0,30	0,68	0,75
Centro Sur	0,265	0,60	0,66
Centro Norte	0,28	0,64	0,70
Norte	0,30	0,68	0,75

I.4.11.2 Índice de Vulnerabilidad

El Índice de Vulnerabilidad ( $I_V$ ) está dado por:

$$I_V = \sum_{i=1}^6 \alpha_i \cdot I_i$$

Donde  $I_i$  es el Índice de la vulnerabilidad “i” y  $\alpha_i$  es su peso relativo. En la Tabla 3 se define  $I_i$  y se presentan los valores de  $\alpha_i$ . Cada índice  $I_i$  tiene una cota superior de 100 según se describe a continuación.

Tabla II.10. Índices de vulnerabilidad ( $I_i$ ) y pesos relativos ( $\alpha_i$ )  
Fuente: FUNVISIS, (2011)

$I_i$	Vulnerabilidad asociada a:	$\alpha_i$
$I_1$	Antigüedad y norma utilizada	0,30
$I_2$	Tipo estructural	0,20
$I_3$	Irregularidad	0,30
$I_4$	Profundidad del depósito	0,10
$I_5$	Topografía	0,05
$I_6$	Grado de Deterioro	0,05

Índice de Vulnerabilidad asociado a la Antigüedad:  $I_1$

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  $I_1 = 100$ , siendo este el mayor valor.

Índice de Vulnerabilidad asociado al Tipo Estructural:  $I_2$

## MARCO TEÓRICO

En la Tabla II.11 se presentan los valores de  $I_2$  para once tipos estructurales usados en el país. Para cada edificación se seleccionará un único valor de  $I_2$ .

Tabla II.11. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado al Tipo Estructural ( $I_2$ )  
Fuente: FUNVISIS, (2011)

Identificación del Tipo Estructural	Descripción	$I_2$
PCA	Pórticos de concreto armado	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	30
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 <sup>(a)</sup>	80
MMNC	Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada	100

<sup>(a)</sup>Son aquellas construcciones típicas de los barrios de Caracas que, aún cuando pueden tener un número importante de paredes confinadas con machones y vigas de corona, han sido construidas sin diseño de ingeniería formal y sin seguimiento de normas técnicas.

Índice de Vulnerabilidad asociado a la Irregularidad:  $I_3$

Este índice tiene como finalidad modificar la vulnerabilidad intrínseca de una edificación, aumentándola en aquellas que poseen irregularidades

estructurales básicas. El Índice de Irregularidad  $I_3$  se define por:  $I_3 = \sum_{j=1}^9 I_{3j}$

## MARCO TEÓRICO

Donde  $I_{3j}$  es el índice de irregularidad asociado a la irregularidad  $j$ . El máximo valor que puede adoptar  $I_3$  es 100. Si la edificación no presenta ninguna de las irregularidades indicadas en la Tabla II.12 se le asigna  $I_3 = 0$ .

Tabla II.12. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado a irregularidades ( $I_{3j}$ ).  
Fuente: FUNVISIS, (2011).

<b>j</b>	<b>Descripción de la irregularidad</b>	<b><math>I_{3j}</math></b>	
1	Ausencia de vigas altas en una o dos direcciones	15	
2	Presencia de al menos un entrepiso blando o débil	20	
3	Presencia de columnas cortas	15	
4	Masas que crecen significativamente con la elevación	5	
5	Discontinuidad de ejes de columnas	15	
6	Aberturas significativas en losas	5	
7	Adosamiento a edificio adyacente:	(a) Losa contra losa	5
		(b) Losa contra columna	10
8	Planta de forma I, H, T, U, C o similar, sin presencia de juntas	5	
9	Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta	10	

Tabla II.13. Separación entre edificaciones.  
Fuente: FUNVISIS, (2011)

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

Índice de Vulnerabilidad asociado a la Profundidad del Depósito:  $I_4$

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

**MARCO TEÓRICO**

localizadas en depósitos de suelos de gran profundidad, tal como quedó evidenciado en el terremoto de Caracas de 1967.

Índice de Vulnerabilidad asociado a la Topografía:  $I_5$

El Índice  $I_5$  atiende a identificar situaciones de vulnerabilidad asociadas a construcciones hechas en laderas o cerca de éstas, debido a una potencial falla de estabilidad en taludes no protegidos por obras de contención. En la Tabla II.14 se presentan los valores de  $I_5$  cuya selección depende de los valores del ángulo de inclinación  $\theta$  de la ladera, de la altura  $H$  de la ladera y de la distancia  $D$ . El máximo valor del índice  $I_5$  es 100.

Tabla II.14. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado a la topografía y a los drenajes ( $I_5$ ).

Fuente: FUNVISIS, (2011)

		<b>Características</b>	<b><math>I_5</math></b>
Localización de la construcción	Construcción sobre <b>planicie</b>		0
	Construcción sobre <b>ladera</b> con pendiente de ángulo $\theta$ dada por:	Entre 20° y 45°	50
		$\geq 45^\circ$	80
	Construcción sobre la <b>cima</b> o en la <b>base</b> 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

Índice de Vulnerabilidad asociado al Grado de Deterioro:  $I_6$

En la Tabla II.15 se muestran los valores de  $I_6$  asignados a diferentes grados de deterioro del edificio, penalizando con los mayores valores a la

## MARCO TEÓRICO

existencia de corrosión del acero y al agrietamiento estructural. A efectos de calificar el Grado de Deterioro de la estructura se seleccionará un único valor entre las opciones (a) y (b). En el caso de una edificación mixta que tuviese estructuras de concreto y de acero, se seleccionará el mayor valor entre las opciones (a) y (b). El máximo valor posible para  $I_6$  es 100.

Tabla II.15. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado al grado de deterioro ( $I_6$ ).  
Fuente: FUNVISIS, (2011)

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

### I.4.11.3 Índice de Importancia.

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.

Las construcciones se clasifican según su uso en alguno de los tres grupos definidos en la Tabla II.16. Los valores de Índice de Importancia se

## MARCO TEÓRICO

muestran en la Tabla II.17 en función del uso del edificio y del número (N) de personas expuestas u ocupantes de la edificación a ser evaluada.

Tabla II.16. Clasificación según el Uso del Edificio.  
Fuente: FUNVISIS, (2011)

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.

Tabla II.17. Valores del índice de Importancia (I<sub>i</sub>)  
Fuente: FUNVISIS, (2011)

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

### II.5. ZONA DE ESTUDIO.

La zona en estudio se encuentra en el Barrio Telares de Palo Grande ubicado en el Distrito Capital, Municipio Libertador en la Parroquia Caricuao, sector Sucre de Ruiz Pineda. Las siguientes imágenes corresponden al sector:



**MARCO TEÓRICO**

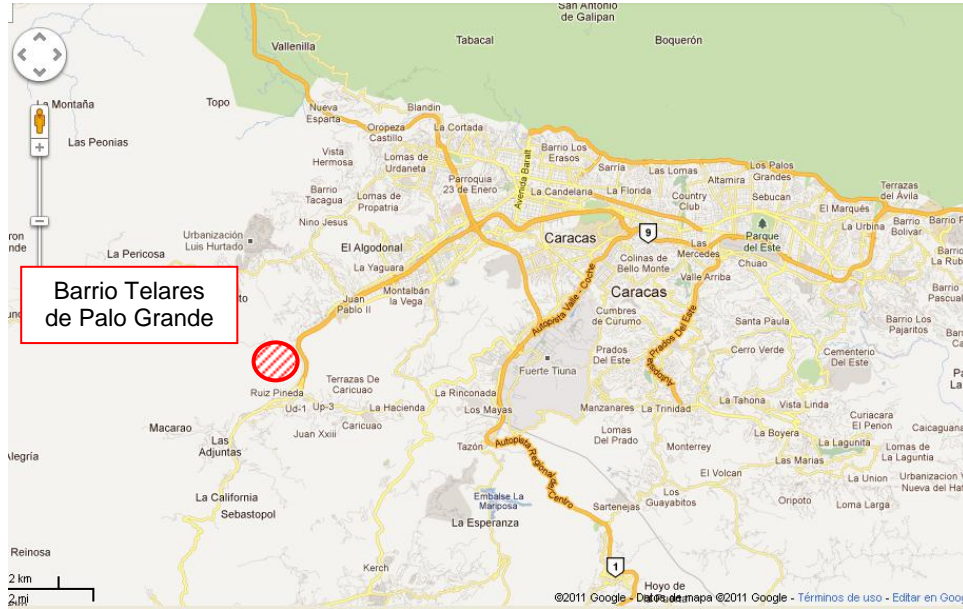


Figura II.11. Ubicación regional de la zona de Estudio.  
Fuente: Google Maps, (2011)

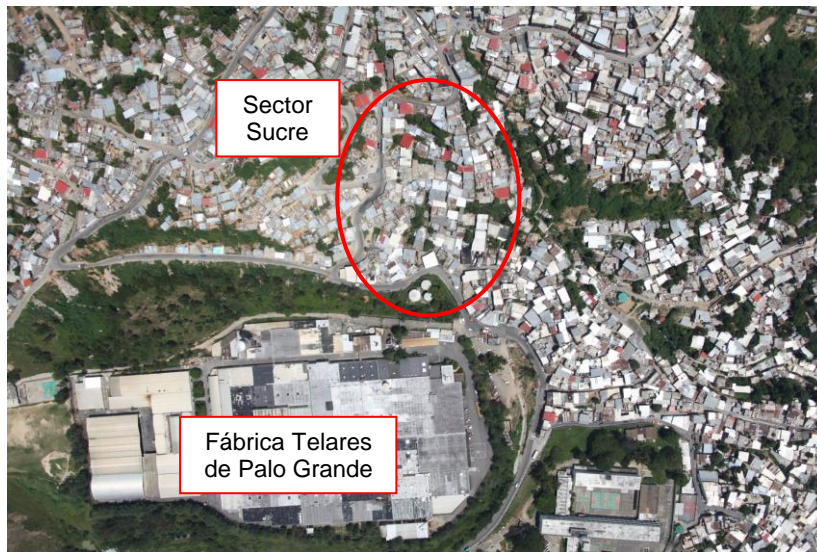


Figura II.12. Ubicación Sectorial de la zona de Estudio.  
Fuente: Imagen aérea, FUNVISIS (2010).

## MARCO TEÓRICO

Las viviendas levantadas corresponden a sólo un sector reducido del Barrio Telares de Palo Grande, a continuación se muestra el sector de estudio donde se realizaron los levantamientos del presente trabajo.



Figura II.13. Ubicación de las Viviendas analizadas.  
Fuente: Imagen aérea, FUNVISIS (2010).

## **MARCO METODOÓGICO**

### **CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO**

El barrio Telares de Palo Grande se caracteriza por la autoconstrucción de las viviendas por parte de los habitantes que lo conforman, sin hacer uso de las normas vigentes, por lo que no existe un diseño estructural ni sismorresistente. Esta práctica es común en las zonas populares de la Ciudad de Caracas.

Este sector es una de las siete zonas declaradas en emergencia por parte del Gobierno Nacional. Por las razones expuestas se adoptó un formato de investigación no experimental, descriptiva con trabajo de campo, de observación y registro donde se analizaron los posibles efectos de futuros escenarios sísmicos sobre las viviendas populares del sector. A continuación se describe la metodología empleada:

#### **III.1. Inventario de las características estructurales y sismorresistentes de las viviendas populares del sector mediante un SIG.**

##### **III.1.1. Ubicación del espacio muestral.**

Para la realización del inventario se realizaron visitas preliminares al sector de estudio con el fin de conocer de forma rápida las características comunes de las viviendas y establecer el espacio muestral. Este espacio se determinó por factores de acceso a las mismas ya que estas formaban parte del Consejo Comunal Antonio José de Sucre en donde se tenía gran apoyo de la comunidad. Finalmente la muestra se conformó por 63 viviendas populares representadas en la Figura III.1, con una población total de 456 personas aproximadamente.

## MARCO METODOÓGICO



Figura III.1. Ubicación de viviendas inspeccionadas

### III.1.2. Levantamiento de la Información

De la muestra se establecieron dos grupos, el primero conformado por 15 viviendas, donde se obtuvo la información de las características estructurales y sismorresistentes de forma más detallada haciendo uso de una planilla de inspección estructural de viviendas, y el segundo conformado por 48 viviendas, donde la información se obtuvo de forma simplificada a través de una planilla de inspección de edificaciones (características sismorresistentes) (FUNVISIS, 2011).

#### III.1.2.1 Planilla Detallada.

Como se expuso anteriormente con esta planilla se recopiló la información de 15 viviendas, donde se incluyen todos los datos de la planilla







MARCO METODOLÓGICO

Caracterización del entorno de la edificación

Logo: Gobierno Bolivariano de Venezuela, Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias, Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas

PLANILLA DE INSPECCION ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS

<b>1. DATOS GENERALES</b> 1.1 Nombre del inspeccionador: 1.2 Fecha de la inspección: 1.3 Remitido por: 1.4 Transmisión: 1.5 Fecha de transcripción: 1.6 Superado por:		<b>2. IDENTIFICACION DE LA EDIFICACION</b> 2.1 Persona entrevistada: 2.2 Fecha: 2.3 Municipio: 2.4 Estado: 2.5 URB _sector/barrio: 2.6 Calle, Vereda u Otro: 2.7 URB _numero: 2.8 Nombre de la edificación: 2.9 Número: 2.10 Dirección: Norte, Oeste: 2.11 Tipo de habitación: 2.12 Nº de habitantes: 2.13 Usos: ( )Residencial ( )Comercial ( )Habitat Comunitaria ( )Otro Especificar:			Observaciones:	
<b>3. CARACTERIZACION DEL ENTORNO DE LA EDIFICACION</b> 3.1 Edificación en: ( )Cima ( )Ladera ( )Planicie 3.2 Pendiente del terreno: ( )0°-15° ( )15°-45° ( )>45° 3.3 Indicios de deslizamientos anteriores: ( )Si ( )No 3.4 Muros o taludes cercanos: ( )Si ( )No Distancia: ( )<5m ( )5-10m ( )>10m      Altura: ( )<5m ( )>5m 3.5 Descarga de agua servida: ( )Terreno ( )Canalizado 3.6 Descarga de agua de lluvia: ( )Terreno ( )Canalizado 3.7 A otra estructura: ( )Ninguno ( )Un lado ( )Dos lados ( )Tres lados 3.8 Al terreno: ( )Ninguno ( )Un lado ( )Dos lados ( )Tres lados		<b>4. CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES</b> 4.1 Alzura (m): 4.2 Tipo ESTRUCTURAL: 4.3 Esp. (cm): 4.4 SISTEMA DE LIGA DE ENTRENADO TIPO CHO 4.5 TIPO DE ENTRENADO TIPO CHO			<b>5. GRADO DE DETERIORO</b> 5.1 Agrietamiento en elementos estructurales de concreto: 5.2 Corrosión en elementos estructurales de Acero: 5.3 Agrietamiento en paredes de muros: 5.4 Estado general del mantenimiento:	

EDIMENSIONES TÍPICAS

NIVEL	6.1 COLUMNAS			6.2 VIGAS						6.3.1 GEOMETRÍA			6.3.2 MATERIALES			6.3.3 ACABAMIENTO		6.3.4 OBTENIMIENTO	
	COL. Nº	Sección		Sección		Tipo		Dir. Nº	Esp. (cm)		Armadura		Tipo		SI	NO	Terreno	Interior	Exterior
		Acero	Concreto	Acero	Concreto	Acero	Concreto												

3. CARACTERIZACION DEL ENTORNO DE LA EDIFICACION	
TERRENO	3.1. Edificación en: ( )Cima ( )Ladera ( )Planicie
	3.2. Pendiente del terreno: ( )0°-15° ( )15°-45° ( )>45°
	3.3. Indicios de deslizamientos anteriores: ( )Si ( )No
	3.4. Muros o taludes cercanos: ( )Si ( )No
	Distancia: ( )<5m ( )5-10m ( )>10m      Altura: ( )<5m ( )>5m
SERVICIOS	3.5. Descarga de agua servida: ( )Terreno ( )Canalizado
	3.6. Descarga de agua de lluvia: ( )Terreno ( )Canalizado
ADOSAMIENTO	3.7. A otra estructura: ( )Ninguno ( )Un lado ( )Dos lados ( )Tres lados
	3.8. Al terreno: ( )Ninguno ( )Un lado ( )Dos lados ( )Tres lados

Figura III.4. Planilla Detallada. Caracterización del entorno (FUNVISIS, 2011).

MARCO METODOLÓGICO

Características estructurales

Gobierno Bolivariano de Venezuela | Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias | Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas

### PLANILLA DE INSPECCION ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS

1. DATOS GENERALES		2. IDENTIFICACION DE LA EDIFICACION						Observaciones:		
1.1 Nombre del encuestador:		2.1 Persona entrevistada:	2.2 Caracter:							
1.2 Fecha de la inspeccion:		2.3 Telefono:	2.4 Estado:	2.5 Ciudad:						
1.3 Revisado por:		2.6 Municipio:	2.7 Urb. sector/barrio:	2.8 Calle/Venada u Otro:						
1.4 Transportador:		2.9 Nombre de la edificacion:	2.10 Numero:							
1.5 Fecha de transpacion:		2.11 Coordenadas: Norte: Oeste:	2.12 Nº de habitantes:							
1.6 Superfacciado por:		2.13 Uso: ( ) Residencial ( ) Comercial ( ) Institucional ( ) Otro Especifico:								

3. CARACTERIZACION DEL ENTORNO DE LA EDIFICACION		4. CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES						5. GRADO DE DETERIORO	
TERRENO	3.1 Edificacion en: ( ) Cerro ( ) Bajada ( ) Plano	4.2 TIPO ESTRUCTURAL						4.3 SISTEMA DE LOSA DE ENTREPISO O TECHO	
	3.2 Pendiente del terreno: ( ) 0°-10° ( ) 10°-45° ( ) >45°	NIVEL	4.1 Altura (m)	Porticos		Mamposteria Confinada		4.4 SISTEMA DE LOSA DE ENTREPISO O TECHO	
	3.3 Indices de deslizamiento anteriores: ( ) SI ( ) No			Sin paredes	Con paredes	Algunas (30%-70%)	Pocas (<30%)	Mamposteria no confinada	
	3.4 Muros o taludes cercanos: ( ) SI ( ) No			Mamposteria no confinada		Mamposteria no confinada		4.3. Esp. (cm)	
3.5 Distancia de agua servida: ( ) Ferreo ( ) No hallado	Mamposteria no confinada			Mamposteria no confinada		Ligero			
3.6 Descarga de agua de lluvia: ( ) Ferreo ( ) Canalizado	Mamposteria no confinada		Mamposteria no confinada		Tabelon		Nervada		
3.7 Area estructural: ( ) Ninguno ( ) Sin lado ( ) Dos lados ( ) Tres lados	Mamposteria no confinada		Mamposteria no confinada		Maciza		Losacero		
3.8 Altillo: ( ) Ninguno ( ) Sin lado ( ) Dos lados ( ) Tres lados	Mamposteria no confinada		Mamposteria no confinada		Losacero				

DIMENSIONES TÍPICAS																																						
NIVEL	6.1 COLUMNAS			6.2 VIGAS						6.3.1 GEOMETRIA			6.3.2 MATERIALES				6.3.3 ADOSAMIENTO		6.3.4 COMPLEMENTO																			
	Col. Nº	Seccion		Direccion			Seccion			Tipo		Dir. X Y		Esp. (cm)		Long. (cm)		Bloques		Friso		Bisulacion		Torno		Niquero		Parral		Total								

4. CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES																																								
NIVEL	4.1 Altura (m)	4.2. TIPO ESTRUCTURAL					SISTEMA DE LOSA DE ENTREPISO O TECHO																																	
		Porticos		Mamposteria Confinada			Mamposteria no confinada	4.3. Esp. (cm)	4.4. SISTEMA DE LOSA DE ENTREPISO O TECHO																															
		Sin paredes	Con paredes	Muchas (>70%)	Algunas (30%-70%)	Pocas (<30%)			Ligero	Tabelon	Nervada	Maciza	Losacero																											
1		( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )		
2		( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	
3		( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4		( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5		( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )

Figura III.5. Planilla Detallada. Características estructurales (FUNVISIS, 2011).



EFFECTOS DE LOS TERREMOTOS SOBRE LAS VIVIENDAS POPULARES DE UN SECTOR DEL BARRIO  
TELARES DE PALO GRANDE  
**MARCO METODOLOGICO**

Grado de deterioro

**PLANILLA DE INSPECCION ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS**

1. DATOS GENERALES		2. IDENTIFICACION DE LA EDIFICACION			Observaciones:
1.1 Nombre del encuestador:		2.1 Persona entrevistado:	2.2 Carácter:		
1.2 Fecha de la inspección:		2.3 Teléfono:	2.4 Estado:	2.5 Ciudad:	
1.3 Revisado por:		2.6 Municipio:	2.7 Urb. sector/barrio:	2.8 Calle, Vereda u Otro:	
1.4 Transcriptor:		2.9 Nombre de la edificación:	2.10 Ubicación:	2.10 Número:	
1.5 Fecha de transcripción:		2.11 Coordenadas: Norte: Oeste:	2.12 Nº de habitantes:		
1.6 Supervisado por:		2.13 Uso: ( ) Residencial ( ) Comercial ( ) Interés Comunitario ( ) Otro Específico:			

3. CARACTERIZACION DEL ENTORNO DE LA EDIFICACION		4. CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES				5. GRADO DE DETERIORO		
3.1 Edificación en: ( ) Rra ( ) Asfalto ( ) Pavido		4.2 TIPO ESTRUCTURAL				Descripción		
3.2 Pendiente del terreno: ( ) 0°-10° ( ) 10°-45° ( ) >45°		4.3. Esp. (cm)				5.1 Agrietamiento en elementos estructurales de Concreto		
3.3 Indicios de deslizamientos anteriores: ( ) SI ( ) NO		4.4. Tipo: ( ) Muro ( ) Columna ( ) Vigas ( ) Losa ( ) Otro				5.2 Corrosión en elementos estructurales en Estructuras de Acero		
3.4 Muros o taludes cercanos: ( ) SI ( ) NO		4.5. Material: ( ) Mampostería ( ) Bloque ( ) Otro				5.3 Agrietamiento en paredes de relleno		
3.5 Distancia: ( ) <5m ( ) 5-10m ( ) >10m		4.6. Estado: ( ) Bueno ( ) Regular ( ) Malo				Estado general del mantenimiento		
3.6 Descarga de agua de lluvia: ( ) Frenado ( ) Canalizado		4.7. Estado: ( ) Bueno ( ) Regular ( ) Malo						
3.7 A otra estructura: ( ) Ninguno ( ) Un lado ( ) Dos lados ( ) Tres lados		4.8. Estado: ( ) Bueno ( ) Regular ( ) Malo						
3.8 Alzamiento: ( ) Ninguno ( ) Un lado ( ) Dos lados ( ) Tres lados		4.9. Estado: ( ) Bueno ( ) Regular ( ) Malo						

6.1 COLUMNAS		6.2 VIGAS				6.3 PAREDES			6.4 ACABAMIENTOS					
NIVEL	Dir. Nº	Sección		Tipo		6.3.1 GEOMETRIA			6.3.2 MATERIALES		6.4.1 ACABAMIENTOS		6.4.2 ACABAMIENTOS	
		Ancho	Alto	Asco	Concreto	Dir. Nº	Dir. Nº	Dir. Nº	Dir. Nº	Dir. Nº	Dir. Nº	Dir. Nº	Dir. Nº	Dir. Nº

5. GRADO DE DETERIORO			
Descripción	Severo	Moderado	Ninguno
	5.1. Agrietamiento en elementos Estructurales de Concreto	( )	( )
5.2. Corrosión en elementos estructurales en Estructuras de Acero	( )	( )	( )
5.3. Agrietamiento en paredes de relleno	( )	( )	( )
5.4. Estado general del mantenimiento	Bajo	Regular	Bueno
	( )	( )	( )

Figura III.6. Planilla Detallada. Grado de deterioro (FUNVISIS, 2011).



**MARCO METODOÓGICO**

Croquis de planta, de fachadas y transversal

Gobierno Bolivariano de Venezuela | Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias | Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas - FUNVISIS

SECRETARÍA FVS

7. CROQUIS DE CADA PLANTA, FACHADA Y FACHADA Y

CODIGO:  
NIVEL:

8. FACHADAS Y CORTE TRANSVERSAL

CODIGO:

FACHADAS

CORTE TRANSVERSAL

Figura III.8. Planilla Detallada. Croquis (FUNVISIS, 2011).

## **MARCO METODOÓGICO**

### III.1.2.2. Planilla Simplificada

Esta planilla está conformada por características típicas de cada vivienda, en términos generales no contiene datos específicos de dimensiones sino las particularidades de las vivienda por separado, se inspeccionaron cuarenta y ocho (48) viviendas con este tipo de planilla y se incorporan a la misma los datos necesarios de las quince (15) inspeccionadas de forma detallada, donde se hace énfasis en irregularidades estructurales, tipología estructural y grado de deterioro de la misma.

Los datos levantados en la planilla están divididos en dieciséis (16) partes, las mismas se presentan a continuación:

MARCO METODOÓGICO

**PLANILLA DE INSPECCIÓN DE EDIFICACIONES**  
(Características Sísmorresistentes)

**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-etapas: \_\_\_\_\_  
 4.4 N° de sótanos: \_\_\_\_\_ 4.5 Estado: \_\_\_\_\_ 4.6 Ciudad: \_\_\_\_\_  
 4.7 Municipio: \_\_\_\_\_ 4.8 Parroquia: \_\_\_\_\_ 4.9 Urb., Sector, Barrio: \_\_\_\_\_  
 4.10 Calle, Venedo, otro: \_\_\_\_\_ 4.11 Manzana N°: \_\_\_\_\_ 4.12 N° Parcela: \_\_\_\_\_  
 Proy. UTM (REQVEN) 4.13 Coord. X: \_\_\_\_\_ 4.14 Coord. Y: \_\_\_\_\_ 4.15 Huso: \_\_\_\_\_

**5. Uso de la edificación (marcar con "X", múltiples opciones)**

<input type="checkbox"/> Gubernamental	<input type="checkbox"/> Militar	<input type="checkbox"/> Médico-Asistencial	<input type="checkbox"/> Industrial	<input type="checkbox"/> Otro (Especificar)
<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"/> Portales	<input type="checkbox"/> Vivienda Multifamiliar	<input type="checkbox"/> Cultural	<input type="checkbox"/> Religioso	

**6. Capacidad de ocupación (rellenar y marcar con "X", una opción)**

6.1 Número de personas que ocupan el inmueble: \_\_\_\_\_ 6.2 Ocupación durante:  Mañana  Tarde  Noche

**7. Año de construcción (rellenar y marcar con "X", una opción)**

Año: \_\_\_\_\_  Antes de 1939  Entre 1940 y 1947  Entre 1948 y 1955  Entre 1956 y 1967  
 Entre 1968 y 1982  Entre 1983 y 1998  Entre 1999 y 2001  Después de 2001

**8. Condición del terreno (marcar con "X", una opción por pregunta)**

8.1 Edificación en:  Rasado  8.2 Pendiente del terreno:  20° - 45°  Mayor a 45°  
 Ladera  8.3 Localizada sobre la mitad superior de la ladera:  Sí  No  
 Base  8.4 Pendiente del talud:  20° - 45°  Mayor a 45°  
 Cima  8.5 Separación al talud:  Menor a H del Talud  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 diagonalizados
<input type="checkbox"/> Pórticos de concreto armado rellenados con paredes de bloques de arcilla o de concreto	<input type="checkbox"/> Pórticos de acero con cerchas
<input type="checkbox"/> Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales	<input type="checkbox"/> Sistemas pre-fabricados a base de grandes paneles o de pórticos
<input type="checkbox"/> Sistemas con muros de concreto armado en una sola dirección, como algunos sistemas del tipo túnel	<input type="checkbox"/> Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada
<input type="checkbox"/> Pórticos de acero	<input type="checkbox"/> Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada
<input type="checkbox"/> Pórticos de acero con cerchas tubulares	

**10. Esquema de planta (marcar con "X")**

<input type="checkbox"/> "H"	<input type="checkbox"/> "L"	<input type="checkbox"/> "E" abaluz horizontal
<input type="checkbox"/> "T"	<input type="checkbox"/> "O"	<input type="checkbox"/> Ninguno
<input type="checkbox"/> "U"	<input type="checkbox"/> "6"	<input type="checkbox"/>

**11. Esquema de elevación (marcar con "X")**

<input type="checkbox"/> "T"	<input type="checkbox"/> "U"	<input type="checkbox"/> "E" abaluz vertical
<input type="checkbox"/> "P" invertida	<input type="checkbox"/> "L"	<input type="checkbox"/> Ninguno
<input type="checkbox"/> "P" normal	<input type="checkbox"/> "6"	

**10. Esquema de planta.**

Figura III.9. Planilla Simplificada (FUNVISIS, 2011).

## MARCO METODOÓGICO

The image shows a digital form for structural damage assessment. It is divided into several sections, each highlighted with a red circle and an arrow pointing to a label on the right:

- Section 12: Irregularidades (marcar con "x", múltiples opciones)**. This section contains several checkboxes for structural irregularities such as "Ausencia de vigas sillas en una o dos direcciones", "Presencia de al menos un entabloo débil o blando", "Discontinuidad de ejes de columnas", "Aberturas irregulares en lasas", "Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta", "Separación entre edificios (cm)", and "Adosamiento: Lasa contra lasa".
- Section 13: Grado de deterioro (marcar con "x", una opción por pregunta)**. This section includes three questions about the condition of concrete, steel, and masonry walls, each with three radio button options: "Ninguno", "Moderado", and "Severo".
- Section 14: Observaciones**. A text area for recording observations.
- Section 15: Croquis de situación, ubicación y planta**. A grid area for drawing site location, building location, and floor plans, including a north arrow and a scale bar.
- Section 16: Croquis de fachadas**. A grid area for drawing the facades of the building.

Figura III.10. Planilla Simplificada (FUNVISIS, 2011)

### III.1.3. Incorporación del Inventario en un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Las características estructurales y sismorresistentes obtenidas a partir de las planillas de levantamiento se incorporan en un sistema de información geográfica a través de la herramienta ArcGIS, georeferenciando la zona de

## MARCO METODOÓGICO

estudio bajo la proyección UTM datum REGVEN encontrándose el Área Metropolitana de Caracas en el huso 19.

### III.2. Evaluación simplificada de la relación Demanda/Capacidad.

#### III.2.1. Capacidad Resistente al Corte.

- Pórticos de concreto armado.

Para el cálculo del corte resistente de un pórtico de concreto armado se hizo uso de la Norma Venezolana FONDONORMA 1753-2006 “PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS EN CONCRETO ESTRUCTURAL”.

El Capítulo 11 de la Norma 1753-2006, en el ítem 11.2 que se menciona la fórmula siguiente:

$$V_n = V_c + V_s$$

Donde  $V_n$  es la resistencia teórica al corte que depende a su vez de la resistencia teórica por corte asignada al concreto ( $V_c$ ) y de la resistencia teórica a la corte, asignada al acero de refuerzo ( $V_s$ ).

Para el cálculo del corte resistente no se tomará en cuenta el corte del acero para considerar el corte más desfavorable y realizar la comparación de las fórmulas empleadas para pórtico y para mampostería.

Por lo que para efectos de cálculo la fórmula a emplear es la siguiente:

$$V_n = V_c$$

En el ítem 11.3 de la Norma Figura III.11, se expresa la fórmula para el cálculo del corte del concreto, se considera esta fórmula que depende del nivel de diseño escogiendo el que representa el más conservador en cálculos de corte resistente, es decir el que arroja el menor corte resistente del concreto.

Se toma en cuenta que el miembro está sometido sólo a flexión, para realizar el cálculo de una manera más conservadora.

**MARCO METODOÓGICO**

Solicitación	Fórmula simplificada
Flexión	<p>Fórmula ( 11-3) :</p> $V_c = 0,53 \sqrt{f'_c} b_w d$

Figura III.11. Corte Resistente Concreto. FONDONORMA 1753-2006.

- Mampostería

La siguiente fórmula propuesta en la Norma Mexicana (NTCM, 2004) estima la resistencia cortante de diseño  $V_r$  de una estructura de mampostería:

$$V_r = Fr (0,5 V_m^* A_T + 0,3 P)$$

Donde  $Fr$  es el factor de reducción de resistencia para el diseño (la norma NTCM (2004) recomienda para muros sujetos a fuerza cortante: 0,7 para Mampostería Confinada y 0,4 para la No Confinada),  $V_m^*$  es la resistencia de diseño a compresión diagonal de muretes de mampostería para la cual esta norma propone valores entre 2,0 y 3,5 Kg/cm<sup>2</sup> dependiendo del tipo de bloque y mortero adoptando 2,5 Kg/cm<sup>2</sup> considerando resultados de ensayos Nacionales (IMME, 2004),  $A_T$  es el área transversal del muro y  $P$  es la carga vertical total actuante sobre el muro.

Para efectos de cálculo en el trabajo no se consideraron los efectos de la carga axial ( $P$ ); para el factor de reducción ( $Fr$ ) se adoptaron valores característicos,  $Fr_{MC} = 1$  (Mampostería confinada) y  $Fr_{MNC} = 0,6$  (Mampostería no confinada), los cuales son mayores a los propuestos por la



## MARCO METODOÓGICO

norma mexicana pero manteniendo su proporción, esto motivado a que la mampostería que se observa en las viviendas populares levantadas no tienen ningún diseño mientras que la representada en la norma mexicana si lo posee.

### III.2.2. Demanda de Cortante Basal

El Corte Basal se estimó mediante la fórmula simplificada que se desarrolla en la Norma COVENIN 1756-2001 “Edificaciones Sismorresistentes” en su capítulo nueve (9), sección tres (3):

$$V_0 = \mu * A_d * W$$

Donde:

$\mu$  = Factor de modificación de cortantes.

$A_d$ = Ordenada en el espectro para el período T.

W= Peso total de la edificación por encima del nivel base.

### III.3. Caracterización la vulnerabilidad sísmica de las viviendas populares inspeccionadas.

Para caracterizar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas estudiadas fueron necesarios los datos levantados en cada planilla de inspección, para su cálculo se hizo uso de un método denominado “Índices De Priorización De Edificaciones para la Gestión del Riesgo Sísmico” (FUNVISIS, 2011), este método tiene como fin el cálculo del índice de priorización pero para ello incorpora factores de amenaza, vulnerabilidad e importancia de la edificación.

El cálculo del Índice de Vulnerabilidad está asociado a unos pesos relativos que se corresponden con un dato obtenido de cada vivienda, como se describe en la Tabla II.10 y cada dato en particular presenta un valor dependiendo de su dato asociado.

## MARCO METODOÓGICO

Según el método antes mencionado el Índice de Vulnerabilidad ( $I_V$ ) está dado por:

$$I_V = \sum_{i=1}^6 \alpha_i \cdot I_i \quad \text{Su valor oscila entre 6,5 y 100.}$$

Donde  $I_i$  es el Índice de la vulnerabilidad “i” y  $\alpha_i$  es su peso relativo. Estos índices obtenidos no pretenden cuantificar de forma absoluta la vulnerabilidad, pero permiten comparar el comportamiento de las viviendas, con el fin de establecer prioridades para la toma de decisiones futuras, bien sea de refuerzo o de prevención ante ocurrencia de eventos sísmicos.

### III.4. Simulación de escenarios de amenaza sísmica.

Se pretende simular los escenarios de amenaza, a partir de varios coeficientes de aceleración del terreno en roca tomando como referencia la zonificación sísmica indicada en la Norma COVENIN 1756-2001 y los resultados del Proyecto de Microzonificación Sísmica de Caracas (FUNVISIS, 2009). Se establecerán tres amenazas, la primera con la aceleración de diseño, la segunda correspondiente a la aceleración generada por el sismo de Caracas de 1967, y la tercera correspondiente a un sismo de poca probabilidad de ocurrencia. Con esto obtener el índice de amenaza para cada vivienda y para cada caso y a través de un sistema de información geográfica (SIG) establecer el rango de amenaza.

### III.5. Estimación de los niveles de riesgo y los posibles efectos de los terremotos del barrio en estudio.

Para la estimación de los índices de amenaza sísmica se toma en cuenta tanto la Norma COVENIN 1756 como la Microzonificación Sísmica de Caracas impulsada por FUNVISIS, estas referencias son empleadas para el cálculo de los valores de la aceleración del terreno en roca para cada

## **MARCO METODOÓGICO**

escenario sísmico dependiente de la zona en estudio, para así hallar los índices de amenaza, considerando una proporción que se basa en el rango del valor mínimo y máximo asociado a la aceleración en todo el territorio nacional.

