

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PROPUESTA DE VIVIENDA PROGRESIVA DE BAJO COSTO QUE INCORPORE ASPECTOS DE VIVIENDA SANA

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela

Por las Bachilleres:
Sanoja Flores, Maralba Soledad
Trías Blanco, Adriana Carolina

Para optar al Título de
Ingeniero Civil

Caracas, 2009

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PROPUESTA DE VIVIENDA PROGRESIVA DE BAJO COSTO QUE INCORPORE ASPECTOS DE VIVIENDA SANA

TUTOR ACADÉMICO: Prof. María E. Korody

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela

Por las Bachilleres:
Sanoja Flores, Maralba Soledad

Trías Blanco, Adriana Carolina

Para optar al Título de
Ingeniero Civil

Caracas, 2009

ACTA

El día 09 de noviembre de 2009 se reunió el jurado formado por los profesores:

María Eugenia Korody

Norberto Fernández

Henry Blanco

Con el fin de examinar el Trabajo Especial de Grado titulado: "Propuesta de vivienda progresiva de bajo costo que incorpore aspectos de vivienda sana".

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

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

NOMBRE	CALIFICACIÓN	
	Números	Letras
Br. Maralba S. Sanoja F.	20	VEINTE
Br. Adriana C. Trías B.	20	VEINTE

Recomendaciones:

FIRMAS DEL JURADO

Caracas, 09 de noviembre de 2009

Este Trabajo lo dedico principalmente a Dios y María Inmaculada por ayudarme a nunca perder los objetivos de vista. A mi Colegio “La Concepción” en Montalbán por ser el lugar donde tuve la motivación de ser Ingeniero. A mi querida UCV por ser la mayor casa de estudios, mi casa; la extrañaré. A mis padres, a Luz, Flora y Suehil, por darme su apoyo, atención y brindarme de afecto. A mis abuelas y mi Tita. A mi gran amor Ricardo, por ayudarme en todo lo que necesito de manera incondicional y desinteresada, por servirme de inspiración a terminar con éxito mis estudios y en el tiempo esperado. A mis grandes amigos durante toda la carrera: Adriana, Miguel, Gabriel y Samuel. A mis amigas de siempre: Guti, Jenni, Gavi, Daphne, Diana y Adri. Los quiero mucho a todos, espero seguir contando con su mano amiga.

Maralba.

Dedico este Trabajo a mi familia, en especial a mis padres, mi hermana y mis abuelos, que son sin duda el apoyo más grande que he tenido en toda mi formación académica y sobre todo personal. A mis eternos amigos del Peñon Sheo, Mao, Rosa, Kathy, Nano. A los mejores amigos de la uni Samu, Miguel, Mara y en especial a Gabo. A mi bella UCV por todas las vivencias. A mis muchachas del equipo de baloncesto de la uni. Han sido todos gran parte de mi vida y se que siempre contaré con ustedes. Gracias.

Adriana.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a Dios por brindarnos de fuerza e inspiración en los momentos de más cansancio y estrés durante las horas de estudios y la realización de este Trabajo.

A los Arquitectos Mercedes Marrero y Ernesto Meléndez por ayudarnos en la modificación del diseño de la vivienda que se propone.

A los Ingenieros y futuros colegas Juan José Núñez, Josué Barros, César Becerra, Ricardo Guardia y Patricia Sinn, por el apoyo recibido en el manejo de los programas, criterios de diseño y orientación en las áreas de menor conocimiento.

A los Profesores María Eugenia Korody, Steve Merlo y Norberto Fernández por su paciencia y atención a nuestras dudas.

A Floralba por el apoyo en el diseño de la maqueta.

Nos agradecemos mutuamente por la paciencia y el trabajo en equipo.

RESUMEN

**Sanoja F., Maralba S.
Trías B., Adriana C.**

PROPUESTA DE VIVIENDA PROGRESIVA DE BAJO COSTO QUE INCORPORE ASPECTOS DE VIVIENDA SANA.

**Tutor Académico: Prof. María E. Korody.
Trabajo Especial de Grado. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería.
Escuela de Ingeniería Civil. 2009, 97 páginas.**

Palabras claves: Vivienda progresiva, vivienda sana, vivienda de bajo costo.

Resumen. En Venezuela actualmente existe un elevado déficit habitacional que se une al mal estado de las viviendas existentes por la informalidad de dar salida al problema, lo cual eleva el nivel de riesgo sísmico y coopera en la propagación de enfermedades.

Se quiere dar una solución a la problemática existente planteando el diseño completo de arquitectura, estructura e instalaciones eléctricas y sanitarias de una vivienda de desarrollo progresivo que se ajuste a las necesidades individuales de cada familia y cuida los aspectos de salubridad y sismorresistencia. Para comprobar que lo que se propone es mejor a lo que existe se investigaron los acabados y técnicas constructivas, distribución de ambientes y precios de los planes habitacionales de bajo costo para comparar sus ventajas y desventajas con la vivienda propuesta.

El costo de construcción de la vivienda diseñada en el Trabajo fue el más elevado (mayor al cuádruple de la más económica), no obstante fue la única en cumplir todos los requerimientos para una vivienda sana; de esta manera todas las viviendas en existencia que se estudiaron presentaron características que las hacen vulnerables al desarrollo de enfermedades transmitidas por vectores.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	V
RESUMEN.....	VI
LISTA DE TABLAS	X
LISTA DE GRÁFICOS Y FIGURAS	XII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
TEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
I.1 Planteamiento del problema.....	2
I.2 Objetivos.....	4
I.3 Justificación y aportes.....	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO	6
II.1 Déficit habitacional.....	6
II.2 Sismorresistencia: características normativas.....	7
II.3 Vivienda progresiva.....	8
II.4 Vivienda sana.....	14
II.5 Limitaciones y alcances.....	18
CAPÍTULO III.....	19
MÉTODO.....	19
CAPÍTULO IV.....	23
DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL	23
IV.1 Materiales.....	23
IV.2 Definición del espectro de diseño.....	26
IV.3 Casos de carga estática.....	29
IV.4 Definición de las cargas.....	30
IV.4.1 Cargas permanentes.....	30

IV.4.2 Cargas variables.	30
IV.5 Combinaciones de carga.....	30
IV.6 Techo.	31
IV.7 Método de análisis.	31
IV.8 Definición de las masas.	31
VI.9 Estructuración de la arquitectura y diseño de elementos estructurales.	32
IV.9.1 Columnas de concreto armado $r_c= 5$ cm.....	32
IV.9.2 Vigas de concreto armado $r_c= 5$ cm.	33
IV.10 Efectos P- Δ	33
IV.11 Combinación de efectos.....	33
IV.12 Valores límites de los desplazamientos.	33
CAPÍTULO V.....	34
RESULTADOS.....	34
V.1 Datos de morbilidad.	34
V.2 Acabados y técnicas constructivas.....	38
V.2.1 Acabados.	38
V.2.2 Técnicas constructivas.....	41
V.3 Vivienda Sana.	45
V.4 Diseño estructural.	48
V.4.1 Dimensiones de los elementos.	51
V.4.2 Diseño de vigas.	52
V.4.3 Diseño de columnas.....	55
V.4.4 Sistema de techo.	60
V.4.5 Verificación de propiedades dinámicas y respuesta sísmica.	60
V.4.6 Materiales.	61
V.4.7 Infraestructura.....	61
V.5 Diseño de instalaciones.	62
V.6 Presupuesto.	67

CAPÍTULO VI.....	69
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	69
VI.1 Datos de morbilidad.	69
VI.2 Acabados y técnicas constructivas.....	70
VI.3 Vivienda Sana.	72
VI.4 Diseño estructural.	73
VI.4.1 Diseño de vigas.	73
VI.4.2 Diseño de columnas.....	74
VI.4.3 Sistema de techo.	74
VI.4.4 Verificación de las propiedades dinámicas y respuesta sísmica..	74
VI.4.5 Materiales.	75
VI.5 Diseño de las instalaciones.	75
VI.6 Presupuesto.	76
CAPÍTULO VII.....	77
CONCLUSIONES	77
CAPÍTULO VIII.....	81
RECOMENDACIONES	81
REFERENCIAS	82

LISTA DE TABLAS

Tabla 5.1. Cifras de morbilidad en Venezuela a causa de las principales enfermedades transmitidas por roedores o picaduras de mosquitos.....	34
Tabla 5.2. Características generales de las viviendas de bajo costo.....	43
Tabla 5.3. Acabados en las construcciones debajo costo.	44
Tabla 5.4. Características de puertas y ventanas en las construcciones de bajo costo.	45
Tabla 5.5. Escala de puntuación para una <i>Vivienda Sana</i>	46
Tabla 5.6. Calificación de las viviendas de bajo costo en términos de <i>Vivienda Sana</i>	47
Tabla 5.7. Enfermedades de posible ocurrencia según el diseño de la vivienda.....	48
Tabla 5.8. Acabados en ambientes.....	48
Tabla 5.9. Dimensiones de elementos estructurales.	51
Tabla 5.10. Condiciones geométricas en vigas.....	52
Tabla 5.11. Longitud de confinamiento.	53
Tabla 5.12. Relación entre los momentos.....	54
Tabla 5.13. Resistencia al corte en cada sección de viga.	55
Tabla 5.14. Separación de los estribos según el diseño por corte.....	55
Tabla 5.15. Condiciones geométricas en columnas.....	56
Tabla 5.16. Resistencia a fuerza cortante de las columnas.....	59
Tabla 5.17. Propiedades dinámicas.....	61
Tabla 5.18. Materiales en la estructura.....	61
Tabla 5.19. Cálculo de distribución de aguas claras en planta.	63

Tabla 5.20. Cálculo de presiones residuales en aguas claras.	64
Tabla 5.21. Cálculo de distribución de aguas residuales.	65
Tabla 5.22. Características del tablero de electricidad.	66
Tabla 5.23. Costo de las viviendas en estudio.....	68
Tabla 5.24. Presupuesto de la vivienda propuesta.	68

LISTA DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Fig 2.1. Tipología de vivienda.	14
Fig. 4.1. Corte transversal del Termopanel.....	23
Fig. 4.2. Fijación con tornillo autoroscante.....	24
Fig. 4.3. Fijación en solape.	24
Fig. 4.4. Solape longitudinal.....	25
Fig. 4.5. Remate del panel. Cumbre.	25
Fig. 4.6. Remate del panel. Canal de lluvia.	26
Fig. 4.7. Densidad poblacional en Venezuela.....	27
Fig. 4.8. Zonificación sísmica.....	28
Gráfico 4.1. Espectros de diseño en zona sísmica 5 para suelos S1, S2 y S3.	29
Fig. 4.9. Dirección de las láminas de techo.	31
Fig. 4.10. Orientación de las columnas en planta.	32
Gráfico 5.1. Morbilidad a causa del Dengue en Venezuela.	35
Gráfico 5.2. Morbilidad a causa de Dengue Hemorrágico en Venezuela.....	35
Gráfico 5.3. Morbilidad a causa de Paludismo o Malaria en Venezuela.	36
Gráfico 5.4. Morbilidad a causa de la Fiebre Amarilla en Venezuela.....	36
Gráfico 5.5. Morbilidad a causa de Leishmaniasis en Venezuela.....	37
Gráfico 5.6. Morbilidad a causa Leptospirosis en Venezuela.	37
Gráfico 5.7. Morbilidad en Venezuela a causa de las principales enfermedades transmitidas por roedores o picaduras de mosquitos.....	38
Fig 5.1. Rejilla “anticucaracha”.....	39

Fig 5.2. Rejilla ciega.....	40
Fig 5.3. Lámpara antiinsectos.....	40
Fig. 5.4. Fases de la progresividad: Planta.....	49
Fig. 5.5. Fases de la progresividad: Isometría.....	49
Fig. 5.6. Plano de Planta: primera fase de progresividad.....	49
Fig. 5.7. Plano de Planta: segunda fase de progresividad.....	49
Fig. 5.8. Plano de Planta: tercera fase de progresividad.....	49
Fig. 5.9. Plano de Planta: cuarta fase de progresividad.....	49
Fig. 5.10. Corte A-A.....	49
Fig. 5.11. Corte B-B.....	49
Fig. 5.12. Fachada principal.....	49
Fig 5.13. Maqueta de arquitectura.....	50
Fig 5.14. Maqueta de arquitectura.....	50
Fig 5.15. Maqueta de arquitectura.....	51
Gráfico 5.8. Diagrama de interacción de columnas.....	58
Fig. 5.21. Aguas claras: planta.....	68
Fig. 5.22. Aguas claras: isometría.....	68
Fig. 5.23. Aguas residuales: planta.....	68
Fig. 5.24. Aguas residuales: isometría.....	68
Fig. 5.25. Instalaciones Eléctricas: iluminación.....	68
Fig. 5.26. Instalaciones Eléctricas: fuerza.....	68

INTRODUCCIÓN

El número de casos por enfermedades transmitidas por vectores como mosquitos y roedores hacen necesaria la inclusión de materiales y técnicas constructivas orientadas a lograr específicamente una vivienda sana en las soluciones que buscan acabar con el déficit habitacional. Es por esto que el presente Trabajo Especial de Grado, pretende cumplir con estos requisitos además de ofrecer las dimensiones mínimas en ambientes considerando las necesidades específicas de cada grupo familiar con una arquitectura que contempla el crecimiento progresivo.

Es indispensable que la propuesta de vivienda que se realice considere los aspectos sismorresistentes y sanitarios que contribuyan al buen comportamiento estructural y de hábitat. El diseño debe funcionar para la mayoría de la población, la cual está concentrada en la zona andina y norte-costera de Venezuela, pensando en que su ejecución se hará en urbanismos nuevos.

Se estudiarán las características particulares y en común de los planes habitacionales de bajo costo que se construyen actualmente para realizar una comparación con el diseño propuesto en lo que se refiere a Vivienda Sana y costos.

CAPÍTULO I

TEMA DE INVESTIGACIÓN

I.1 Planteamiento del problema.

En los últimos diez años el déficit habitacional en Venezuela se ha acentuado debido a que la construcción de viviendas ha sido insuficiente. La diferencia entre la oferta y la demanda hacen que los precios de las unidades tengan un comportamiento ascendente debido a los aumentos en los costos de producción, los mayores precios de los insumos y a fallas en el suministro de los materiales (Armas, 2009).

Es por esto que las familias de bajos recursos económicos deben construir su vivienda partiendo, la mayoría de las veces, con materiales de desecho o reciclados, comenzando un proceso característico de la vivienda progresiva, hasta la terminación con materiales duraderos y con las características similares a las producidas por el sector formal de la construcción (Araujo, 1994).

El concepto de vivienda progresiva es el desarrollo de un conjunto ejecutado por etapas que dependen de la capacidad económica de sus residentes (Salas, 1992), utilizando los recursos combinados de la gente, la comunidad, el gobierno y otras instituciones. Esta es la idea de que el techo y los servicios pueden proveerse inicialmente en la forma más simple y económica (Araujo, 1994).

Según la Organización Panamericana de Salud (OPS, 2002) las viviendas y entornos inadecuados constituyen un problema, particularmente en las zonas rurales, en las áreas urbanas marginales donde residen las poblaciones más vulnerables y en las zonas endémicas de enfermedades transmitidas por insectos vectores tales como: la malaria, el dengue y la

fiebre amarilla. En el caso de Venezuela, Castillo (2007) refiere que en Amazonas, Bolívar, Sucre y Delta Amacuro se presentaron el 95,44% de los casos totales de malaria hasta la semana 50 de 2007; mientras que en Carabobo, Distrito Capital y Miranda hubo registro de la misma enfermedad, donde no había registro de casos de paludismo desde hace 70 años.

Las condiciones de la vivienda se pueden considerar agentes de la salud de sus residentes o, por el contrario, factores de riesgo. Dado que los seres humanos pasan gran parte de sus vidas en el hogar, es necesario crear condiciones adecuadas del ambiente para garantizar buena salud y evitar repercusiones que el uso de la misma tiene para sus moradores (OPS, 2002).

En 2005 (Fernández), la cantidad de viviendas vulnerables había aumentado desde el sismo de Caracas en 1967 con más del 60% de la población viviendo en construcciones informales de alto riesgo. Sin embargo, las edificaciones más modernas deben ser construidas bajo normas más exigentes para la resistencia a sismos.

En vista de la evidente carencia habitacional existente en Venezuela, unida a los problemas de salud que están asociados a las actuales condiciones de los ambientes residenciales, en este trabajo se propone una tipología de vivienda sana y progresiva, tomando en cuenta el bajo costo y sin descuidar la calidad y el buen comportamiento estructural de sus instalaciones, basándose en las normas venezolanas de diseño sismorresistente.

I.2 Objetivos.

General:

Proponer una tipología de vivienda progresiva de bajo costo que incluya aspectos constructivos de vivienda sana.

Específicos:

- 1.- Identificar las características de las construcciones de bajo costo.
- 2.- Caracterizar los materiales y técnicas constructivas en términos de su uso en vivienda sana.
- 3.- Presentar un diseño de vivienda progresiva que cumpla con las normativas vigentes.
- 4.- Comparar aspectos de vivienda sana entre la vivienda propuesta y las soluciones habitacionales de bajo costo de la actualidad.
- 5.- Comparar costos entre la vivienda propuesta y las soluciones habitacionales de bajo costo de la actualidad.

I.3 Justificación y aportes.

Al realizar esta investigación se considera que traerá beneficios en distintos ámbitos:

- Para la Ingeniería: la creación de un modelo de vivienda de bajo costo que cumpla con los requerimientos de sismorresistencia a lo largo de todas las etapas del proceso constructivo que contempla una vivienda progresiva.

- Para la Institución: la integración de una equipo multidisciplinario relacionando aspectos fundamentales de la salud pública (Instituto de Medicina Tropical- UCV), la creación de espacios internos de la vivienda (Facultad de Arquitectura y Urbanismo) y la aplicación de la Ingeniería Sismorresistente y saneamiento ambiental (Facultad de Ingeniería- Escuela de Ingeniería Civil).

