

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**CARACTERIZACIÓN DE FACTORES DE VULNERABILIDAD
ESTRUCTURAL PRESENTES EN VIVIENDAS DE CARÁCTER
UTILITARIO DESARROLLADAS POR GRUPOS DE ESTRATOS
SOCIALES C y D.**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO CIVIL

REALIZADO POR

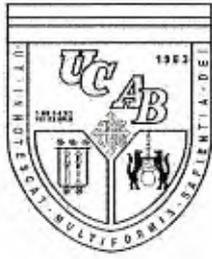
Gastelo Márquez, Miguel Eduardo.
Zambrano Mendoza, Willian Armando.

PROFESOR GUIA

Ing. Bonilla, Guillermo

FECHA

Mayo 2012



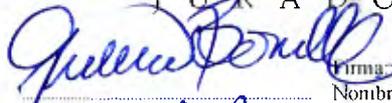
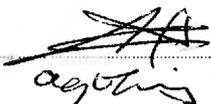
UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**CARACTERIZACIÓN DE FACTORES DE VULNERABILIDAD
ESTRUCTURAL PRESENTES EN VIVIENDAS DE CARÁCTER
UTILITARIO DESARROLLADAS POR GRUPOS DE ESTRATOS
SOCIALES C y D.**

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: _____

JURADO		EXAMINADOR	
Firma: 	Firma: 	Firma: 	
Nombre: <u>Guillermo Bonilla</u>	Nombre: <u>Gastelo Márquez</u>	Nombre: <u>José Bolívar</u>	

REALIZADO POR Gastelo Márquez, Miguel Eduardo.
Zambrano Mendoza, Willian Armando.

PROFESOR GUIA Ing. Bonilla, Guillermo

FECHA Mayo 2012

*Este trabajo está dedicado a los tesoneros habitantes de los barrios venezolanos,
capaces de sobrellevar las complejas adversidades sociales.*

AGRADECIMIENTOS

Miguel Eduardo Gastelo Márquez:

A mi madre, por su apoyo irreductible.

A mi padre, por su ejemplo.

A mis queridas hermanas, tan distintamente iguales.

A mis amigos dentro y fuera de la universidad y todas aquellas personas que complementan los míos. Grata compañía en los momentos agradables y los no tanto.

A mis profesores universitarios, por su enseñanza invaluable.

Al estimado William “The T-rex”, compañero de tesis y análisis deportivos.

Al pana Jairo, trabajador de la Ucab, quien nos abrió las puertas de su comunidad para realizar nuestra investigación.

A todos, Gracias. De todos, cataratas de aprendizaje.

Willian Armando Zambrano Mendoza:

Gracias a mi Madre, por su forma tan particular de siempre estar ahí, alentándome en todo momento. A mi Padre, por su esfuerzo, disposición y paciencia. A mis hermanas Zuyi y Yansy, incondicionales, por ser mi respaldo emocional y económico: “siempre fieles-siempre presentes”.

A mis amigos (Ina, Carlo, Jesús, Irene, María, Manuel, Silvia, Olvido, Gabriel, Germán, Raymond, Paul, Esthefanya, Adriana, Daniel, Julio, Alejandro, Patricia, Eugenia, Jessica, Alberto, William, Mónica, Leiar, Francisco, Vanesita...), por compartir los buenos momentos y también los malos. A Miguel, por su compromiso y responsabilidad.

Finalmente a la gente del decanato de desarrollo estudiantil, principalmente, a la Fundación Andrés Bello (Daniela Salomón y colaboradores), por brindarme apoyo, comprensión y por su confianza al darme la gran oportunidad de pertenecer al programa de ayuda económica.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo especial de grado es de identificar los principales aspectos de vulnerabilidad estructural presentes en la tipología característica de las llamadas viviendas de autoproducción, desarrolladas en zonas de estratos socioeconómicos C y D, clasificando éstos según los estudios desarrollados en el país como estratos medio-bajo (C), bajo (D). El método utilizado para la elaboración del estudio, consistió básicamente en un trabajo de campo que tomó como muestra aleatoria un grupo de viviendas ubicadas en la Parroquia Antímano. Específicamente localizadas en los sectores El Refugio y Santa Ana, en donde se estudiaron en total veinte (20) viviendas, con base a las cuales se realizó el método investigativo.

Como síntesis de esta presentación, se adelanta que en esta investigación se determina el hecho de que la tipología estructural de las viviendas estudiadas tiene un carácter utilitario. Las mismas, están condicionadas por el número de niveles, la disponibilidad de espacio y la practicidad de los materiales de construcción. Así como también este tipo de construcciones están condicionadas por el nivel de capacitación de sus constructores. Toda esta conjunción de factores configuran las determinantes del grado de vulnerabilidad presente en las viviendas en cuestión, incluso, desde el mismo momento de su concepción

ÍNDICE GENERAL

Contenido

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
1. EL PROBLEMA	3
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.3. JUSTIFICACIÓN.	5
1.4. ALCANCES.....	6
1.5. LIMITACIONES.	6
CAPÍTULO II.....	7
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.2. VIVIENDAS EN ASENTAMIENTOS NO CONTROLADOS.....	10
2.3. VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL.....	14
2.3.1. Factores socio-económicos.	17
2.3.2. Factores geotécnicos.	24
2.3.3. Factores estructurales.....	29
2.3.4. Factores arquitectónicos.....	39
2.3.5. Factores constructivos.....	43
CAPÍTULO III.....	51
3. MARCO METODOLÓGICO.....	51
3.1. DESCRIPCIÓN BREVE ZONA DE ESTUDIO.	51
3.2. MÉTODO DESARROLLADO.	53
3.2.1. Recolección de información:	53
3.2.2. Elaboración de la herramienta de apoyo:.....	54
3.2.3. Índice de vulnerabilidad:.....	57
CAPÍTULO IV.....	61
4. RESULTADOS.....	61
4.1. TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL:.....	61
4.1.1. Organización del sistema resistente.	61

4.1.2.	Calidad del sistema resistente.....	63
4.1.3.	Losa.....	65
4.1.4.	Configuración en planta.....	67
4.1.5.	Configuración en elevación:.....	70
4.1.6.	Cubierta:.....	71
4.1.7.	Elementos no estructurales.....	72
4.1.8.	Otras consideraciones.....	76
4.2.	Colindancia entre estructuras.....	78
4.3.	Índice de vulnerabilidad.....	79
CAPÍTULO V.....		81
5.	MARCO ANALÍTICO.....	81
5.1.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	81
5.1.1.	Tipología estructural:.....	81
5.1.2.	Colindancia entre viviendas:.....	93
5.1.3.	Índice de vulnerabilidad:.....	94
5.2.	CONCLUSIONES.....	96
5.3.	RECOMENDACIONES.....	99
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101
7.	ANEXOS.....	104
7.1.	Planilla de Información.....	104
7.2.	Índice de Vulnerabilidad determinado por vivienda.....	105

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1: MÉTODOS PARA LA ESTRATIFICACIÓN EMPLEADOS EN VENEZUELA. _____	8
CUADRO N° 2: ESTRATIFICACIÓN SOCIO-ECONÓMICA EMPLEADA EN VENEZUELA. _____	9
CUADRO N° 3 PESOS DE ALGUNOS MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN. _____	37
CUADRO N° 4: EJEMPLOS TÍPICOS DE CARGAS MÍNIMAS DISTRIBUIDAS VARIABLE. _____	38
CUADRO N° 5: PRINCIPALES ASPECTOS DEL USO DE CONCRETO ESTRUCTURAL. _____	46
CUADRO N° 6: RANGO DE VULNERABILIDAD. _____	59
CUADRO N° 7: ESCALA DE VULNERABILIDAD DE BENEDETTI-PETRINI. _____	60

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: DISTRIBUCIÓN DE VIVIENDAS EN FUNCIÓN AL NÚMERO DE NIVELES. _____	61
TABLA N° 2: RELACIÓN ENTRE EL NÚMERO DE NIVELES. _____	62
TABLA N° 3: DEFECTOS CONSTRUCTIVOS IDENTIFICADAS EN MIEMBROS ESTRUCTURALES. _____	63
TABLA N° 4: ANTIGÜEDAD DE LAS VIVIENDAS VISITADAS. _____	64
TABLA N° 5: PRESENCIA DE LOSA DE PISO. _____	65
TABLA N° 6: TIPO DE LOSA EMPLEADA. _____	66
TABLA N° 7: RELACIÓN DE RIGIDEZ COLUMNA-VIGA. _____	67
TABLA N° 8: DISTRIBUCIÓN DE COLUMNAS POR SENTIDO. _____	67
TABLA N° 9: DISPOSICIÓN DE COLUMNAS POR SENTIDO. _____	68
TABLA N° 10: SEPARACIÓN ENTRE APOYOS. _____	69
TABLA N° 11: DISTRIBUCIÓN DE ESBELTEZ EN PLANTA. _____	69
TABLA N° 12: ALTURAS PROMEDIO DE ENTREPISO POR NIVEL. _____	70
TABLA N° 13: TIPOS DE CUBIERTA. _____	71
TABLA N° 14: ACABADOS DE PISOS IDENTIFICADOS. _____	72
TABLA N° 15: TIPOS DE RECUBRIMIENTO EMPLEADOS. _____	73
TABLA N° 16: RANGO DE ANCHURA DE PARED. _____	74
TABLA N° 17: EMPLEO DE TANQUES DE AGUA EN VIVIENDAS VISITADAS. _____	75
TABLA N° 18: DISTRIBUCIÓN DE HABITANTES POR VIVIENDAS. _____	77
TABLA N° 19: TIPOS DE COLINDANCIA IDENTIFICADOS. _____	78
TABLA N° 20: ÍNDICE DE VULNERABILIDAD. _____	79
TABLA N° 21: ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DISTRIBUIDO EN FUNCIÓN A LA COLINDANCIA ENTRE VIVIENDAS. _____	79

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1: DISTRIBUCIÓN DE VIVIENDAS EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE NIVELES. _____	61
FIGURA N° 2: DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE EN FUNCIÓN AL NÚMERO DE NIVELES. _____	62
FIGURA N° 3: PRINCIPALES DEFECTOS ESTRUCTURALES IDENTIFICADOS EN VIVIENDAS CON PÓRTICOS RELLENOS CON MAMPOSTERÍA. _____	64
FIGURA N° 4: DISTRIBUCIÓN DE VIVIENDAS EN FUNCIÓN DE SU ANTIGÜEDAD. _____	64
FIGURA N° 5: RELACIÓN ENTRE LA ANTIGÜEDAD Y EL NÚMERO DE NIVELES. _____	65
FIGURA N° 6: EMPLEO DE LOSA DE ENTRE PISO. _____	66
FIGURA N° 7: TIPO DE LOSA EMPLEADA. _____	66
FIGURA N° 8: DISTRIBUCIÓN DE RELACIÓN DE RIGIDEZ COLUMNA-VIGA. _____	67
FIGURA N° 9: DISTRIBUCIÓN DE COLUMNAS EN X. _____	68
FIGURA N° 10: DISTRIBUCIÓN DE COLUMNAS EN Y _____	68
FIGURA N° 11: DISTRIBUCIÓN DE RANGOS DE SEPARACIÓN ENTRE COLUMNAS. _____	69
FIGURA N° 12: DISTRIBUCIÓN DE ESBELTEZ EN PLANTA. _____	70
FIGURA N° 13: HISTOGRAMA DE ALTURA DE ENTREPISOS POR NIVEL. _____	71
FIGURA N° 14: PRINCIPALES MATERIALES EMPLEADOS COMO CUBIERTA. _____	72
FIGURA N° 15: ACABADO DE PISOS IDENTIFICADOS EN LAS VIVIENDAS. _____	73
FIGURA N° 16: TIPOS DE FACHADA EMPLEADOS. _____	74
FIGURA N° 17: ANCHURA DE PAREDES. _____	75
FIGURA N° 18: EMPLEO DE TANQUES DE AGUA POR VIVIENDAS. _____	76
FIGURA N° 19: USO DE LAS EDIFICACIONES. _____	76
FIGURA N° 20: DISTRIBUCIÓN DE NÚMERO DE HABITANTES. _____	77
FIGURA N° 21: TIPOS DE COLINDANCIA IDENTIFICADOS EN LAS VIVIENDAS. _____	78
FIGURA N° 22: ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DISTRIBUIDO POR VIVIENDA. _____	79
FIGURA N° 23: RELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD Y EL TIPO DE COLINDANCIA. _____	80
FIGURA N° 24: RELACIÓN IV- N° NIVELES. _____	80

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN N° 1: QUEBRADA SANTA ANA _____	26
ILUSTRACIÓN N° 2: VIVIENDAS ALREDEDOR DE LA QUEBRADA SANTA ANA _____	26
ILUSTRACIÓN N° 3: VERTEDERO EN LA LADERA DEL CERRO EN EL SECTOR EL REFUGIO. _____	27
ILUSTRACIÓN N° 4: AL FONDO SE APRECIA VERTEDERO EN LA LADERA DEL CERRO EN EL SECTOR SANTA ANA _____	28
ILUSTRACIÓN N° 5: VIVIENDA TIPO PÓRTICOS RELLENA CON MAMPOSTERÍA. _____	30
ILUSTRACIÓN N° 6: MURO DE MAMPOSTERÍA CONFINADA. _____	31
ILUSTRACIÓN N° 7: EFECTO DE COLUMNA CORTA EN VIVIENDA VISITADA. SECTOR: EL REFUGIO. _____	32
ILUSTRACIÓN N° 8: CAMBIO DE RIGIDEZ EN INTERSECCIÓN DE VIGAS CON COLUMNA. _____	33
ILUSTRACIÓN N° 9: INTRODUCCIÓN DE BARRIOS CON PISO BLANDO. _____	33
ILUSTRACIÓN N° 10: FOTO DISTRIBUCIÓN ASIMÉTRICA DE MASAS EN VIVIENDAS DE ANTÍMANO. _____	34
ILUSTRACIÓN N° 11: LOSA DE TABELONES, DE FRECUENTE USO EN VIVIENDAS DE CARÁCTER UTILITARIO. _____	35
ILUSTRACIÓN N° 12: COLINDANCIA ENTRE VIVIENDAS. SECTOR: EL REFUGIO _____	36
ILUSTRACIÓN N° 13: EVIDENCIAS DEL DEFICIENTE MÉTODO CONSTRUCTIVO APLICADO EN EL SECTOR. _____	41
ILUSTRACIÓN N° 14: SERIE DE IRREGULARIDADES EN ELEVACIÓN. SECTOR EL REFUGIO. _____	42
ILUSTRACIÓN N° 15: MATERIALES EMPLEADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO. _____	45
ILUSTRACIÓN N° 16: BARRAS DE ACERO USADAS COMO REFUERZO DE MIEMBROS, EXPUESTAS AL AMBIENTE. _____	47
ILUSTRACIÓN N° 17: AUMENTO DE LA SUPERFICIE DE LOSA EN VIVIENDA VISITADA. SECTOR: EL REFUGIO	48
ILUSTRACIÓN N° 18: TABELONES EMPLEADOS EN LOSAS DE PISO O CUBIERTA. _____	49
ILUSTRACIÓN N° 19: BLOQUES DE ARCILLA EMPLEADOS EN EL DESARROLLO DE LAS VIVIENDAS. _____	50
ILUSTRACIÓN N° 20: FOTO SATELITAL DE LA PARROQUIA ANTÍMANO. _____	52
ILUSTRACIÓN N° 21: FOTO SATELITAL DE LOS SECTORES DE ESTUDIO. _____	53
ILUSTRACIÓN N° 22: PLANILLA DE INFORMACIÓN USADA DURANTE EL TRABAJO DE CAMPO. _____	56
ILUSTRACIÓN N° 23: ESQUEMA TÍPICO DE VIVIENDAS DE PÓRTICOS RELLENOS DE MAMPOSTERÍA. _____	63
ILUSTRACIÓN N° 30: PLANILLA DE INFORMACIÓN EMPLEADA DURANTE EL ESTUDIO. _____	104
ILUSTRACIÓN N° 31: CALCULO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE CADA VIVIENDA. _____	105

INTRODUCCIÓN

Históricamente, ha sido muy evidente el incremento de la densidad poblacional en las grandes ciudades del país, en especial, en el área metropolitana de Caracas. Es este un fenómeno social que ha estado esencialmente motivado por diversos procesos migratorios de numerosos grupos familiares en busca de mejores oportunidades. Podría decirse que tales éxodos comienzan con el declive del modelo agrario en las regiones rurales, y con ellos deviene la centralización socio-económica que se produce en la capital a partir de la caída del régimen militar de Juan Vicente Gómez. Esta situación produjo, por lo menos desde mediados del siglo XX, un acelerado y desenfrenado desarrollo de viviendas: de carácter utilitario, habitadas por personas de bajos recursos económicos, asentadas en territorios de topografía accidentada y de precario acceso a los servicios públicos. Todo un cuadro habitacional que ha venido afectando la calidad de vida y la habitabilidad de los sectores en referencia. Sin obviar por supuesto la presumible falta de capacitación y/o asesoría técnica adecuada en dichas áreas constructivas, lo que en definitiva conlleva la consideración sobre la seguridad estructural de las viviendas construidas en tales espacios, comúnmente conocidos como barrios.

En la actualidad y de acuerdo al Censo de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística, (INE) 2001, las viviendas levantadas en los barrios del país representan alrededor del 50 % del total de la nación. En ellas se albergan aproximadamente 12 millones de personas. Son viviendas en su mayoría construidas por los propios pobladores, es decir, que son de auto producción o de autogestión. Pero, progresivamente sus espacios son transformados, de acuerdo a las necesidades y a la dinámica temporal que sobreviene. Además, estas construcciones son regidas bajo una tendencia de crecimiento vertical. A los efectos del presente trabajo, al modelo habitacional descrito se le ha dado el nombre de “viviendas de carácter utilitario”.

Esto permite concluir que cualquier edificación cuya composición estructural y arquitectónica se transforme, en función de las necesidades imperantes (no

necesariamente en asentamientos no controlados), se puede calificar de carácter utilitario.

Ante lo expuesto, esta investigación se ha propuesto estudiar este tipo de edificaciones desarrolladas en sectores económicamente empobrecidos, de grupos sociales clasificados como C y D. Tomando un sector representativo y aleatorio de los barrios de la ciudad de Caracas. Específicamente en la Parroquia Antímano, perteneciente al Municipio Libertador; aprovechando la cercanía de esta parroquia con la Universidad Católica Andrés Bello y la acción social y relación comunitaria que nuestra casa de estudio ha desarrollado en tales comunidades.

De esta manera, se pretende establecer un estudio detallado de caracterización estructural en este tipo de edificaciones, así como también métodos o tendencias constructivas que permitan indagar los posibles factores de vulnerabilidad estructural inherentes a este tipo de viviendas: Para ello, se hace necesaria la recolección de información y el procesamiento de una base de datos que permita obtener un patrón de tipología estructural, con el fin de estudiar errores constructivos y carencia de concepción estructural de las mismas. Claro está, todo esto merece y amerita una evaluación detallada ante el crecimiento desenfrenado de este tipo de asentamientos, con miras a incentivar el desarrollo de cualquier estudio, evaluación o plan de mitigación de riesgos.

A propósito, cabe destacar que, fundamentalmente, una estructura habitacional se encuentra expuesta a un determinado nivel de riesgo por la combinación de dos características del componente urbano: la amenaza o probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural; y la vulnerabilidad de los elementos expuestos a esos fenómenos, susceptibles a sufrir daños, la pérdida de vidas humanas y la afectación económica y material de los perjudicados. Este último aspecto específico es el que se propone investigar como Trabajo Especial de Grado.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Según cifras arrojadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE), del Censo de Población y Vivienda del año 2001, se estima que el 53 % de las viviendas a escala nacional se encuentran en zonas conocidas en nuestro país como barrios. Con ubicaciones de alto riesgo y cuyos servicios y equipamientos son precarios, siendo habitadas por 12 millones de personas. Estas cifras reflejan superficialmente un problema existente en nuestro país que además se ha venido extendiendo a lo largo de los años. Más allá de manejar las estadísticas y conocer la cantidad deficitaria de viviendas formales, como estudiantes de ingeniería civil no se desea dejar de lado esta realidad que, desde nuestro punto de vista, merece un estudio detallado, ajustado a nuestro campo de aplicación.

Por otra parte, y acercándonos más a nuestro tema principal, la capacidad de autoconstrucción en la zonas populares representa el mayor porcentaje de ejecución en la construcción de viviendas. Entre los años 1990-2001, según el INE, de cada diez viviendas, siete fueron construidos por los propios habitantes. Es por eso que este estudio se propone hacer una caracterización estructural y constructiva de este tipo de viviendas, sin obviar los elementos socio-económicos relacionados, fijando un área de estudio representativa para conocer de manera científica los factores de vulnerabilidad a que están sujetos.

En el entendido de que el término vulnerabilidad es profundamente amplio, este trabajo especial de grado estará dedicado a evaluar el conjunto de características relacionadas a la vulnerabilidad estructural en viviendas de grupos sociales C y D.

Dentro de este contexto es necesario considerar la magnitud y complejidad del problema. Asimismo, se toma en cuenta el hecho de que el conocimiento sobre estudios

de este tipo es relativamente escaso en el país, lo que viene a justificar la necesidad de este trabajo. Su propósito, entonces, pretende hacer un aporte en torno al área, que contribuya a incrementar el conocimiento de trabajos precedentes y que pueda ser continuado por trabajos posteriores. De igual forma, se espera proponer una serie de recomendaciones de carácter de seguridad ante la continuidad de este tipo de construcciones. Sin que esto se confunda con la certificación de la miseria, sino asimilando el problema de la vivienda como uno de los más complejos. Consecuentemente, frente a la dimensión de este problema la ingeniería venezolana, formando parte de la sociedad en su conjunto, juega un papel fundamental en la búsqueda de soluciones.

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

Objetivo General:

Caracterización de factores de vulnerabilidad estructural presentes en viviendas de carácter utilitario desarrolladas por grupos de estratos sociales C y D.

Objetivos Específicos:

1. Analizar patrones de configuración estructural en planta.
2. Analizar patrones de configuración estructural en elevación.
3. Analizar patrones o tendencias de cargas actuantes.
4. Evaluar el índice de vulnerabilidad estructural.

1.3. JUSTIFICACIÓN.

Los asentamientos urbanos no controlados (coloquialmente conocidos como barrios) existen en la gran mayoría de las ciudades del tercer mundo. Los problemas o carencias físicas que se observan en éstos son semejantes. Aunque sin importar donde, su creación ha permitido aliviar la demanda de viviendas de las familias sin hogar y de escasos recursos económicos. Todo este fenómeno sin lugar a dudas se ha venido convirtiendo en parte de la cultura urbana y a la vez patrimonio de la ciudad de origen de sus pobladores.

En ese orden de ideas, en Venezuela la mayoría de sus barrios con sus edificaciones se han desarrollado al margen de las normas que rigen la construcción. Teniendo mayoritariamente como agentes constructores a sus propios habitantes, cuya capacitación constructiva no ha podido asegurar, en todos los casos, los requerimientos de funcionamiento y de diseño estructural. Se establecieron así complejas edificaciones, de varios pisos (hechas en períodos imposibles de establecer de antemano y por distintas personas que muchas veces desconocen los trabajos realizados anteriormente).

Vale la pena entonces preguntarse: ¿Cuál es el estado y la calidad de la tipología estructural de las viviendas de los barrios caraqueños? (sistema resistente, pisos, entrepisos, geometría, ocupación, etc.) ¿Cómo influye el desarrollo vertical de este tipo de viviendas? ¿Qué aspectos contenidos dentro de la tipología estructural las hace vulnerables? Con estas interrogantes surgió la necesidad de investigar en este estudio sobre el tema, de manera detallada, vinculando el desarrollo de este tipo de viviendas al campo de estudio de la ingeniería civil.

1.4. ALCANCES.

- Analizar la tipología estructural y las tendencias constructivas de las viviendas de carácter utilitario a través de su configuración en planta y en elevación.
- Definir la estructura de las viviendas de carácter utilitario.
- Analizar el índice de vulnerabilidad con base a la información recolectada.
- El método de estudio desarrollado es de carácter cualitativo.

1.5. LIMITACIONES.

- El estudio se realizará a viviendas de hasta tres niveles.
- El estudio no abarca factores geológicos, así como no se contempla efectos de estudio de suelos, fundaciones, instalaciones sanitarias, ni otras instalaciones para edificios.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. ESTRATIFICACIÓN SOCIAL EN VENEZUELA

El término Estrato, que proviene de la geología, se incorporó a la sociología en la década de 1940. La estratificación social, a diferencia de la geológica, lleva implícita la evaluación de los distintos estratos (capas sociales jerarquizadas) según una escala de valores (ingresos económicos, nivel de educación o grado de autoridad). Los estratos se definen de acuerdo con los valores de cada individuo según su posición social, esto es, las oportunidades que puede tener cada uno. Constituyen un estrato aquellos individuos que cuentan con oportunidades más o menos semejantes.

La estratificación social es un fenómeno estructural consecuencia, en cierto modo, de la diferenciación social; literalmente significa la división de la sociedad en capas o estratos distintos e identificables entre sí. Capa o estrato es la distancia que separa a los individuos o grupos en distintos niveles sociales. Los distintos tipos de estratificación aumentan y se distinguen de acuerdo al número de investigadores y autores o corrientes que han aportado criterios y propuestas, enfatizando principalmente: riqueza, renta, cultura, popularidad y otros.

La división de la sociedad en estratos es un fenómeno universal y no existe ninguna sociedad sin jerarquías. Sin embargo, es posible la movilidad social, es decir, el desplazamiento de los individuos de un estrato a otro, con diferentes niveles de flexibilidad dependiendo de cada sociedad o momento histórico.

Al igual que en otros países latinoamericanos, los primeros intentos de clasificación o estratificación social en Venezuela estuvieron muy influidos por dos vertientes conceptuales que se exponen en la siguiente tabla:

Corriente	Objeto de Investigación	Técnicas de Análisis
El paradigma clásico	Estilos de vida	Encuestas
La visión crítica	Clases como base de poder y conflicto social	Análisis histórico de actores sociales y clases

Cuadro N° 1: Métodos para la estratificación empleados en Venezuela.

