

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
FACULTAD DE ARQUITECTURA  
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN**



**TESIS**

**SUSTENTABILIDAD EN LA VIVIENDA EN SERIE Y SU IMPACTO SOCIO-  
ECONOMICO, ESTUDIO DE CASO: FRACCIONAMIENTO VIDA, GENERAL  
ESCOBEDO,  
NUEVO LEON.**

**ARQ. CARLOS ANTONIO PAZ PÉREZ**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO DE 2011**

# Índice General

## Contenido

Introducción.....	1
-------------------	---

### Capítulo 1. Visión General de la Investigación

1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Planteamiento del Problema.....	5
1.3 Objetivos	
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos particulares.....	5
1.4 Pregunta de Investigación.....	6
1.5 Justificación.....	7
1.6 Supuesto General	
1.6.1 Formulación del Supuesto.....	8
1.6.2 Características del Supuesto.....	8
1.7 Alcances y Limitaciones.....	10

### Capítulo 2. Marco Teórico

2.1 Modelo de Vivienda Sustentable	
2.1.1 Arquitectura Sustentable	
a. Arquitectura y Sustentabilidad.....	12
b. Características básicas de la vivienda sustentable en México (Aptas para programa de subsidios).....	15
c. Evaluación de sustentabilidad en proyectos de viviendas.....	17
2.1.2 Criterios y Materiales bioclimáticos	
a. Aislamiento térmico de viviendas.....	21
b. Criterios Bioclimáticos para el Área Metropolitana de Monterrey..	24
c. Manejo de Vegetación y Viento en el diseño arquitectónico.....	27
2.2 Incidencia Ecológica	
2.2.1 Economía y política ambiental	
a. Gestión ambiental y economía.....	30

b. Plan de Desarrollo Habitacional Sustentable en México.....	36
c. Política ambiental e Hipotecas Verdes .....	40
2.2.2 Certificación Ecológica y tendencia Internacional	
a. Certificación LEED.....	39
b. LEED para Desarrollos Habitacionales.....	42
c. Ecourbanismo .....	45
2.3 Impacto Socioeconómico	
2.3.1 Incidencia Económica	
a. Estudio Económico de Proyectos.....	48
b. Evaluación de proyectos habitacionales para la satisfacción de las necesidades del usuario.....	51
c. Evaluación económica e Inversión de un Condominio .....	53
2.3.2 Impacto Social	
a. El confort Térmico como variable de la Valuación del inmueble...	56
b. Evaluación Social de Proyectos.....	60
c. Valuación de Beneficios y Costos para la Toma de Decisiones...	63

### **Capítulo 3. Metodología**

3.1 Diseño de Investigación: Estudio de Caso.....	67
3.1.1 Validez y confiabilidad.....	69
3.1.2 Delimitación del Área de Estudio.....	73
3.2 Descripción General del Caso de Estudio	
3.2.1 Caso Central de Estudio.....	76
3.2.2 Caso Comparativo de Estudio.....	78
3.2.3 Nivel de la Investigación.....	78
3.3 Definición Conceptual y Operacional de los aspectos	
3.3.1 Definición Conceptual de los aspectos.....	79
3.3.2 Definición Operacional de los aspectos.....	81
3.3.3 Cuadro y Fuentes de Definición de conceptos.....	82
3.3.4 Técnicas utilizados en el desarrollo de la investigación.....	84

3.3.5 Propuesta metodológica que dieron respuesta a las preguntas de investigación.....	85
---	----

## **Capítulo 4. Resultados**

4.1 Modelo de Vivienda Sustentable en Serie.....	86
4.2 Impacto Ambiental.....	90
4.3 Impacto Socioeconómico	
4.3.1 Incidencia Social.....	92
• Comparación de resultados de Incidencia Social.....	98
4.3.2 Incidencia Económica.....	100
• Indicadores Económicos.....	102
• Ahorro en el Consumo de Agua.....	104
• Ahorro en el Consumo Eléctrico.....	105

## **Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones**

5.1 Conclusiones.....	106
• Aspecto Social.....	106
• Aspecto Económico.....	108
5.1.2 Propuesta Metodológica de Evaluación Cuantitativa de Sustentabilidad.....	110
5.1.3 Nivel de Intervención de Criterios de Sustentabilidad en el Área Metropolitana de Monterrey.....	123
5.2 Recomendaciones.....	125

<b>Bibliografía.....</b>	<b>129</b>
--------------------------	------------

<b>Anexos.....</b>	<b>132</b>
--------------------	------------

- Anexo A: modelo de entrevista estructurada a vecinos de fraccionamiento “vida”
- Anexo B: fotografías del fraccionamiento “VIDA”
- Anexo C: Glosario

## Índice de Figuras

<b>Figura 2.1</b> Modelo Económico Tradicional. ....	31
<b>Figura 2.2</b> Modelo Económico de Balance de Materiales.....	31
<b>Figura 3.1</b> Plano del Área Metropolitana de Monterrey y Municipio de Escobedo.....	74
<b>Figura 3.2</b> Vista aérea del Municipio de Escobedo Nuevo León y Ubicación de casos...74	
<b>Figura 3.3</b> Vista Aérea del Fraccionamiento “VIDA” .....	75
<b>Figura 3.4</b> Vista Aérea del Fraccionamiento “Pedregal de Escobedo”.....	75
<b>Figura 3.5</b> Plano general de Fraccionamiento “ViDA” y orientación de viviendas.....	77
<b>Figura 3.6</b> Vista general de Fraccionamiento “ViDA”.....	77

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.1</b> Preguntas de Investigación .....	6
<b>Tabla 2.1</b> Diagrama del Marco Teórico.....	11
<b>Tabla 2.2</b> Tipo de Aislantes Térmicos en México.....	23
<b>Tabla 3.1</b> Construcción de validez de un estudio de caso.....	70
<b>Tabla 3.2</b> Unidades de análisis .....	72
<b>Tabla 3.3</b> Definición operacional de los Aspectos .....	81
<b>Tabla 3.4</b> Cuadro y Fuentes de Definición de Conceptos.....	82
<b>Tabla 3.5</b> Propuesta metodológica que dio respuesta a las preguntas de investigación.....	85
<b>Tabla 4.1</b> Características físicas del fraccionamiento VIDA.....	86
<b>Tabla 4.2</b> Características físicas de la vivienda de VIDA.....	86
<b>Tabla 4.3</b> Características constructivas de la vivienda.....	87
<b>Tabla 4.4</b> Características constructivas de la urbanización .....	87
<b>Tabla 4.5</b> Características del Medio y su integración al Diseño Arquitectónico...88	
<b>Tabla 4.6</b> Impacto Ambiental de los principales Materiales utilizados.....	90
<b>Tabla 4.7</b> Impacto Ambiental de la vivienda durante la construcción y período de explotación.....	90
<b>Tabla 4.8</b> Resultados de indicadores sociales .....	98
<b>Tabla 4.9</b> Indicadores Sociales. (porcentajes de percepción o uso de la vivienda) .....	99
<b>Tabla 4.10</b> Resultados Económicos Fraccionamiento “VIDA” .....	100

<b>Tabla 4.10</b> Resultados Económicos Fraccionamiento “Pedregal de Escobedo” .....	101
<b>Tabla 5.1</b> Incidencia de los Materiales de Construcción.....	111
<b>Tabla 5.2</b> Incidencia del Diseño Arquitectónico.....	112
<b>Tabla 5.3</b> Incidencia de las Soluciones Constructivas y Estructurales.....	114
<b>Tabla 5.4</b> Incidencia Ecológico.....	116
<b>Tabla 5.5</b> Incidencia Social.....	120
<b>Tabla 5.6</b> Incidencia Económica.....	121
<b>Tabla 5.7</b> Valoración de los indicadores de sustentabilidad del Fraccionamiento ViDA.	122