- Para la sociedad: una propuesta de un ambiente adecuado para la vivienda que evite la propagación de enfermedades por el estado de vulnerabilidad y las malas condiciones en que se encuentran muchas de éstas, además siendo accesible económicamente.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

La vivienda está definida como un “lugar cerrado y cubierto construido para ser habitado por personas” según el diccionario de la Real Academia Española (2005); adicionalmente, se conoce que las condiciones de ésta dependen del medio geográfico, de los materiales que proporciona el medio, del tipo de población y el modo de vida. De esta manera, la vivienda se concibe en la actualidad como un espacio que se adapta a diversos tipos de familia que habitan dentro de la agitada vida urbana contemporánea (Ministerio del Poder Popular para las Obras Públicas y Vivienda; 2009).

II.1 Déficit habitacional.

En Venezuela existe un gran déficit habitacional desde hace décadas, se estima que el 60% de las familias sin techo viven en condiciones de hacinamiento o en la casa de familiares, el resto en viviendas que no cumplen con las condiciones mínimas de habitabilidad, porque muchos están en zonas no habitables y susceptibles a derrumbes, que representan un enorme riesgo para la vida (Pezzella, 2005).

En el país hay 1.680.000 viviendas en déficit y para solventar este problema sería necesario la construcción de 200.000 soluciones habitacionales al año en la siguiente década (Anónimo, 2006).

Suponiendo que el costo de cada vivienda es de \$US 16.700 la construcción de un plan de vivienda que satisfaga la demanda actual superaría los \$US 35.200 millones. Según algunas propuestas que se tienen, el deber está en concentrarse en construir urbanizaciones que primeramente cuenten con carreteras, escuelas, parques, centros comunitarios, hospitales, sistemas sanitarios y eléctricos. Además de esto, las familias sólo

necesitarían una protovivienda que con el tiempo se convertiría en un ambiente agradable, ya que se ha observado que en los barrios pobres las personas mejoran y expanden sus casas, se trataría entonces de formalizar esta costumbre (Toro, 2002).

II.2 Sismorresistencia: características normativas.

Sin importar el material con que se vaya a construir la estructura de una edificación se deben considerar los criterios y acciones mínimas que considera la Norma Venezolana COVENIN-MINDUR 2002:88. Esto es aplicable tanto en construcciones nuevas como en modificaciones, ampliaciones, refuerzos y reparaciones de las edificaciones existentes.

Para la determinación de las cargas permanentes deben emplearse los pesos de los materiales de construcción y elementos constructivos que se dan en el Capítulo 4 del documento normativo.

De la misma manera, las acciones variables se determinarán usando como mínimo los valores que se presentan en el Capítulo 5 de la Norma COVENIN-MINDUR 2002:88.

La Norma Venezolana FONDONORMA para el Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural 1753:2006 es una revisión aprobada por este organismo de la COVENIN-MINDUR 1753:1987 que es de cumplimiento obligatorio en todo el territorio nacional; sin embargo, los análisis a emplear se basarán en la edición de FONDONORMA ya que por ser un documento más nuevo, se considera que es más completo. De esta manera, ésta expone en sus Capítulo 3, 4 y 5 las características y controles de calidad que deben tener los materiales con los que se construirá la edificación; en el resto del instrumento se explican las consideraciones a tomar en el diseño de estas estructuras y en su Capítulo 18 los requisitos

adicionales para el diseño sismorresistente. Todos estos aspectos deben cumplirse para las estructuras elaboradas en concreto armado.

Para el diseño sismorresistente de las estructuras, en Venezuela, se emplea la Norma Venezolana para Edificaciones Sismorresistentes 1756:2001 en la que se establecen los criterios de análisis y diseño para edificaciones ubicadas en zonas con posibilidad de movimiento sísmico. Se presenta un mapa de zonificación sísmica para las cuales varía el coeficiente de aceleración horizontal (A_0); se define la forma espectral según el terreno de fundación; la clasificación de la edificación según el uso, nivel de diseño, tipo y regularidad estructural; el coeficiente sísmico y espectros de diseño. Adicionalmente, se presentan los métodos de análisis y el control de los desplazamientos totales ante acción sísmica.

II.3 Vivienda progresiva.

La vivienda progresiva es la concepción de que un hogar puede construirse a partir de un núcleo básico que crece en tamaño y mejora en calidad en sucesivos ciclos. Este concepto no sólo aplica a la construcción en sí, sino a los materiales y componentes utilizados que pueden mejorarse durante la vida de la vivienda, de manera que no se pierda nada de lo utilizado (Cilento, 1997).

Rene Heyralde (1963) expone que la progresividad incluye un aspecto fundamental: las ideas de diseño son desarrolladas para perfeccionarlas ya que solucionan hasta los detalles más pequeños del proyecto además cada una de las etapas sucesivas deben mejorar la anterior hasta alcanzar un nivel satisfactorio.

La vivienda progresiva es una solución al problema habitacional en el que se proporciona a cada familia los elementos básicos y adecuados de

alojamiento de manera que el usuario con sus propios medios y recursos pueda ampliar la unidad inicial en un proceso fácil y ordenado hasta alcanzar una vivienda estructural, salubre, confortable y estética. Esta tipología de solución habitacional debe adecuarse al nivel de ingreso de cada grupo de manera que no se les dificulte el pago de las amortizaciones que implica contraer créditos hipotecarios (Urdaneta, 1994).

Según el Ministerio del Poder Popular para las Obras Públicas y Vivienda (MOPVI; 2009) la progresividad implica 3 aspectos fundamentales:

- La flexibilidad: permite la facilidad de adaptarse a las necesidades de las familias y a las formas de éstas.
- La variabilidad: no se proyectan espacios definidos sino que se puede variar la morfología. Puede ser: reversible (por las actividades diarias) e irreversible (permanentes en el tiempo)
- Diversidad: se pretende lograr variedad, desemejanza y diferenciación en los espacios.

La posibilidad de realizar un desarrollo progresivo está en las condiciones del núcleo básico, ya que la distribución inicial de los ambientes es determinante en las posibilidades a futuro que podrán tener los habitantes en cuanto a la ampliación de nuevos ambientes del hogar. Es por esto que la progresividad se puede clasificar en dos formas (MOPVI, 2009):

- Progresividad interna: en la que la transformación del espacio se vive dentro del recinto de manera tal que no se recurren a grandes obras que modifiquen el exterior. Se pueden incorporar elementos móviles para la división de espacios o el cambio de uso de un área.

- Progresividad externa: en la que el cambio se da en el grado y forma de ocupación (crecimiento horizontal o vertical). La intención es que la vivienda pueda ampliarse de manera que se adapte al contexto sociocultural existente.

Según la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela n° 356292, el módulo base mínimo dependerá del número de integrantes de la familia.

De esta manera, las familias nuevas, adultos mayores o contemporáneos, entre otros con un número máximo de tres miembros, se les debe garantizar una vivienda con un mínimo de 50 m² de construcción en los que se cuenta con una sala, un comedor, una habitación matrimonial y otra secundaria, un baño, una cocina, un lavadero techado y áreas de circulación.

A los otros grupos familiares se les debe prever una vivienda de 62 m² mínimos de construcción en los que se dispondrá de los siguientes espacios: una sala, un comedor, una habitación matrimonial y dos secundarias, una cocina, dos baños, un lavadero techado y áreas de circulación.

Adicionalmente, se especifica que el tamaño de la habitación matrimonial debe garantizar la colocación de una cama de tamaño matrimonial y las secundarias, dos camas individuales de 1m de ancho cada una; ambas con espacios para la colocación de elementos auxiliares y áreas de circulación.

Tomando en cuenta estos aspectos, en un mismo desarrollo urbanístico será necesario establecer varios tipos de viviendas dependiendo de los distintos grupos familiares, que faciliten el crecimiento hacia delante,

atrás o en plantas superiores, según sea el caso, o cuando se trate de viviendas en esquina (Cilento, 2002).

El MOPVI (2009) propone que según la ubicación de la vivienda o grupos de viviendas, se pueden establecer dos tipologías de parcelas: en centros poblados densos, 4,5 m de frente y 10 m de fondo donde se establece un desarrollo de crecimiento vertical hasta de tres pisos. En centros poblados de densidades medias a bajas, las parcelas serán de 6m de frente y 9 m de fondo en las que se implanta un crecimiento horizontal o mixto (vertical y horizontal) con un límite de altura equivalente a dos niveles.

Cuando se trate de zonas rurales o sustitución de rancho por vivienda, se establecerán viviendas aisladas en parcelas de 8 m de frente por 10 m de fondo en las que la progresividad será horizontal (MOPVI, 2009).

En el caso de que la progresividad sea externa vertical, el módulo de circulación vertical se ubicará en la parte posterior de la parcela adosado al módulo base, con el fin de mantener el criterio de borde urbano continuo. Para estos casos se estipula una altura entre 2,5 y 3,0 m de piso a techo acabado, que dependerá de las condiciones climáticas y los elementos constructivos (MOPVI, 2009).

Para evitar el crecimiento vertical en los prototipos de crecimiento horizontal aislado, los techos deben tener pendientes mayores a 25% y fabricado con componentes constructivos que dificulten su remoción (MOPVI, 2009).

Los espacios internos de la unidad pueden cambiar de uso a medida que ésta y las necesidades crecen, pero las paredes húmedas de lavadero, cocina y baño deben permanecer fijas porque contienen las instalaciones y artefactos; considerando que los futuros cuartos de baño deben ser ubicados

para reducir al mínimo los recorridos de las nuevas tuberías y la rotura de paredes para sus instalaciones (Cilento, 2002).

Según el MOPVI (2009) existen dos tipologías de viviendas unifamiliares de crecimiento progresivo externo, la estructura elaborada en perfileros de acero y costos estimados por esta Institución el mes de abril del año 2009:

- Vivienda campesina de dos habitaciones con techo a 45° (Rural 01): consta con 38 m² de construcción en la unidad básica con posibilidad de ampliación horizontal. Tiene un costo inicial de 147.000,30 Bs. Esta unidad posee inicialmente 2 habitaciones y luego se puede modificar la distribución de los espacios o aumentar el área según las necesidades de los habitantes.
- Duplex VC2P-03: consta de 82 m² distribuidos en 2 niveles, 3 habitaciones, y se puede ampliar horizontalmente en la planta baja. El costo inicial por unidad es de 165.819,67 Bs.

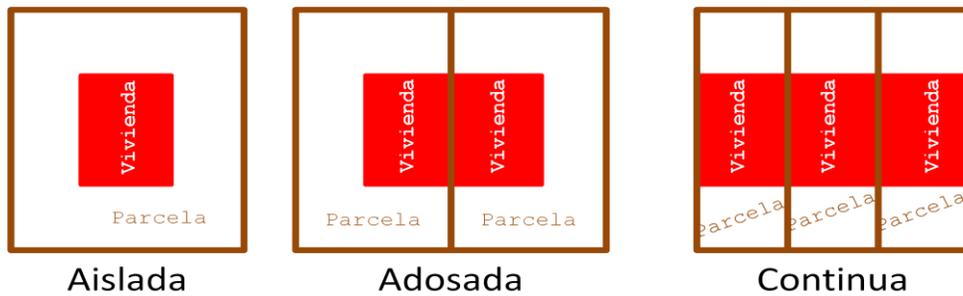
Otro plan cuya finalidad es satisfacer las necesidades habitacionales de la población de menores recursos, es el fundado por la Cámara Venezolana de la Construcción en conjunto con el Instituto Venezolano de Siderurgia; la Asociación de Industriales Metalúrgicos y de Minería de Venezuela; la Cámara de Industriales del Vidrio, Cerámica y Refractarios e industrias afines; empresas cementeras como LAFARGE, CEMEX, HOLCIM y la Cámara Venezolana de Consultores. Este proyecto llamado "HOGAR-SEMILLA, la casa que crece contigo" comprende la creación de macroubanismos divididos en parcelas de 120 y 127 m², las cuales contarán con una losa de fundación de 75 m² y unidades básicas familiares de 24, 40 y 59 m², con posibilidades de crecimiento progresivo de acuerdo a las

necesidades de los habitantes. Las parcelas incluirán todos los servicios públicos y red vial interna (Gómez, 2009).

En Chile, existió el Programa de Vivienda Progresiva (PVP) a partir de 1990. En este sistema se entregó en una primera etapa un sitio urbanizado (incluía conexión al agua potable, alcantarillado y energía eléctrica; calles con pavimentación básica y drenaje superficial) con títulos de dominio, y una unidad sanitaria que comprendió como mínimo una cocina y un baño. La segunda etapa tomó en cuenta la ejecución de recintos secos en uno o dos pisos (Greene, 2007).

Una característica importante del PVP fue que la vivienda no era un sólo prototipo a aplicar en todo el país, sino que permitía una variedad de diseños según la región, la modalidad de operación y la empresa u organismo gestor. Una primera forma de clasificación distinguió el tipo de vivienda propuesta en: aislada, adosada y continua (Greene, 2007).

La tipología de vivienda se define según los retiros que posea la parcela: aislada (retiros en frente, fondo y 2 laterales), adosada (retiros en frente, fondo y un lateral) o continua (retiros en frente y fondo) (ver Fig 2.1).



FUENTE: Elaboración propia.

Fig 2.1. Tipología de vivienda.

En el caso particular de Iquique se construyeron 93 viviendas adosadas que se disponen en edificios de dos niveles: en el primero, casas de una sola planta que contaron con 36 m² con posibilidad de ampliación horizontal hasta 70 m²; y en el segundo, apartamentos en doble altura que en la etapa inicial tenían un área de 25 m² con posibilidad de ampliar en lo vertical hasta 72 m². Cada unidad es entregada con baños, cocina, escaleras, y muros divisorios que están diseñados considerando el estado final (Elemental S.A., 2007).

II.4 Vivienda sana.

Toda vivienda debe cuidar el proceso constructivo de la estructura, pero es adicionalmente necesario incluir el concepto de vivienda sana que se logra en los acabados finales y en los detalles. Se debe vigilar la colocación y acabado de elementos como marcos de puertas, marcos de ventanas, bloque de ventilación, pintura, frisado, ya que son en estos lugares donde se genera gran cantidad de insectos perjudiciales, y el descuido de estos aspectos puede generar irregularidades que atentan contra el estado del hogar y por lo tanto para la salud de los moradores.

La vivienda sana es la concepción de que el hogar sea un ambiente completamente limpio, libre de la posibilidad de contraer algún tipo de enfermedades. Principalmente se refiere al resguardo de la casa mediante el uso de materiales adecuados, aplicando técnicas constructivas específicas que transformen todos los ambientes en espacios libres de insectos y, por lo tanto libres de males.

Venezuela es un país que posee un clima propicio para el desarrollo de enfermedades debido a las condiciones tropicales, básicamente de temperatura y humedad, las cuales permiten la reproducción de insectos generadores de males como Malaria, Fiebre Amarilla y Chagas. Dentro del hogar, las condiciones físicas primitivas de las viviendas existentes son un factor importante en la propagación de insectos, además, la tendencia que existe de que una familia completa viva en una sola habitación, colabora al desarrollo de las enfermedades debido al ambiente conglomerado, es por esto que los materiales y las técnicas constructivas empleadas deben asegurar un ambiente sano y seguro para los moradores, evitando que las condiciones del hogar sean parte del problema (Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, 1987).

Las zonas geográficas más vulnerables a ser afectadas por las enfermedades antes mencionadas son las rurales y las marginales a las regiones urbanas, esto debido a que las condiciones de las construcciones existentes no son las más adecuadas en cuanto a sanidad. Los materiales utilizados permiten que los insectos se alojen en la vivienda de forma imperceptible, lo que dificulta la exterminación de los mismos (Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, 1987).

La Leishmaniasis se transmite a los humanos y animales por medio de la picadura de mosquitos chupadores de sangre del género *Lutzomyia* de

la familia Psychodidae. Asimismo, la malaria (paludismo) es producida por un parásito llamado *Plasmodium* y el dengue por cuatro tipos de virus, estos pasan de un individuo sano a uno enfermo a través del zancudo Anopheles (*Aedes aegypti*). Este mismo mosquito es responsable de la propagación de la fiebre amarilla causada por el virus Flaviviridae del género *Flavivirus amaril*.

Por otra parte, la Enfermedad de Chagas es causada por el protozooario *Trypanosoma cruzi* y propagada por el Triatominae o Chipo que puede habitar en fisuras o huecos de paredes o losas, por lo tanto es importante tener en cuenta las siguientes previsiones (Heymann e Instituto de la Construcción, 2005):

- Colocar mallas mosquitero de una trama de por lo menos 25 orificios por cm² y que cubra bien la cama o el chinchorro donde duerme.
- Utilizar repelentes contra zancudos, sobre todo si la persona anda en bosques u otros ambientes potenciales de refugio del animal.
- Instalar telas metálicas que cubran las ventanas y puertas.
- Rociar el interior de la casa con insecticidas.

No sólo los insectos pueden transmitir enfermedades graves, sino también algunos mamíferos como los roedores que cuando están infectados por una bacteria del género *Leptospira* o el Hantavirus, los eliminan por la orina, contaminando el agua y el suelo.

Para prevenir todas estas enfermedades se hacen algunas recomendaciones a manera de prevenir la presencia de los roedores en la región peridomiciliaria (Ricci, 2007):

- Construir un muro perimetral a nivel de las fundaciones de mínimo 60 cm de profundidad, para evitar el alojamiento de roedores.
- Cortar el pasto en un radio de 30 m alrededor de la casa.
- Prevenir la entrada de roedores a la casa sellando con lana de acero orificios mayores a 0,5 cm; por ejemplo las aberturas alrededor de las tuberías de luz, gas o teléfono.
- Disminuir el espacio debajo de puertas con bandas de goma que impiden la entrada de insectos o roedores a la casa.

Las condiciones de humedad afectan la calidad de vida porque atrae el crecimiento del moho que puede generar alergias en los residentes de la vivienda. Este se origina en fuentes externas, pero crece en el interior, en recipientes de basura, en áreas de almacenamiento de alimentos, en las paredes, alfombras y cortinas de los baños, en cualquier espacio capaz de retener agua (Young, 2005).