Ref.: Grusón, A. Estratos sociales y ámbitos urbanos-regionales en Venezuela.

A partir de ambas matrices se originó una confrontación entre ambas corrientes, con críticas de ambas partes acerca de la utilización del método. Hoy en día esta radical confrontación está prácticamente superada, encontrándose, incluso, ciertas confluencias de ambas tendencias en los estudios más recientes sobre la estratificación, principalmente en Europa y los Estados Unidos.

Sin embargo, en el caso de Venezuela los estudios sobre estratos, clases o grupos sociales, independientemente de la vertiente de influencia, han sido escasos y con poca continuidad. Posiblemente el intento más relevante, por su extensión y continuidad, sea el de la Fundación Centro de Estudios sobre Crecimiento y Desarrollo de la Población Venezolana (FUNDACREDESA), el cual se ha venido desarrollando desde 1978 hasta nuestros días. La técnica de estratificación empleada en estos estudios es el llamado Método Graffar Modificado (Método Graffar-Méndez Castellano), también utilizado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), el cual consiste en un índice sumativo simple, conformado por cuatro indicadores, a saber:

- Profesión del jefe del hogar,
- Nivel de instrucción de la esposa(o) o cónyuge del jefe del hogar,
- Principal fuente de ingresos del hogar,
- Condiciones de alojamiento.

Cada uno de estos indicadores posee cinco opciones de respuesta y a partir de las puntuaciones obtenidas con ellas, se clasifican a las familias en cinco estratos: A, B, C,

D y E. Donde el estrato social A corresponde al estrato con mejores condiciones promedio según las variables utilizadas.

Este tipo de estudios permiten diferenciar los niveles socioeconómicos en las familias, de acuerdo al enfoque del Método Graffar. Sin embargo, no se intenta definir estratos o clases como conceptos sociológicos para el análisis de la desigualdad, sino que se diferencian estratos (sin conceptualización clara), basados en ciertas condiciones de vida de las familias.

El INE identifica a las personas a las personas por su grado y categoría social, según el siguiente cuadro:

A	Clase media alta
B	Clase media
C	Clase media baja
D	Clase baja
E	Niveles mínimos de subsistencia

Cuadro N° 2: Estratificación socio-económica empleada en Venezuela.

Ref.: Instituto Nacional de Estadística

2.2. VIVIENDAS EN ASENTAMIENTOS NO CONTROLADOS.

La historia de la urbanización de la ciudad capital y lo concomitante a la formación de zonas populares en el interior y ulterior de ésta, no es muy diferenciado de la de otras localidades. Ello es debido a que la mayoría de estas ciudades sufrieron un violento aumento de población, precisamente a partir de las primeras décadas del siglo XX. Hecho marcado fundamentalmente por la aparición del petróleo en el país y su consecuente transformación hacia una cultura rentista de hidrocarburos. Lo que a su vez trastocó el modelo socio-cultural de Venezuela, el mismo que se había formado durante los siglos anteriores, desde la época de la colonización hasta consolidarse sostenidamente, incluso hasta bien entrado los albores del siglo XX. Quiere decir entonces, que Venezuela en este gran sentido civilizatorio se mantuvo con intrascendentes modificaciones durante mucho tiempo. Destacándose la presencia de una misma línea de clases económicas, conformadas por terratenientes (dueños de haciendas y de hatos), productores primarios.

Más adelante, el modelo agrario desarrollado, principalmente en las zonas rurales del país, hizo crisis. Esta se constituyó principalmente debido a la inoperancia de muchas haciendas establecidas como unidades de producción. También el sector en cuestión fue afectado por la práctica primara con que contaba y el uso de mano de obra libre, lo que creó específicamente una crisis de rendimiento. Por otra parte, la baja capacidad para competir en el mercado internacional, aunado a la crisis económica mundial de 1929 tomó parte en este estado de cosas. Así, los productos venezolanos (cacao, café y caña de azúcar, entre otros), eran más costosos que los de primera necesidad. Sobre todo, en un mercado donde predominaba la demanda de materia prima para la elaboración de manufacturas. Por otro lado, las constantes guerras internas que sufriera Venezuela durante el siglo XIX, contribuyeron a la crisis de productividad agrícola.

Sin embargo, es a partir de 1922, con el estallido del pozo petrolero Barrosos II, cuando más se evidencia la insoslayable crisis del sector agrícola. Es decir, con los depósitos de hidrocarburos en el subsuelo venezolano se adelanta el camino hacia la modernización de Venezuela y con ella el cambio de la vida del venezolano. Las áreas agrícolas dejan de ser productivas y por ello se fueron abandonando. Sus habitantes se vieron obligados a buscar nuevas formas de trabajo para subsistir. El trabajador del campo se convirtió, producto de la modernización, en mano de obra barata para las compañías que comenzaron a surgir y por lo tanto, tuvo que renunciar a todo lo que hasta el momento había sido su patrón de vida. Por todo ello, este sector de venezolanos quedó sin arraigo y, reiteradamente, a costa de quienes controlaban las grandes ciudades.

A partir de esa época, la exportación del petróleo fue el único rubro que se mantuvo, coincidiendo este hecho con el inicio de la Segunda Guerra Mundial. Lo que indudablemente incentivó el aumento de las exportaciones del rubro. Pero también se fueron profundizando las determinaciones antes descritas. Llegó a establecerse así el moderno modelo socio-histórico en el provenir de la nación. Consecuentemente, se convierte la ciudad capital en el centro de inmigración nacional e internacional más importante del país. Como bien lo explica Hernán Carrera Damas:

El impacto del factor dinámico petróleo, canalizado a través del Proyecto Nacional de la clase dominante, en cuanto este implica centralización nacional del poder, ha estimulado una dinámica regional susceptible de interpretaciones. Algunos de esta materia hablan de desajuste o desequilibrio del sistema regional, y desarrollan al respecto trabajos sin enjundias (...), que desde el punto de vista del sistema regional, lo que se produce bajo el impacto del factor dinamito petróleo no es otra cosa que la acentuación de la tendencia histórica al predominio de la provincia de Caracas. El factor dinámico petróleo agudiza y hace avasalladora y definitiva la tendencia al predominio de la provincia de Caracas, fundada esta tendencia en una serie de factores históricos. (p 30-32).

La participación demográfica de Caracas en el total general de Venezuela fue de menos del 10%, hasta la tercera década del siglo XX, de acuerdo con la información obtenida de las distintas fuentes. Durante la mayor parte del siglo XIX, se registran los valores mínimos de esta relación, en donde representa menos del 3% del registro general. Después de la muerte del presidente Juan Vicente Gómez, entre el año 1936-

1941, la población de Caracas se triplica, mientras que la del país apenas aumenta un 12,6 %, originando un peso demográfico significativo de la ciudad en el crecimiento general de la población.

En tal sentido, cabe destacar que la ciudad y sus alrededores, las haciendas que antes habían servido como plantaciones de café y otros rubros primarios, entonces, fueron cedidas o negociadas, y fueron parceladas para las construcciones de zonas industriales y edificaciones. Se dio así inicio al proceso inexorable de urbanización de la ciudad. Pero también la instalación de industrias en diferentes zonas de la capital trajo consigo alteraciones demográficas, urbanísticas y ecológicas no previstas. Fundamentalmente, debido a que los obreros de las industrias requerían residencias cercanas a sus centros de empleo. Producto de ello, y en vista de la insuficiencia de la disposición espacial para dicha tarea, se genera un proceso de ocupaciones ilegales (invasiones) en las distintas áreas verdes que bordean las áreas industriales. Entonces, se producen afectaciones ambientales (tipo ecodios) cada vez más extendidas. Por ende, hubo mayores implicaciones ambientales donde antes había ríos, manantiales, faunas y árboles frutales. Y justamente allí mismo se edificaron viviendas, levantadas con poca o ninguna consideración ecológica.

Pero no sólo las condiciones ecológicas se vieron alteradas debido a este fenómeno. La disposición de recursos básicos como electricidad, agua, etc., dentro de las obras públicas desarrolladas, para las que el Estado venezolano invertía en el proceso de urbanización de la ciudad, se veían menguadas al entrar en estas zonas ocupadas. Por estas razones, y otras de carácter más complejo, que el tiempo y la desatención gubernamental y la sociedad en su conjunto se encargó de profundizar, la pobreza acumulada en estos territorios generó un cordón de miseria, cada vez más difícil de soslayar y que perduraría hasta nuestros días. A propósito, ante el problema de las barriadas generadas en la ciudad, en gran parte, por la extensión de la capital. Blanco Muñoz hace un retrato explícito del problema estructural, planteando una serie de determinaciones que se citan *in extenso* a continuación:

La ciudad, sin embargo, no es sólo sinónimo de riqueza; hacia ella se desplaza en determinados momentos la pobreza tradicionalmente relegada al campo. De ese modo, en muchas oportunidades la ciudad llega a ser portadora de un considerable caudal de miseria, la cual es debidamente limitada en cuanto a sus posibilidades de expansión urbana. La pobreza, además, históricamente ha experimentado reubicación y reacomodos geográfico – espaciales, según los intereses de los sectores dominantes y según las propias alternativas de subsistencia a que se ha visto sometida. Es por ello, que no puede enfrentarse la oposición ciudad – campo como una simple contraposición entre dos medios geográficos de distinto acondicionamiento. Es necesario ubicarlo como un fenómeno histórico ligado al desarrollo de las clases sociales y la propiedad privada (p.12).

2.3. VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL.

La vulnerabilidad estructural se define como el grado de daño o afectación de la tipología estructural (cimientos, vigas, columnas, muros portantes y sistemas de piso) de una edificación cualquiera se puede presentar en un momento dado bajo la acción de un evento por lo general extraordinario o accidental. Su análisis radica en la identificación de una serie de aspectos como en general la tipología estructural; la configuración arquitectónica del edificio; requerimientos urbanísticos; calidad y comportamiento de los materiales empleados; elementos no estructurales; condiciones geotécnicas locales sin olvidar los aspectos socio-económicos. Asociado al tema de vulnerabilidad se encuentra una serie de conceptos de amenaza que permiten determinar la metodología a desarrollar.

El primer concepto a considerar es el de amenaza, se describe como un fenómeno o proceso natural o causado por el ser humano que puede poner en peligro a un grupo de personas, sus bienes y su ambiente, cuando no son precavidos. A partir de esto se pueden establecer diferentes tipos de amenazas. Algunas son provocadas por el ser humano, como las llamadas industriales o tecnológicas (explosiones, incendios y derrames de sustancias tóxicas) mientras que otras son naturales dentro de las cuales se pueden citar los sismos, erupciones volcánicas, deslizamientos, inundaciones, huracanes, tornados, incendios forestales, maremotos y tsunamis. No obstante es importante destacar que la ocurrencia de los eventos o fenómenos antes mencionados no los convierte directamente en amenaza sino el lugar donde se presentan.

Por otra parte también se debe tocar otro tema, el de riesgo que se relaciona con la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno dado para un sitio particular en un momento determinado atrayendo consigo, una serie de consecuencias económicas, sociales o ambientales. Es producto de la relación entre amenaza y probabilidad de ocurrencia de un fenómeno bajo ciertas condiciones que previamente definidas, permiten determinar la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

Para el análisis de riesgo se debe partir de la combinación, según la siguiente expresión:

$$\text{Riego} = \text{Amenaza} * \text{Vulnerabilidad} * \text{Costos} +/- \text{Incertidumbre}$$

De la expresión anterior se puede deducir que para la reducción del riesgo existen dos opciones principales. La primera consiste en ubicar las estructuras en sitios de baja peligrosidad, lo cual es viable para las estructuras que se van a llevar a cabo mediante una planificación física y urbanística adecuadas. La segunda consiste en modificar la propia vulnerabilidad de las estructuras, evaluando y corrigiendo el procedimiento de construcción de las mismas.

Finalmente, de manera global dentro del ámbito de la ingeniería, la mitigación corresponde a la totalidad de las acciones cuyo objetivo radica en la mejora de la respuesta de las estructuras ante un evento dado como un sismo, buscando reducir los costos de daños y mantenimiento.

A partir de estos conceptos claves, se pueden definir una serie de metodologías para la realización del análisis de vulnerabilidad de estructuras existentes, las cuales pueden ser agrupadas en tres categorías:

A. Métodos cualitativos: son de empleo frecuente para revisiones rápidas, principalmente después de la ocurrencia de fenómenos extraordinarios como sismos, inundaciones, deslaves, etc. o como parte del desarrollo de metodologías más completas explicadas más adelante para la elaboración de estudios de riesgo y prevención. Su propósito es poder realizar una categorización preliminar de las edificaciones enfocándose generalmente en tipo y estado del sistema estructural, antigüedad, uso, configuración geométrica, evaluación de miembros no estructurales, estado de conservación, daños (en caso de presentar), materiales, para las cuales no requiere el desarrollo de cálculos complejos.

- B. Métodos Experimentales:** consisten en determinar la respuesta estructural de una edificación bajo la acción de solicitaciones incluyendo aquellas de carácter extraordinario como los sismos. También pueden conformar parte de metodologías de análisis detallado complementándose con trabajo de laboratorio principalmente de materiales empleados, estudios del sistema estructural y su geometría.
- C. Métodos analíticos:** de las categorías descritas, son los de evaluación más detallada para la determinación de la vulnerabilidad presente en estructuras. Fundamentalmente se apoyan en el empleo de software moderno para efectuar análisis no lineal e histerético de edificaciones sometidas a movimientos del terreno. Sin embargo para su realización, se requiere contar con una gran base de datos y registros históricos principalmente relacionados con el suelo y la sismicidad de la zona para la correcta concepción y aplicación del modelo.

Análogamente e independientemente de la metodología elegida, la vulnerabilidad viene identificada a la presencia de una serie de factores que en conjunto son los responsables de la respuesta estructural de una edificación, los cuales son agrupados en cinco grandes categorías a ser descritas:

2.3.1. Factores socio-económicos.

Los factores socio-económicos, que forman parte de los elementos principales de vulnerabilidad estructural, están vinculados a determinaciones culturales y formativas que se desarrolla en la población, que vincula a la sociedad civil desde técnicos, constructores, autoridades, profesionales y ciudadanos en general- identificadas principalmente por una serie de desatenciones, desconocimientos y negligencias en el campo de la ingeniería y arquitectura, que contribuyen al nivel de riesgo que padecen las personas al construir edificaciones en urbanizaciones no controladas. Desde un punto de vista social, la vulnerabilidad está asociada a la pobreza de forma equivalente. Para enfrentar la vulnerabilidad se debe iniciar un proyecto social capaz de enfrentar la pobreza. Sin embargo, es importante destacar que algunos de estos elementos se pueden presentar, y así se ha visto, en edificaciones con un grado estimado de proyección y construcción, es decir, viviendas no necesariamente ubicadas en los sectores de escasos recursos del país, lo que contribuye al nivel de vulnerabilidad en cualquier tipo de estructura.

Dichos elementos socio-económicos que se describen a continuación son los más presentados al momento de realizar un balance de vulnerabilidad estructural, que junto con los factores descritos posteriormente conforman las principales causas de ésta:

- **Falta de recursos económicos y el problema de la vivienda en Venezuela.**

Las viviendas en los barrios extendidos en un área considerable del territorio nacional demuestran, en su mayoría, que las edificaciones se han realizado sin asistencia de profesionales de la ingeniería y arquitectura, y están localizadas en terrenos generalmente de alta pendiente, algunos constituidos por caminos de quebradas y drenajes naturales, cuyo acondicionamiento como urbanización ha sido posterior o simultáneo a la construcción de unidades habitacionales. En dicho asentamiento se puede evidenciar problemas como sistemas de vialidad ineficientes, mal drenaje de aguas de lluvia, cloacas, acueductos, etc., muchos de los cuales han sido construidos por

lo habitantes con ayuda del Estado, pero sin que se pueda garantizar su calidad técnica, pues, ha carecido de proyecto de urbanismo.

Este tipo de viviendas, como se ha afirmado anteriormente, es una demostración de las peripecias a las que pueden llegar los hacedores de los barrios con el objetivo de desarrollar su calidad de vida y resolver el problema de tener una vivienda socialmente aceptable ante la falta recursos económicos suficientes.

Entre los problemas internos de las edificaciones, que se han podido evidenciar a través de trabajos de investigación precedentes (como los de la profesora de la UCV, Teolinda Bolívar, y su grupo de colaboradores), se pueden mencionar los siguientes:

- Ventilación e iluminación deficientes: En este aspecto, se demuestra la poca aplicación de las ordenanzas sanitarias (Gaceta Oficial N° 752: Cap.: 111. Art: 33), en donde se establece que el área total de ventanas de cada vivienda con respecto a la superficie total de sus ambientes interiores debe tener 10% del área total del piso.
- Es común en este tipo de viviendas, por las pronunciadas pendiente en que se encuentran levantadas, ver que las edificaciones muchas veces se adosan lateralmente, quedando confinada hacia su parte posterior por los cortes del terreno, sobre todo en sus pisos inferiores, en los cuales solamente la cara frontal del edificio sirve para obtener aire y luz del exterior.
- Esta falta de una ventilación adecuada en el interior de las edificaciones agrava los efectos que causa la presencia de una humedad excesiva y permanente, producida por la falta de drenajes adecuados en los cortes del terreno y por las numerosas filtraciones de aguas blancas y aguas negras.
- Uso de espacio abierto: El espacio urbano que circunda las casas o edificios carece de la calidad, la escala, la animación, el control y el mobiliario que lo haga apropiado para acoger las relaciones humanas cotidianas y se utiliza solamente con un espacio de circulación y acceso.
- Mal funcionamiento de los servicios: La sobrecarga de las instalaciones eléctricas, que trae como consecuencia altos riesgos de incendio e inoperancia de los artefactos electrodomésticos; las múltiples filtraciones de aguas blancas y aguas negras que deterioran las edificaciones; la inconsistencia de suministro de agua,

que por un lado en algunas edificaciones sobra y se desperdicia, en otras carece completamente del suministro, obligando a la utilización de tanques, los cuales intervienen considerablemente, de acuerdo a su capacidad, en la valoración de las cargas actuantes en la estructura.

- **Viviendas de bajos recursos, no apropiada para zona sísmicas.**

Las viviendas de bajos recursos, especialmente en la región capital, donde se localiza el Área Metropolitana de Caracas tienen una historia de urbanización, de sus terrenos y de construcción de sus edificaciones que induce a reflexionar sobre su comportamiento estructural de los conjuntos habitacionales existentes, poco apropiadas para zonas sísmicas. Al estudiar documentos precedentes se observa la recomendación de la erradicación de algunos barrios, que hoy están fundamentalmente constituidos por viviendas de varios pisos, por estar ubicado en lugares de pendientes muy fuertes y bastante irregulares, o porque están ubicados en lechos de quebradas. En especial este tipo de vivienda son autoconstruidas por los propios habitantes y donde progresivamente se va transformando las mismas en función del tiempo y las necesidades.

A esta situación se agrega el crecimiento vertical de las construcciones. Las mismas, por lo general, se inician con un rancho, generalmente de un nivel, en los cuales progresivamente se van desarrollando hasta alcanzar más de dos pisos y en ocasiones hasta tres o más pisos. Esta situación ocurre en medio de una falta de apoyo de carácter técnico-estructural-arquitectónico que ponen en riesgo la estabilidad de las edificaciones y, por ende, mayor vulnerabilidad por el efecto de perturbaciones de distinta naturaleza.

Si bien es cierto que las viviendas en los barrios capitalinos sobre terrenos con pendiente es una muestra de audacia por parte de los habitantes encargados de su construcción, es casi desconocido el grado de deterioro y/o calidad de vida de éstos.

En general, como se expuso el punto anterior, se puede afirmar que en este tipo de viviendas viven las familias de menores recursos económicos de nuestra sociedad, en consecuencia cualquier síntoma de seguridad estructural o funcional debe constituir una

alerta para que la sociedad en su conjunto busque la manera de solucionar y/o evitar lo que incluso puede convertirse en una tragedia.

- **Ubicación territorial y utilización de materiales no aptos para resistir sismos.**

Los efectos de las cargas sísmicas se pueden interpretar como un movimiento brusco de fundaciones, por lo tanto, su estabilidad depende principalmente de la ubicación territorial del inmueble y de las combinaciones normativas de cargas permanentes y variables para la edificación. Las masas calculadas y las alturas correspondientes a cada nivel de piso son determinantes en la consideración de la respuesta estructural del inmueble, por lo que la adición de entresijos influye directamente en el comportamiento sísmico de los edificios: las fuerzas sísmicas son proporcionales a la masa o rigidez del edificio. Construir en zonas sísmicas sin la utilización de un sistema estructural capaz de resistir las fuerzas cortantes generadas por el sismo aumenta sensiblemente el grado de vulnerabilidad de la estructura y las pérdidas humanas y materiales serían inevitables.

- **Educación de la población.**

Constituye uno de las características centrales que conforman los factores de vulnerabilidad estructural en el campo socio-económico. La educación de la población comienza por comprender por parte de cada ciudadano involucrado en un proyecto de vivienda el nivel de riesgo a que se exponen en torno al sitio en donde se pretenda habitar.

Esto se relaciona en especial con el nivel de capacitación de las personas que pretenden habitar determinado lugar y su posición geosocial que permita definirlo dentro de determinado estrato social, y su capacidad de adquisición de vivienda dentro de los niveles aceptables o no de seguridad estructural. Una de las variables a ser tomadas en cuenta para la clasificación en los grupos sociales consiste en conocer la profesión que ejerce el jefe(a) de la familia y el nivel de instrucción de su cónyuge.

De acuerdo a la clasificación en grupos sociales que se desglosa de los estudios estadísticos se observa que las clases de menores ingresos son quienes mayoritariamente habitan en zonas de alto riesgo, lo que indica que el nivel de estudio de las personas está vinculado directamente al nivel de vulnerabilidad y riesgo de la vivienda en estudio.

- **Falta de información de sistema de alerta temprana.**

Ante la presencia de fenómenos naturales como los accidentes ocasionados por sismos, una eficaz información y capacitación en la ciudadanía es de vital importancia con la intención de mitigar pérdidas humanas, sobre todo en zonas de alto riesgo. Así, la población estará preparada ante la presencia de alerta y tomará las medidas pertinentes de resguardo y/o salida temprana. Sin embargo, estos procedimientos están vinculados a la disposición espacial para un sistema de escape eficiente, por lo tanto, si una edificación no dispone de un correcto espacio y sistema de salida temprana, difícilmente se cumplirán a cabalidad los elementos de información y capacitación que la población debe conocer.

En cualquier edificación las escaleras son la alternativa más confiable para evacuar las instalaciones de un edificio en caso de emergencia, una vez comprobada su estabilidad; por lo que deben construirse de manera que sirvan como vía segura de escape a los residentes de acceso a los bomberos o rescatistas. En este sentido, la construcción apropiada de la misma, al igual que las vigas y columnas que la soportan contribuye a preservar la estructura de una falla catastrófica.

- **Ordenanzas vigentes.**

Las construcciones extendidas en las zonas de menores recursos están fuera de toda normativa vigente sobre control de asentamientos urbanos. De igual forma, existe desconocimiento en el cumplimiento de este tipo de viviendas a las ordenanzas sísmicas y estructurales vigentes en el país, que implica el correcto control de calidad de los materiales de construcción que contemplan las mismas. Sin embargo, este renglón no se

limita al cumplimiento en la construcción de las viviendas en los barrios del país, pues, se pueden presentar casos de edificaciones fuera de los barrios que incumplen la normativa vigente, en especial la sísmica, y por lo tanto aumenta su grado de vulnerabilidad estructural, lo que hace necesario hacer un estudio pertinente y tomar las precauciones y correcciones adecuadas con el fin de mitigar riesgos.

Se hace necesaria la incorporación normativa de los análisis estructurales en la construcción de viviendas de interés social, tomando en cuenta que el porcentaje de este tipo de viviendas en los barrios nacionales alcanza aproximadamente el 50% de las viviendas en el país y la erradicación luce cuesta arriba aún bajo proyectos habitacionales de gran envergadura, de iniciativa pública o privada, con efectos a largo plazo.

- **Cambio del uso previsto en la edificación.**

Al hacer una adecuación o cambio de uso previsto para un edificio, el aspecto estructural principalmente debe ser una respuesta a tres aspectos; materiales de construcción existentes en la edificación, la arquitectura propuesta en el proyecto de reutilización y condiciones actuales del lugar. Se debe tener en cuenta que las modificaciones arquitectónicas en una construcción existente afectan directamente a la estructura, en los diferentes aspectos que se mencionan a continuación.

a).- Las cargas permanentes pueden cambiar debido a la variación de materiales empleados en la construcción de los nuevos espacios ya sea por la inserción o retiro de rellenos, muros divisorios o el empleo de recubrimientos diferentes a los originales.

b).- El cambio de uso en una estructura da lugar a una distribución de cargas variables diferente a las consideradas en el proyecto original. Estas cargas son determinadas por las normas de diseño y construcción con base en estudios estadísticos, previendo la situación más desfavorable probable en la vida útil del edificio. Los valores propuestos

dependen principalmente del uso proyectado para un área determinada; de esta forma un cambio de uso puede implicar una carga diferente para un mismo espacio.

2.3.2. Factores geotécnicos.

Uno de los parámetros más importantes para evaluar el grado de vulnerabilidad de una estructura, que merece un estudio especial sobre el tema, son las características del sitio o la calidad del suelo en donde está cimentada la edificación.