Después de haber obtenido el índice de amenaza y el índice de vulnerabilidad por vivienda y por escenario sísmico (el sismo de Caracas de 1967, un sismo de diseño y un sismo de poca probabilidad de ocurrencia muy severo) se establece el índice de riesgo que resulta del producto de los resultados anteriores.

A partir de este índice se puede comparar las viviendas entre sí para establecer cuál o cuáles son las que presentan mayor riesgo ante los escenarios estudiados y estos resultados se representan en un sistema de información geográfico (SIG).

### **III.6. Recomendaciones para un plan de gestión de riesgo local.**

Haciendo uso de la información obtenida y de los rangos de riesgo del sector estudiado se realizan recomendaciones estructurales, no estructurales y organizativas que contribuyan al buen comportamiento de la comunidad de un evento sísmico con la finalidad de establecer lineamientos básicos para la gestión de riesgos, para ello es necesario no sólo el estudio técnico sino también observar durante todo el proceso de estudio la conducta de la comunidad tomando en cuenta sus fortalezas y debilidades.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### CAPÍTULO IV RESULTADOS Y ANÁLISIS.

Este capítulo comprende el desarrollo, resultados y análisis del Trabajo Especial de Grado, donde se exponen las características arrojadas por el levantamiento de las viviendas populares del sector haciendo uso de las planillas tanto detallada como simplificada, también involucra factores que se vieron incluidos en el estudio para la determinación de índices de amenaza, vulnerabilidad y riesgo sísmico.

#### IV.1. Inventario de las características: Viviendas inspeccionadas con la planilla detallada.

Se presenta en la Figura IV.1 la ubicación geográfica de las quince (15) viviendas seleccionadas para las inspecciones detalladas. Ver planillas en Anexo A.



Figura IV.1. Ubicación de las 15 viviendas inspeccionadas de forma detallada.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

A continuación se describen las características más relevantes de tres viviendas seleccionadas de las quince inspeccionadas (Anexos C al E).

### IV.1.1. Vivienda 9

- Descripción de la Vivienda

Es una vivienda de tres pisos, construida aproximadamente en el año 1980, catalogada como popular donde habitan seis personas. Está ubicada en ladera con una pendiente de terreno entre 15° y 45° cuya descarga de agua de lluvia y agua servida se encuentra canalizada. No presenta adosamiento importante ni al terreno ni a otra estructura.

- Tipología Estructural.

Independientemente que para cada vivienda se consideró todas las tipologías constructivas existentes, para el análisis se toma en cuenta solamente mampostería confinada o no, ya que para la metodología usada los pórticos, bien sea de concreto o acero, son considerados con un nivel de diseño apegado a las normas. Es de saber que en vivienda popular lo típico es la autoconstrucción donde la calidad constructiva es muy baja.

- Losa y altura de entrepiso.

Los niveles uno y dos presentan losa de tablerones como sistema de entrepiso, el nivel tres le corresponde la losa de techo de material ligero. La altura de entrepiso de los dos primeros niveles es de 2,50 m y de 2,90 m la del último nivel.

- Confinamiento.

De la planilla de levantamiento se obtuvo los porcentajes de confinamiento de las paredes de cada vivienda, dividiéndose en confinamiento total, parcial y ninguno. Para establecer si la tipología

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

estructural es mampostería confinada o no se asume el criterio de la Tabla IV.1:

Tabla IV.1. Criterio de Confinamiento.

Tipología Estructural	Criterio
Mampostería confinada (MC)	Confinamiento Total > 50% y Ninguno < 25%
Mampostería no confinada (MNC)	Confinamiento Total < 50% o Ninguno > 25%

El primer nivel solo presenta 38% de las paredes totalmente confinadas, el segundo nivel 29% y el tercer nivel 24%, por lo tanto todos los niveles se consideran con un sistema estructural de mampostería no confinada, en la Figura IV.2 se expresan los porcentajes discretizados.

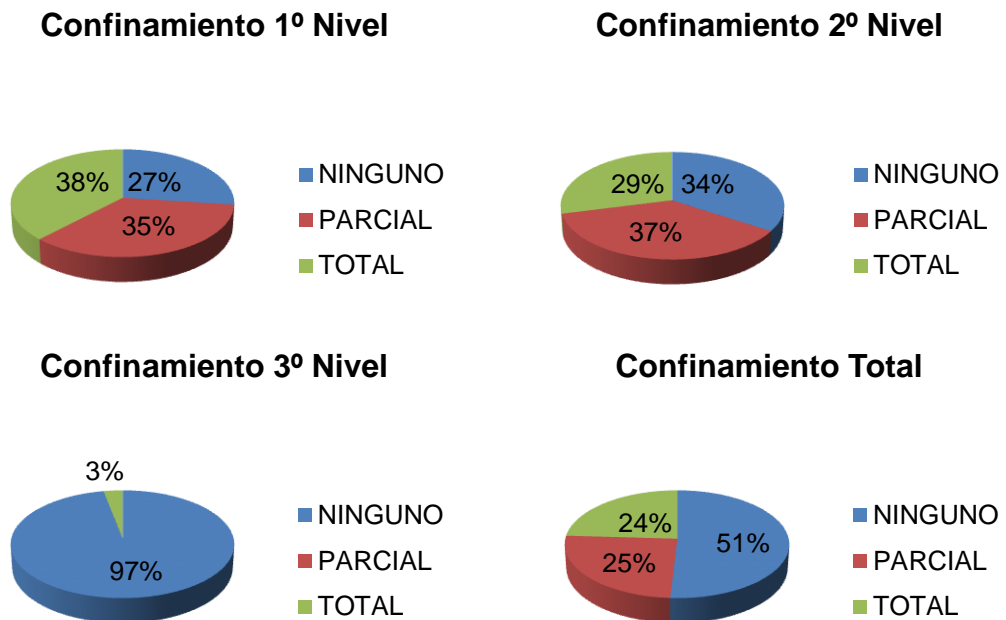


Figura IV.2. Confinamiento Vivienda 9.

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

- Columnas o Machones.

Son en su totalidad de concreto, el 64% de ellos son de dimensiones 25x25 cm, el 34% son de 20x20 cm y el 2% restante de 15x15cm, como se muestra en la Figura IV.3. En la Tabla IV.2 se muestra la relación en porcentaje del área de columnas (Ac) por área de la planta (Ap).

Tabla IV.2. Porcentaje de columnas o machones por área.

Vivienda	Piso	%Ac/Ap	
			%
9	1		1.26
	2		0.56
	3		0.56

**Dimensiones Típica de Columnas o Machones**

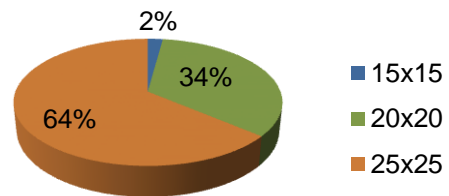


Figura IV.3. Dimensiones típicas de columnas o machones.

- Vigas de Corona.

Presenta vigas altas de concreto en donde el 67% de ellas presenta dimensiones de 25x25cm y el 25% de 20x25 cm (Figura IV.4). En la Tabla IV.3 se expresa el porcentaje de vigas (Av) por área de planta (Ap).

Tabla IV.3. Porcentaje de vigas por área.

VIV	PISO	%Av/Ap			
		X	Y	D	TOTAL
9	1	6.13	6.70	0.46	13.29
	2	1.79	3.81	0.40	6.00
	3	0.24	0.32	0.00	0.55

**Dimensiones Típica de Vigas**

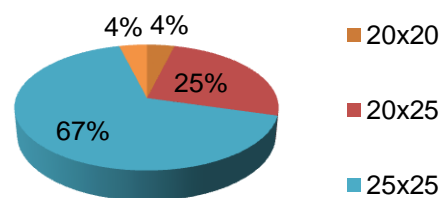


Figura IV.4. Dimensiones típicas de Vigas.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

- Paredes

Las paredes son de bloques de arcilla frisadas en ambas caras con un espesor de 15cm. En la Tabla IV.4 se refleja el porcentaje de paredes por área planta (Ap).

Tabla IV.4. Porcentaje de paredes según eje local por área.

%PARED/Ap					
Vivienda	Piso	X	Y	D	TOTAL
9	1	5.01	5.70	0.46	11.17
	2	4.94	6.01	0.40	11.35
	3	6.97	2.69	0.34	10.00

- Estado General de Mantenimiento.

No presenta agrietamiento ni en los elementos estructurales ni en las paredes de relleno. El estado estructural de mantenimiento es regular.

### IV.1.2. Vivienda 11

- Descripción de la Vivienda

Es una vivienda popular de dos pisos construida aproximadamente en el año 1985, actualmente está ocupada por once personas. Se encuentra ubicada en ladera con una pendiente de terreno de 15° a 45°. El drenaje de agua de lluvia y de agua servida se encuentra canalizado, no presenta adosamiento ni al terreno ni a otra estructura.

- Tipología Estructural.

- Losa y altura de entrepiso.

La vivienda posee losa de tableros en ambos pisos y la altura de la misma es de 2,30m en el primer nivel y 2,80m en el segundo.



## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### - Confinamiento.

En el primer nivel el 75% de las paredes se encuentra confinada y en el segundo el 77% por lo que se considera que la vivienda está conformada por un sistema estructural de mampostería confinada. En la Figura IV.5 se muestra el confinamiento de la vivienda por nivel.

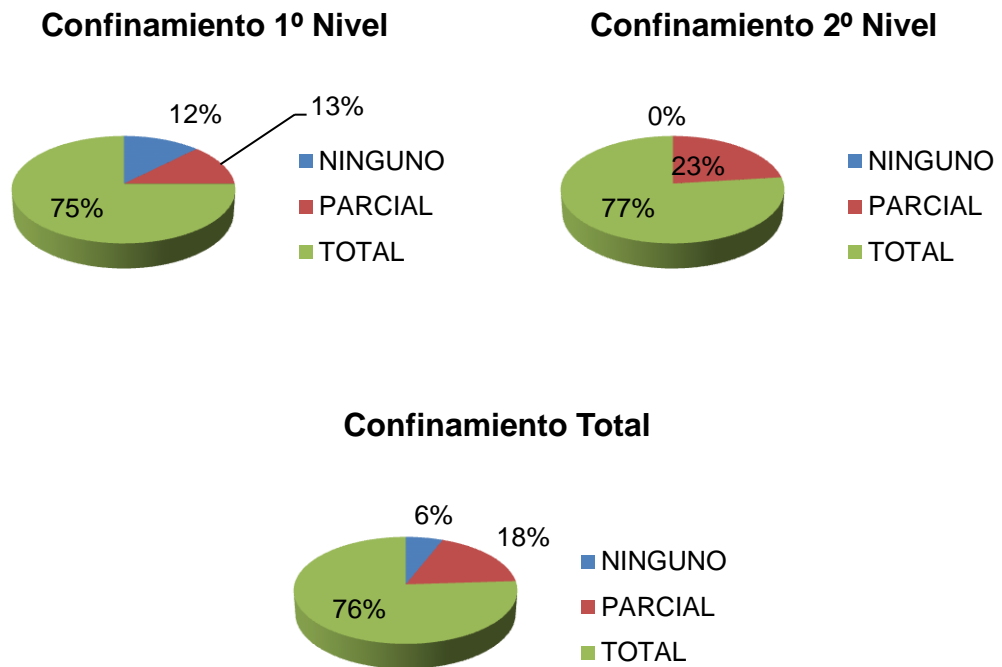


Figura IV.5. Confinamiento vivienda 11.

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

- Columnas o Machones.

Son de concreto con dimensión de 20x20 cm, nótese en la Figura IV.6 que 83% de los casos y de 25x20 cm en el porcentaje restante. En la Tabla IV.5 se muestra el porcentaje de área de columnas (Ac) por área de planta (Ap)

Tabla IV.5. Porcentaje de columnas o machones por área.

Vivienda	Piso	%Ac/Ap	
			%
11	1		0.86
	2		0.72

**Dimensiones Típica de Columnas o Machones**

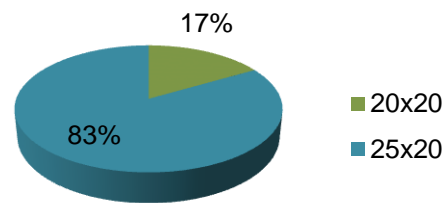


Figura IV.6. Dimensiones típicas de columnas o machones.

- Vigas de Corona

La vivienda está conformada por vigas altas de concreto de dimensiones 15x20 cm como se representa en la Figura IV.7. En la Tabla IV.6. se presenta el porcentaje de área de vigas (Av) por área de planta (Ap).

Tabla IV.6. Porcentaje de Vigas por área.

VIV	PISO	%Av/Ap			
		X	Y	D	TOTAL
11	1	6.63	5.66	0.00	12.29
	2	5.41	5.33	0.00	10.74

**Dimensiones Típica de Vigas**

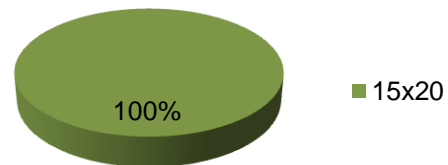


Figura IV.7. Dimensiones típicas de vigas.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

- Paredes

Las paredes presentes en la vivienda son de bloques de arcilla con un espesor de 15 cm, frisadas en ambas caras. Se presenta en la Tabla IV.7 el porcentaje de paredes por área de planta.

Tabla IV.7. Porcentaje de paredes según eje local por área de planta.

Vivienda	Piso	%PARED/Ap			TOTAL
		X	Y	D	
11	1	5.48	4.33	0.00	9.81
	2	5.58	5.50	0.00	11.08

- Estado General de Mantenimiento.

No presenta agrietamiento ni en los elementos estructurales ni en las paredes de relleno. El estado general de mantenimiento de la vivienda es regular.

### IV.1.3. Vivienda 13

- Descripción de la Vivienda

Vivienda popular de dos pisos construida en el año 1975, la cual está actualmente ocupada por cinco habitantes. Se encuentra ubicada en ladera con una pendiente de terreno que oscila entre 15° y 45°; la descarga de agua de lluvia y agua servida se encuentra debidamente canalizada. No presenta adosamiento al terreno pero si a otra estructura por uno de sus lados.

- Tipología Estructural.

- Losa y altura de entrepiso.

La losa de entrepiso es de tabelones y la losa de techo de material ligero, la altura del primer nivel es de 2,10m y 2,15m la correspondiente al segundo nivel.

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

- Confinamiento.

Como se observa en la Figura IV.8, el primer nivel posee el 50% de las paredes confinadas por lo que a este piso le corresponde un sistema estructural de mampostería confinada, el segundo nivel no posee confinamiento en ninguna de sus paredes. El sistema estructural adoptado para esta vivienda será mampostería no confinada.

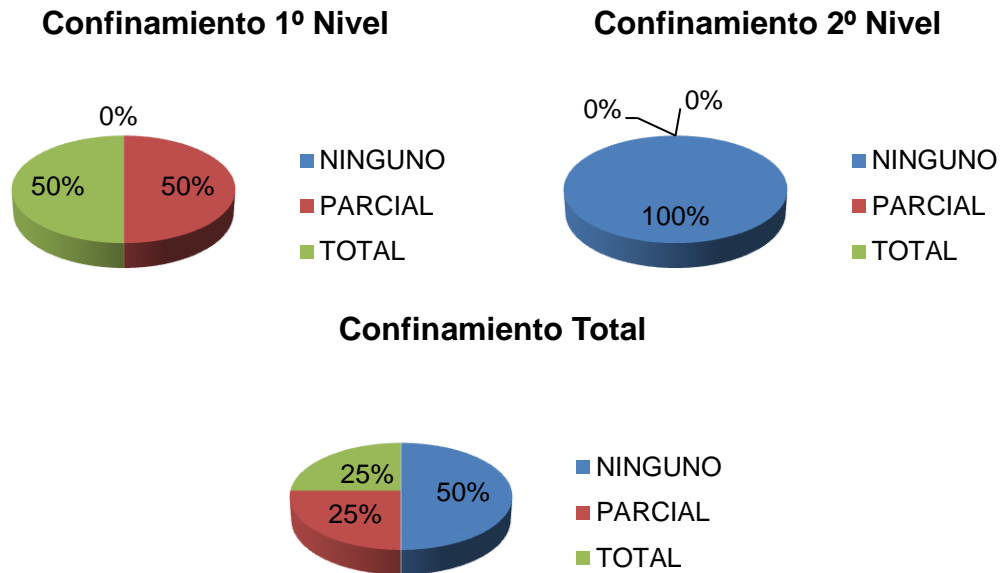


Figura IV.8. Confinamiento vivienda 13.

- Columnas o Machones.

Son de concreto de dimensiones 25x30cm como se muestra en la Figura IV.9. Se presenta en la Tabla IV.8 el porcentaje de área de columnas (Ac) por área de planta (Ap).

Tabla IV.8. Porcentaje de columnas o machones por área.

Vivienda	%Ac/Ap	
	Piso	%
13	1	1.72
	2	0.00



Figura IV.9. Dimensiones típicas de columnas o machones.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

- Vigas de Corona

Son vigas altas de concreto con dimensiones de 20x25 cm en 83% de los casos y 10x25cm en el porcentaje restante (Figura IV.10). Se presenta en la tabla IV.9 el porcentaje de área de vigas (Av) por área de planta (Ap).

Tabla IV.9. Porcentaje de Vigas por área.

VIV	PISO	%Av/Ap			
		X	Y	D	TOTAL
13	1	2.74	2.55	0.00	5.30
	2	0.00	0.00	0.00	0.00

Dimensiones Típica de Vigas

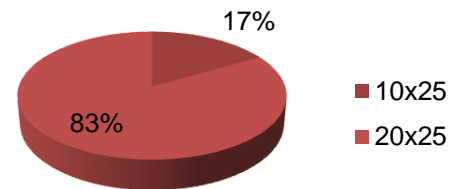


Figura IV.10. Dimensiones típicas de vigas.

- Paredes

La vivienda presenta paredes de bloque de arcilla con 15 cm de espesor frisada en ambas caras. El porcentaje de área de pared por área de planta (Ap) se presenta en la Tabla IV.10.

Tabla IV.10. Porcentaje de paredes según eje local por área de planta

Vivienda	Piso	%PARED/Ap			
		X	Y	D	TOTAL
013	1	2.96	4.40	0.00	7.35
	2	2.77	3.96	0.00	6.72

- Estado General de Mantenimiento.

No hay agrietamiento en los elementos estructurales ni en las paredes de relleno. El estado general de mantenimiento de la edificación es regular.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

En la Tabla IV.11 se muestran de las quince viviendas inspeccionadas de forma detallada, datos como el área de planta por nivel, número de personas, densidad de personas, confinamiento y tipología estructural predominante por piso. Para ello se considera MNC: mampostería no confinada, MC: mampostería confinada y PCA: pórticos de concreto armado, con la salvedad de que este representa un pórtico con una baja calidad constructiva.

Luego la tabla IV.12 presenta la altura de entrepiso por nivel, la dimensión típica de columnas o machones, de vigas y el espesor típico de pared así como el material prevaeciente y la presencia o no de friso, para cada una de las viviendas.

Finalmente en la Tabla IV.13 se muestra de forma resumida los porcentajes de área de columnas o machones, vigas y paredes por nivel y por vivienda.

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

Tabla IV.11. Información Viviendas detalladas.

iv	Piso	Área (m2)	Nº Pers	Densidad (pers/m2)	Confinamiento			Tipología Estructural
					Ninguno	Parcial	Total	
1	1	177.68	70	0.12	37.50	45.00	17.50	MNC
	2	198.87			30.56	47.22	22.22	MNC
	3	197.87			20.83	50.00	29.17	MNC
2	1	56.54	8	0.04	13.64	31.82	54.55	MC
	2	56.54			13.64	31.82	54.55	MC
	3	65.53			27.78	27.78	44.44	MC*
3	1	69.28	9	0.08	66.67	33.33	0.00	MNC
	2	41.10			100.00	0.00	0.00	MNC
4	1	102.37	1	0.01	19.23	42.31	38.46	MNC
5	1	58.24	9	0.07	0.00	0.00	100.00	MC
	2	58.24			18.75	12.50	68.75	MC
	3	8.84			100.00	0.00	0.00	MNC
6	1	66.25	6	0.05	50.00	31.82	18.18	MNC
	2	66.73			95.65	4.35	0.00	MNC
7	1	101.24	8	0.02	47.06	41.18	11.76	MNC
	2	96.19			37.04	29.63	33.33	MNC
	3	168.00			100.00	0.00	0.00	MNC
8	1	54.44	5	0.09	100.00	0.00	0.00	MNC
9	1	91.73	6	0.02	27.03	35.14	37.84	MNC
	2	106.06			34.21	36.84	28.95	MNC
	3	128.41			36.36	39.39	24.24	MNC
10	1	71.51	13	0.06	0.00	0.00	0.00	PCA
	2	71.51			26.09	34.78	39.13	MNC
	3	89.29			100.00	0.00	0.00	MNC
11	1	101.58	11	0.05	12.50	12.50	75.00	MC
	2	120.07			0.00	23.08	76.92	MC
12	1	72.12	7	0.04	40.00	20.00	40.00	MNC
	2	85.47			100.00	0.00	0.00	MNC
13	1	34.98	5	0.07	0.00	50.00	50.00	MC
	2	36.58			100.00	0.00	0.00	MNC
14	1	25.35	8	0.06	27.27	63.64	9.09	MNC
	2	54.30			31.58	36.84	31.58	MNC
	3	46.46			100.00	0.00	0.00	MNC
15	1	121.91	6	0.05	100.00	0.00	0.00	MNC

\*Se considera mampostería confinada ya que el confinamiento global de la estructura supera el 50%.

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

Tabla IV.12. Información Viviendas detalladas.

Viv	Piso	Altura he (m)	DIMENSIÓN TÍPICA			Características Típicas de pared	
			Col bxx (cm)	Vig bxx (cm)	Pared e (cm)	Material	Friso
1	1	2,5	20x20	20x20	15	Arcilla	Si
	2	2,3					
	3	2,2					
2	1	2,3	20x20	15x20	15	Concreto	Si
	2	2,3					
	3	2,65					
3	1	2,35	30x30	15x20	15	Arcilla	Si
	2	2,75					
4	1	2,45	20x20	15x20	15	Arcilla	Si
5	1	2,7	25x25	20x20	15	Concreto	Si
	2	2,7					
	3	2,4					
6	1	2,35	20x20	20x20	15	Arcilla	No
	2	2,9					
7	1	2,6	25x25	20x20	15	Arcilla	Si
	2	2,9					
	3	2,45					
8	1	2,9	No	No	15	Arcilla	Si
9	1	2,5	25x25	25x25	15	Arcilla	Si
	2	2,5					
	3	2,9					
10	1	2,5	20x20	18x17	15	Arcilla	Si
	2	2,55					
	3	2,5					
11	1	2,3	20x20	15x20	15	Arcilla	Si
	3	2,8					
12	1	2,4	20x20	15x20 / 25x25	10	Arcilla	Si
	2	2,5					
13	1	2,9	25x30	20x25	15	Arcilla	Si
	2	2,15					
14	1	2,58	20x20	20x25	15	Arcilla	Si
	2	2,5					
	3	2,35					
15	1	2,8	30x30	No	15	Arcilla	Si



**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

Tabla IV.13. Información Viviendas detalladas.

Viv	Piso	% Ac	% Av.				% Ap			
			X	Y	D	Total	X	Y	D	Total
1	1	0.41	2.79	3.45	0.72	6.96	3.31	3.42	0.47	7.21
	2	0.30	1.57	2.38	0.97	4.92	2.20	2.51	1.74	6.45
	3	0.20	1.32	1.31	0.29	2.92	2.14	2.03	0.35	4.52
2	1	1.06	10.54	4.71	2.43	17.67	8.40	3.06	2.43	13.89
	2	1.06	10.54	4.71	2.43	17.67	8.16	3.06	2.43	13.65
	3	0.49	5.69	2.28	0.00	7.97	6.51	3.75	0.94	11.20
3	1	0.52	2.54	0.82	0.00	3.36	6.27	5.62	0.00	11.89
	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.90	5.39	0.00	12.29
4	1	0.35	1.96	1.59	0.53	4.09	6.25	5.40	1.58	13.23
5	1	1.18	3.04	1.76	0.00	4.80	3.22	4.10	0.00	7.31
	2	1.40	2.74	3.58	0.00	6.32	6.37	5.28	0.00	11.65
	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.65	17.65	0.00	26.30
6	1	0.44	2.83	3.71	0.00	6.54	7.27	2.65	0.00	9.92
	2	0.60	0.00	1.33	0.79	2.11	7.02	2.89	2.36	12.27
7	1	0.77	2.57	0.52	1.50	4.59	4.59	3.74	2.82	11.15
	2	1.37	4.17	2.22	1.05	7.44	3.85	4.66	2.11	10.63
	3	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2.06	5.03	8.08
8	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.14	7.04	0.00	13.18
9	1	1.26	6.13	6.70	0.46	13.29	5.01	5.70	0.46	11.17
	2	0.56	1.79	3.81	0.40	6.00	4.94	6.01	0.40	11.35
	3	0.56	0.24	0.32	0.00	0.55	6.97	2.69	0.34	10.00
10	1	0.84	6.78	1.61	0.50	8.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	0.84	6.78	1.61	0.50	8.89	6.79	4.90	1.26	12.95
	3	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	5.24	2.72	1.60	9.56
11	1	0.86	6.63	5.66	0.00	12.29	5.48	4.33	0.00	9.81
	3	0.72	5.41	5.33	0.00	10.74	5.58	5.50	0.00	11.08
12	1	0.67	1.64	3.45	0.00	5.10	4.83	4.02	0.00	8.85
	2	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.88	1.80	0.00	2.69
13	1	1.72	2.74	2.55	0.00	5.30	2.96	4.40	0.00	7.35
	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.77	3.96	0.00	6.72
14	1	0.63	3.18	5.49	0.00	8.67	8.22	8.04	0.00	16.26
	2	0.74	1.41	1.23	0.00	2.64	7.13	4.07	0.00	11.20
	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	1	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00	8.51	6.27	0.00	14.77

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

IV.1.4. Dimensiones Típicas de columnas o machones y vigas.

A partir de los datos obtenidos de las planillas se totalizaron las dimensiones por piso tanto de columnas o machones y vigas con lo que se obtuvo lo siguiente:

Primer Nivel.

- Columnas.

Como se observa en las Tablas IV.14, IV.18 e IV.22, se encontraron distintas combinaciones de dimensiones en las viviendas, por lo que éstas pueden considerarse en algunos casos como columnas y en otros como machones, para simplificar la caracterización estos elementos serán llamados columnas.

Tabla IV.14. Dimensiones típicas de columnas primer nivel.

Dimensiones Típica de Columnas 1º Nivel										
15x15	20x15	20x20	25x15	25x20	25x25	30x25	30x20	30x30	35x35	50x40
1	2	78	1	17	39	6	2	16	1	0

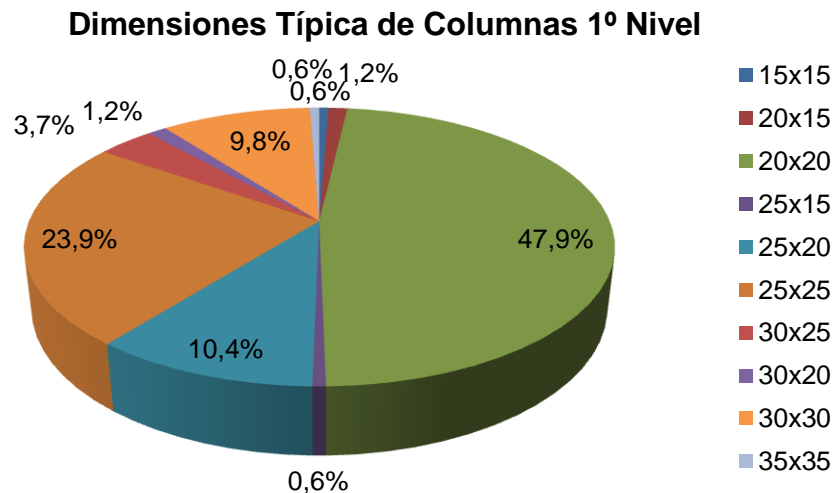
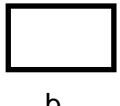


Figura IV.11. Dimensiones típicas columnas primer nivel.

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

Asimismo se calculó el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación de estos datos:

Tabla IV.15. Promedio y coeficiente de variación columnas primer nivel.

	1er Nivel					
	b (cm)			h (cm)		
	$\mu$ (cm)	$\sigma$ (cm)	Cv (%)	$\mu$ (cm)	$\sigma$ (cm)	Cv (%)
	23.26	3.80	16.35	22.30	3.67	16.44

- Vigas de Corona.

Tabla IV.16. Dimensiones típicas vigas primer nivel.

Dimensiones Típica de Vigas Nivel 1								
15x15	10x25	15x20	18x17	20x20	20x25	20x30	25x25	No se observ
25	2	25	16	36	16	2	28	26

**Dimensiones Típica de Vigas Nivel 1**

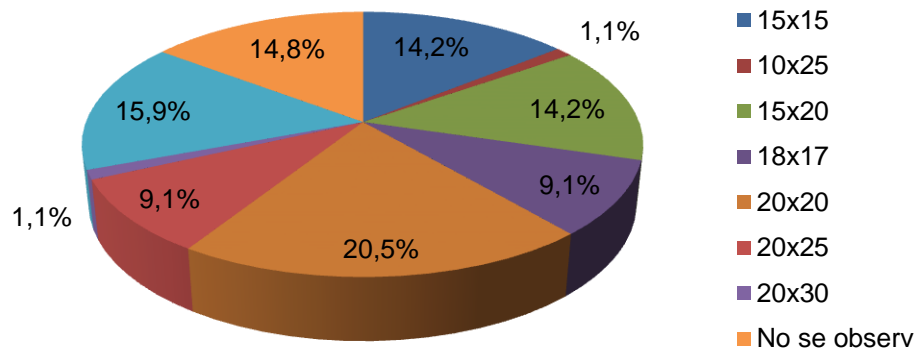
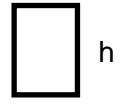


Figura IV.12. Dimensiones típicas de vigas primer nivel.

Tabla IV.17. Promedio y coeficiente de variación vigas primer nivel.

	1er Nivel					
	b (cm)			h (cm)		
	$\mu$ (cm)	$\sigma$ (cm)	Cv (%)	$\mu$ (cm)	$\sigma$ (cm)	Cv (%)
	18.92	3.70	19.55	20.51	3.74	18.21

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

Segundo Nivel.

- Columnas.

Tabla IV.18. Dimensiones típicas de columnas segundo nivel.

Dimensiones Típica de Columnas 2º Nivel										
15x15	20x15	20x20	25x15	25x20	25x25	30x25	30x20	30x30	35x35	50x40
0	2	77	0	17	34	1	0	2	0	1

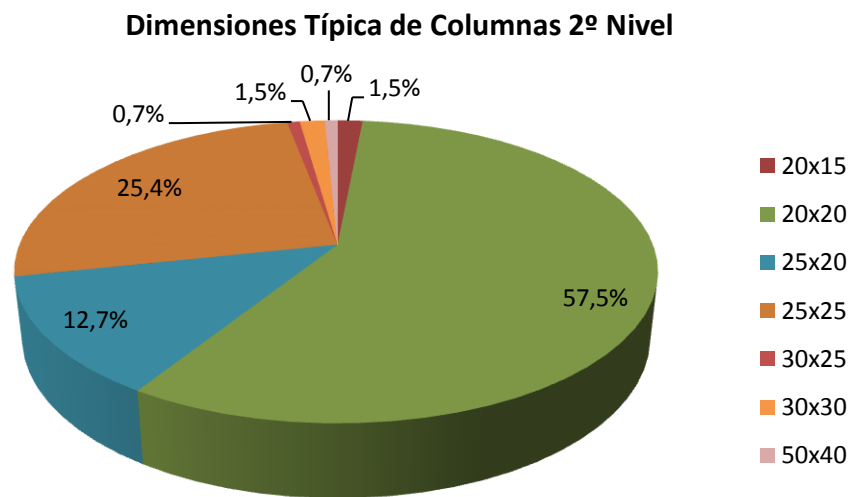



Figura IV.13. Dimensiones típicas de columnas segundo nivel.

Tabla IV.19. Promedio y coeficiente de variación de columnas segundo nivel.

	2do Nivel					
	b (cm)			h (cm)		
	$\mu$ (cm)	$\sigma$ (cm)	Cv (%)	$\mu$ (cm)	$\sigma$ (cm)	Cv (%)
b	22.38	3.78	16.90	21.42	2.98	13.91

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

- Vigas de Corona.

Tabla IV.20. Dimensiones típicas de vigas segundo nivel.

Dimensiones Típica de Vigas Nivel 2								
15x15	10x25	15x20	18x17	20x20	20x25	20x30	25x25	No se observ
0	0	14	16	49	8	0	8	21

**Dimensiones Típica de Vigas Nivel 2**

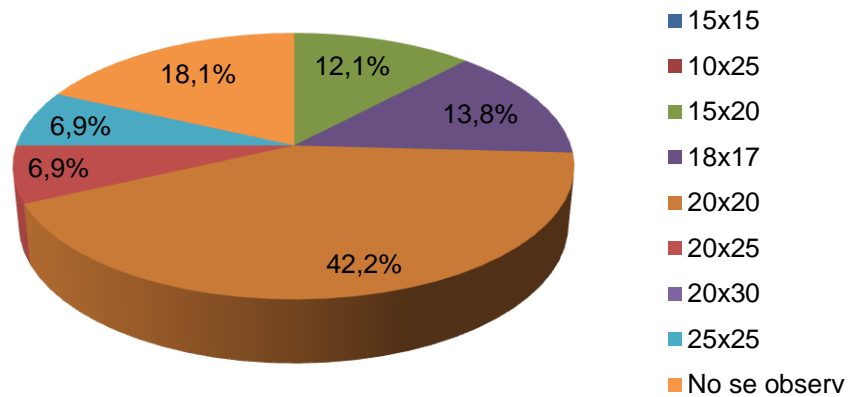
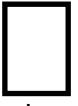


Figura IV.14. Dimensiones típicas de vigas segundo nivel.

Tabla IV.21. Promedio y coeficiente de variación vigas segundo nivel.

	2do Nivel					
	b (cm)			h (cm)		
	$\mu$ (cm)	$\sigma$ (cm)	Cv (%)	$\mu$ (cm)	$\sigma$ (cm)	Cv (%)
	19.35	2.47	12.77	20.34	2.38	11.71

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

Tercer Nivel.

- Columnas.

Tabla IV.22. Dimensiones típicas de columnas tercer nivel.

Dimensiones Típica de Columnas 3º Nivel										
15x15	20x15	20x20	25x15	25x20	25x25	30x25	30x20	30x30	35x35	50x40
1	0	45	0	0	11	0	0	0	0	0

**Dimensiones Típica de Columnas 3º Nivel**

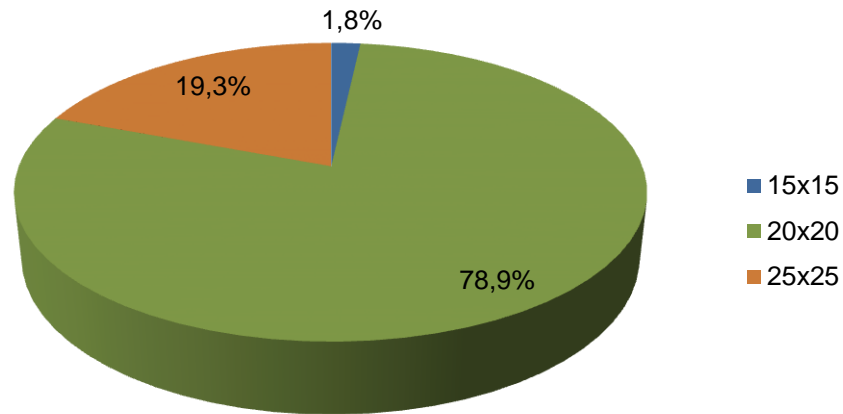



Figura IV.15. Dimensiones típicas de columnas tercer nivel.

Tabla IV.23. Promedio y coeficiente de variación columnas tercer nivel.

	3er Nivel					
	b (cm)			h (cm)		
	$\mu$ (cm)	$\sigma$ (cm)	Cv (%)	$\mu$ (cm)	$\sigma$ (cm)	Cv (%)
b	20.88	2.14	10.24	20.88	2.14	10.24

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

- Vigas de Corona.

Tabla IV.24. Dimensiones típicas tercer nivel.