Según Young (2005) y la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (Environmental Protection Agency) en 2002, varias clases de mohos son tóxicas, es por esto que es indispensable eliminarlas de la vivienda:

- Es necesario que la dirección de la base de la fundación siga la dirección opuesta del gradiente del suelo de tal manera que el agua no entre o se deposite alrededor de esta.
- Poda de arbustos: las plantas que se mantienen verdes todo el año es necesario podarlas de tal manera que las ramas queden separadas de la construcción unos 45cm, adicionalmente retirar las hojas de las canaletas del techo y evitar plantas dentro de la vivienda que pueden retener moho en el abono de la tierra.
- Eliminar goteras y sustituir el papel tapiz por pintura.

- Ventilar correctamente las salas de baño y reparar filtraciones que posiblemente existan.

II.5 Limitaciones y alcances.

La vivienda que se quiere proponer es de bajo costo de manera que sea autogestionable y construible por mano de obra no calificada, ya que es un planteamiento dirigido principalmente a familias con bajo poder adquisitivo. Asimismo se pueda utilizar como fase inicial cualquiera de las propuestas arquitectónicas que se plantean considerando las necesidades de cada familia.

La arquitectura que se presenta es la planteada por el Instituto de Malariología en 1987, con algunas adaptaciones para cumplir las condiciones mínimas en ambientes establecidas en la *Gaceta n° 4044: Notas Técnicas de Normas Sanitarias para Edificaciones*, según recomendaciones de los Arquitectos Mercedes Marrero y Ernesto Meléndez.

El material del techo será de acabado liviano, a manera de evitar el crecimiento vertical de la vivienda. El tamaño de la parcela será por lo menos de $174 m^2$, con frente de $11 m$ y fondo de $15,8 m$.

El análisis estructural que se plantea se hará para la Zona Sísmica 5, ya que es donde existe mayor densidad demográfica. La vivienda se diseñará para una ejecución netamente horizontal, es decir que la topografía sobre la cual de fundará debe ser plana y no involucrará desniveles dentro del plano de la base. La capacidad portante máxima del terreno de fundación será de $1,0 \text{ Kg/cm}^2$ según la *Sección 3.13.3* de la Norma COVENIN-MINDUR 2002:88.

CAPÍTULO III

MÉTODO

Para la realización de este Trabajo Especial de Grado, se seguirá una investigación del tipo Teórica Conceptual, que permita la creación de una propuesta de vivienda progresiva de bajo costo, que tome en cuenta aspectos constructivos de vivienda sana para generar un modelo estructural que brinde mayor seguridad, confort y salubridad a los moradores.

Las fases en las cuales se fundamentó el desarrollo de este trabajo son:

1° Fase: Recopilación de información.

- Recopilar cifras de morbilidad de los últimos 5 años, a causa de las principales enfermedades transmitidas por roedores y picaduras de mosquitos.
- Recopilar información en las instituciones encargadas de métodos y programas para la construcción de viviendas progresivas o que incorporen aspectos de vivienda sana, como en el Ministerio del Poder Popular para las Obras Públicas y Vivienda y otras instituciones homólogas a nivel latinoamericano que tengan investigaciones y avances en las áreas de interés.
- Recopilar información bibliográfica de los aspectos fundamentales de la vivienda progresiva, en cuanto a distribución y áreas mínimas de los espacios que la conforman. La información obtenida se relacionará con los términos considerados para una vivienda sana.
- Recopilar información normativa vigente acerca del diseño sismorresistente en concreto armado, basándose en las normas COVENIN 1756:01, 2002:88 y FONDONORMA 1753:06.

- Recopilar información bibliográfica y electrónica referente a las características de los materiales que se utilizan para evitar las posibles repercusiones que puede causar el estado de la vivienda para la salud de sus moradores.
- Recopilar información bibliográfica y electrónica referente a las técnicas constructivas que se utilizan en la actualidad para lograr una vivienda sana y su aplicabilidad en Venezuela.
- Recopilar información acerca de los acabados finales de las viviendas de planes habitacionales de bajo costo de la actualidad.

2° Fase: Identificación de las características de las construcciones de bajo costo.

- Distinguir los aspectos particulares y en común, en cuanto a diseño y materiales utilizados para las viviendas de los planes habitacionales de bajo costo.
- Realizar tablas comparativas que incluyan todas las características de las viviendas de los planes habitacionales de bajo costo.

3° Fase: Identificación de los materiales y técnicas constructivas en términos de su uso en vivienda sana.

- Establecer acabados finales y técnicas constructivas que eviten las enfermedades originadas en el hogar.
- Realizar una escala cuantitativa que valore las características de una vivienda sana. Para esto, la puntuación máxima será de cien y la mínima cero. Tendrá más peso la calidad de los materiales de construcción de acuerdo a los requisitos para una vivienda sana y menor, las dimensiones mínimas en ambientes.

- Realizar una escala cualitativa de vivienda sana que contemple los requisitos mínimos. Se divide en cuatro categorías: deficiente, bajo, bueno y excelente.
- Calificar a las viviendas de los planes habitacionales de bajo costo de la actualidad según las escalas propuestas.

4° Fase: Presentación de un diseño de vivienda progresiva que cumpla con las normativas vigentes.

- Adecuar de la arquitectura propuesta por el Instituto de Malariología en 1987 a las normativas actuales referentes a las dimensiones y condiciones mínimas en ambientes.
- Definir las variables para el análisis y diseño de la edificación, considerando las normativas mencionadas anteriormente, tomando en cuenta que la construcción será realizada sin ningún tipo de capacitación especial.
- Diseñar la estructura considerando todas las etapas del proceso constructivo. Para esto se utilizará el programa para cálculo estructural ETABS, tomando en cuenta las variables definidas en el punto anterior. Se exigirá el cumplimiento de la normativa.
- Presentar planos de planta, corte y fachada de la vivienda en su unidad básica y luego de ampliada; además el detallado de los elementos estructurales.
- Presentar maqueta que represente la unidad básica de vivienda y las modificaciones o ampliaciones contempladas para que esta no se vea afectada estructuralmente.

- Presentar un Manual resumen que incluya todas las características de la vivienda propuesta.

5° Fase: Comparación de aspectos de vivienda sana entre la vivienda propuesta y las soluciones habitacionales de bajo costo de la actualidad.

- Analizar los posibles riesgos de salud a los que puedan verse comprometidos los residentes de las viviendas de planes habitacionales de bajo costo de la actualidad.
- Presentar tabla comparativa entre las enfermedades que pueden presentarse en la vivienda propuesta y en las que pertenecen a planes habitacionales de bajo costo de la actualidad.

6° Fase: Comparación de costos de la vivienda propuesta con los de soluciones habitacionales de bajo costo en la actualidad.

- Realizar un presupuesto de los costos para la construcción de la vivienda propuesta.
- Revisar la información suministrada por las instituciones competentes para conocer los costos de las viviendas de planes habitacionales de bajo costo de la actualidad.
- Presentar tabla comparativa entre los costos de construcción de la vivienda propuesta y las de planes habitacionales de bajo costo de la actualidad.

CAPÍTULO IV

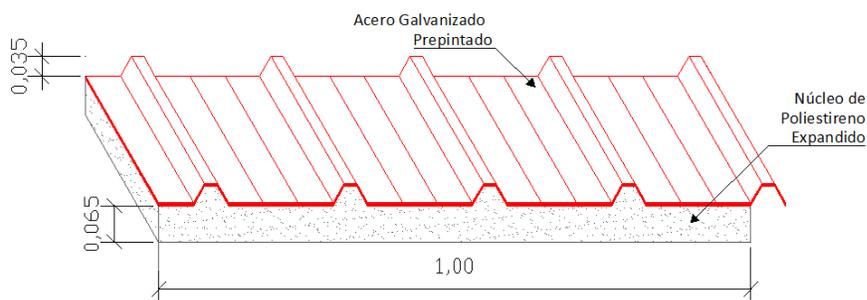
DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

IV.1 Materiales.

La vivienda a diseñar puede ser construida por mano de obra no calificada según la orientación de un Ingeniero Civil, tomando en cuenta la calidad, disponibilidad y facilidad de manejo de los materiales.

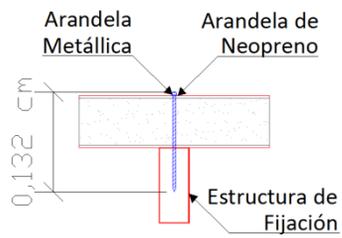
La estructura propuesta es de concreto armado, la tabiquería está constituida por bloques de arcilla de 10 cm y 15 cm de espesor.

El techo se construye con láminas de TERMOPANEL (e=10 cm) apoyadas en perfiles de acero. Este tipo de techo está constituido por un núcleo de poliestireno expandido autoextinguible, recubierto por ambas caras con láminas de acero galvanizado prepintado. No requiere ningún acabado posterior a la instalación y adicionalmente consta de tres elementos de remate: cumbrera, canal de lluvias y remate frontal (ver Fig 4.1 al 4.6).



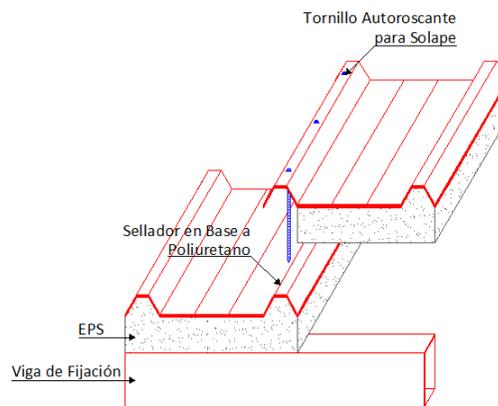
FUENTE: Elaboración propia.

Fig. 4.1. Corte transversal del Termopanel.



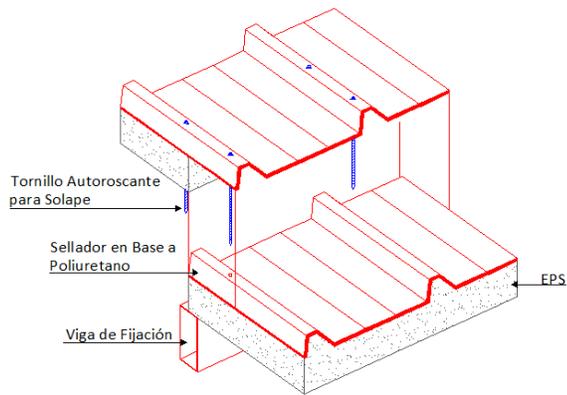
FUENTE: Elaboración propia.

Fig. 4.2. Fijación con tornillo autoroscante.



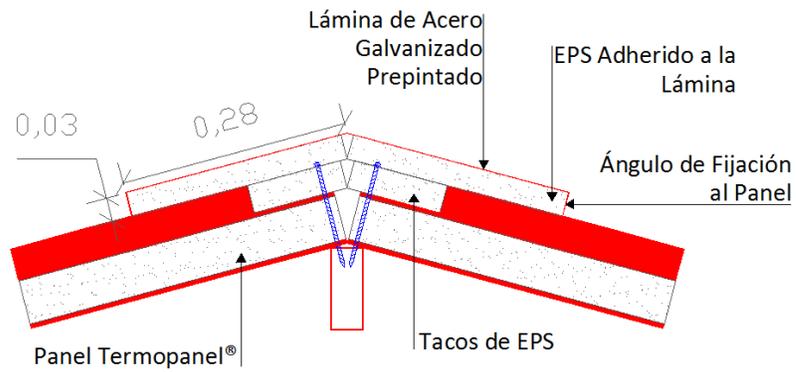
FUENTE: Elaboración propia.

Fig. 4.3. Fijación en solape.



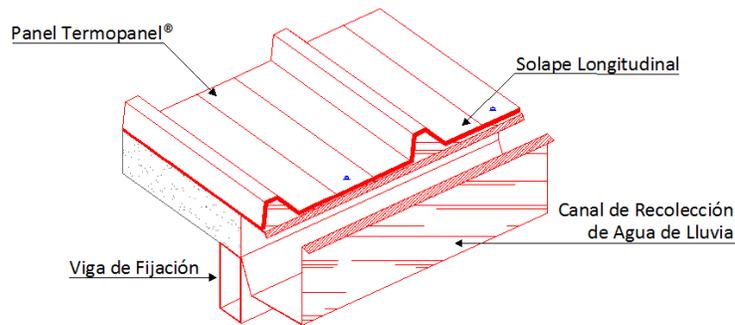
FUENTE: Elaboración propia.

Fig. 4.4. Solape longitudinal.



FUENTE: Elaboración propia.

Fig. 4.5. Remate del panel. Cumbre.



FUENTE: Elaboración propia.

Fig. 4.6. Remate del panel. Canal de lluvia.

El material del que se compone el techo le permite tener una luz libre entre apoyos de hasta 4,00 m y un excelente aislamiento térmico. Adicionalmente, se garantiza el fácil manejo, transporte y colocación por su bajo peso (15 Kgf/m²).

Las características de los materiales son:

- Concreto de resistencia 250 Kgf/cm²
- Acero de refuerzo de 4200 Kgf/cm²
- Acero estructural para los perfiles de acero en el techo con $f_y = 3515$ Kgf/cm².

IV.2 Definición del espectro de diseño.

Según fue definido en las *limitaciones y alcances* del trabajo, el análisis estructural que se plantea se hará para la Zona Sísmica 5, ya que es donde existe mayor densidad demográfica (ver Fig. 4.7 y 4.8).

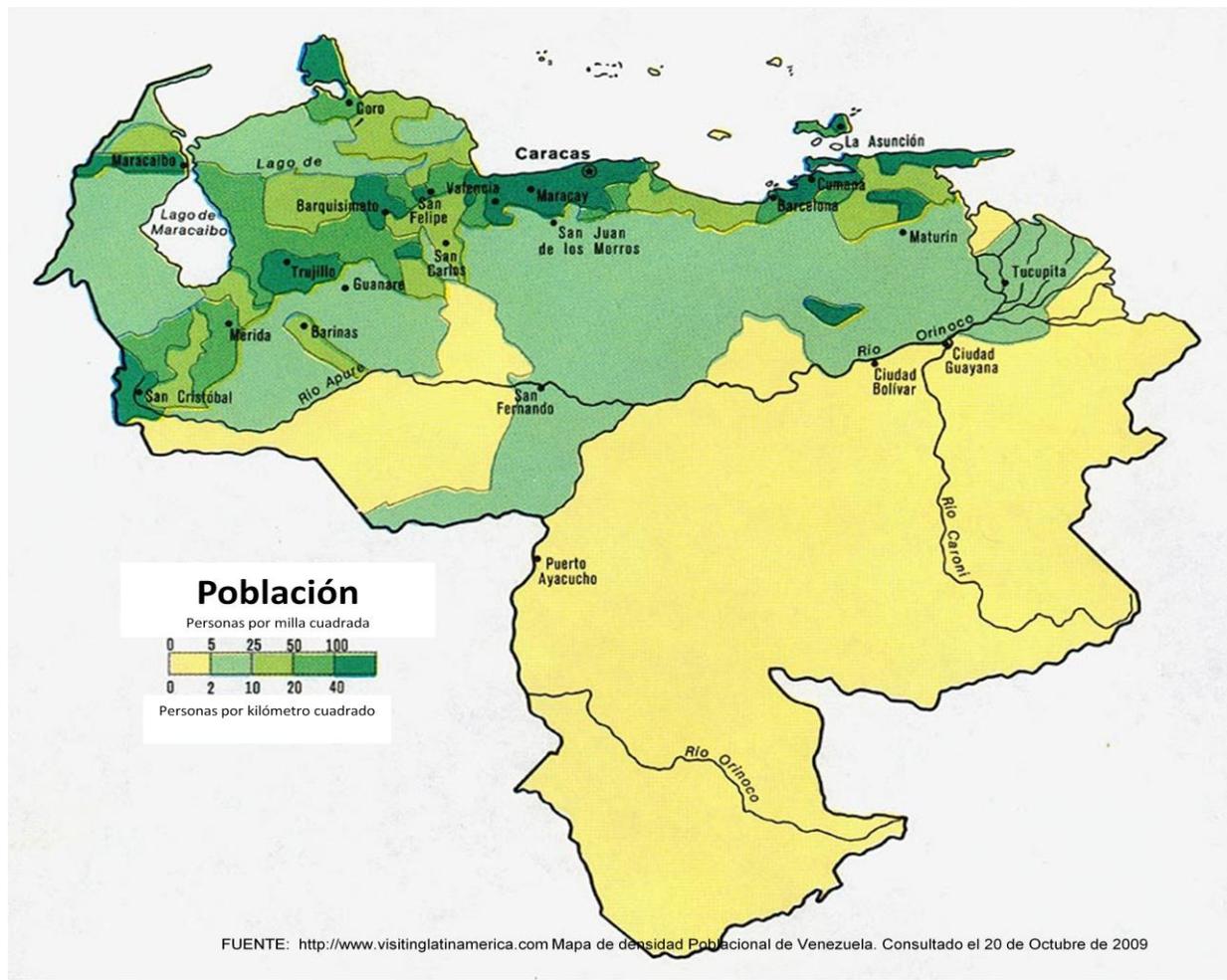


Fig. 4.7. Densidad poblacional en Venezuela

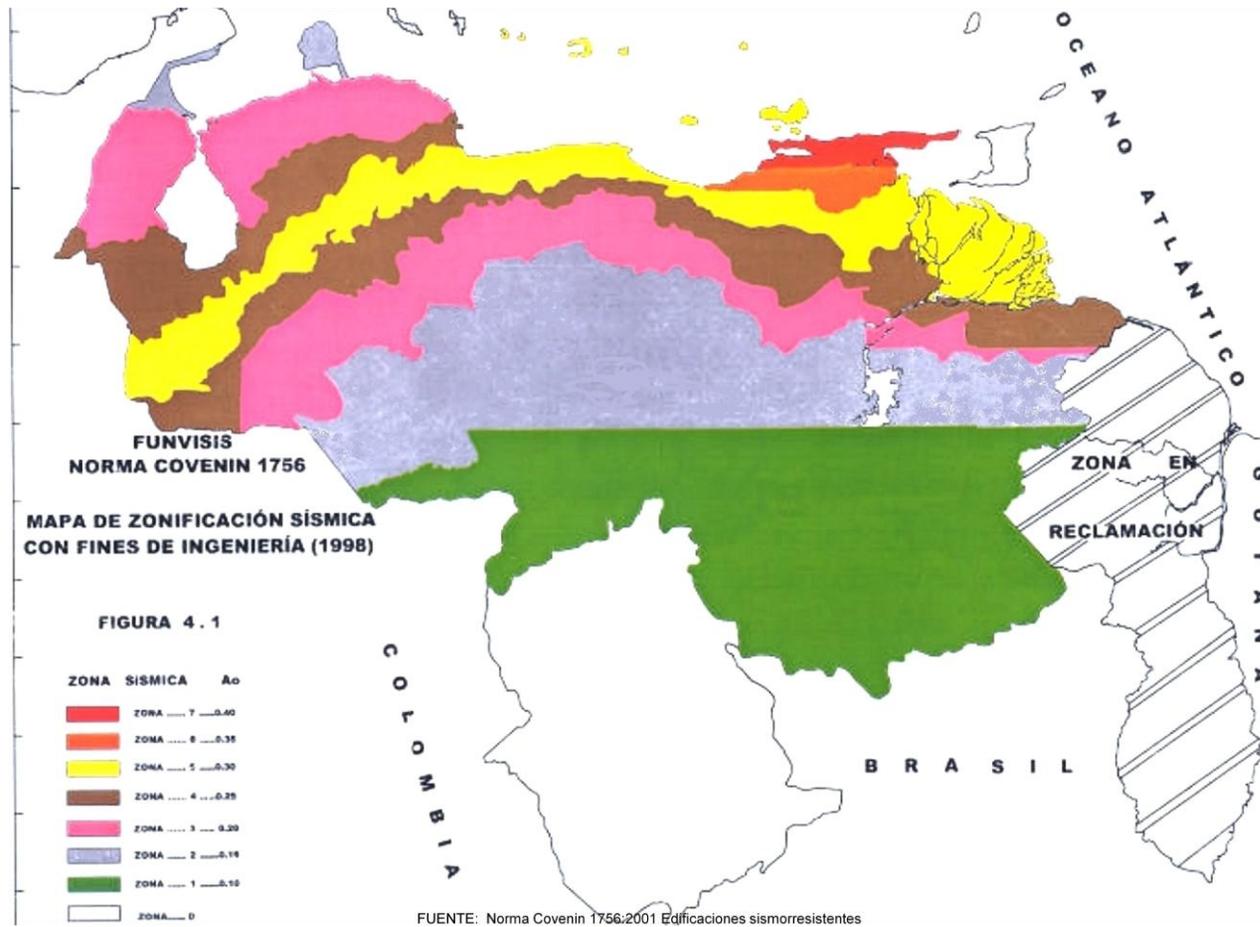


Fig. 4.8. Zonificación sísmica.