- **Aspectos Geológicos de la zona de estudio.**

Mediante los registros geológicos que se han realizado en la extensión en donde se ubica la zona de estudio, en la Parroquia Antímamo se dividen los estratos en tres formaciones rocosas características, que se describen a continuación en orden supra yacente:

- Formación Las Mercedes (Distrito Capital):
 - Del período Mesozoico (jurásico-cretáceo), se define como esquistos principalmente calcáreos, con zonas grafitosas y localmente zonas micáceas, de un tinte rosado, gris, con zonas blancas cuando son frescas (Aguerreberre-Zuloaga, 1937).
 - Extensión geográfica: En toda la extensión y en los flancos del macizo central de la Cordillera de la Costa, entre Carenero, Edo. Miranda, hasta el Edo. Cojedes.
 - Importancia económica: El mármol de los afloramientos de La Vega, se utilizaron hasta su total explotación para la fabricación de cemento, así como de utiliza la explotación de sus esquistos como material de compactación para pavimentación.
- Formación Antímamo (D.C):
 - Del mesozoico medio superior, este nombre fue introducido por Dengo (1951) para definir una caliza cristalina o mármol grisáceo en capas gruesas expuesto al norte de Antímamo.

- Extensión geográfica: Zona norte de Antímamo, en el lado norte del Valle de Tacagua; río Mamo y región norte de Curucutí; cortes de la antigua carretera Caracas-La Guaira; norte de La Florida y sur de San Pedro, Edo. Miranda.
 - Importancia económica: Estas calizas se utilizan como material para carreteras, piedra triturada para rellenos de pavimentación, agregado de concreto, cimientos para rompeolas y bordes de acera y pavimentación.
- Formación Las Brisas (D.C)
 - Del Mesozoico (Jurásico tardío), se define como un conglomerado (Aguerrebere-Zuloaga, 1937), se pueden incluir en la formación los esquistos comprendidos entre la Caliza de Las Mercedes y la Caliza de Antímamo.
 - Extensión geográfica: A todo lo largo del macizo central de la Cordillera de la Costa, entre el Cabo Codera y el graben del río Yaracuy.
 - Importancia económica: Radica esencialmente en la explotación de las calizas como material de construcción (piedra picada) y ornamental. Se ha mencionado la explotación de las metareniscas muy meteorizadas de la Formación Las Brisas, como fuente del agregado para concreto. Asimismo, esta litología al perder su textura esquistosa por lixiviación de ciertos materiales, constituye un excelente acuífero superficial.

Mediante las visitas realizadas a los sectores de estudio, se pudo constatar, por medio de la información proporcionada por los propios habitantes, que el cerro en donde se ubican los asentamientos previamente había constituido como fuente de explotación para agregados de concreto, lo que permite idealizar el grado de perturbación por el que ha atravesado el terreno del sitio y sus adyacencias, y a su vez, dando origen a las condiciones llanas óptimas para la ubicación de viviendas.

En el sector Santa Ana, uno de los sitios visitados, circula la quebrada del mismo nombre. A través de la Ilustración N°1 y N°2 se puede observar los cantos aluvionales que se depositan al margen de la quebrada y la ubicación de viviendas alrededor de la misma.

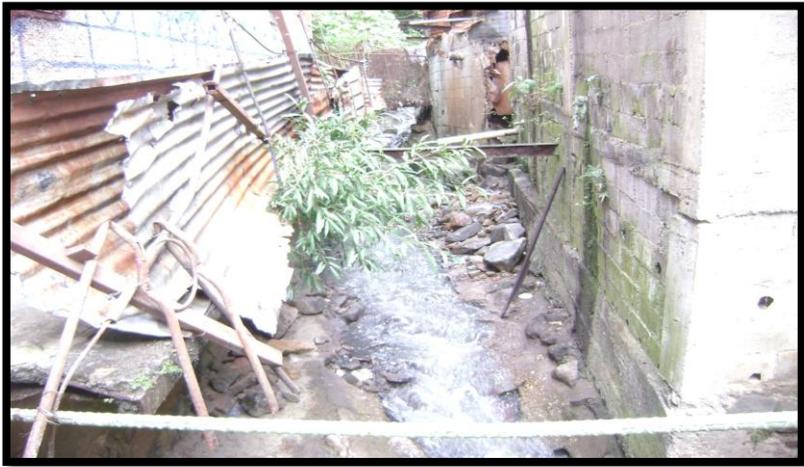


Ilustración N° 1: Quebrada Santa Ana

Ref. Fuente Propia.



Ilustración N° 2: Viviendas alrededor de la Quebrada Santa Ana

Ref. Fuente propia.

Sin embargo, el principal problema que afecta la calidad de suelos de la zona de estudio, son los efectos ocasionados por la deficiente disposición de aguas negras y aguas grises, las cuales por no tener sistemas colectores en el sector son descargadas al terreno. Esto se considere muy perjudicial sobre todo por el contenido de las aguas grises, ya que, como lo menciona el Ing Paparoni, estas aguas contienen un alto nivel de detergente, sustancia altamente dañina para el suelo en donde se dispone ya que lo debilita sustancialmente.

Aunado a estas circunstancias, en los sectores que se visitaron se presenta un grave problema de disposición de desechos sólidos, convirtiendo las laderas del cerro en vertedero por no disponer de sistema eficiente de disposición y almacenamiento de desechos sólidos, generando los lixiviados que debilitan altamente el suelo que lo dispone, en donde no existe ningún tipo de impermeabilización. (Ver Ilustración N°3 y N°4)



Ilustración N° 3: Vertedero en la ladera del cerro en el sector El Refugio.

Ref. Fuente Propia



Ilustración N° 4: Al fondo se aprecia vertedero en la ladera del cerro en el Sector Santa Ana

Ref. Fuente Propia

2.3.3. Factores estructurales.

Un sistema estructural puede describirse como un sistema tridimensional unido a través de miembros estructurales planos y unidireccionales. Generalmente se encuentran dispuestos en planos verticales y horizontales. Un sistema estructural no falla inmediatamente cuando la acción alcanza la intensidad (capacidad que resiste del máximo) de una estructura sino cuando la capacidad de deformación se alcanza en miembros que llevan de la carga vertical, tales como columnas y muros los cuales deben estar interconectados de tal forma que sean capaces de absorber con éxito tanto las cargas impuestas (gravitacionales, viento o sismo) como las deformaciones resultantes. (Alonso, J. 2007)

- **Sistema estructural.**

Es aquel encargado de absorber, transmitir y distribuir las distintas sollicitaciones actuantes sobre una edificación desde el nivel superior hasta la cimentación, además de ser el principal aspecto que determina el comportamiento estructural en función de los requerimientos del proyecto. Una gran capacidad de deformación después de alcanzar la fuerza, conocida comúnmente como ductilidad, se puede obtener en miembros estructurales para poder resistir el colapso incluso después que se desarrollen daños estructurales significativos. El lugar de formación de la posible rótula plástica es normalmente en los extremos de las vigas (respetando el criterio columna fuerte – viga débil) en diseño para alcanzar una estructura dúctil, previniendo todos los modos de falla frágil prematuras en miembros estructurales...

Existen toda una gama de tipologías estructurales conocidas, que pueden ser clasificados en dos grupos principales según el tipo de sollicitaciones a resistir:

Por un lado se encuentran los sistemas resistentes a cargas verticales: están compuesto básicamente por diafragmas horizontales, columnas, paredes de carga y vigas de transferencia cuyo propósito es la transmisión de cargas gravitatorias.

De manera similar se encuentran sistemas resistentes a fuerzas laterales, como su nombre lo dice se encargan de absorber y transmitir fuerzas laterales resultantes principalmente de acciones extraordinarias como sismo y viento a través de los niveles hacia la fundación. Los pórticos resistentes a momento, paredes portantes, mixtas, duales, péndulo invertido son los más representativos de esta categoría.

Sin embargo, para efectos del trabajo realizado es necesario establecer dos (2) sistemas estructurales desarrollados comúnmente en las edificaciones de los barrios:

El sistema predominante dentro de este tipo de desarrollos no controlados, es de pórticos rellenos en mampostería, conformados por miembros de concreto armado (vigas-columnas) anclados en una losa de fundación en su parte inferior y por otra losa (piso o cubierta) en su parte superior. Entre estos se encuentran paredes de ladrillo de bloque de arcilla (principalmente 12 x 20 x 30 y 15 x 20 x 30) unidos con mortero (ver Ilustración N° 5).

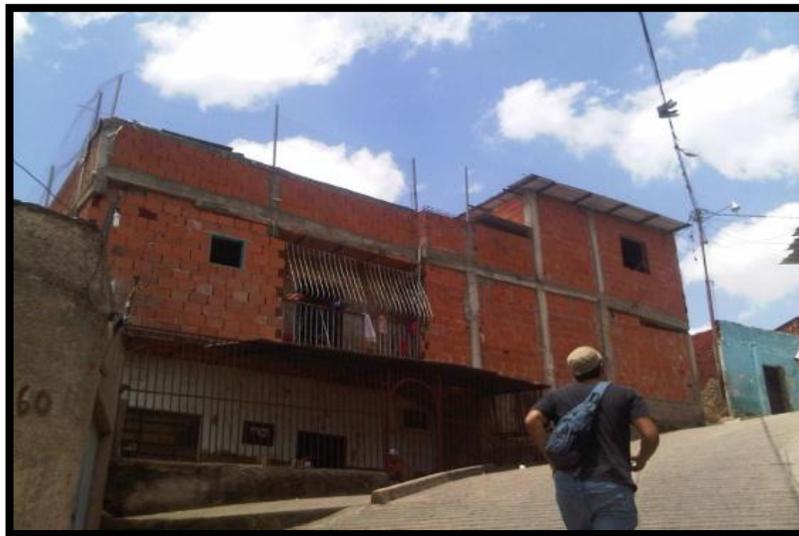


Ilustración N° 5: Vivienda tipo pórticos rellena con mampostería.

Ref.: Fuente propia

Sistema de Mampostería: son todos aquellos que emplean muros conformados por bloques de arcilla y mortero, confinados o no por elementos tipo machones, vigas de corona y dinteles de concreto armado, que en conjunto son los encargados de transmitir las cargas actuantes hasta la cimentación (ver Ilustración N° 6).



Ilustración N° 6: Muro de mampostería confinada. |

Ref.: Fuente propia.

No obstante durante el diseño de los componentes del sistema (columnas, vigas, muros, disposición de rigideces, masas, losas de techo y piso) pueden presentarse alguna serie de factores que atentan contra el buen funcionamiento estructural y por lo tanto pueden llegar a alterar su comportamiento causando el colapso parcial o total del mismo.

- **Columna débil.**

Las columnas son un miembro estructural que se encarga de transmitir las cargas hasta la cimentación manteniendo en pie la estructura. Cualquier irregularidad que pudiese presentarse en este miembro llevaría a una redistribución de cargas desembocando en el colapso parcial o total de la misma. Por esto al diseñar los pórticos, las vigas deben fallar antes que las columnas, haciendo las estructuras más dúctiles, con el propósito de disminuir el riesgo del colapso. No obstante cuando se hace mención a columnas débiles se hace referencia básicamente a dos tipos de casos de falla:

- *Columnas cortas*: común en estructuras de concreto armado y metálicas el cual, se presenta cuando las columnas son confinadas parcialmente por elementos de mampostería, rígidos y frágiles que al interactuar entre sí producen la falla del elemento vertical en común, producto de que la longitud sin confinar no es lo suficiente para que estas logren desarrollar las deformaciones causadas por fuerzas cortantes (ver Ilustración N° 7).



Ilustración N° 7: Efecto de columna corta en vivienda visitada. Sector: El Refugio.

Ref.: Fuente propia.

- *Columnas de menor resistencia que las Vigas*. En la concepción estructural de un edificio se debe buscar la ductilidad manteniendo la premisa máxima que se aprende en las aulas y se repite en el ejercicio laboral: “Columnas fuertes, vigas débiles”. Esto se explica, entre otros parámetros, considerando a la transmisión de cargas en un edificio equivalente a una clepsidra, es decir, las cargas de la losa se transmiten a las vigas y de éstas a las columnas (se puede decir, encausándose hacia éstas). Por lo tanto, las columnas al recibir esa cadena de cargas, y por ende los esfuerzos que se generan, deben estar preparadas estructuralmente para resistirlas. En todo caso - especialmente por los desplazamientos horizontales que se generan en el momento de un sismo- se debe evitar que las columnas se rotulen o por lo menos, que las vigas se rotulen antes que las columnas. En caso contrario sería muy perjudicial para el comportamiento de una estructura (ver Ilustración N° 8).



Ilustración N° 8: Cambio de rigidez en intersección de vigas con columna.

Ref.: Fuente Propia.

- **Piso blando.**

Las variaciones considerables de rigidez entre pisos contiguos los hacen susceptibles a sufrir daños en un sismo a causa de la interrupción en la continuidad de componentes estructurales (muros portantes o columnas) o no estructurales (paredes), así como cambios considerables de altura entrepiso. Esto se debe a que el nivel descubierto se puede considerar como un elemento flexible en comparación con el resto de la estructura que se comporta como un conjunto rígido, generando un grave problema de estabilidad y en especial un cambio drástico de rigidez permitiendo la acumulación de energía en el piso más débil llevándolo a falla cuando es sometido a un sismo.



Ilustración N° 9: Introducción de barrios con piso blando.

Ref. Bolívar, T. Densificación de barrios de Caracas

- **Distribución asimétrica de masas.**

Se ocasiona por altas concentraciones de la masa tales como: tanques, bodegas, archivos, etc. En algún nivel determinado de la estructura. La gravedad del mismo aumenta a medida que dicho nivel se encuentra a mayor altura aumentando la posibilidad de volcamiento de la estructura bajo la acción de un sismo (ver Ilustración N° 10).

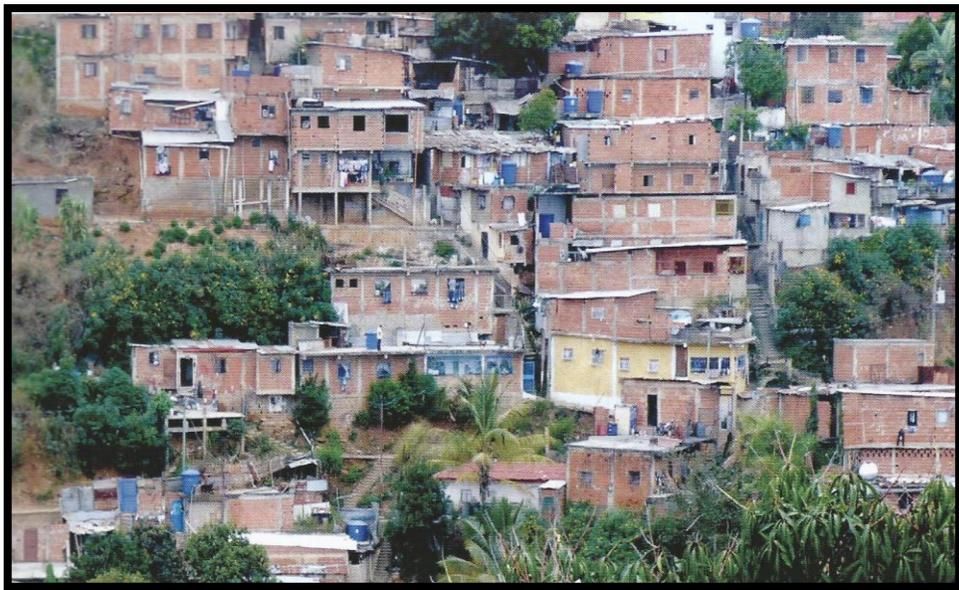


Ilustración N° 10: Foto Distribución asimétrica de masas en viviendas de Antímamo.

Ref.: El Ucabista Magazín N° 121. 2012

- **Ductilidad de la estructura.**

La excesiva flexibilidad que se llegara a desarrollar en una estructura puede llevarla grandes deformaciones laterales entre los diferentes pisos. La raíz de esto radica en luces excesivas entre los elementos de soporte, las alturas libres y las rigideces de los mismos. Todo esto puede traer como consecuencias:

- Daños en los elementos no estructurales adosados a niveles continuos.
- Inestabilidad del o de los pisos flexibles, o de la estructura en general.

- No se desarrolla por completo la ductilidad disponible.

Dentro de este comportamiento hay que hacer especial mención a la flexibilidad de los sistemas de pisos (ver Ilustración N° 11). Un comportamiento considerablemente flexible de un piso se caracteriza por la ausencia de uniformidad en las deformaciones laterales, siendo estas perjudiciales para los elementos no estructurales adosados a este. Por otro lado, la distribución de fuerzas laterales en los elementos verticales no irá en concordancia con la rigidez de los mismos. Varias son las razones argumentales por las cuales se puede desarrollar este particular comportamiento tales como:

- *Relación de aspecto (largo/ancho) de las losas de piso.* Al estar estos elementos sometidos a flexión, a medida que la relación largo/ancho sea mayor, análogamente las deformaciones laterales serán mayores.
- *Rigidez de la estructura vertical.* La flexibilidad de las losas de piso dependen de la distribución en planta de miembros verticales y por ende su rigidez. A medida que dichos miembros presenten rigideces semejante, es de esperarse un mejor comportamiento de la misma que en el caso en el cual tengan grandes diferencias en este punto.
- *Aberturas en las losas.* Las irregularidades de este tipo, principalmente para efectos de iluminación, ventilación, estética y relación visual entre los pisos, ocasionan la aparición de zonas calificables como flexibles dentro del sistema de piso, las cuales impiden el ensamblaje rígido de las estructuras verticales



Ilustración N° 11: Losa de tableros, de frecuente uso en viviendas de carácter utilitario.

Ref.: Fuente propia.

- **Colindancia entre estructura.**

En las grandes urbes de la actualidad, el si se quiere desenfrenado desarrollo de las edificaciones combinado con la ausencia de espacio para el mismo empuja a que las estos se construyan una al lado de las otras, muchas veces reduciendo el espacio disponible para que se desarrollen su comportamiento libremente bajo la acción de acciones extraordinarias como sismos o el viento.

Cuando estas no se encuentran separadas o debidamente fragmentadas por algún tipo de junta, se puede presentar un fenómeno de golpeteo conocido como colindancia, en donde dichas estructuras chocan entre sí provocando daños en la fachadas de las edificaciones involucradas y en algunos casos el colapso de las mismas por la falla de las columnas en la zona de contacto (ver Ilustración N° 12).



Ilustración N° 12: Colindancia entre viviendas. Sector: El Refugio

Ref. Fuente propia.

- **Estimación de cargas.**

Resulta de vital importancia definir y cuantificar las cargas (dinámicas y estáticas) que podrían actuar sobre este durante su vida útil así como también determinar la combinación de estas acciones más desfavorable que pudiesen presentarse sobre la misma. Todo esto con el fin de concebir de manera adecuada y lo más acertada posible una configuración de elementos tanto estructurales como no estructurales.

Dentro de estas consideraciones las acciones o cargas son separadas como acciones estáticas o permanentes, dinámicas o variables, accidentales y extraordinarias.

Se define acciones como *“fenómenos que producen cambios en el estado de tensiones y deformaciones en los elementos de una edificación. Las acciones se clasifican en permanentes, variables, accidentales, y extraordinarias.”* (Fondonorma 2002-88 1988)

- Carga estática o permanente: dentro de este grupo se encuentran todas aquellas que se aplican de forma muy paulatina a la estructura lo cual permite considerarlas invariables en el tiempo las cuales producen deformaciones paulatinas que alcanzaran su máximo valor cuando la carga actuante alcance el suyo. Dentro de este grupo se encuentran las cargas debidas al peso propio, rellenos, paredes, tabiquería, frisos, instalaciones fijas, etc. (Alonso, J. 2007)

Descripción	Peso	Unidad
Losa de tabelones 6 x 20 x 60 Perfil IPN 8	165	kgf/m ²
Losa de tabelones 6 x 20 x 60 Perfil IPN 10	170	kgf/m ²
Laminas corrugadas: Acero Galvanizado (0,2-0,6 mm)	2-6	kgf/m ²
Concreto de Agregados Ordinarios	2400	kgf/cm ³
Concreto Armado de agregados Ordinarios	2500	kgf/cm ³
Acero: Barras, planchas y perfiles	7850	kgf/cm ³
Bloques de Arcilla e= 15 cm sin frisar	170	kgf/cm ²
Bloques de Concreto e=15 cm sin frisar	210	kgf/cm ²

Cuadro N° 3 Pesos de algunos materiales usados en la construcción.

Ref.: Norma de Criterios y Acciones mínimas para el proyecto de edificaciones. Fondonorma 2002.

- **Cargas dinámicas:** son todas aquellas acciones que actúan sobre la estructura resultantes principalmente del uso asignado a la misma, las mas comunes de esta clase son las producidas por equipos o maquinarias, por carga de personas (Habitantes), objetos, vehículos, empuje de líquidos y tierra de carácter variable, vibración, impacto, etc. Se caracterizan por presentar cambios acelerados de magnitud y dirección lo cual trae como resultado que las deformaciones producidas también varíen bruscamente y no necesariamente alcanzan su deformación máxima cuando se presentan los máximos valores de Carga dinámica actuante y sin duda alguna son variables en el tiempo. (Alonso, J. 2007)

Uso de la Edificación	Ambiente	Peso (Kgf/m ²)
Viviendas Unifamiliares y Multifamiliares	Aéreas públicas, pasillos, comedores, vestíbulos.	300
	Salones de Fiesta	500

Cuadro N° 4: Ejemplos típicos de Cargas mínimas distribuidas variable.

Ref.: Criterios y Acciones mínimas para el proyecto de edificaciones. Fondonorma 2002.

- **Acciones accidentales:** son producto de la acción del medio ambiente sobre una edificación durante su vida útil. Presentan una pequeña probabilidad de ocurrencia sólo durante lapsos breves de tiempo siendo las más representativas aquellas debidas al sismo, al viento, la lluvia, cambios de temperatura, etc. (Alonso, J. 2007)
- **Acciones extraordinarias:** normalmente no son consideradas durante la vida útil de una edificación y que, sin embargo, pueden presentarse en casos excepcionales y causar catástrofes, como las acciones debidas a explosiones, incendios, etc. (Alonso, J. 2007)

2.3.4. Factores arquitectónicos.

Estos condicionan la configuración estructural de una edificación así como su vez influyen dentro del comportamiento dinámico de este bajo la acción de un sismo, lo cual hace necesario considerar la forma y distribución de los elementos no estructurales principalmente fachada y tabiquería dentro del proceso de análisis y diseño estructural con el propósito de que independientemente de los requerimientos de funcionalidad, estética y de servicio, el sistema como conjunto sea capaz de desarrollar un comportamiento en todo momento que le permita absorber las acciones impuestas así como las deformaciones resultantes. Muchos han sido los casos de edificaciones que han colapsado parcial y totalmente debido a errores de diseño en cuanto a configuración y distribución de elementos estructurales y no estructurales siguiendo los requerimientos de tipo arquitectónico, dentro de las cuales los principales factores a considerar se presentan a continuación. Haciendo énfasis en la temática tratada, el desarrollo de viviendas de carácter auto producido no responden a requerimientos arquitectónicos o urbanísticos se refiere, sino que al ser producto de sus propios habitantes, estas se adaptan a sus necesidades y capacidad adquisitiva, evidenciándose en la ausencia de acabados, friso o revestimiento alguno.

- **Influencia de la tabiquería.**

Es una consideración fundamental dentro del comportamiento estructural de una edificación que bajo la acción de un sismo puede llegar a ser determinante convirtiéndose en unas de las causas más frecuente de fallas parciales y generar importantes daños dentro del mismo. Esto ocurre debido a que se ha creado la costumbre dentro de la práctica diaria durante el proceso del análisis y diseño estructural, generalmente no se considera la participación de la tabiquería dentro de la rigidez del sistema, sino que solamente se le considera como parte de las cargas permanentes actuantes. Esta errada práctica se expresa en el comportamiento dinámico de la

estructura principalmente en estructuras de concreto armado con columnas de sección pequeñas así como estructuras de acero.

- **Irregularidad en planta**

Un edificio no se puede considerar como un conjunto uniforme sino que responde principalmente a las consideraciones de tipo urbana, vistosidad, uso y estilo, lo cual condiciona la forma, tamaño, naturaleza y ubicación de los elementos (estructurales y no estructurales) que lo conforman y como consecuencia su comportamiento. Dentro de este aspecto se deben considerar principalmente dos cosas longitud entre apoyos y su forma tanto en planta como en elevación.

- Separación entre apoyos: Definida como la distancia perpendicular entre las caras internas de dos (2) consecutivos pertenecientes al mismo pórtico, medida en cualquier dirección previamente establecida. Esta influye significativamente en la respuesta de una estructura ante un sismo. Durante este, ocurre una transmisión de ondas cuya velocidad dependerá de las características del suelo principalmente masa y rigidez del mismo. Causando que el comportamiento en cada apoyo sea distinto y cuya diferencia aumentara a medida que la separación entre estos sea mayor. Los edificios pequeños se suelen adaptar mejor mientras que en caso de edificaciones largas es necesaria la división de estas en bloques mediante el empleo de juntas de dilatación sísmica con el propósito de permitir un adecuado movimiento de cada golpe, previniendo el golpeteo o choque entre estos.
- La forma de la planta de una estructura influye significativamente en el comportamiento de la misma en especial cuando se presentan formas irregulares o plantas complejas que consisten en secciones de la misma que están orientadas en diferentes direcciones sin uniformidad como por ejemplo formas tipo H, L, U, entre otras. Su presencia genera grandes esfuerzos en la zona de transición causando con frecuencia daños en los elementos no estructurales, en la estructura vertical y aun en el diafragma de la planta.

- La norma venezolana para el diseño de edificaciones sismorresistentes establece que se puede considerar como estructural de forma irregular, a toda aquella que presente alguna de los aspectos descritos dentro del artículo 6.5.2. (Fondonorma, 1753-2006)
- Similarmente los cambios de la configuración en elevación del volumen de una estructura sobre todo si se realizan de forma repentina generan cambios bruscos de rigidez y de masa, causando la concentración de fuerzas y por ende daños en los pisos aledaños.