## Índice de Gráficas

<b>Gráficas 4.1 a 4.19</b> Indicadores Sociales Fraccionamiento “ViDA” .....	92
<b>Gráficas 4.20 a 4.37</b> Indicadores Sociales Fraccionamiento “Pedregal de Escobedo” ...	95
<b>Gráfica 4.38</b> Resultados de indicadores sociales .....	98
<b>Gráfica 4.39</b> Porcentajes comparativos de percepción y uso de la vivienda.....	99
<b>Gráfica 4.40</b> Precio de Fraccionamientos en Venta en el municipio de Escobedo 2006.....	102
<b>Gráfica 4.41</b> Precio por metro cuadrado de construcción de Fraccionamientos en Venta en el municipio de Escobedo 2006 .....	102
<b>Gráfica 4.42-4.43</b> Comparación de la percepción del precio de Venta de los fraccionamientos por parte de los usuarios.....	103
<b>Gráfica 4.44-4.45</b> Comparación de la percepción del precio de mantenimiento de la vivienda y de las áreas verdes del Fraccionamiento ViDA.....	103
<b>Gráfica 4.46</b> Porcentaje de usuarios que perciben ahorro.....	104
<b>Gráfica 4.47</b> Gasto Mensual por consumo de Agua de 2 Fraccionamientos.....	104
<b>Gráfica 4.48</b> Porcentaje de usuarios que perciben ahorro.....	105
<b>Gráfica 4.49</b> Gasto bimensual por consumo eléctrico en 2 fraccionamientos.....	105
<b>Gráfica 5.1</b> Figura representativa del nivel de sustentabilidad del Fraccionamiento ViDA.....	122

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE ARQUITECTURA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

Los miembros del Comité de Tesis recomendamos que la tesis **Sustentabilidad en la Vivienda en Serie y su Impacto Socio-Económico, Estudio de caso: Fraccionamiento VIDA, General Escobedo, Nuevo León**, realizada por el Arq. CARLOS ANTONIO PAZ PÉREZ, sea aceptada para su defensa de tesis de la Maestría en Administración de la Construcción.

**El Comité de Tesis**

---

Dra. Nora Livia Rivera Herrera

Director de tesis

---

Secretario

Vocal

---

Subdirector de la División de Estudios de Postgrado

Dr. Adolfo Benito Narváz Tijerina

## Resumen

La presente investigación, titulada “Sustentabilidad en la vivienda en serie y su impacto socioeconómico” consiste en un estudio de caso comparativo, en donde ha sido analizado un fraccionamiento de vivienda del tipo económico con características de sustentabilidad como caso central y se han comparado los indicadores socioeconómicos resultantes con un fraccionamiento con características tradicionales de construcción y equipamiento.

El planteamiento de esta investigación obedece al problema observado en la percepción del alto costo de la construcción de vivienda sustentable y por otra parte el alto costo e impacto de los energéticos durante el período de explotación en la vivienda tradicional y su incidencia social. El estudio desarrollado busca demostrar como la utilización de materiales bioclimáticos, la orientación adecuada y la utilización de sistemas constructivos integrales puede influir positivamente en los costos de construcción y explotación de la vivienda en serie económica. Esto queda sintetizado en el supuesto de la investigación: *En la medida en que el modelo de vivienda en serie aumente los criterios de sustentabilidad utilizados, incidirá positivamente en los indicadores socioeconómicos.*

Para la investigación se escogieron dos fraccionamientos de tamaño similar (64m<sup>2</sup> de construcción) y fueron evaluados aspectos cuantitativos como las características físicas de estos a través de planos, información documental, especificaciones y entrevista a los responsables del proyecto, como cualitativos a través de encuestas a los usuarios de las viviendas. Posterior a ello se tabularon los datos y se compararon los resultados.

Entre los resultados de los indicadores sociales se ha determinado que los usuarios de una vivienda con características de sustentabilidad poseen un mayor nivel satisfacción general de sus viviendas frente a los de una vivienda tradicional, esto considerando aspectos de confort ambiental, equipamiento, materiales utilizados, acabados y diseño de la vivienda. En los indicadores económicos se ha

demostrado el ahorro por consumo energético de hasta un 36% en el pago de la factura eléctrica y hasta un 30% por consumo de agua.

Se ha elaborado una propuesta metodológica que contribuirá a la medición de la sustentabilidad en los proyectos de vivienda cualitativamente, y con ello encontrar las fortalezas y debilidades de un proyecto y finalmente se han realizado las recomendaciones necesarias que permitan mejorar el nivel de sustentabilidad de un fraccionamiento.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación *Sustentabilidad en la Vivienda en Serie y su Impacto Socioeconómico* tiene un enfoque cualitativo. La importancia de la investigación radica en analizar comparativamente el impacto socioeconómico que un modelo de vivienda con características de sustentabilidad genera, frente a un modelo de vivienda tradicional, con el propósito de determinar el nivel de intervención de los criterios y colaborar así con el enriquecimiento de información y creación de planes de desarrollo sustentable.

La investigación beneficiará el conocimiento de éste tipo de construcción, presentando así una herramienta en respuesta a la demanda de vivienda actual, y que a la vez ofrezca soluciones ambientales y sociales beneficiosas, dentro de un límite económico adecuado.

Para el desarrollo de esta investigación se ha elegido como estudio de caso el fraccionamiento “VIDA” ubicado en Escobedo, Nuevo León, y como caso comparativo se analizarán algunas características del fraccionamiento “Pedregal de Escobedo”, en el mismo municipio, el cual posee características tradicionales de construcción, y espacios y características similares al primero.

La investigación comprende la visión general, marco teórico, metodología, resultados, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

# CAPÍTULO I: VISION GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

## 1.1 Antecedentes

- **Explosión demográfica y sostenibilidad**

De acuerdo al INEGI, para el año 2005, se registró un 50% de explosión demográfica en esa última década en el Área Metropolitana de Monterrey, lo que trajo consigo una demanda de construcción de todo tipo, proliferando entre tanto, la construcción de vivienda y específicamente “en serie” como respuesta a ella.

Guajardo (2006) afirma que actualmente, la mitad de la población mundial vive en ciudades y se prevé que para el 2030 más de tres cuartas partes radicará en estos centros. Estas cifras muestran el gran éxito del modelo urbano pero, a su vez podría conducir a un posible colapso en el tratamiento y respeto que se tiene hacia el mundo, debido a las situaciones conflictivas, insalubres e inmanejables generadas en estas zonas.

De igual manera define la “suburbanización” como el fenómeno generado por la especulación inmobiliaria, en el que se consumen grandes cantidades a bajo costo económico en el corto plazo, pero a un elevado costo a futuro. Son estos fenómenos, los que deben conducir a los individuos a enfrentar el futuro desarrollo de las ciudades bajo la observación del término *desarrollo sustentable*, siendo definido en 1987 en el Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo: Nuestro Futuro Común de la siguiente manera:

“El desarrollo sustentable satisface las necesidades de la generación actual, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas propias”. (Oxford: Oxford University Press, 1987, citado por Guajardo, 2006).

El desarrollo sustentable implica un trabajo multidisciplinario, y es así como se expone en la monografía “¿Monterrey sustentable?” una lista de 20 reglas prácticas orientadas a la sostenibilidad, entre las cuales, una es la siguiente:

*Construir edificaciones sostenibles: menor uso de energía. (Guajardo, 2006).*

Resulta importante el aporte de Guajardo, en la medida en la que analiza el crecimiento urbano junto a los fenómenos y situaciones que ello genera, llegando a encontrar situaciones problemáticas y encaminarlas hacia una solución enmarcada en el desarrollo sostenible. Es también pertinente hacer hincapié en los múltiples enfoques mediante los que esta teoría debe ser abordada y la variedad de aportes que pueden realizarse desde distintas disciplinas.

Es de esta manera, como dentro de la teoría de la sostenibilidad, se encuentra un aporte de la arquitectura, y el cual ha adquirido mayor o menor importancia en distintos países en los últimos años: la vivienda bioclimática.

- **Vivienda bioclimática**

La arquitectura bioclimática es una respuesta a los retos de la teoría de la sustentabilidad, y la vivienda bioclimática una solución responsable a la generación de espacio habitable.

La importancia de la vivienda bioclimática se centra en: “Limitar el tener que recurrir a sistemas mecánicos de calefacción o climatización, por medio de la utilización con acierto de los recursos que la naturaleza nos ofrece”. (Camous/Watson, 1986, citado por Támez, 2006).