El diseño se clasifica según el uso dentro del Grupo B2 con factor de importancia $\alpha = 1.00$, se aplicará el nivel de diseño 2 (ND2) según la *Tabla 6.2* de la Norma COVENIN 1756:2001. Debido a que el sistema resistente a sismo está constituido por pórticos, se clasifica como una estructura Tipo I, lo que lleva a la utilización de un factor de reducción R igual a 4,0 según la *Tabla 6.4* del mismo documento.

Se utilizan los valores de ϕ para S1, S2 y S3 establecidos en la Norma COVENIN 1756:2001 *Tabla 5.1*, aplicando como criterio el mayor valor para cada forma espectral y en el diseño se usó el **S2**.

Tomando en cuenta la definición de los parámetros se establecen tres espectros de diseño (ver Gráfico 4.1); cada uno corresponde a un tipo de suelo para la misma zona sísmica.

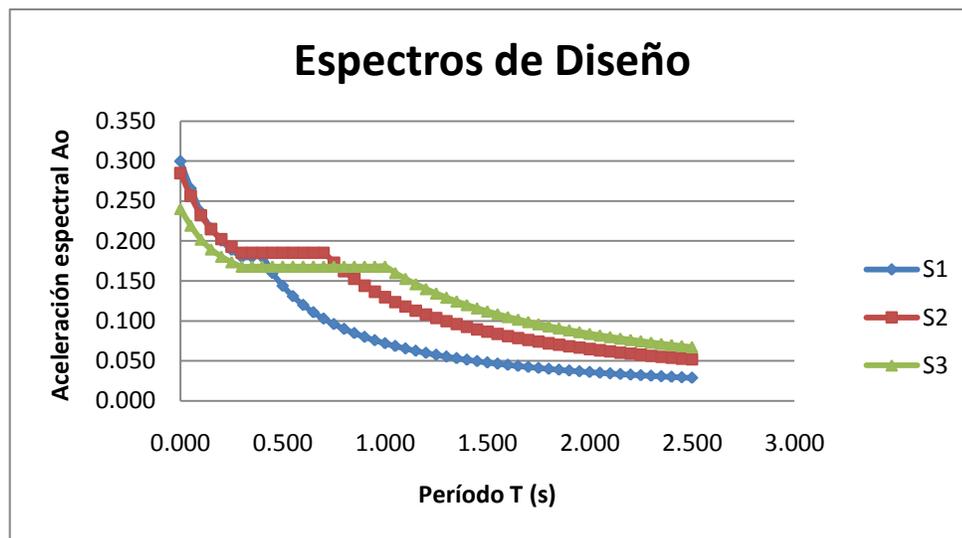


Gráfico 4.1. Espectros de diseño en zona sísmica 5 para suelos S1, S2 y S3.

IV.3 Casos de carga estática.

- Cargas permanentes: peso propio (PP) y sobrecarga permanente (SCP).

- Cargas variables: cargas en el nivel (CV) y cargas en el techo (CVt).

IV.4 Definición de las cargas.

El análisis de carga que se aplica permite la utilización de diferentes tipos de techos livianos, asociado a la utilización del diseño en todo el territorio nacional y facilitar el uso de los insumos disponibles en cada región.

IV.4.1 Cargas permanentes.

- Peso propio de la estructura.

Para el concreto armado se considera un peso específico de 2500 Kgf/m³ según la *Tabla 4.1* COVENIN-MINDUR 2002:88. Con el volumen de las columnas y vigas se determina el peso propio de las mismas.

Para los techos se considera la longitud de los perfiles y el peso lineal de estos, esto se distribuye linealmente sobre las vigas y se le suma el peso propio de cada panel que según los datos del fabricante es de 15 Kgf/m².

IV.4.2 Cargas variables.

Se divide la estructura en dos sectores: zona de vivienda, con 175 Kgf/m²; y zona de techo que se le asigna una carga de 50 Kgf/m² según la *Tabla 5.1* COVENIN- MINDUR 2002:88.

IV.5 Combinaciones de carga.

Las combinaciones de carga que se consideran son en las cuales intervienen las cargas actuantes (PP, SCP, CV, CVt, S_x, S_y y S_z) y son las que se señalan:

- $U = 1,4 \cdot (PP + SCP)$
- $U = 1,2 \cdot (PP + SCP) + 0,5 \cdot CVt$

- $U = 1,2 \cdot (PP + SCP) \pm S_x \pm 0,3 \cdot S_y \pm S_z$
- $U = 1,2 \cdot (PP + SCP) \pm 0,3 \cdot S_x \pm S_y \pm S_z$
- $U = 0,9 \cdot (PP + SCP) \pm S_x \pm 0,3 \cdot S_y \pm S_z$
- $U = 0,9 \cdot (PP + SCP) \pm 0,3 \cdot S_x \pm S_y \pm S_z$

Donde,

S_x : componente horizontal del sismo en X.

S_y : componente horizontal del sismo en Y.

S_z : componente vertical del sismo.

IV.6 Techo.

Se utiliza láminas de TERMOPANEL, vigas CONDUVEN ECO 120x60 mm de $f_y=3515 \text{ Kg/cm}^2$ las cuales no formarán parte del sistema resistente a sismo. La dirección de las láminas se aprecia en la Fig. 4.9.

Los perfiles de acero cumplen la función de conectar el techo liviano a la estructura debido a que no es posible la conexión directa de estos.

IV.7 Método de análisis.

El techo se considera un diafragma flexible según la el punto *b.4* de la *Sección 6.5.2* de la Norma COVENIN 1756:2001, por esta irregularidad en planta se aplicará el *Método de Análisis dinámico Espacial con Diafragma Flexible*.

IV.8 Definición de las masas.

La masa se definió según lo establecido en el *Capítulo 7.1* de la Norma COVENIN 1756:2001, el cual establece que a las acciones permanentes se le suma el veinticinco por ciento (25%) de la carga variable de servicio (CV) cuando el uso de la estructura es vivienda y el cero por ciento (0%) de la carga variable en el techo (CVt). Al no considerarse la CV

para el análisis sísmico de la estructura, la masa será aportada por el peso propio (PP) y la sobrecarga permanente (SCP).

VI.9 Estructuración de la arquitectura y diseño de elementos estructurales.

El diseño estructural cumple con todos los requisitos exigidos por la Norma COVENIN 1753:2006 “Diseño de edificaciones de concreto armado”.

Los criterios para el diseño de los elementos estructurales de la edificación de la vivienda son:

IV.9.1 Columnas de concreto armado $r_c= 5$ cm.

La cuantía del acero de refuerzo utilizado es **1,13%** para la búsqueda de fallas dúctiles.

La forma de las columnas será cuadrada y de dimensiones mínimas ($30 \times 30 \text{ cm}$) a fin de disminuir costos y no interferir en el diseño arquitectónico, como se muestra en la Fig. 4.10. Se manejan las mismas secciones en toda la estructuración para utilizar un solo encofrado y facilitar el proceso constructivo.

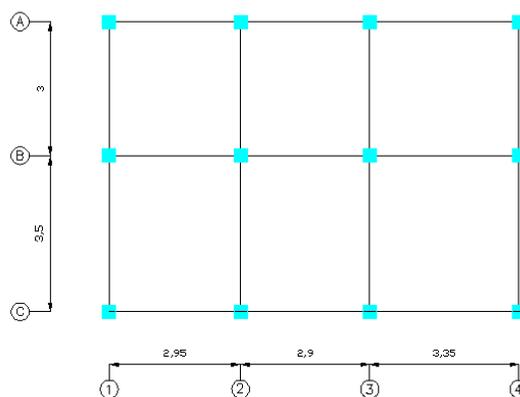


Fig. 4.10. Orientación de las columnas en planta.

IV.9.2 Vigas de concreto armado $r_c = 5$ cm.

La cuantía de acero será la más cercana al acero mínimo (0,34%) para asegurar la falla dúctil y cumplir el criterio columna fuerte-viga débil.

Las dimensiones de las vigas serán las requeridas por los criterios del diseño sismorresistente.

IV.10 Efectos P- Δ .

No se considerarán los efectos P- Δ debido a que la estructura presenta un coeficiente de estabilidad dentro de los límites permisibles, según la *Sección 8.5* de la Norma COVENIN-MINDUR 1756:2001.

$$\theta_i = \frac{\delta_{ei} \sum_{j=i}^n W_j}{V_i (h_i - h_{i-1})} = \frac{0,00048 * 21113,5}{3250 * (3,2)} = 0,001 < 0,08$$

IV.11 Combinación de efectos.

La estructura se diseña para la acción simultánea de las dos componentes sísmicas horizontales que se combinan según la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las solicitaciones correspondientes a cada dirección del sismo.

IV.12 Valores límites de los desplazamientos.

Según la *Tabla 10.1* de la Norma COVENIN-MINDUR para Edificaciones Sismorresistentes, el valor límite del cociente entre la deriva y la separación entre dos niveles consecutivos es de 0,018 para edificaciones susceptibles de sufrir daños por deformaciones de la estructura.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

V.1 Datos de morbilidad.

Se intentó recopilar los datos de morbilidad en Venezuela por las principales enfermedades transmitidas por roedores o picaduras de mosquitos en los últimos 10 años; mas por problemas de acceso a la información sólo se pudieron encontrar la mayoría de estos desde 2004 hasta 2008. En la Tabla 5.1 se presentan los datos de morbilidad en Venezuela de 2004 a 2008. Para estos valores se realizaron gráficos *Año vs. Número de casos* de cada una de las enfermedades y otro, para resumir estos datos (ver Gráfico 5.1 al 5.7).

AÑO	DENGUE	DENGUE HEMORRÁGICO	PALUDISMO O MALARIA	FIEBRE AMARILLA	LEISHMANIASIS	LEPTOSPIROSIS
2004	30689	*	46244	0	*	37
2005	43552	2681	45328	31	847	60
2006	39860	2577	37062	0	1189	54
2007	80646	6320	42067	0	1074	33
2008	48048	3649	32037	*	1126	37
Media	48559	3807	40548	8	1059	44

*No se pudo acceder a la información

FUENTE: Ministerio del Poder Popular para la Salud.

Tabla 5.1. Cifras de morbilidad en Venezuela a causa de las principales enfermedades transmitidas por roedores o picaduras de mosquitos.

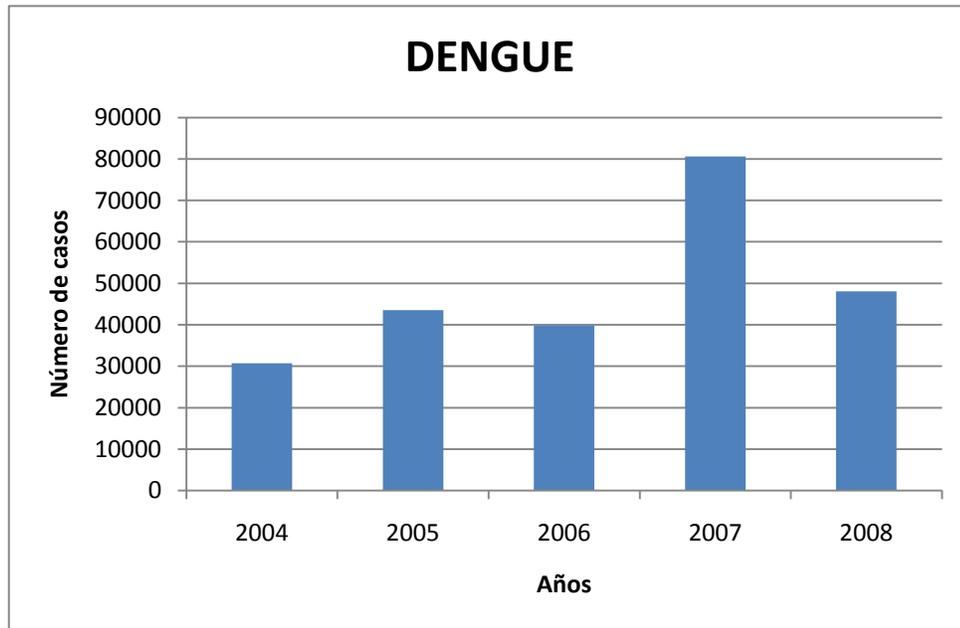


Gráfico 5.1. Morbilidad a causa del Dengue en Venezuela.

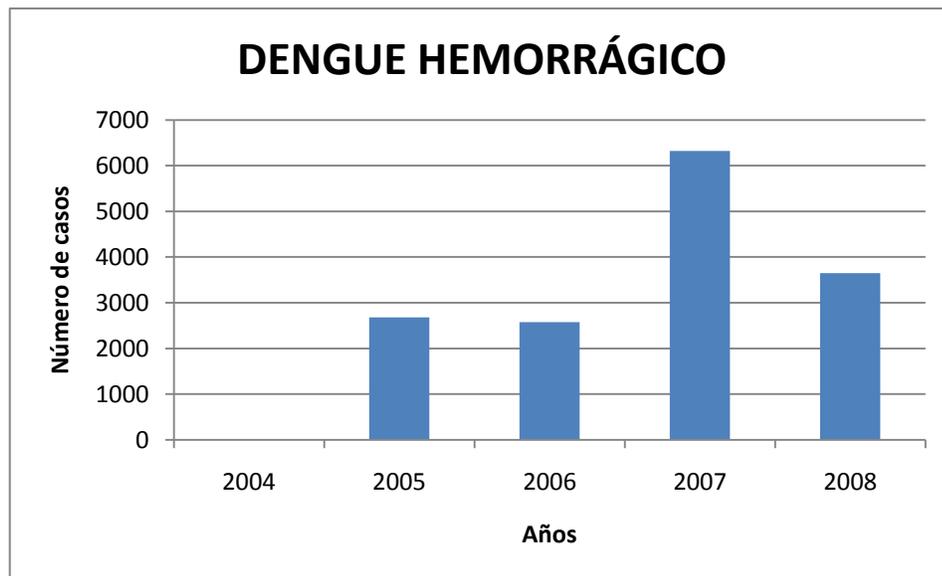


Gráfico 5.2. Morbilidad a causa de Dengue Hemorrágico en Venezuela.

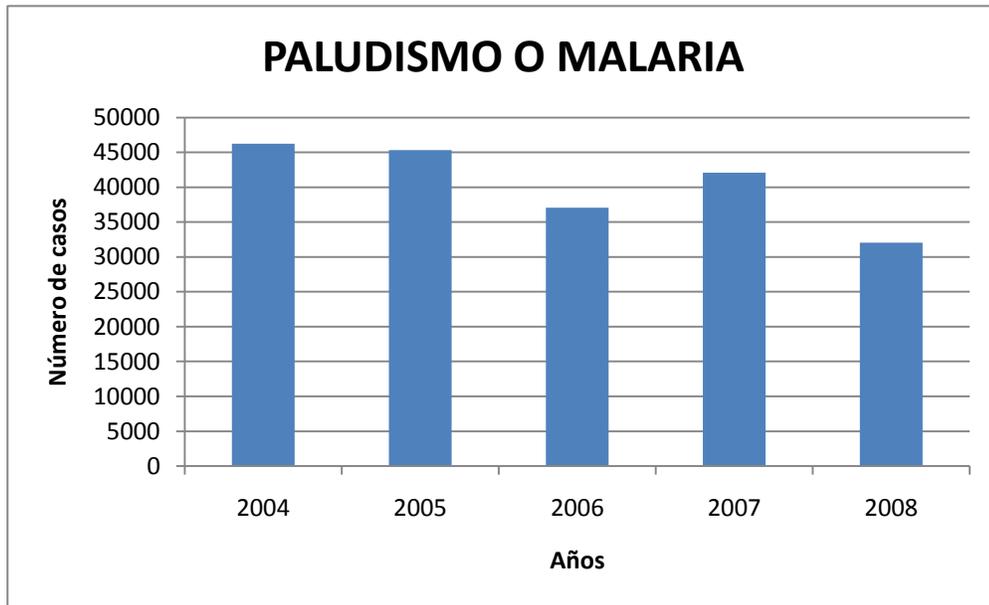


Gráfico 5.3. Morbilidad a causa de Paludismo o Malaria en Venezuela.