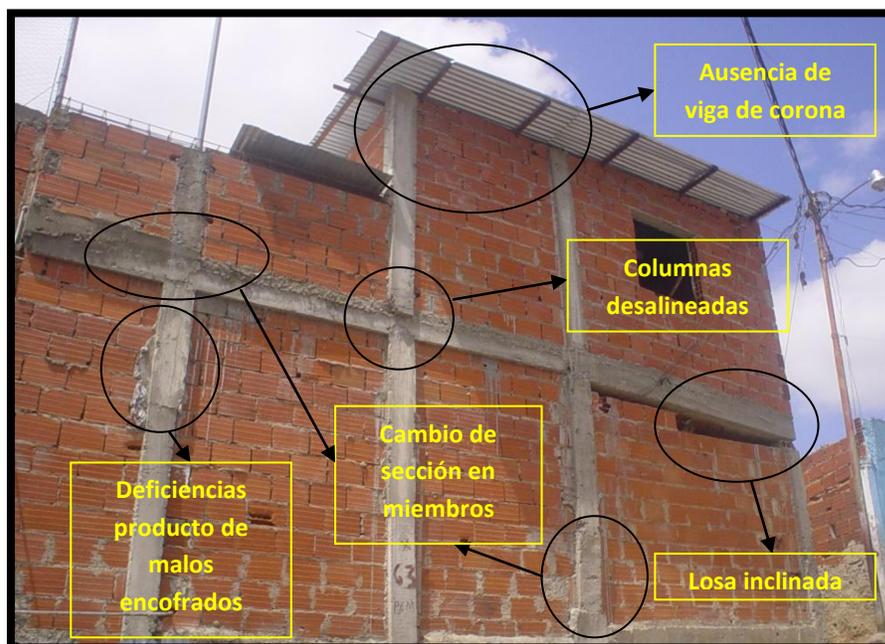


Ilustración N° 13: Evidencias del deficiente método constructivo aplicado en el sector.

Ref.: Fuente propia.

- **Irregularidad en elevación**

Este tipo de irregularidades tiene lugar cuando existen algún tipo de cambios considerables en la verticalidad de la edificación como las discontinuidades geométricas entrantes y salientes (Ver Ilustración N° 10), o algún escalón a lo largo de su eje vertical. Se considera importante cuando la dimensión horizontal de la planta de un nivel es mayor al 130% de la dimensión del piso contiguo, convirtiéndolas en edificaciones muy vulnerable. (Alonso, J. 2007.)

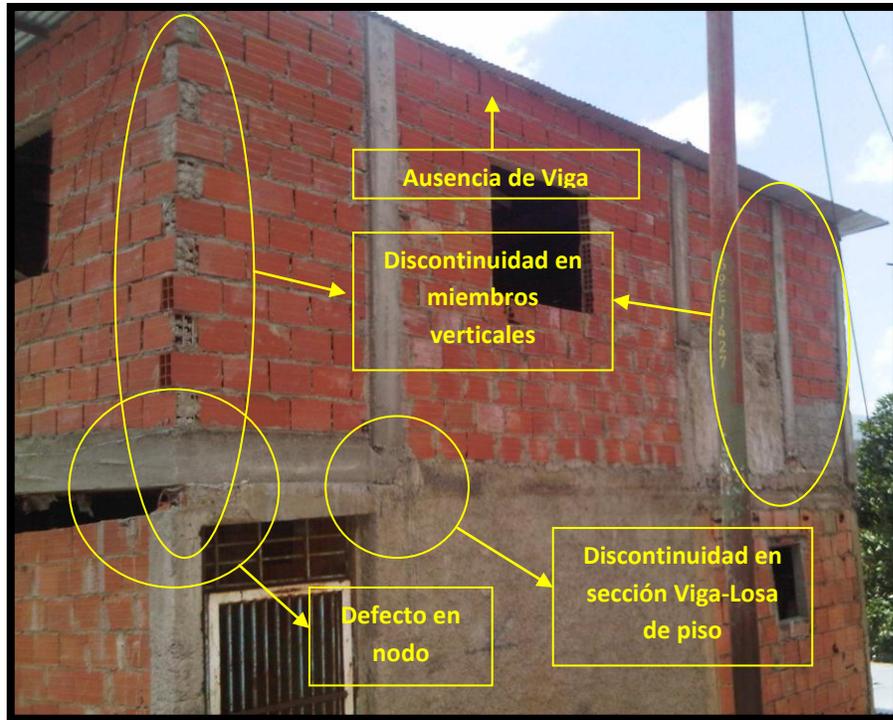


Ilustración N° 14: Serie de irregularidades en elevación. Sector El Refugio.

Ref.: Fuente propia.

- **Sistemas portantes no paralelos.**

Asociado con la irregularidad en planta de las edificaciones, se presenta cuando los sistemas estructurales resistentes a las fuerzas laterales no son paralelos a los ejes principales. Este en conjunto con una distribución atípica de rigidez y masa (asimétrica de la fachada y/o la tabiquería) de la edificación pueden conllevar a presentar daños durante la acción de un sismo debido a que este genera torsión sobre la estructura debido a que esta no se presenta respecto al eje vertical de la planta.

2.3.5. Factores constructivos.

Los materiales de construcción juegan un papel indispensable en la ejecución de cualquier obra de ingeniería sin importar su magnitud o importancia. El concreto armado, el acero estructural, la madera y los elementos de mampostería se encuentran dentro de los materiales más usados a nivel mundial de modo que es importante conocer y comprender sus propiedades, comportamiento individual y en conjunto así como su participación dentro del comportamiento del sistema estructural. Estos han demostrado ser capaces de adaptarse a una gran variedad de requerimientos en cualquier lugar siempre y cuando se acaten los requerimientos normativos referentes al análisis, diseño y construcción.

- **Calidad y comportamiento de los materiales.**

Los materiales empleados durante la construcción, principalmente aquellos que conforman parte del sistema estructural resistente deben de presentar una serie de propiedades que son definidas mediante ensayos estandarizados dentro de las normas vigentes tales como ASTM (*American Institute of Testing and Materials*) o Fondonorma, lo cual hace relevante elaborar un programa de supervisión e inspección denominado comúnmente como controles de calidad tanto en taller como en obra, con el propósito de garantizar que el comportamiento de los materiales no derive en comportamiento inadecuados de un sistema estructural cualquiera bajo las sollicitaciones actuantes.

- **Concreto estructural:**

El concreto es un material compuesto principalmente por cemento, agua, agregado grueso (arenas) y agregados gruesos (piedra picada, canto rodado, grava de río) y dadas las circunstancias aditivos, los cuales se mezclan entre sí resultando un material pétreo de gran resistencia. Para garantizar su calidad y resistencia es indispensable controlar las condiciones de humedad y temperatura del lugar de preparación y vaciado desde el instante que se vierte en los encofrados hasta que se complete el proceso de fraguado a través del curado de concreto.

Su dosificación, preparación y control de calidad se realiza a través de una serie de procesos normalizados en las normas ASTM o Fondonorma donde se establece que dicha dosificación es el resultado de la ejecución de una serie de ensayos de laboratorio con el propósito de determinar las proporciones de los distintos componentes de la mezcla para cumplir los requerimientos de resistencia y trabajabilidad así como realizar las correcciones necesarias en obra durante su vaciado. En comparación con otros materiales, el concreto presenta la gran ventaja de que requiere poco mantenimiento así como su durabilidad.

Entre las principales ventajas que constituyen al concreto como el material más utilizado en la construcción de viviendas en presentes en los barrios se encuentran las siguientes razones:

- Posee una gran capacidad resistente a la compresión.
- Es poco susceptible al ataque de acciones como el fuego y del agua.
- No se requiere de mano de obra especializada.
- Es adaptable a las formas de los encofrados o moldes en su fase pastosa y fluida.
- La materia prima necesaria para su fabricación por lo general suele estar disponible en sitios cercanos.

Sin embargo, la construcción con este material requiere un control de calidad estricto. Lo cual, es prácticamente inexistente en el desarrollo de este tipo de edificaciones, incidiendo en el grado de vulnerabilidad que éstas presentan.

El concreto es un material compuesto principalmente por cemento, agua, agregado grueso (arenas) y agregados gruesos (piedra picada, canto rodado, grava de río) y dadas las circunstancias aditivos, los cuales se mezclan entre sí resultando un material pétreo de gran resistencia (Ver Ilustración N° 15). Para garantizar su calidad y resistencia es indispensable controlar las condiciones de humedad y temperatura del lugar de preparación y vaciado desde el instante que se vierte en los encofrados hasta que se complete el proceso de fraguado a través del curado de concreto.



Ilustración N° 15: Materiales empleados para la elaboración del concreto.

Ref.: Fuente Propia.

Su dosificación, preparación y control de calidad se realiza a través de una serie de procesos normalizados en las normas ASTM o Fondonorma donde se establece que dicha dosificación es el resultado de la ejecución de una serie de ensayos de laboratorio con el propósito de determinar las proporciones de los distintos componentes de la mezcla para cumplir los requerimientos de resistencia y trabajabilidad así como realizar las correcciones necesarias en obra durante su vaciado. En comparación con otros materiales, el concreto presenta la gran ventaja de que requiere poco mantenimiento así como su durabilidad (ver Cuadro N° 5).

PRINCIPALES ASPECTOS DEL USO DE CONCRETO ESTRUCTURAL	
Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Posee una gran capacidad resistente a la compresión. ➤ Es poco susceptible al ataque de acciones como el fuego y del agua. ➤ Presenta gran rigidez, disminuyendo los desplazamientos laterales de las estructuras construidas principalmente con dicho material. ➤ No presenta una disminución de su resistencia durante su vida útil. ➤ No se requiere de mano de obra especializada. ➤ Es adaptable a las formas de los encofrados o moldes en su fase pastosa y fluida. ➤ La materia prima necesaria para su fabricación por lo general suele estar disponible en sitios cercanos. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Posee una pobre capacidad resistente a la tracción. ➤ Es susceptible al ataque en ambientes corrosivos si no posee un recubrimiento adecuado. ➤ La cantidad de madera para emplear como encofrados puede elevar significativamente los costos. ➤ Los encofrados no pueden utilizarse hasta que el concreto endurezca. ➤ El peso de las estructuras de concreto es significativo. ➤ Las estructuras de concreto de grandes alturas implican elementos de grandes secciones en los niveles inferiores. ➤ La construcción con este material requiere un control de calidad estricto.

Cuadro N° 5: Principales Aspectos del Uso de Concreto Estructural.

Ref.: Alonso, J. 2007.

• **Acero :**

El acero es una aleación constituida por hierro y carbono, reduciendo durante el proceso los contenidos de carbono, silicio y azufre que en principio son perjudiciales al acero. Las propiedades del acero dependen de la cantidad de carbono empleada en el proceso de fabricación. Esta combinación ha producido un material muy versátil empleado en múltiples funciones de las edificaciones y se clasifican en dos grandes grupos:

El primero son los catalogados como acero de refuerzo, el cual se encuentra principalmente compuesto por barras dispuestas dentro del concreto con el propósito de absorber las distintas sollicitaciones como corte, flexión, compresión y en especial la tracción (ver Ilustración N° 16). Estas son de carácter comercial, usualmente accesible a toda persona perteneciente a la construcción, por lo cual es un material muy usado en el desarrollo de las viviendas de autoconstrucción de acuerdo al tipo de cabilla que se demande y las disponibles en el mercado.

Una de las mayores deficiencias en las viviendas en asentamientos no controlados es la calidad del detallado de acero en los miembros estructurales que la conforman. El doblaje de las cabillas y los estribos se realizan de manera incorrecta o poco conveniente. Como se puede apreciar en la Ilustración N° 16, en las viviendas de autoconstrucción se suele disponer las cabillas a la intemperie para futuras ampliaciones de altura, con una mayor exposición a la corrosión y desgaste, así como una disposición de estribos de manera irregular a lo largo de la columna.



Ilustración N° 16: Barras de acero usadas como refuerzo de miembros, expuestas al ambiente.

Ref.: Fuente propia.

El segundo grupo consta del denominado acero comercial o acero estructural el cual consiste en el uso de elementos de forma preestablecida o miembros que hacen parte del sistema estructural resistente. La forma general de presentación de los aceros estructurales es en una serie de gamas de perfiles laminados, pernos, planchas, uniones apernadas, conectores de corte, todo estos fabricados en talleres por encargo (ver Ilustración N° 17).

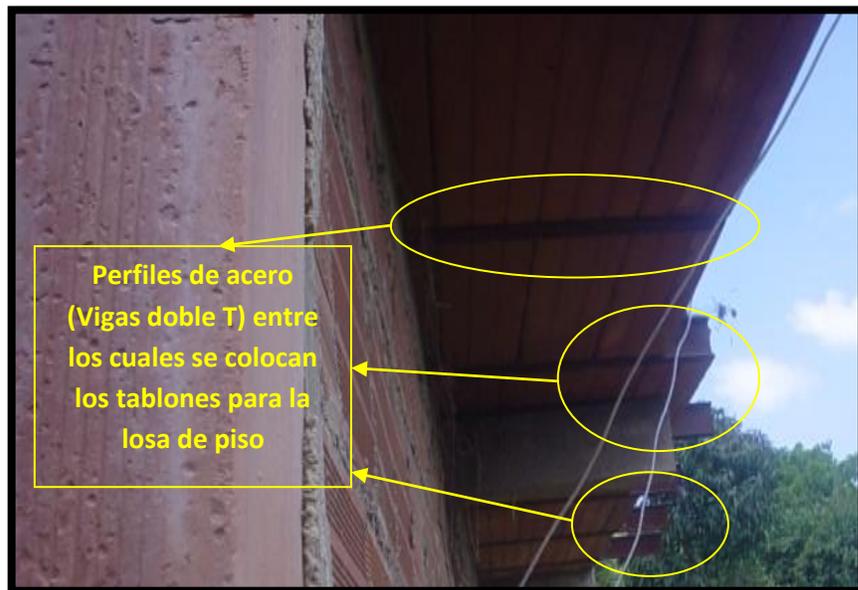


Ilustración N° 17: Aumento de la superficie de losa en vivienda visitada. Sector: El Refugio

Ref. Fuente propia.

- **Tabelones:**

Son bloques de arcilla de sección rectangular hueca, de sección predefinida, la cual determinará la separación de los perfiles empleados (generalmente IPN 8 a 14) en función de las cargas que deba resistir la losa (ver Ilustración N° 18). Los perfiles se calculan como una viga de acero sometida a flexión, sobre ellos se deben soldar los conectores de corte que permitirán que la loseta de concreto (de espesor mínimo recomendado 6 cm) y los perfiles metálicos trabajen en conjunto. Haciendo que trabajen como una losa nervada armada en una dirección (la dirección de los perfiles, que debe ser la más corta).

Estas losas presentan la ventaja que no requieren de encofrado debido a que los tabelones realizan ese trabajo, disminuyendo los costos de madera para encofrado y acelerando los ritmos de construcción.

El apuntalamiento de los perfiles es ampliamente recomendado con el propósito de garantizar la seguridad durante la etapa constructiva además de prevenir vibraciones excesivas, ya que estos deben resistir cargas durante la construcción que podrían llegar a ser mayores que las cargas de servicio. (Losa de Tabelones, Sidetur, 2004)



Ilustración N° 18: Tabelones empleados en losas de piso o cubierta.

Ref.: Fuente Propia.

- **Bloques de Arcilla:**

Fabricados de material de carácter sedimentario, compuesto por partículas muy pequeñas de silicatos hidratados de alúmina, además de otros minerales como montmorillonita y la illita. Son de fácil fabricación gracias a la plasticidad que poseen, facilitando el moldeado de estos en la gama de formas disponibles dentro del mercado (ver Ilustración N° 19).

Se pueden clasificar básicamente en dos (2) formas: según su tipo (macizo o hueco) o su resistencia (A o B), las cuales se encuentran desarrolladas dentro de la norma COVENIN 01-1978 y 02-1978.

Son empleados en la mayoría de las edificaciones, principalmente residenciales como materia prima junto al mortero para la construcción de paredes y muros.



Ilustración N° 19: Bloques de Arcilla empleados en el desarrollo de las viviendas.

Ref.: Fuente Propia.

De esta manera, se definen los aspectos más importantes que conforman los factores de vulnerabilidad estructural, y los elementos a tomar en cuenta para la evaluación de las estructuras potencialmente vulnerables.

CAPÍTULO III.

3. MARCO METODOLÓGICO.

3.1. DESCRIPCIÓN BREVE ZONA DE ESTUDIO.

La parroquia Antímáno es una de las 32 parroquias que conforman parte del Distrito Federal además de ser una de las 22 pertenecientes al Municipio Libertador. Ubicada a 950 msnm, limita al norte con las parroquias El Junquito y Sucre, al Sur con las parroquias Macarao y Caricuao, al este con las parroquias El Paraíso y La Vega, finalmente al oeste limita con el Estado Vargas. Según el censo de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística del año 2001 la parroquia Antímáno la conformaban 144.081 habitantes, con una proyección para 2012 de 156.954 habitantes

Su origen radica desde principios del siglo XVI como un pueblo consolidado cuya actividad principal desarrollada era la agricultura. Se mantuvo de carácter rural hasta mediados del siglo XX cuando se presentó un auge industrial en la zona, impulsado por el establecimiento en el año 1948 de la primera siderúrgica venezolana, bajo el nombre de Siderúrgica Venezolana S.A. (Sienas), posteriormente Siderúrgica del Turbio (Sidetur), en la entonces rural Villa de Antímáno, así como el establecimiento de otras industrias que se puedan citar como la de la empresa Polar y General Motors, con lo cual se termina de desplazar a la agricultura como actividad predominante en el sector.

Con la transformación que sufre la ciudad de Caracas y otras ciudades sumadas al aumento de su densidad poblacional, Antímáno, como parroquia foránea de Caracas, se producirán cantidad de asentamiento de emigrantes del campo que buscan mayores oportunidades en la ciudad. A partir del poblado existente van a ser invadidos los cerros por venezolanos pobres quienes desarrollan e instalan en casas sin planificación. Así surgen los barrios de Las Delicias, Vidal López, Las Clavellinas, Germán Rodríguez, La Redoma, La Acequia, El Carmen, Vuelta del Fraile, Germán González, La Gruta, La Grama, La Colmena, La Quebrada, Matapalo, Subida de la Pedrera, El Rosario, Buena

Vista, Santa Ana y El Refugio; siendo los últimos dos, los seleccionados como zona de estudio. (Muerza, Antonio. Ediciones Sidetur)

En dichas zonas (Sector Santa Ana y El refugio) se analizaron en total veinte (20) viviendas de manera aleatoria. En la Ilustración N° 20 y 21 se presenta imagen satelital de la ubicación de las zonas de estudio.

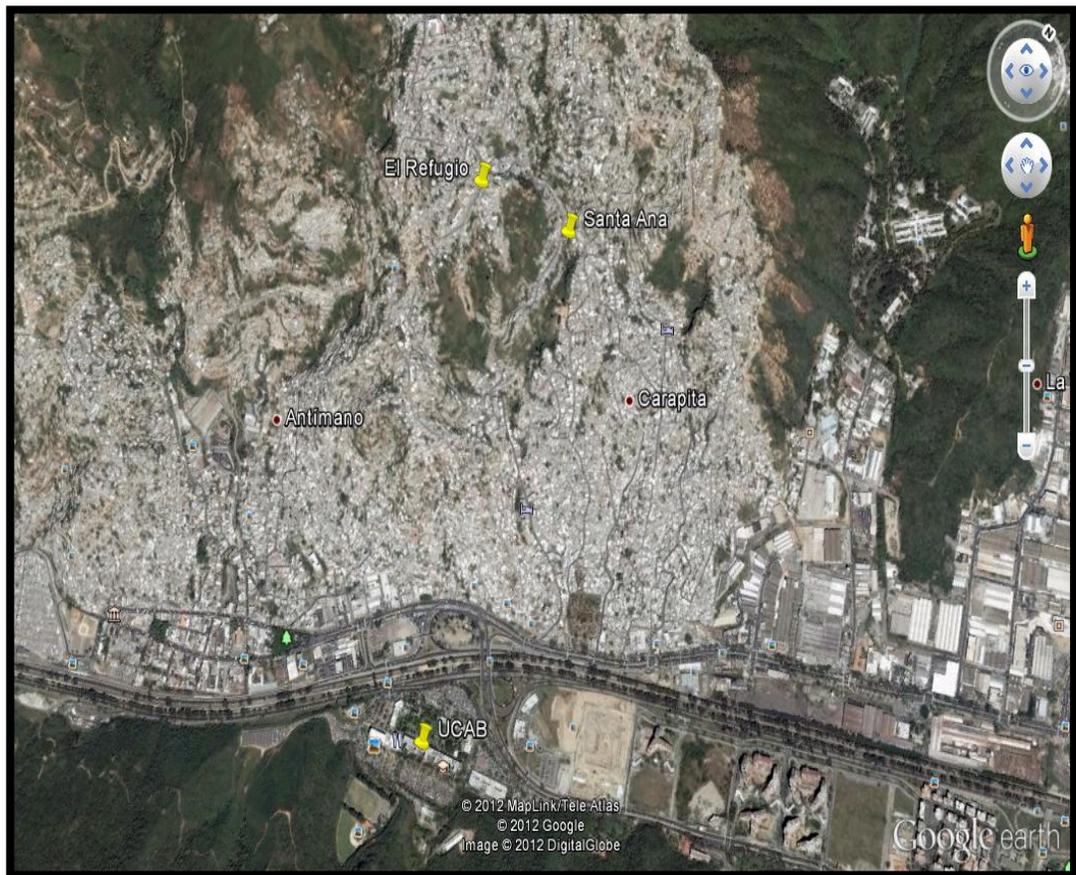


Ilustración N° 20: Foto satelital de la Parroquia Antímáno.

Ref.: Google Earth.

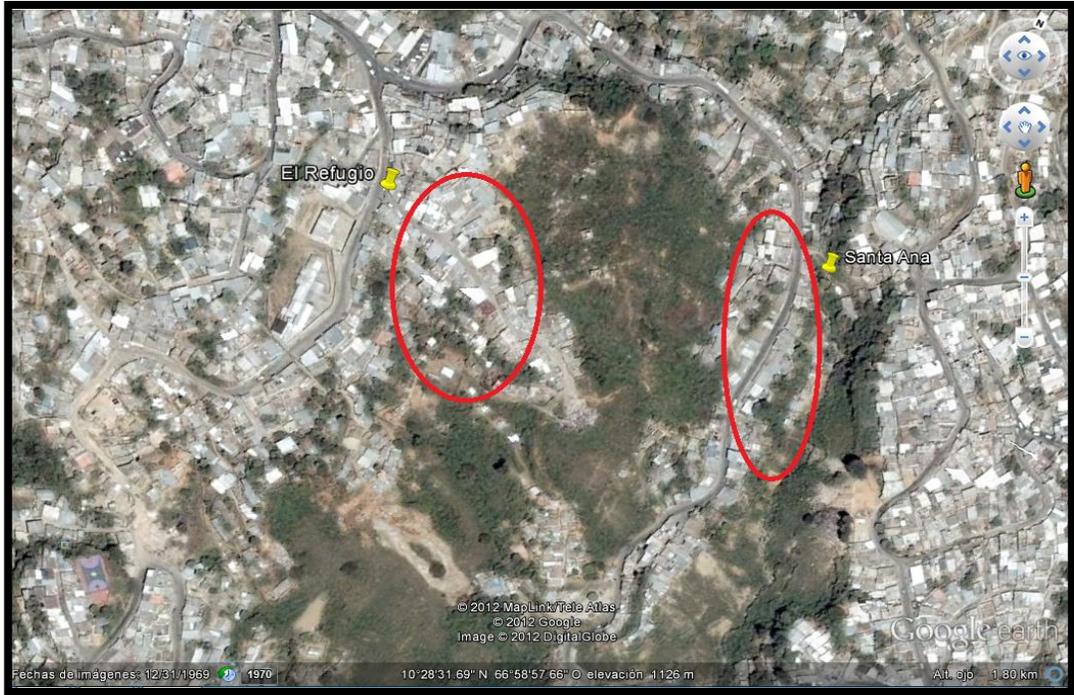


Ilustración N° 21: Foto satelital de los sectores de estudio.

Ref.: Google Earth.

3.2. MÉTODO DESARROLLADO.

3.2.1. Recolección de información:

El estudio fue dividido en tres etapas, la primera estuvo basada principalmente en la recopilación de información a ser aplicada en aspectos a vulnerabilidad de las edificaciones en concreto. Dicha información se obtuvo de diferentes medios como:

- Normas.
- Textos.
- Folletos y Revistas.
- Trabajos de Grado.
- Páginas de internet.

3.2.2. Elaboración de la herramienta de apoyo:

Para la realización del trabajo en campo, se construyó una planilla de información, tipo encuesta, con el fin de agrupar los parámetros estructurales que permitan obtener la tipología de las viviendas estudiadas. La planilla se desarrolló sobre la base de una referencia propia, en función de los requerimientos principales del objeto de estudio, sin embargo se tomaron referencias de trabajos precedentes en materia de tipología estructural, como el material de la profesora de la UCV, Iris Rosas, sobre la cultura constructiva en los barrios de Caracas; y el trabajo sobre el índice de vulnerabilidad sísmica desarrollado por los ingenieros Rondón, Chio y Araujo de la Universidad Central de Santander, Colombia.

El instrumento de trabajo está organizado para condensar en una misma planilla la información sobre cuatro (4) grupos principales que se describen a continuación:

GRUPO N° 1, Sistema estructural:

- Niveles.
- Sistema estructural.
- Altura Entrepisos.
- Otras consideraciones.
- Geometría Viga-Columna.
- Separación.
- Configuración en planta.
- Configuración en elevación.

GRUPO N° 2, Losa:

- Tipo.

GRUPO N° 3, Elementos no estructurales:

- Material de Cubierta.
- Fachada.
- Tanque de Agua.

GRUPO N° 4, Datos referenciales:

- Número de Residentes por vivienda.
- Ubicación.
- Antigüedad.
- Fecha.