Dimensiones Típicas de Vigas Nivel 3								
15x15	10x25	15x20	18x17	20x20	20x25	20x30	25x25	No se observ
0	0	0	0	14	0	0	0	8

**Dimensiones Típicas de Vigas Nivel 3**

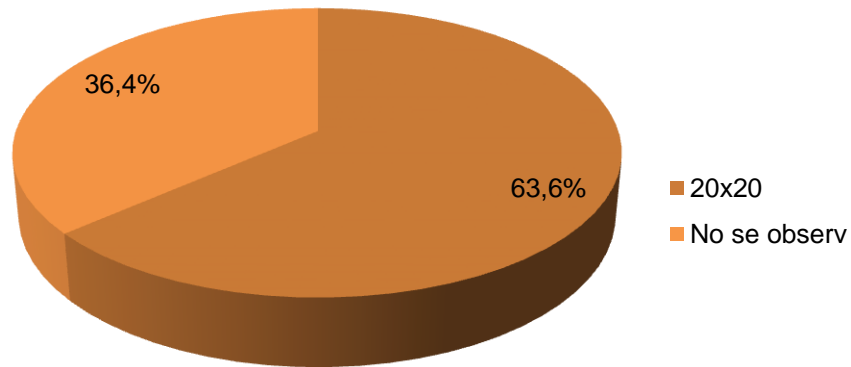
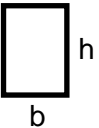


Figura IV.16. Dimensiones típicas tercer nivel.

Tabla IV.25. Promedio y coeficiente de variación vigas tercer nivel.

	3er Nivel					
	b (cm)			h (cm)		
	$\mu$ (cm)	$\sigma$ (cm)	Cv (%)	$\mu$ (cm)	$\sigma$ (cm)	Cv (%)
	20.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

Totales.

- Columnas.

Tabla IV.26. Dimensiones típicas de columnas.

Dimensiones Típica de Columnas										
15x15	20x15	20x20	25x15	25x20	25x25	30x25	30x20	30x30	35x35	50x40
2	4	200	1	34	82	7	2	18	1	1

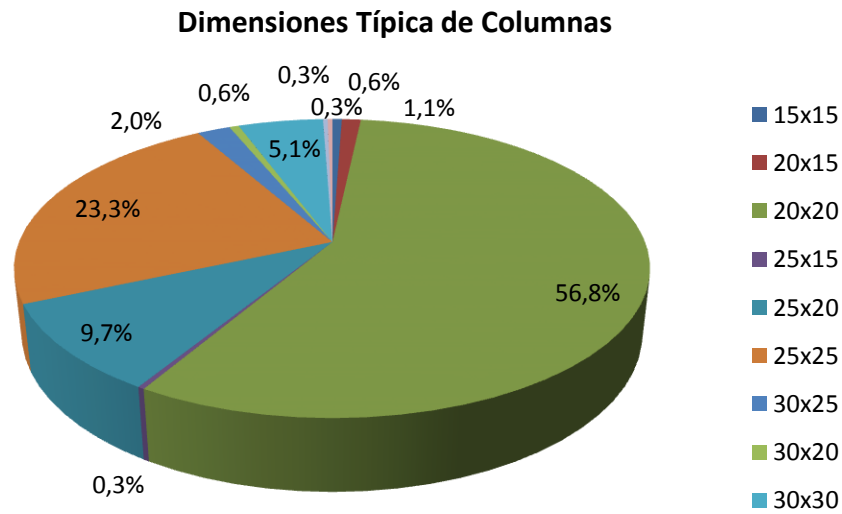
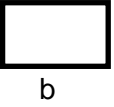


Figura IV.17. Dimensiones típicas de columnas.

Tabla IV.27. Promedio y coeficiente de variación columnas.

	Total					
	b (cm)			h (cm)		
	$\mu$ (cm)	$\sigma$ (cm)	Cv (%)	$\mu$ (cm)	$\sigma$ (cm)	Cv (%)
	22.51	3.56	15.79	21.77	3.27	15.02



**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

- Vigas de Corona.

Tabla IV.28. Dimensiones típicas de vigas.

Dimensiones Típica de Vigas Total								
15x15	10x25	15x20	18x17	20x20	20x25	20x30	25x25	No se observ
25	2	39	32	99	24	2	36	55

**Dimensiones Típica de Vigas Total**

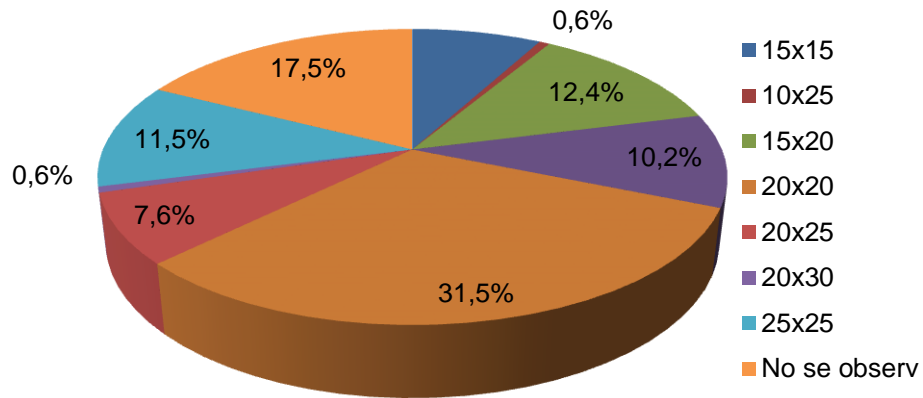
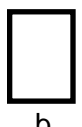


Figura IV.18. Dimensiones típicas de vigas.

Tabla IV.29. Promedio y coeficiente de variación vigas.

	Total					
	b (cm)			h (cm)		
	$\mu$ (cm)	$\sigma$ (cm)	Cv (%)	$\mu$ (cm)	$\sigma$ (cm)	Cv (%)
	19.14	3.20	16.70	20.42	3.18	15.60

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### IV.2. Inventario de las características: Viviendas levantadas con la planilla simplificada.

En este caso se evalúa la totalidad de las viviendas inspeccionadas, se muestra en la Figura IV.19 la ubicación georeferenciada de las 63 viviendas. Ver planilla de levantamiento en Anexo B y Anexo F.



Figura IV.19. Ubicación geográfica de las 63 viviendas inspeccionadas.

#### IV.2.1. Ocupación de las viviendas.

Esta característica define cuantas personas habitan en el inmueble. El mayor porcentaje obtenido es para el intervalo entre 5 y 7 personas.

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

**Ocupación de las viviendas**

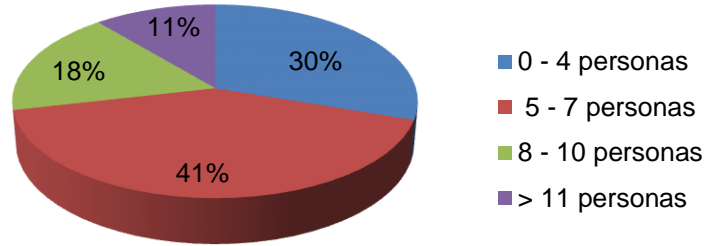


Figura IV.20. Distribución porcentual de la ocupación de las viviendas

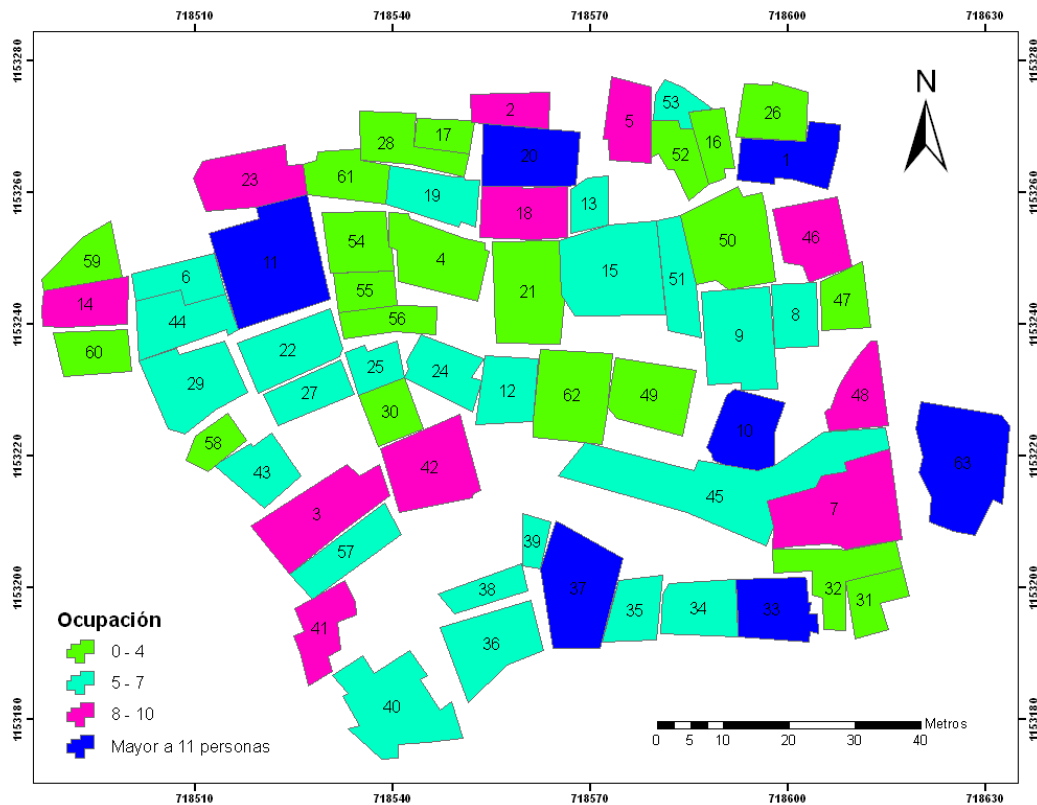


Figura IV.21. Distribución espacial de la ocupación de las viviendas en SIG.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### IV.2.2. Mayor ocupación diaria.

La mayor ocupación diaria se refiere a la parte del día (Mañana, Tarde, Noche y sus combinaciones) cuando se encuentra la mayoría de los habitantes de la vivienda.

El mayor porcentaje obtenido es para la Noche, es un resultado previsible aunque también podemos establecer las viviendas donde la realidad es otra.

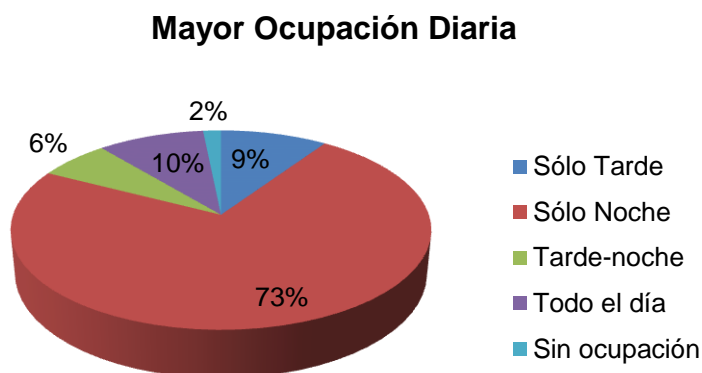


Figura IV.22. Distribución porcentual de la Mayor ocupación diaria.

### IV.2.3. Año de construcción.

El Año de construcción como su nombre lo dice se refiere al año en el cual fue construida la vivienda.

El gráfico denota que la mayoría de las viviendas se construyeron en el período entre 1968 y 1982.

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

**Año de Construcción**

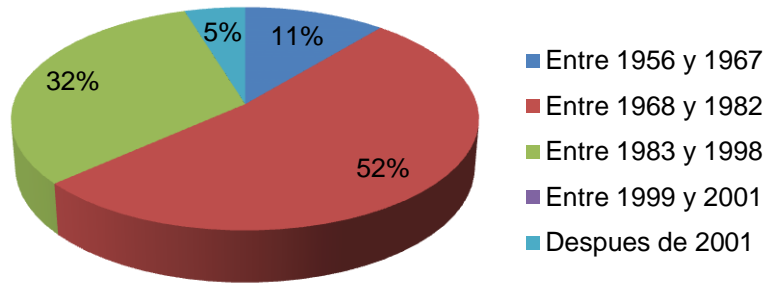


Figura IV.23. Distribución porcentual del año de construcción.

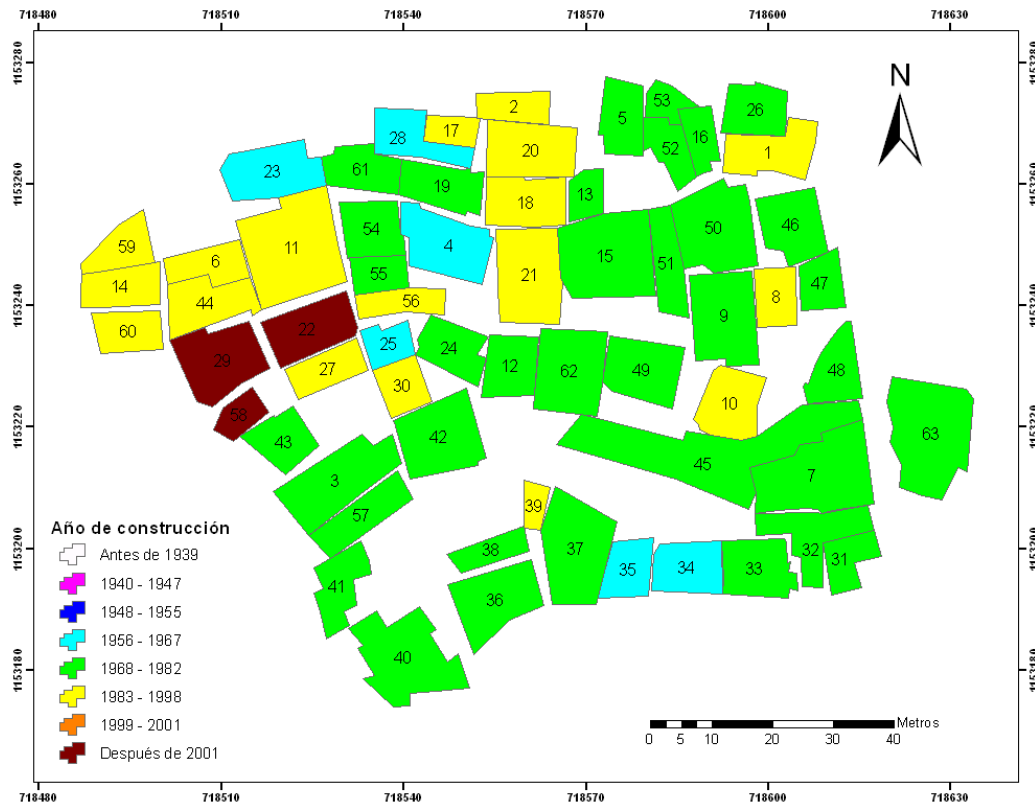


Figura IV.24. Distribución espacial del año de construcción en SIG.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### IV.2.4. Edificación en ladera con pendiente.

El gráfico que se presenta a continuación presenta la pendiente de la ladera sobre la cual están construidas las viviendas levantadas.

La totalidad de las viviendas están construidas sobre ladera de pendiente entre 20°-45°.

#### Edificación en Ladera con pendiente

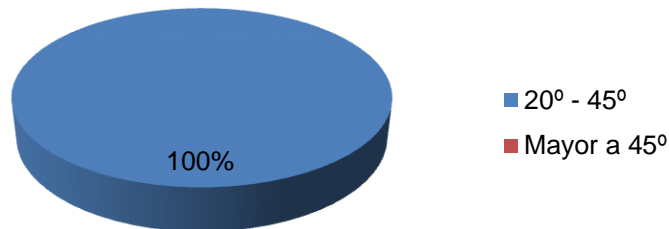


Figura IV.25. Distribución porcentual de la pendiente en ladera.

### IV.2.5. Drenajes canalizados.

La característica de los drenajes canalizados se refiere a si las viviendas poseen tanto drenaje de aguas servidas como de aguas pluviales.

El gráfico revela que el 79% de las viviendas inspeccionadas presenta tanto drenajes canalizados de aguas servidas como de aguas pluviales.

#### Drenajes Canalizados

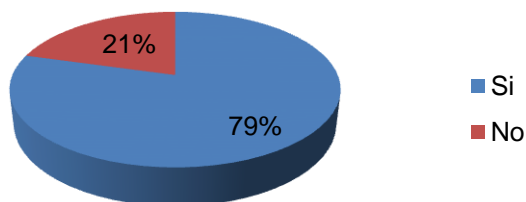


Figura IV.26. Distribución porcentual del Drenaje canalizado.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### IV.2.6. Drenajes canalizados: detallado.

Los drenajes canalizados ya se habían expuesto anteriormente, en este gráfico se muestra el porcentaje de las viviendas que contienen ambas canalizaciones o solo las pluviales.

Un 21% sólo cuenta con aguas servidas mientras que un 79% cuenta con ambas canalizaciones.

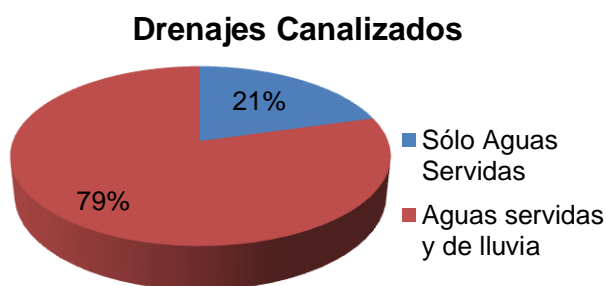


Figura IV.27. Distribución porcentual de drenajes canalizados detallados.

### IV.2.7. Tipo Estructural.

Refiere a la tipología estructural observada donde se tipificó con más de una opción por vivienda en los casos que se requería, a partir de las opciones establecidas en la planilla de inspección (Ver Anexo B); por ello se puede observar sistemas como pórticos de concreto armado o de acero los cuales para vivienda popular presentan calidades constructivas bastante bajas respecto a los sistemas de construcción formal. Asimismo se adoptó como sistema prefabricado aquel constituido por elementos de material ligero como latón, cartón, entre otros. Esto se debe a que la planilla de inspección es una planilla de edificaciones en general y no incluye los aspectos específicos de vivienda popular.

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

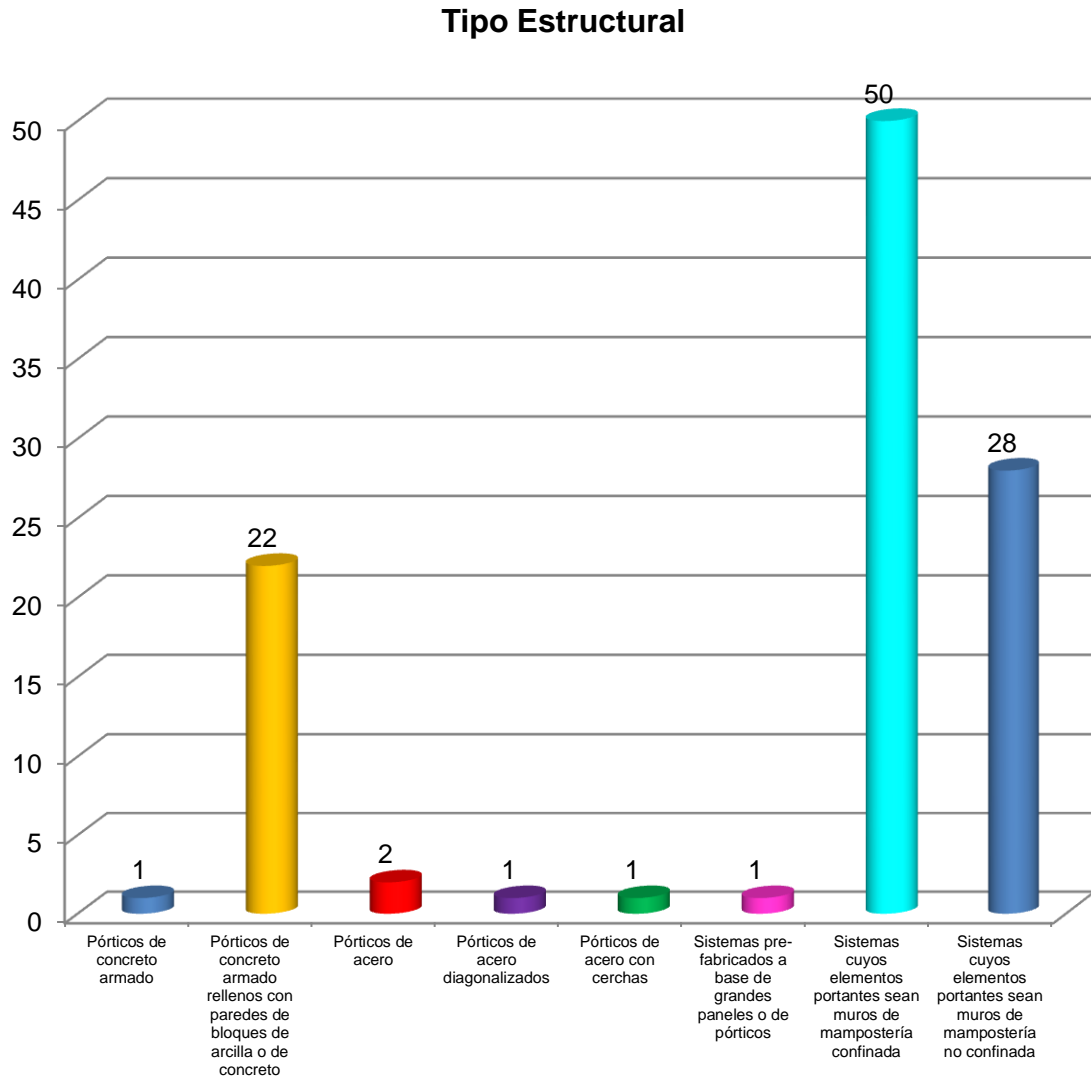


Figura IV.28. Distribución de la Tipología Estructural.



## RESULTADOS Y ANÁLISIS

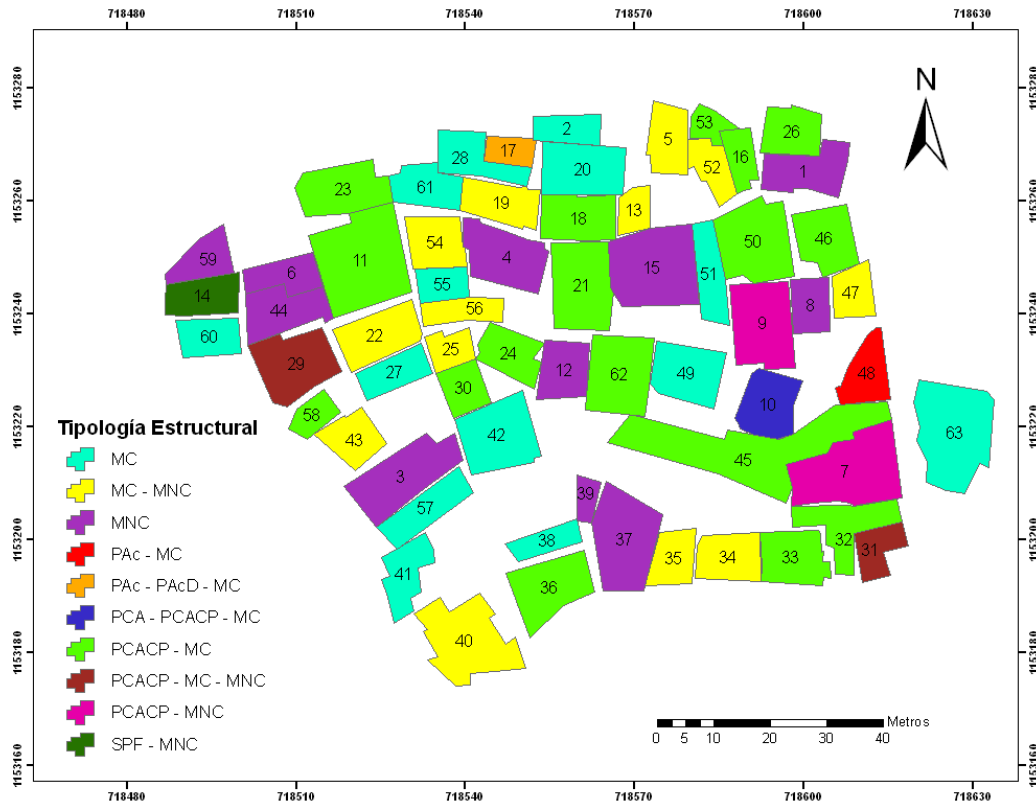


Figura IV.29. Distribución espacial de las tipologías Estructurales.

MC: Mampostería confinada; MNC: Mampostería no confinada; PCA: Pórticos de concreto armado; PCACP: Pórticos de concreto armado con paredes de relleno; PAc: Pórticos de acero; PAcD: Pórticos de acero diagonalizados; SPF: Sistemas prefabricados.

### IV.2.8. Esquema en planta.

El gráfico de la Figura IV.30. representa los esquemas de plantas que se observaron en las viviendas levantadas.

Las plantas de las viviendas populares según el gráfico se denotan irregulares, es por ello que el 60% de las viviendas inspeccionadas no presentan un esquema en planta definido.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### Esquema en Planta

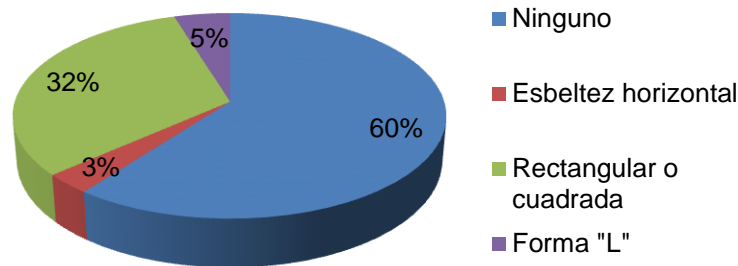


Figura IV.30. Distribución porcentual esquema en planta.

#### IV.2.9. Esquema en elevación.

El gráfico de la Figura IV.31 representa los esquemas de elevaciones que se observaron en las viviendas levantadas.

La elevación de las viviendas populares según el gráfico se caracteriza como irregular, es por ello que el 71% de las viviendas inspeccionadas no presentan un esquema en elevación determinado.

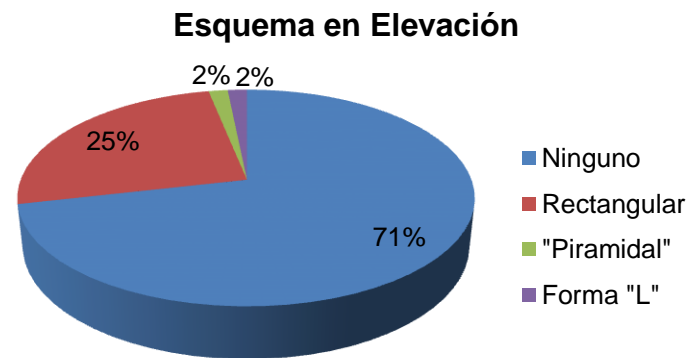


Figura IV.31. Distribución porcentual de esquema en elevación.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### IV.2.10. Irregularidades.

El gráfico IV.32 de Irregularidades constituye las irregularidades que se presentaron en las viviendas levantadas.

Se presenta en el gráfico una gama de variedades de irregularidades que se encontraron en los levantamientos, siendo entre ellas las más comunes la ausencia de vigas altas en una o dos direcciones y la discontinuidad de ejes de columnas.

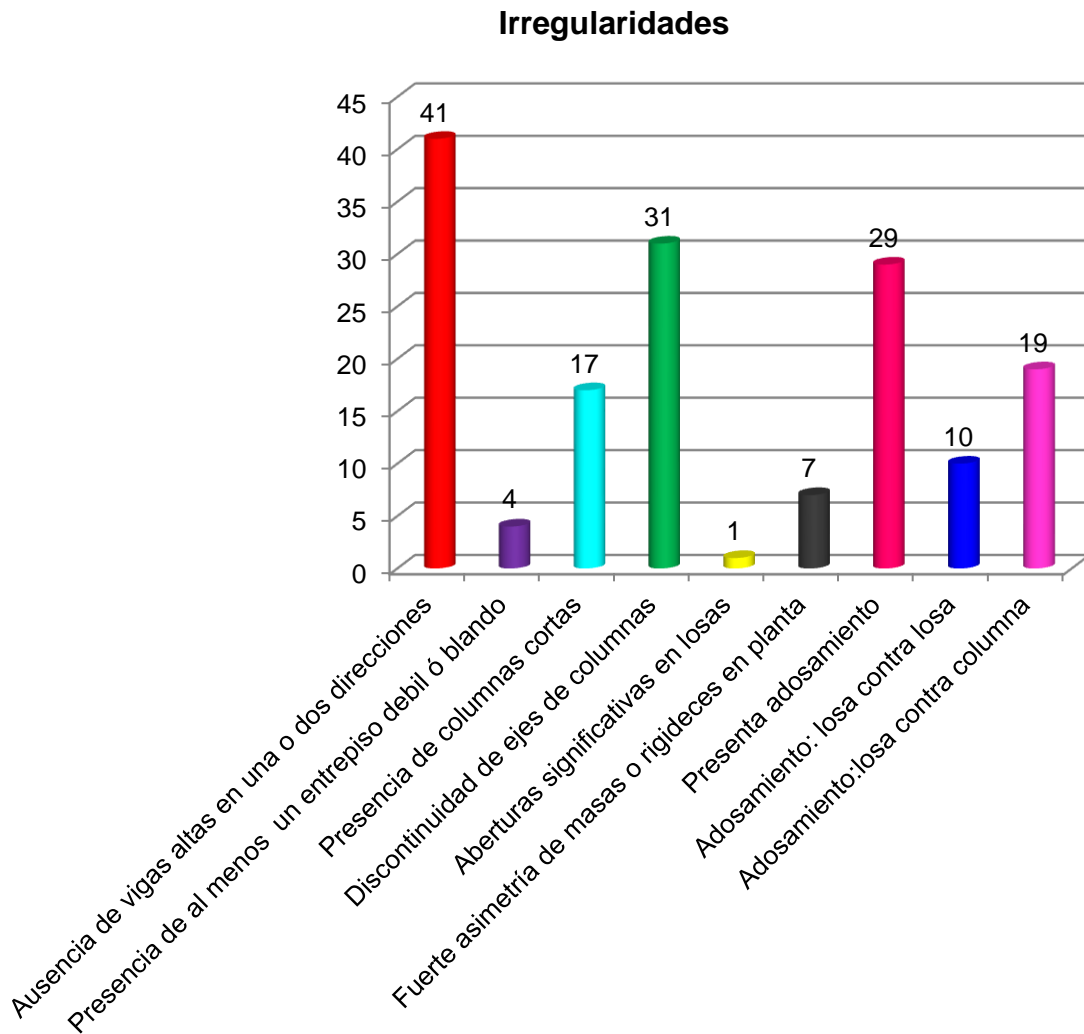


Figura IV.32. Distribución de las irregularidades Estructurales.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### IV.2.11. Grado de deterioro.

- Estructuras.

El grado de deterioro, en estructuras engloba tanto las viviendas de concreto como las de acero, representando así su calidad en forma general.

Siendo predominante ningún grado de deterioro en este tipo de estructuras.

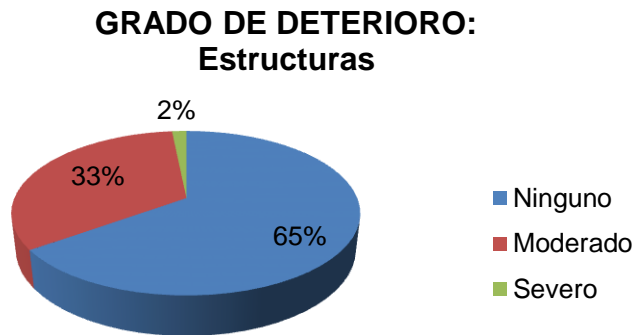


Figura IV.33. Distribución porcentual del grado de deterioro: Estructuras.

- Agrietamiento en paredes de relleno.

El gráfico muestra el grado de deterioro, con respecto al agrietamiento en paredes de relleno de las viviendas inspeccionadas.

Predomina con un 51% ningún grado de deterioro en paredes de relleno aunque seguido muy de cerca con un 44% de un grado moderado.

Esta variable resulta más relevante que la anterior debido al predominio de la mampostería como sistema estructural.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### GRADO DE DETERIORO: Agrietamiento en paredes de relleno

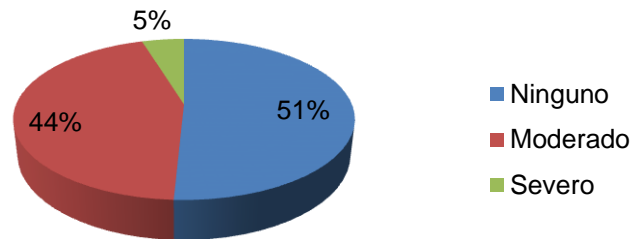


Figura IV.34. Distribución porcentual grado de deterioro:  
Agrietamiento paredes de relleno.

- Estado general de mantenimiento.

El grado de deterioro en el estado general del mantenimiento de las viviendas está expresado en el gráfico antes expuesto.

Es notable la predominancia del estado regular de mantenimiento en las inspecciones realizadas en congruencia con el gráfico obtenido.

### GRADO DE DETERIORO: Estado general de mantenimiento

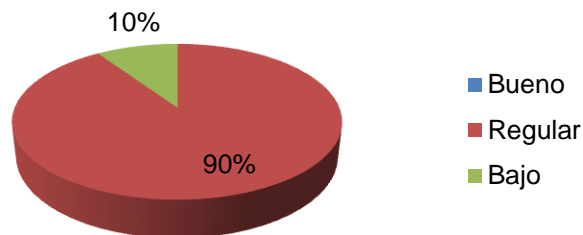


Figura IV.35. Distribución porcentual del grado de deterioro:  
Estado General de mantenimiento.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### IV.2.11. Número de pisos.

El gráfico presenta la variedad en números de pisos que se encontró en las viviendas levantadas. La mayoría de las viviendas constan de 2 pisos (30 viviendas del total), seguida por viviendas de 3 pisos (19 viviendas del total).



Figura IV.36. Distribución N° Pisos por vivienda.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

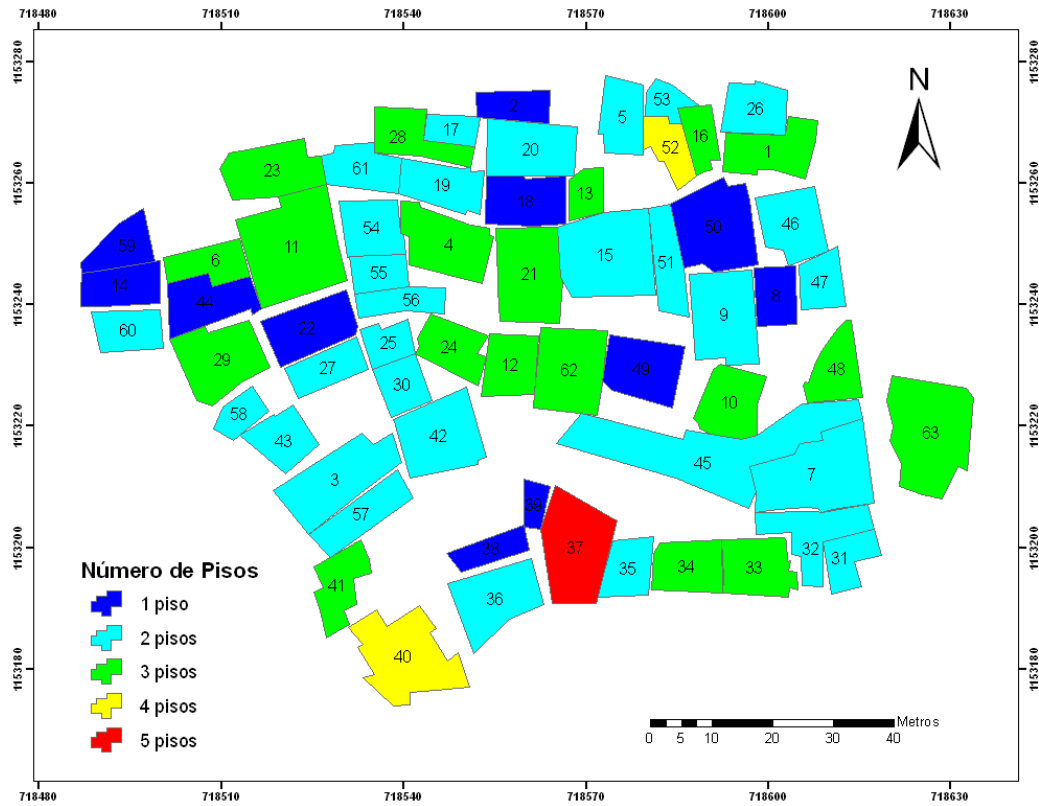


Figura IV.37. Distribución espacial de N° Pisos por vivienda SIG.