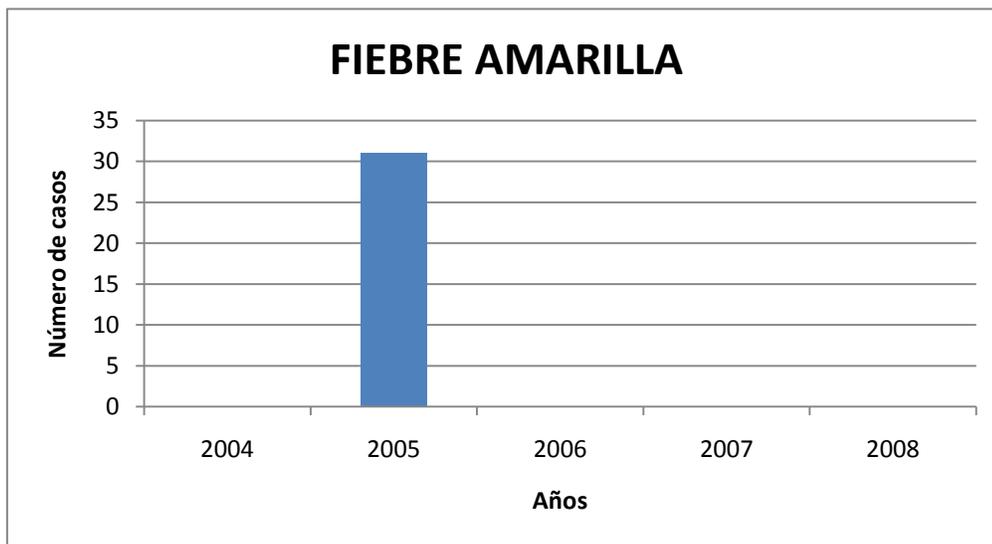


Gráfico 5.4. Morbilidad a causa de la Fiebre Amarilla en Venezuela.

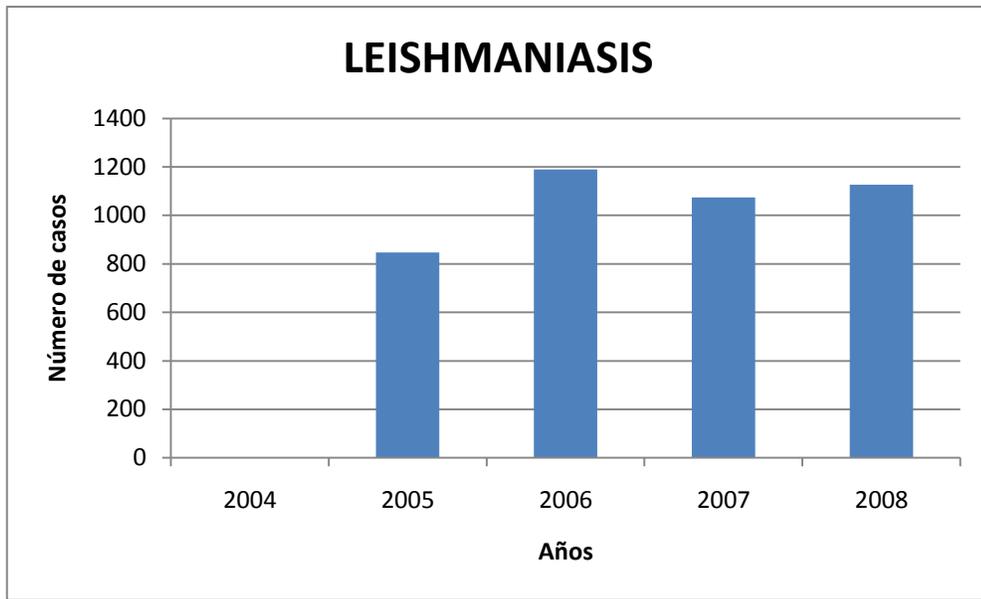


Gráfico 5.5. Morbilidad a causa de Leishmaniasis en Venezuela.

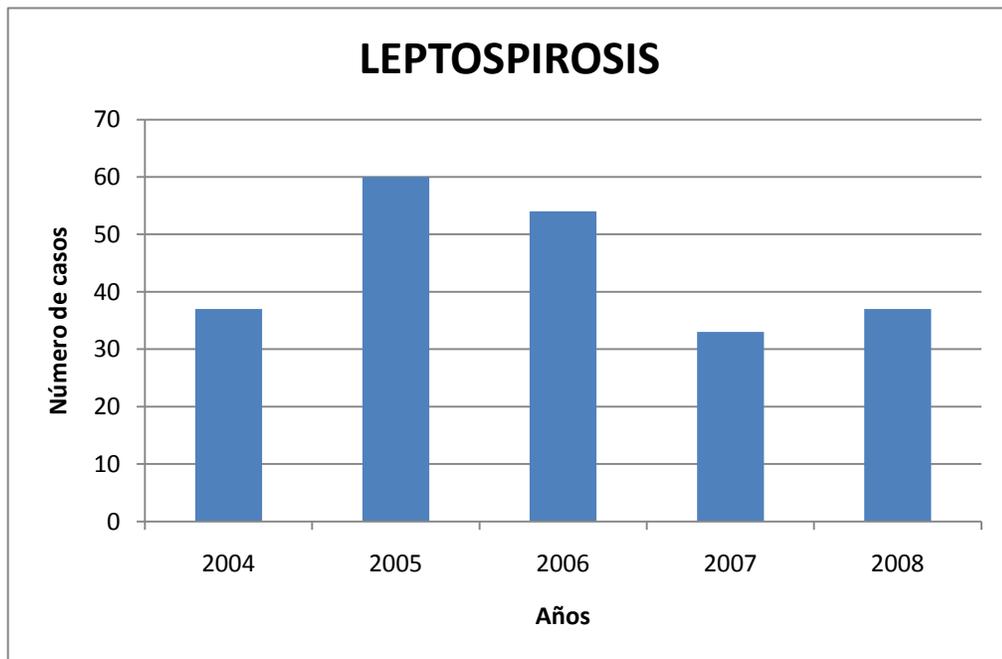


Gráfico 5.6. Morbilidad a causa Leptospirosis en Venezuela.

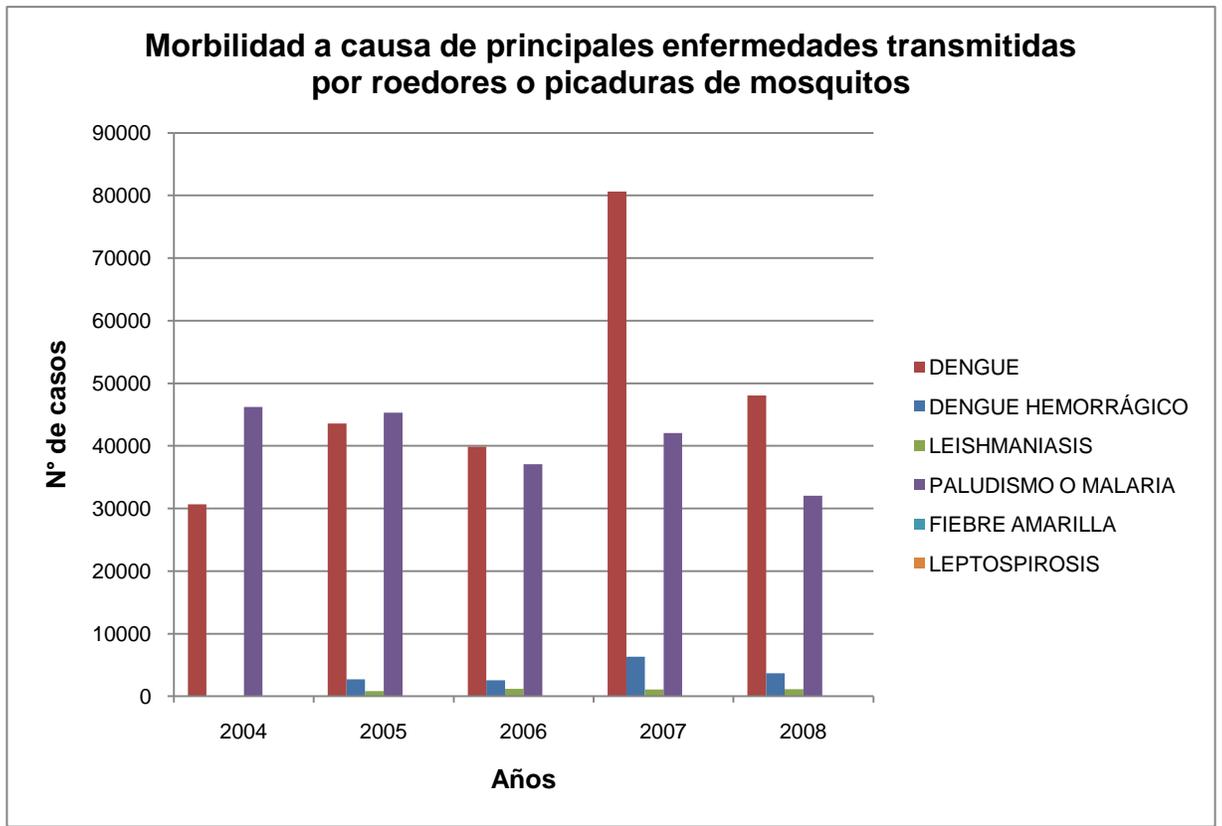


Gráfico 5.7. Morbilidad en Venezuela a causa de las principales enfermedades transmitidas por roedores o picaduras de mosquitos.

V.2 Acabados y técnicas constructivas.

Los acabados finales que se emplean en las viviendas de bajo costo son los utilizados en el diseño de la vivienda propuesta, a menos que existieran otros más específicos en términos de lograr una vivienda sana.

V.2.1 Acabados.

La altura mínima del piso debe ser mayor a *15 cm* del punto de mayor cota del terreno.

El techo está realizado en un material termoaislante compuesto por un núcleo de poliestireno expandido autoextinguible, recubierto por ambas caras con láminas de acero galvanizado prepintado.

Se usó cerámica en dimensiones mínimas para la cocina (detrás del fregadero y fuente de calor hasta una altura de 1,50 m), lavadero (30 cm a cada lado de la batea) y baños (1,2 0m de altura en toda el área; 1,80 m de altura en el área de la ducha y todo el piso). Todo el espacio interno y externo de la vivienda se encuentra recubierto de friso y pintura de caucho. Los pisos internos de la vivienda están terminados con un mortero de cemento liso.

Las rejillas en los sumideros del baño, lavadero y cocina se contemplaron “anticucarachas” (ver Fig 5.1). En la primera fase se colocaron rejillas ciegas en lugar de las piezas sanitarias del futuro baño (ver Fig 5.2).



FUENTE: www.epaenlinea.com.

Fig 5.1. Rejilla “anticucaracha”.



FUENTE: www.epaenlinea.com.

Fig 5.2. Rejilla ciega.

Las mallas de mosquitero colocados en las ventanas son metálicas y tienen mínimo 25 orificios por cm^2 .

Para los exteriores de la vivienda se recomienda utilizar lámparas especialmente diseñadas para este fin (ver Fig 5.3). Los pigmentos luminosos amarillos de la lámpara crean una longitud de onda de luz que mantiene a los mosquitos alejados ya que es una frecuencia de luz muy molesta para su visión.



FUENTE: www.decoesfera.com.

Fig 5.3. Lámpara antiinsectos.

V.2.2 Técnicas constructivas.

La compactación del relleno en las fundaciones debe hacerse al 80% de la densidad relativa del material que se vaya a utilizar, primeramente con una capa de piedra picada de mínimo *10 cm* de espesor.

El revestimiento interior y exterior de la tabiquería debe hacerse con un mortero de espesor entre 1,5 cm y 2,5 cm. Las proporciones entre cemento y arena para los frisos: 1:3 ó 1:4; con una relación de agua cemento menor a 0,55. Al mortero se le agregará cal hidráulica en un máximo del 25% del peso total del cemento.

En promedio, ocho horas antes de la aplicación del mortero, se debe saturar el área sin que exista agua acumulada ni brillo en la superficie. El proceso de curado se iniciará luego de 24 horas de la colocación del friso, mediante riegos continuos 3 veces al día durante 14 días consecutivos.

Para la aplicación de la pintura se debe asegurar la eliminación total del agua en el mortero, para lo cual se necesitarán mínimo 7 días después de finalizar el curado. Se puede aplicar látex acrílico o esmalte al agua.

Aplicar cada mano de pintura luego de que la anterior haya secado y evitar actividades que levanten polvo para no contaminar la superficie. Se debe garantizar una excelente ventilación en el espacio a tratar.

Para las puertas y ventanas se consideró lo siguiente:

- Deben tener un umbral con una pendiente mayor al 15% hacia el exterior.
- Los marcos metálicos deben tener al menos dos manos de anticorrosivo.
- Los marcos no deben quedar excesivamente ajustados.

- Las puertas de madera internas deben tener al menos 2 manos de pintura o barniz y 3 capas las del exterior.
- Colocar guardapolvo en la parte inferior de las puertas, a fin de evitar la entrada de partículas o insectos rastreros desde el exterior.

Se elaboró la “*Guía para una Vivienda Sana*” que recopila todas las características, acabados y materiales de cada uno de los ambientes, a fin de mantener el buen estado de éstos y prevenir enfermedades.

Elaborando cuadros resumen de las características generales, acabados en pisos, paredes, techos, puertas y ventanas en cada uno de los ambientes de las viviendas de bajo de costo en estudio, se presentan las Tablas del 5.2 al 5.4.

	Tipología de vivienda	Sistema constructivo	N° de plantas	Entrepiso	Protección contra incendio	Altura mínima del piso (cm)	Área total (m ²)
Duplex	Continua	Perfiles de acero con bloque de arcilla	2	Losacero	Baja toxicidad de materiales y resistencia al fuego	15	76,64
Rural 01	Aislada	Perfiles de acero con bloque de arcilla	1	N/A	Baja toxicidad de materiales y resistencia al fuego	15	81,90
Rural 02	Aislada	Perfiles de acero con bloque de arcilla	1	N/A	Baja toxicidad de materiales y resistencia al fuego	15	124,15
Rural 03	Aislada	Perfiles de acero con bloque de arcilla	1	N/A	Baja toxicidad de materiales y resistencia al fuego	15	118,68
Petrocasa	Aislada	Concreto en encofrado perdido de PVC	1	N/A	Material muy tóxico, resistente al fuego	*	70,00
Propuesta	Aislada	Concreto armado con bloque de arcilla	1	N/A	Baja toxicidad de materiales y resistencia al fuego	15	67,39
FUENTE: www.camarapetrolera.org							
Ministerio del Poder Popular para las Obras Públicas y Vivienda. Despacho de Panificación y desarrollo. Coordinación de Prototipos de Vivienda y Urbanismo.							
*No se pudo acceder a la información.							

Tabla 5.2. Características generales de las viviendas de bajo costo.

	Acabados			Habitaciones		Baños				Cocina			Lavadero			Observ.
	Pisos	Paredes	Techo	Nº	Dim. Mín.	Nº	Dim. Mín.	Pisos	Paredes		Pisos	Paredes		Pisos	Paredes	
Duplex	Mortero de cemento liso	Friso liso y pintura de caucho para interiores	Estructura metálica y Termopanel	3	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044	1	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044	Cerámica	Cerámica y friso salpicado	Área menor a la mínima	Cerámica	Friso liso	Dim. menores a las mínimas	Escoba	Cerámica y friso rústico	
Rural 01	Mortero de cemento liso	Friso liso y pintura de caucho para interiores	Estructura metálica y Termopanel	2	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044	1	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044	Cerámica	Cerámica y friso liso	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044	Mortero de cemento liso	Cerámica y friso liso	Dim. menores a las mínimas	Mortero de cemento liso	Cerámica y friso rústico	
Rural 02	Mortero de cemento liso	Friso liso y pintura de caucho para interiores	Estructura metálica y Termopanel	3	Dim. menores a las mínimas	1	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044	Mortero de cemento liso	Cerámica y friso liso	Cumple con la Gaceta Oficial N°4045	Mortero de cemento liso	Cerámica y friso liso	Dim. menores a las mínimas	Mortero de cemento liso	Cerámica y friso rústico	Bloque de ventilación en el pasillo
Rural 03	Mortero de cemento liso	Friso liso y pintura de caucho para interiores	Estructura metálica y Termopanel	2	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044	1	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044	Cerámica	Cerámica y friso rústico	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044	Mortero de cemento liso	Friso liso	Dim. menores a las mínimas	Mortero de cemento liso	Friso liso	
Petrocasa	Cerámica	PVC	PVC con correas de acero	3	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044	2	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044	Cerámica	PVC	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044	Cerámica	PVC	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044	*	PVC	
Propuesta	Mortero liso	Friso liso y pintura de caucho para interiores	Termopanel	3	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044	2	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044	Cerámica	Cerámica y friso liso	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044	Mortero de cemento liso	Cerámica	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044	Escoba	Cerámica y friso esponjado	
FUENTE:	www.camarapetrolera.org															
	Ministerio del Poder Popular para las Obras Públicas y Vivienda. Despacho de Panificación y desarrollo. Coordinación de Prototipos de Vivienda y Urbanismo.															
	*No se pudo acceder a la información.															

Tabla 5.3. Acabados en las construcciones debajo costo.