El instrumento elaborado conforme el tipo encuesta fue validado mediante varias pruebas de campo, con el propósito de verificar que la misma reflejara la información requerida, así como también agregar o descartar aspectos o características no contempladas originalmente, con el propósito de condensar mayor información en la medida de lo posible dentro de la misma. En la Ilustración N° 22 se muestra la Planilla de Información tipo, señalando la disposición de los grupos mencionados anteriormente que se condensaron en la misma, sin embargo para un mejor detallado referirse al Anexo 7.2.

UCAB  **Universidad Católica ANDRÉS BELLO**

PLANILLA DE INFORMACIÓN

Familia: _____ Dirección: _____ **GRUPO N° 4**

Edad: _____ Sector: _____ Habitantes: _____ Fecha: _____

TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL

Sistema Resistente: Pórticos Mampostería: C S

Paredes Perimetrales **Paredes Internas** **Acabados y Fachada**

Bloques y Ladrillos (cm)		Bloques y Ladrillos (cm)		Tipo		Friso		Cerámica		Otro		Ninguno	
Arcilla <input type="checkbox"/>	Concreto <input type="checkbox"/>	Arcilla <input type="checkbox"/>	Concreto <input type="checkbox"/>	Externo <input type="checkbox"/>	Interno <input type="checkbox"/>	Externo <input type="checkbox"/>	Interno <input type="checkbox"/>	Externo <input type="checkbox"/>	Interno <input type="checkbox"/>	Externo <input type="checkbox"/>	Interno <input type="checkbox"/>	Externo <input type="checkbox"/>	Interno <input type="checkbox"/>
Sobre las vigas: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Sobre las vigas: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Escaleras SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Externa <input type="checkbox"/> Interna <input type="checkbox"/>		Maciza <input type="checkbox"/> Perfil/Loseta <input type="checkbox"/> Otra <input type="checkbox"/>		Tanque de Agua <input type="checkbox"/>		Número: _____	
Condición Actual Terminada <input type="checkbox"/> Ampliación <input type="checkbox"/>													

GRUPO N° 1 (indicated by arrows pointing to the 'Paredes Perimetrales' and 'Paredes Internas' sections)

Geometría de la Planta

Viga: SI NO

Material y Sección: h (cm) _____ b (cm) _____ Perfil

Respecto a la Losa: Por dentro Por Fuera

Columna/Machón: SI NO

Material y Sección: Concreto Armado Perfil

Relación: Columna Mayor Viga Mayor

Uso de la Edificación

Vivienda (Propia) (Alquilada) Comercio Misto

Tipos: Ninguna Tabelón Maciza en Sofito Nervada Otra e (cm) _____

N1 N2 N3

Columnas

Ventilación Salientes F M D Macizo Tabelones Lamina Zinc/Aluminio Otro

Acabado Piso

Rustico (Concreto) Cerámica Baldosa Otro Ninguno

Otras consideraciones Estructurales

Colindancia Piso Blando Columna Corta Falta de Continuidad Falta Apoyos Defectos en Uniones

Niveles	Pórtico Principal Separación (m)					H (m)	Pórtico Transversal Separación (m)						
	X1	X2	X3	X4	X5		X1	X2	X3	X4	X5		
N1													
N2													
N3													

GRUPO N° 2 (indicated by arrows pointing to the 'Uso de la Edificación' and 'Tipos' sections)

GRUPO N° 3 (indicated by arrows pointing to the 'Uso de la Edificación' and 'Tipos' sections)

Ilustración N° 22: Planilla de Información usada durante el trabajo de campo.

Ref.: Fuente Propia.

Se procedió a la realización de una serie de visitas comprendidas durante los meses de Febrero y Marzo del presente año (2012). A partir de la información recolectada se procedió al desarrollo y organización de una serie de resultados mediante el empleo de Microsoft Office 2007 (Word y Excel), y análisis visual mediante un conjunto de imágenes fotográficas en función de los aspectos de las tipologías estructurales identificadas en la zona de estudio.

3.2.3. Índice de vulnerabilidad:

Desarrollado por un grupo de investigadores Italianos en 1982, con base a observaciones y experiencia obtenidas de daños provocados por terremotos desde 1976. A partir de esta información se elaboró una gran base de datos relacionando los daños producidos por terremotos de determinada intensidad y los aspectos de la tipología estructural de las edificaciones; es una herramienta de estudio adaptada principalmente de mampostería como de concreto armado de determinada tipología, permitiendo hacer una estimación inicial de daños en caso de terremoto sin ser necesaria una descripción detallada de la misma o daños a diferencia de los métodos convencionales de vulnerabilidad sísmica.

La metodología se desarrollo para las tipologías de mampostería y concreto armado, poniendo un especial interés en las primeras debido a que son las construcciones con mayor porcentaje en Italia y en general a nivel mundial.

Dentro de las razones argumentables para su empleo, se pueden resaltar:

- Está fundamentada en datos reales.
- Se puede aplicar en estudios a nivel urbano.
- Se tiene la experiencia de haberse aplicado en diferentes ciudades de Italia con buenos resultados y como consecuencia se adoptó oficialmente por un organismo gubernamental de protección civil (Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti, GNDT).

El método identifica los parámetros más importantes que controlan el daño en los edificios causados por un terremoto. Este califica diversos aspectos de los edificios tratando de distinguir las diferencias existentes en un mismo tipo de construcción o tipología. Esta es una ventaja sobre los métodos que clasifican las construcciones por tipología, material o año de construcción.

Los aspectos considerados dentro la misma son: configuración en planta y elevación, tipo de cimentación, elementos estructurales y no estructurales, estado de

conservación, tipo y calidad de los materiales para evaluar los parámetros que calificados individualmente en una escala numérica, afectada por un peso W_i , que trata de enfatizar su importancia relativa en el resultado final.

En total son once parámetros que calificados con su valor máximo se obtiene un índice de 382,5. En la Tabla N° 4 se muestran dichos parámetros considerados, los valores correspondientes a los coeficientes de calificación posible K_i de acuerdo a la condición de la calidad (de A –óptimo- a D –desfavorable-) y a los factores de peso W_i asignados a cada parámetro. Estos se obtuvieron de manera subjetiva basada en la experiencia de los investigadores y de los datos reales obtenidos en cada evento sísmico. Finalmente, el índice global de cada edificio se obtiene a partir de la ecuación 3.1:

$$Iv = \sum_{i=1}^{11} K_i * W_i$$

- Organización sistema resistente: tipo de sistema resistente empleado (pórticos rellenos con mampostería, mampostería simple o confinada), presencia de irregularidades en miembros estructurales.
- Calidad sistema resistente: tipo y calidad del material empleado (concreto armado, acero de refuerzo, mampostería, etc.) además de la calidad del método constructivo (se infiere visualmente a partir de la presencia efecto de columna corta, ausencia de columnas en intersección de vigas, discontinuidades en miembros, piso blando, etc.).
- Resistencia convencional (Aspecto no evaluado en el presente estudio).
- Posición del edificio y cimentación: Evaluada a simple vista, la influencia del terreno y de la cimentación limitando el análisis a: la pendiente del terreno, probables diferencias entre las cotas de cimentación, la presencia de grietas en la vivienda que permitan inferir problemas de asentamiento en la misma y en el caso particular de nuestra temática, la presencia de quebradas en las adyacencias de las viviendas.

- Losas: material (tabelón o maciza), su vinculación al sistema estructural.
- Configuración en planta: Separación entre columnas, disposición de columnas en dirección X e Y (Siendo X las líneas de resistencia o pórticos paralelos a la entrada principal mientras que Y son aquellas perpendiculares a las descritas).
- Configuración en elevación: continuidad del sistema estructural en altura, cambios de rigidez, presencia de pisos blandos y altura de entre piso. Además se toma en cuenta la distribución de masas en altura (lo ideal es que disminuya), presencia de masas concentradas como tanques de agua en pisos intermedios o la cubierta.
- Muros de mampostería: material que lo conforma, si los ladrillos se encuentran trabados entre sí, disposición de ambas direcciones (X e Y).
- Tipo de Cubierta: Material, disposición y calidad del método de instalación de la cubierta, que implica un riesgo para ocupantes como para el comportamiento desarrollado por la estructura.
- Elementos no estructurales: Fachada de pared, acabados de piso, tanques de agua y cualquier otro aspecto que impliquen un riesgo a los ocupantes de las edificaciones.
- Estado de conservación: Presencia de fisuras en vigas, columnas, machones o la mampostería, antigüedad y posible deterioro, que causan pérdida de ductilidad en la estructura.

Grado	Iv
BAJO	< 100
MEDIO	100 a 200
ALTO	200 a 250
ELEVADO	250 a 383

Cuadro N° 6: Rango de vulnerabilidad.

Ref.: Datos del estudio.

PARÁMETROS	Clases Ki				Peso
	A	B	C	D	Wi
Organización del Sistema Resistente	0	5	20	45	1
Calidad del Sistema Resistente	0	5	25	45	0,25
Resistencia Convencional	0	5	25	45	1,5
Posición edificio y cimentación	0	5	25	45	0,75
Diafragmas Horizontales	0	5	15	45	1
Configuración en Planta	0	5	25	45	0,5
Configuración en Elevación	0	5	25	45	1
Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0,25
Tipo de cubierta	0	15	25	45	1
Elementos no estructurales	0	0	25	45	0,25
Estado de Conservación	0	5	25	45	1

Cuadro N° 7: Escala de Vulnerabilidad de Benedetti-Petrini.

Ref.: Fuente Propia.

Definidos los aspectos que conforman la tipología estructural, se procedió a su posterior discusión, análisis, emisión de conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO IV.

4. RESULTADOS.

4.1. TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL:

En total se visitaron 20 estructuras, las cuales fueron analizadas con graficas y Tablas en Excel, apoyados además por material fotográfico que permitiesen ilustrar la información obtenida. A continuación se muestran de forma desglosada los principales aspectos de la tipología estructural estudiados.

4.1.1. Organización del sistema resistente.

- Niveles:

Niveles	N° Viviendas	(%)
1	12	60
2	7	35
3	1	5
Total	20	100

Tabla N° 1: Distribución de viviendas en función al número de niveles.

Ref.: Datos del estudio.

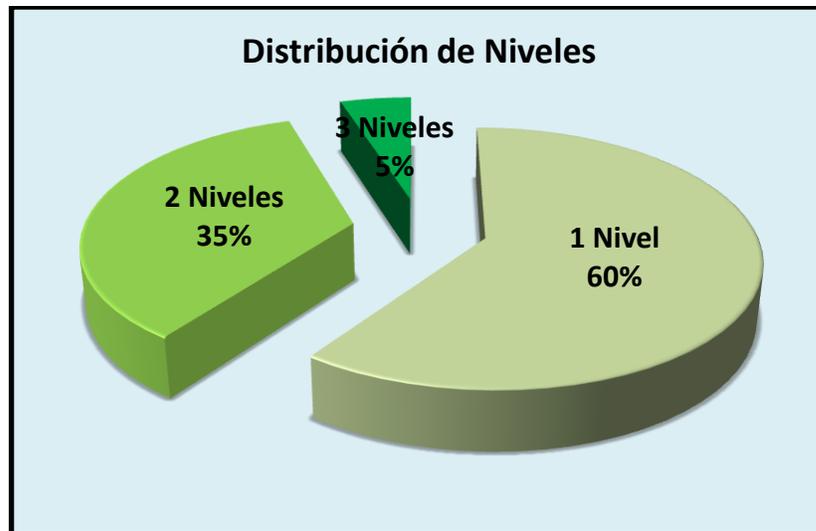


Figura N° 1: Distribución de viviendas en función del número de niveles.

- Sistema resistente:

Nivel	1	2	3
Tipo	%		
Mampostería S	33	0	0
Mampostería C	33	0	0
Pórticos	33	100	100
Total	100	100	100

Tabla N° 2: Relación entre el número de niveles.

Ref.: Datos del Estudio.

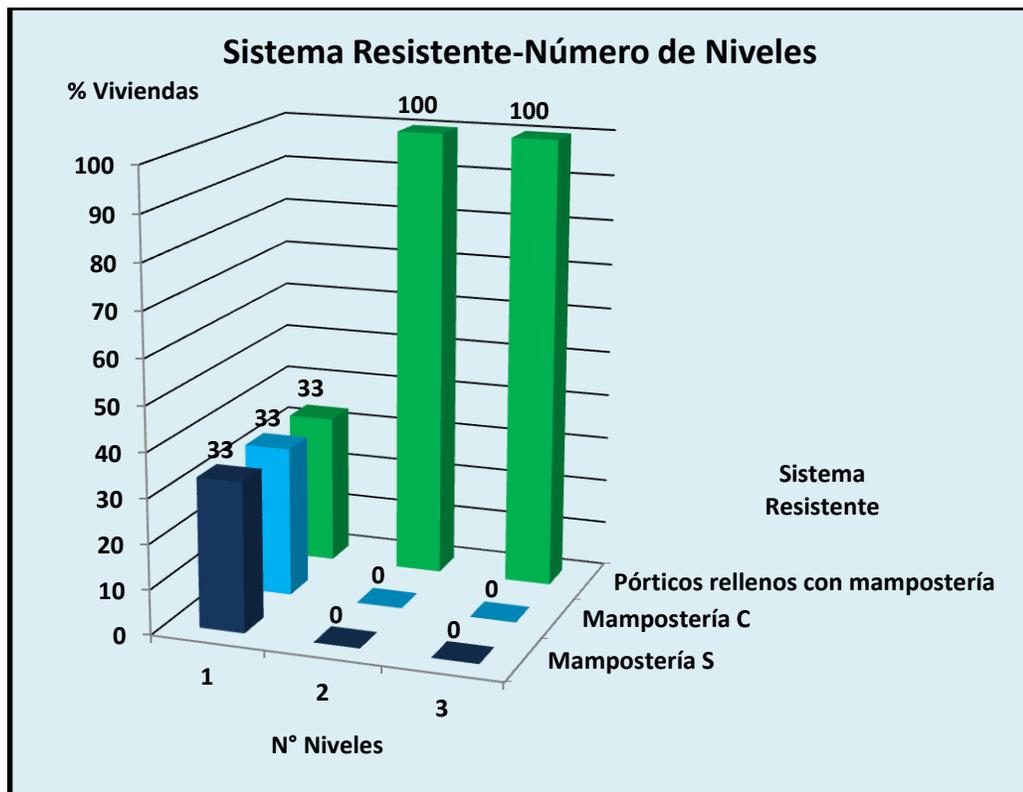


Figura N° 2: Distribución del sistema resistente en función al número de niveles.

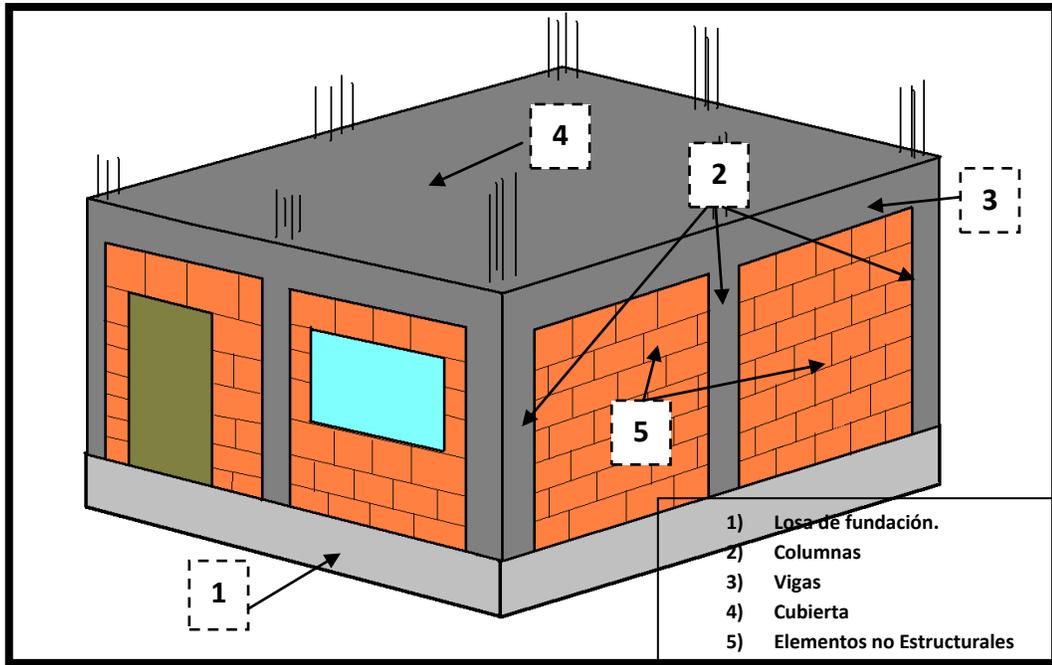


Ilustración N° 23: Esquema típico de viviendas de pórticos rellenos de mampostería.

Ref.: Fuente propia.

4.1.2. Calidad del sistema resistente.

- Defectos en el método constructivo:

Defectos constructivos			
Irregularidad	N° Viviendas	% (SP)	% (General)
Discontinuidad entre miembros	8	73	40
Defectos en nodos	10	91	50
Ausencia de apoyos en intersección de vigas	8	73	40
Efecto de columna corta	4	36	20

Tabla N° 3: Defectos constructivos identificadas en miembros estructurales.

Ref.: Datos del Estudio.

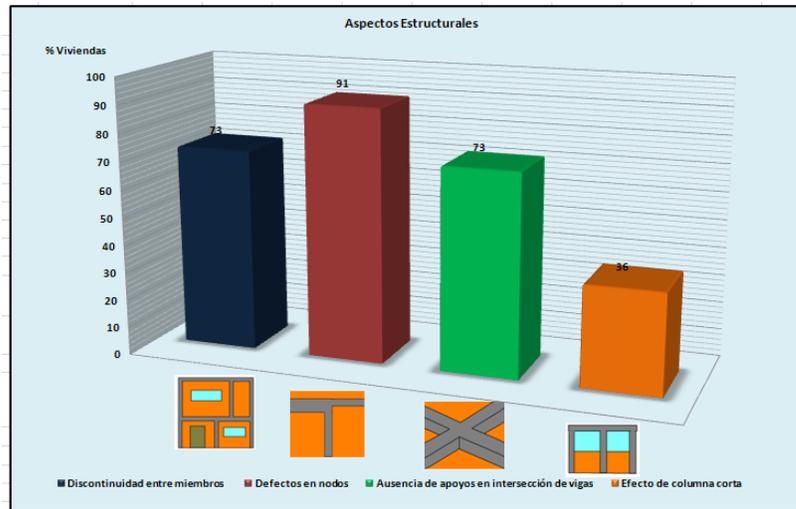


Figura N° 3: Principales defectos estructurales identificados en viviendas con pórticos rellenos con mampostería.

- Antigüedad:

Antigüedad		
Periodo	N° Viviendas	(%)
< 20	5	25
20 a 30	3	15
30 a 40	5	25
> 40	7	35
Total	20	100

Tabla N° 4: Antigüedad de las viviendas visitadas.

Ref.: Datos del estudio.

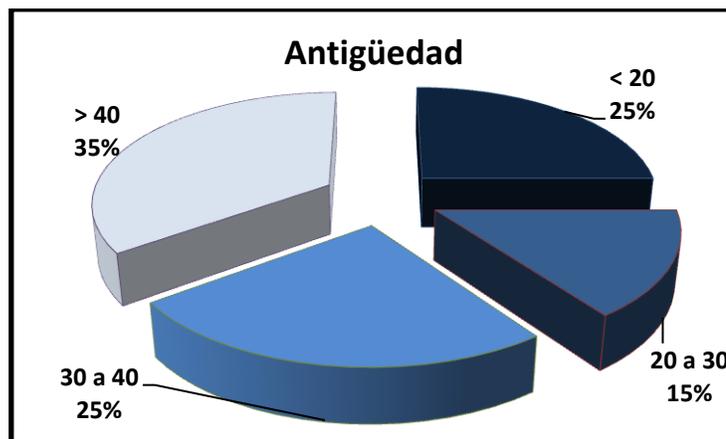


Figura N° 4: Distribución de viviendas en función de su antigüedad.

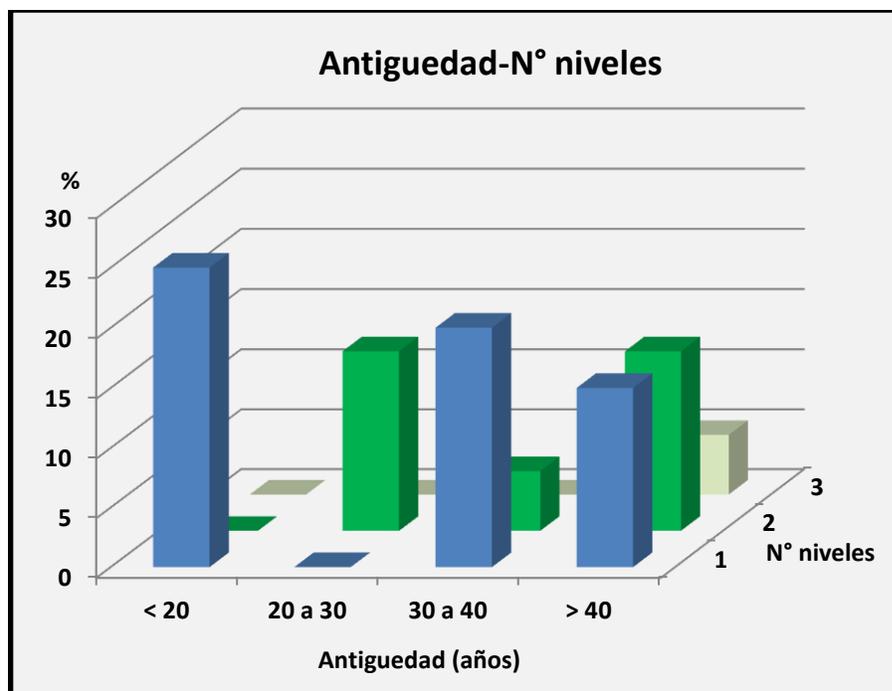


Figura N° 5: Relación entre la antigüedad y el número de niveles.

4.1.3. Losa.

- Presencia de losa de entre piso:

Losa de Entre piso		
Presencia	N° Viviendas	(%)
SI	12	60
NO	8	40
Total	20	100

Tabla N° 5: Presencia de Losa de piso.

Ref.: Datos del estudio.

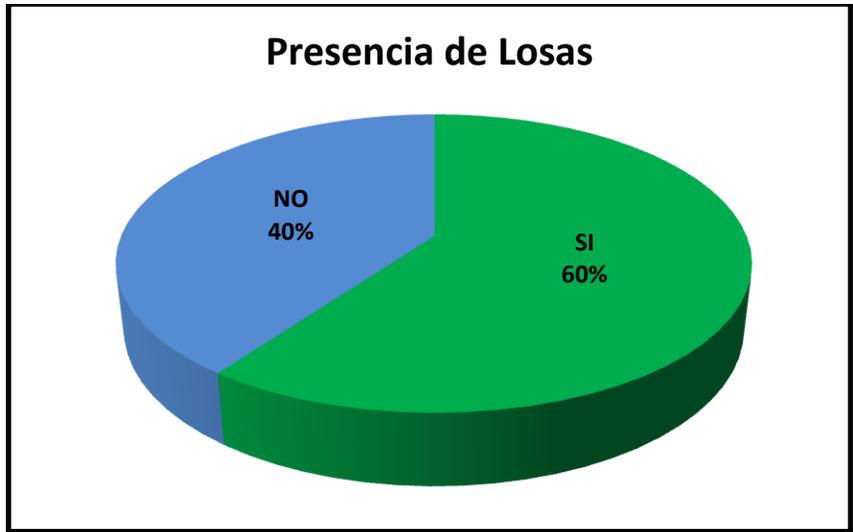


Figura N° 6: Empleo de losa de entre piso.

- Tipo de losa:

Tipo de Losa		
Tipo	N° Viviendas	(%)
Maciza	4	33
Tabelones	8	67
Total	12	100

Tabla N° 6: Tipo de losa empleada.

Ref.: Datos del estudio.



Figura N° 7: Tipo de losa empleada.

4.1.4. Configuración en planta.

- Geometría viga-columna:

Relación a/h	
h/a	%
< 0,7	4
0,7-1	32
1	29
> 1	36
Total	100

Tabla N° 7: Relación de rigidez columna-viga.

Ref.: Datos del estudio.

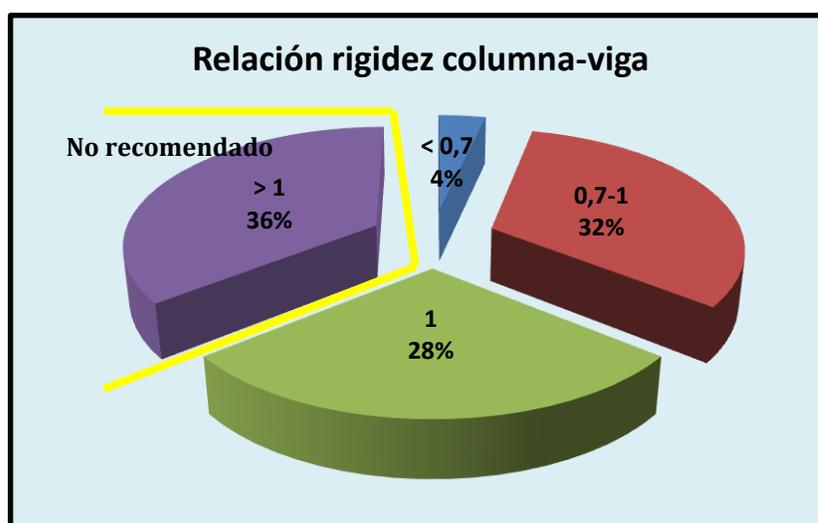


Figura N° 8: Distribución de relación de rigidez columna-viga.

- Disposición columnas por sentido:

Distribución de columnas por sentido		
N° Columnas	(%) X	(%) Y
2	8	31
3	31	46
4	23	8
> 5	38	15
Total	100	100

Tabla N° 8: Distribución de columnas por sentido.

Ref.: Datos del estudio.