### IV.2.12. Mampostería Confinada vs. Mampostería No Confinada.

En el gráfico de la Figura IV.38 se presenta la comparación entre los edificios definidos como mampostería confinada y no confinada para efectos de la evaluación del índice de vulnerabilidad, donde se toma la tipología más desfavorable.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

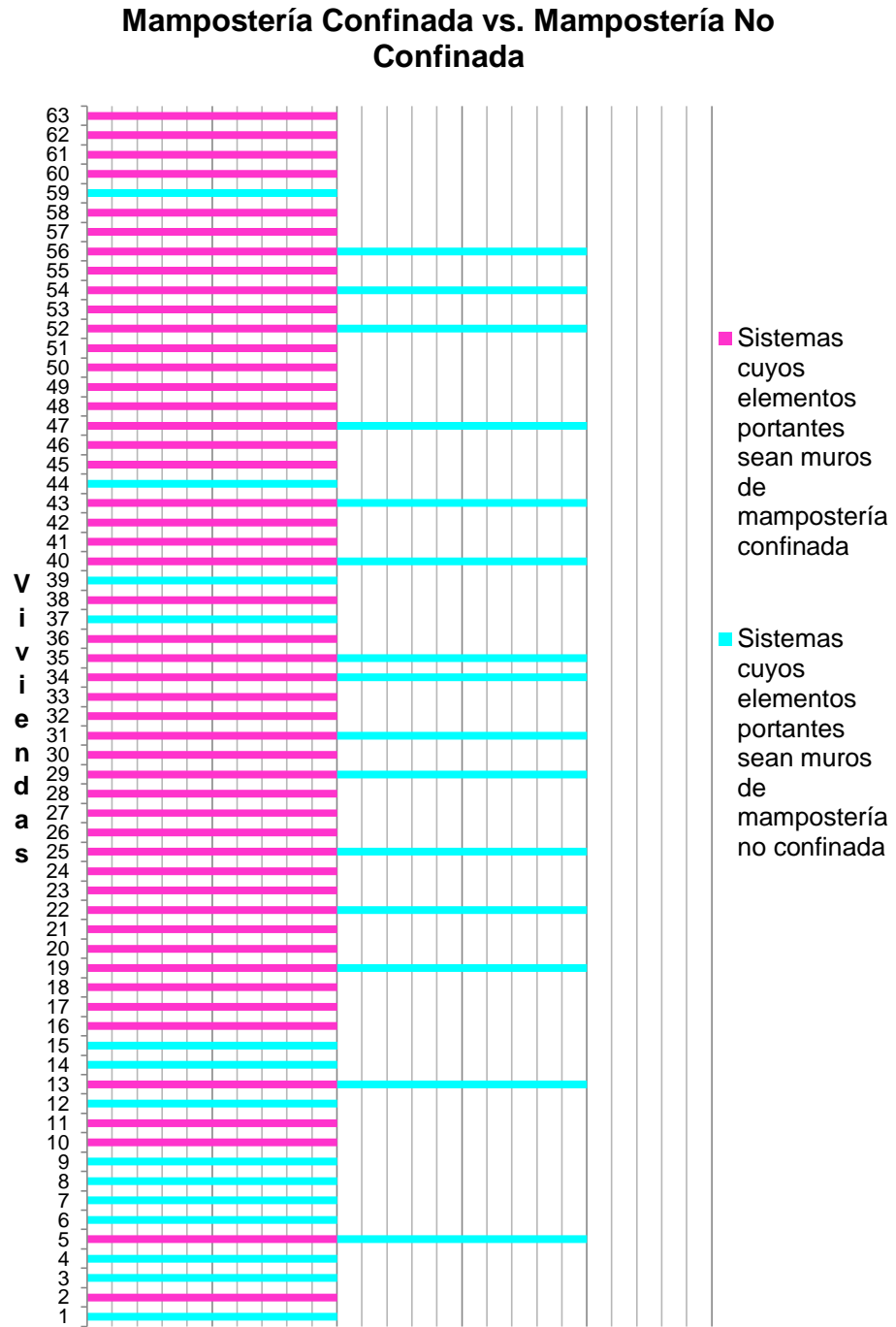


Figura IV.38. Mampostería Confinada vs no confinada.



## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### IV.3 Vivienda Típica de la muestra.

Como resultado del inventario obtenido a partir de las características de las viviendas inspeccionadas se obtuvo datos simplificados y datos detallados. De los datos simplificados, tomados a partir de la muestra de las 63 viviendas, se tiene que la vivienda típica constará de dos (2) pisos, con una ocupación entre 5-7 personas las cuales se encuentran básicamente en la noche. Es una vivienda edificada en ladera con una pendiente entre el 20° y 45°, con drenajes canalizados tanto de aguas servidas como aguas de lluvia, construida entre los años 1968 y 1982, con un esquema tanto de planta como de elevación que no representa ninguna forma definida, con irregularidades dentro de su construcción tales como: ausencia de vigas altas en una o dos direcciones, discontinuidad de ejes de columnas y con adosamiento a otra estructura mayormente adosamiento losa contra columna y en la mayoría de los casos con ningún grado de deterioro en la estructura, con moderado agrietamiento en las paredes y con un regular grado de deterioro en su estado general.

Para los datos más específicos para la caracterización de la vivienda prototipo se consideró el análisis a partir de las 15 viviendas inspeccionadas de forma detallada, resultando que la altura promedio es de 2,5m para el primer nivel y 2,6m para el segundo, cuyos elementos portantes son muros de mampostería no confinada de bloques de arcilla con vigas y “columnas” de concreto de dimensiones 23x22cm y 19x21cm en el primer nivel y 22x21cm y 19x21cm en el segundo nivel respectivamente (datos obtenidos a partir de la media de la muestra). Cuyos elementos portantes son paredes de bloque de arcilla de 15 cm.

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

Tabla IV.30. Características vivienda típica de la muestra.

Características obtenidas a partir de planilla simplificada						
Ocupación (Personas)	Año de construcción (**)	Nº de pisos	Pendiente	Drenajes Canalizados	Esquema de Planta	Esquema de Elevación
5-7	Entre 1968 y 1982	Dos (2)	20°-45°	Si aguas servidas y aguas de lluvia	Ninguno	Ninguno
Irregularidades (*)			Grado de deterioro			
			Estructura	Agrietamiento en paredes	Estado general de mantenimiento	
Ausencia de vigas altas	Discontinuidad de ejes de columnas	Con adosamiento: losa contra columna	Ninguno	Ninguno-Moderado	Regular	

Características obtenidas a partir de planilla detallada								
Sistema estructural	Dimensiones "Columnas" (cm)		Dimensiones Vigas (cm)		%COLUMNA/ÁREA			
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 2		
Mampostería no confinada	23x22	22x21	19x21	19x20	0,82	0,67		
%Av/AP		Paredes						
Nivel 1	Nivel 2	Espesor (cm)	Material	Friso	% (PARED/ÁREA) TOTAL			
					Nivel 1		Nivel 2	
6,77	2,02	15	Arcilla	Si	DC(***)	DL(***)	DC(***)	DL(***)
					4,91	6,50	3,81	5,57

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

(\*) Para las irregularidades se consideraron las mismas que se repitieran en por lo menos el 40% de las casas levantadas.

(\*\*) El año de construcción, como se ha explicado a lo largo del documento, no es tan importante cuando nos referimos a vivienda popular, ya que las características constructivas son similares a lo largo de los años porque no están basadas en ninguna norma de diseño, por lo que su inclusión en el prototipo es de manera representativa de la moda que se presentó en las viviendas levantadas.

(\*\*\*) Para el porcentaje de paredes con respecto al área total de la planta se representaron por diferente nivel y por dirección, DC significa dirección corta y DL dirección larga.

A partir de los datos de la vivienda típica obtenida, representados en la Tabla IV.30 se presenta un modelo 3D (Figura IV.37-IV.42), que se generó a partir de la utilización del programa Sketchup versión 8, donde se representan de forma gráfica las características obtenidas.

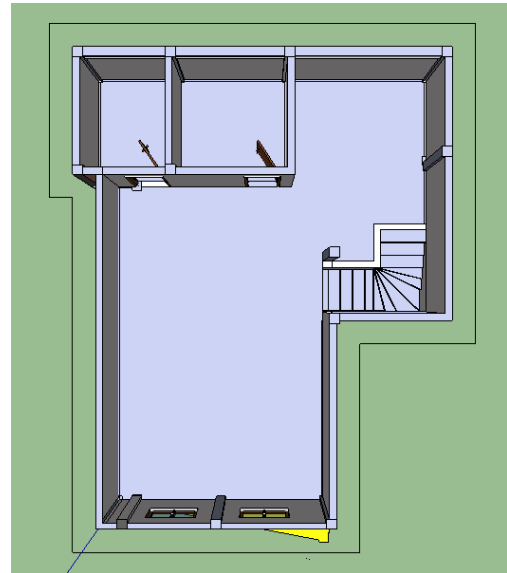
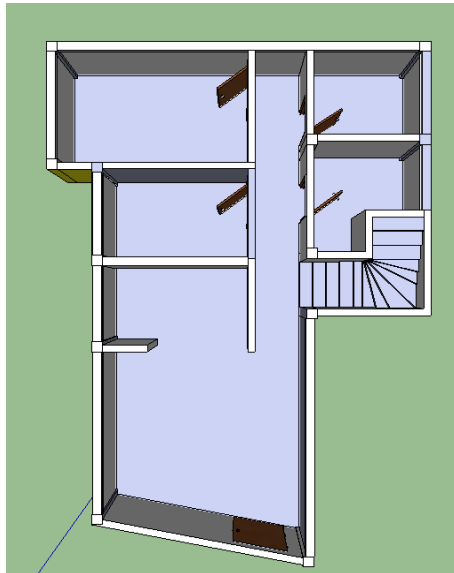


Figura IV.39. Esquema de planta, Nivel 1.      Figura IV.40. Esquema de planta, Nivel

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

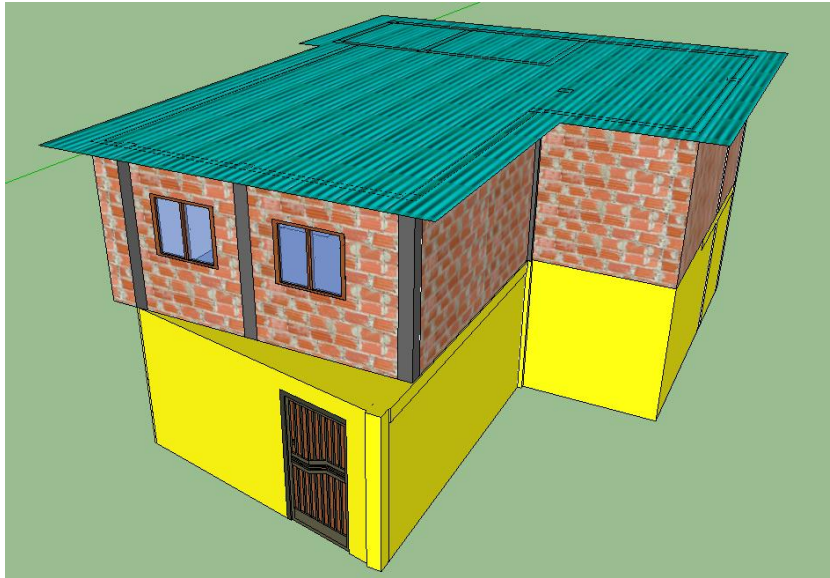


Figura IV.41. Vivienda típica.



Figura IV.42. Fachada Principal.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

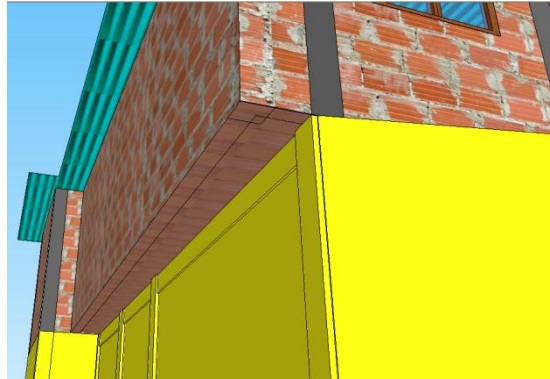


Figura IV.43. Crecimiento vertical mediante volados.



Figura IV.44. Vista interna Nivel 2.

### IV.4. Comparación Demanda- Capacidad simplificada.

#### IV.4.1. Capacidad Cortante. ( $V_c$ )

Se estima el corte resistente dependiendo del tipo de sistema estructural presente en el primer nivel de la vivienda por lo que se establecen los siguientes casos:

- Pórticos de concreto armado.

El corte resistente de un pórtico está definido por la sección transversal de las columnas que lo conforman.

Para la escogencia del  $f'_c$  adecuado se realizó un promedio entre el

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

resultante de la casa comunal del sector de estudio explícito en el informe técnico de materiales de la misma, realizado en junio 2011 y entre el  $f'_c$  resultante del informe técnico de materiales de una serie de viviendas populares en el sector de Petare, realizado en junio 2009.

Informe Casa Comunal  $\longrightarrow$  86 Kgf/cm<sup>2</sup> (IMME, 2011).

Informe Viviendas populares Petare  $\longrightarrow$  137 Kgf/cm<sup>2</sup> (IMME, 2009).

Promedio: 111,5 Kgf/cm<sup>2</sup>

$$V_n = 2 * (0,53\sqrt{f'_c} * b * d) = 2 * (0,53\sqrt{111,5} * b * d)$$

- Mampostería.

Haciendo uso de la Norma Mexicana “NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA” (NTCM, 2004) se estima el corte resistente de la mampostería:

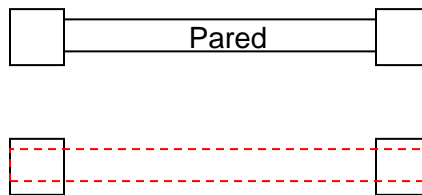


Figura IV.45. Corte transversal de la mampostería.

----- Área transversal de pared ( $A_T$ ) para efectos del cálculo.

### Mampostería Confinada

$$V_m^* = 2,5 \text{ Kg-f/cm}^2$$

$$FR_{MC} = 1$$

$$V_{MC} = FR(0,5 V_m A_T)$$

$$V_{MC} = 1(0,5 * 2,5 * A_T)$$

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### Mampostería No Confinada

$$V_{MNC} = FR(0,5 V_m A_T)$$

$V_m^* = 2,5 \text{ Kg-f/cm}^2$   
 $FR_{MNC} = 0,6$

$$V_{MNC} = 0,6(0,5 * 2,5 * A_T)$$

#### IV.4.2. Demanda de Cortante Basal (Vd)

Mediante la siguiente fórmula se estima la demanda sísmica:

$$V_0 = \mu * A_d * W$$

Donde:

$\mu$  = Factor de modificación de cortantes.

$A_d$  = Ordenada en el espectro para el período T.

W = Peso total de la edificación por encima del nivel base.

Para el espectro de demanda se utilizó el desarrollado en el Proyecto de Microzonificación Sísmica de Caracas (FUNVISIS, 2009), en donde se presentan tres (3) espectros que consideran los efectos topográficos, La macrozona está definida en el documento como R2 y sus consideraciones con los efectos topográficos se desglosan en tres (3) partes; T0, T1 y T2. Los efectos topográficos, como se explicó anteriormente son considerados en la zona de estudio, por lo que la selección de la zona R2-T0 no es correcta porque la misma no considera los efectos topográficos, por lo que la selección está entre R2-T1 y R2-T2, la primera considera los efectos topográficos en ladera con pendiente entre 22° y 37° y la zona R2-T2 considera los efectos topográficos con pendiente mayor a 37°, como se representa en la Figura IV. 46, la planilla considera la pendiente de la ladera entre 20° y 45°, como el rango de pendiente se encuentra en ambas zonas se escogió la zona R2-T1 por abarcar esta la mayoría del rango establecido en la planilla de levantamiento.

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

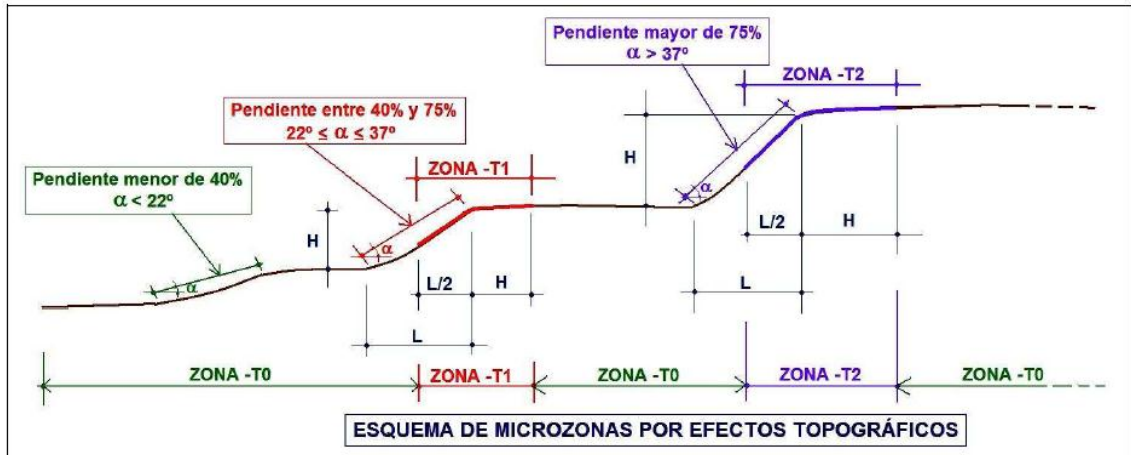


Figura IV.46. Esquemas de definición de microzonas con efectos topográficos.  
Fuente: Proyecto de Microzonificación Sísmica de Caracas (FUNVISIS, 2009).

A continuación se presentan las tablas de parámetros y el espectro de diseño de la zona R2-T1.

MICRO-ZONA	PARÁMETROS								
	$A_0$ (g)	$\varphi$	$\beta$	$T_A$ (s)	$T_0$ (s)	$T^*$ (s)	$T_D$ (s)	$m$	$p$
R1-T1	0.3	1.2	2.3	0.02	0.1	0.28	2.5	0	1
R2-T1	0.265	1.2	2.35	0.02	0.1	0.35	2.6	0	1
R3-T1	0.28	1.2	2.35	0.02	0.1	0.35	2.6	0	1
R7-T1	0.3	1.2	2.35	0.02	0.11	0.38	2.8	0	1
R1-T2	0.3	1.4	2.3	0.02	0.1	0.26	2.3	0	1
R2-T2	0.265	1.4	2.35	0.02	0.1	0.32	2.5	0	1
R3-T2	0.28	1.4	2.35	0.02	0.1	0.32	2.5	0	1
R7-T2	0.3	1.4	2.35	0.02	0.11	0.35	2.6	0	1

Figura IV.47. Parámetros de espectros ajustados en sitios de afloramiento rocoso con efectos topográficos, elásticos para  $\xi= 5\%$ , correspondiente a PMR= 475 años.  
Fuente: Proyecto de Microzonificación Sísmica de Caracas, (FUNVISIS, 2009).



RESULTADOS Y ANÁLISIS

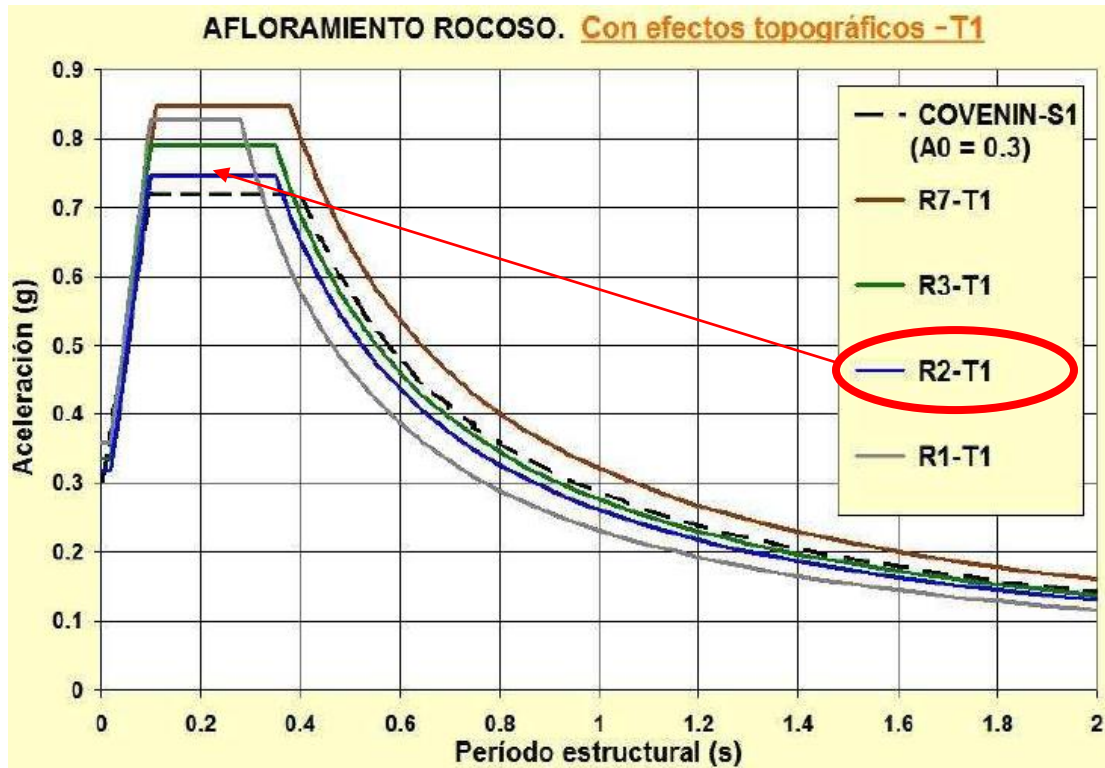


Figura IV.48. Comparación de espectros elásticos en afloramiento rocoso con efectos topográficos menores.

Fuente: Proyecto de Microzonificación Sísmica de Caracas, (FUNVISIS, 2009).

Para estimar el corte basal de la edificación escogida, es necesario hallar el factor de modificación de cortantes ( $\mu$ ) que es típico de la edificación en estudio ya que depende de estas dos fórmulas, siendo el valor de  $\mu$  el que indica la Norma COVENIN 1756-2001 “Edificaciones Sismorresistentes”, en este caso se estudiará la vivienda 9, que posee una altura total de 7,9 m y consta de tres (3) pisos.

$$\mu = 1,4 \left[ \frac{N + 9}{2N + 12} \right] = 1,4 \left[ \frac{3 + 9}{2 * 3 + 12} \right] = 0,93$$

$$\mu = 0,80 + \frac{1}{20} \left[ \frac{T}{T^*} - 1 \right]$$

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

Se estima el período fundamental de la edificación (T) a partir del período ( $T_a$ ) con base en relaciones empíricas planteadas en la norma COVENIN (2001) por lo que se considera la siguiente fórmula para hallarlo.

$$T_a = C_t * h_n^{0,75}$$

Para las edificaciones levantadas se utilizará el valor de la Norma de  $C_t = 0,07$  para edificaciones de concreto, en caso de las edificaciones de mampostería el valor de  $T_a$  se redujo en un 15% tomando en cuenta los valores utilizados para mampostería a nivel internacional (FEMA-NIBS, 2009) obteniéndose un periodo T:

$$T = 0,85 * 0,07 * h_n^{0,75}$$
$$T = 0,85 * 0,07 * 7,9^{0,75} = 0,28$$

Siendo así:

$$\mu = 0,80 + \frac{1}{20} \left[ \frac{0,28}{0,35} - 1 \right] = 0,79$$

Para hallar el  $A_d$  se hace uso del espectro de demanda y el W se obtuvo de los cálculos de las viviendas que se levantaron con la planilla detallada.

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

Los valores obtenidos para las viviendas inspeccionadas a detalle son los siguientes:

Tabla IV.31. Capacidad y demanda de cortante en la base.

VIVIENDA	Tipología Estructural PB	Capacidad Vc (kg)		Demanda Vd (kg)
		X*	Y*	
1	MNC	47306,25	48993,75	88633,60
2	MC	63843,75	25781,25	41678,02
3	MNC	33581,25	30228,75	19038,28
4	MNC	49578,75	43053,75	9332,10
5	MC	28593,75	33562,50	33025,09
6	MNC	37687,50	14737,50	22663,78
7	MNC	37125,00	30656,25	61390,69
8	MNC	25087,50	28743,75	3794,69
9	MNC	39825,00	43987,50	63946,80
10	PC	20932,03	20932,03	42654,71
11	MC	76687,50	61687,50	43721,77
12	MNC	27900,00	23550,00	27540,91
13	MC	14812,50	22031,25	10827,82
14	MNC	16530,00	16181,25	20447,44
15	MNC	80820,00	60007,50	14196,96

\*Las direcciones adoptadas son basadas en un sistema de eje local por vivienda.

Tabla IV.32. Relación Demanda-capacidad de cortante en la base.

VIVIENDA	Vd/Vc	
	X	Y
1	1,87	1,81
2	0,65	1,62
3	0,57	0,63
4	0,19	0,22
5	1,15	0,98
6	0,60	1,54
7	1,65	2,00
8	0,15	0,13
9	1,61	1,45
10	2,04	2,04
11	0,57	0,71
12	0,99	1,17
13	0,73	0,49
14	1,24	1,26
15	0,18	0,24

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

A partir de este análisis, se obtiene de forma simplificada una relación demanda-capacidad ante la ocurrencia del evento sísmico. No se toma en cuenta la dirección diagonal.

Las viviendas de un solo nivel son las que presentan mejor respuesta ante la ocurrencia del evento, ya que la demanda disminuye porque el peso total de la estructura es menor, tomando en cuenta que son de techo de material ligero. A partir de esto se puede establecer una priorización previa y simplificada de las estructuras que poseen mayor relación de demanda capacidad, siendo la vivienda n° 10 la que presenta el mayor coeficiente, esto se debe a que su sistema estructural en el primer nivel está conformado por pórticos de baja calidad constructiva, en donde se toma en cuenta para este análisis únicamente la resistencia de columnas de concreto sin mampostería. La segunda vivienda con el coeficiente más desfavorable es la vivienda n° 1.

En la Tabla IV.33, se establece una posible priorización de origen simplificado de las viviendas evaluadas con respecto a su coeficiente demanda- capacidad.

Tabla IV.33. Priorización simplificada de 15 viviendas

Priorización

←

VIVIENDA	10	1	7	9	14	2	12	6	5	11	13	3	15	4	8
----------	----	---	---	---	----	---	----	---	---	----	----	---	----	---	---

### IV.5. Vulnerabilidad sísmica de las viviendas inspeccionadas.

La vulnerabilidad sísmica representa la predisposición de cualquier elemento a sufrir daño. En este trabajo se caracteriza la vulnerabilidad a través del índice propuesto por FUNVISIS (2011); a continuación se presenta un ejemplo del cálculo de este índice para vivienda popular:

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

IV.5.1. Ejemplo: Vivienda 9

El índice de vulnerabilidad de la vivienda nº 9 se determinó de la siguiente manera:

$$I_v = \sum_{i=1}^6 \alpha_i \times I_i$$

Para el índice asociado a la antigüedad  $I_1$ , por ser vivienda popular, se toma el más desfavorable, es decir, 100 (Figura IV.49).

Año de Construcción (t)	$t \leq 1939$	$1939 < t \leq 1947$	$1947 < t \leq 1955$	$1955 < t \leq 1967$	$1967 < t \leq 1982$	$1982 < t \leq 1998$	$1998 < t \leq 2001$	$t > 2001$
$I_1$	100	80	80	100	60	40	15	20

Figura IV.49. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado a la antigüedad.  
Fuente: (FUNVISIS, 2011).

Entonces este resulta:

$$I_{v1} = 0,30 \times 100 = 30$$

$I_2$ , es el índice asociado a la tipología estructural, en este caso la vivienda está definida en la planilla como conformada tanto por pórticos de concreto, tomando en cuenta que en vivienda popular este es un sistema de baja calidad constructiva, como mampostería no confinada por lo que para el cálculo del índice se toma el más desfavorable, es decir, mampostería no confinada, por lo tanto se obtiene que:

$$I_{v2} = 0,20 \times 100 = 20$$

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

Identificación del Tipo Estructural	Descripción	I <sub>2</sub>
PCA	Pórticos de concreto armado	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	30
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 <sup>(a)</sup>	80
MMNC	Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada	100

Figura IV.50. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado al tipo estructural.  
Fuente: (FUNVISIS, 2011).

I<sub>3</sub>, asociado a las irregularidades existentes, está definido en la planilla como una vivienda que presenta irregularidades: columnas cortas, discontinuidad en ejes de columnas, adosamiento losa contra columna, y forma de elevación y planta no definida (Figura IV.51) por lo que el cálculo se muestra a continuación:

$$I_{v3} = 0,30 * (15 + 15 + 5 + 5) = 12$$

Esquema de elevación Ninguno  
Esquema de planta Ninguno  
Discontinuidad en ejes de columnas  
Presencia de columnas cortas

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

<b>j</b>	<b>Descripción de la irregularidad</b>	<b>I<sub>3j</sub></b>	
1	Ausencia de vigas altas en una o dos direcciones	15	
2	Presencia de al menos un entrepiso blando o débil	20	
3	Presencia de columnas cortas	15	
4	Masas que crecen significativamente con la elevación o esbeltez excesiva vertical	5	
5	Discontinuidad de ejes de columnas	15	
6	Aberturas significativas en losas	5	
7	Adosamiento a edificio adyacente:	(a) Losa contra losa	5
		(b) Losa contra columna	10
8	Planta de forma I, H, T, U, C o similar, sin presencia de juntas, o esbeltez excesiva horizontal	5	
9	Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta o Esquemas de elevación del tipo L	10	

Figura IV.51. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado a irregularidades.  
Fuente: (FUNVISIS, 2011).

El subíndice I<sub>4</sub> en este caso no aplica

$$I_{V4} = 0,10 * 0 = 0$$

<b>Situaciones de aplicación</b>	<b>I<sub>4</sub></b>
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

Figura IV.52. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado a la profundidad del depósito. Fuente: (FUNVISIS, 2011).

Para el caso de I<sub>5</sub> esta vivienda se encuentra en una ladera entre 20° y 45° de pendiente donde existen sus respectivos drenajes tanto de aguas servidas como pluviales, se obtiene:

$$I_{V5} = 0,05 * 50 = 2,5 \text{ (Ver Figura IV.51)}$$

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

		Características	I <sub>5</sub>
Localización de la construcción	Construcción sobre <b>planicie</b>		0
	Construcción sobre <b>ladera</b> con pendiente de ángulo $\theta$ dada por:	Entre 20° y 45°	50
		$\geq 45^\circ$	80
	Construcción sobre la <b>cima</b> o en la <b>base</b> 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	

Figura IV.53. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado a la topografía y drenajes. Fuente: (FUNVISIS, 2011).

I<sub>6</sub> El grado de deterioro viene dado por:

$$I_{V6} = 0,05 * 5 = 0,25$$

Componente	Grado de Deterioro	I <sub>6</sub>	
Estructura	(a) <b>Estructura de Concreto:</b> Agrietamiento en elementos estructurales de concreto armado y/o corrosión en acero de refuerzo	Severo	70
		Moderado	35
		Ninguno	0
	(b) <b>Estructura de Acero:</b> 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

Figura IV.54. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado al grado de deterioro. Fuente: (FUNVISIS, 2011).



## RESULTADOS Y ANÁLISIS

Finalmente el índice de vulnerabilidad para la vivienda 9 es el siguiente:

$$I_v = 30 + 20 + 12 + 0 + 2,5 + 0,25 = 64,75$$

### IV.5.2. Nivel de Vulnerabilidad sísmica.

Para el análisis de las viviendas populares, en la Tabla IV.34 se proponen rangos que definen cualitativamente su vulnerabilidad sísmica.

Tabla IV.34. Niveles de vulnerabilidad Sísmica.\* Este valor corresponde al mínimo posible en vivienda popular.

Iv	Nivel de Vulnerabilidad Sísmica
$I_v \leq 20$	Bajo
$20 < I_v \leq 50$	Moderado
$50 < I_v \leq 60$	Alto
$60 < I_v \leq 75$	Muy alto
$I_v > 75$	Crítico

Según los niveles de vulnerabilidad sísmica de la Tabla IV.34. la vivienda nº 9 presenta un nivel de vulnerabilidad sísmica muy alto.

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

A continuación se presenta los índices de vulnerabilidad de todas las viviendas obtenidos a partir del análisis:

Tabla IV.35. Índices y Niveles del Índice de Vulnerabilidad de las 63 viviendas populares.

Nº Vivienda	I v	Nivel de Vulnerabilidad Sísmica	Nº Vivienda	I v	Nivel de Vulnerabilidad Sísmica
57	49,25	<b>Moderado</b>	16	62,25	<b>Muy Alto</b>
21	53,25	<b>Alto</b>	4	62,5	
27	53,75		33	62,75	
11	54,75		48	63,00	
49	54,75		37	63,25	
61	54,75		20	63,75	
44	55,00		39	63,75	
45	55,75		25	64,25	
55	56,25		53	64,50	
18	56,50		9	64,75	
42	56,50		23	64,75	
58	56,50		47	64,75	
41	56,75		6	65,25	
63	57,00		32	65,50	
3	57,25		46	65,75	
28	57,75		17	66,00	
35	58,25		5	66,25	
36	58,75		34	66,25	
60	58,75		52	67,00	
62	59,00		10	67,25	
30	59,25		26	67,50	
54	59,25		12	67,75	
2	59,5		19	67,75	
38	59,75		56	67,75	
51	60,00	7	68,25		
24	60,25	22	68,25		
29	60,25	43	68,75		
59	60,5	31	69,25		
8	61,00	40	71,00		
50	61,25	1	74,50		
13	61,75	14	74,75		
15	61,75				

RESULTADOS Y ANÁLISIS



Figura IV.55. Distribución espacial del Nivel de Vulnerabilidad.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

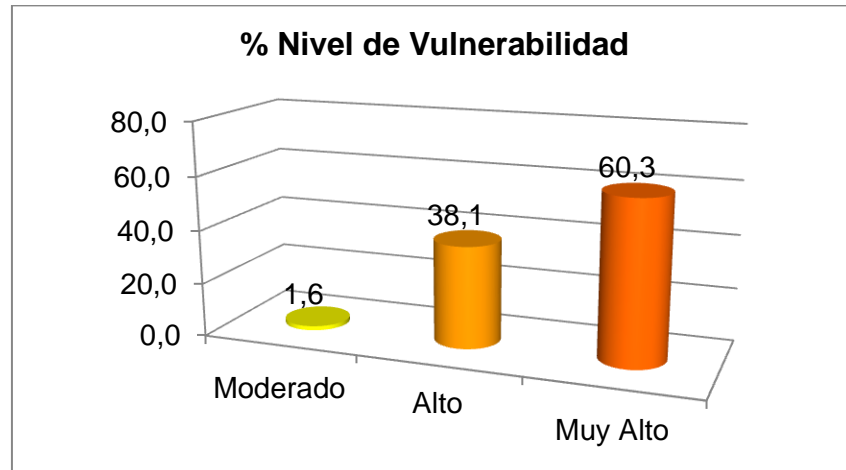


Figura IV.56. Distribución porcentual del Nivel de Vulnerabilidad.

Es notable que prácticamente la totalidad de las viviendas estudiadas presentan una vulnerabilidad alta o muy alta (Figura IV.55), en donde el 60,3% de ellas presenta un nivel muy alto (Figura IV.56). Esto se debe a diversos factores como la condición del terreno, la tipología estructural, la gran cantidad de irregularidades en planta, elevación y en elementos estructurales presentes en ellas y el estado general de mantenimiento de las viviendas; lo que evidencia una gran deficiencia constructiva producida por un nivel de diseño casi nulo y una baja calidad de los materiales empleados. En la Figura IV.57 se establecen todos los Iv para las viviendas levantadas.