Es relevante hacer notar que no existen limitados modelos de vivienda bioclimática, sino que pueden presentarse una variedad de propuestas en base a las diferentes situaciones y ubicaciones, además de ello, las intervenciones pueden ser sencillas, como lo son la correcta orientación y elementos sencillos de protección solar, hasta complejas, mediante la utilización de materiales y sistemas integrales de construcción, que pueden incluir vegetación y uso de energía alternativa.

A nivel internacional, y particularmente en Estados Unidos, se han propuesto y utilizado sistemas de construcción ecológica en los últimos años y sus respectivos métodos de medición y calificación, de donde resulta oportuno mencionar el LEED

(Liderazgo en diseño energético y ambiental, por sus siglas en inglés), lo que se ampliará más adelante en esta investigación. Jerry Yudelson expone en el artículo "The Building-Design Revolution" que la edificación verde se encuentra revolucionando la práctica de la arquitectura y la ingeniería, forzando a los profesionales del diseño a tornar una mirada hacia los efectos futuros de sus proyectos. Yudelson comenta lo siguiente: "En cinco años, pienso que estas cosas que ahora consideramos diseño sostenible como una certificación LEED básica, serán consideradas como requerimientos fundamentales para los edificios". (Yudelson, 2,009).

Andrew Maynard comenta en el artículo "Viviendas estrictamente prefabricadas": *"Así es como en un futuro próximo queremos construir las casas. Rápidamente, eficientemente, sin desperdicios y con materiales ecológicos de alta tecnología. No más ladrillos ni bastidores. No más costosas construcciones in situ, lentas y dañinas para el entorno."* (Maynard, 2007).

Es en base a esto, que es necesario comprender que la construcción verde no se considera opuesta al desarrollo tecnológico, sino al contrario, lo beneficia y además genera espacios arquitectónicos que responden a las demandas de la sociedad contemporánea.

Nuevo León no se encuentra aislado de esta filosofía de diseño, encontrando intervenciones urbano-arquitectónicas sostenibles. Es de esta manera que cabe mencionar la existencia de un proyecto denominado "Valle Poniente" ubicado en Cordillera Residencial, Santa Catarina, (Grupo de Diseño Urbano, 2,009) Fraccionamiento "Las Aves" en Apodaca (Eco World Building) y otros.

La construcción sostenible debe ser abordada mediante un enfoque multidisciplinario, aportando conocimiento desde diversas áreas como el diseño arquitectónico, la administración, la sociología, la economía, el urbanismo, etc. Es por ello que este estudio será llevado a cabo desde un enfoque administrativo, en cuanto a la evaluación del impacto económico que la sustentabilidad y los modelos de vivienda bioclimática están generando en las empresas constructoras del Área Metropolitana de Monterrey.

## **1.2 Planteamiento del Problema**

En los últimos años se han venido desarrollando avances en materia de arquitectura bioclimática, los cuales han modificado o han sido adaptados a los sistemas tradicionales de vivienda. Los altos costos (sociales y económicos) de uso de energéticos tradicionales con respecto a energéticos bioclimáticos han originado una serie de aportes y avances en el tema, por lo que el problema puede plantearse así: ***la percepción del alto costo de la construcción de vivienda sustentable frente al alto costo e impacto de los energéticos durante el período de explotación en la vivienda tradicional y su incidencia social.***

El estudio a desarrollar pretende demostrar como la utilización de materiales bioclimáticos, la orientación adecuada y la utilización de sistemas constructivos integrales puede influir positivamente en los costos de construcción y explotación de la vivienda en serie económica.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Analizar comparativamente el impacto social y económico de un modelo de vivienda sustentable en el Área Metropolitana de Monterrey frente a un modelo de vivienda tradicional de categoría económica.

### **1.3.2 Objetivos particulares**

- Determinar la implementación de criterios y aplicaciones de la sustentabilidad en la vivienda en serie en el Área Metropolitana de Monterrey.
- Evaluar las fortalezas y debilidades que presenta un modelo de vivienda en serie sustentable y las áreas de oportunidad existentes para futuros desarrollos.
- Proponer en base a las políticas de desarrollo sustentable y las nuevas aplicaciones, criterios que incidan social y económicamente en los modelos de vivienda.

### 1.4 Pregunta de Investigación

¿De qué manera están impactando social y económicamente los criterios de sustentabilidad en la vivienda en serie en las empresas constructoras del Área Metropolitana de Monterrey?

1	<b>Unidad de Análisis</b>	Fraccionamiento VIDA, del Área Metropolitana de Monterrey, N.L.
2	<b>Problema a Investigar</b>	La percepción del alto costo de la vivienda sustentable frente al alto costo e impacto de explotación de la vivienda y energéticos tradicionales y su incidencia social.
	a) Un sector amplio	Área Metropolitana de Monterrey.
	b) Sectores específicos	Nivel de intervención de criterios de sustentabilidad en el modelo.
		Participación del Gobierno Estatal en el desarrollo de programas de inversión y financiamiento de proyectos de vivienda sustentable.
		Factores que inciden social y económicamente en los usuarios del fraccionamiento.
3	<b>Preguntas de investigación</b>	
	Población	¿Cuál es el nivel de satisfacción social y percepción económica del modelo por parte de los usuarios?
	Problema	¿Cuál es la incidencia social y económica de los modelos de vivienda sustentable frente a los modelos de vivienda tradicional?
	Fenómeno	¿Cuáles son las fortalezas y áreas de oportunidad de la vivienda sustentable en el Área Metropolitana de Monterrey?
	Propuesta	¿Qué elementos y criterios pueden colaborar a mejorar el nivel de incidencia socioeconómico de la vivienda sustentable?

Después de definir los objetivos y plantearse la pregunta de investigación, se establece que el estudio es necesario a través de la siguiente justificación.

### **1.5 Justificación**

La evaluación del impacto socioeconómico que las aplicaciones y modelos de vivienda sustentable produce sobre los usuarios de la vivienda de un fraccionamiento servirá para determinar las características y beneficios de implementación de la construcción bioclimática y colaborar así con la presentación de evidencia empírica que contribuya con las políticas de desarrollo sustentable.

La trascendencia del estudio bajo un enfoque socioeconómico radica en la necesidad de aporte multidisciplinario para el desarrollo de edificaciones con menor utilización de energía, y su incidencia y aceptación social, lo cual es una de las reglas fundamentales de la sustentabilidad.

La investigación pretende beneficiar principalmente a las futuras generaciones, colaborando el día de hoy con una aportación puntual, y estableciendo una base para el desarrollo futuro de sistemas alternativos de vivienda.

La proyección social de la investigación radica en el aporte de resultados de análisis socioeconómico, que colaboren a la difusión de un modelo de construcción del cual únicamente existen intervenciones aisladas y poco conocidas en el medio.

La investigación colaborará, con datos cualitativos y cuantitativos, a evaluar la aplicación práctica de los modelos de vivienda sustentable que además de su implicación ambiental, ofrezca una opción de respuesta a la demanda habitacional creciente.

Los resultados podrán ser generalizados a principios más amplios, en cuanto a proyectos urbano-residenciales diversos y en general a otro tipo de edificaciones (no residencial), según la demanda existente.

La información obtenida servirá para apoyar la teoría del desarrollo sustentable, la cual requiere un apoyo multidisciplinario para su comprensión, desarrollo y difusión.

La investigación ayudará a definir la relación entre las variables de nivel de intervención de los criterios sustentables del modelo y su incidencia ecológica y socioeconómica.

Se generará un aporte metodológico mediante la propuesta de un sistema de evaluación cualitativa de indicadores de sustentabilidad de la vivienda en serie.

## **1.6 SUPUESTO GENERAL**

### **1.6.1 Formulación del supuesto.**

***En la medida en que el modelo de vivienda en serie aumente los criterios de sustentabilidad utilizados, incidirá positivamente en los indicadores socioeconómicos***

Este supuesto es la transformación directa de la pregunta de investigación y tiene como referencia la revisión de la literatura y los objetivos de la investigación.