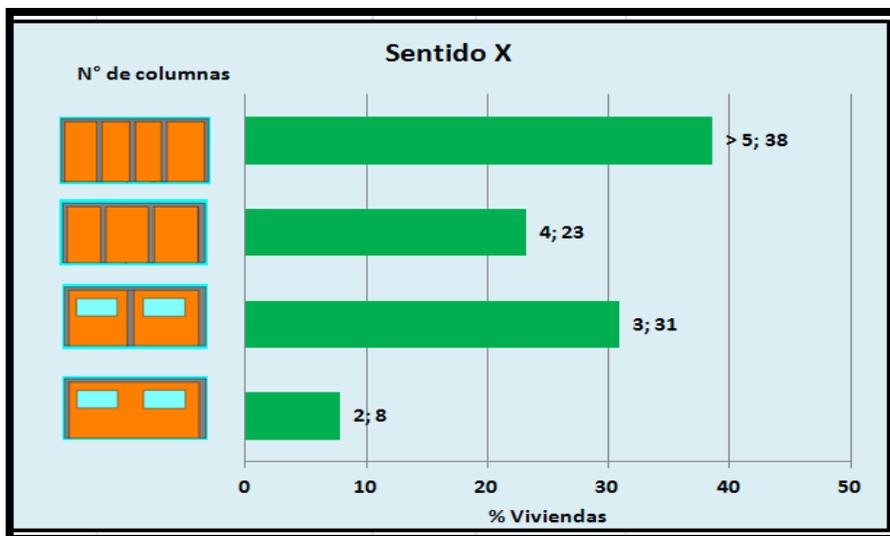


Figura N° 9: Distribución de columnas en X.

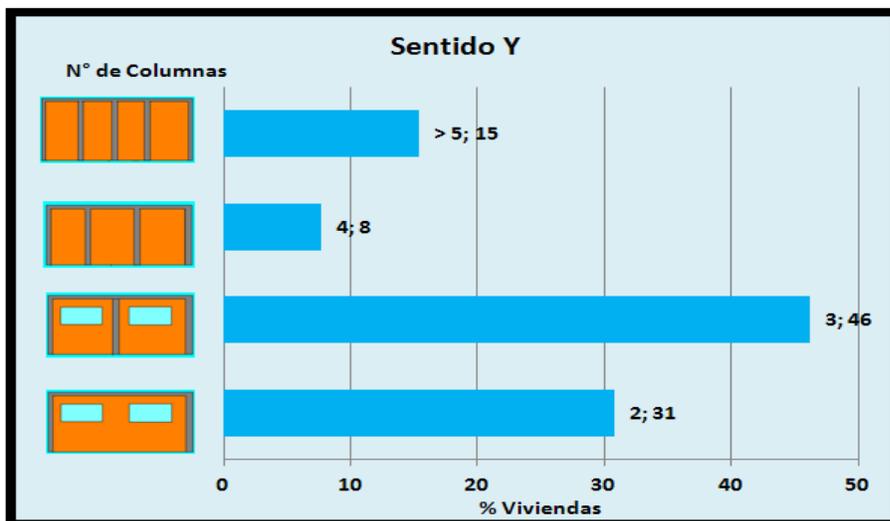


Figura N° 10: Distribución de columnas en Y

Disposición de columnas por sentido	
Sentido	%
Igual	33
mas en X	0
mas en Y	67
Total	100

Tabla N° 9: Disposición de columnas por sentido.

Ref.: Datos del estudio.

- Separación entre columnas:

Separación entre columnas	
L (m)	%
< 2	22
2 a 3	35
3 a 4	31
> 4	12
Total	100
Promedio	3,01
S	1,08

Tabla N° 10: Separación entre apoyos.

Ref.: Datos del Estudio.

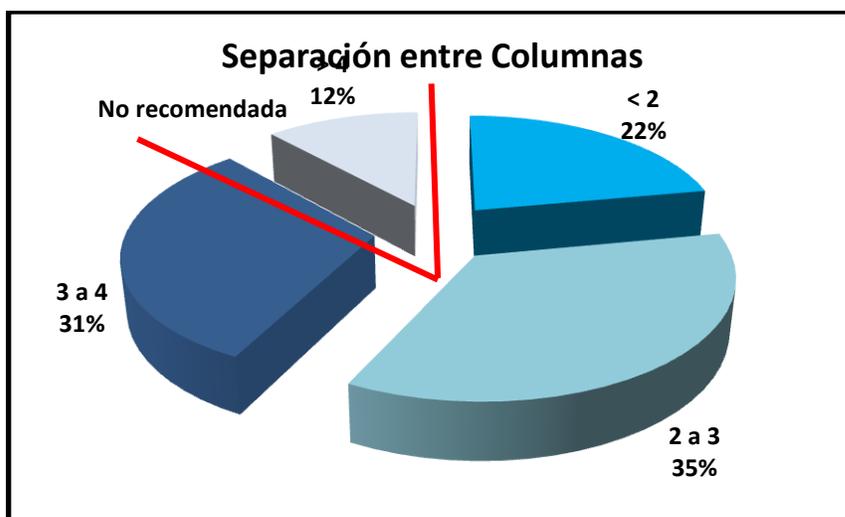


Figura N° 11: Distribución de rangos de separación entre columnas.

- Esbeltez de planta:

Relación de Esbeltez	
esbeltez	(%)
1 - 1,5	50
1,5 - 2,5	25
> 2,5	25
Total	100
Promedio	1,81
S	0,87

Tabla N° 11: Distribución de esbeltez en planta.

Ref.: Fuente Propia.

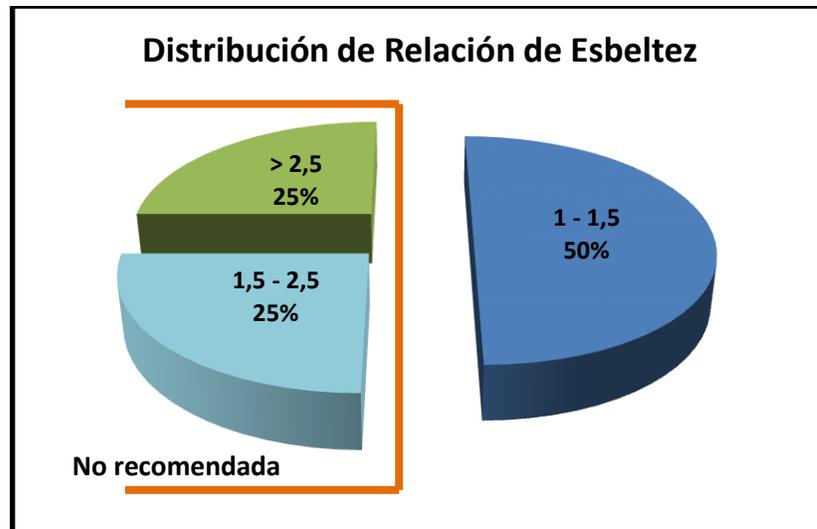


Figura N° 12: Distribución de esbeltez en planta.

4.1.5. Configuración en elevación:

- Altura de entre piso:

Altura promedio de entrepisos					
DATOS	GENERAL	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	S
H promedio (m)	2,54	2,71	2,50	2,40	1,16
N° Viviendas	20	12	7	1	

Tabla N° 12: Alturas promedio de entrepiso por nivel.

Ref.: Fuente propia.

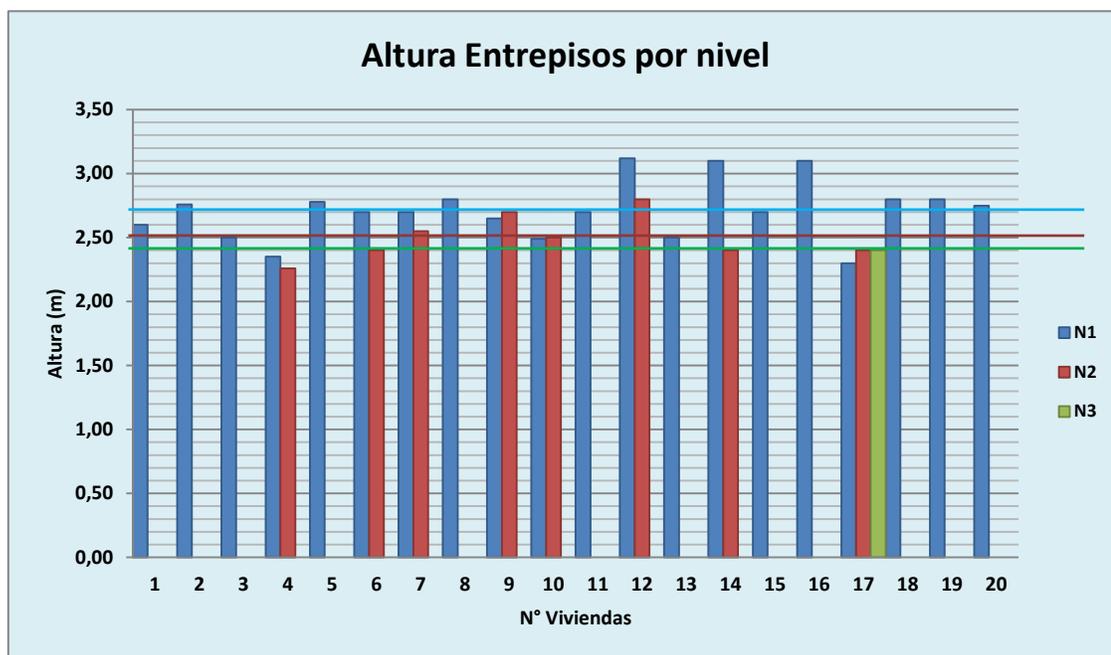


Figura N° 13: Histograma de altura de entrepisos por nivel.

4.1.6. Cubierta:

Material de cubierta	
Tipo	%
Maciza	5
Tabelones	5
Lamina Metálica	75
Mixta	15
Total	100

Tabla N° 13: Tipos de cubierta.

Ref.: Fuente propia.

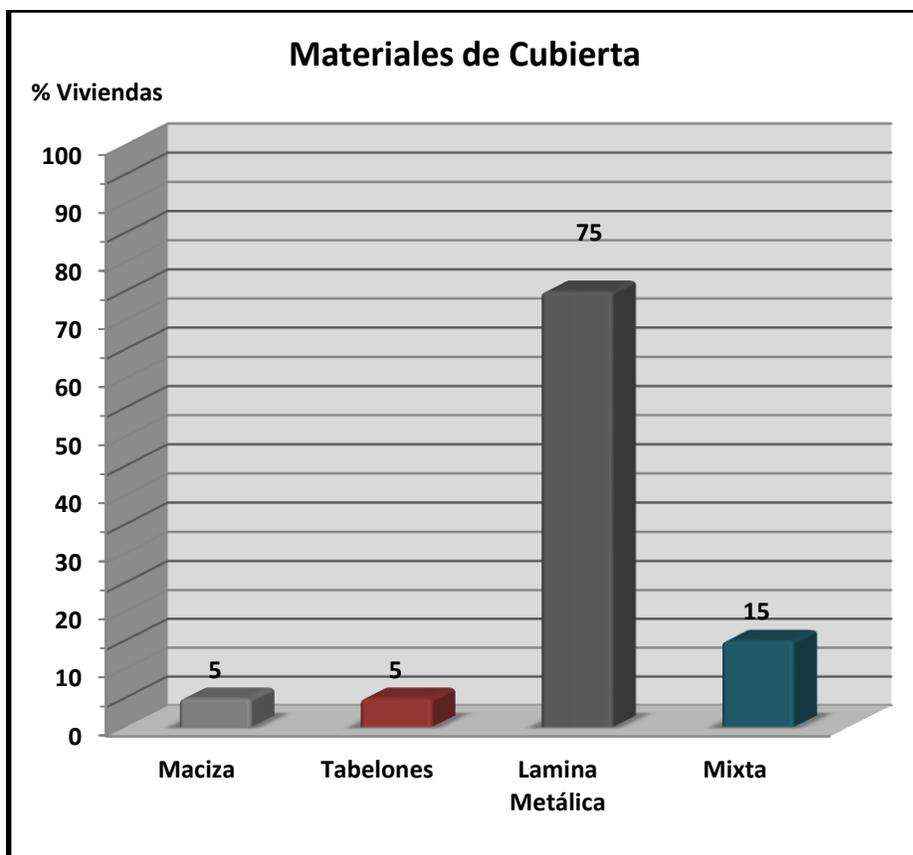


Figura N° 14: Principales materiales empleados como cubierta.

4.1.7. Elementos no estructurales.

- Acabado de pisos:

Acabado de Piso		
Tipos	General	(%)
Ninguno	13	65
Cerámica	2	10
Baldosa	2	10
Varios	3	15
Total	20	100

Tabla N° 14: Acabados de pisos identificados.

Ref.: Datos del estudio.

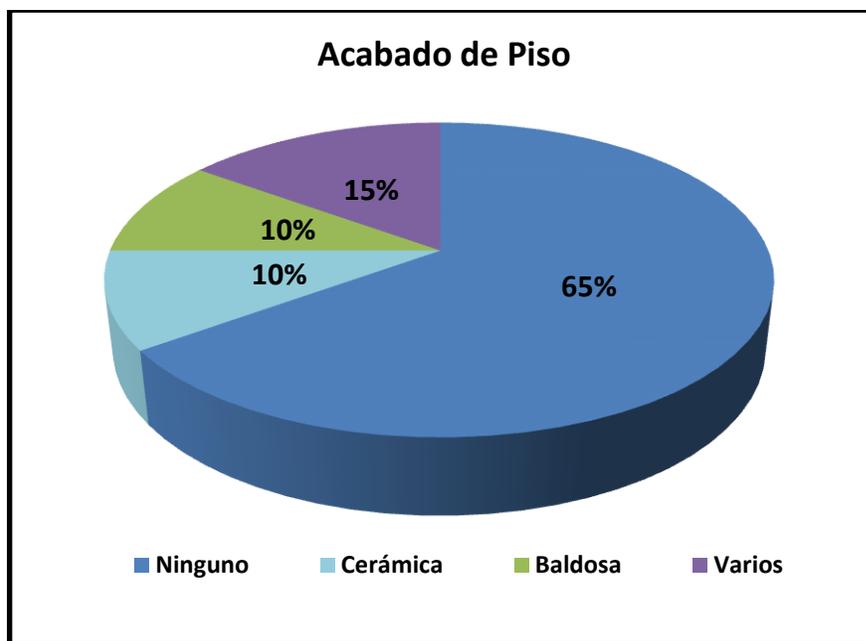


Figura N° 15: Acabado de pisos identificados en las viviendas.

- Paredes:

Fachada				
Recubrimiento	Externo	Interno	Porcentaje (%)	
Ninguno	10	9	50	45
Friso	8	11	40	55
Cerámica	1	0	5	0
Otro	1	0	5	0
Total	20	20	100	100
Promedio	8	8	40	40

Tabla N° 15: Tipos de recubrimiento empleados.

Ref.: Fuente propia.

Paredes				
Anchura (cm)	Perimetral		Interna	
	N°	%	N°	%
12 a 14	5	25	6	30
14 a 16	3	15	5	25
16 a 18	8	40	7	35
18 a 20	4	20	2	10
Total	20	100	20	100
Promedio	cm	16,4	cm	15,95

Tabla N° 16: Rango de anchura de pared.

Ref.: Datos del estudio.

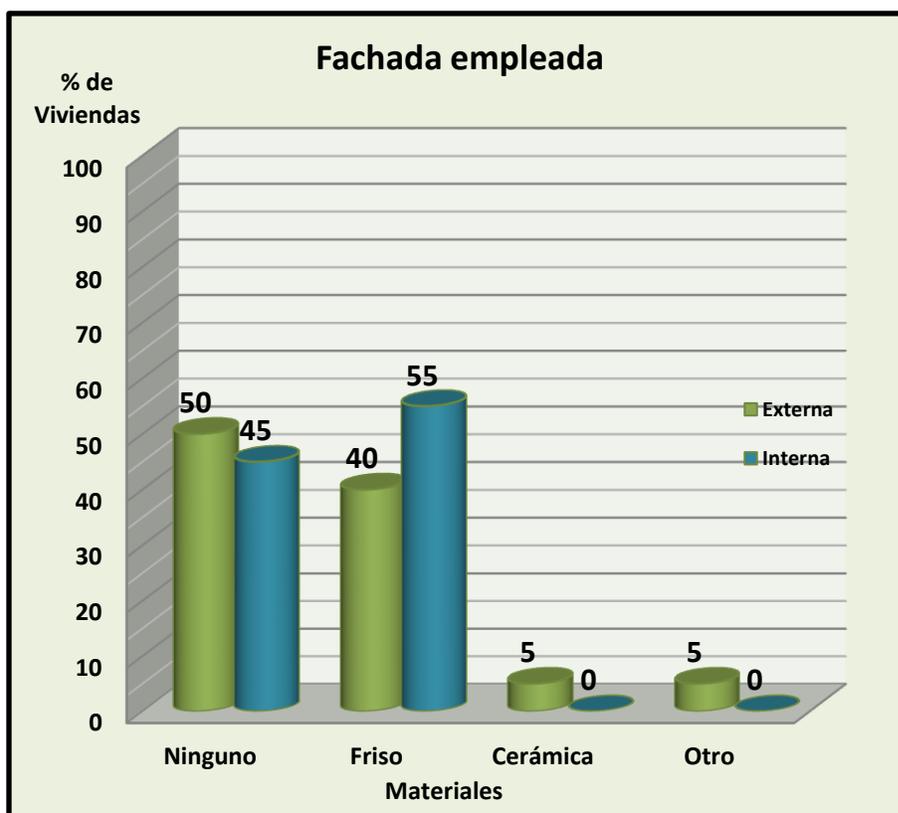


Figura N° 16: Tipos de fachada empleados.

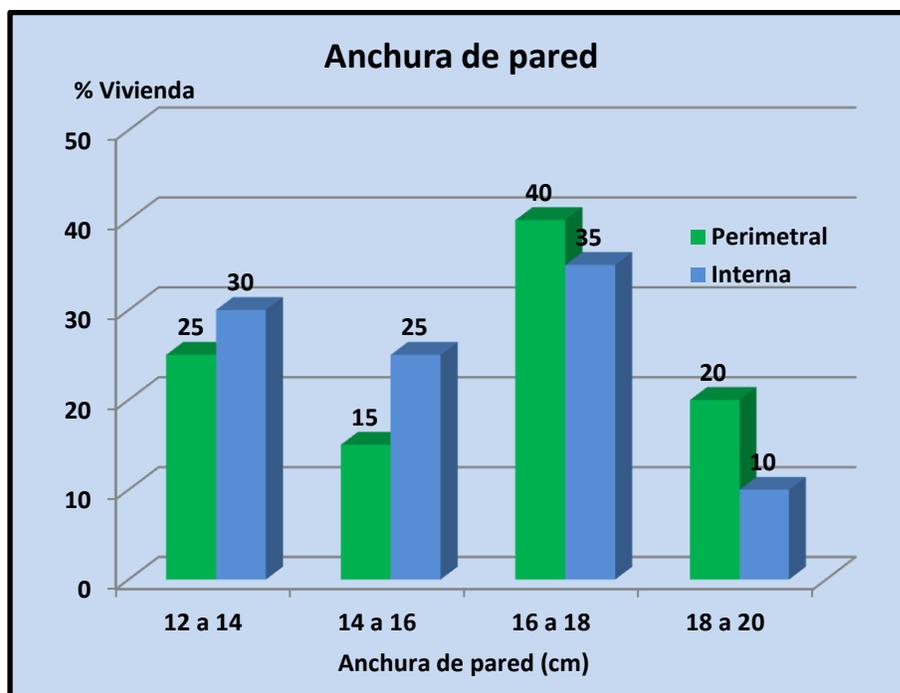


Figura N° 17: Anchura de paredes.

- Tanque de agua:

Tanque de Agua			
N°	(%)	Ubicación	(%)
Ninguno	10	-	0
1	20	Dentro	51
2	45	Techo	38
3 o más	25	Subterráneo	10
Total	100	Total	100
Promedio	2	S	2,94

Tabla N° 17: Empleo de tanques de agua en viviendas visitadas.

Ref.: Datos del estudio.

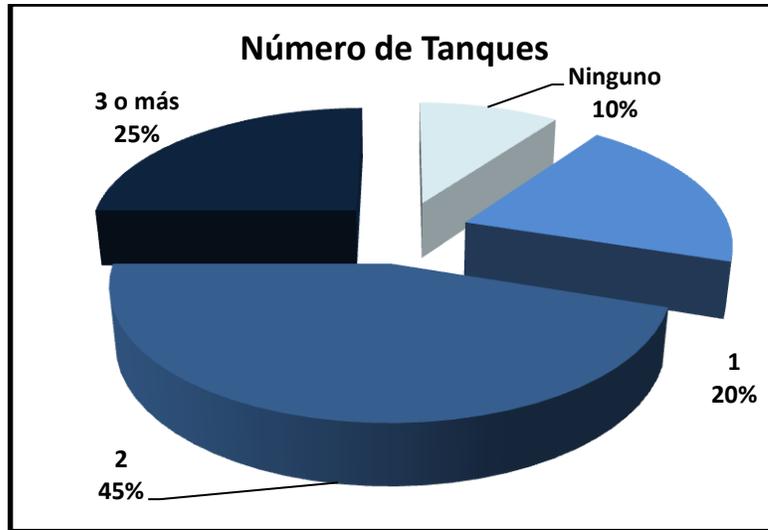


Figura N° 18: Empleo de tanques de agua por viviendas.

4.1.8. Otras consideraciones.

- Uso de la edificación:

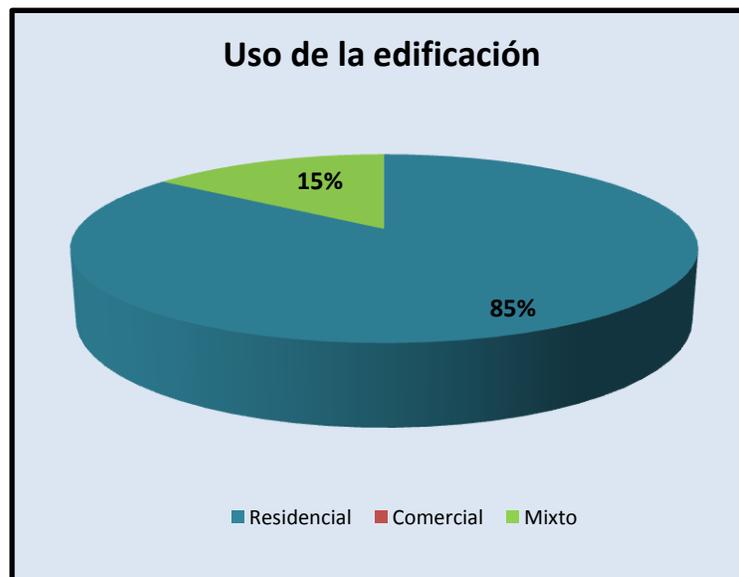


Figura N° 19: Uso de las edificaciones.

- Número de habitantes:

Residentes por Vivienda		
N°	N° Viviendas	(%)
2	2	10
3	5	25
4	5	25
5	2	10
> 5	6	30
Total	20	100
Promedio	4	

Tabla N° 18: Distribución de Habitantes por viviendas.

Ref.: Fuente propia.

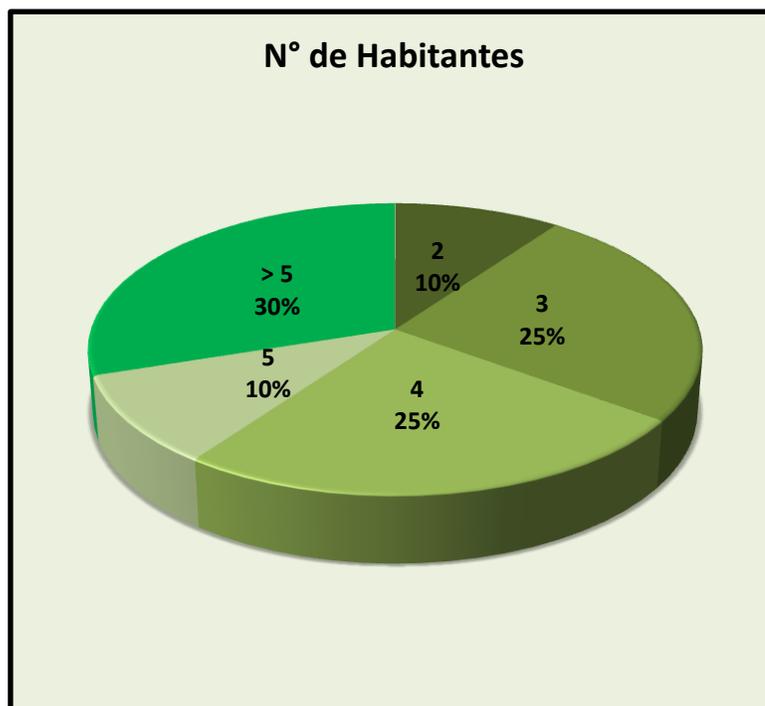


Figura N° 20: Distribución de número de habitantes.

4.2. Colindancia entre estructuras.

Colindancia		
Tipo	N° Vivienda	%
Total	10	50
Lateral	8	40
Lado	1	5
Ninguna	1	5
Total	20	100

Tabla N° 19: Tipos de colindancia identificados.

Ref.: Datos del estudio.