	Puertas		Ventanas	
	Material	Dim. y acabados	Material	Dim. y acabados
Duplex	Metálicas y madera	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044	Metálicas con vidrio	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044
Rural 01	Metálicas y madera	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044	Metálicas con vidrio	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044
Rural 02	Metálicas y madera	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044	Metálicas con vidrio	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044
Rural 03	Metálicas y madera	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044	Metálicas con vidrio	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044
Petrocasa	PVC	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044	PVC con vidrio	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044
Propuesta	Madera	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044	Metálicas con vidrio	Cumple con la Gaceta Oficial N°4044

FUENTE: www.camarapetrolera.org

Ministerio del Poder Popular para las Obras Públicas y Vivienda. Despacho de Panificación y desarrollo. Coordinación de Prototipos de Vivienda y Urbanismo.

Tabla 5.4. Características de puertas y ventanas en las construcciones de bajo costo.

V.3 Vivienda Sana.

Para valorar las características de una *Vivienda Sana* se realizó una escala numérica (ver Tabla 5.5) que califica la distribución de los espacios y calidad de los materiales en los distintos ambientes que componen la vivienda en favor de la salud de sus residentes. Asimismo, el rango de calificaciones está comprendido entre 0 (cero) y 100, siendo el último el valor máximo.

ESCALA DE PUNTUACIÓN PARA UNA VIVIENDA SANA

<u>Característica de los materiales de construcción:</u>		<u>Características en baño (s):</u>	
1. Resistencia al fuego		9. Pisos	
Alta	7	Mortero de cemento rústico	0
Media	2	Mortero de cemento liso	2
Baja	0	Cerámica	5
2. Toxicidad		10. Cerámica o similar en paredes	
Alta	0	No tiene o menor al mínimo	0
Media	1	Mayor o igual al mínimo	5
Baja	7	<u>Características en lavadero:</u>	
3. <u>Bloques de ventilación:</u>		11. Área	
Tiene	0	Menor a 3m ²	0
No tiene	7	Mayor o igual a 3m ²	5
<u>Dimensiones en ambientes:</u>		12. Cerámica o similar en paredes	
4. Habitación principal		No tiene o menor al mínimo	0
Menor a 8,5m ²	0	Mayor o igual al mínimo	5
Mayor o igual a 8,5m ²	5	<u>Características del exterior:</u>	
5. Habitación (es) secundaria (s)		13. Acera en el perímetro	
Menor a 6,0m ²	0	Tiene o no aplica	7
Mayor o igual a 6,0m ²	5	No tiene	0
6. Área total de la vivienda		14. Altura mínima del piso	
Menor a 65m ²	0	Menor a 15cm	0
Mayor o igual a 65m ²	5	Mayor o igual a 15cm	7
<u>Características en cocina:</u>		15. Guardapolvo en puertas	
7. Área		Tiene	7
Menor a 6,0m ²	0	No tiene	0
Mayor o igual a 6,0m ²	5	16. Mosquiteros en ventanas	
8. Cerámica o similar en paredes		Tiene	7
No tiene o menor al mínimo	0	No tiene	0
Mayor o igual al mínimo	5	17. Rejillas anticucarachas en sumideros de baños, cocina y lavadero	
		Tiene	6
		No tiene	0

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 5.5. Escala de puntuación para una *Vivienda Sana*.

En base al cuadro anterior, se calificó a cada una de las viviendas de planes habitacionales de bajo costo en Unidades de Vivienda Sana (UVS); de esto se obtuvo lo indicado en la Tabla 5.6.

	Duplex	Rural 01	Rural 02	Rural 03	Petrocasa	Vivienda propuesta
1	7	7	7	7	7	7
2	7	7	7	7	0	7
3	7	7	0	7	7	7
4	5	5	0	5	5	5
5	5	5	5	5	5	5
6	5	5	5	5	5	5
7	0	5	5	5	5	5
8	0	5	5	0	5	5
9	5	5	2	5	5	5
10	5	5	5	5	5	5
11	0	0	0	0	5	5
12	7	7	7	0	7	5
13	7	7	7	7	3,5*	7
14	7	7	7	7	3,5*	7
15	0	0	0	0	0	7
16	0	0	0	0	0	7
17	0	0	0	0	0	6
UVS	67	77	62	65	68	100

*Se asignó una puntuación intermedia por falta de información.

ESCALA CUALITATIVA

0-44	45-59	60-79	80-100
Deficiente	Bajo	Bueno	Excelente

Tabla 5.6. Calificación de las viviendas de bajo costo en términos de *Vivienda Sana*.

Al realizar un cuadro comparativo de los riesgos de salud que pueden existir en las viviendas de los planes habitacionales actuales y la vivienda propuesta, se presenta la Tabla 5.7.

	Dengue	Dengue Hemorrágico	Leishmaniasis	Enfermedad de Chagas	Paludismo (Malaria)	Fiebre Amarilla	Leptospirosis	Hantavirus
Duplex	x	x	x		x	x	x	x
Rural 01	x	x	x		x	x	x	x
Rural 02	x	x	x	x	x	x	x	x
Rural 03	x	x	x		x	x	x	x
Petrocasa	x	x	x		x	x	x	x
Propuesta								

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 5.7. Enfermedades de posible ocurrencia según el diseño de la vivienda.

V.4 Diseño estructural.

La arquitectura de la vivienda propuesta fue adaptada a las normativas vigentes y se presenta en las cuatro fases de progresividad con planos de planta; los cortes y fachada principal se muestran para la última fase de progresividad (ver Fig. 5.4 al 5.12). Asimismo, se elaboró un cuadro con los acabados finales para cada ambiente (ver Tabla 5.8).

El área de la vivienda que se propone es la siguiente en cada fase:

- Fase 1: 41,9m².
- Fase 2: 51,9 m².
- Fase 3: 60,6 m².
- Fase 4: 69,5 m².

Fig. 5.4. Fases de la progresividad: Planta.

Fig. 5.5. Fases de la progresividad: Isometría.

Fig. 5.6. Plano de Planta: primera fase de progresividad.

Fig. 5.7. Plano de Planta: segunda fase de progresividad.

Fig. 5.8. Plano de Planta: tercera fase de progresividad.

Fig. 5.9. Plano de Planta: cuarta fase de progresividad.

Fig. 5.10. Corte A-A.

Fig. 5.11. Corte B-B.

Fig. 5.12. Fachada principal.

Se muestran fotografías de la maqueta desmontable que muestra las fases de progresividad (ver Fig. 5.13 al 5.15).



Fig 5.13. Maqueta de arquitectura. Fachada principal.



Fig 5.14. Maqueta de arquitectura. Vista planta.



Fig 5.15. Maqueta de arquitectura. Vista en perspectiva.

V.4.1 Dimensiones de los elementos.

Las dimensiones de los elementos son las mismas para toda la estructura y se presentan en la Tabla 5.9.

Columnas (cm)	Vigas (cm)
30X30	25x30

Tabla 5.9. Dimensiones de elementos estructurales.

La estructura está conformada por pórticos que se distribuyen en una sola planta destinada a uso residencial.

Se verificaron cada uno de los requisitos para el diseño sismorresistente según el *Capítulo 18* de la Norma FONDONORMA

1753:2006 para el Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural.

V.4.2 Diseño de vigas.

A. Requisitos.

- La fuerza de compresión axial en todas las vigas es igual a cero (0).
- Condiciones geométricas (ver Tabla 5.10):

Tramo	$\frac{L_n}{h} \geq 4$	$\frac{b_v}{h} \geq 0,30$	$\frac{h_v}{15} \geq d_b^c$	$b_v \leq b_c$	$b_c \leq (b_v + 1,5h_v)$	Observ.
A-B	$\frac{3,00}{0,30} = 10$	$\frac{0,25}{0,30} = 0,83$	$\frac{0,30}{15} = 0,02 \text{ m}$	$0,25\text{m} < 0,30\text{m}$	$0,25 + 1,5 \times 0,30\text{m} = 0,70\text{m} > 0,30\text{m}$	Cumple
B-C	$\frac{3,50}{0,30} = 11,67$	$\frac{0,25}{0,30} = 0,83$	$\frac{0,30}{15} = 0,02 \text{ m}$	$0,25\text{m} < 0,30\text{m}$	$0,25 + 1,5 \times 0,30\text{m} = 0,70\text{m} > 0,30\text{m}$	Cumple

Tabla 5.10. Condiciones geométricas en vigas.

El máximo diámetro a utilizar como acero de refuerzo transversal en las columnas será de $\frac{3}{4}$ ".

B. Diseño por flexión.

Siendo $b=25 \text{ cm}$ y $d=25 \text{ cm}$, el área del acero de refuerzo longitudinal estará comprendido en el rango:

$$\frac{14}{f_y} bd \leq A_s \leq 0,025 \cdot bd$$

$$\frac{14}{4200} 25 \cdot 25 \leq A_s \leq 0,025 \cdot 25 \cdot 25$$

$$2,08\text{cm}^2 \leq A_s \leq 15,63\text{cm}^2$$

C. Diseño del refuerzo de confinamiento.

El acero de refuerzo transversal se coloca en forma de estribos cerrados, confinando una distancia L_{cf} a cada lado de las caras de los nodos (ver Tabla 5.11).

		L _n (m)				
		A-B	B-C	1-2	2-3	3-4
L _n /h	L _{cf}	3,00	3,50	2,95	2,90	3,35
≤ 4	h	-	-	-	-	-
4 < L _n /h ≤ 10	h/6 * (L _n /h + 2)	0,60	-	0,59	0,58	-
> 10	2h	-	0,60	-	-	0,60

Tabla 5.11. Longitud de confinamiento.

Se tomará un $L_{cf} = 60 \text{ cm}$ para todos los tramos.

En las zonas confinadas los estribos tienen una separación que no excede el menor de los siguientes valores:

- $d/4 = 25\text{cm}/4 = 6,25 \text{ cm}$
- $8 \cdot d_{min}^v = 8 \cdot 1,27\text{cm} = 10,16 \text{ cm}$
- $24 \cdot d_b^{estribo} = 24 \cdot 0,95\text{cm} = 22,8 \text{ cm}$
- 30 cm

En la zona no confinada:

$$0,5 \cdot d = 12,5 \text{ cm}$$

Se tomará una separación de estribos de 6 cm en la zona confinada, mientras que en la no confinada la separación será de 10 cm .

D. Diseño por Corte.

El área de acero requerida para cada sección se comparó con el acero mínimo y se usó **2φ1/2"** a todo lo largo de la viga en las fibras superior e inferior para resistir los momentos positivos y negativos en las caras de los nodos y en el tramo. Utilizando el área de acero colocado ($2,53\text{cm}^2$) se determinó el momento **$M_n=2125,2 \text{ Kgf-m}$** .

Se verificaron las relaciones entre los momentos M_n tanto en el tramo como en la cara de los nodos (ver Tabla 5.12).

$M_n^+ \geq 1/3 M_n^-$	$\frac{M_u^+}{M_u^-} = \frac{2125,2 \text{ Kgf. m}}{2125,2 \text{ Kgf. m}} = 1$	Cumple
$M_n^{\text{tramo}} \geq 0,20 M_n^{\text{máx. apoyo}}$	$\frac{M_u^{\text{tramo}}}{M_u^{\text{máx. apoyo}}} = \frac{2125,2 \text{ Kgf. m}}{2125,2 \text{ Kgf. m}} = 1$	Cumple

Tabla 5.12. Relación entre los momentos.

E. Acero de Refuerzo Transversal.

En la Tabla 5.13 se calcula el corte $V_e=V_{hp}+V_o$ según la *Sección 18.7.5* de la Norma FONDONORMA 1753:2006, siguiendo las disposiciones de su *Capítulo 11*.

	Tramo				
	A-B	B-C	1-2	2-3	3-4
V_{hp}^1 (Kgf)	1416,80	1214,40	1801,02	1832,07	1585,97
V_{hp}^2 (Kgf)	1416,80	1214,40	1801,02	1832,07	1585,97
V_0 (Kgf)	459,38	535,94	901,96	1362,28	1573,66
V_e (Kgf)	1876,18	1750,34	2702,98	3194,34	3159,63
V_n (Kgf)	2207,26	2059,22	3179,98	3758,05	3717,21
V_c (Kgf)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V_s (Kgf)	2207,26	2059,22	3179,98	3758,05	3717,21

Tabla 5.13. Resistencia al corte en cada sección de viga.

La resistencia teórica al corte del concreto $V_c=0$ según la *Sección 18.7.5* de la Norma para el Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural.

Usando un estribo de dos ramas de la barra **#3**, se calcula la separación entre estos utilizando la *Fórmula 11-10* del mismo texto. Los resultados se muestran en la Tabla 5.14.

s (cm)	Tramo				
	A-B	B-C	1-2	2-3	3-4
	67,84	73	47,09	70,97	71,75

Tabla 5.14. Separación de los estribos según el diseño por corte.

V.4.3 Diseño de columnas.

A. Requisitos.

Se diseñaron como elementos solicitados a flexión y carga axial mayorada los miembros cuya sollicitación sea menor a $0,75 \cdot A \cdot f'_c$

$$0,75 \cdot 750\text{cm}^2 \cdot 250\text{Kgf/cm}^2 = 140625 \text{ Kgf}$$

La columna más solicitada es la B3 con una fuerza axial igual a 2889,5 Kgf.

$$2889,5 \text{ Kgf} < 140625 \text{ Kgf}$$

Se satisfacen todas las condiciones geométricas de la Tabla 5.15:

$b_{\text{mín}} = 30\text{cm}$	$\frac{b_m}{b_M} > 0,40$	$\frac{h}{d_{\text{máx}_b}^v} = \frac{\alpha_a \cdot f_y}{\sqrt{f'_c}}$
30 cm	$\frac{30\text{cm}}{30\text{cm}} = 1,00$	$\frac{\alpha_a \cdot f_y}{\sqrt{f'_c}} = \frac{0,10 * 4200\text{Kgf/cm}^2}{\sqrt{250\text{Kgf/cm}^2}} = 26,56$ $\frac{30\text{cm}}{26,56} = d_{\text{máx}_b}^v = 1,13\text{cm}$

Tabla 5.15. Condiciones geométricas en columnas.

La barra de menor diámetro a emplear como acero transversal en columnas será de ½” a fin de prevenir la falla por adherencia.

B. Resistencia mínima a flexión de las columnas.

Se verifica el cumplimiento de la ecuación $\sum M_c \geq 1,10 \cdot M_v$

$$\frac{\sum M_c}{\sum M_v} = \frac{10400 \text{ Kgf} - m}{4250,4 \text{ Kgf} - m} = 2,44 > 1,10$$

C. Acero de refuerzo longitudinal.

Utilizando la cuantía de 1,13% se colocan **8 Φ ½”**.

D. Ligaduras.

$$A_{sh} = 0,3 \cdot \frac{s \cdot h_c \cdot f'_c}{f_y} \cdot \left(\frac{A}{A_{ch}} - 1 \right) = 0,3 \cdot \frac{10 \cdot 20 \cdot 250}{4200} \cdot \left(\frac{900}{625} - 1 \right) = 1,57\text{cm}^2$$

$$A_{sh} = 0,09 \cdot \frac{s \cdot h_c \cdot f_c}{f_y} = 0,09 \cdot \frac{10 \cdot 20 \cdot 250}{4200} = 1,07 \text{ cm}^2$$

E. Diseño del refuerzo de confinamiento.

El diseño del acero de refuerzo transversal se coloca a lo largo de la longitud de confinamiento L_0 , y será la mayor de:

- La mayor dimensión de la sección transversal del miembro = 30 *cm*.
- 1/6 de la altura libre del miembro:

Columna	Le/6 (cm)
1A-2A-3A-4A	40,83
1B-2B-3B-4B	53,33
1C-2C-3C-4C	38,33

- 45 *cm*.

Se utilizará $L_0 = 55 \text{ cm}$ para todas las columnas.

Las ligaduras tienen una separación menor a:

Zona L_0 :

- 8 veces el diámetro de la barra longitudinal de menor diámetro:
 $8 \cdot 1,27 \text{ cm} = 10,16 \text{ cm}$.
- 15 *cm*.

Zona fuera de L_0 :

- 8 veces el diámetro de la barra longitudinal de menor diámetro:
 $8 \cdot 1,27 \text{ cm} = 10,16 \text{ cm}$.
- 20 *cm*.

Se utilizarán ligaduras separadas **10cm** entre sí tanto en la longitud de confinamiento como en la de no confinamiento.

F. Diseño por corte.

- Fuerzas cortante de diseño.

El momento resistente de las columnas de 30 x 30 cm con un refuerzo longitudinal de 8 Φ de $\frac{1}{2}$ " es de **5200 Kgf-m** según el diagrama de interacción representado en el Gráfico 5.8.