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

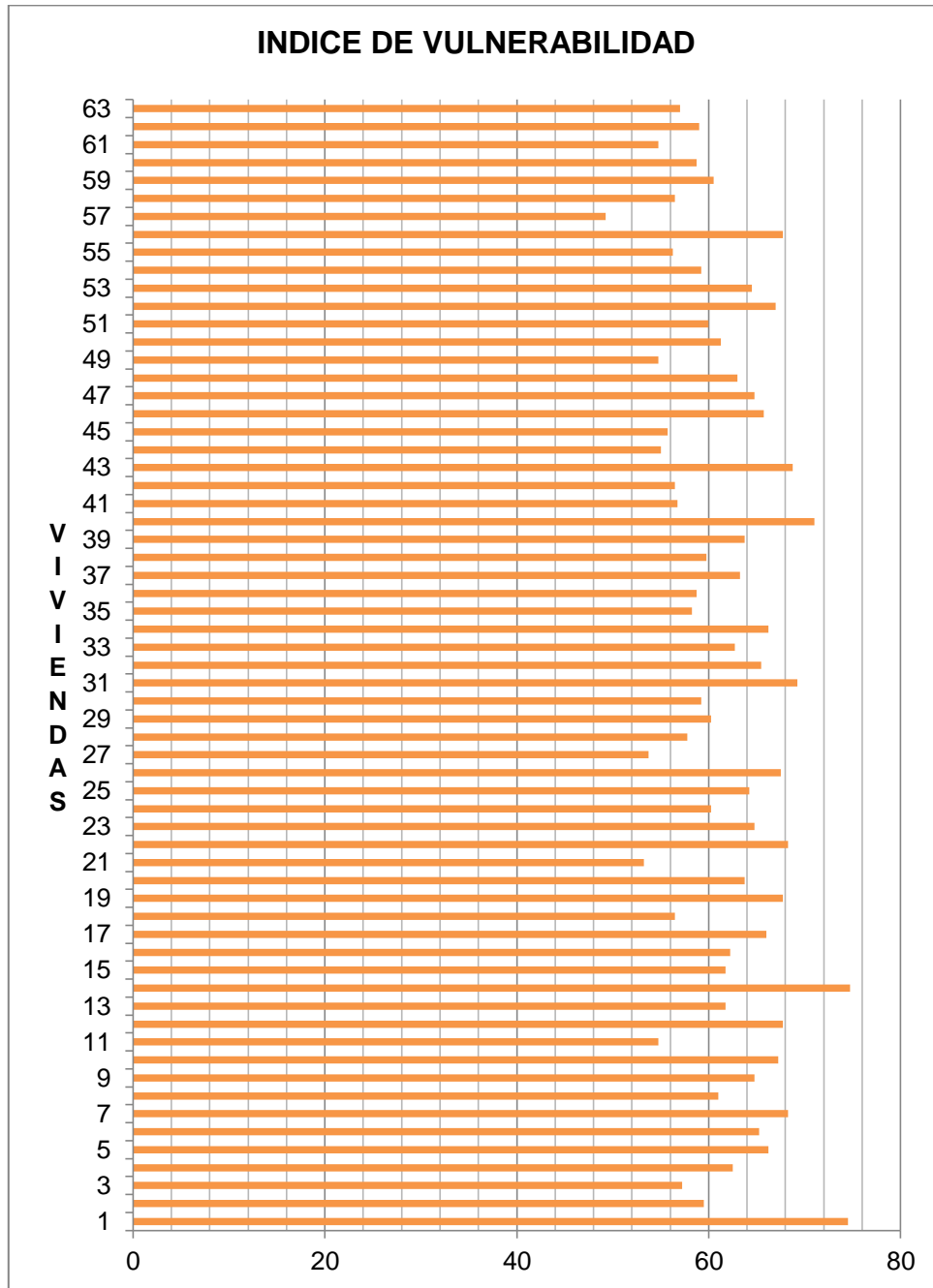


Figura IV.57. Índice de Vulnerabilidad viviendas inspeccionadas.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### IV.6. Escenarios de amenaza sísmica.

Para calcular los índices de riesgo y priorización es necesario establecer el índice de amenaza, por lo que a continuación se presentará el índice para tres (3) escenarios sísmicos.

- Consideración de la Amenaza Sísmica.

El barrio Telares de Palo Grande ubicado en el Distrito Capital, Municipio Libertador en la Parroquia Caricuao es la zona en estudio, ella se encuentra en la zona 5 según lo establecido en la norma COVENIN 1756, como lo indica el mapa siguiente.

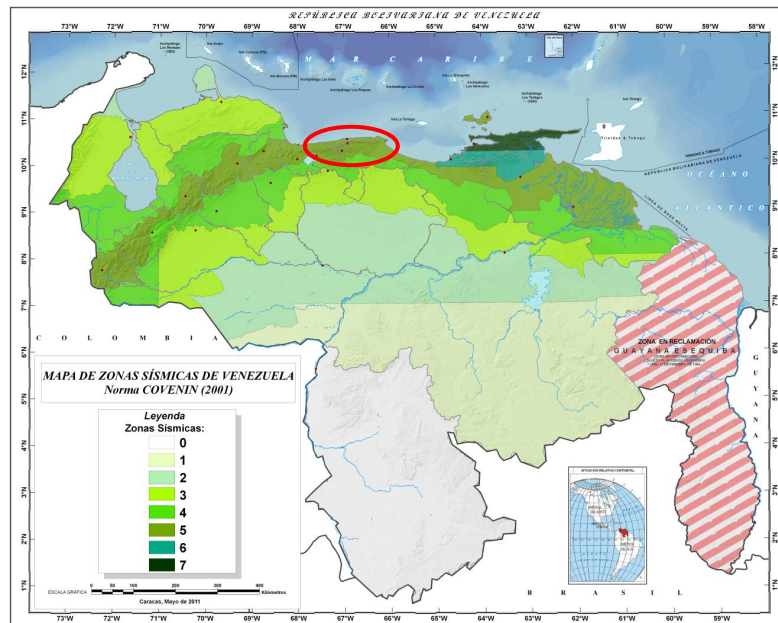


Figura IV.58. Zonificación sísmica (COVENIN 1756-2001).

Fuente: (FUNVISIS, 2009).

A su vez el proyecto de Microzonificación Sísmica de Caracas (FUNVISIS, 2009) en su estudio determina de una forma más local aceleraciones máximas del terreno en roca y la aceleración para un período de 1,0 s dividiéndose en cuatro (4) macrozonas que se presentan a

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

continuación, donde la zona en estudio está ubicada en la macrozona Centro-Sur.

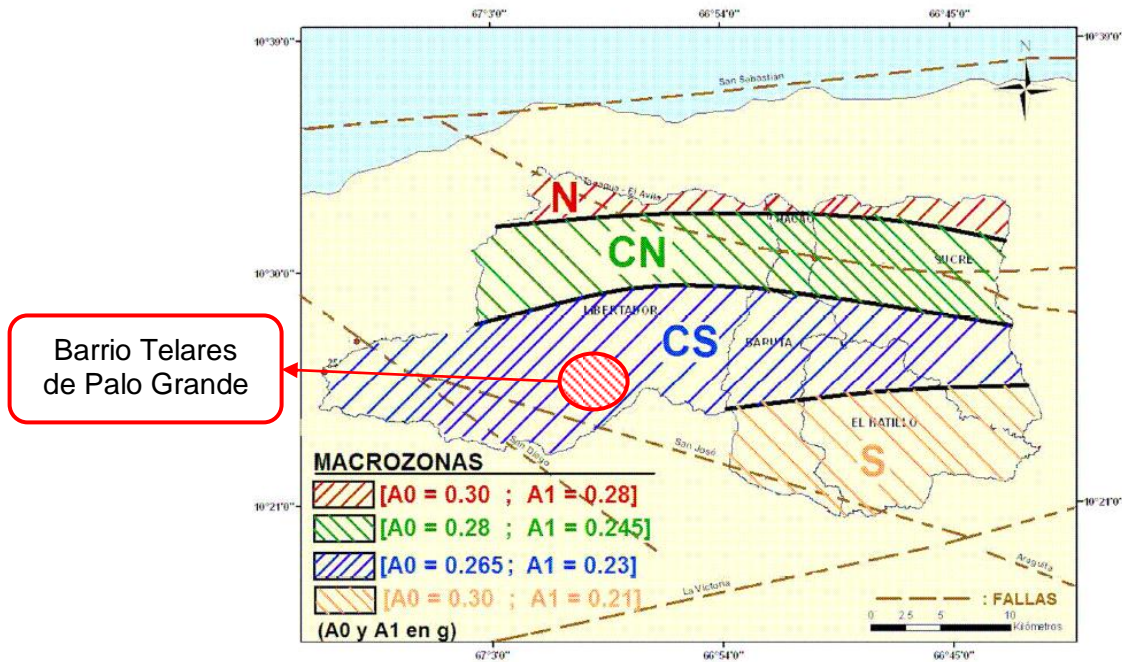


Figura IV.59. Microzonificación Sísmica.  
Fuente: (FUNVISIS, 2009).

- Consideración de efectos topográficos.

En referencia a las Figuras IV.60-61 la llamada “Línea montaña”, es aquella que se colocó a partir de la base hasta la cresta de la montaña del sector, la base está ubicada a nivel de los patios del metro a una altura de 963 m.s.n.m y la cresta se tomó como la última elevación más cercana al barrio a unos 1257 m.s.n.m, esta cresta no es la más alta del sistema montañoso que allí encontramos, pero es la que está más próxima a las viviendas informales del sector. Esta “línea” tiene una longitud de 1,47 km y el propósito de su trazado es para la posible intervención de los efectos topográficos ante una ocurrencia de sismo, haciendo uso de la microzonificación sísmica, esto dependiente de la ubicación de la zona en estudio, visualmente no es posible determinar certeramente si se encuentra



## RESULTADOS Y ANÁLISIS

sobre la mitad superior o inferior de la ladera, por lo que se midió la distancia desde la cresta hasta la parte más baja de la zona en estudio, es notable que está muy cercana a la zona media de la ladera, pero tomando su longitud, 689 m, se considerará que se encuentra en la zona superior de la ladera por lo que se tomarán en cuenta los efectos topográficos a efectos del cálculo del índice de amenaza.

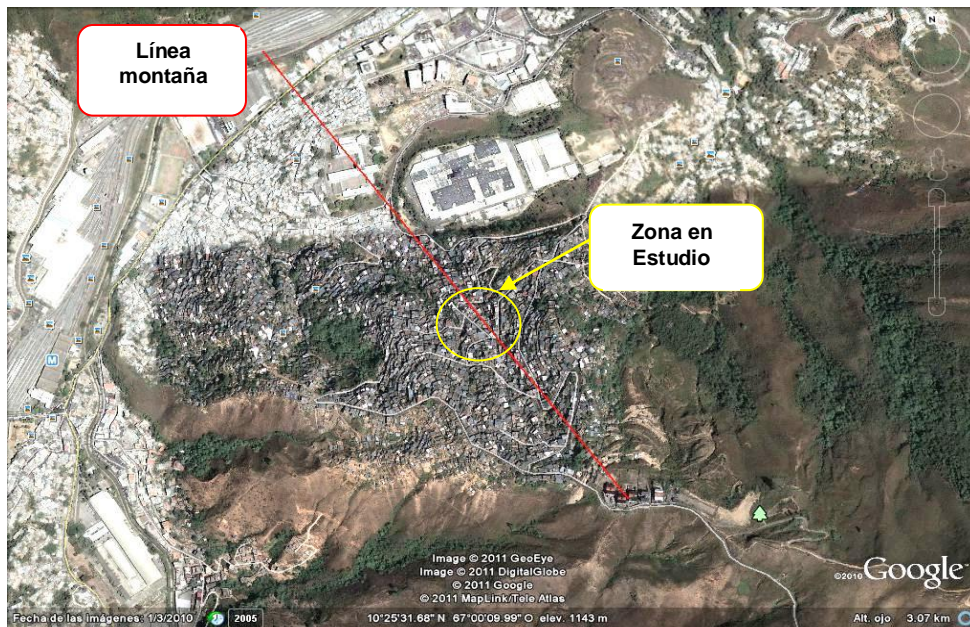


Figura IV.60. Ubicación para estimación de los efectos topográficos I.  
Fuente:(Google Earth, 2011 a)



Figura IV.61. Ubicación para estimación de los efectos topográficos II.  
Fuente: (Google earth, 2011 a)



**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

Tabla IV.36. Amenaza Sísmica.  
Fuente:(FUNVISIS, 2009).

Macrozona	Aceleración máxima del terreno en roca "A0"	Aceleración para un período de 1,0 s "A1"
Norte (N)	0,30	0,28
Centro-Norte (CN)	0,28	0,245
Centro-Sur (CS)	0,265	0,23
Sur (S)	0,30	0,21

La evaluación de la amenaza es dependiente de la ubicación de la zona de estudio, anteriormente se mencionó que se encontraba en la macrozona Centro-Sur por lo que su aceleración máxima del terreno en roca es de 0,265 g, también es necesario un valor para cuantificarla denominado Índice de Amenaza "IA" cuyos valores oscilan entre 0,00 y 1,00, menos y mayor amenaza respectivamente.

Para las sesenta y tres (63) viviendas populares levantadas se aplicarán tres (3) escenarios sísmicos; 1) el sismo de 1967; 2) el sismo de diseño con un período de retorno de 475 años (similar al terremoto de Caracas de 1812); y 3) un sismo muy severo con un período de retorno de 975 años aproximadamente. Para estos escenarios se definieron las siguientes aceleraciones; para el sismo de 1967,  $A_0 = 0,10$  g (Schmitz et al, 2008), para el sismo de diseño se utilizó el correspondiente a la macrozona del sector es decir  $A_0 = 0,265$  g (FUNVISIS, 2009) y para el sismo muy severo se hizo uso del criterio simplificado que es directamente proporcional al valor de  $A_0$  de diseño a partir del factor de importancia " $\alpha$ "; para edificios esenciales  $\alpha = 1,30$  al que corresponde un  $T_r = 975$  años aproximadamente.

En la Tabla IV.37 se presentan los valores de aceleración del terreno adoptados para cada escenario:

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

Tabla IV.37. Escenarios Sísmicos.

<b>Escenarios sísmicos</b>	<b>A0</b>
Sismo de 1967	0,10 g
Sismo de diseño	0,265 g
Sismo muy severo	0,345 g

Considerando que el valor máximo 0,40 g corresponde a un valor máximo de 1,00 (FUNVISIS, 2011); se calculan los índices que guarden la misma proporción que guardan los valores de A0, y han sido normalizados de manera tal que el mayor valor de 1,00 corresponde a la zona sísmica 7 cuando se consideran los efectos topográficos (FUNVISIS, 2011). Por lo que los valores correspondientes del índice de amenaza “IA” con efectos topográficos, se muestran en la Tabla IV.38.

Tabla IV.38. Escenarios Sísmicos ajustados al índice de amenaza.

<b>Escenarios sísmicos</b>	<b>A0 (g)</b>	<b>IA</b>	<b>Nivel de amenaza sísmica</b>
Sismo de 1967	0,1	0,25	Baja
	0,15	0,38	
	0,2	0,5	Intermedio
	0,25	0,63	
Sismo de diseño	0,265	0,66	
	0,3	0,75	Elevado
Sismo muy severo	0,345	0,86	
	0,35	0,88	
	0,4	1,00	

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

- Índice de Amenaza  $I_A$ :

Figura IV.62. Valores para el índice de amenaza.

Fuente: FUNVISIS, 2011.

Macrozona	$A_0$ (g)	$I_A$	
		Sin efectos topográficos	Con efectos topográficos
Sur	0,30	0,68	0,75
Centro Sur	0,265	0,60	0,66
Centro Norte	0,28	0,64	0,70
Norte	0,30	0,68	0,75

### IV.7. Niveles de Riesgo Sísmico y posibles efectos de los terremotos.

El riesgo sísmico representa el comportamiento de las estructuras tomando en cuenta su vulnerabilidad y la amenaza a la que puede estar expuesta. El índice de riesgo ( $I_r$ ) se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$I_r = I_A * I_V$$

Para obtener una descripción más amplia del mismo se establecieron niveles de riesgo como se expresa en la Tabla IV.39 y se han asociado a niveles de pérdidas probables, los cuales están representados desde un punto de vista tanto social como económico:

- Pocas pérdidas: se consideran solo daños en elementos no estructurales.
- Pérdidas aceptables: se estima que los daños ocurren en los elementos no estructurales y pocos en los elementos estructurales.
- Pérdidas importantes: se podrían ocasionar daños severos en elementos estructurales y no estructurales produciendo lesionados.
- Pérdidas Graves: se consideran posibles daños severos en la estructura y algunas pérdidas sociales.

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

- Pérdidas Muy Graves: pueden ocasionarse graves pérdidas sociales y materiales.

Tabla IV.39. Niveles de Riesgo Sísmico.

<b>Ir</b>	<b>Nivel de Riesgo Sísmico</b>	<b>Ir</b>	<b>Nivel de Riesgo Sísmico (Vivienda popular)</b>	<b>Niveles de Pérdida Probables</b>
$0 \leq Ir \leq 5$	Bajo		Bajo	Pocas pérdidas
$5 < Ir \leq 12,5$	Moderado		Moderado	Aceptables
$Ir > 12,5$	Alto	$12,5 \leq Ir \leq 15$	Alto	Importantes
		$15 < Ir \leq 37,5$	Muy Alto	Graves
		$Ir > 37,5$	Crítico	Muy Graves

Se presenta en la Tabla IV.40 los niveles de riesgo sísmico para el sismo del 67 y las pérdidas que pueden ocurrir.

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

Tabla IV.40. Niveles de Riesgo Sísmico (sismo 67).

Viv	Ir (Sismo de 1967)	Nivel de riesgo sísmico	Nivel Pérdida Prob	Viv	Ir (Sismo de 1967)	Nivel de riesgo sísmico	Nivel Pérdida Prob		
57	12,31	<b>Moderado</b>	<b>Aceptables</b>	16	15,56	<b>Muy Alto</b>	<b>Graves</b>		
21	13,31	<b>Alto</b>	<b>Importantes</b>	4	15,63				
27	13,44							33	15,69
11	13,69							48	15,75
49	13,69							37	15,81
61	13,69							20	15,94
44	13,75							39	15,94
45	13,94							25	16,06
55	14,06							53	16,13
18	14,13							9	16,19
42	14,13							23	16,19
58	14,13							47	16,19
41	14,19							6	16,31
63	14,25							32	16,38
3	14,31							46	16,44
28	14,44							17	16,5
35	14,56							5	16,56
36	14,69							34	16,56
60	14,69			52	16,75				
62	14,75			10	16,81				
30	14,81			26	16,88				
54	14,81			12	16,94				
2	14,88			19	16,94				
38	14,94			56	16,94				
51	15			7	17,06				
24	15,06	<b>Muy Alto</b>	<b>Graves</b>	22	17,06				
29	15,06							43	17,19
59	15,13							31	17,31
8	15,25					40	17,75		
50	15,31					1	18,63		
13	15,44					14	18,69		
15	15,44								

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

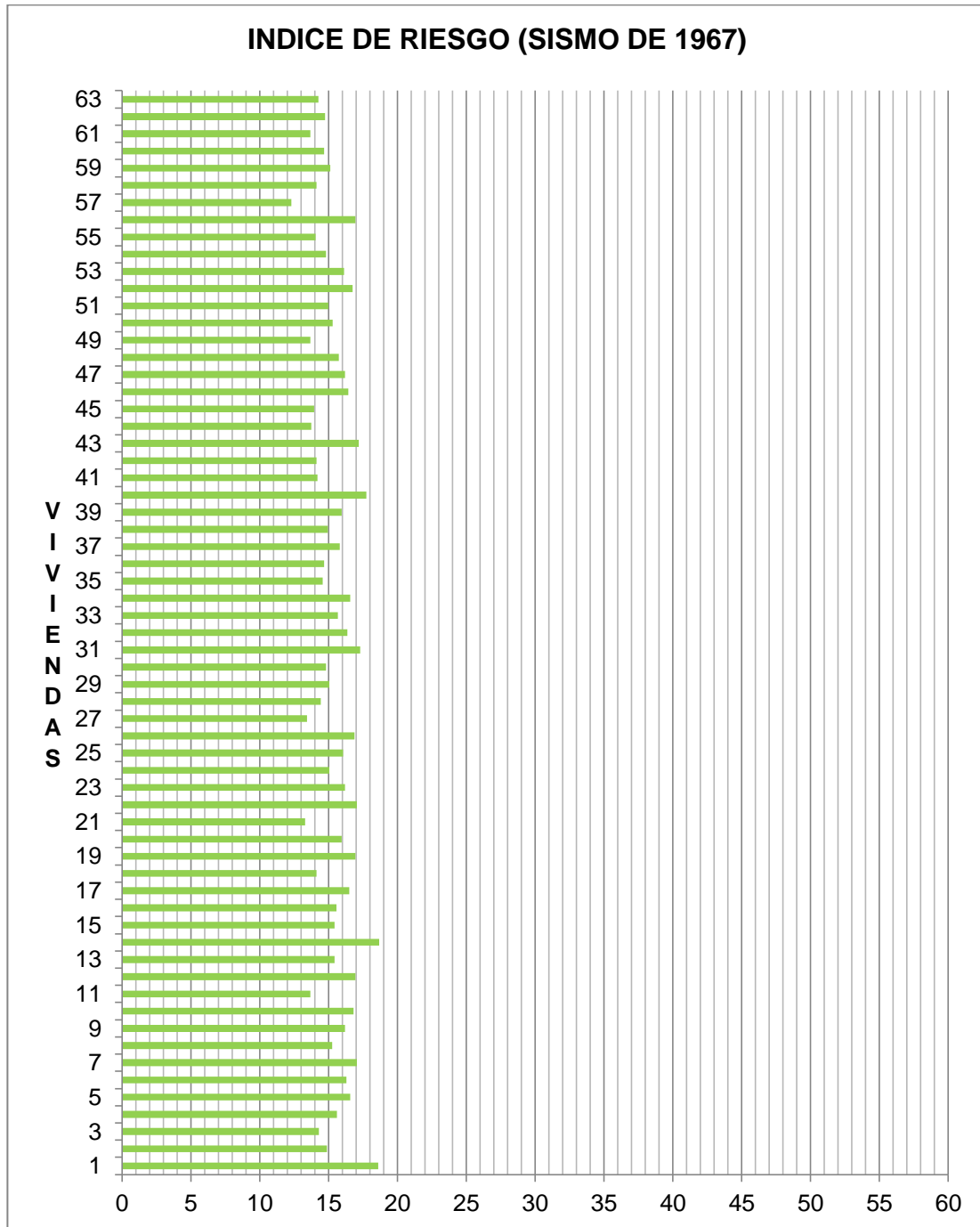


Figura IV.63. Índice de Riesgo. Sismo año 1967.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

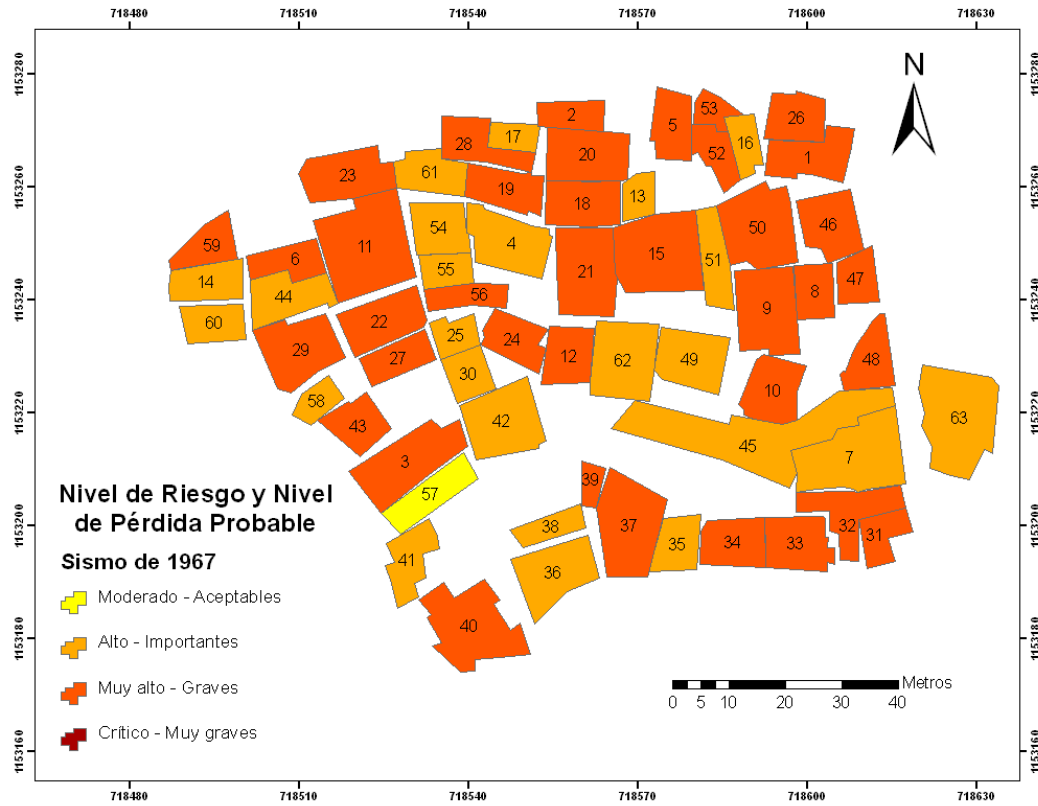


Figura IV.64. Distribución espacial de los Niveles de Riesgo sísmico para el escenario del sismo de 1967.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

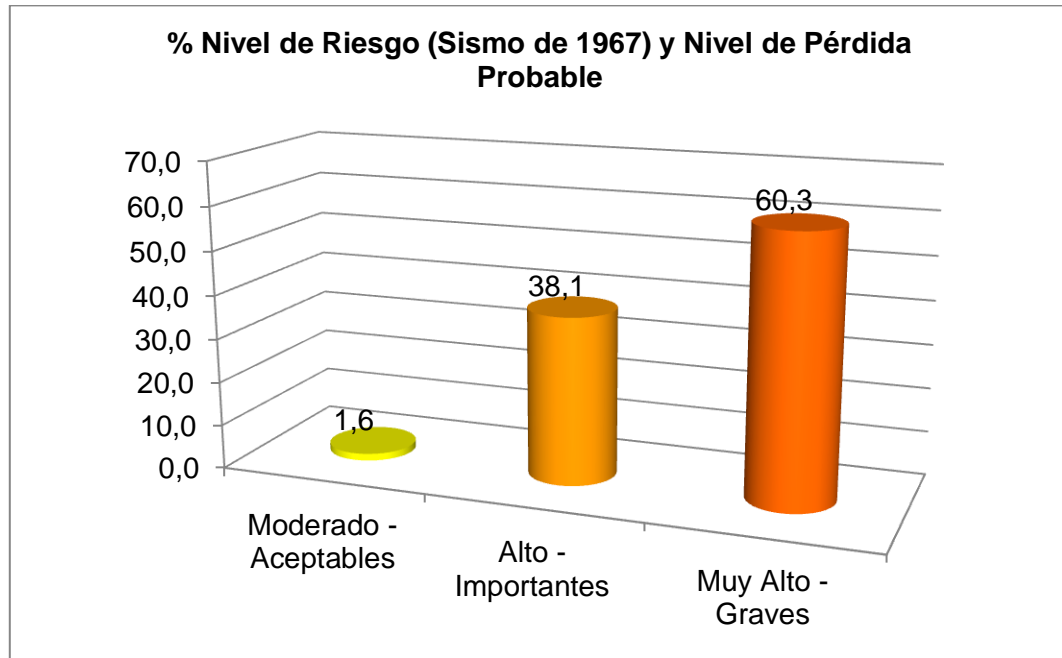


Figura IV.65. Distribución porcentual de los Niveles de Riesgo sísmico para el escenario del sismo de 1967.

Ante la ocurrencia de un sismo de magnitud similar al ocurrido en el año 1967, las viviendas inspeccionadas presentan un índice de riesgo que oscila entre 12,31 y 18,69 (Tabla IV.63). En las Figuras IV.64 e IV.65, se puede observar que la mayoría de las viviendas inspeccionadas presentan un índice de riesgo muy alto, lo que conlleva a un nivel de pérdida probable grave, estas representan más de 63% de la muestra y el porcentaje restante, casi en su totalidad, manifiesta un nivel de riesgo alto lo que conlleva a pérdidas probables importantes. Por lo tanto, un sismo como este (Tabla IV.38), ocasionaría posibles pérdidas sociales y daños severos en elementos estructurales y no estructurales, es evidente que la respuesta de las viviendas ante sismos similares será indeseable.

Se presenta en la Tabla IV.41 los niveles de riesgo sísmico para el escenario del sismo de diseño.



**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

Tabla IV.41. Niveles de Riesgo Sísmico. (Sismo de Diseño).

Viv	Ir (Sismo de diseño)	Nivel de riesgo sísmico	Niveles Pérdida Prob	Viv	Ir (Sismo de diseño)	Nivel de riesgo sísmico	Niveles Pérdida Prob
57	32,51	<b>Muy Alto</b>	<b>Graves</b>	16	41,09	<b>Crítico</b>	<b>Muy Graves</b>
21	35,15			4	41,25		
27	35,48			33	41,42		
11	36,14			48	41,58		
49	36,14			37	41,75		
61	36,14			20	42,08		
44	36,3			39	42,08		
45	36,8			25	42,41		
55	37,13			53	42,57		
18	37,29			9	42,74		
42	37,29			23	42,74		
58	37,29			47	42,74		
41	37,46			6	43,07		
63	37,62			32	43,23		
3	37,79	46	43,4				
28	38,12	17	43,56				
35	38,45	5	43,73				
36	38,78	34	43,73				
60	38,78	52	44,22				
62	38,94	10	44,39				
30	39,11	26	44,55				
54	39,11	12	44,72				
2	39,27	19	44,72				
38	39,44	56	44,72				
51	39,6	7	45,05				
24	39,77	22	45,05				
29	39,77	43	45,38				
59	39,93	31	45,71				
8	40,26	40	46,86				
50	40,43	1	49,17				
13	40,76	14	49,34				
15	40,76						

RESULTADOS Y ANÁLISIS

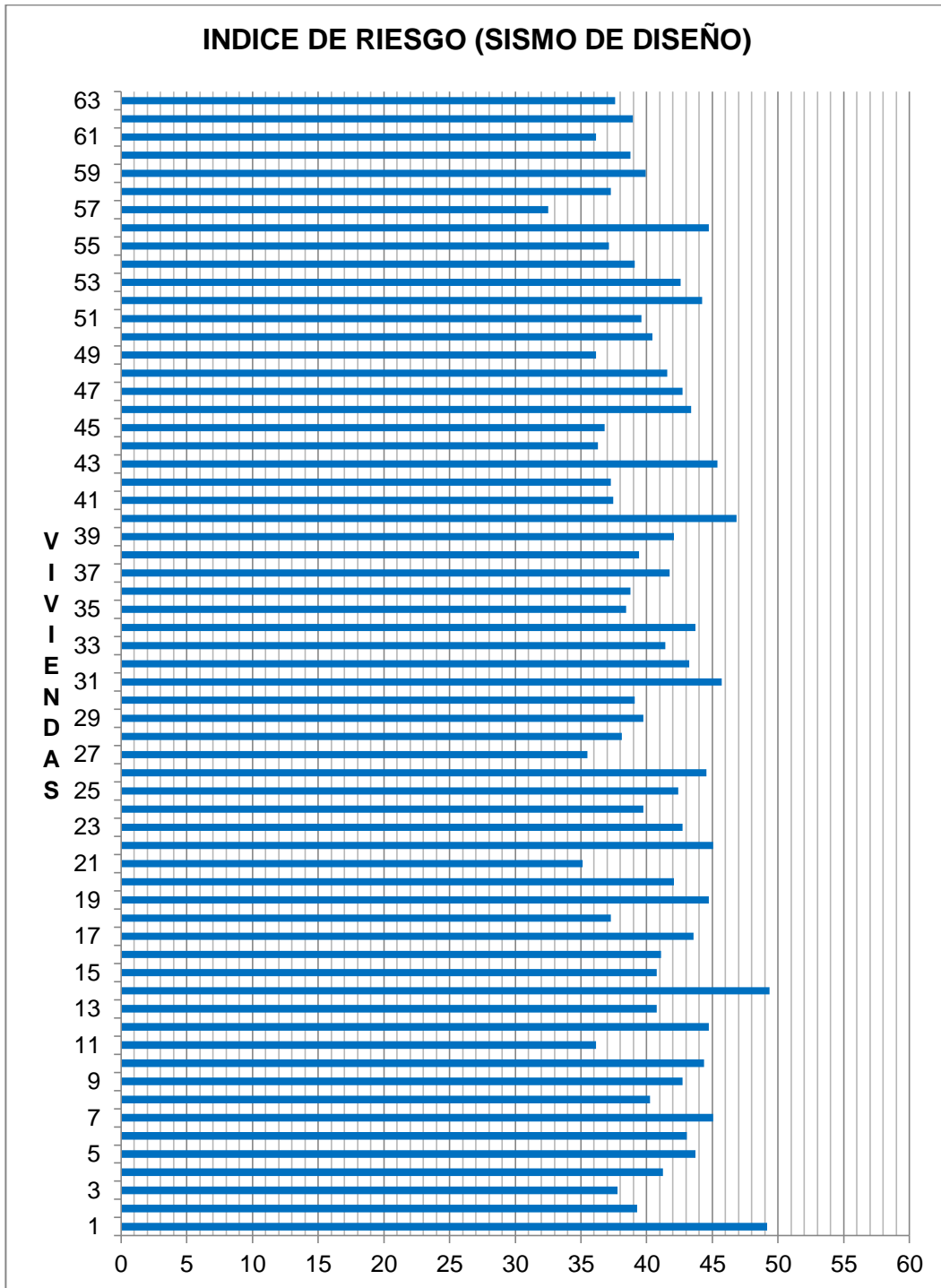


Figura IV.66. Índice de Riesgo sismo de diseño.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

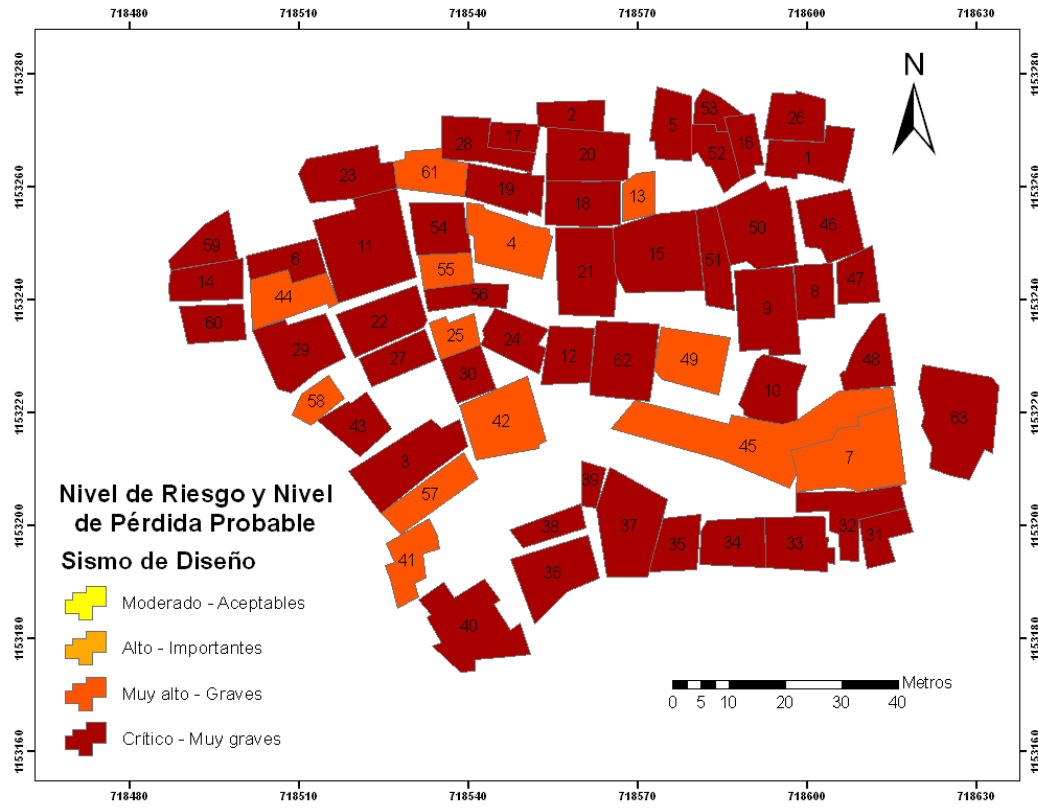


Figura IV.67. Distribución espacial de los Niveles de Riesgo para el escenario del sismo de diseño.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

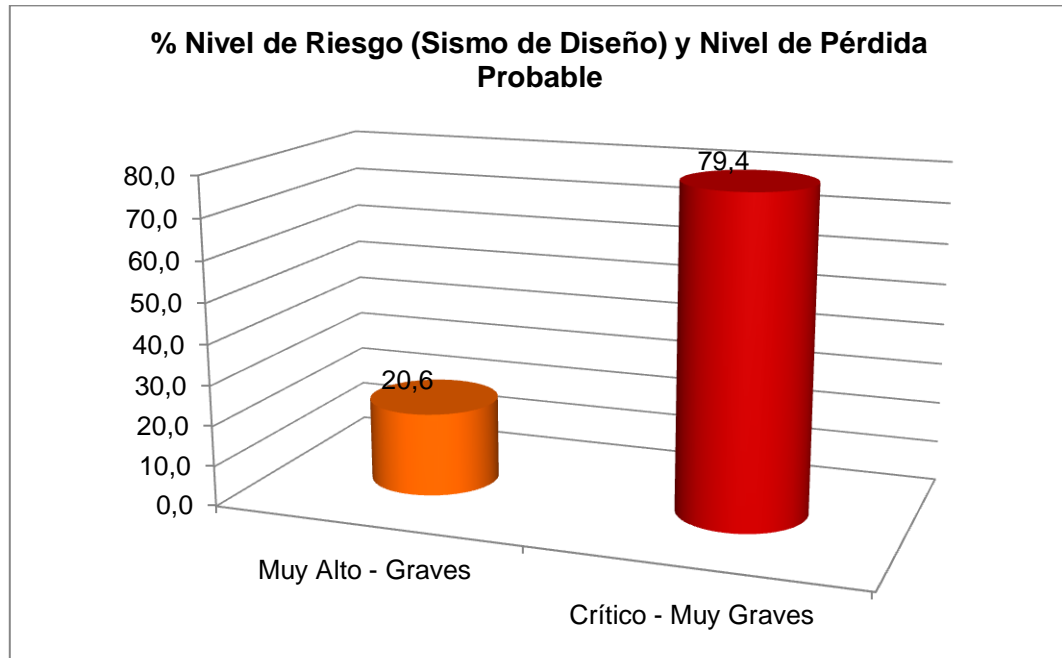


Figura IV.68. Distribución porcentual de los Niveles de Riesgo para el escenario del sismo de diseño.