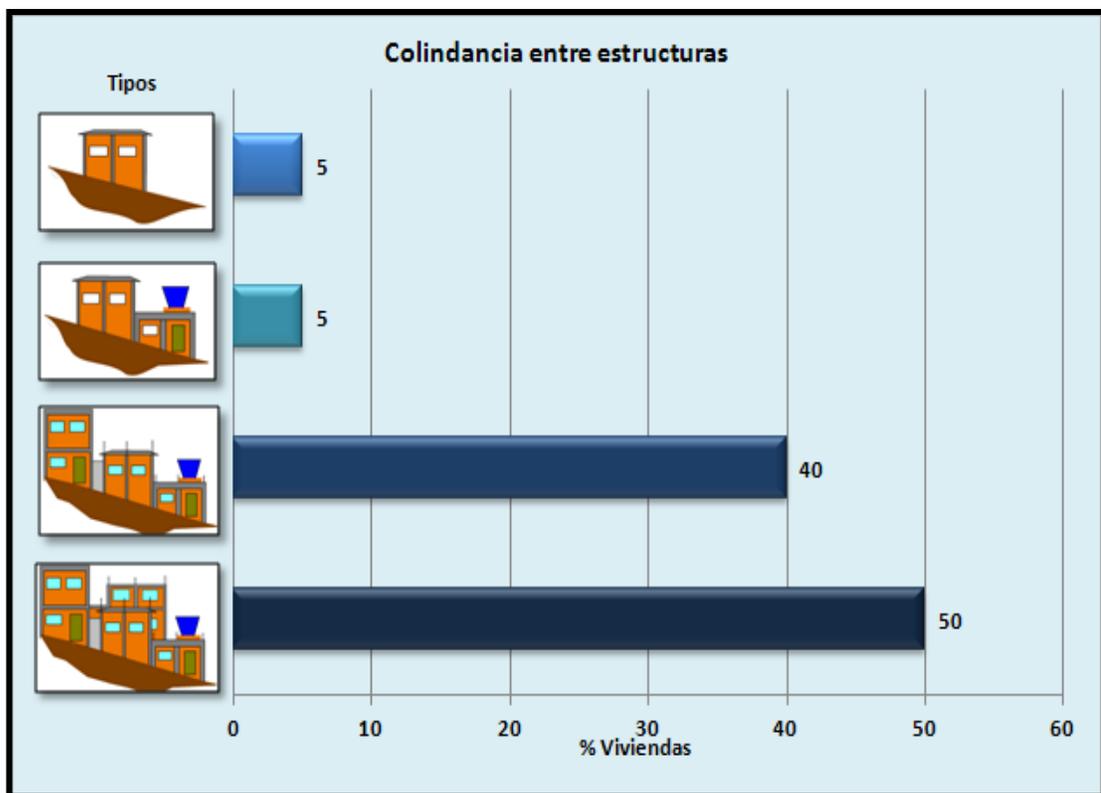


Figura N° 21: Tipos de colindancia identificados en las viviendas.

4.3. Índice de vulnerabilidad.

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD			
Grado	Iv	N°	%
ELEVADO	250 a 383	4	20
ALTO	200 a 250	6	30
MEDIO	100 a 200	10	50
BAJO	< 100	0	0
Total		20	100

Tabla N° 20: Índice de vulnerabilidad.

Ref.: Datos del estudio.

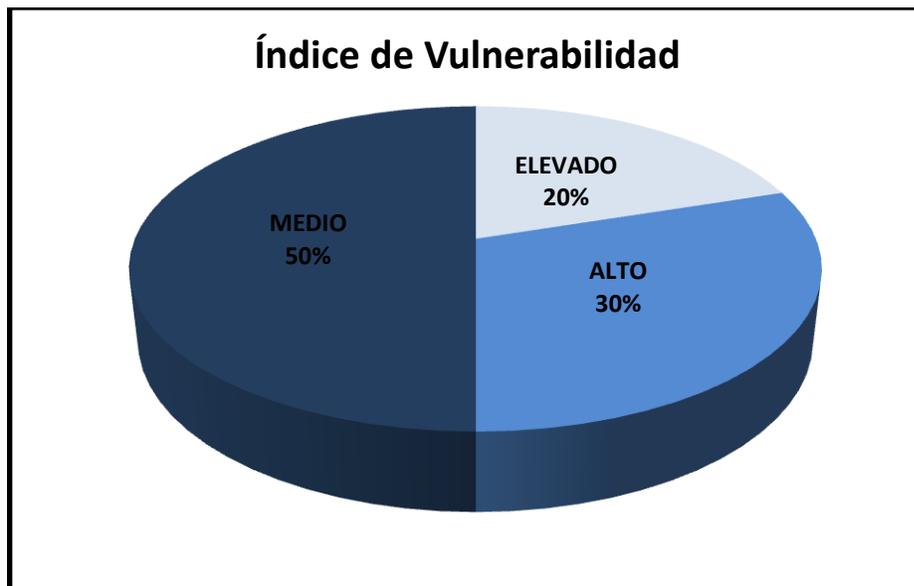


Figura N° 22: Índice de vulnerabilidad distribuido por vivienda.

Colindancia vs Iv				
Tipo	Total (%)	Parcial (%)	Ninguna (%)	Total (%)
Elevado	40	60	0	100
Alto	45	45	9	100
Medio	50	50	0	100

Tabla N° 21: Índice de Vulnerabilidad distribuido en función a la colindancia entre viviendas.

Ref.: Datos del estudio.

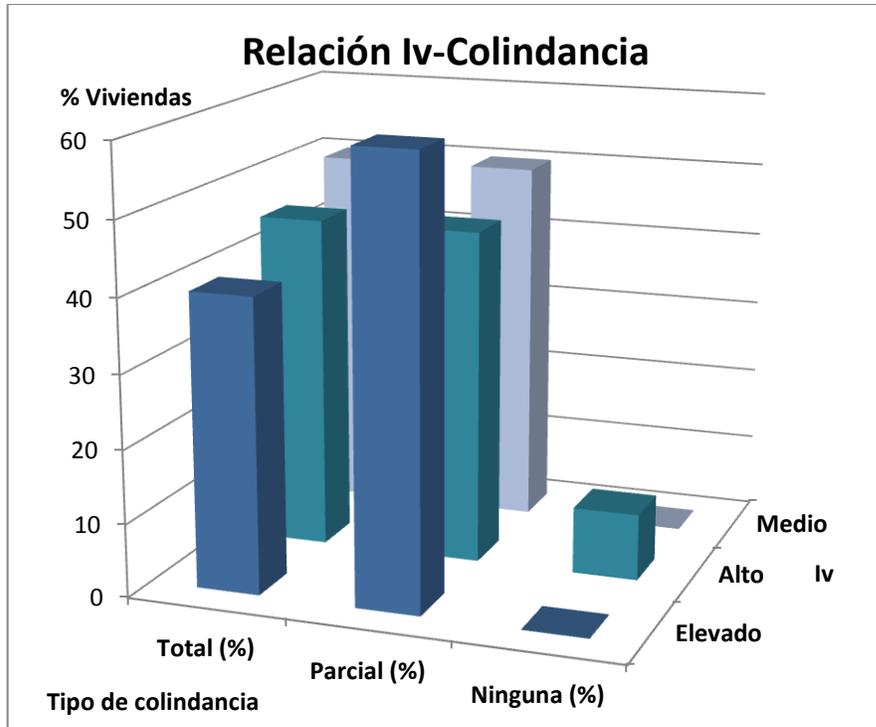


Figura N° 23: Relación entre el Índice de vulnerabilidad y el tipo de colindancia.

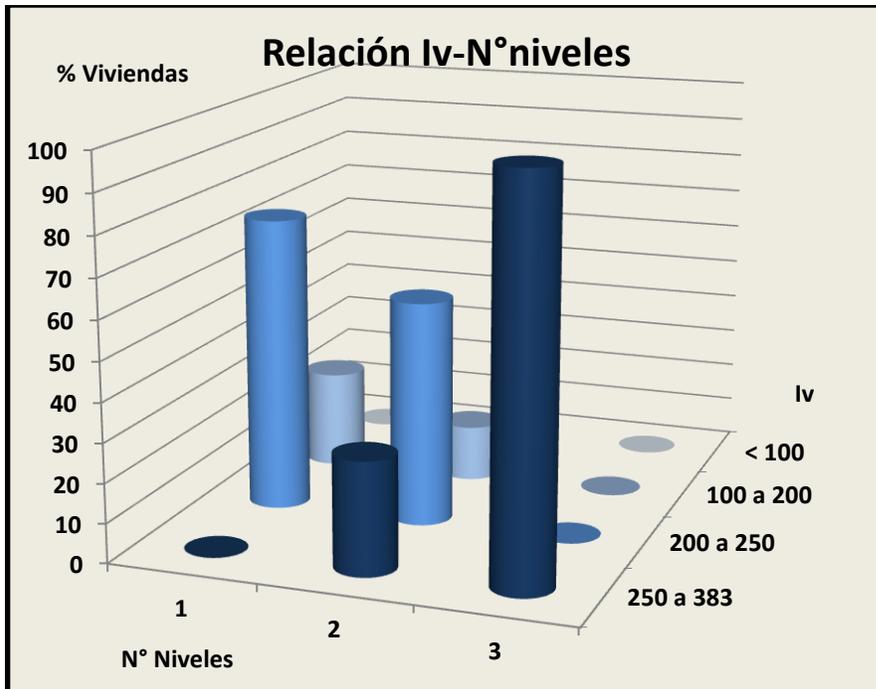


Figura N° 24: Relación Iv- N° niveles.

CAPÍTULO V.

5. MARCO ANALÍTICO.

5.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

5.1.1. Tipología estructural:

- **Número de niveles.**

La distribución en función al número de niveles está representada mediante la Tabla N° 1, donde se observa que el 60 % de las viviendas son de una (1) planta, el 35 % de dos (2) y un 5 % mayores a dos.

El desarrollo de este tipo de asentamientos se ve sensiblemente influenciado por las condiciones topográficas del sector, dando lugar al desarrollo de viviendas de una sola planta en gran parte del mismo, a diferencia de aquellas con dos (2) o más plantas que se identificaron principalmente alrededor de las calles principales de acceso. Esto se explica por la dificultad que se presenta para la construcción y el transporte de materiales, a través de las veredas o calles estrechas que sirven como vías de acceso para la mayoría de las edificaciones del sector.

- **Organización del sistema resistente.**

La Tabla N° 2 contiene los dos sistemas resistentes identificados dentro de las viviendas.

Pórticos rellenos con mampostería:

Este sistema se encuentra conformado por vigas y columnas de carácter bidireccional, rellenos con muros de mampostería compuesto por bloques de arcilla y mortero todos se encuentran adosados a la losa de techo o de piso según sea el caso, identificado en el 55 % de las viviendas. Su presencia no va directamente asociada con el número de niveles de las viviendas ya que se pudo identificar en el 34 % de aquellas de un (1) nivel sin embargo, son la principal opción en cuanto a viviendas de varios niveles se refiere, identificadas en el 100 % de dos (2) o más pisos (ver Figura N° 2).

Las columnas se caracterizan por ser de concreto, reforzadas por barras corrugadas de acero dispuestas generalmente una (1) en cada esquina, preferencialmente de ½" (#4), complementado por amarres de 3/8 (#3) ó ¼ (#2), de separación variable que oscila desde 6 a 20 cm. La sección empleada tienden a ser cuadradas a pesar que los lados no necesariamente son iguales aunque la diferencia no suele superar los 2 cm, esto asociado principalmente a defectos en el proceso de elaboración de encofrados pero es importante recalcar que en algunas viviendas se encontraron columnas de sección rectangular.

Las vigas se encuentran conformadas de forma similar que las columnas pero su sección tiende a ser rectangular, dándole mayor altura en comparación a su anchura, dispuestas en ambas direcciones lo cual implica un problema de rigidez entre ambos miembros que se tratara mas adelante.

Un rasgo particular del empleo de este tipo de sistema es que los constructores dejan expuestas las cabillas longitudinales tanto de vigas como columnas con el propósito de emplearlas a manera de arranques para futuras adiciones de pisos.

En líneas generales se podría considerar a las viviendas que adoptan de forma temprana el empleo de pórticos como sistema estructural como las de menor grado de vulnerabilidad pero debido a la serie de deficiencias implícitas dentro del método constructivo empleado para su construcción, las cuales desembocan en la presencia de un conjunto de irregularidades que comprometen la integridad de la edificación y por ende su vulnerabilidad, en especial a medida que aumentan de nivel.

Mampostería:

En primer lugar se identificó el uso de paredes compuestas principalmente por ladrillos de bloque de arcilla trabados entre sí, a modo de paredes portantes en dos variedades; la primera compuesta principalmente por ladrillos de arcilla trabados entre sí, acabado de empleo opcional, dispuestos en ambas direcciones y la segunda similar a la primera pero con la condición adicional de confinamiento de elementos verticales tipo machones de concreto reforzado en el 25 % siendo ambas variedades exclusivas en el 80 % de las viviendas de un nivel, (ver Figura N° 2). En general representan el 45 % de las viviendas estudiadas pero es importante resaltar que su empleo se limita a viviendas de un nivel donde se constata que representan el 66 % de las mismas.

Dentro de esta categoría es común constatar la presencia de miembros asociados a pórticos en sectores predeterminados de las viviendas, sosteniendo un elemento horizontal rígido tipo losa, comúnmente de tableros a modo de cubierta principalmente como elemento de apoyo de tanques de agua sin vinculación alguna entre ambos en la mayoría de los casos y/o dejando la posibilidad abierta para futuras adiciones de pisos superiores

- **Calidad del sistema resistente.**

Defectos constructivos:

Contenido en la Tabla N° 3 se encuentran los principales defectos constructivos detectados durante las visitas, a partir de los cuales se puede inferir la pobre calidad del método constructivo empleado para el desarrollo de las viviendas, principalmente en aquellas de varios niveles que presentan a los pórticos rellenos con mampostería como sistema resistente.

En primer lugar se constató una serie de irregularidades en los nodos, principalmente por vigas que cambian bruscamente de sección y vigas que no llegan a columnas, detectadas en el 73 % de las viviendas con pórticos (40 % del total).

Además la presencia de discontinuidades en altura, mayormente de columnas que se interrumpen en pisos continuos las cuales, representan el 91 % de las edificaciones aporticadas (50 % del total).

Similarmente, la ausencia de columnas en intersección de vigas se constató en el 73 % de las viviendas aporticadas (40 % del total).

Finalmente aunque en menor proporción al compararle con las ya mencionadas, se identificó el efecto de columna corta producto del confinamiento parcial de dichos miembros por paredes de ladrillos de arcilla a media altura combinada con puertas, ventanas o balcones para un 36 % de las viviendas aporticadas (20 % del total).

Antigüedad:

Dentro de la Tabla N° 4 se encuentran clasificadas las viviendas en cuatro (4) categorías de años, con el propósito de distribuir las en función a los años que llevan desde que empezó su desarrollo. Lo que llama más la atención es que el 60 % de las viviendas tienen 30 o más años, 15 % de 20 a 30 años y finalmente un 25 % tienen menos de 20 años (ver Figura N° 4). Para complementar el punto, la Figura N° 5 contiene la distribución de las viviendas en función del número de niveles y su edad, donde se puede constatar que las viviendas de un (1) piso prácticamente en cualquier etapa del rango contemplado mientras que aquellas con dos (2) pisos o más se caracterizan por ser más longevas ya que no suelen tener menos de 20 años de haber sido desarrolladas, indirectamente la Figura N° 5 permite inferir que las viviendas adoptan el empleo de sistemas aporticados cuando alcanzan cierto grado de madurez (> 20 años), producto del aumento de residentes en las mismas sumado a la superficie en planta desarrollable por estos, lo cual los obliga a construir nuevos pisos soportados por la estructura original salvo los casos de las viviendas de mampostería donde se ven obligados al derrumbe parcial de la misma para la construcción de columnas.

En general, el empleo predominante de pórticos rellenos con mampostería refleja que sus constructores conforman gran parte de la clase obrera que trabaja en los distintos proyectos desarrollados a lo largo de la ciudad, lo cual les ha permitido adoptar parte de

las prácticas o procesos cotidianos de obra dentro del método constructivo empleado en el desarrollo de los asentamientos. Sin embargo ante la falta de manuales de construcción, capacitación y supervisión adecuada llevan a la aplicación de un método constructivo carente de calidad las cuales permiten la presencia de las irregularidades estructurales mencionadas que en conjunto aumentan la incertidumbre desde el punto de vista estructural de las viviendas, aumentando su vulnerabilidad a medida que pasa el tiempo y se anexan nuevos pisos en las mismas.

- **Losa de piso.**

La presencia de elementos horizontales tipo losa se encuentra en la Tabla N° 5, donde el 60 % del total de viviendas poseen losa como sistema de piso o cubierta (Ver Figura N° 6).

La losa de fundación es el componente usual de cimentación en este tipo de edificaciones para viviendas de un nivel; en las viviendas de más de un nivel es común observar columnas tipo pilotes que se hincan en el terreno para salvar la pendiente, en especial si la edificación se encuentra ubicada en la ladera del talud de tierra. Se puede decir que para estos casos se produce el efecto de péndulo invertido, ya que las columnas esbeltas sostienen una gran masa de estructura altamente vulnerable por el desplazamiento horizontal que produce un sismo.

Seguidamente en la Tabla N° 7, se categorizan los dos (2) tipos de losa de acuerdo a los materiales que la conforman, donde destaca la losa de tablonetes en un 67% de las viviendas (ver Figura N° 7). Las razones por las que el uso de este tipo de losa se hace mayoritario en las viviendas de sectores empobrecidos es fundamentalmente por razones de costos y facilidad de instalación, de acuerdo a las siguientes características descritas en el folleto de tablonetes publicado por Sidetur:

- **Facilidad constructiva:** se utilizan herramientas comunes y no se requieren equipos pesados

- Rapidez de instalación: disminuye el tiempo de ejecución hasta un 50% comparado con las otras losas tradicionales.
- Uso de materiales tradicionales disponibles en todo el país.
- Menor cantidad de puntales y encofrado.
- En general es un tipo de losa económico: hasta un 20% más barato por metro cuadrado de construcción que otros sistemas constructivos.

Sin embargo, a razón de profesionales como el Ing. Paparoni, el uso de losa de tableros no es recomendable en especial para este tipo de viviendas, ya que el vínculo de la losa al sistema estructural es menos consistente comparado con otros tipos de losas como la maciza, por ejemplo, empleada solo en el 33% de las viviendas estudiadas (ver Figura N° 7).

- **Configuración en planta.**

Geometría Viga-Columna:

Dentro de la Tabla N° 8 se aprecia que un 27 % de las viviendas presentan columnas de mayor rigidez en comparación con las vigas que llegan a esta (> 1); un 31% presentan columnas y vigas de similar rigidez ($a/h=1$) y finalmente el restante 42% se inclinan por atribuirle mayor rigidez a las vigas (< 1) (ver Figura N° 9).

El gran problema de asignarle mayor rigidez a las vigas, es que las columnas asociadas a estas se encuentran sensiblemente expuestas a la formación de las denominadas rotulas plásticas, causando el colapso completo del sistema estructural, de modo que se pueden catalogar vulnerables en comparación con aquellas que presentan mayor rigidez en columnas.

Disposición de columnas por sentido:

Por otra parte, la Tabla N° 9 se indican las distintas categorías de distribución de columnas por sentido en forma porcentual, donde el 38 % de las viviendas presentan 5 miembros o más, 54 % presentan 3 o 4 y el 8 % tienen 2 en el sentido “X” (ver Figura N° 9). Igualmente, dentro la tabla mencionada se representa la disposición de columnas ahora en el sentido “Y” de la cual, el empleo de 3 miembros en el 46 % de los casos, otro 31 % con 2, y finalmente el 23 % con 4 o más (ver Figura N° 10).

Separación entre columnas:

La Tabla N° 10 contiene la distancia entre columnas, dispuesta en cuatro (4) categorías. El 66 % de las viviendas con pórticos visitadas presentan una separación entre columnas entre dos (2) a (4) metros, un 22 % son inferiores a dos (2) metros y solamente el 12 % superan los cuatro (4) metros, destacando casos extremos donde se han medido separaciones entre columnas de hasta 6 metros, pero estos últimos no son comunes aunque agregan cierto grado de vulnerabilidad en comparación al resto de las viviendas que se encuentran por debajo de los cuatro (4) metros.(ver Figura N° 11).

Esbeltez en planta:

La Tabla N° 11 contiene los valores de esbeltez en planta ordenados en tres (3) grandes categorías, donde el 25 % son superiores a 2,5, otro 25 % se encuentran entre 1,5 a 2,5 y el 50 % por debajo del 1,5 (ver Figura N° 12).

En líneas generales las viviendas de carácter auto producido se caracterizan por presentar una distribución desigual de columnas en ambos sentidos, con una demarcada tendencia a construir más de estas en el sentido Y (perpendicular a la avenida, calle o vereda de acceso a la vivienda), por la falta de simetría en cuanto a disposición y separación entre columnas y una configuración en planta rectangular (con esbeltez $> 1,5$ en el 75 % de los casos). A partir de esto se puede definir que las mismas presentan un sentido débil o vulnerable ya que por los aspectos en planta descritos, se produce una concentración de acciones (cargas axiales en la dirección más corta) así como disipación de energía (durante un sismo), en miembros puntuales del sistema agregando a todo esto,

la demarcada tendencia de asignarle mayor rigidez a vigas. Dicha vulnerabilidad aumentara a medida que estos defectos se presenten durante el desarrollo vertical de las viviendas.

Para finalizar con este punto, aunque la separación entre columnas puede variar significativamente dentro del mismo sistema estructural, al comparar estas distancias con las recomendadas en folletos informativos (Sidetur) para el empleo de Tabeles con perfiles IPN 60 o 80, no se caracterizan por presentar grandes luces (> 4 metros) en el 82 % de los casos analizados.

- **Configuración en elevación.**

Altura de entresijos:

La Tabla N° 12, se representan la gran diversidad de alturas de piso identificadas dentro del asentamiento, donde se destaca el concepto de disminuir dicha altura a medida de que se anexan nuevos niveles, presentando medidas superiores a los 3 metros en algunos casos, principalmente en el nivel uno (1) con una altura promedio de 2,70 metros mientras que en niveles superiores la altura promedio ronda los 2,54 metros (ver Figura N° 13).

Su influencia dentro de la vulnerabilidad radica en que la falta de consistencia de la misma en niveles continuos, puede generar distribución asimétrica de la rigidez dentro de la estructura, lo cual sumado a otra serie de factores tales como falta de continuidad de elementos (estructurales o no) dan cabida a la formación de pisos blandos o flexibles los cuales serán zonas susceptibles a sufrir daños y comprometen la integridad estructural del conjunto. Sin embargo dicha irregularidad en altura también se puede identificar en viviendas de una sola planta, principalmente producto de la adaptación en planta de éstas a la topografía del lugar, causando variaciones de sistemas de piso dentro de la misma planta, además de la presencia de escalones para el acceso a dichas áreas dentro del mismo nivel.

- **Tipo de Cubierta.**

La Tabla N° 13 se presentan los distintos materiales empleados como cubierta donde se presenta una clara tendencia hacia la láminas metálicas (Zinc o Aluminio), usadas en el 75% de las viviendas, además de presentarse un 15% de los casos donde se encuentran combinadas con tabelones a modo de base para la colocación de tanques de agua sin vinculo alguno y finalmente el 10 % lo conforman viviendas en las cuales se emplean losas de tabelones o de concreto macizo como material de cubierta, lo cual se puede interpretar como una señal clara de futuras ampliaciones de la misma en altura (ver Figura N° 14).

Las razones del empleo mayoritario de láminas metálicas, vienen relacionadas directamente con la parte económica y facil instalación, no obstante se puede apreciar la pobre calidad en su colocacion lo cual las convierte en un elemento de riesgo ante la acción del viento, ya que al ser arrastradas comprometen la integridad de los residentes circundantes.

- **Elementos no estructurales.**

- Acabados de piso:**

En cuanto al empleo de acabados se refiere, en la Tabla N° 14 se enumeran los principales tipos identificados, de las cuales el 65 % se limitan a dejar el concreto de la losa de piso descubierto, mientras que el otro 35% emplean baldosa, cerámica u otro tipo de acabado de forma parcial en las viviendas, principalmente en áreas comunes como sala, comedor o cocina (ver Figura N° 15).

Esta práctica radica en los costos de adquisición e instalación, sumado a la falta de conciencia sobre la importancia de la preservación de elementos (estructurales o no) son la principal causa de la falta de acabado.

Paredes:

Por otro lado la consideración de la fachada de las viviendas radica en que éstas pasan a conformar parte de las cargas que actúan en la estructura. Es un aspecto que no se puede obviar en cualquier análisis estructural, al igual que se les consideran por el tema de costos de reparación en caso de daños a la estructura.

Tal como se puede apreciar, la Tabla N° 15 contiene los distintos tipos de recubrimiento visualizados dentro de las viviendas donde la mitad de las mismas (50 %), no poseen algún tipo de recubrimiento especial en las paredes externas y el 45% tampoco poseen algún tipo de recubrimiento en las paredes internas (ver Figura N° 16). Las viviendas presentan paredes externas e internas frisadas en el 40% y 55% respectivamente siendo poco común el empleo de otro elemento de fachada tales como baldosa o cerámica con un 5 %.

Una particularidad de las fachada externa de este tipo de vivienda es la aplicación parcial de cualquier acabado sólo en el primer nivel, generalmente en la parte de las viviendas que dan hacia las veredas o calles de acceso, mientras que los niveles superiores no lo presentan, generalmente por falta de interés además de los costos causando una distribución irregular de masas actuantes sobre la vivienda, principalmente en aquellas de varios niveles.

Finalmente como complemento, en la Tabla N° 16 se muestra la gran variedad en cuanto anchura de pared externa se refiere, siendo el rango (16-18 cm) de mayor empleo a lo largo del perímetro de la vivienda en el 40 % de los casos, otro 40 % se concentran dentro del rango (12-16 cm) y apenas el 20 % superan los 16 centímetros aclarando, que para ninguno de los casos analizados se encontró anchura mayor a 20 centímetros (ver Figura N° 17).

Análogamente el 55 % de la anchura de pared interna se encuentra dentro del rango (16-20 cm), un 25 % entre (14-16 cm) y el restante 30 % por debajo de los 14 centímetros (ver Figura N° 17).