### **1.6.2 Características del supuesto**

Se refiere a una situación social real, puesto que en Nuevo León, el acelerado crecimiento de la población en las últimas décadas ha influido en un rápido crecimiento urbano, sobre todo del área metropolitana de Monterrey (AMM), en donde habita alrededor del 86% de la población total del estado, ocupando sólo el 6 por ciento del territorio estatal. Este continuo crecimiento urbano y la búsqueda de tierra más barata, ha generado una expansión de la mancha urbana hacia los municipios de la región periférica provocando la dispersión de la población. La densidad de población pasó de 67 habitantes por hectárea en 2003, a 42 habitantes por hectárea actualmente, lo que equivale una reducción del 37% .12 Así mismo, el gobierno del estado plasmó en el Plan Estatal de Desarrollo 2004-2009, la necesidad de rediseñar y reorientar las políticas y acciones en materia de

planeación y desarrollo urbano para incluir en sus programas los temas de sustentabilidad y protección al medio ambiente.

Se considera que los Desarrollos Habitacionales Sustentables son aquellos que respetan el clima, el lugar, la región y la cultura, incluyendo una vivienda efectiva, eficiente y construida con sistemas constructivos y tecnologías óptimas para que sus habitantes puedan enfrentar las condiciones climáticas extremas que prevalecen en algunas zonas del país; y, que facilitan el acceso de la población a la infraestructura, el equipamiento, los servicios básicos y los espacios públicos de tal manera que sus ocupantes sean enriquecidos por el entorno. (CONAVI, 2008).

La incidencia social es el indicador que pretende calificar el nivel de aceptabilidad por parte de los ocupantes de la vivienda (Velásquez, 2004).

La incidencia económica va dirigida a evaluar el costo del proyecto, como indicador particular, a un nivel inicial, buscando la valoración de índices que puedan reflejar la situación de cada variante analizada. (Velásquez, 2004).

Este supuesto es el punto de enlace entre la teoría y la observación. Su importancia es que brindó rumbo a la investigación.

Los términos del supuesto son observables así como la relación planteada entre ellos, y también tienen referente en la realidad.

El objeto de observación fue el fraccionamiento ViDA y sus características físicas así como la población de éste. Y además se observó un fraccionamiento con características tradicionales y su población para utilizarlo como un punto comparativo de indicadores.

Entre los métodos que se utilizaron para la recolección de datos y el logro de los objetivos están las entrevistas estructuradas a usuarios y a la empresa constructora, análisis de información documental y planimétrica y la observación en el fraccionamiento ViDA en Escobedo, Nuevo León.

Como métodos e instrumentos de recolección de datos también se utilizaron fuentes primarias y secundarias.

El supuesto planteado está relacionado con técnicas disponibles para analizarlo, ya que la investigación se desarrollará en los fraccionamientos ViDA y Pedregal de Escobedo, Nuevo León, logrando obtener la información y datos necesarios.

### **1.7 Alcances y limitaciones**

Esta investigación se lleva a cabo en el Área Metropolitana de Monterrey, durante los años de 2009 a 2011.

El Área Metropolitana de Monterrey es la conurbación contigua a la ciudad de Monterrey, Nuevo León, México. Rebasa los 3,8 millones de habitantes, los cuales están distribuidos en un territorio de 572.8 km<sup>2</sup>, convirtiéndola en la segunda área conurbada más grande de México y la tercera en población de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2005).

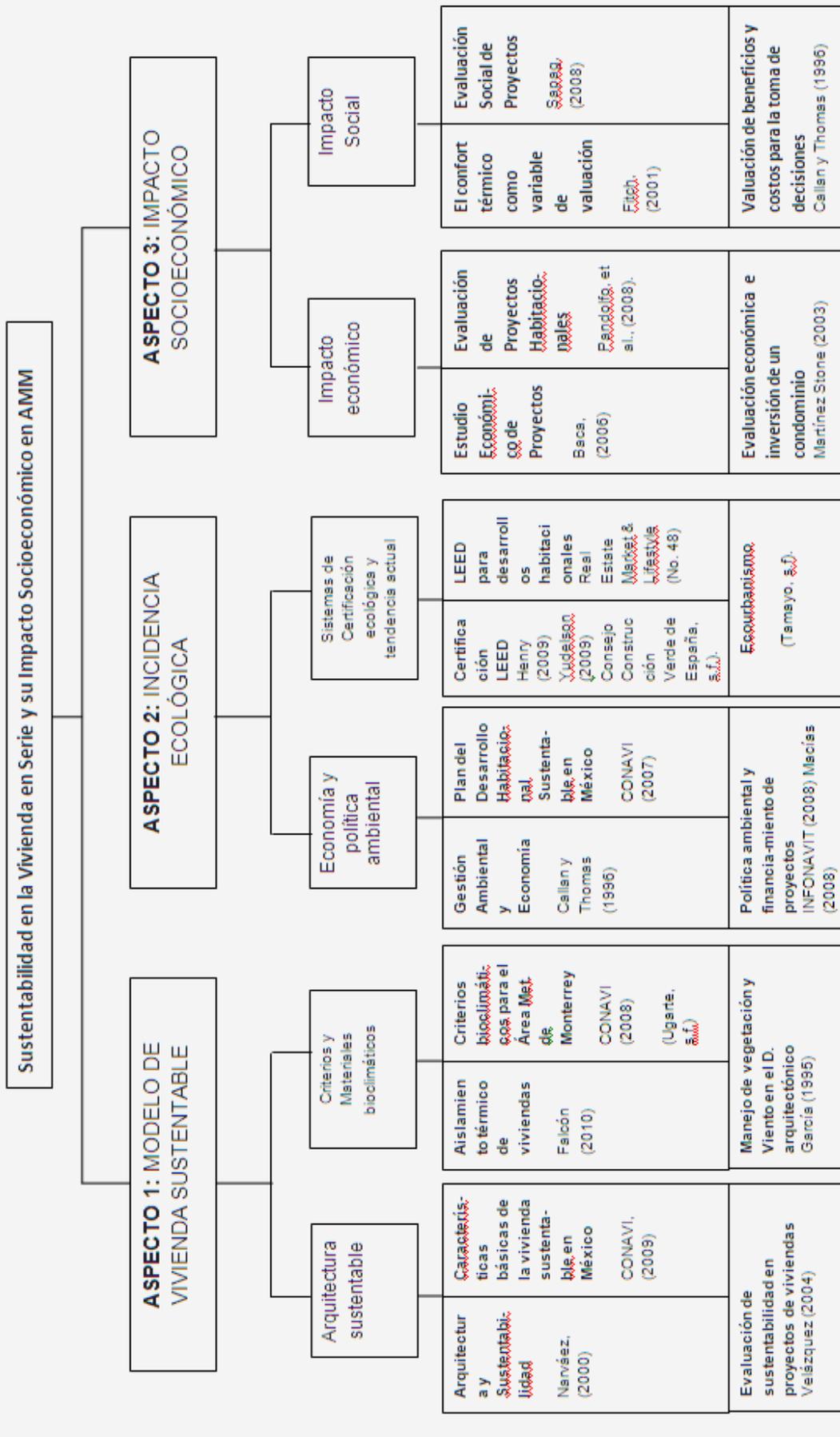
La investigación es aplicable únicamente al Área Metropolitana de Monterrey y los resultados tendrán relevancia durante los años cercanos a la investigación debido a las características diferenciadas de vivienda sustentable por región climática y su constante innovación y desarrollo, así como a la variación de costos debido al lugar y al momento en que se desarrollen los proyectos.

El estudio será sustentado con la teoría de la sustentabilidad con enfoque económico, al cual se refieren Macías, H., (2007) como el que busca: “Generar las estructuras productivas que proporcionen los bienes y servicios necesarios para la sociedad, garantizando el empleo pleno y el trabajo con sentido, con la finalidad de mejorar las capacidades de desarrollo de los seres humanos”.

Los aspectos que serán estudiados serán el modelo de vivienda sustentable en serie, la incidencia ecológica, y la incidencia socioeconómica, analizando ésta en sus dos dimensiones (social y económica).

# CAPÍTULO II: Marco Teórico

## DIAGRAMA DEL MARCO TEÓRICO



## **2.1 Modelo de Vivienda Sustentable**

### **2.1.1 Arquitectura sustentable**

#### **a. Arquitectura y Sustentabilidad**

La teoría del desarrollo sustentable se presenta como una teoría unificadora, multidimensional, interdisciplinaria y prospectiva, (Narváez, 2000:12), por lo que resulta importante analizar las implicaciones que tiene para la arquitectura y el desarrollo de las ciudades la planeación prospectiva centrada en la aplicación de estrategias generales, recomendaciones específicas o modelos de desarrollo sustentable.