Ante un sismo con una aceleración de gravedad de 0,265 g y un periodo de retorno de 475 años, más del 79% de las viviendas inspeccionadas (Figura IV.68), poseen un riesgo sísmico crítico lo que conlleva a un nivel de pérdida muy grave, esto ocasionaría probablemente graves pérdidas sociales y materiales; el porcentaje restante presenta un nivel de riesgo muy alto. Un sismo de esta magnitud probablemente resulte devastador.

Con estos resultados se asevera la importancia que tiene la buena praxis constructiva y la correcta ubicación de las viviendas, tomando en cuenta que su amenaza incrementa al presentar efectos topográficos y por lo tanto aumenta el riesgo. Asimismo, los resultados reflejan la ausencia de la planificación para la ejecución de estos asentamientos populares.

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

A continuación en la Tabla IV. 42 se presenta los resultados de índices de riesgo para un sismo muy severo con un periodo de retorno de 975 años.

Tabla IV.42. Índices de Riesgo. Sismo muy severo.

Viv	Ir (Sismo muy severo)	Nivel de riesgo sísmico	Niveles Pérdida Prob	Viv	Ir (Sismo muy severo)	Nivel de riesgo sísmico	Niveles Pérdida Prob
57	42,36	<b>Crítico</b>	<b>Muy Graves</b>	16	53,54	<b>Crítico</b>	<b>Muy Graves</b>
21	45,8			4	53,75		
27	46,23			33	53,97		
11	47,09			48	54,18		
49	47,09			37	54,4		
61	47,09			20	54,83		
44	47,3			39	54,83		
45	47,95			25	55,26		
55	48,38			53	55,47		
18	48,59			9	55,69		
42	48,59			23	55,69		
58	48,59			47	55,69		
41	48,81			6	56,12		
63	49,02			32	56,33		
3	49,24			46	56,55		
28	49,67			17	56,76		
35	50,1			5	56,98		
36	50,53			34	56,98		
60	50,53			52	57,62		
62	50,74			10	57,84		
30	50,96			26	58,05		
54	50,96			12	58,27		
2	51,17			19	58,27		
38	51,39			56	58,27		
51	51,6			7	58,7		
24	51,82			22	58,7		
29	51,82			43	59,13		
59	52,03			31	59,56		
8	52,46			40	61,06		
50	52,68			1	64,07		
13	53,11	14	64,29				
15	53,11						

RESULTADOS Y ANÁLISIS

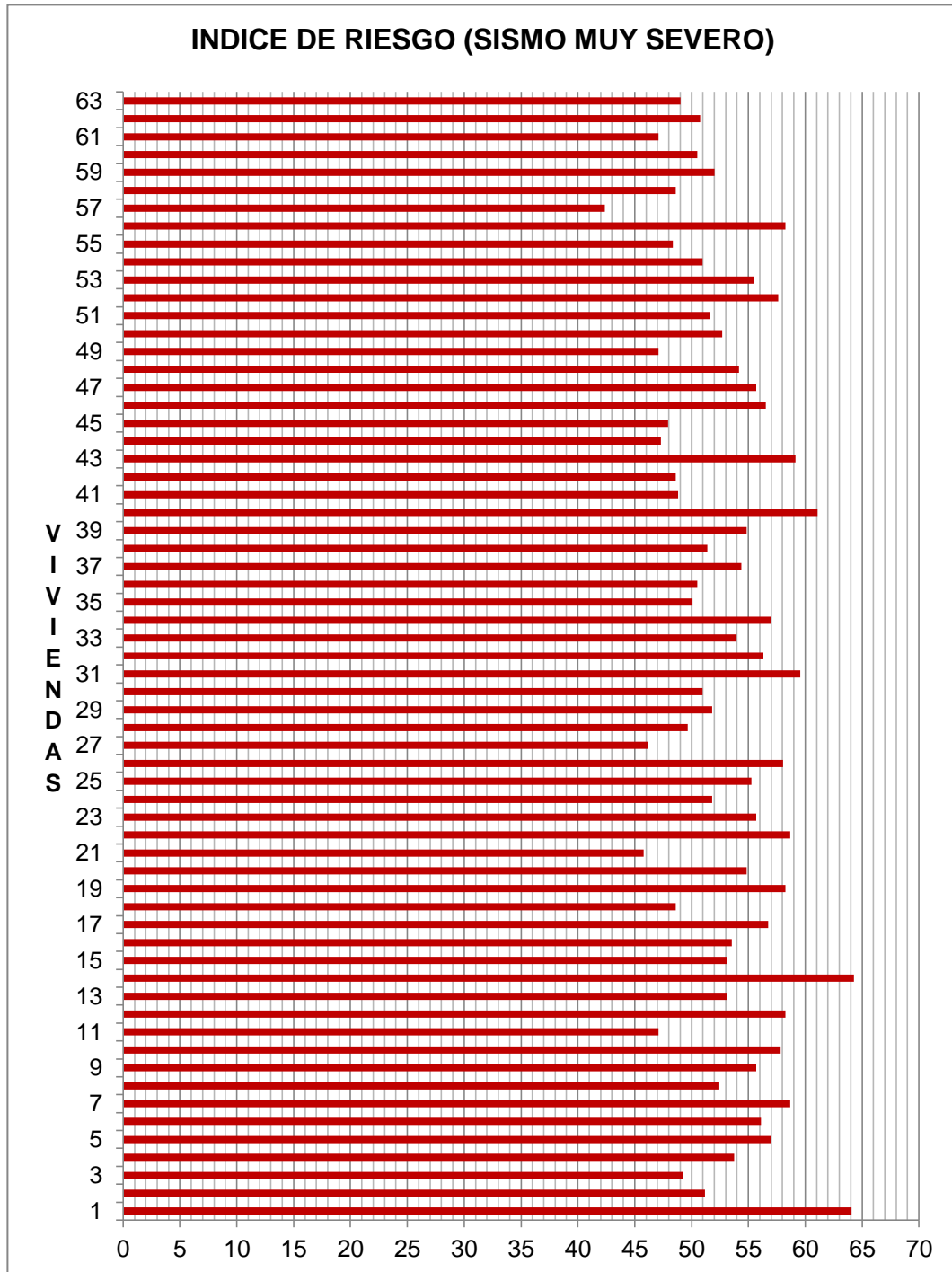


Figura IV.69. Índice de Riesgo sismo muy severo.

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

**IV.8. Índice de Importancia  $I_i$ :**

Por tratarse de un estudio de vivienda popular exclusivamente todas las edificaciones levantadas están clasificadas en el grupo A3, donde simplemente el índice de importancia diferirá dependiendo de la cantidad de personas que habiten en la edificación.

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

Figura IV.70. Índice de Importancia.  
Fuente: FUNVISIS, 2011

En el caso del ejemplo de la vivienda nueve, la misma está ocupada por seis (6) personas por lo que el  $I_i = 0,80$ .

**IV.9. Índice de Priorización  $I_P$ :**

Luego de considerar todas aquellas características que conllevan a la vulnerabilidad de la estructura, los factores que aumentan la amenaza y la importancia según el tipo de edificación y población existente se obtienen valores que permiten establecer parámetros de priorización de cada una de las viviendas estudiadas. Este índice se obtiene con la siguiente expresión.

$$I_P = I_A * I_V * I_i$$

Se establecen los siguientes rangos de priorización.

Tabla IV.43. Niveles de priorización.

$I_p$	Nivel de Priorización	$I_p$	Nivel de Priorización
$0 \leq I_r \leq 4$	Bajo		Innecesario
$4 < I_r \leq 10$	Moderado		Necesario
$I_r > 10$	Alto	$10 \leq I_r \leq 12$	Obligatorio
		$12 < I_r \leq 30$	Prioritario
		$I_r > 30$	Muy prioritario

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

A continuación se presentan los resultados obtenidos de las viviendas inspeccionadas para el sismo de diseño.

Tabla IV.44. Índices de Priorización.

Nº Vivienda	Ip	Nivel de Priorización	Nº Vivienda	Ip	Nivel de Priorización
57	26,00	Prioritario	16	32,87	Muy Prioritario
21	28,12		4	33,00	
27	28,38		48	33,26	
49	28,91		39	33,66	
61	28,91		25	33,92	
44	29,04		33	33,96	
45	29,44		53	34,06	
11	29,63		9	34,19	
55	29,70		23	34,19	
18	29,83		47	34,19	
42	29,83		37	34,23	
58	29,83		6	34,45	
41	29,96		20	34,50	
3	30,23		32	34,58	
28	30,49	46	34,72		
35	30,76	17	34,85		
63	30,85	5	34,98		
36	31,02	34	34,98		
60	31,02	52	35,38		
62	31,15	26	35,64		
30	31,28	12	35,77		
54	31,28	19	35,77		
2	31,42	56	35,77		
38	31,55	7	36,04		
51	31,68	22	36,04		
24	31,81	43	36,30		
29	31,81	10	36,40		
59	31,94	31	36,56		
8	32,21	40	37,49		
50	32,34	14	39,47		
13	32,60	1	40,32		
15	32,60				



RESULTADOS Y ANÁLISIS

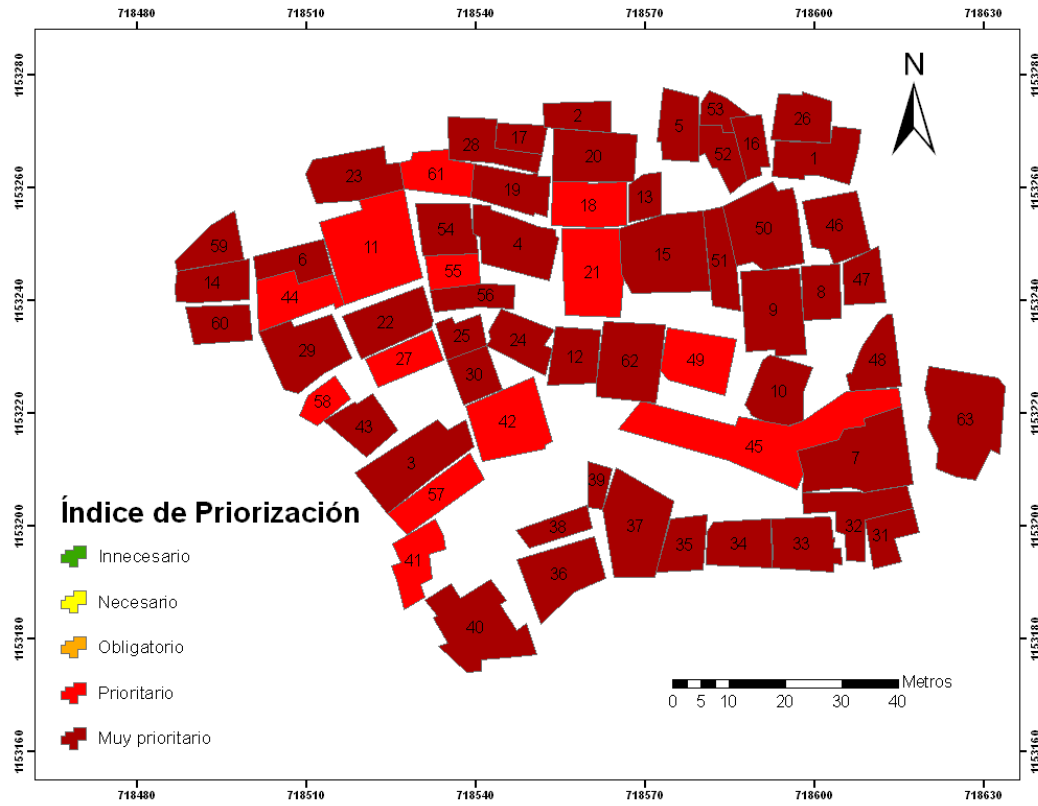


Figura IV.71. Distribución espacial de los Niveles de Priorización.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

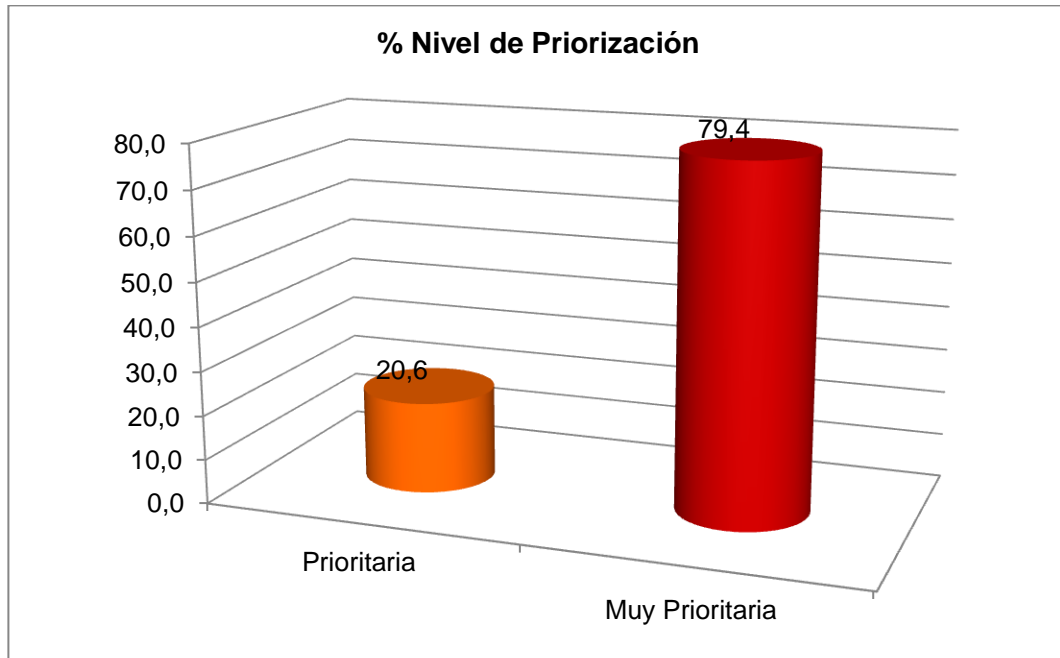


Figura IV.72. Distribución porcentual de los Niveles de Priorización.

Aunque se evidenció, con los resultados anteriores, que ante la ocurrencia de un evento sísmico con aceleración similar al sismo de diseño, los niveles de riesgo probable son críticos; por lo que es imperativo establecer un rango de priorización que permita establecer las viviendas que requieren acciones inmediatas.

El 20 % de las viviendas resultan prioritarias y el 80% restante se consideran muy prioritarias, lo que evidencia la urgencia de establecer un plan de gestión de riesgo que permita disminuir las posibles consecuencias generadas ante la ocurrencia de un evento sísmico.

Se observa como la vivienda número 1, actualmente utilizada como refugio para los damnificados del sector por las pérdidas ocasionadas por las lluvias de Noviembre de 2010, es la que posee el mayor índice de priorización, convirtiéndose en el primer punto donde deben realizarse acciones inmediatas para disminuir el riesgo.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### IV.10. Recomendaciones para la gestión local de riesgo sísmico

Para poder desarrollar mejor las estrategias tanto de prevención como de mitigación de riesgos es necesaria la identificación del riesgo presente, previendo algún problema que se pueda presentar en el desarrollo de dichas medidas.

El nivel de riesgo obtenido en la zona de estudio, para un sismo de aceleración de 0,265g y un periodo de retorno de 475 años, se encuentra entre muy alto y crítico, lo que hace imperativa la implementación de acciones preventivas en conjunto con controles y monitoreo del riesgo.

Es importante el desarrollo de planes de contingencia que permitan, ante la ocurrencia de eventos que provoquen catástrofe en el sector, la rápida actuación de organismos competentes y a su vez informar a la población de la zona sobre sus mecanismos de acción ante este tipo de situaciones.

Dentro de los controles a establecer es pertinente la continua revisión de los mismos para así garantizar su eficiencia y la rápida implementación de planes antes establecidos para aminorar eficazmente los riesgos detectados.

Las acciones preventivas, deben fundamentarse en la comprensión y origen de las causas que generan el riesgo, así como en el análisis de las interrelaciones de los procesos, porque de ello depende el grado de control que pueda ejercerse sobre ellas y por consiguiente la efectividad del tratamiento.

Es por esto que se proponen las siguientes medidas que representan un primer paso para el desarrollo de un futuro plan de gestión de riesgo local:

#### **Medidas Técnicas.**

1. Reforzamiento de las estructuras.
- Realizar un confinamiento total de los elementos portantes de mampostería garantizando que exista viga de corona en todas las

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

paredes, presencia de columnas o machones en cada intersección, en el extremo de la mampostería y que no exista una luz mayor a cuatro (4) metros entre columnas.

- Recubrir con friso todas las paredes.
- Todos aquellos niveles que presenten un entrepiso blando deberán ser rellenados con paredes o rigidizados con diagonales.
- Colocar dinteles en las aberturas de las paredes.
- No construir niveles adicionales.
- Si existe adosamiento losa contra columna, de ser posible, colocar elementos verticales que absorban el impacto entre las estructuras ante la ocurrencia de un sismo, tales como madera o acero. Si el adosamiento es losa contra losa colocar elementos horizontales, como madera, entre ellos.
- En el caso donde las aguas de lluvia no se encuentran canalizadas estas deben ser drenadas a la torrentera.

2. Incorporación de datos en sistemas de información geográfica.

- Realizar mapas de zonificación de vulnerabilidad y riesgo sísmico, que involucre no sólo a la zona estudiada sino al barrio en general, asimismo realizar mapas de priorización donde se pueda establecer las viviendas que requieran atención inmediata.
- Incorporar mapas de zonificación de amenaza por la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos.

### **Medidas Sociales.**

Se pretende establecer acciones de tipo educativas o de aplicación en la gestión y organización de la mitigación del riesgo lo que disminuye los efectos de un evento, estas se consideran una complementación de las medidas estructurales para la mitigación del riesgo y se promueven desde el

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

interior de la comunidad para lograr organización, fortalecimiento institucional e información pública.

### 1. En relación a la vivienda.

- Los elementos contenidos dentro de las edificaciones como muebles, gabinetes, objetos ubicados donde podrían caerse, lámparas, ventanales, bibliotecas, entre otros se deben asegurar firmemente para evitar que ante la ocurrencia de un evento sísmico puedan caer y ocasionar daños a los habitantes de la vivienda.
- Se deben tomar especiales precauciones con las fuentes de llamas, cableado eléctrico, calentadores, cocinas, bombonas de gas, ya que el movimiento sísmico puede ocasionar incendios.
- Establecer rutas de escape y garantizar el libre acceso a través las mismas, es muy común en vivienda popular escaleras en espiral y en mal estado lo que incrementa la dificultad de evacuación, por lo que resulta necesario que la ruta de escape se encuentre completamente despejada.
- Evitar la colocación de elementos pesados en el techo.

### 2. En relación a la comunidad.

- Es necesario que cada grupo familiar establezca cual es el lugar más seguro dentro de la vivienda para resguardarse en caso de un evento sísmico, y que siempre se tenga a la mano un botiquín de primeros auxilios.
- Es necesario establecer una estructura organizativa en la comunidad en donde se defina un responsable local de la emergencia y un grupo de personas que sea formada para accionar las medidas correspondientes ante la ocurrencia de eventos sísmicos.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

- Realizar un inventario de las capacidades humanas que son útiles al momento de un desastre.
- Acondicionar el espacio producido por el deslizamiento de las viviendas ocurrido en noviembre de 2010 para sitio de concentración en caso de la ocurrencia de un evento sísmico.
- Promover el proceso de información a la comunidad acerca de la amenaza y la vulnerabilidad latente. Distribuir periódica y permanentemente material informativo a la población donde se sensibilice a sus habitantes.
- Promover dentro de un programa comunal de gestión de riesgo la realización continua de simulacros de sismos.

## CONCLUSIONES

Se realizó el levantamiento de sesenta y tres (63) viviendas populares ubicadas en el barrio Telares de Palo Grande, quince (15) de ellas se inspeccionaron de forma detallada y a partir de los datos recopilados se obtuvo un inventario de las características típicas de las viviendas estudiadas, tal como: ocupación, número de pisos, tipología estructural, irregularidades, dimensiones típicas de columnas o machones y vigas, entre otras; lo cual permitió caracterizar y describir las viviendas populares presentes en el sector.

Se caracterizó la vulnerabilidad sísmica mediante índices de vulnerabilidad para cada vivienda, los cuales dependen de la tipología estructural, de las condiciones de terreno, de los esquemas de planta y elevación, de las irregularidades estructurales y del grado de deterioro. Se obtuvieron índices de vulnerabilidad entre 49,25 y 74,75, el 60,3% de las viviendas presentan un nivel de vulnerabilidad muy alto y el 38,1% presenta un nivel de vulnerabilidad alto, tan solo un 1,6% presentó un nivel moderado. Por lo que se concluye que el sector estudiado es altamente vulnerable.

Se simularon tres escenarios de amenaza sísmica en la zona de estudio, la cual pertenece a la macrozona Centro-Sur según la Microzonificación Sísmica de Caracas (FUNVISIS, 2009), el primer escenario similar al terremoto de Caracas de 1967 que corresponde a un sismo de bajo nivel de amenaza sísmica siendo el menor del presente estudio, asociado a un coeficiente de aceleración del terreno  $A_0 = 0,10$  g cuyo índice de amenaza es de 0,25. El segundo escenario para el sismo de diseño con un valor de  $A_0 = 0,265$  g lo que corresponde a un índice de amenaza de 0,66 con la presencia de efectos topográficos y que representa un terremoto similar al de Caracas de 1812. Por último un tercer escenario con un valor de  $A_0 = 0,345$  g

correspondiente a un periodo de retorno de 975 años aproximadamente para un  $I_A=0,86$ .

Se evaluó de forma simplificada la relación demanda capacidad para las quince viviendas inspeccionadas de forma detallada, según la tipología estructural del primer nivel de cada vivienda, de lo cual se concluye que la vivienda 10 resultó ser la que obtuvo el mayor coeficiente, esta presenta en su primer nivel un pórtico de concreto armado con baja calidad constructiva y con un nivel de diseño prácticamente nulo, seguida de la vivienda 1, y la de menor coeficiente la vivienda 8 la cual es una vivienda que posee un solo nivel.

Se estimaron niveles de riesgo sísmico a partir del índice de riesgo, el cual depende del índice de vulnerabilidad de cada una de las viviendas y del índice de amenaza de cada escenario. Se relacionó los niveles de riesgo con los posibles efectos del terremoto a través de niveles de pérdida probable, a partir del análisis se obtuvo que:

- Para el sismo del año 1967, el índice de riesgo oscila entre 12,31 y 18,69, generando un nivel de riesgo muy alto y un nivel de pérdidas probables graves.
- En el caso del sismo de diseño, el índice oscila entre 32,51 y 49,34, por lo tanto las viviendas presentan un riesgo mayormente crítico produciendo pérdidas probables muy graves. Asimismo para el sismo muy severo los resultados son devastadores.

Tomando en cuenta el uso de la edificación, en este caso vivienda popular, y el número de personas que la habitan se obtuvo el índice de importancia que combinado con el riesgo establece una priorización. Se establece un índice que para la muestra varía entre 26,00 y 40,32, siendo la



vivienda de mayor índice de priorización la 1, la cual actualmente está siendo usada para los damnificados de Noviembre de 2010.

Se generaron lineamientos para un plan de gestión local de riesgo sísmico en donde se establecen medidas estructurales como reforzamiento de las viviendas, medidas técnicas como incorporación de la información de índice de vulnerabilidad e índice de riesgo de la totalidad de las viviendas del barrio en un sistema de información geográfica, asimismo se dictaron lineamientos de carácter social que involucran tanto a los habitantes de cada vivienda como a la comunidad en pleno, ya que es importante que la comunidad esté al tanto en forma detallada del riesgo en el que se encuentra.

## RECOMENDACIONES.

Es necesario realizar levantamientos masivos de vivienda popular con el fin de obtener un inventario con una mayor cantidad de muestras para establecer parámetros más representativos de los barrios de Caracas, siempre tomando en cuenta a la comunidad para facilitar la logística necesaria.

En cuanto a la metodología utilizada y al instrumento de inspección se sugiere lo siguiente:

- N° pisos. Este parámetro no es tomado en cuenta para el análisis de vulnerabilidad; dada la gran diferencia que puede existir entre una vivienda de dos pisos y una de cinco, se considera que debería evaluarse en la metodología.
- Capacidad de ocupación: En vivienda popular es recomendable en vez de usar número de personas que ocupan la edificación, usar densidad de ocupación, personas por área de construcción. Esto afecta directamente al índice de importancia. El área se puede obtener a través de los sistemas de información geográfica.
- Drenajes: Se debería separar drenaje de agua de lluvia de drenaje de agua servida ya que en este tipo de edificaciones es común encontrar cloacas canalizadas y aguas de lluvia no.
- Tipología estructural: La planilla simplificada no permite establecer de forma completa la tipología estructural de la vivienda ya que no se conoce con este instrumento la cantidad real de paredes confinadas y el criterio es basado en la inspección visual, por ello es necesario considerar que en vivienda popular no existe mampostería confinada apegada a ningún tipo de reglamento, lineamiento o desarrollo

técnico, por lo tanto se debe establecer una tipología donde la mampostería esté parcialmente confinada. Asimismo, existen casos donde se observan “pórticos”, que no poseen ningún nivel de diseño y son de calidad comprometida, por lo que para vivienda popular se recomienda utilizar la siguiente clasificación de tipología estructural: Mampostería no confinada, mampostería parcialmente confinada, pórticos de baja calidad constructiva y pórticos de baja calidad constructiva con paredes de relleno. Se recomienda evaluar como establecer la tipología para viviendas de material ligero como paredes de latón, cartón u otros. Para todos estos casos resulta necesario establecer nuevos valores de vulnerabilidad asociada.

- Finalmente se debería establecer una planilla únicamente para vivienda popular.

Tomar en cuenta la construcción progresiva en futuras investigaciones relacionadas con vivienda popular.

Implementar los planes de desarrollo urbanos y restringir la construcción de viviendas populares para así evitar el crecimiento de los asentamientos sin ningún tipo de planificación lo que produce una alta vulnerabilidad.

Establecer niveles de priorización en donde se analicen distintos sectores populares del Área Metropolitana de Caracas, con la finalidad de generar lineamientos de gestión del riesgo sísmico. Aún cuando resulta obvio que estos sectores son de alto riesgo no se debe olvidar que son espacios de uso residencial donde se encuentra una gran densidad de población.

Tomar en cuenta los lineamientos establecidos en el presente trabajo, desde el punto de vista técnico y social, sabiendo que son recomendaciones básicas que dan pie a la realización de un futuro plan de gestión de riesgo local que involucre aspectos conceptuales, económicos, estudio de casos referenciales, normativas, entre otros.

Generar una norma actualizada que involucre a la mampostería estructural.

Realizar el análisis de niveles de riesgo para un sismo más frecuente que el sismo de diseño, pero de aceleración superior a la registrada en el sismo de Caracas de 1967.

## REFERENCIAS

### **Bibliográficas.**

Castillo, A., López Almansa, F., & Pujades, L. (2008). Seismic Risk measures of a vulnerable urban informal settlement in Mérida, Venezuela. Cost-benefit analysis. The 14th World Conference on Earthquake Engineering. Beijing, China.

Cilento Sarli, A. (2000). Vulnerabilidad y sustentabilidad de los asentamientos humanos. Seminario, Desastres Sísmicos.

Coburn, A. W., Spence, R., & Pomonis, A. (1991). Vulnerabilidad y evaluación del Riesgo, Programa de Entrenamiento para el Manejo de Desastres, 1era Edición. Cambridge, U.K.: Cambridge Architectural Research Limited.

Coronel, G., López, O., & N., B. (2010). Evaluación de Niveles de Riesgo en Escuelas de Venezuela mediante Curvas de Fragilidad, Proyecto Escuela. Caracas, Venezuela.

Erberik, M. A. (2010). Seismic Risk Assessment of Masonry Buildings in Istanbul for Effective Risk Mitigation. Estambul: Earthquake Engineering Research Institute.

FEMA, (2002). Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook. FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY (FEMA), 2da Edición.

FEMA-NIBS, (2009). Multi-hazard Loss Estimation Methodology. Earthquake Model. HAZUS-MH MR4, Technical Manual. Federal Emergency Management Agency (FEMA) and National Institute of Buildings Science (NBIS). Washington D.C.

FUNVISIS, (2011). Índices de Priorización de Edificios para la Gestión del Riesgo Sísmico, Informe técnico. Departamento de Ingeniería Sísmica. Caracas, Venezuela.

FUNVISIS, (2002). La investigación sismológica en Venezuela. Caracas, Venezuela: Impresos Lauper.

FUNVISIS, (2009). Proyecto de Microzonificación Sísmica del Área Metropolitana de Caracas. Caracas: FUNVISIS.

FUNVISIS, (2009) b. Primer Informe Anual. Caracas, Venezuela: Ministerio del Poder Popular para la Ciencia y la Tecnología. Sub-Proyecto: Evaluación Experimental de Diferentes Técnicas de Reforzamiento Sísmico de las viviendas de los Barrios de Caracas.

FUNVISIS, (2010). Imagen aérea del barrio Telares de Palo Grande. Fuente propia. Caracas, Venezuela.

González Díaz, M. (2010). Terremotos y Riesgo Sísmico. CRECIT.

IGVSB, (2002). Proyecto Ávila, Diagnóstico de la Vulnerabilidad Urbana. Franja Urbanizada ubicada en la Cuenca Norte del Río Guaire. Caracas, Venezuela.

IMME, (2011). Estudio de Materiales de Casa Comunal Antonio José de Sucre, Caricuao. Caracas, Venezuela: Institutos de Materiales y Modelos Estructurales (IMME) de la Facultad de Ingeniería de la UCV.

IMME, (2009). Estudio de Materiales de Viviendas Informales 1era fase N° 311085. Caracas, Venezuela: Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME) de la Facultad de Ingeniería de la UCV.

IMME, (2004). Evaluación de Muros Portantes del Proyecto de Investigación "Desarrollo de Sistema de Muros de Mampostería Estructural Confinada de Rápido Montaje para la Vivienda de Bajo Costo". Caracas, Venezuela: Informe N° 209790-A, Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME) de la Facultad de Ingeniería de la UCV. Responsables: Fernández N. y Marinilli A.

JICA, (2006). Estudio Básico sobre Prevención de Desastres en el Distrito Metropolitano de Caracas en la Republica Bolivariana de Venezuela.

Lantada, N., Pujades, L., & Barbat, A. (2003). *Las Herramientas SIG en el Análisis de Vulnerabilidad y Escenarios de Riesgo Sísmico*. Barcelona, España.

López, O. A., Castilla E., Genatios, C., Lafuente M., & Carvajal O. (1986). *Estudios en Mampostería Estructural*. Caracas, Venezuela: Exposición y encuentro venezolano de la vivienda, UCV.

López, O. A. (2009). *Indicadores de Riesgo Sísmico en Edificios Escolares de Venezuela*, Boletín Técnico IMME Volumen 47 N° 1. Proyecto Escuela. Caracas, Venezuela.

Marinilli, A. (2004). *Tesis Doctoral, Evaluación del efecto de los elementos confinantes en muros de mampostería sometidos a acciones sísmicas*. Caracas, Venezuela.

Mebarki, A., & Valencia, N. (2003). *Vulnerabilidad sísmica de construcciones informales en mampostería: riesgos sísmicos y mapas SIG*. Francia.

Rosas, I. (2008). *Clasificación Tipológica de Estructuras Existentes en las Viviendas Autoproducidas en barrios urbanos*. Caracas, Venezuela.

Safina, S., López, A., Luis, A., Lirio, B., Castillo, L., Marval, N., González, J., & Prieto, J. (2009). *Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones en el Municipio Chacao. Área Metropolitana de Caracas*. Chacao. Caracas, Venezuela.

Schmitz, M., Hernández, J., Morales, C., Domínguez, J., Rocabado, V., Valleé, M., Tagliaferro, M., Delavaud, E., Singer, A., Amarís, E., Molina, D., González, M., & Leal, V. (2008). *Principales Resultados Y Recomendaciones Del Proyecto De Microzonificación Sísmica De Caracas*. FUNVISIS. Caracas, Venezuela.

Yamazaki, Y., Audemard, F., Hernández, J., Orihuela, N., Safina, S., Schmitz, M., Altez, R., Tanaka, I., & Kagawa, H. (2004). *JICA, Earthquake*

Scenarios in Caracas for Disaster Prevention. XVIII Seminario Venezolano de Geotecnia, Geoinfraestructura: "La Geotecnia en el Desarrollo Nacional".

### **Normativas.**

Administración Pública del Distrito Federal. (2004). Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería. Distrito Federal, México.

Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. (2009). Constitución Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. Caracas, Venezuela. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 5.908 del 19 de febrero de 2009.

Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. (2005). Ley del Régimen Prestacional de Vivienda y Hábitat. Caracas, Venezuela. Gaceta Oficial N° 38.182 del 9 de mayo de 2005.

Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. (2009). Ley de Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos. Caracas, Venezuela. Gaceta Oficial N° 39.095 del 9 de enero de 2009.

COVENIN, (1988). Norma Venezolana 2002:1988. Criterio y acciones mínimas para el proyecto de edificaciones. Caracas, Venezuela: Comisión Venezolana de Normas Industriales.

COVENIN, (2001). Norma Venezolana 1756:2001. Edificaciones Sismorresistentes. Caracas, Venezuela: FONDONORMA.

FONDONORMA, (2006). Norma Venezolana 1753:2006. Proyecto y construcción de obras en concreto estructural. Caracas, Venezuela.

### **Electrónicas.**

Barbat, A., & Pujades, L. (2004). Revisado el 21 de Mayo de 2011, Evaluación de la Vulnerabilidad y del Riesgo Sísmico en zonas urbanas. Aplicación a Barcelona.: <http://www.civil.uminho.pt/masonry/Publications/>



Sismica\_2004/229252%20Alex%20Barbat%20e%20Luis%20Pujades%20\_24%20p\_.pdf

El Nacional, (2011). Aprobados 240 millones para zonas afectadas por las lluvias. Revisado el 07 de Mayo de 2011, [http://el-nacional.com/www/site/p\\_contenido.php?q=nodo/187175/Ciudad/Aprobados-240-millones-de-bol%C3%ADvares-para-zonas-afectadas-por-lluvias-en-Caracas](http://el-nacional.com/www/site/p_contenido.php?q=nodo/187175/Ciudad/Aprobados-240-millones-de-bol%C3%ADvares-para-zonas-afectadas-por-lluvias-en-Caracas)

FONEP, (2008). Conceptos básicos de sistemas de información geográfica. Revisado el 21 de Mayo de 2011, <http://www.fonep.gob.ve/sig.php>

FOPAE, (s.f.). Riesgo y Amenaza Sísmica en Bogotá. Fondo de Prevención y Atención de Emergencias. Revisado el 21 de Mayo de 2011, [http://www.fopae.gov.co/portal/page/portal/Con\\_Los\\_Pies\\_en\\_la\\_Tierra/Columna2/Conocimiento%20del%20Riesgo%20Sismico](http://www.fopae.gov.co/portal/page/portal/Con_Los_Pies_en_la_Tierra/Columna2/Conocimiento%20del%20Riesgo%20Sismico)

FUNVISIS, (2005). ¿Venezuela es un país sísmico? Revisado el 18 de Noviembre de 2010, [http://www.funvisis.gob.ve/pais\\_sismico.php](http://www.funvisis.gob.ve/pais_sismico.php).