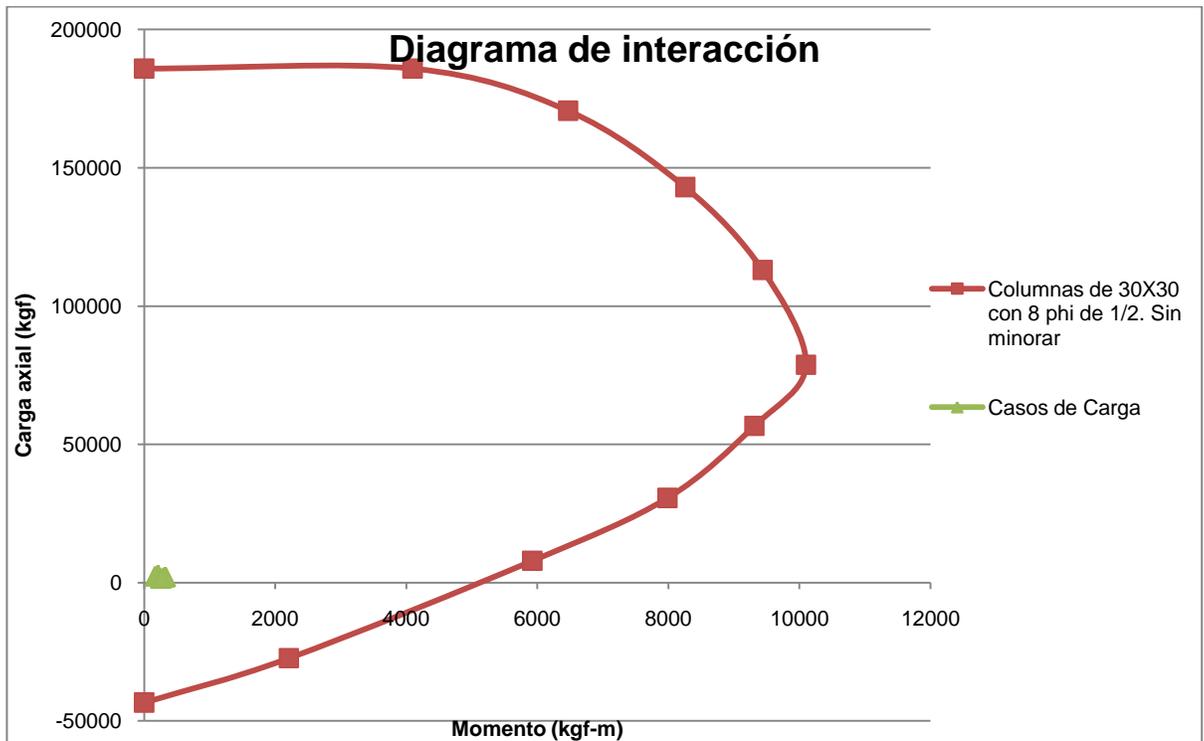


Gráfico 5.8. Diagrama de interacción de columnas.

$$V_{e1} = \frac{M_{nc}^{sup} + M_{nc}^{inf}}{h_n}$$

$$V_{e1} = \frac{M_{nc}^{sup} + M_{nc}^{inf}}{h_n} = \frac{5200 + 5200}{h_n}$$

Con el momento resistente, se calcula la fuerza cortante de las columnas (ver Tabla 5.16).

	COLUMNAS		
	A1-A2-A3-A4	B1-B2-B3-B4	C1-C2-C3-C4
h_n (m)	2,45	3,20	2,30
V_{e1} (Kgf)	4244,90	3250,00	4521,74

Tabla 5.16. Resistencia a fuerza cortante de las columnas.

G. Resistencia al corte en el nodo.

Se verificó este requerimiento para el caso más desfavorable, cuando el nodo se encuentra conectado por 2 o 3 miembros confinantes.

$$V_c = 0,85 \cdot 4,0 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot A_j$$

$$V_c = 0,85 \cdot 4,0 \cdot \sqrt{250} \cdot 25 \cdot 30$$

$$V_c = 40319 \text{ Kgf}$$

$$V_{nodo} \leq V_c$$

$$V_{\text{nodo}} = 1,1 \cdot f_y \cdot (A_s^{\text{sup}} + A_s^{\text{inf}}) - V_{\text{col}}$$

$$V_{\text{nodo}} = 1,1 \cdot 4200 \cdot (2,53 + 2,53) - 0$$

$$V_{\text{nodo}} = 23377 \text{ Kgf}$$

V.4.4 Sistema de techo.

El sistema de techo está apoyado sobre perfiles CONDUVEN ECO 120x60mm (o equivalentes) en todo el contorno, de esta manera se garantiza la correcta fijación de éste al sistema aperticado. Las cantidades se observan en la Tabla 5.18.

V.4.5 Verificación de propiedades dinámicas y respuesta sísmica.

Los cortantes correspondientes al análisis con los centros de masa no desplazados en “X” y “Y” son $V_x = 1437\text{Kgf}$ y $V_y = 1373\text{Kgf}$, ambos menores al cortante mínimo $V^* = 5046,13\text{Kgf}$ derivado del siguiente cálculo:

$V_o = \mu \cdot A_d \cdot W$, donde:

μ es el mayor valor entre:

$$\text{a) } 1,4 \cdot \left[\frac{N+9}{2N+12} \right] = 1,4 \cdot \left[\frac{1+9}{(2 \cdot 1)+12} \right] = 1,00$$

$$\text{b) } 0,80 + \frac{1}{20} \cdot \left[\frac{T}{T^*} - 1 \right] = 0,80 + \frac{1}{20} \cdot \left[\frac{0,2624}{0,7} - 1 \right] = 0,75$$

$A_d = 0,239$ y $W = 21113,5\text{Kgf}$.

Por lo tanto se multiplicó la fuerza sísmica para el análisis por los cocientes $V^*/V_x = 3,5$ y $V^*/V_y = 3,7$ respectivamente.

Por otra parte se cumple que el coeficiente V_o/W de diseño es mayor al coeficiente sísmico $\alpha A_o/R$:

$$\frac{V_o}{W} = 0,239 > \frac{\alpha \cdot A_o}{R} = 0,075$$

Al amplificar la fuerza sísmica, se presentan los valores de las propiedades dinámicas de la estructura junto a los normativos en la Tabla 5.17.

Propiedad	Sec. en Norma 1756:2001	Valor normativo	Valor en la estructura	Observ.
Masa participativa	9.6.2.1	90%	97,75	Cumple
Deriva (máximo)	Tabla 10.1	0,018	6×10^{-5}	Cumple
Cortante mínimo (Kgf)	9.1	5046	5047	Cumple
Período (s)	9.3.2.2	0,164	0,086	Cumple

Tabla 5.17. Propiedades dinámicas.

V.4.6 Materiales.

Las cantidades de materiales que conforman la estructura se distinguen según el tipo de sección en la Tabla 5.18.

Sección	Tipo de elemento	Nº piezas	Longitud (m)	Área (m ²)	Peso (Kgf)	Volumen (m ³)
30X30	Columna	12	31,8	---	7155	2,86
25X30	Vigas	7	48,5	---	9094	3,64
Conduven 120x60mm	Conexión techo-estructura	5,4	65	---	162,16	---
e=10cm	Láminas de Termopanel	24	---	85,0	11275	8,50

Tabla 5.18. Materiales en la estructura.

V.4.7 Infraestructura.

Por tratarse de un sistema de vigas que forman parte de la losa de fundación y están solicitadas a flexión por acción de las columnas se diseñaron según el *Artículo 18.7* de la Norma FONDONORMA 1753:06. Las dimensiones de estas son $30 \times 30 \text{ cm}$ y siguen la misma dirección de los pórticos.

Utilizando las cargas más desfavorable provenientes de las columnas y la losa se determinó que el área de acero longitudinal para las vigas de riostra es de $2\phi 1/2''$ en cada cara y el transversal de $\phi 3/8''@.06$.

Sobre las vigas de riostra se colocó una losa maciza de **15cm** de espesor con un acero de repartición de $\phi 3/8''@.15$ en la dirección paralela a la viga A-B-C, en la perpendicular $\phi 3/8''@.15$.

Se realizó el detallado de todos los elementos estructurales y se muestran en la Fig. 5.16 al 5.20.

V.5 Diseño de instalaciones.

Se realizó el diseño de las instalaciones para el suministro de agua potable (ver Tabla 5.19 y 5.20); red de descarga de aguas residuales (ver Tabla 5.21) e instalaciones eléctricas (ver Tabla 5.22). La demanda total de la última asciende a 1.34 KVA, a ser alimentados en 2 x 120/240V, con neutro puesto a tierra.

Tramo	Piezas		Unidades de Gasto			Q (l/s)	ϕ (")	V (m/s)	J (mca/ml)	Lreal (m)	Lequiv (m)
	Clase	Cantidad	Parcial	Tránsito	Total						
1-2	Ducha	1	2	0	2	0,20	3/4	0,71	0,04	0,5	Codo 90°
2-3	W.C. tanque	1	3	2	5	0,38	1	0,75	0,03	0,8	Tee
3-4	Lavamanos	1	1	5	6	0,42	1	0,83	0,04	2,15	Tee, 2 Codos 90°
4-5	Lavadora	1	4	6	10	0,57	1	1,13	0,07	1,05	Tee
5-6	Batea	1	3	10	13	0,7	1 1/4	0,88	0,03	0,5	Tee
6-7	Ducha	1	2	13	15	0,76	1 1/4	0,96	0,04	0,5	Tee
7-8	W.C. tanque	1	3	15	18	0,83	1 1/4	1,05	0,05	0,4	Tee
8-9	Fregadero	1	3	18	21	0,93	1 1/4	1,21	0,06	1,3	Tee
9-10	Lavamanos	1	1	21	22	0,96	1 1/4	1,21	0,06	6,8	Tee
10-11	Riego de jardín	1	3	0	3	0,2	3/4	0,71	0,04	1,5	Codo 90°
10-12	---	---	---	25	25	1,7	1 1/4	1,40	0,08	2,7	Tee, llave de paso, medidor

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 5.19. Cálculo de distribución de aguas claras en planta.

Tramo	UG	Q (l/s)	ϕ (")	Longitudes (m)			Pérdidas		Presiones (m)		Piso (m)	Residual (m)
				Lreal	Lequiv	Ltotal	J (mca/ml)	Jtotal (m)	Arriba	Abajo		
10-12	25	1,7	1 1/4	2,70	0,97	3,67	0,08	0,29	10,00	9,71	0,00	9,71
10-11	3	0,2	3/4	1,50	0,64	2,14	0,04	0,09	9,71	9,62	0,00	9,62
9-10	22	0,96	1 1/4	6,80	0,73	7,53	0,06	0,45	9,62	9,17	0,00	9,17
8-9	21	0,93	1 1/4	1,30	0,73	2,03	0,06	0,12	9,17	9,05	0,00	9,05
7-8	18	0,83	1 1/4	0,40	0,73	1,13	0,05	0,06	9,05	8,99	0,00	8,99
6-7	15	0,73	1 1/4	0,50	0,73	1,23	0,04	0,05	8,99	8,94	0,00	8,94
5-6	13	0,67	1 1/4	0,50	0,73	1,23	0,03	0,04	8,94	8,90	0,00	8,90
4-5	10	0,57	1	1,05	0,52	1,57	0,07	0,11	8,90	8,79	0,00	8,79
3-4	6	0,42	1	2,15	2,22	4,37	0,04	0,17	8,79	8,62	0,00	8,62
2-3	5	0,38	1	0,80	0,52	1,32	0,03	0,04	8,62	8,58	0,00	8,58
1-2	2	0,2	3/4	0,50	0,64	1,14	0,04	0,05	8,58	8,53	0,00	8,53

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 5.20. Cálculo de presiones residuales en aguas claras.

Tramo	Piezas		Conexiones y accesorios		Unidades de Gasto			φ (")	I (%)
	Clase	Cantidad	Red cloacal	Ventilación	Parcial	Tránsito	Total		
1-3	IP ducha	1	Sifón, Codo 45°		2	0	2	2	2
2-3	W.C. tanque	1	Codo 90°		4	0	4	4	1
3-5	---	---			0	4	4	4	1
4-5	Lavamanos	1	Codo 90°	Tee	1	0	1	2	2
5-7	---	---			0	5	5	4	1
6-7	Inodoro de piso	1	Sifón, Codo 45°		2	0	2	2	2
7-9	---	---	2 Codos 45°		0	7	7	4	1
8-9	Inodoro de piso	1	Sifón, Codo 45°		2	0	2	2	2
9-11	---	---			0	9	9	4	1
10-11	Batea	1	Codo 45°	Tee	2	0	2	3	2
11-13	---	---			0	11	11	4	1
12-13	IP ducha	1	Sifón, codo 45°		2	0	2	2	2
13-15	---	---			0	13	13	4	1
14-15	Lavadora	1	Codo 45°		4	0	4	3	2
15-17	---	---			0	17	17	4	1
16-17	W.C. tanque	1	Codo 90°		4	0	4	4	1
17-19	---	---			0	21	21	4	1
18-19	Inodoro de piso	1	Sifón		2	0	2	2	2
19-21	Fregadero	1	Codo 45°	Tee	2	23	25	4	1
20-21	Inodoro de piso	1	Sifón, Codo 45°		2	0	2	2	2
21-23	---	---			0	27	27	4	1
22-23	Lavamanos	1	Codo 90°	Codo 90°	1	0	1	2	2
Tanquilla	---	---			0	28	28	4	1

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 5.21. Cálculo de distribución de aguas residuales.

Basándose en este diseño se realizó el trazado que seguirá cada uno de estos servicios (ver Fig 5.21 al 5.26).

V.6 Presupuesto.

Se realizó un presupuesto para la construcción de la vivienda propuesta, detallando las tareas implicadas para la culminación de cada fase, los costos parciales para cada una de estas y el total (ver Tabla 5.24). Los costos de urbanismo no se contemplan, y los valores asociados a las obras preliminares se hacen para un total de 200 viviendas. Se muestran sólo los Análisis de Precios Unitarios que se realizaron especialmente para el Trabajo, los demás están según COVENIN.

De esta manera, se puede establecer la relación Costo Unitario en Bs/m² y en Bs/UVS entre el precio total de la vivienda, el área de construcción y la Unidades de Vivienda Sana (UVS); se investigaron estos valores para los planes habitacionales de bajo costo en la actualidad y se presentan en la Tabla 5.23.

	Área total (m ²)	UVS	Costo total (Bs)	Costo unitario (Bs/m ²)	Costo Unitario (Bs/UVS)
Duplex	76,64	67	156406,03	2040,79	2334,42
Rural 01	81,90	77	129879,71	1585,83	1686,75
Rural 02	124,15	62	200329,08	1613,61	3231,11
Rural 03	118,68	65	159149,96	1341,00	2448,46
Petrocasa	70,00	68	50000,00	714,29	735,29
Propuesta	69,50	100	218072,24	3137,73	2180,72

FUENTE: www.camarapetrolera.org
 Ministerio del Poder Popular para las Obras Públicas y Vivienda. Despacho de
 Panificación y desarrollo. Coordinación de Prototipos de Vivienda y Urbanismo.

Tabla 5.23. Costo de las viviendas en estudio.

El costo total de la vivienda propuesta fue de 218072,24Bs con una relación porcentual de cada actividad igual a:

- Estructura: 44,38%
- Electricidad: 2,74%
- Arquitectura: 44,64%
- Instalaciones Sanitarias: 8,24%

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS DE RESULTADOS

VI.1 Datos de morbilidad.

Estudiando los datos de morbilidad recopilados se puede notar que las enfermedades con mayor número de casos reportados fueron dengue y paludismo, ambas transmitidas por mosquitos.

Para el dengue, el mayor número de casos se reportó en 2007 con un total de 80646 enfermos, la menor cifra en 2004 con 30689 afectados. Al establecer una media entre los años estudiados la tasa se ubicó en 48559.

La información de morbilidad por casos de dengue hemorrágico no fue accesible para 2004. El mayor número de reportes fue de 6320 en 2007 y el menor en 2006 con 2577 contagiados. La media se ubicó en 3807.

Los valores reportados de casos de malaria mantienen un registro similar todos los años, para esta enfermedad el promedio se ubicó en 40548 casos. El mayor número de contagios fue en 2004 con 46244 afectados y el mínimo en 2008 con 32037.

A pesar de que no se pudo acceder a la información de 2004, la leishmaniasis se presenta como una enfermedad con número de casos poco variables, cercanos a la media de 1059. La mayor cifra reportada fue de 1189 para 2006 y la menor en 2005 con 847 infectados.

Durante varios años no se reportaron mórbidos con fiebre amarilla, sólo en 2005 con 31 enfermos. No se pudo acceder a la información de 2008. Se ubicó como la enfermedad transmitida por mosquitos menos común.

Es poco frecuente el diagnóstico de leptospirosis, el promedio de casos anuales es de 44. En los últimos 5 años la mayor cifra registrada fue de 60 enfermos y la menor de 33.

VI.2 Acabados y técnicas constructivas.

Las características de vivienda sana que se tomaron en cuenta para el diseño de la vivienda contemplan técnicas constructivas y materiales, siempre buscando la mayor eficiencia y la reducción de los costos manteniendo la excelente calidad.

La altura mínima del piso en el punto de mayor cota del terreno, las recomendaciones que se hacen para la preparación y compactación del suelo, así como la utilización de una acera en el perímetro de la casa se hacen con la finalidad que la humedad no ingrese desde el exterior a la vivienda.

La escogencia del material utilizado en el techo se hizo siguiendo las recomendaciones de los expertos en materia de vivienda de la Coordinación de Prototipos de Vivienda y Urbanismo del Ministerio del Poder Popular para las Obras Públicas y Vivienda, con el fin de que la calidad de lo propuesto sea igual o mejor a lo que existe.

La utilización de cal hidráulica en los frisos puede ayudar a ahuyentar los mosquitos. La técnica de aplicación de este acabado se hace con la finalidad de evitar el ingreso de humedad al interior de la vivienda a través de las paredes. De la misma forma, algunas características que evitan la humedad pueden utilizarse para disminuir el ingreso de los vectores a la vivienda.

En los planes habitacionales de bajo costo las parcelas ubican la vivienda de manera aislada o continua. Las técnicas constructivas que se utilizan son: aporticadas de estructura metálica con bloques de arcilla y en el caso de la Petrocasa, aporticada de concreto armado en un encofrado perdido de PVC. En términos generales, las viviendas son de una sola planta, cumplen con la altura mínima del piso de 15 cm y son de tamaño variable, entre los 70 m² y 125 m².

Para la escogencia de materiales se prevé que sean de baja toxicidad y resistentes al fuego. Sin embargo, algunas investigaciones del *Grupo Greenpeace* mencionan que el PVC es un material verdaderamente tóxico, considerando el mayor riesgo durante los incendios ya que los productos de este material, aunque ignífugos, emiten humos de ácido clorhídrico y otras sustancias antes de la aparición de las llamas.

En las viviendas de bajo costo que se construyen actualmente en el país, los acabados en el piso son de mortero liso en la mayoría de los casos, o cerámica. Las paredes están recubiertas por friso liso y pintura de caucho. En la Petrocasa todas las paredes son de PVC al igual que el techo, mientras que en el resto de las viviendas, éste es de Termopanel con estructura de acero.

En cuanto al número de habitaciones se manejan 2 ó 3 de estas por hogar, los cuales comparten 1 ó 2 baños. Todos cumplen con las dimensiones mínimas menos en el caso de la vivienda tipo Rural 02, en la cual su habitación principal no cumple con el área mínima de 8,5m².

Los pisos en las salas de baño normalmente son de cerámica al igual que las paredes, en el caso de la vivienda tipo Rural 02 el acabado del pavimento es de mortero liso.