Narváez (2000) expone que durante los años setentas inició un interés específico por los desarrollos de arquitectura ecológica, sin embargo, los modelos que planteó la investigación para la arquitectura en ese tiempo, poseían un interés puramente tecnológico (eficiencia energética, desarrollo de materiales ecoeficientes, desarrollo de estructuras alternativas con materiales de baja resistencia a la tracción, etc.) sin embargo, descuidaban generalmente la viabilidad social de lo que proponían, y conforme ha pasado el tiempo el foco del problema sobre el desarrollo sustentable de las comunidades se ha movido de una visión centrada en el medio a una cada vez más preocupada por los aspectos humanos del desarrollo.

En el año 1992, durante la Cumbre de la Tierra se planteó la Agenda 21, con el fin de que las ciudades elaboren planes y acciones para afrontar los retos socio-ambientales del siglo XXI. La agenda contemplaba tres objetivos principales, el primero se centra en el bienestar económico, el segundo en el desarrollo social, y el tercero se refiere a sustentabilidad y regeneración del medio ambiente. Narváez explica que este objetivo preveía que todos los países podrían contar con estrategias nacionales y desarrollo sustentable para el año 2005, y ello contempla el fin de revertir de manera segura, antes del 2015, la tendencia actual de desperdicio de los recursos ambientales.

Los trabajos sobre urbanismo y sustentabilidad tratan en general sobre dos enfoques muy bien diferenciados. Por un lado se hallan los que proponen que la sustentabilidad es un asunto relacionado con cada comunidad aislada y aquellos que consideran que ésta se relaciona con el hecho de que las acciones se deriven de los trabajos deberán asegurarse de que los sistemas urbanos, con las economías y las sociedades de las que son parte, sean sustentables en conjunto (Narváez, 2000:28). Esto implica que la sustentabilidad se relaciona con el establecimiento de acciones de alcance cuando menos regional, supeditando las necesidades de las comunidades locales a las de la nación. Narváez expone, citando a Milton y Satterthwaite (1992), que ambas posturas encuentran un punto de confluencia en el hecho de que los sistemas urbanos cambian para reflejar los cambios sociales, económicos y políticos y, en sí, ayudar a configurar el camino social económico y político.

El desarrollo sustentable tiene conexiones muy fuertes con la ciencia económica: una parte de las estrategias económicas que se desarrollan en los trabajos sobre desarrollo sustentable son aquellos relacionados con la definición de responsabilidades y participación en los costos de instrumentación de políticas más sustentables de gasto, consumo y producción. Existen diversas estrategias y políticas económicas a fin de regular el aspecto ambiental, algunas de las cuales son de carácter impositivo. Hay diversidad de opiniones respecto a quienes debe cargarse los impuestos, si a los productores o a los consumidores, tomando en cuenta que según afirma Poitier (1997 citado por Narváez 2000:32) "La comunidad empresarial, que suele oponerse a los impuestos o a los cargos sobre las emisiones, aceptan más fácilmente los impuestos sobre los productos. En efecto suele ser más fácil para la industria transferir, a la baja, la carga impositiva sobre las emisiones, que generalmente afecta a los bienes intermedios de producción como son la energía y las materias primas". Esta transferencia y carga impositiva al consumidor, generalmente no es bien recibida, pues es común pensar que los costos ambientales solamente van a parar a los sistemas de limpia y a los sistemas de tratamiento de aguas residuales. El no contar con herramientas conceptuales ni modelos que hagan posible el medir realmente los efectos de las

acciones puntuales en el estado del medio ambiente y en el escenario para el desarrollo de una comunidad es el mayor problema para convencer a la población de aportar una parte del gasto para el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sustentable.

Generalmente, existe el criterio de gravar los bienes (tenencia de tierra, vehículos, etc) sin embargo, está creciendo la tendencia a gravar los “males” y no los “bienes”, es decir, el gravar actividades que produzcan efectos nocivos al ambiente. Por el otro lado, dentro de las estrategias económicas puede encontrarse las que buscan “premiar” el buen comportamiento frente al medio ambiente, en vez de castigarlo. Este criterio supone que se pueden diferenciar tres clases de subsidios: apoyo a los factores de la producción, apoyo al mercado y apoyo directo a los ingresos.

Resulta necesario, comprender que el desarrollo sustentable como objetivo deseable, se alcanzará cuando se lo ponga en práctica como un proceso integrado promoviendo intereses comunes, tomando en cuenta un papel que comprenda adecuadamente los asuntos más importantes que surgen de la discusión sobre “patrones de producción y de consumo sustentables” y los conceptos de “eficiencia” y “desmaterialización” que refiere Narváez.

Es evidente que existe una estrecha relación entre el desarrollo urbano y el equilibrio del medio ambiente. Es necesario entender que el desarrollo urbano es un asunto multidimensional, es decir, que es el resultado acumulado del desarrollo económico, del crecimiento demográfico, de las dinámicas sociales de su población, de su administración política, etc. Dentro del tema urbano existen muchas formas de intervención, en el marco de sustentabilidad. Existen estrategias de diseño urbano que pueden ser efectivas mediante la generación de patrones de diseño que utilicen menos suelo como patrones densos y compactos, diseñados de tal manera que los recorridos desestimulen el uso del automóvil, y que fomenten la formación de una identidad comunal. Estrategias que no deberán perder el enfoque del marco completo dentro del cual se establecen y el objetivo que pretenden alcanzar como planeación estratégica de un desarrollo sustentable.

## **b. Características básicas de la vivienda sustentable en México (Aptas para programa de subsidios)**

De acuerdo a la Comisión Nacional de la Vivienda, CONAVI, Para el otorgamiento del Subsidio Federal para Vivienda “Esta es tu casa” el Comité Técnico de Evaluación establece los parámetros básicos para la sustentabilidad de las viviendas nuevas.

El programa de subsidios está motivado y se orienta a la instrumentación del Programa Específico de Desarrollo Habitacional Sustentable ante el Cambio Climático cuya metodología y documentación como *Programa MDL* se encuentran en proceso de ser sometidas y aprobadas por la Junta Ejecutiva del Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto. (CONAVI, 2009).

La SEDESOL definirá los Lineamientos en materia de Desarrollo Urbano que deberán incorporarse a los “Criterios e Indicadores para Desarrollos Habitacionales Sustentables” para su aplicación a partir de 2010. Con base en lo establecido en el artículo 73 de la Ley de Vivienda.

Los elementos considerados para desarrollos habitacionales sustentables, según la CONAVI son:

- Análisis del sitio

Condición legal del predio, rural regional y urbano, y fuera de zona de riesgo.

Infraestructura

Construcción de la red de agua potable del desarrollo habitacional que cumpla con la NOM-013-CONAGUA-2000, conexión al sistema municipal, o a cualquier otra alternativa de suministro de acuerdo al proyecto autorizado y con el visto bueno de la autoridad local del agua.

Construcción de la red de alcantarillado sanitario del desarrollo habitacional que cumpla con la NOM 001-CONAGUA-1995, conexión a la red municipal o a cualquier otra alternativa de acuerdo al proyecto autorizado y con el visto bueno de la autoridad local del agua.

Construcción del sistema de drenaje pluvial del desarrollo habitacional, acorde a lo establecido en el documento de factibilidad.

Construcción de la red eléctrica al Desarrollo Habitacional de acuerdo al proyecto autorizado por el suministrador, supervisión y recepción de la misma..

Alumbrado público completo, en su caso recibido por el municipio. Que cumpla con la NOM-013-ENER-2004, "Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades y áreas exteriores públicas".

Radios de influencia a vialidad, transporte, comercio, escuela, salud, deportivo – recreativo, cultural y seguridad; acorde a la normatividad de SEDESOL.

Vialidades pavimentadas para acceso al desarrollo habitacional considerando el número de habitantes.

Mezcla de usos del suelo incorporando uso comercial compatible, acorde a la normatividad de SEDESOL.