INE. (2001). Cuadro de población estadística demográfica, Censo 2001. Instituto Nacional de Estadística. Revisado el 27 de Enero de 2011, <http://www.ine.gov.ve/demografica/HogaresPoblaTipHogarAreaUrb.htm>

Morales, D., & Franco, L. (2011). Correo del Orinoco. Revisado el 07 de Mayo de 2011, de Fue restablecido el servicio de agua en el barrio Telares de Palo Grande, [http://issuu.com/correo\\_del\\_orinoco/docs/web\\_co\\_534](http://issuu.com/correo_del_orinoco/docs/web_co_534)

Pérez-Foguet, A. (2005). Asentamientos humanos e infraestructura de servicios urbanos. Revisado el 21 de Mayo de 2011, <http://grecdh.upc.edu/publicacions/cursos/iacpd/m8.pdf>

### **Herramientas utilizadas**

ESRI. "Sistema de Información Geográfica, ArcGIS 9.2, versión académica," Environmental Systems Research Institute (ESRI). <http://www.esri.com/>, 2008.

Google (2011). Google Maps.

Google (2011 a). Google Sketchup v. 8.0.4811. versión utilizada.

Keyhole, Inc. y Google (2011 b). Google Earth v. 6.0.3.2197. última versión actualizada.

## **ANEXOS**

**ANEXOS A – Planilla detallada de levantamiento.**

**ANEXOS B – Planilla simplificada de levantamiento.**

**ANEXOS C – Planilla detallada de levantamiento. Vivienda 9.**

**Fotografías. Vivienda 9.**

**ANEXOS D – Planilla detallada de levantamiento. Vivienda 11.**

**Fotografías. Vivienda 11.**

**ANEXOS E – Planilla detallada de levantamiento. Vivienda 13.**

**Fotografías. Vivienda 13.**

**ANEXOS F – Planilla simplificada de levantamiento. Vivienda 26.**

**Fotografías. Vivienda 26.**

ANEXO A.1 – Planilla detallada de levantamiento. Página 1, cara anterior.

PLANILLA DE INSPECCION ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS

1. DATOS GENERALES		2. IDENTIFICACION DE LA EDIFICACION		Observaciones:
1.1. Nombre del encuestador:		2.1. Persona entrevistada:	2.2. Caracter:	
1.2. Fecha de la inspeccion:		2.3. Telefono:	2.5. Ciudad:	
1.3. Revisado por:		2.6. Municipio:	2.7. Urb. sector barrio:	
1.4. Transcriptor:		2.8. Calle, Vereda u Otro:		
1.5. Fecha de transcripcion:		2.9. Nombre de la edificacion:	2.10. Numero:	
1.6. Supervisado por:		2.11. Coordenadas Norte:	2.12. N° de habitantes:	
		2.13. Uso: ( ) Residencial ( ) Comercial ( ) Interes Comunitario ( ) Otro. Especificar:		
3. CARACTERIZACION DEL ENTORNO DE LA EDIFICACION		4. CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES		5. GRADO DE DETERIORO
3.1. Edificacion en ( ) Cima ( ) Ladera ( ) Placido		4.1. Tipo ESTRUCTURAL	4.2. SISTEMA DE LOSA DE ENTIBERSO O TECHO	5.1. Agrilamiento en elementos estructurales de Concreto
3.2. Pendiente del terreno: ( ) 0°-15° ( ) 15°-45° ( ) >45°		4.3. Mampostaria	4.3. Esp. (cm)	5.2. Corrosion en elementos estructurales en Estructuras de Acero
3.3. Indices de deslizamientos anteriores: ( ) SI ( ) NO		4.4. Con paredes	4.4. Esp. (cm)	5.3. Agrilamiento en paredes de rebazo
3.4. Muros o baldaes cecacos: ( ) SI ( ) NO		4.5. Sin paredes	4.5. Esp. (cm)	5.4. Estado general del mantenimiento
3.5. Distancia ( ) >5m ( ) 5-10m ( ) >10m Altura ( ) <5m ( ) >5m		4.6. Mampostaria con paredes	4.6. Esp. (cm)	
3.6. Descarga de agua sanitaria ( ) Terreno ( ) Canalizado		4.7. Mampostaria con paredes	4.7. Esp. (cm)	
3.7. Descarga de agua de lluvia ( ) Terreno ( ) Canalizado		4.8. Mampostaria no confinada	4.8. Esp. (cm)	
3.8. A otra estructura ( ) Ninguno ( ) Un lado ( ) Dos lados ( ) Tres lados		4.9. Mampostaria no confinada	4.9. Esp. (cm)	
3.9. Al terreno: ( ) Ninguno ( ) Un lado ( ) Dos lados ( ) Tres lados		4.10. Mampostaria no confinada	4.10. Esp. (cm)	
		4.11. Mampostaria no confinada	4.11. Esp. (cm)	
		4.12. Mampostaria no confinada	4.12. Esp. (cm)	
		4.13. Mampostaria no confinada	4.13. Esp. (cm)	
		4.14. Mampostaria no confinada	4.14. Esp. (cm)	
		4.15. Mampostaria no confinada	4.15. Esp. (cm)	
		4.16. Mampostaria no confinada	4.16. Esp. (cm)	
		4.17. Mampostaria no confinada	4.17. Esp. (cm)	
		4.18. Mampostaria no confinada	4.18. Esp. (cm)	
		4.19. Mampostaria no confinada	4.19. Esp. (cm)	
		4.20. Mampostaria no confinada	4.20. Esp. (cm)	
		4.21. Mampostaria no confinada	4.21. Esp. (cm)	
		4.22. Mampostaria no confinada	4.22. Esp. (cm)	
		4.23. Mampostaria no confinada	4.23. Esp. (cm)	
		4.24. Mampostaria no confinada	4.24. Esp. (cm)	
		4.25. Mampostaria no confinada	4.25. Esp. (cm)	
		4.26. Mampostaria no confinada	4.26. Esp. (cm)	
		4.27. Mampostaria no confinada	4.27. Esp. (cm)	
		4.28. Mampostaria no confinada	4.28. Esp. (cm)	
		4.29. Mampostaria no confinada	4.29. Esp. (cm)	
		4.30. Mampostaria no confinada	4.30. Esp. (cm)	
		4.31. Mampostaria no confinada	4.31. Esp. (cm)	
		4.32. Mampostaria no confinada	4.32. Esp. (cm)	
		4.33. Mampostaria no confinada	4.33. Esp. (cm)	
		4.34. Mampostaria no confinada	4.34. Esp. (cm)	
		4.35. Mampostaria no confinada	4.35. Esp. (cm)	
		4.36. Mampostaria no confinada	4.36. Esp. (cm)	
		4.37. Mampostaria no confinada	4.37. Esp. (cm)	
		4.38. Mampostaria no confinada	4.38. Esp. (cm)	
		4.39. Mampostaria no confinada	4.39. Esp. (cm)	
		4.40. Mampostaria no confinada	4.40. Esp. (cm)	
		4.41. Mampostaria no confinada	4.41. Esp. (cm)	
		4.42. Mampostaria no confinada	4.42. Esp. (cm)	
		4.43. Mampostaria no confinada	4.43. Esp. (cm)	
		4.44. Mampostaria no confinada	4.44. Esp. (cm)	
		4.45. Mampostaria no confinada	4.45. Esp. (cm)	
		4.46. Mampostaria no confinada	4.46. Esp. (cm)	
		4.47. Mampostaria no confinada	4.47. Esp. (cm)	
		4.48. Mampostaria no confinada	4.48. Esp. (cm)	
		4.49. Mampostaria no confinada	4.49. Esp. (cm)	
		4.50. Mampostaria no confinada	4.50. Esp. (cm)	
		4.51. Mampostaria no confinada	4.51. Esp. (cm)	
		4.52. Mampostaria no confinada	4.52. Esp. (cm)	
		4.53. Mampostaria no confinada	4.53. Esp. (cm)	
		4.54. Mampostaria no confinada	4.54. Esp. (cm)	
		4.55. Mampostaria no confinada	4.55. Esp. (cm)	
		4.56. Mampostaria no confinada	4.56. Esp. (cm)	
		4.57. Mampostaria no confinada	4.57. Esp. (cm)	
		4.58. Mampostaria no confinada	4.58. Esp. (cm)	
		4.59. Mampostaria no confinada	4.59. Esp. (cm)	
		4.60. Mampostaria no confinada	4.60. Esp. (cm)	
		4.61. Mampostaria no confinada	4.61. Esp. (cm)	
		4.62. Mampostaria no confinada	4.62. Esp. (cm)	
		4.63. Mampostaria no confinada	4.63. Esp. (cm)	
		4.64. Mampostaria no confinada	4.64. Esp. (cm)	
		4.65. Mampostaria no confinada	4.65. Esp. (cm)	
		4.66. Mampostaria no confinada	4.66. Esp. (cm)	
		4.67. Mampostaria no confinada	4.67. Esp. (cm)	
		4.68. Mampostaria no confinada	4.68. Esp. (cm)	
		4.69. Mampostaria no confinada	4.69. Esp. (cm)	
		4.70. Mampostaria no confinada	4.70. Esp. (cm)	
		4.71. Mampostaria no confinada	4.71. Esp. (cm)	
		4.72. Mampostaria no confinada	4.72. Esp. (cm)	
		4.73. Mampostaria no confinada	4.73. Esp. (cm)	
		4.74. Mampostaria no confinada	4.74. Esp. (cm)	
		4.75. Mampostaria no confinada	4.75. Esp. (cm)	
		4.76. Mampostaria no confinada	4.76. Esp. (cm)	
		4.77. Mampostaria no confinada	4.77. Esp. (cm)	
		4.78. Mampostaria no confinada	4.78. Esp. (cm)	
		4.79. Mampostaria no confinada	4.79. Esp. (cm)	
		4.80. Mampostaria no confinada	4.80. Esp. (cm)	
		4.81. Mampostaria no confinada	4.81. Esp. (cm)	
		4.82. Mampostaria no confinada	4.82. Esp. (cm)	
		4.83. Mampostaria no confinada	4.83. Esp. (cm)	
		4.84. Mampostaria no confinada	4.84. Esp. (cm)	
		4.85. Mampostaria no confinada	4.85. Esp. (cm)	
		4.86. Mampostaria no confinada	4.86. Esp. (cm)	
		4.87. Mampostaria no confinada	4.87. Esp. (cm)	
		4.88. Mampostaria no confinada	4.88. Esp. (cm)	
		4.89. Mampostaria no confinada	4.89. Esp. (cm)	
		4.90. Mampostaria no confinada	4.90. Esp. (cm)	
		4.91. Mampostaria no confinada	4.91. Esp. (cm)	
		4.92. Mampostaria no confinada	4.92. Esp. (cm)	
		4.93. Mampostaria no confinada	4.93. Esp. (cm)	
		4.94. Mampostaria no confinada	4.94. Esp. (cm)	
		4.95. Mampostaria no confinada	4.95. Esp. (cm)	
		4.96. Mampostaria no confinada	4.96. Esp. (cm)	
		4.97. Mampostaria no confinada	4.97. Esp. (cm)	
		4.98. Mampostaria no confinada	4.98. Esp. (cm)	
		4.99. Mampostaria no confinada	4.99. Esp. (cm)	
		4.100. Mampostaria no confinada	4.100. Esp. (cm)	



**ANEXOS A**

ANEXO A.3 – Planilla detallada de levantamiento. Página 2, cara anterior.

Gobierno Bolivariano de Venezuela | Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias | Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas - FUNVISIS | 200 años SIGLO VEINTIUNO FVS

7. CROQUIS DE CADA PLANTA, FACHADA X Y FACHADA Y.

CODIGO:  
NIVEL:



**ANEXOS A**

ANEXO A.4 – Planilla detallada de levantamiento. Página 2, cara posterior.

**Gobierno Bolivariano de Venezuela** | Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias | Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas - FURVISIS | 200 años Bicentenario

**CODIGO:**

**FACHADAS**

**CORTES TRANSVERSALES**

**8. FACHADAS Y CORTES TRANSVERSALES**

**FACHADAS**

**CORTES TRANSVERSALES**

ANEXOS B









ANEXO B.1 – Planilla simplificada de levantamiento. Página 1, cara anterior.

<b>PLANILLA DE INSPECCIÓN DE EDIFICACIONES</b> <b>(Características Sismorresistentes)</b>			
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., Sector, Barrio: _____		4.10 Calle, Vereda, otro: _____	
4.11 Manzana N°: _____		4.12 N° Parcela: _____	
4.13 Coord. X: _____		4.14 Coord. Y: _____	
4.15 Huso: _____			
5. Uso de la edificación (marcar con "x", múltiples opciones)			
<input type="checkbox"/> Gubernamental	<input type="checkbox"/> Militar	<input type="checkbox"/> Medico-Asistencial	<input type="checkbox"/> Industrial
<input type="checkbox"/> Bomberos	<input type="checkbox"/> Vivienda Popular	<input type="checkbox"/> Educativo	<input type="checkbox"/> Comercial
<input type="checkbox"/> Protección Civil	<input type="checkbox"/> Vivienda Unifamiliar	<input type="checkbox"/> Deportivo-Recreativo	<input type="checkbox"/> Oficina
<input type="checkbox"/> Policial	<input type="checkbox"/> Vivienda Multifamiliar	<input type="checkbox"/> Cultural	<input type="checkbox"/> Religioso
<input type="checkbox"/> Otro (Especifique) _____			
6. Capacidad de ocupación (rellenar y marcar con "x", una opción)			
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:		8.2 Pendiente del terreno: <input type="checkbox"/> 20° - 45° <input type="checkbox"/> Mayor a 45°	
<input type="checkbox"/> Planicie		8.3 Localizada sobre la mitad superior de la ladera: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
<input type="checkbox"/> Ladera		8.4 Pendiente del talud: <input type="checkbox"/> 20° - 45° <input type="checkbox"/> Mayor a 45°	
<input type="checkbox"/> Base		8.5 Separación al talud: <input type="checkbox"/> Menor a H del Talud <input type="checkbox"/> Mayor a H del Talud	
<input type="checkbox"/> Cima			
8.6 Drenajes: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No			
9. Tipo estructural (marcar con "x", múltiples opciones)			
<input type="checkbox"/> Pórticos de concreto armado	<input type="checkbox"/> Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto	<input type="checkbox"/> Pórticos de acero diagonalizados	<input type="checkbox"/> Pórticos de acero con cerchas
<input type="checkbox"/> Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales	<input type="checkbox"/> Sistemas con muros de concreto armado en una sola dirección, como algunos sistemas del tipo túnel	<input type="checkbox"/> Sistemas pre-fabricados a base de grandes paneles o de pórticos	<input type="checkbox"/> Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada
<input type="checkbox"/> Pórticos de acero	<input type="checkbox"/> Pórticos de acero con perfiles tubulares	<input type="checkbox"/> Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada	
10. Esquema de planta (marcar con "x")		11. Esquema de elevación (marcar con "x")	
<input type="checkbox"/> "H"	<input type="checkbox"/> "L"	<input type="checkbox"/> "T"	<input type="checkbox"/> "U"
<input type="checkbox"/> "T"	<input type="checkbox"/> "O"	<input type="checkbox"/> "Piramide invertida"	<input type="checkbox"/> "L"
<input type="checkbox"/> "U"	<input type="checkbox"/> "Esbeltez horizontal"	<input type="checkbox"/> "Piramidal"	<input type="checkbox"/> "Esbeltéz vertical"
	<input type="checkbox"/> Ninguno		<input type="checkbox"/> Ninguno
	<input type="checkbox"/> "□" ó "□"		<input type="checkbox"/> "□"



**ANEXOS B**

**ANEXO B.2 – Planilla simplificada de levantamiento. Página 1, cara posterior.**

 Gobierno Bolivariano de Venezuela	Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias	Fundación Venezolana de Investigaciones Sísmológicas (FUNVISIS)	 FUNVISIS	
<b>12. Irregularidades (marcar con "x", múltiples opciones)</b>				
<input type="checkbox"/> 12.1 Ausencia de vigas altas en una o dos direcciones		<input type="checkbox"/> 12.6 Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta		
<input type="checkbox"/> 12.2 Presencia de al menos un entrepiso debil ó blando		12.7 Separación entre edificios (cm): _____		
<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		<input type="checkbox"/> 12.9 Adosamiento: Losa contra columna		
<input type="checkbox"/> 12.5 Aberturas significativas en losas				
<b>13. Grado de deterioro (marcar con "x", una opción por pregunta)</b>				
13.1 Est. de Concreto: Agrietamiento en elementos estructurales y/o corrosión en acero de refuerzo:		<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Moderado	<input type="checkbox"/> Severo
13.2 Est. de Acero: Corrosión en elementos de acero y/o deterioro de conexiones y/o pandeo:		<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Moderado	<input type="checkbox"/> Severo
13.3 Agrietamiento en paredes de relleno:		<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Moderado	<input type="checkbox"/> Severo
13.4 Estado general de mantenimiento:		<input type="checkbox"/> Bueno	<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Bajo
<b>14. Observaciones</b>				
_____ _____ _____				
<b>15. Croquis de situación, ubicación y planta</b>				
Croquis de situación <div style="text-align: right;">                       Norte                 </div>	Croquis de planta <div style="text-align: right;">                       Norte                 </div>			
Croquis de ubicación <div style="text-align: right;">                       Norte                 </div>				
				
<b>16. Croquis de fachadas</b>				
				

ANEXO C.1 – Planilla detallada de levantamiento. Vivienda 9. Página 1.

PLANILLA DE INSPECCION ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS

1. DATOS GENERALES		2. IDENTIFICACION DE LA EDIFICACION	
1.1. Nombre del encuestador: <b>AG</b>	2.1. Persona entrevistada: <b>Caroly Lopez, Ana Molina</b>	2.2. Caracter: <b>Durón</b>	Observaciones:
1.2. Fecha de la inspección: <b>19/05/2011</b>	2.3. Teléfono: <b>431 4163 6378514</b>	2.5. Ciudad: <b>Caracas</b>	Año <b>1980</b>
1.3. Revisado por:	2.4. Estado: <b>Dist. Capital</b>	2.8. Calle, Vereda u Otro: <b>Caracas</b>	
1.4. Transcriptor:	2.7. Uto, sector, barrio: <b>1776</b>	2.10. Número: <b>009</b>	
1.5. Fecha de transcripción:	2.9. Nombre de la edificación: <b>Libertador</b>	2.12. Nº de habitantes: <b>0</b>	
1.6. Supervisado por:	2.11. Coordenadas: Norte: <b>0</b> Oeste: <b>0</b>	2.13. Uso: ( ) Residencial ( ) Comercial ( ) Otros Especifique: <b>Vivienda Popular</b>	

3. CARACTERIZACION DEL ENTORNO DE LA EDIFICACION		4. CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES	
3.1. Edificación en: ( ) Jolina (X) Ladera ( ) Plana	4.1. Altura (m)	4.2. TIPO ESTRUCTURAL	4.3. Esp. (cm)
3.2. Pendiente del terreno: ( ) 0°-15° ( ) 15°-45° ( ) >45°	4.1.1. Altitud (m)	Porticos	4.4. SISTEMA DE LOSA DE ENTREPISO O TECHO
3.3. Indicios de deslizamientos anteriores: ( ) SI (X) No	4.1.2. Distancia (X) <5m ( ) 5-10m ( ) >10m	Con paredes	4.4.1. Tipo de losa
3.4. Muros o taludes cercanos: (X) SI ( ) No	4.1.3. Distancia (X) <5m ( ) 5-10m ( ) >10m	Sin paredes	4.4.2. Esp. (cm)
3.5. Descarga de agua servida: ( ) Terreno (X) Canalizado	3.6. Descarga de agua de lluvia: ( ) Terreno (X) Canalizado	Muchas (>75%)	4.4.3. Esp. (cm)
3.7. A otra estructura: (X) Ninguno ( ) Un lado ( ) Dos lados ( ) Tres lados	3.8. Aterrecimiento: (X) Ninguno ( ) Un lado ( ) Dos lados ( ) Tres lados	Algunas (50%-75%)	4.4.4. Esp. (cm)
3.9. Aterrecimiento: (X) Ninguno ( ) Un lado ( ) Dos lados ( ) Tres lados	3.10. Aterrecimiento: (X) Ninguno ( ) Un lado ( ) Dos lados ( ) Tres lados	Pocas (<30%)	4.4.5. Esp. (cm)
3.11. Aterrecimiento: (X) Ninguno ( ) Un lado ( ) Dos lados ( ) Tres lados	3.12. Aterrecimiento: (X) Ninguno ( ) Un lado ( ) Dos lados ( ) Tres lados	Mampostera no confinada	4.4.6. Esp. (cm)
3.13. Aterrecimiento: (X) Ninguno ( ) Un lado ( ) Dos lados ( ) Tres lados	3.14. Aterrecimiento: (X) Ninguno ( ) Un lado ( ) Dos lados ( ) Tres lados	Mampostera confinada	4.4.7. Esp. (cm)

NIVEL	6.1. COLUMNAS		6.2. VIGAS		6.3. PAREDES		6.4. DETALLE	
	Cil. Nº	Sección	Sección	BxH (cmxcm)	Sección	BxH (cmxcm)	Sección	BxH (cmxcm)
1	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
6	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
7	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
8	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
9	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
10	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
11	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
12	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )



ANEXOS C

ANEXO C.2 – Planilla detallada de levantamiento. Vivienda 9. Página 2.

6.1. COLUMNAS		6.2. VIGAS		6.3.1. GEOMETRIA		6.3.2. MATERIALES				6.3.3. ADOSONAMIENTO		6.3.4. CONTINUA														
NIVEL	Col. Nº	Seccion		Vig. Nº	Direccion X Y D	Acero	Concreto	BxH (en cm)	Tipo Plana / Alla	NIVEL	Par. Nº	X	Y	D	Esp. (cm)	Long. (m)	Bloques Arilla / Concr.	Ligero	Friso SI / No	Estructura	Terreno	Ninguno	Parcial			
		Acero	Concreto																					BxH (en cm)		
1	13	( )	( )	13	( )	( )	( )	25x25	X	1	13	( )	( )	( )	15	2,10	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )			
	14	( )	( )	14	( )	( )	( )	25x25	X		14	( )	( )	( )	( )	15	0,70	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )		
	15	( )	( )	15	( )	( )	( )	25x25	X		15	( )	( )	( )	( )	15	0,86	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	
	16	( )	( )	16	( )	( )	( )	25x25	X		16	( )	( )	( )	( )	15	2,00	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	
	17	( )	( )	17	( )	( )	( )	25x25	X		17	( )	( )	( )	( )	15	1,90	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
	18	( )	( )	18	( )	( )	( )	25x25	X		18	( )	( )	( )	( )	15	0,60	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
	19	( )	( )	19	( )	( )	( )	25x25	X		19	( )	( )	( )	( )	15	0,70	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
	20	( )	( )	20	( )	( )	( )	25x25	X		20	( )	( )	( )	( )	15	1,40	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
	21	( )	( )	21	( )	( )	( )	25x25	X		21	( )	( )	( )	( )	15	0,70	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
	22	( )	( )	22	( )	( )	( )	25x25	X		22	( )	( )	( )	( )	15	2,90	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2	3	( )	( )	23	( )	( )	( )	25x25	X	2	23	( )	( )	( )	15	3,90	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )		
	4	( )	( )	24	( )	( )	( )	25x25	X		24	( )	( )	( )	( )	15	2,40	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )		
	5	( )	( )	25	( )	( )	( )	25x25	X		25	( )	( )	( )	( )	15	1,00	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )		
	6	( )	( )	26	( )	( )	( )	25x25	X		26	( )	( )	( )	( )	15	2,36	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )		
	7	( )	( )	27	( )	( )	( )	25x25	X		27	( )	( )	( )	( )	15	2,70	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	
	8	( )	( )	28	( )	( )	( )	25x25	X		28	( )	( )	( )	( )	15	2,70	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	
	9	( )	( )	29	( )	( )	( )	20x20	X		29	( )	( )	( )	( )	15	0,40	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
	10	( )	( )	30	( )	( )	( )	20x25	X		30	( )	( )	( )	( )	15	1,40	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
	11	( )	( )	31	( )	( )	( )	20x25	X		31	( )	( )	( )	( )	15	1,80	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
	12	( )	( )	32	( )	( )	( )	20x25	X		32	( )	( )	( )	( )	15	0,60	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3	13	( )	( )	33	( )	( )	( )	20x25	X	3	33	( )	( )	( )	15	2,00	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )		
	14	( )	( )	34	( )	( )	( )	20x25	X		34	( )	( )	( )	( )	15	1,40	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )		
	15	( )	( )	35	( )	( )	( )	20x25	X		35	( )	( )	( )	( )	15	5,50	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )		
	16	( )	( )	36	( )	( )	( )	20x25	X		36	( )	( )	( )	( )	15	2,50	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )		
	17	( )	( )	37	( )	( )	( )	25x25	X		37	( )	( )	( )	( )	15	2,10	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )		
	18	( )	( )	38	( )	( )	( )	25x25	X		38	( )	( )	( )	( )	15	0,60	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	
	19	( )	( )	39	( )	( )	( )	25x25	X		39	( )	( )	( )	( )	15	1,80	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	
	20	( )	( )	40	( )	( )	( )	25x25	X		40	( )	( )	( )	( )	15	1,80	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	
	21	( )	( )	41	( )	( )	( )	25x25	X		41	( )	( )	( )	( )	15	1,80	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	
	22	( )	( )	42	( )	( )	( )	25x25	X		42	( )	( )	( )	( )	15	1,80	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	
3	1	( )	( )	43	( )	( )	( )	20x20	X	3	43	( )	( )	( )	15	0,40	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )		
	2	( )	( )	44	( )	( )	( )	20x20	X		44	( )	( )	( )	( )	15	0,40	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )		
	3	( )	( )	45	( )	( )	( )	25x25	X		45	( )	( )	( )	( )	15	1,90	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )		
	4	( )	( )	46	( )	( )	( )	20x25	X		46	( )	( )	( )	( )	15	2,60	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )		
	5	( )	( )	47	( )	( )	( )	25x25	X		47	( )	( )	( )	( )	15	2,60	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )		
	6	( )	( )	48	( )	( )	( )	20x25	X		48	( )	( )	( )	( )	15	2,60	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )		
	7	( )	( )	49	( )	( )	( )	25x25	X		49	( )	( )	( )	( )	15	2,60	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )		
	8	( )	( )	50	( )	( )	( )	20x25	X		50	( )	( )	( )	( )	15	2,60	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )		
	9	( )	( )	51	( )	( )	( )	20x20	X		51	( )	( )	( )	( )	15	1,30	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )		
	10	( )	( )	52	( )	( )	( )	20x20	X		52	( )	( )	( )	( )	15	2,30	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )		



ANEXOS C

ANEXO C.3 – Planilla detallada de levantamiento. Vivienda 9. Página 3.

6.1. COLUMNAS		6.2. VIGAS										6.3. PAJEDES										
NIVEL	Col. N°	Sección			Vig. N°	Dirección		Sección		BxH (cmxcm)	Tipo	NIVEL	6.3.1. GEOMETRIA			6.3.2. MATERIALES			6.3.3. ACABAMIENTO		Total	
		Acero	Concreto	BxH (cmxcm)		X	Y	D	Acero				Comarco	Plano	Alta	Par. N°	Dir.	Esp. (cm)	Long. (m)	Blques		Ligero
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		X	Y	D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				X	Y	D		S	N				
3	11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20x20				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				15	08	15	280						
	12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20x20				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				16	09	15	190						
	13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20x20				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				17	08	15	070						
	14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20x20				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				18	08	15	070						
	15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15x15				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				19	08	15	170						
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			20	08	15	245						
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			21	08	15	090						
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			22	08	15	270						
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			23	08	15	270						
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			24	08	15	260						
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			25	08	15	045						
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			26	08	15	270						
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			27	08	15	090						
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			28	08	15	400						
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			29	08	15	270						
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			30	08	15	270							
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			31	08	15	270							
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			32	08	15	130							
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			33	08	15	045							
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			34	08	15	200							
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			35	08	15	250							
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			36	08	15	050							
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			37	08	15	275							
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			38	08	15	275							
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			39	08	15	050							
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			40	08	15	060							
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			41	08	15	180							
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			42	08	15	140							
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			43	08	15	550							
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			44	08	15	065							
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			45	08	15	140							
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			46	08	15	090							
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			47	08	15	155							
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			48	08	15	100							
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			49	08	15	100							
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			50	08	15	170							
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			51	08	15	145							
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			52	08	15	045							

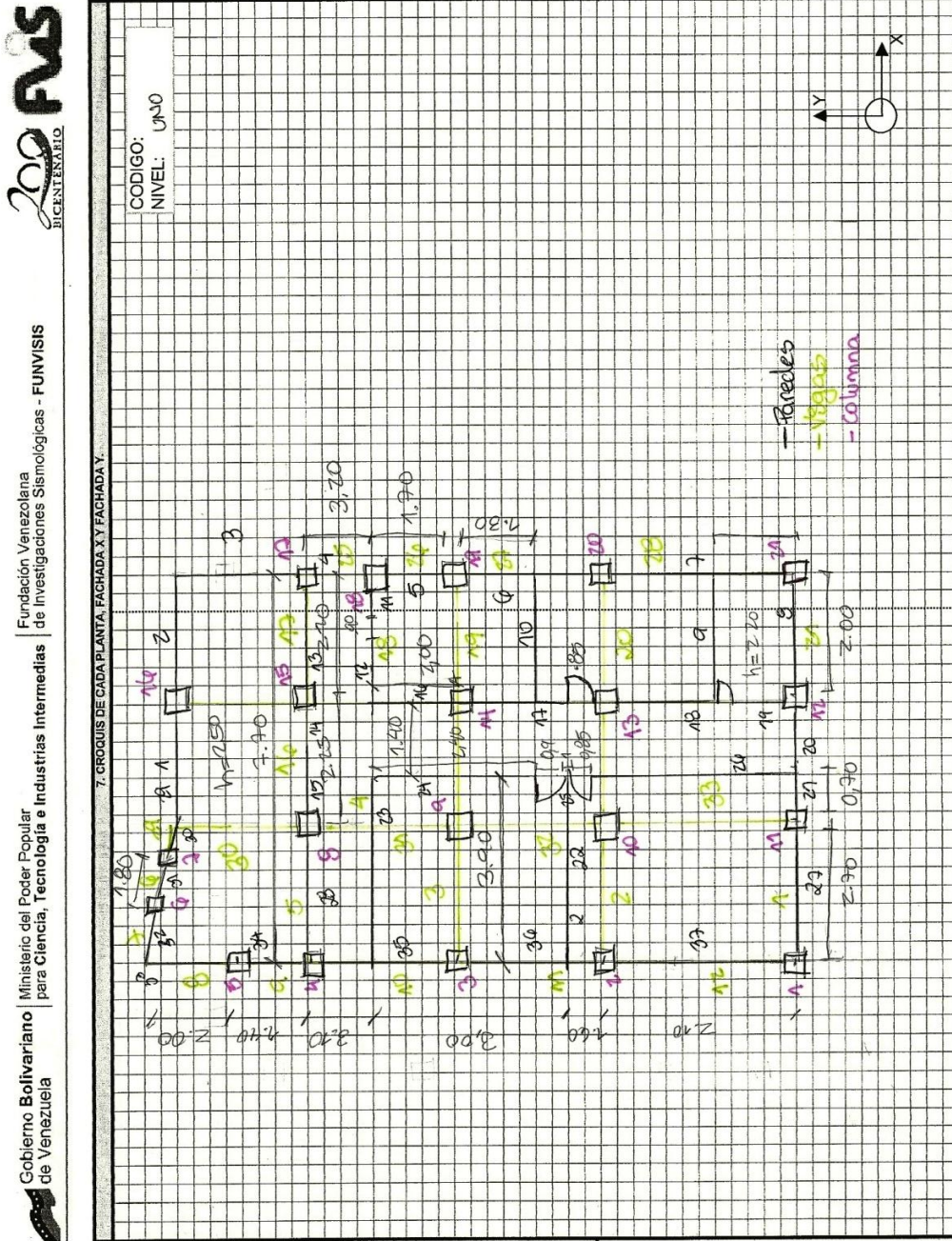






ANEXOS C

ANEXO C.5 – Planilla detallada de levantamiento. Vivienda 9. Página 5.



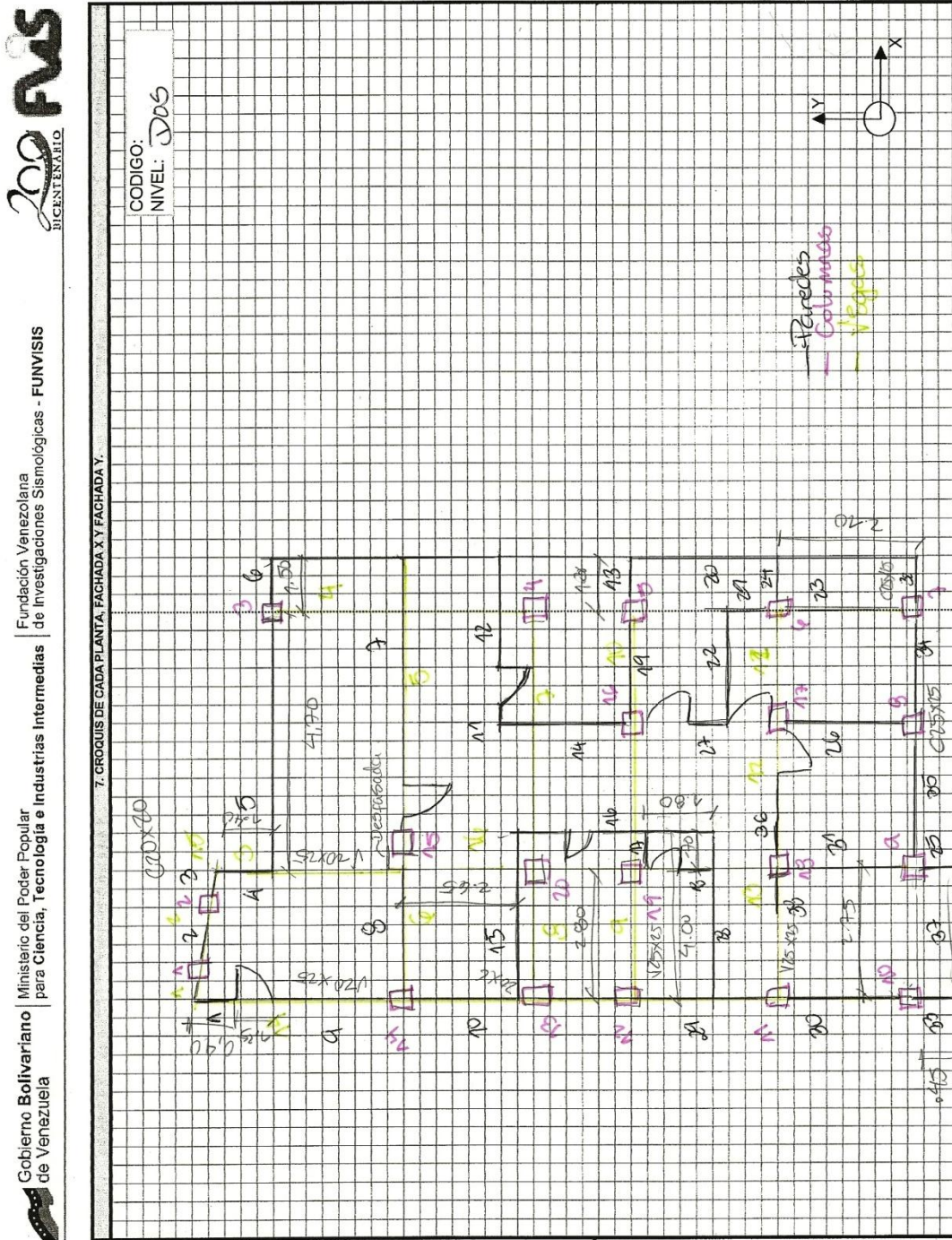
Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas - FUNVIS

Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias

Gobierno Bolivariano de Venezuela

ANEXOS C

ANEXO C.6 – Planilla detallada de levantamiento. Vivienda 9. Página 6.