La aparente diversidad de espesores restringidos dentro del rango 12-20 centímetros se debe principalmente a dos aspectos:

- El empleo de bloques de distintos tamaños aunque para todos los casos de arcilla de dimensiones 12 x 20 x 30 y 15 x 20 x 30 centímetros.
- El empleo o no de algún material como fachada principalmente friso o en otros casos cerámica, baldosa u otro.

También se puede apreciar la tendencia a aplicar mayor anchura sobre las paredes externas en comparación con las paredes internas, pero para ninguno de los casos analizados se encontró una diferencia mayor a dos (2) centímetros entre anchura perimetral e interna.

Tanques de Agua:

En la mayoría de las viviendas analizadas, principalmente aquellas de varios pisos, se observa la presencia de envases o recipientes de almacenamiento de agua (plástico o de ladrillo con mortero) de mayor volumen, que se ubican dentro de los niveles superiores o sobre la cubierta. Incluso dentro de la Tabla N° 17 se pueden observar en la mayoría de las viviendas, la presencia de dos (2) o más tanques de agua en el 70 %, un (1) tanque en el 20 % y sólo el 10 % no poseen tanques en niveles intermedios o en el techo (ver Figura N° 18).

Los efectos dinámicos provocados por sismos o el viento, son los factores más incidentes en el grado de vulnerabilidad de las viviendas, debido a la distribución irregular de masas en la estructura, además de que los tanques no son elementos adosados a ésta, susceptibles a colapsar ante la eventualidad de un sismo.

El numeroso empleo de estos elementos se atribuye a la falta de calidad en el servicio de abastecimiento de agua, que los obliga a ubicarlos en los puntos más altos debido a la carencia de uso de bombas hidráulicas por razones económicas.

- **Otras consideraciones.**

Dentro de esta categoría se desarrollan una serie de aspectos, de carácter informativo que se pueden asociar con el estilo de vida cotidiano de los habitantes.

Uso:

Asociado a esto, en la Figura N° 19 se representa la distribución porcentual de las viviendas visitadas en función a su uso, donde el 85 % de estas se usan exclusivamente de carácter residencial mientras que el restante 15 % se destina en áreas del nivel inferior o planta baja para la instalación y funcionamiento de pequeños comercios, principalmente talleres, carpinterías, abastos y centros de información (cybercafé) principalmente en edificaciones circundantes a la vía principal de acceso al sector.

Desde el punto de vista estructural, la existencia de los comercios mencionados influyen en el sistema estructural y las cargas actuantes:

En el primer caso, debido a la adaptación de la planta baja a los requerimientos de uso en función del negocio desarrollado, principalmente si son talleres o se emplean como estacionamiento de vehículos, lo cual los lleva a una distribución irregular de columnas en planta, empleo de grandes alturas de piso, además de paredes, causando una variación de rigidez entre la planta y los niveles superiores, aumentando su vulnerabilidad especialmente a medida que las viviendas son de varios niveles.

En el caso de las cargas actuantes, la presencia de negocios como abastos o licolerías implica el almacenaje tanto de mercancía como de maquinaria, que se puede convertir en un problema si se realizan en niveles superiores, colaborando en una desigual distribución de masas a través de la estructura, haciéndola más vulnerable.

Habitantes por vivienda:

Por último la Tabla N° 18 se representa la distribución de residentes por vivienda, donde para la muestra de viviendas estudiadas se determinó que en promedio hay cuatro

(4) habitantes por vivienda. Además se identificó que el 40 % de estas son habitadas por cinco (5) o más personas, 50 % de tres (3) a cuatro (4) personas y apenas el 10 % con sólo dos (2) personas (ver Figura N° 20).

Cabe destacar la presencia de niños en prácticamente todas las viviendas visitadas, hijos (as) de los propietarios de las viviendas, demostrando la importancia de un plan de mitigación de riesgo en este tipo de asentamiento con miras a salvaguardar la vida de los habitantes, en especial los niños que conforman la vivienda.

A medida que los miembros de la familia aumentan, la demanda de espacio crece lo cual obliga a éstos al desarrollo de nuevas áreas (habitaciones y baños), buscando aprovechar al máximo cualquier espacio disponible. Cuando el espacio en planta es completamente ocupado, entonces se procede con el desarrollo en elevación optando por el uso de pórticos (en aquellos casos donde no lo posean) anexando nuevas plantas sobre los niveles inferiores. Sin embargo como la calidad del sistema estructural típico encontrado es deficiente, al aumentar de niveles y elementos no estructurales sobre el mismo, aumenta la vulnerabilidad de las viviendas.

5.1.2. Colindancia entre viviendas:

Durante la realización de las visitas se pudo identificar de forma alarmante la falta de separación entre viviendas, en su mayoría pareadas prácticamente en todas direcciones, pero para una mejor comprensión se clasificaron en cuatro (4) grandes categorías (ninguna-parcial-lateral-total), tal como se puede apreciar en la Tabla N° 19.

En la misma se puede observar que en general, el 90 % de las viviendas presentan algún tipo de colindancia, la cual adquiere mayor importancia si se toman en cuenta la forma como se encuentran pareadas a distintas alturas, principalmente como consecuencia de la topografía irregular de los asentamientos estudiados.

De forma más desglosada, en la Figura N° 21 se representa la distribución porcentual de las distintas formas de colindancia, destacando la colindancia total (definida como vivienda que se encuentra rodeada por otras viviendas en al menos tres direcciones distintas, ortogonales entre sí) en el 50 % del total, además otro 40 % presentan colindancia parcial (viviendas que se ubica entre dos viviendas en la misma dirección), finalmente el restante 10 % presentan colindancia parcial (vivienda que sólo se encuentra en contacto con otra vivienda en una sola dirección) o no presenta dicho fenómeno.

5.1.3. Índice de vulnerabilidad:

En este punto y en base al análisis individual de la información, vivienda por vivienda, apoyada del material ilustrativo recolectado, se determinó el grado de vulnerabilidad, agrupando dichos resultados en tres (3) grandes categorías tal como se puede apreciar en la Tabla N° 23 donde el 50% de las viviendas visitadas presentan un índice de vulnerabilidad media (100-200), un 30% alta (200-250) y por último un 20% elevada (>250) (ver Figura N° 22).

En forma general, el 50 % se concentran en un nivel alto-elevado de vulnerabilidad, en su mayoría viviendas de dos (2) o más niveles. Producto de la falta de continuidad de elementos estructurales tanto en planta como en altura, su ubicación y el método constructivo empleado para el desarrollo de las mismas, aspectos de mayor peso considerados dentro del método.

Cabe destacar, que para la determinación del índice de vulnerabilidad se puntualizaron aspectos principalmente estructurales como los mencionados, sin considerar aspectos geotécnicos y propiedades de los materiales usados.

Dentro de los parámetros iniciales de evaluación de vulnerabilidad no está incluido la presencia de colindancia entre estructuras, por lo tanto mediante la Figura N° 23 se relaciona la vulnerabilidad de las viviendas con respecto al tipo de colindancia, en donde se puede apreciar que el 45% de las viviendas que presentaron un Iv alto tiene una colindancia total, otro 45 % con Iv alto presentan colindancia parcial y solo el 10 % no están pareadas, mientras que el 40 % que presentaron un índice elevado tienen una colindancia total y el restante 60 % está colindando de forma parcial. Esto llama la atención debido a que la metodología no considera este tema y según la tipo y forma como se encuentran pareadas estas viviendas en conjunto con la topografía del terreno, afectaran negativamente o en algunos casos particulares positivamente el comportamiento del conjunto durante la ocurrencia del sismo.

Por otra parte, mediante la Figura N° 24 se representa la relación entre el índice de vulnerabilidad y el número de niveles en las edificaciones. Se observa que en el 86 % de las viviendas de dos (2) o más niveles se concentra un Iv alto-elevado y las de un nivel se concentran en un Iv alto-medio, si a esto se le suma el hecho de que las viviendas de dos (2) pisos o más son de tipo aperticadas rellenas con mampostería, permite afirmar que el aumento de niveles tiende a aumentar la vulnerabilidad de las viviendas en la gran mayoría de los casos, como consecuencia de las deficiencias estructurales y del método constructivo aplicado durante su desarrollo.

5.2. CONCLUSIONES.

(1) Las viviendas de carácter utilitario desarrolladas de forma no controlada, se pueden considerar en sí mismas las principales tipologías estructurales que predominan en el ámbito paisajístico de las principales ciudades latinoamericanas. Especialmente, predominantes en aquellos países considerados subdesarrollados, de modo que es importante no obviar su existencia dentro del mundo de la ingeniería civil. Por el contrario, se debe hacer énfasis en la necesidad de llevar a cabo estudios de evaluación, y mitigación de riesgos. Muy especialmente, si se toma en cuenta que independientemente de las políticas y los planes gubernamentales (estatales, regionales o municipales) que se estén o se vayan a desarrollar, su control y su erradicación son objetivos que aun a largo plazo se ven difíciles de vislumbrar.

(2) El número de niveles condiciona la estabilidad estructural en este tipo de edificaciones frente la presencia de un sismo u otros factores climatológicos que afectan su grado de vulnerabilidad. Muchas de estas viviendas se ubican en las laderas del terreno sin estar apropiadamente fundadas, exponiéndose a una tragedia si no se toma en cuenta los factores de ingeniería-arquitectura-técnico convenientes para el caso.

(3) Ante la presencia de un sismo, la colindancia constituye uno de los factores más incidentes en el grado de vulnerabilidad de las viviendas en los barrios de Caracas. La insuficiencia de espacio entre estructuras para que las mismas desarrollen libremente su efecto dinámico que sumado a sus diferencias en alturas y rigideces afectan significativamente el nivel de vulnerabilidad de las viviendas de menor rigidez que reciben el golpeteo por parte de otra vivienda con mayor rigidez.

(4) El número de niveles de las edificaciones constatadas, condiciona sensiblemente la tipología en cuanto a sistema estructural se refiere. Dentro del presente trabajo se constató que las viviendas de un (1) nivel se decantan por el empleo de muros de mampostería (confinada o simple) como sistema resistente predominante aunque, un grupo minoritario opta por el uso de sistemas tipo aporticados rellenos con mampostería.

Sin embargo al considerar las limitaciones topográficas del área potencialmente desarrollable por familia, además del aumento del número de habitantes por vivienda, obligan al desarrollo de las mismas en altura; lo cual conlleva a una transformación parcial y en casos extremos total del sistema estructural de las viviendas, adoptando el empleo de sistemas tipo aporticados rellenos con mampostería de carácter bidireccional, como soporte de las losas de pisos (generalmente compuestas de tabelones, con una capa no mayor a 6 cm de concreto sin el empleo de malla electrosoldada). No obstante el uso del mismo permite el desarrollo de una serie de defectos constructivos, los cuales comprometen la integridad estructural, influyendo significativamente en el grado de vulnerabilidad de las viviendas, destacando los siguientes:

- Confinamiento parcial de columnas por paredes de media altura producto del espacio dejado para ventanas, balcones o puertas (Efecto de columna corta).
- Discontinuidad en miembros estructurales producto de la “adaptación” de las viviendas a los requerimientos del entorno y sus habitantes (tanto en planta como en elevación).
- Defectos en nodos (cambios bruscos de rigidez, vigas que no llegan a columnas, etc.).
- Ausencia de columnas en intersección de vigas.
- Aumento de masas proporcional al número de niveles (producto del aumento de la superficie de losas o el empleo de tanques de agua en niveles intermedios y cubierta).

- Mala praxis en la elaboración de encofrados reflejada en la pobre calidad de miembros estructurales (vigas, columnas, machones) así como en losas y en la colocación de estribos (separación variable y doblajes mal realizados).
- Desarrollo de viviendas contiguas, especialmente a distintas alturas independientemente de que tengan o no el mismo número de pisos (como consecuencia de la topografía del sector).
- Barras de refuerzo expuestas al medio ambiente, confinadas con amarres de separación variable y de pobre calidad constructiva.
- Mala dosificación en la mezcla para la elaboración del concreto y mortero.
- Calidad de vida.

Los cuales en conjunto, desmienten la creencia popular de que los mejores constructores se encuentran en los barrios de Caracas. Esto se debe a que se ha ido perdiendo la escuela de obreros capacitados, producto de una falta de capacitación y de control de calidad en las obras donde trabajan diariamente además de la falta de material informativo (manuales, folletos, revistas, etc.) que permitan un mejor asesoramiento en la materia

(5) Un componente importante interviene en la presencia de esta serie de determinaciones: el económico. Los constructores de los barrios no poseen la capacidad financiera para desarrollar la calidad constructiva que merecen este tipo de edificaciones, lo que los obliga a improvisar dentro de su método constructivo y con materiales inadecuados y sin el conveniente control de calidad. A pesar de que estas dificultades demuestran la pericia de los hacedores de barrios al levantar sus viviendas, las deficiencias analizadas en el presente estudio aumentan la incertidumbre sobre la respuesta de su estructura ante la presencia de fenómenos accidentales y las pérdidas humanas y materiales que esto conllevaría.

Con base a lo anterior, se puede inferir que el grado de vulnerabilidad tanto de las viviendas contenidas en la muestra aleatoria como a nivel general, tenderá a elevarse significativamente a medida que las viviendas de mampostería, en su proceso de ampliación vertical, se transformen a viviendas aporcadas mientras se siga repitiendo el conjunto de defectos como los encontrados en la presente investigación.

5.3. RECOMENDACIONES

En primer lugar, consideramos que para el desarrollo de este tipo de estudios es necesario contar con el apoyo de alguna institución u organismo de vocación comunitaria. Fundamentalmente, su colaboración es vital debido a las características económicas y sociales de los asentamientos no controlados. Su apoyo, en definitiva, permitiría y favorecería no sólo el acercamiento entre la comunidad y los investigadores (TEGs), sino también su aporte a la solución de los problemas comunitarios se haría, tal vez, más efectivo y expedito.

En segundo lugar, debido a que en general el grado de vulnerabilidad presente en las viviendas estudiadas no se limita a su patrón estructural, se debe profundizar en su comportamiento ante la eventualidad de un sismo o cualquier otro fenómeno climatológico. En torno a este caso se recomienda revisar el TEG. de dos estudiantes de la Universidad Metropolitana junto al profesor Paparoni (indicado en la sección de antecedentes), en donde se ha estudiado la aplicación de muros portantes de mampostería como método sismorresistente para viviendas de interés social.

Así mismo, deben considerarse los diversos tipos de vulnerabilidad, ya que estos suelen extenderse hacia otras áreas. Lo que incide sensiblemente en su nivel de riesgo, en especial tomando en cuenta que la zona que se estudió es vulnerable a inundaciones, derrumbes o deslaves y disposición de desechos sólidos. Por lo tanto, se hace necesario desarrollar más a fondo este tema, tomando en consideración otros aspectos de vulnerabilidad. Tales son ellos: los geomorfológicos, la calidad de suelos de las fundaciones, la interacción suelo-estructura, la disposición de materia orgánica y las condiciones sanitarias, la mano de obra empleada, la calidad de los materiales empleados en asentamientos no controlados, similares al estudiado

Debido a que no se puede elaborar cualquier proyecto de erradicación o al menos de disminución de asentamientos no controlados a corto y mediano plazo, incluso es difícil vislumbrar alguno a largo plazo. Hace necesario proponer e impulsar el desarrollo y publicación de trabajos referentes a métodos constructivos basados en aspectos normativos o recomendaciones de especialistas en la materia, con el propósito de poner al alcance el material básico necesario para un desarrollo sustentable en cuanto a calidad constructiva se refiere, sentando las bases para una disminución de la vulnerabilidad en dichos sectores así como para la capacitación de sus constructores.

Por último, vale destacar la huella que este estudio deja en nosotros como futuros profesionales del campo de la ingeniería civil. En tal sentido, queremos destacar la experiencia vivida en este espacio comunitario, en el cual, sin duda alguna, analizamos más allá del cómo son sus casas: constatamos la vida e historia de este barrio. Y aún cuando la solución de sus problemas no está a nuestro alcance, consideramos que estas investigaciones de campo, situadas en el día a día de las comunidades, favorecen no sólo la sensibilidad social de un ingeniero sino que también abren expectativas en cuanto a todas las potencialidades y utilidad de nuestro campo de conocimiento y oficio social. Por tales razones, sugerimos réplicas de este trabajo a través de las líneas de investigación adscritas a la Universidad Católica Andrés Bello. Sobran en ese sentido comunidades similares a las cuales acudir, apoyar o favorecer.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- (1) ALONSO, José Luis. **Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones**. Fondo Editorial Sidetur. Caracas, 2007.
- (2) BENEDETTI, D., PETRINI V. **Sulla vulnerabilità vismica di edifici in muratura i proposte di un método di valutazione. L'industria delle costruzioni, Vol. 18, pp 66-74**. Italia, 1984.
- (3) BOLÍVAR, Teolinda. **Densificación y vivienda en los barrios caraqueños: contribución a la determinación de problemas y soluciones**. Ediciones Ministerio del Desarrollo Urbano. Caracas, 1994.
- (4) BOLÍVAR, Teolinda. **Viviendo la construcción de las ciudades con su gente**. Textos Urbanos. Caracas, 2006
- (5) CARABALLO, Álvaro. **Determinación de la Vulnerabilidad Sísmica por medio del método del Índice de Vulnerabilidad en las estructuras ubicadas en el centro histórico de la ciudad de Sincelejo, utilizando la tecnología del sistema de información geográfica**. Trabajo Especial de Grado, Fundación Universidad del Norte, Sincelejo-Colombia, 2007.
- (6) CHIO, Gustavo., GÓMEZ, Iván y MALDONADO, Esperanza. **Índice de Vulnerabilidad Sísmica en edificaciones de mampostería basado en la opinión de los expertos**. Bucaramanga-Colombia, 2007.
- (7) COMISIÓN DE NORMAS. **Criterio y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones**. Norma Venezolana 2002-88. Fondonorma, Caracas, 1989.
- (8) Cuadernos PNUD, “Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo” y MPS “Ministerio de la Protección Social”. **Investigaciones sobre desarrollo social en Colombia**. Colombia, 2000.

- (9) DE LISIO, Antonio. **La Evolución urbana de Caracas. Indicadores e interpretaciones sobre el desarrollo de la interrelación ciudad-naturaleza.** Ediciones Facec, Caracas, 2001.
- (10) FUNVISIS. **La investigación sismológica en Venezuela.** Caracas, 2002.
- (11) Fundación Escuela de Gerencia Social. **La Pobreza en Venezuela.** Caracas, 2006.
- (12) GRUSON, Alberto. **Estratos sociales y ámbitos urbano-regionales en Venezuela.** Ediciones CISOR. Caracas, 2008
- (13) Organización Panamericana de la Salud. **Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud.** Washington-Estados Unidos, 2004.
- (14) PARRA OLIVARES, Javier. **Reflexión teórico-metodológica para la justificación de una tipología social en Venezuela.** Ediciones FACES-LUZ. Maracaibo, 2008.
- (15) RÍOS, José. **Estudio de la Vulnerabilidad Sísmica del distrito de Rimac en la ciudad de Lima, Perú.**
- (16) ROSAS MEZA, Iris. **La cultura constructiva de la vivienda en los barrios del Área Metropolitana de Carcas.** Tesis para optar al título de Doctor en Arquitectura. UCV. Caracas, 2004
- (17) SALAS, Julián. **La Industrialización Posible de la vivienda Latinoamericana.** Fondo Editorial Escala, Bogotá-Colombia, 2000.
- (18) SIDETUR. **Folleto Acero al día (Vulnerabilidad sísmica, escaleras de concreto).** Caracas, 2009.
- (19) SIDETUR. **Folleto Acero al día (Vulnerabilidad sísmica de edificaciones).** Caracas, 2011.

- (20) SIDETUR. **Losa de Tabelones**. Caracas, 2004.
- (21) SIDETUR. **Guía práctica para construcciones informales**. Caracas, 2006.
- (22) SUZUKY, Margarita. **De la Hacienda La Dolorita a la metrópolis caraqueña: historia de una exclusión**. Instituto Pedagógico de Miranda “José Siso Martínez”, 2007.

7. ANEXOS

7.1. Planilla de Información.

													
PLANILLA DE INFORMACIÓN													
Familia: _____				Dirección: _____									
Edad: _____			Sector: _____			Habitantes: _____			Fecha: ____/____/____				
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL													
Sistema Resistente: Pórticos <input type="checkbox"/> Mampostería: C <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/>				Acabados y Fachada									
Paredes Perimetrales				Paredes Internas				Tipo					
Bloques y Ladrillos _____(cm)				Bloques y Ladrillos _____(cm)				Externo		Friso		Cerámica	
Arcilla <input type="checkbox"/>		Concreto <input type="checkbox"/>		Arcilla <input type="checkbox"/>		Concreto <input type="checkbox"/>		Otro <input type="checkbox"/>		Ninguno <input type="checkbox"/>			
Sobre las vigas: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				Sobre las vigas: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>				Maciza <input type="checkbox"/>		Perfil/Loseta <input type="checkbox"/>		Otra <input type="checkbox"/>	
Condición Actual		Terminada <input type="checkbox"/>		Ampliación <input type="checkbox"/>		Escaleras SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Externa <input type="checkbox"/>		Interna <input type="checkbox"/>			
		Construcción <input type="checkbox"/>		Incompleta <input type="checkbox"/>		Tanque de Agua		Número: _____		Techo <input type="checkbox"/> Subterráneo <input type="checkbox"/> Dentro <input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/>			
Viga: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				Geometría de la Planta									
Material y Sección		Concreto Armado <input type="checkbox"/>		Número de Plantas				1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 3 < <input type="checkbox"/>		Configuración			
h (cm)		b (cm)		Ideal <input type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Deficiente <input type="checkbox"/>		Forma		Cuadrada <input type="checkbox"/> Rectangular <input type="checkbox"/> Otra (Especifique) <input type="checkbox"/>		Uso de la Edificación			
Perfil <input type="checkbox"/>				Vivienda:(Propia) <input type="checkbox"/> (Alquilada) <input type="checkbox"/>		Comercio <input type="checkbox"/> Mixto <input type="checkbox"/>		Losas					
Respecto a la Losa		Por dentro <input type="checkbox"/>		Por Fuera <input type="checkbox"/>		Tipos		Ninguna <input type="checkbox"/>		Tabelón <input type="checkbox"/>			
Columna/Machón: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Concreto Armado <input type="checkbox"/>		N1 <input type="checkbox"/>		N2 <input type="checkbox"/>		N3 <input type="checkbox"/>		Maciza <input type="checkbox"/>			
		Perfil <input type="checkbox"/>		Iluminación <input type="checkbox"/>		Pendiente <input type="checkbox"/>		Cubierta					
				Ventilación <input type="checkbox"/>		F M D <input type="checkbox"/>		Macizo <input type="checkbox"/>		Tabelones <input type="checkbox"/>			
				Salientes <input type="checkbox"/>				Lamina Zinc/Aluminio <input type="checkbox"/>		Otro <input type="checkbox"/>			
Relación		Columna Mayor <input type="checkbox"/>		Viga Mayor <input type="checkbox"/>		Acabado Piso		Rustico (Concreto) <input type="checkbox"/>		Cerámica <input type="checkbox"/> Baldosa <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/>			
Otras consideraciones Estructurales													
Colindancia <input type="checkbox"/> Piso Blando <input type="checkbox"/> Columna Corta <input type="checkbox"/> Falta de Continuidad <input type="checkbox"/> Falta Apoyos <input type="checkbox"/> Defectos en Uniones <input type="checkbox"/>													
Niveles		Pórtico Principal Separación (m)					H (m)		Pórtico Transversal Separación (m)				
		X1 X2 X3 X4 X5							X1 X2 X3 X4 X5				
N1													
N2													
N3													

Ilustración N° 24: Planilla de Información empleada durante el estudio.

Ref.: Fuente Propia.

7.2. Índice de Vulnerabilidad determinado por vivienda.

Ilustración
Calculo del

Sector	Familia	N° Niveles	lv											lv			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
El Refugio	Lara	2	45	45	0	45	45	45	45	45	45	45	25	25	25	45	285
El Refugio	Castro	3	45	45	0	45	45	45	45	45	45	45	25	25	25	45	285
El Refugio	Reyes P	2	45	45	0	45	45	45	45	45	45	25	0	45	45	45	265
El Refugio	Guzman	1	45	45	0	45	45	15	45	45	45	25	45	25	25	25	255
Santa Ana	Chavez	2	45	45	0	45	45	45	25	45	45	25	0	25	25	25	230
El Refugio	Reyes	2	20	45	0	45	45	45	25	45	45	25	15	45	45	25	225
Santa Ana	Zapata	2	45	45	0	45	45	15	45	45	45	25	25	25	25	5	215
Santa Ana	Peñaranda	1	20	45	0	25	45	45	25	25	25	25	45	25	25	25	215
Santa Ana	Uribe	2	20	25	0	45	45	15	45	45	25	25	25	45	45	45	210
Santa Ana	Perez	2	20	25	0	45	45	15	45	45	25	5	25	45	45	45	205
El Refugio	Alvarado	1	45	45	0	45	45	15	25	45	45	25	25	25	25	0	200
El Refugio	Reyes J	1	20	25	0	45	45	15	45	45	25	25	25	45	45	25	190
El Refugio	Gutierrez	1	20	25	0	15	45	45	25	25	25	25	0	45	45	45	183
Santa Ana	Figueroa	1	20	25	0	45	45	15	45	45	25	25	0	25	45	45	180
Santa Ana	Morales	1	20	25	0	45	45	15	25	45	25	25	0	25	45	45	170
Santa Ana	Orozco	1	20	25	0	45	45	15	25	45	25	25	0	25	45	45	170
Santa Ana	Romero	1	20	25	0	45	45	15	25	45	25	25	0	25	45	45	170
El Refugio	Rosales	1	20	25	0	45	45	45	25	25	25	45	0	25	0	0	160
El Refugio	Rosales	1	20	25	0	45	45	15	25	45	25	25	25	45	5	5	160
El Refugio	Guerra	1	20	25	0	15	45	15	45	25	25	25	15	25	0	0	128

N° 25:
Índice de

Vulnerabilidad de cada vivienda.

Ref.: Datos del Estudio.