El área destinada a cocina es menor a la mínima en la vivienda Duplex; los demás planes habitacionales cumplen este requisito. Las paredes comparten cerámica con distintos tipos de friso y los pisos son de mortero de cemento liso o cerámica.

Comúnmente, los lavaderos tienen áreas menores a las normativas; menos en el caso de la Petrocasa. En todos los casos, la parte posterior a la batea está recubierta en correctas dimensiones de materiales permisibles según la Gaceta 4044; menos en el caso de la vivienda Rural 03 que en esta zona tiene acabado en friso liso.

Como dato adicional, se tiene que la vivienda Rural 02 posee bloques de ventilación en el pasillo.

Los materiales utilizados en las puertas son metal y madera, excepto en la Petrocasa que son de PVC. Las ventanas están hechas de vidrio con marcos metálicos, asimismo en la Petrocasa comparten vidrio con PVC. Todas las puertas y ventanas de las viviendas de bajo costo cumplen con las dimensiones mínimas.

VI.3 Vivienda Sana.

Evaluando las características de *Vivienda Sana* que poseen los planes habitacionales de la actualidad se tiene que la Vivienda Rural 02 obtuvo la menor puntuación con 62 puntos; la mayor, la obtuvo la vivienda propuesta con la máxima de 100, seguida de la Rural 01.

En la escala cualitativa todas las viviendas son calificadas como “*Buenas*” y la vivienda propuesta como “*Excelente*”.

VI.4 Diseño estructural.

La arquitectura de la primera fase se adapta a las necesidades de una familia nueva, en la que la habitación se encuentra en el futuro recibo-comedor.

La segunda fase amplía la vivienda inicial agregándole la habitación principal formalmente. Esto representa un incremento del 24% del área neta.

La tercera y cuarta fase agregan una habitación secundaria cada una, adicionalmente la última etapa también agrega un baño adicional. Lo cual significa un aumento de 17% y 15% respectivamente.

A lo largo de todo el análisis sísmico, no fue necesario modificar las dimensiones de los elementos propuestos en el predimensionamiento, manteniéndose iguales a las mínimas.

VI.4.1 Diseño de vigas.

La fuerza axial es menor al término $0,1 \cdot A \cdot f'_c$ por lo que se diseñó usando el *Artículo 18.7* de la Norma 1753:2006.

Se cumplieron todas las condiciones geométricas.

Se tomó una longitud de confinamiento $L_{cf}=60cm$ para todas las vigas, por ser la más desfavorable.

El acero longitudinal requerido por cálculo fue menor al mínimo, por lo que para una sección de estas dimensiones se colocó $2\phi 1/2"$ en cada fibra.

El cálculo del acero transversal requerido se verificó para las exigencias por confinamiento y corte, resultando una separación de $6cm$ en

la zona confinada y $10cm$ en la zona no confinada. Estos valores provienen de la verificación por confinamiento.

VI.4.2 Diseño de columnas.

Como la columna B3 fue la más solicitada por carga axial se comparó con el valor máximo de $0,75 \cdot A \cdot f'_c$ cumpliendo con el rango permitido, por esto se diseñó según el *Capítulo 18.8*.

Se cumplieron todos los requisitos geométricos.

El acero requerido fue menor al mínimo, por eso se colocó el valor por exceso más cercano a la cuantía mínima resultando $8\phi 1/2"$.

Se utilizó un $L_o=55cm$ en todas las columnas por ser el más desfavorable y una separación de ligaduras de $10cm$ en toda la longitud de la columna, establecida por criterio de confinamiento.

La fuerza cortante de diseño de las columnas se determinó para el caso de carga que produjo el mayor momento resistente.

VI.4.3 Sistema de techo.

El material utilizado para el techo es termoaislante lo que ayuda a mantener una temperatura agradable dentro del hogar.

A los perfiles de acero se les verificó la flecha, la cual es despreciable para la carga a la cual será sometido.

VI.4.4 Verificación de las propiedades dinámicas y respuesta sísmica.

Los cortantes basales fueron menores al mínimo en un inicio, por esto se amplificó la fuerza sísmica de manera tal que se cumpliera este requisito. Luego de la revisión, los cortes basales dieron iguales al mínimo.

La masa participativa fue mayor al mínimo exigido, alcanzando el 100% en el Modo 5. Los desplazamientos fueron traslacionales en sus dos primeras formas y rotacional en el tercer modo.

La deriva y el período de la estructura fueron menores al máximo.

VI.4.5 Materiales.

Se realizó el detallado de todos los elementos estructurales de manera de representar la distribución de los aceros dentro del concreto. El proceso constructivo se facilitará al haberse diseñado todas las vigas en la misma dirección de manera idéntica, al igual que el armado de las columnas.

VI.5 Diseño de las instalaciones.

La red de aguas blancas cumple con la demanda de presión mínima para el punto más alejado de la misma, considerando una presión de 10m a la salida del medidor. Se utilizaron diámetros de $\frac{3}{4}$ " , 1" y 1 $\frac{1}{4}$ " para garantizar una velocidad del agua dentro de la tubería entre 0,70m/s y 1,40m/s.

Las aguas residuales utilizaron diámetros de tuberías de 2" , 3" y 4" .

Las lámparas se colocaron en las paredes para disminuir el recorrido de las tuberías y cableado; en el recibo-comedor y cocina se colocaron en el techo porque mejora considerablemente la iluminación. El tablero cuenta con cuatro circuitos libres por si se requieren ampliaciones en el área de electricidad.

Se previeron todas las instalaciones para que no sean modificadas en la construcción de las nuevas fases.

VI.6 Presupuesto.

Para la realización del análisis detallado de cada una de las tareas que son necesarias para terminar con éxito la construcción de la vivienda, se utilizó el programa Visor 3.11 del Colegio de Ingenieros en su edición de febrero de 2009 porque los precios de las viviendas con las que se comparó tenían como fecha de estudio el mes de marzo.

Los costos asociados a las obras preliminares se hicieron para un total de 200 viviendas con la finalidad que la construcción se realice en amplia escala. No se contemplaron los costos de urbanismo porque se escapan del alcance del Trabajo.

La estructura y la arquitectura suman un costo cercano al 90%, destacándose dentro del presupuesto. Las instalaciones eléctricas y sanitarias cubren el 10% restante.

La estructura garantiza la estabilidad física de la vivienda y la arquitectura le da la habitabilidad, se utilizaron los acabados menos costosos y dimensiones mínimas en todo.

La vivienda propuesta presenta el costo unitario de construcción (Bs/m²) más alto de todas las que se estudiaron, fue de 3137,73. El menor valor fue el ofrecido por la Petrocasa con 714,29. El costo unitario en términos de vivienda sana (Bs/UVS) fue de 2180,72 para la vivienda propuesta, encontrándose en el tercer lugar de esta relación. La que ofreció más ventaja fue la Petrocasa con 735,29 y la más desfavorable es la Vivienda Rural 02 con 3231,11.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES

a) La principal característica de las construcciones de bajo costo es que cuentan con las áreas y acabados mínimos dentro de lo más económico, sin que se comprometa la calidad de vida de sus habitantes.

Las viviendas estudiadas son unifamiliares y de una sola planta donde, el sistema resistente a sismo es aporticado de estructura metálica o concreto armado.

b) En las cifras de morbilidad recopiladas se hace evidente la importancia de introducir métodos y programas orientados a disminuir la propagación de enfermedades transmitidas por mosquitos y roedores.

Un plan para disminuir la transmisión de enfermedades por vectores es la *Vivienda Sana* propuesta, ya que en su diseño se contemplan minuciosamente los acabados y técnicas constructivas especialmente dirigidos a este fin.

c) Todas las viviendas en estudio presentaron características que las hacen vulnerables al desarrollo de enfermedades transmitidas por mosquitos o roedores. En el caso específico de la Rural 02, los bloques de ventilación permiten que se alojen insectos como el Chipo, transmisor de la enfermedad de Chagas.

Es necesaria la revisión de los acabados finales de las viviendas de bajo costo, ya que mejorándolos se hace una inversión en la prevención de enfermedades y el mejoramiento de la salud de la población.

d) La progresividad es una solución al crecimiento familiar, lo cual ayuda a mantener el espacio vital apropiado para cada residente.

Las características de arquitectura cumplen con las dimensiones mínimas, esto pensando principalmente en evitar el hacinamiento y propiciar el buen desenvolvimiento de las actividades de las personas que conviven dentro del hogar. Cuando la vivienda cuenta con 3 habitaciones debe tener dos baños, por esto se contempló en el diseño.

e) En muchas zonas del país las temperaturas son altas propiciando la reproducción de insectos. Si la vivienda es fresca, las personas no necesitarán salir a tomar aire exponiéndose a la picadura de mosquitos u otros animales; por esto es importante que el techo sea termoaislante.

Para impedir la entrada de insectos u otros animales transmisores de enfermedades se utilizan sellos en los lugares que permanecen siempre abiertos como las ventanas, sumideros en baños, cocina, lavadero y la parte inferior de las puertas.

Se pueden estudiar varias alternativas para el sistema estructural, siempre eligiendo la más económica pero de excelente comportamiento. Sin embargo, cuando se trata de acabados se pueden sacrificar algunos aspectos de estética para disminuir los costos aunque conservando los aspectos sanitarios y de espacio.

f) La vivienda que se diseñó tiene una estructura aporticada de concreto armado con elementos de dimensiones mínimas y acero de refuerzo mínimo, ya que las solicitaciones a las cuales son sometidos son muy bajas.

g) La “*Guía para una Vivienda Sana*” recopila de una forma didáctica e ilustrativa todos los aspectos fundamentales y necesarios para evitar la generación de enfermedades dentro del hogar, considerando todos los acabados y cuidados especiales que se deben tomar en cuenta en cada ambiente de la vivienda. Además, contiene la “*Escala de puntuación para una Vivienda Sana*” de manera de calificar una casa existente, ya que se hacen las recomendaciones detalladas para mejorarla.

h) La vivienda propuesta tiene el costo más elevado por área de construcción (mayor al cuádruple del mínimo ofrecido por la Petrocasa); esto puede deberse al sistema constructivo, a la inclusión de los aspectos de vivienda sana, el espesor de la losa de fundación u otros. No se puede precisar con exactitud cuáles son las actividades más destacadas dentro del presupuesto individual de las viviendas estudiadas ya que no se contó con información detallada de los presupuesto de los planes habitacionales de bajo costo en la actualidad.

A pesar que la vivienda propuesta figura en tercer lugar en la relación Bs/UVS fue la única en obtener la calificación cualitativa de “*Excelente*” según la “*Escala de puntuación para una Vivienda Sana*”, por esto se considera que es necesaria la inversión en este sentido ya que las condiciones de la vivienda y sus alrededores afectan directamente a la salud de sus moradores.

Al hacer una revisión detallada de las Tablas 5.2 y 5.3 es notable que todas las viviendas de los planes habitacionales de bajo costo no cumplen al menos una de las características que se estudiaron, y al colocar dimensiones menores a las mínimas o acabados que afectan la salud influye directamente en la disminución de los costos.

Es necesario evaluar la aplicación de otro sistema constructivo, ya que siguiendo los parámetros de las normativas vigentes no es posible disminuir las dimensiones de los elementos, por esto la estructura soporta solicitaciones mucho mayores a las que realmente será sometida. Si los factores demanda-capacidad son llevados al límite máximo se abaratarían los costos, ya que los elementos serían aprovechados en su totalidad. Otra manera de reducir el presupuesto de la estructura sería comprometiendo la mampostería.

CAPÍTULO VIII

RECOMENDACIONES

Es necesaria la divulgación de la importancia del buen estado de la vivienda para evitar repercusiones en la salud de sus residentes; para esto se puede utilizar la “*Guía para una Vivienda Sana*”.

Es importante la inclusión de viviendas progresivas dentro de los planes habitacionales de bajo costo, ya que la inversión inicial es mucho menor y las ampliaciones se realizan con los recursos de los usuarios de manera que el Estado sólo acredite la primera fase, siempre que se ejerza un control en este crecimiento para que no se realice de forma desordenada comprometiendo la estabilidad estructural, las variables urbanas y la buena apariencia de los urbanismos.

Puede evaluarse el costo total de la vivienda utilizando otro tipo de estructura, como: aporticada de perfiles de acero o mampostería estructural con la finalidad de reducir el presupuesto.

Se puede estudiar las implicaciones monetarias que tendría el cambio del bloque tradicional por otro tipo de mampostería que no necesite revestimiento posterior, ya que esta actividad representó un costo elevado dentro del presupuesto.

REFERENCIAS

Anónimo. (2006, Mayo 5). *Datanálisis: 1.680.000 viviendas de déficit tiene Venezuela*. Recuperado en Junio 3, 2009, de <http://www.eluniversal.com>.

Araujo, E. (1994). *Vivienda progresiva de alta densidad y baja altura. Aspectos ambientales*. Trabajo de grado no publicado, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.

Armas, M. (2009, Febrero 04). *El acceso a la vivienda ha sido eliminado por la baja construcción*. Recuperado en Marzo 18, 2009, en <http://www.eluniversal.com>.

Petroquímica de Venezuela. (2008). *Petrocasa*. Recuperado en Septiembre 21, 2009, en <http://www.camarapetrolera.org>.

Castillo, V. (2007, Diciembre 30). *Registran 40mil casos de malaria en casi un año en todo el país*. Recuperado en Marzo 30, 2009, en <http://www.eluniversal.com>.

Cilento, A. (1997). *Vivienda y construcción en el siglo XXI*, Cuadernos del CENDES, 35 (1), 107-120.

Cilento, A. (2002). *Hogares sostenibles de desarrollo progresivo*, Tecnología y construcción, 18-III, 25-40.

Comisión Venezolana de Normas Industriales y Ministerio del Desarrollo Urbano. (2001). *Edificaciones Sismorresistentes: Articulado*.

Decoesfera. (2008). *Bombillas antimosquitos*. Recuperado en Octubre 25, 2009, en <http://www.decoesfera.com>.

Elemental S. A. (2007). *Elemental Iquique: memoria*. Recuperado en Mayo 27, 2009, de <http://www.elementalchile.cl>

Environmental Protection Agency, Office of Air and Radiation Indoor Environments Division. (2002). *A brief guide to mold, moisture, and your home*. Recuperado en Junio 08, 2009, de <http://www.epa.gov>.

Fernández, N. (2005, Mayo 12). *El terremoto no tiene antesala*. Recuperado en Mayo 20, 2009, en <http://www.eluniversal.com>.

Ferretería Epa. (2009). *Guía de compras*. Recuperado en Octubre 25, 2009, en <http://www.epaenlinea.com>.

Fondo para la Normalización y Certificación de Calidad. (2006). *Proyecto y Construcción de obras en Concreto Estructural*.

Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela nº4044: Notas técnicas de normas sanitarias para edificaciones. Lunes 18 de septiembre de 1987.

Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela nº356292. Lunes 20 de agosto de 2007.

Gómez, J. (2009). *El “Hogar Semilla”, herramienta clave para lograr la construcción masiva de viviendas ‘semilla’, construcción*”. Ponencia presentada en la cátedra Gerencia de la Construcción. Caracas: UCV.

Greene, M. (2007). *El programa de vivienda progresiva en Chile, 1990-2002*. Recuperado en Junio 01, 2009, de <http://www.iadb.org.uy>.

Grupo ISOTEX. (2009). *TERMOPANEL: paneles para techos*. Recuperado en Septiembre 30, 2009, de <http://www.grupoisotex.com>.

Heymann, D. (2005). *El Control de Enfermedades Transmisibles*. Washington, EUA. Publicación Científica y Técnica N°613 Informe Oficial de la Asociación Estadounidense de Salud Pública. Organización Panamericana de Salud.

Heyralde, R. (1963). *El concepto de desarrollo progresivo en el diseño de la vivienda*. Bogotá: Centro interamericano de vivienda y planeamiento.

Instituto de la Construcción. (2005). *Guía técnica para la prevención de patologías en viviendas sociales*. Santiago de Chile.

Mapa de densidad poblacional de Venezuela. (2008). Recuperado en Octubre 20, 2009, de <http://www.visitinglatinamerica.com>.

Ministerio de Fomento, Comisión Venezolana de Normas Industriales y Ministerio del Desarrollo Urbano, Dirección General Sectorial de Edificaciones. (1988). *Criterios y acciones mínimas para el proyecto de edificaciones*. Ministerio de Fomento y Ministerio de Desarrollo Urbano, Caracas, Venezuela.

Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, Dirección de Salud Pública, División de Malariología (1987). *Vivienda Sana*. Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, Caracas, Venezuela.

Ministerio del Poder Popular para las Obras Públicas y Vivienda, Despacho de Planificación. (2009). *Progresividad en la vivienda como criterio de diseño: lineamientos de actuación y propuestas arquitectónicas*. Monografía no publicada. Ministerio del Poder Popular para las Obras Públicas y Vivienda, Caracas, Venezuela.

Organización Panamericana de Salud. (2002). *La salud en las Américas. Volumen I*. Publicación Científica y técnica n°587. Washington.

Pezzella, S. (2005). *Ahorro habitacional en peligro de extinción*. Veneconomía Hemeroteca, 22 (7). Recuperado en Junio 3, 2009, de <http://www.veneconomia.com>.

Real Academia Española. (2005). *Vivienda*. Recuperado en Mayo 29, 2009, de <http://www.rae.es>.

Ricci, M., Padín, S. (2007). *Roedores transmisores de enfermedades: medidas de prevención y control*. Recuperado en Octubre 6, 2009, de <http://www.agro.unlp.edu.ar>

Salas, J. (1992). *Contra el hambre de vivienda*. Bogotá: Editorial Escala.

Toro, F. (2002). *Alemo: replanteando la vivienda para los pobres*. Veneconomía Hemeroteca, 20 (1). Recuperado en Mayo 29, 2009, de <http://www.veneconomia.com>.

Urdaneta, E. (1994). *Hábitat para todos: vivienda progresiva de unidades básicas ampliables y preservación ecológica*. Caracas: Publicaciones Monfort, SRL.

Young, S., Dobozi, B. y Miner, M. (2005). *Alergias*. Ediciones Granica S. A.