- Uso eficiente de la energía

Lámpara de uso residencial, tanto interior como exterior que cumpla con la NOM 017-ENER/SCFI-1993, "Eficiencia energética y requisitos de seguridad al usuario de lámparas fluorescentes compactas autobalastadas".

Sistema de calentamiento solar-gas de agua(híbrido) que cumpla con las "Especificaciones para determinar el ahorro de gas L.P. en sistemas de calentamiento de agua que utilizan la radiación solar y el gas L.P. emitido por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía", en los bioclimas: Semifríos y templados.

Gas : El tipo de calentador debe ser al menos "Calentador de paso (de rápida recuperación o instantáneo)" que cumpla con la NOM-003-ENER-2000,

Envoltura térmica: Materiales aislantes en techos que cumplan con la NOM-018-ENER-1997 "Aislantes térmicos para edificaciones", tales como placas, casetones, espumas, fibras y recubrimientos, que se comercialicen como aislamiento térmico y que se empleen en los sistemas constructivos de las viviendas para bioclimas semifríos y cálidos. En losas planas ó inclinadas con textura lisa, emplear acabado reflejante. En los bioclimas cálidos.

- Uso Eficiente del agua

Inodoro instalado con consumo máximo de 5L por descarga y que asegure el funcionamiento por descarga que cumpla con la NOM-009-CONAGUA-2001 y con el grado ecológico.

Regadera compensadora de flujo que cumpla con la NOM-008-CONAGUA-1998 y con el grado ecológico.

Válvulas para uso doméstico certificadas según la NMX-C-415-ONNCCE-1999.

Válvulas de seccionamiento para alimentación en lavabos, inodoros, fregadero, calentador de agua, tinaco y cisterna.

Prueba hidrostática de la instalación intradomiciliaria que mantenga una presión de 0,75 kP (7,5 kgf/cm<sup>2</sup>) durante 1 hora.

Medidor de flujo que cumpla con la NOM-012-SCFI-1994.

Toma domiciliaria que cumpla con la NOM-002-CONAGUA-1995

- Manejo adecuado de residuos sólidos

En el conjunto: Mobiliario para separación de residuos sólidos (orgánicos e inorgánicos). Capacidad sugerida calculando 5 litros por habitante por día considerando 3 litros de inorgánica y 2 litros de orgánica, multiplicado por tres días considerando almacenamiento. El mobiliario debe tener tapa superior, ubicarse en un área ventilada y accesible para la recolección.

Manejo completo de residuos de la construcción

Verificación de separación en la fuente, almacenamiento temporal, recolección y transporte y disposición final.

En la vivienda: Se cuenta con espacios y mobiliario para la separación de los residuos (orgánicos e inorgánicos) con señalización y tamaño adecuado al tipo de residuos que debe ser depositado.

Manual de mantenimiento: Debe contener las instrucciones precisas para la operación y mantenimiento de los equipos, instalaciones, impermeabilización, entre otras

### c. Evaluación de sustentabilidad en proyectos de viviendas

El desarrollo sustentable ha recibido un interés e importancia relevante en cuanto a investigación se refiere, sin embargo, generalmente las aplicaciones prácticas se ven limitadas o disminuidas. En el ámbito residencial, se encuentra a nivel de muchos países un déficit habitacional que demuestra que las políticas estatales y las acciones privadas aplicadas hasta el hoy, no han dado los resultados efectivos.

Velázquez (2004) expone que según el North-South Manifiesto for Sustainable Development el equilibrio entre la sustentabilidad mediante tres dimensiones: **la ecológica, la económica y la social**. Considerando este concepto, y específicamente en el campo de la vivienda, Velázquez considera que debe considerarse además el territorio, la localidad, la identidad sociocultural, y otros elementos que se relacionen a los materiales, tecnologías, diseño arquitectónico, aspectos bioclimáticos, diseño estructural y otros.

Conocer a qué nivel cumple un proyecto con los principios de la sustentabilidad resulta imprescindible para lograr un programa de construcción de viviendas con este enfoque. El establecimiento de un sistema de indicadores para la evaluación de proyectos con criterios de sustentabilidad ha sido objeto de investigaciones en la Facultad de Construcciones de la Universidad Central de las Villas, Cuba. (Velázquez, 2004). Este sistema permite evaluar, basado en los principios de la sustentabilidad soluciones de proyectos para viviendas facilitando la elección de la variante apropiada a ejecutar. El sistema está conformado por indicadores generales, indicadores particulares y para cada uno de estos un grupo de atributos, que a través de los parámetros evaluadores, estructurados en los niveles de sustentable, medianamente sustentable y poco sustentable, se le asignan valores entre cero y cinco puntos de acuerdo al nivel de cumplimiento en el proyecto del aspecto evaluado por cada experto.

El nivel general de sustentabilidad del proyecto se determina evaluando ocho indicadores generales.

Todos los indicadores de manera integral recorren los principales aspectos necesarios a cumplir por un proyecto sustentable de vivienda y están estructurados de la siguiente manera:

1. Indicadores particulares: Indicadores que caracterizan al indicador general
2. Atributos: Indicadores que caracterizan al indicador particular.
3. Parámetros evaluadores: Aspectos que definen el comportamiento de los atributos, según las normas y principios de la sustentabilidad
4. Valor a asignar: puntuación entre cero y cinco puntos, donde los expertos evalúan el grado de cumplimiento en el proyecto, de los principios y normas de la sustentabilidad.

Los ocho indicadores evaluados son los siguientes:

1. Incidencia de los Materiales de Construcción.

Se plantea como el primero de los indicadores posibles a utilizar, y evalúa los siguientes indicadores particulares como Disponibilidad de la materia prima y componentes productivos para la producción del material, características del equipamiento y fuerza de trabajo características energéticas del proceso de producción del material, características ecológicas del proceso de producción, comportamiento del material producido, incidencia sociocultural del material o producto seleccionado.

2. Incidencia del Diseño Arquitectónico.

Plantea el análisis de los aspectos que determinan el estado del diseño arquitectónico en el proyecto que se analiza. Se evalúan los siguientes indicadores particulares: Adaptabilidad a la topografía y al medio geográfico, Características del emplazamiento, Incidencia de los factores bioclimáticos y acústicos, comportamiento de las relaciones espaciales y funcionales, presencia en la etapa de diseño del proyecto de mantenimiento, economía de las soluciones del diseño arquitectónico y previsión para la durabilidad del inmueble

3. Incidencia de las Soluciones Constructivas.

En este indicador se agrupan aquellos aspectos que tienen que ver con el proceso de ejecución de las decisiones dadas en el proyecto como:

Selección del tipo de tecnología para la ejecución del proyecto, características de las instalaciones y características de los esquemas de organización y ejecución de obras, características de la mano de obra, equipamiento, fuentes de energía utilizada y esquemas de organización de los trabajos.

#### 4. Incidencia del Diseño Estructural.

Evalúa el estado del análisis y diseño estructural del proyecto. Se caracterizan los siguientes indicadores particulares: Calidad del estudio geotécnico realizado, valoración estructural con métodos modernos y cumplimiento de factores de seguridad establecidos y calidad del cálculo estructural, fiabilidad y racionalidad.

#### 5. Incidencia del Factor Económico.

Va dirigido a evaluar el costo del proyecto, como indicador particular a nivel inicial, buscando la valoración de índices que puedan reflejar la situación de cada variante analizada, se analizan atributos como: Existencia para todo el proyecto de análisis económico en las soluciones, comportamiento de Índices Técnicos Económicos del proyecto y existencia de análisis económico para la fase de mantenimiento del proyecto.

#### 6. Incidencia de la Relación entre Agentes del Proyecto.

En este indicador entra a jugar las formas en que pueden llevarse en la práctica proyectos de ejecución de proyectos, en la relación de los propietarios con agentes o entidades del proceso. Los indicadores particulares son: Relación cliente proyectista, relación proyectista inversionista y relación cliente constructor.

#### 7. Incidencia Ecológica.

Dentro del sistema, el indicador general "Incidencia Ecológica" constituye uno de los más significativos, los indicadores a evaluar son: Incidencia Ecológica del diseño arquitectónico y urbanístico, incidencia ecológica de las decisiones técnico constructivas y estructurales e incidencia ecológica de los materiales.