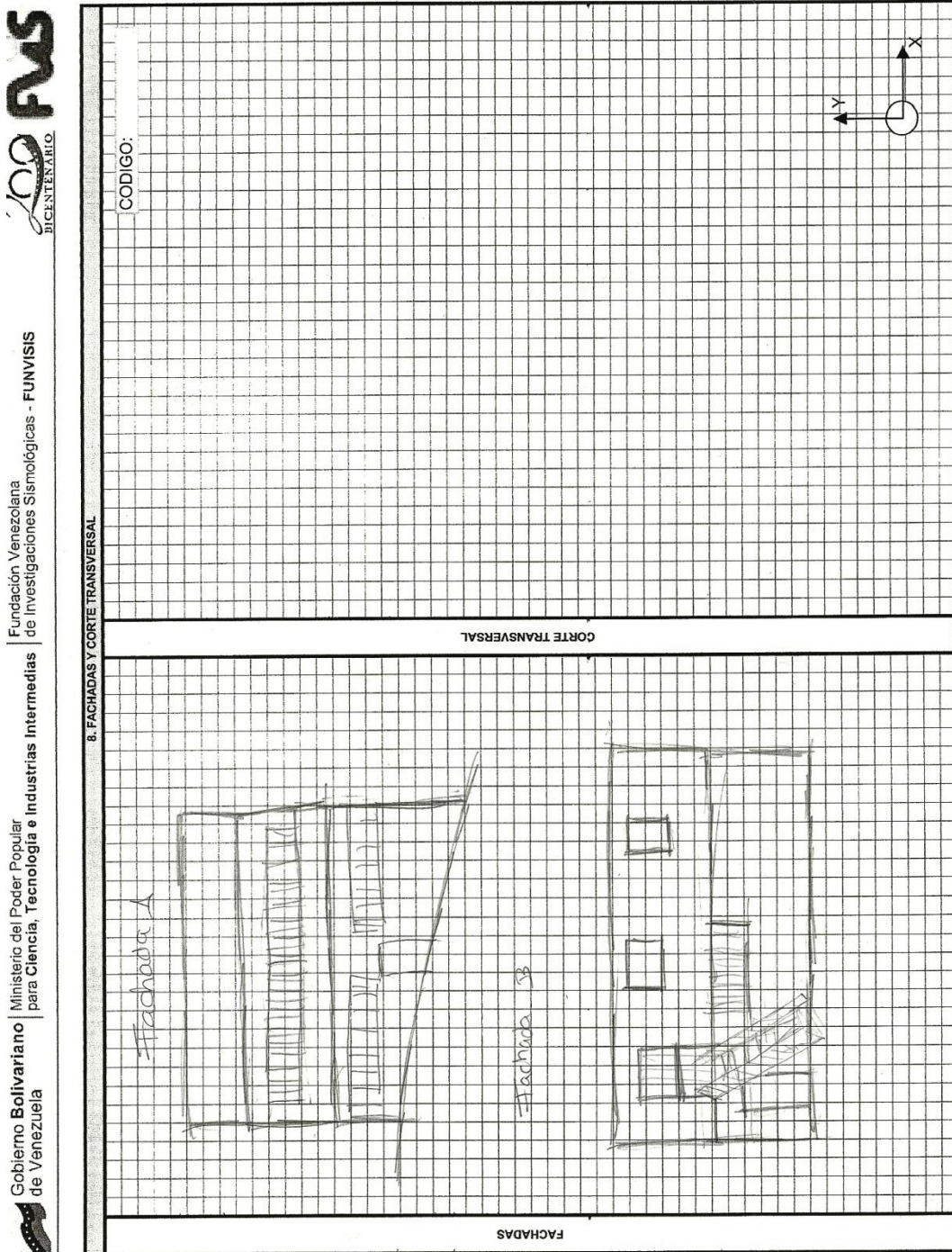






ANEXOS C

ANEXO C.8 – Planilla detallada de levantamiento. Vivienda 9. Página 8.



Gobierno Bolivariano de Venezuela | Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias | Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas - FUNVISIS | FAS  
BICENTENARIO

**ANEXOS C**

ANEXO C.9 – Fotografías. Vivienda 9. Fachadas.



Fachada A.



Fachada B.

**ANEXOS C**

ANEXO C.10 – Fotografías. Vivienda 9. Interiores.




Sala.



Cocina.



ANEXO D.1 – Planilla detallada de levantamiento. Vivienda 11. Página 1.



Gobierno Bolivariano de Venezuela  
Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias

Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas - FUNVIS

### PLANILLA DE INSPECCION ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS

#### 1. DATOS GENERALES

1.1. Nombre del entrevistado: Alexandra Guerrero

1.2. Fecha de la inspección: 11/05/2017

1.3. Revisado por: AM

1.4. Transcriptor: AM

1.5. Fecha de transcripción: 26/05/17

1.6. Supervisado por: AM

#### 2. IDENTIFICACION DE LA EDIFICACION

2.1. Persona entrevistada: Edwardo Torrealba

2.2. Cateador: AM

2.3. Teléfono: 0412 985 1111

2.4. Estado: PDZ

2.5. Ciudad: Caracas

2.6. Municipio: Libertador

2.7. Urb. sector barrio: PDZ

2.8. Calle, Vereda u Otro: AM

2.9. Nombre de la edificación: AM

2.10. Número: 011

2.11. Coordenadas: Norte: AM

2.12. N° de habitantes: AM

2.13. Usos:  Residencial  Comercial  Jinetes Comunitario  Otro Especifique: Viv. Popular

#### Observaciones:

AM

Año: 1985

#### 5. GRADO DE DETERIORO

Descripción	Severo	Moderado	Ninguno
5.1. Agrietamiento en elementos Estructurales de Concreto	( )	( )	( )
5.2. Corrosión en elementos estructurales en Estructuras de Acero	( )	( )	( )
5.3. Agrietamiento en paredes de relleno	( )	( )	( )
5.4. Estado general de mantenimiento	Bajo	Regular	Bueno

#### 3. CARACTERIZACION DEL ENTORNO DE LA EDIFICACION

3.1. Edificación en:  Cima  Ladera  Planicie

3.2. Pendiente del terreno:  0°-16°  15°-45°  >45°

3.3. Indicios de deslizamientos anteriores:  SI  No

3.4. Muros o taludes cercanos:  SI  No

Distancia: ( ) <5m ( ) 5-10m ( ) >10m      Altura: ( ) <5m ( ) >5m

3.5. Descarga de agua servida:  Terreno  Canalizado

3.6. Descarga de agua de lluvia:  Terreno  Canalizado

3.7. A otra estructura:  Ninguno  Un lado  Dos lados  Tres lados

3.8. Al terreno:  Ninguno  Un lado  Dos lados  Tres lados

#### 4. TIPO ESTRUCTURAL

4.1. Altura (m): 2.30

4.2. Tipo:  Sin paredes  Con paredes

4.3. Esp. (cm): 15

4.4. Sistema de losa de Entrepiso o Techo:  Mampostera Continuada  Mampostera no continuada  Losaero

4.5. Sistema de losa de Entrepiso o Techo:  Tablón  Nervada  Madera

#### 4. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

NIVEL	4.1. Altura (m)	4.2. Tipo	4.3. Esp. (cm)	4.4. Sistema de losa de Entrepiso o Techo	4.5. Sistema de losa de Entrepiso o Techo
1	2.30	Con paredes	15	Tablón	Madera
2	2.30	Con paredes	15	Tablón	Madera
3		Con paredes	15	Tablón	Madera
4		Con paredes	15	Tablón	Madera
5		Con paredes	15	Tablón	Madera

#### 6. DIMENSIONES TÍPICAS

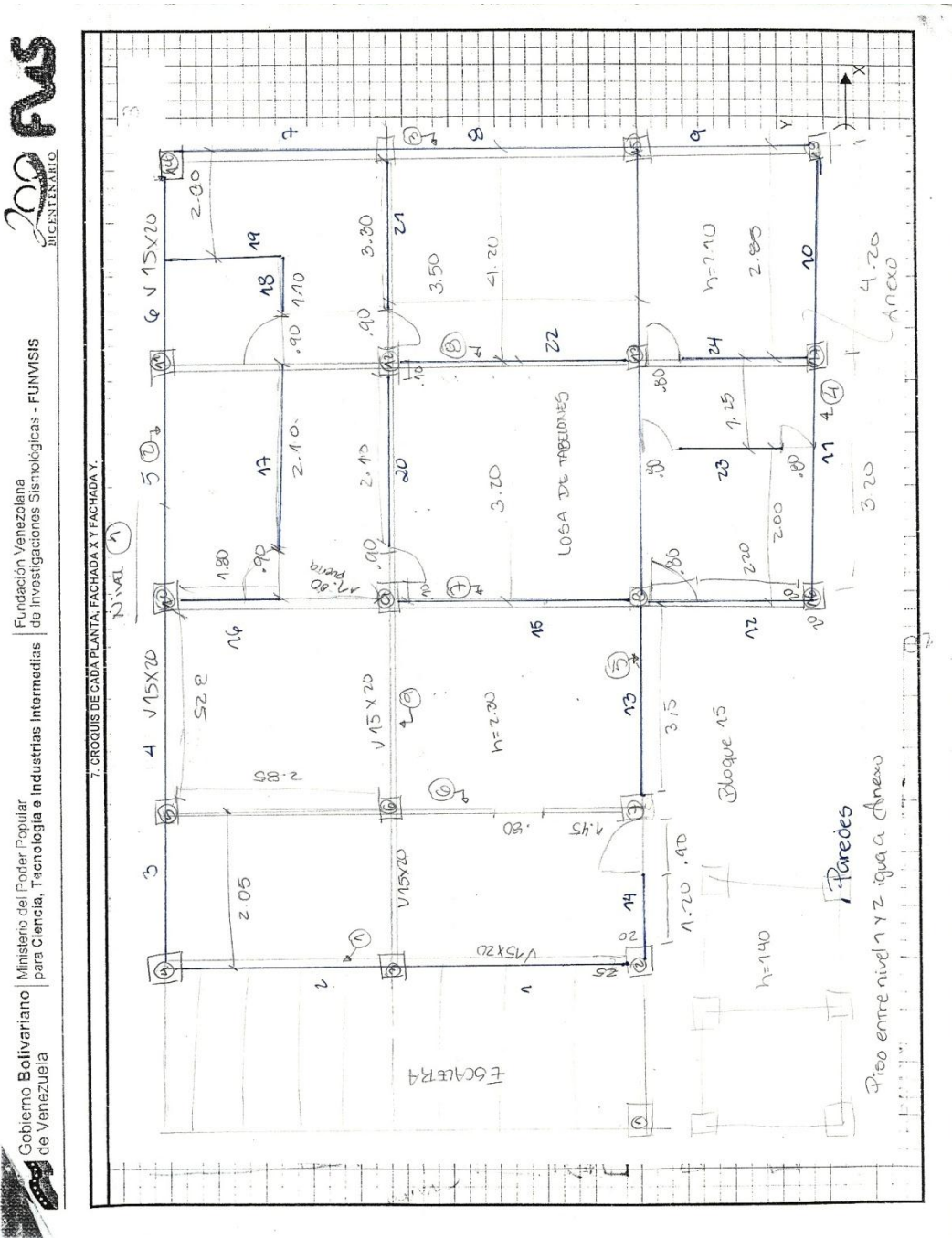
NIVEL	6.1. COLUMNAS		6.2. VIGAS		6.3.1. GEOMETRIA		6.3.2. MATERIALES		6.3.3. ADOSAMIENTO		6.3.4. CONFINAMIENTO	
	Col. N°	Sección	Dir. X	Dir. Y	Dir. X	Dir. Y	Dir. X	Dir. Y	Dir. X	Dir. Y	Dir. X	Dir. Y
1	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
6	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
7	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
8	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
9	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
10	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
11	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
12	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )





ANEXOS D

ANEXO D.3 – Planilla detallada de levantamiento. Vivienda 11. Página 3.



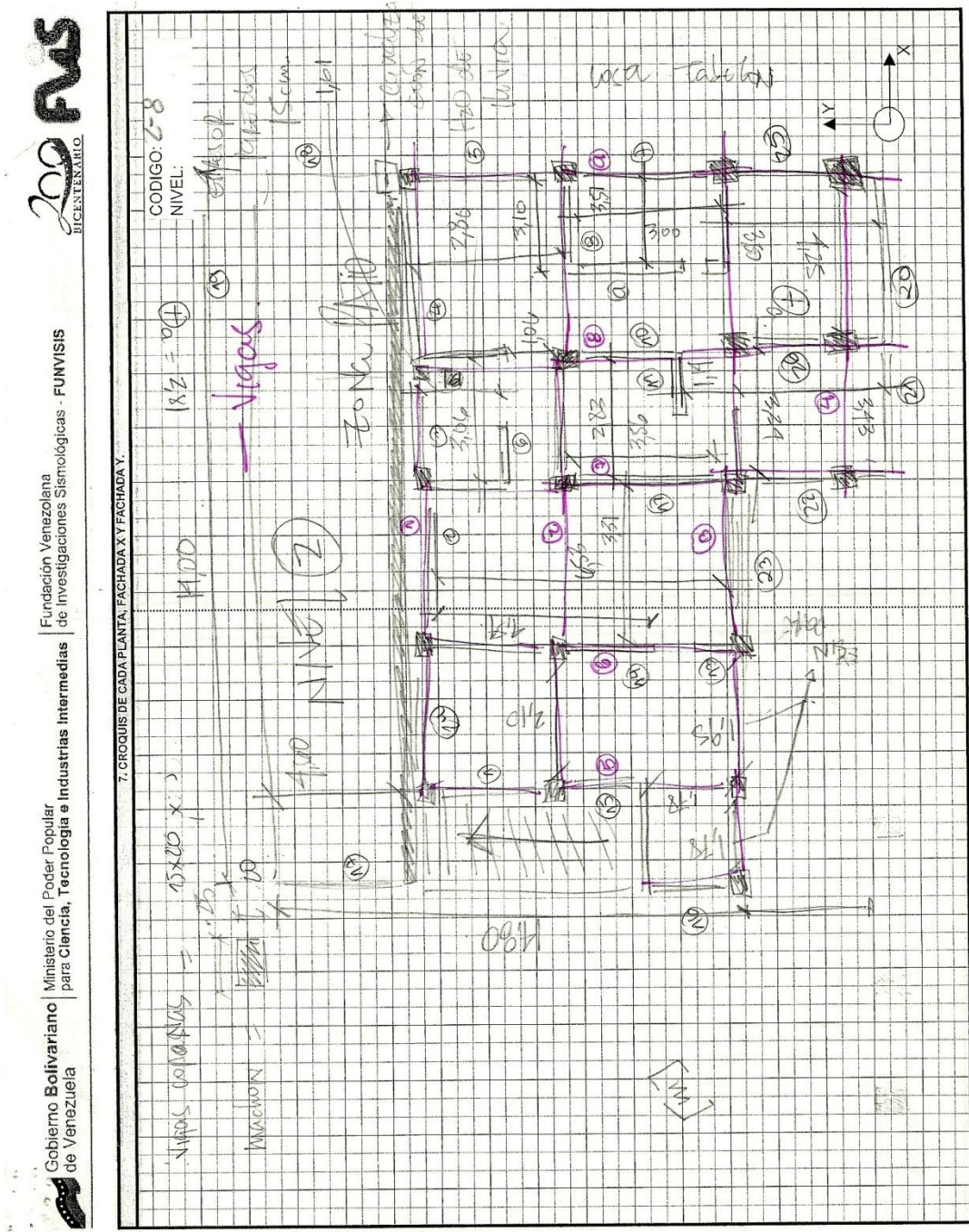
Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas - FUNVISIS

Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias

Gobierno Bolivariano de Venezuela

ANEXOS D

ANEXO D.4 – Planilla detallada de levantamiento. Vivienda 11. Página 4.





ANEXOS D

ANEXO D.5 – Planilla detallada de levantamiento. Vivienda 11. Página 5.

**200 FWS**  
BICENTENARIO

Gobierno Bolivariano de Venezuela | Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias | Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas - FUNVISIS

8. FACHADAS Y CORTE TRANSVERSAL

CODIGO:

FACHADAS

Fachada A

Fachada B

CORTE TRANSVERSAL

A hand-drawn architectural sketch on a grid background. The sketch is divided into three horizontal sections. The top section is labeled 'CORTE TRANSVERSAL' and shows a cross-section of a building with a coordinate system (X and Y axes) in the upper right corner. The middle section is labeled 'FACHADAS' and shows two facades, 'Fachada A' and 'Fachada B'. Fachada A is a two-story building with two windows on the upper floor and a door on the ground floor. Fachada B is a single-story building with a door and a window. The bottom section is labeled 'FACHADAS' and shows the same two facades from a different perspective.



**ANEXOS F**

ANEXO D.6 – Fotografías. Vivienda 11. Fachadas.



Fachada A.



Fachada B.

**ANEXOS F**

ANEXO D.7 – Fotografías. Vivienda 11. Interior.



Entrepiso.



Nivel 2.

ANEXO E.1 – Planilla detallada de levantamiento. Vivienda 13. Página 1.

Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas - FUNVISIS  
BICENTENARIO

09125875566  
Larmon Gomez

**PLANILLA DE INSPECCION ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS**

**1. DATOS GENERALES:**

1.1. Nombre del encuestador: Albaudia Guzmán

1.2. Fecha de la inspección: 26/05/17

1.3. Revisado por:

1.4. Transcriptor:

1.5. Fecha de transcripción:

1.6. Supervisado por:

**2. IDENTIFICACION DE LA EDIFICACION:**

2.1. Persona entrevistada: Francis Mendoza

2.2. Carácter:

2.3. Teléfono: 041609473645

2.4. Estado: Dro (Capital)

2.5. Ciudad: Caracas

2.6. Municipio: Libertador

2.7. Urb. sector barrio: 174

2.8. Calle, Vereda u Otro: cuare

2.9. Nombre de la edificación: 12 (en casa)

2.10. Número: 013

2.11. Coordenadas: Norte: Oeste:

2.12. Nº de habitantes: 5

2.13. Uso:  Residencial ( ) Comercial ( ) Otro Especifique: 1975

**3. CARACTERIZACION DEL ENTORNO DE LA EDIFICACION:**

3.1. Edificación en: ( ) Cima ( ) Ladera ( ) Plancie

3.2. Pendiente del terreno: ( ) 0°-15° ( ) 15°-45° ( ) >45°

3.3. Indicios de deslizamientos anteriores: ( ) SI ( ) No

3.4. Muros o taludes cercanos: ( ) SI ( ) No

3.5. Distancia: ( ) <5m ( ) 5-10m ( ) >10m Altura: ( ) <5m ( ) >5m

3.6. Descarga de agua servida: ( ) Terreno ( ) Canalizado

3.7. Descarga de agua de lluvia: ( ) Terreno ( ) Canalizado

3.8. A otra estructura: ( ) Ninguna ( ) Un lado ( ) Dos lados ( ) Tres lados

3.9. A terreno: ( ) Ninguno ( ) Un lado ( ) Dos lados ( ) Tres lados

**4. CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES:**

4.1. Altura (m):

4.2. TIPO ESTRUCTURAL:

4.3. Esp. (cm):

4.4. SISTEMA DE LOSA DE ENTREPISO O TECHO:

4.5. Mampostería confinada:

4.6. Mampostería Confinada:

4.7. Pórticos:

4.8. Sin paredes:

4.9. Con paredes:

4.10. Algunas (70%):

4.11. Muchas (70%):

4.12. Pocas (<70%):

4.13. Tablero:

4.14. Nervada:

4.15. Mazza:

4.16. Losacero:

**5. GRADO DE DETERIORO:**

5.1. Descripción:

5.2. Agrietamiento en elementos Estructurales de Concreto:

5.3. Comoción en elementos estructurales en Estructuras de Acero relleno:

5.4. Agrietamiento en paredes de relleno:

5.5. Estado general del mantenimiento:

**6.1. COLUMNAS:**

6.1.1. Sección:

6.1.2. Acero:

6.1.3. Concreto:

6.1.4. BxH (cmxcm):

6.2. VIGAS:

6.2.1. Sección:

6.2.2. Acero:

6.2.3. Concreto:

6.2.4. BxH (cmxcm):

6.3. PAREDES:

6.3.1. GEOMETRIA:

6.3.2. MATERIALES:

6.3.3. ACCOSAMIENTO:

6.3.4. CONFINAMIENTO:

**Observaciones:**

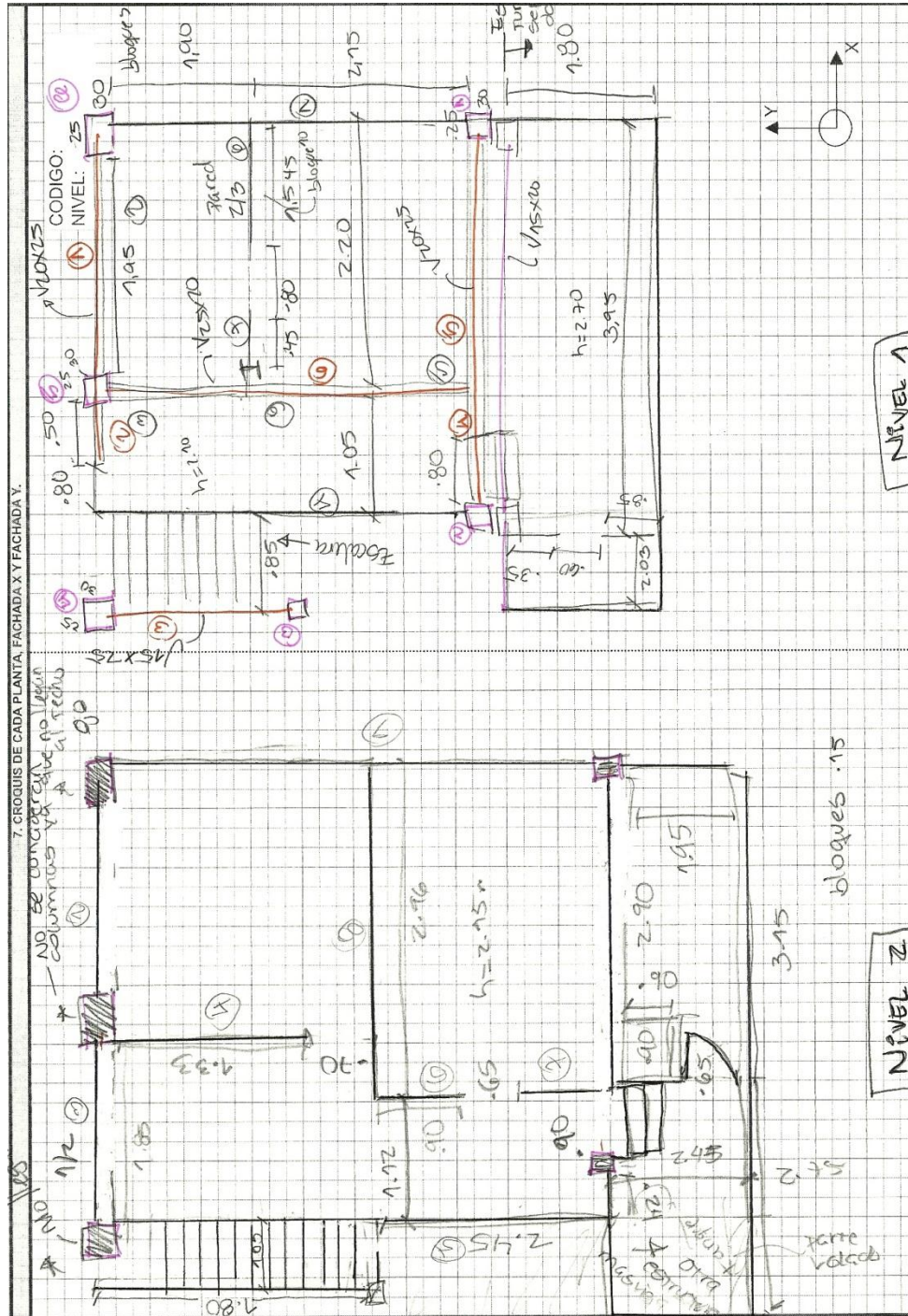
Año: 1975





ANEXOS E

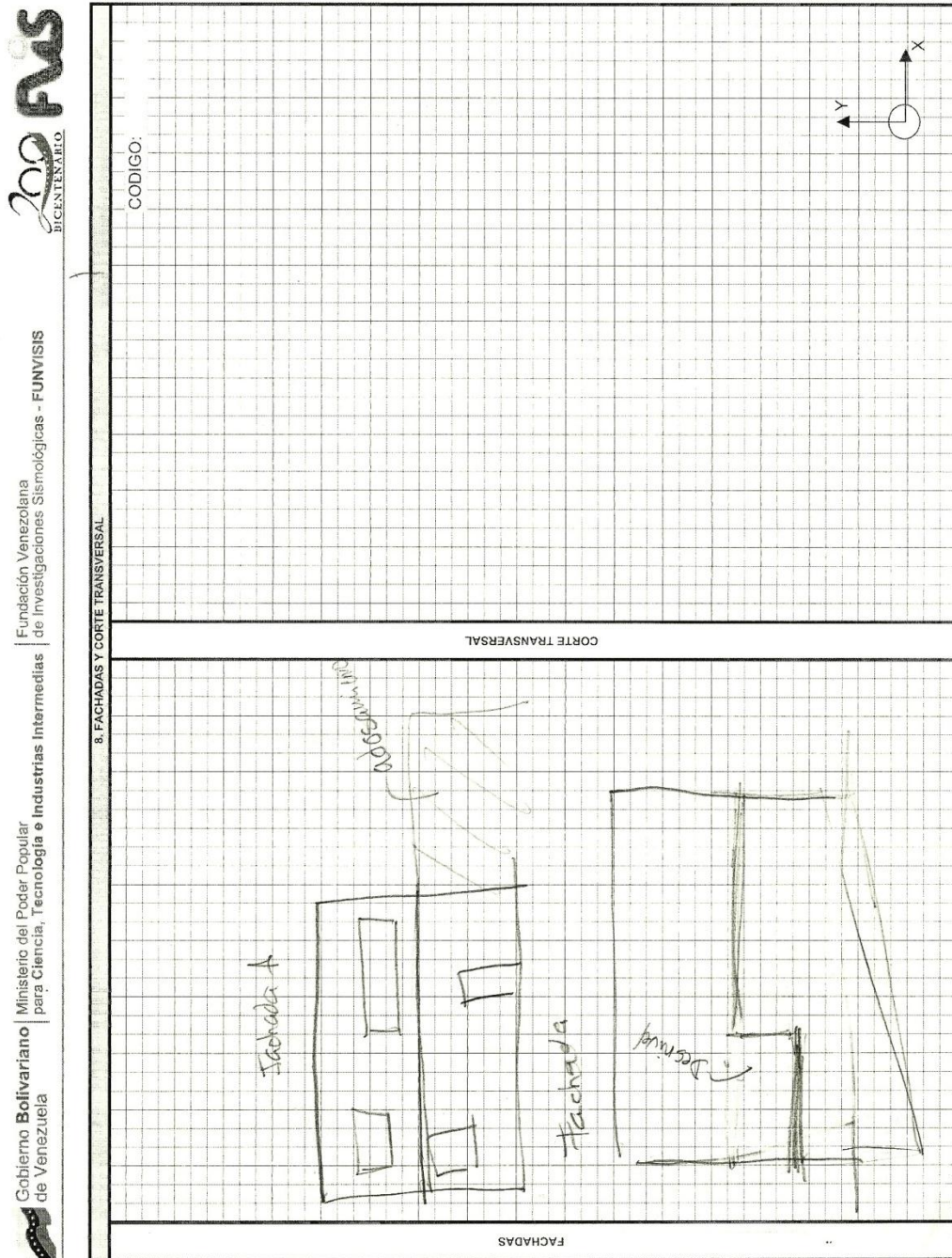
ANEXO E.3 – Planilla detallada de levantamiento. Vivienda 13. Página 3.





ANEXOS E

ANEXO E.4 – Planilla detallada de levantamiento. Vivienda 13. Página 4.



Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas - FUNVISIS

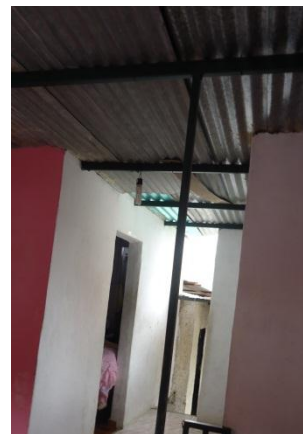
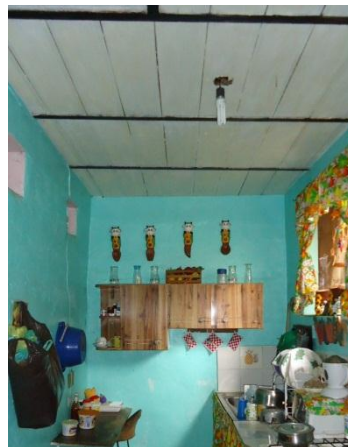
Gobierno Bolivariano de Venezuela | Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias

**ANEXOS E**

ANEXO E.5 – Fotografías. Vivienda 13. Fachadas e Interior.



Fachada A

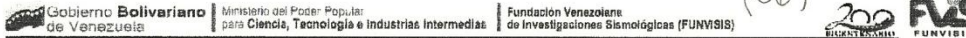


Interior. Nivel 1 y 2.



ANEXOS F

ANEXO F.1 – Planilla simplificada de levantamiento. Vivienda 26. Página 1.

			
<b>PLANILLA DE INSPECCIÓN DE EDIFICACIONES</b> (Características Sismorresistentes)			
<b>1. Datos generales (rellenar)</b>			
1.1 Fecha:	23/06/11	1.2 Hora inicio:	
		1.3 Hora culminación:	
		1.4 Código:	
<b>2. Datos de los participantes (rellenar)</b>			
Función	Nombre y apellido	Teléfono	Correo Electrónico
2.1 Inspector	Gracia Zeoli		
2.2 Revisor			
2.3 Supervisor			
<b>3. Datos del entrevistado (rellenar)</b>			
3.1 Relación con la Edif.	3.2 Nombre y apellido	3.3 Teléfono	3.4 Correo Electrónico
Dueña	Elizabeth Yoncalba Torres	09262397694	
<b>4. Identificación y ubicación de la edificación (rellenar)</b>			
4.1 Nombre o N°:	4.2 N° de pisos:	3	4.3 N° de semi-sótanos:
4.4 N° de sótanos:	4.5 Estado:		4.6 Ciudad:
4.7 Municipio:	4.8 Parroquia:		4.9 Urb., Sector, Barrio:
4.10 Calle, Vereda, otro:	4.11 Manzana N°:		4.12 N° Parcela:
Proy. UTM( REGVEN) 4.13 Coord. X:	4.14 Coord. Y:		4.15 Huso:
<b>5. Uso de la edificación (marcar con "x", múltiples opciones)</b>			
<input type="checkbox"/> Gubernamental	<input type="checkbox"/> Militar	<input type="checkbox"/> Medico-Asistencial	<input type="checkbox"/> Industrial
<input type="checkbox"/> Bomberos	<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda Popular	<input type="checkbox"/> Educativo	<input type="checkbox"/> Comercial
<input type="checkbox"/> Protección Civil	<input type="checkbox"/> Vivienda Unifamiliar	<input type="checkbox"/> Deportivo-Recreativo	<input type="checkbox"/> Oficina
<input type="checkbox"/> Policial	<input type="checkbox"/> Vivienda Multifamiliar	<input type="checkbox"/> Cultural	<input type="checkbox"/> Religioso
<b>6. Capacidad de ocupación (rellenar y marcar con "x", una opción)</b>			
6.1 Número de personas que ocupan el inmueble:	4	6.2 Ocupación durante:	<input type="checkbox"/> Mañana <input type="checkbox"/> Tarde <input checked="" type="checkbox"/> Noche
<b>7. Año de construcción (rellenar y marcar con "x", una opción)</b>			
Año:	15 años + 30 años 1971	<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 checked="" type="checkbox"/> Entre 1968 y 1982	<input type="checkbox"/> Entre 1983 y 1998
		<input type="checkbox"/> Entre 1999 y 2001	<input type="checkbox"/> Después de 2001
<b>8. Condición del terreno (marcar con "x", una opción por pregunta)</b>			
8.1. Edificación en:	<input type="checkbox"/> Planicie	8.2 Pendiente del terreno:	<input checked="" type="checkbox"/> 20° - 45° <input type="checkbox"/> Mayor a 45°
	<input checked="" type="checkbox"/> Ladera	8.3 Localizada sobre la mitad superior de la ladera:	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
	<input type="checkbox"/> Base	8.4 Pendiente del talud:	<input checked="" type="checkbox"/> 20° - 45° <input type="checkbox"/> Mayor a 45°
	<input type="checkbox"/> Cima	8.5 Separación al talud:	<input type="checkbox"/> Menor a H del Talud <input type="checkbox"/> Mayor a H del Talud
	8.6 Drenajes:	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
<b>9. Tipo estructural (marcar con "x", múltiples opciones)</b>			
<input type="checkbox"/> Pórticos de concreto armado	<input type="checkbox"/> Pórticos de acero diagonalizados	<input type="checkbox"/> Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto	<input type="checkbox"/> Pórticos de acero con cerchas
<input type="checkbox"/> Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales	<input type="checkbox"/> Sistemas pre-fabricados a base de grandes paneles o de pórticos	<input type="checkbox"/> Sistemas con muros de concreto armado en una sola dirección, como algunos sistemas del tipo-túnel	<input checked="" type="checkbox"/> Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada
<input type="checkbox"/> Pórticos de acero	<input type="checkbox"/> Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada	<input type="checkbox"/> Pórticos de acero con perfiles tubulares	
<b>10. Esquema de planta (marcar con "x")</b>		<b>11. Esquema de elevación (marcar con "x")</b>	
<input type="checkbox"/> "H"	<input type="checkbox"/> "L"	<input type="checkbox"/> "Esbellez horizontal"	<input type="checkbox"/> "T"
<input type="checkbox"/> "T"	<input type="checkbox"/> "O"	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> "U"
<input type="checkbox"/> "U"	<input checked="" type="checkbox"/> "□" "○" "□"	<input type="checkbox"/> "Piramide invertida"	<input type="checkbox"/> "L"
		<input type="checkbox"/> "Piramidal"	<input checked="" type="checkbox"/> "□"
			<input type="checkbox"/> "Esbellez vertical"
			<input type="checkbox"/> Ninguno



ANEXO F.2 – Planilla simplificada de levantamiento. Vivienda 26. Página 2.

<p>Gobierno Bolivariano de Venezuela   Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias   Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)</p>	
<p><b>12. Irregularidades (marcar con "X", múltiples opciones)</b></p>	
<p><input checked="" type="checkbox"/> 12.1 Ausencia de vigas altas en una o dos direcciones</p> <p><input type="checkbox"/> 12.2 Presencia de al menos un entrepiso débil o blando</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 12.3 Presencia de columnas cortas</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 12.4 Discontinuidad de ejes de columnas</p> <p><input type="checkbox"/> 12.5 Aberturas significativas en losas</p>	<p><input type="checkbox"/> 12.6 Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta</p> <p>12.7 Separación entre edificios (cm): <u>≤ 10</u></p> <p><input type="checkbox"/> 12.8 Adosamiento: Losa contra losa</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 12.9 Adosamiento: Losa contra columna</p>
<p><b>13. Grado de deterioro (marcar con "X", una opción por pregunta)</b></p>	
<p>13.1 Est. de Concreto: Agrietamiento en elementos estructurales y/o corrosión en acero de refuerzo:</p>	<p><input type="checkbox"/> Ninguno <input checked="" type="checkbox"/> Moderado <input type="checkbox"/> Severo</p>
<p>13.2 Est. de Acero: Corrosión en elementos de acero y/o deterioro de conexiones y/o pandeo:</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Moderado <input type="checkbox"/> Severo</p>
<p>13.3 Agrietamiento en paredes de relleno:</p>	<p><input type="checkbox"/> Ninguno <input checked="" type="checkbox"/> Moderado <input type="checkbox"/> Severo</p>
<p>13.4 Estado general de mantenimiento:</p>	<p><input type="checkbox"/> Bueno <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Bajo</p>
<p><b>14. Observaciones</b></p> <p><u>Archivos Análisis.</u></p>	
<p><b>15. Croquis de situación, ubicación y planta</b></p>	
<p>Croquis de situación</p>	<p>Croquis de planta</p>
<p>Croquis de ubicación</p>	
<p><b>16. Croquis de fachadas</b></p>	

**ANEXOS F**

**ANEXOF.3 – Fotografías. Vivienda 26. Fachadas e Interior.**



Fachada.



Nivel 2 y 3.