#### 8. Incidencia Sociocultural.

Pretende calificar el nivel de aceptabilidad por parte de los ocupantes de la vivienda valorando su criterio respecto a la aceptación social del proyecto, la

contribución del proyecto al fortalecimiento de la cultura y tradiciones históricas y la contribución del proyecto al rescate y bienestar de la cultura bioclimática.

Para cada proyecto se determina el nivel general de sustentabilidad del mismo, lo cual también puede realizarse para un indicador general seleccionado, independiente de los demás; en el caso del proyecto se determina evaluando además los otros siete indicadores, de acuerdo a una escala que los declara como: Sustentable,( 80 a 100) Medianamente Sustentable ( 60 a 79) o Poco sustentable ( menor de 60).

### **2.1.2 Criterios y Materiales bioclimáticos**

#### **d. Aislamiento térmico de viviendas**

El aislamiento se define en la NMX-C460 s como la capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor por conducción y se evalúan por la resistencia térmica que tienen o lo que es lo mismo, por la capacidad de aislar térmicamente.

Según Falcón (2010), el principal beneficio que busca con el aislamiento térmico es el confort de los ocupantes de las viviendas, sin embargo, esto redundará en otros beneficios potenciales de tipo económico para la familia usuaria, para el país y del tipo ambiental como los siguientes:

La instalación de aislamiento en techos y muros reduce la necesidad de refrigeración entre un 27 y 38%.

Los ahorros permiten una recuperación de inversión entre 2.2 y 2.7 años.

Se puede lograr una reducción en el consumo anual en más de 1000 KWh por vivienda de interés social.

El ahorro total dependerá de la zona térmica donde se ubique la vivienda, pero en general, entre más extremo sea el clima, los beneficios económicos de una eficiente envolvente térmica serán mayores.

Varios estudios independientes indican que el promedio del retorno de inversión oscila entre 1 y 3 años, considerando el ahorro directo al usuario y al país por recursos no destinados al subsidio de tarifas eléctricas de verano.

- Calidad Aislante “R”

Para comprender el valor “R”, es necesario entender el valor “U”, el cual es utilizado para describir la cantidad de calor o frío que pasa a través de un cuerpo o elemento constructivo, tal como un muro o techo. Cuanto menos sea el valor “U”, menos energía se pierde y el mejor con estas características es el aislamiento térmico. Por ejemplo, un muro con valor de  $U=0.3 \text{ W/m}^2\text{K}$  es dos veces mejor aislante que un muro con valor de  $U= 0.6 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

El factor “R” es una medida de la capacidad para retardar el flujo de calor. Es el recíproco del Valor “U” o “C” (Conductancia)  $R= 1/U$  o  $1/C$ .

Dado un material de conductividad térmica “k”, su conductancia es igual a  $k/e$ , en donde e= espesor del aislamiento.

Su Resistencia térmica “R” es la inversa de “C”, por tanto  $R= e/k$ .

- Aislamientos térmicos para la construcción

Falcón (2010) enumera los siguientes como los materiales más utilizados en la construcción:

- Poliestireno expandido
- Poliestireno extruido
- Fibra de roca (lana mineral)
- Fibra de vidrio
- Espuma de poliuretano
- Polisocianurato
- Concreto celular
- Vidrio celular
- Aglomerados de corcho
- Mezclas de perlita mineral

A continuación se presenta una tabla en la que se comparan distintos aislantes térmicos.

**Tabla 2.2** Tipo de Aislantes Térmicos en México

TIPOS DE AISLANTES TÉRMICOS EN MÉXICO						
Aislamiento	Densidad Aparente		Conductividad Térmica a 25° C de temperatura media		Resistencia Térmica a 2.5 cm (1") de espesor	
			$\lambda$	k	RSI	R
Tipo	Kg/m <sup>3</sup>	lb/ft <sup>3</sup>	W / m °C	BTU in / ft <sup>2</sup> h °F	m <sup>2</sup> K / W	ft <sup>2</sup> h°F / BTU
Fibra de vidrio	10 a 30	0.63 a 1.19	0.040	0.28	0.64	3.6
Fibra de vidrio	31 a 45	1.94 a 2.81	0.034	0.24	0.75	4.2
Fibra de vidrio	46 a 65	2.88 a 4.06	0.033	0.23	0.77	4.4
Fibra Mineral de Roca	30 a 50	1.88 a 3.13	0.037	0.26	0.69	3.9
Fibra Mineral de Roca	51 a 70	3.19 a 4.4	0.032	0.22	0.80	4.5
Fibra Mineral de Roca	71 a 90	4.44 a 5.63	0.034	0.24	0.75	4.3
Poliestireno expandido	16	1	0.036	0.25	0.71	4.0
Poliestireno expandido	24	1.5	0.033	0.23	0.77	4.4
Poliestireno extruido	33	2.06	0.029	0.20	0.88	5.0
Poliuretano conformado	32	2	0.025	0.17	1.02	5.8
Poliuretano in situ	46	2.9	0.026	0.18	0.98	5.5

RSI = Resistencia térmica en sistema Internacional 1 m<sup>2</sup> K / W = 5.68 ft<sup>2</sup> h°F / BTU

R = Resistencia térmica en sistema Ingles 1 W / m K = 6.935 BTU in / ft<sup>2</sup> h °F

**Fuente:** Falcón (2010)

Los estudios de Ecofys VII (Estudio contratado por la Agencia Internacional de Energía) ofrecen una perspectiva clara sobre los requisitos que deben establecerse respecto al valor "R" y que, en base a un análisis de costo óptimo y una perspectiva del cambio climático, deben cumplirlas edificios residenciales existentes y nuevos, y que actualmente no se encuentran en un nivel óptimo de costo-beneficio.

Las normas que deben ser establecidas para las ciudades de toda Europa para procurar este cumplimiento, incluyen desde luego, el uso de aislamiento térmico.

- Experiencia en México de aislamiento térmico

Según Falcón (2010), a la fecha no se cuentan con datos concretos, sólo estimaciones aproximadas, sobre la cantidad de edificaciones aisladas y su

repercusión en el ahorro de energía, por lo que los beneficios potenciales del aislamiento térmico se presentan de manera potencial, y son necesarias las siguientes consideraciones:

El sector vivienda en México representa el 25% del consumo total de energía eléctrica. De acuerdo a un estudio de la Secretaría de Energía (SENER), se estima que el crecimiento en el consumo de este sector, en los siguientes 10 años será de 45%.

Las viviendas que utilizan aire acondicionado, incrementa el consumo eléctrico significativamente, llegando a ser hasta un 44% del total por el uso de estos equipos.

Entre una de las experiencias positivas se encuentra el FIPATERM (Fideicomiso para Aislamiento Térmico), que en Mexicali remodelo los techos de casi 100,000 casas, instalando aislamiento térmico en los mismos. Esta inversión se recuperó en 2.5 años en promedio sólo con el ahorro derivado de la disminución en el pago por consumo en energía eléctrica.

Falcón concluye exponiendo que el aislamiento térmico es la tecnología existente más económica, de eficiencia comprobada y sustentable, y la cual colabora a cumplir los compromisos de disminución de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

#### **e. Criterios Bioclimáticos para el Área Metropolitana de Monterrey**

La Comisión Nacional de Vivienda en México, CONAVI, ha dado a conocer diversos criterios e indicadores para la vivienda sustentable, siendo algunos criterios de uso general, tales como:

- Ubicación, densificación del suelo, verticalidad y servicios.
- Uso eficiente de la energía
- Uso eficiente del agua
- Manejo adecuado de residuos.

Posterior al cumplimiento de los criterios generales, es necesario un enfoque particular de acuerdo a la región climática en la que se ubique el proyecto de vivienda, por lo que la CONAVI define los componentes tecnológicos disponibles para ser usados en la vivienda sustentable a partir de un enfoque regional,

estructurado con base en las condiciones climáticas más representativas del territorio nacional.

Según la CONAVI (2008) el Área Metropolitana de Monterrey se encuentra en la región ecológica árida, y en una región climática cálido-seca, compartiendo estas características con ciudades como Torreón, Gómez Palacio, Culiacán, y La Paz.

A continuación se dan a conocer los criterios particulares que la CONAVI recomienda, como características del espacio urbano y la vivienda con características de sustentabilidad para ciudades con clima cálido-seco:

### **Diseño Urbano**

#### *a. Agrupamiento*

- Espaciamiento entre edificios en sentido sureste-noroeste

#### *b. Orientación de las viviendas*

- Al sureste cuando es una crujía
- Doble crujía con orientación norte-sur

#### *c. Espacios exteriores*

- Vegetación perenne como control de vientos fríos

### **Diseño Arquitectónico**

#### *a. Localización de los espacios*

- Sala, comedor, recámaras al sureste
- Cocina al norte o noreste
- Circulaciones y aseo al noroeste

#### *b. Tipo de techo*

- Con poca pendiente

#### *c. Altura del piso al techo*

- Mínimo 2,5 m al lecho inferior del techo

#### *d. Dispositivos de control solar 2.5*

- Remetimientos y salientes en fachada:  
Evitarlos en la vivienda  
Ventanas remetidas

- Aleros:  
En todas las fachadas  
Fachada sur, grandes para evitar asoleamiento por las tardes, combinado con parteluces, pórticos.
- Balcones y vestíbulos:  
Como protección del acceso
- Parteluces:  
En la fachada norte para protección en las tardes y en verano
- Vegetación:  
De hoja caduca en todas las orientaciones. Muy densa en el noreste, este, suroeste y noroeste, como protección de ángulos solares bajos

e. *Ventilación*

- Cruzada:  
Con ventanas operables que den a patios interiores y reciban los vientos de primavera y otoño y protección de los vientos fríos de invierno
- Otras:  
Chimeneas eólicas, turbinas eólicas (cebollas) y captadores eólicos.

En climas cálidos y secos, como la de Monterrey, la temperatura del aire a menudo es superior a la de la piel. Es necesario favorecer construcciones de gran inercia térmica para acumular frío en las paredes durante la noche con el fin de restituirlo durante el día. El bajo nivel de humedad permite enfriar el aire por evaporación de agua. La presencia de vegetación ayuda a alcanzar las exigencias de bienestar. (Ugarte, s.f.)

Según Ugarte, en climas de grandes diferencias de temperatura, el habitar tradicional permite al usuario migrar cotidianamente o según las estaciones, de piezas frescas, a lugares soleados, en búsqueda de bienestar, a esta acción se le llama nomadismo del ocupante. Según las regiones, hay piezas que no se ocupan durante un período del año y su afectación depende de la orientación a la radiación solar.

Cualquiera que sea el contexto, la escogencia de materiales y técnicas de construcción condicionan la calidad del edificio. No se trata de buscar un bienestar permanente a costos prohibitivos, sino de proponer soluciones apropiadas al modo de vida dentro de límites de costos aceptables.

Podemos citar tres aspectos invariables en la selección de materiales de construcción:

- La noción de durabilidad: la perennidad de los materiales está asegurada por su resistencia en el tiempo.
- El desarrollo local: la valorización de los recursos locales, mano de obra, sabiduría, materiales; las problemáticas propias de la arquitectura de identidad y la apropiación del medio por sus habitantes, son elementos del desarrollo local.
- Calidad de los acabados: el tratamiento climático en climas cálidos concierne tanto a la obra gruesa como a los acabados. Las economías energéticas

Los mencionados, son una breve guía, por lo que se recomienda remitirse al documento titulado “Criterios e indicadores para desarrollos habitacionales sustentables” publicado por la CONADEVI en 2008, pues ahí se presenta una guía completa de criterios generales, particulares, indicadores y normas activas a cumplir para la valoración de proyectos habitacionales sustentables para optar por un programa de subsidio gubernamental.

#### **f. Manejo de Vegetación y Viento en el diseño arquitectónico**

El adecuado manejo del medio natural juega un papel importante en el diseño arquitectónico, constituyendo mecanismos pasivos de control climático. Es por ese motivo que es importante conocer los principios, fundamentos y ventajas del correcto manejo de estos recursos dentro de un enfoque de sustentabilidad y vivienda.

García (1995) expone que la vegetación, como uso climático puede tener las funciones de: control solar (térmico), control de viento, y control de humedad y lluvia (higrométrico). En relación al viento, la vegetación cuenta con cuatro

formas básicas para controlarlo, dentro de las cuales están: obstrucción, filtración, deflexión y canalización. La protección contra el viento dependerá de la dirección de los vientos, y las características de la barrera, del cual existirán siempre aspectos a considerar en la misma como: altura, anchura, longitud, densidad o penetrabilidad y forma.

Según García, el confort es el parámetro más importante dentro del diseño arquitectónico bioclimático. Lograr bienestar físico y psicológico es el objetivo primordial al diseñar y construir. El viento juega un papel importante en la obtención del confort; puede ser utilizado como estrategia de control bioclimático al crear flujos convectivos interiores y minimizar la infiltración tanto de aire frío del exterior o puentes térmicos de aire caliente del interior durante el período de bajo calentamiento.

En términos generales, se pueden describir tres pasos básicos en el diseño de la ventilación:

1. Tener claro el régimen del viento, temperatura, contenido de humedad, pureza y calidad, dirección, velocidad, frecuencia, turbulencia, zonas de calma.
2. Realizar análisis bioclimáticos e identificar los requerimientos específicos (diarios y estacionales) de ventilación, desde el punto de vista de confort humano.
3. Diseñar los sistemas de ventilación (dimensión, forma, tipo de aberturas, dispositivos de control de viento) que correspondan a las características funcionales el viento como de los requerimientos de confort.

El diseño de la ventilación natural debe tomar en cuenta las variables: velocidad, dirección, frecuencia y turbulencia del viento, pero además de ello debe considerar todas las variables arquitectónicas y constructivas como: forma y dimensión del edificio, orientación con respecto al viento, localización y tamaño de las aberturas

de entrada y salida de aire, tipo de ventanas y sus accesorios y elementos arquitectónicos, exteriores e interiores.

Es necesario considerar la forma y tipo de las aberturas, y su incidencia, comprendiendo que en términos generales se puede decir que las aberturas horizontales son más eficientes que las cuadradas o verticales, ya que proporcionan una mejor distribución de aire y mayores velocidades interiores con su rango de eficiencia superior.

Los accesorios arquitectónicos para ventanas, tales como celosías, persianas horizontales y verticales, aleros, partesoles, pantallas, etc, se diseñan generalmente como dispositivos de control solar, de lluvia, de privacidad visual o seguridad, y casi nunca para el control del flujo de aire, por lo que con frecuencias e producen efectos nocivos en la eficiencia de la ventilación.

García explica que la determinación del área de la abertura está en función de los requerimientos específicos de ventilación. Cuando una habitación tiene solamente abertura de entrada, el flujo interior de aire será mínimo. Lo más conveniente en cualquier diseño de ventilación es ubicar una abertura de entrada en la zona de alta presión y una de salida en la zona de baja presión. Si se coloca una abertura de entrada pequeña y una salida grande, la velocidad del viento será incrementada dentro de la habitación. Este aumento de velocidad puede ser muy útil en término de confort, sobre todo en climas cálidos. (García, et. al. P:53, 1995).

En un proyecto de diseño urbano, es necesario analizar el flujo de aire alrededor de los edificios. Éstos, planeados en fila provocan una sombra de viento sobre las subsecuentes unidades, la cual se refuerza por la tendencia del viento a canalizarse a través de los espacios libres sin pasar por las unidades posteriores. Un arreglo de unidades escalonadas tiene la ventaja de que habrán fuertes patrones de viento, desde las construcciones directas al flujo hacia las subsecuentes unidades. Por lo que el esquema de corrientes es mucho mas uniforme quedando casi eliminadas las zonas de aire estancado (García, et. al. 1995:70).

La utilización de la vegetación dentro del diseño de un sistema de ventilación es muy importante; causa distintos efectos en los patrones del flujo de aire y en la velocidad del viento. García expone que con el diseño de elementos vegetales como árboles, arbustos, setos, matorrales, etc, incluyendo incluso algunos elementos no naturales pueden crearse zonas de alta o baja presión alrededor de la vivienda respecto a sus aberturas. Cuando se diseña la vegetación para inducir la ventilación dentro de la vivienda, se debe tomar aquellos arreglos que no eliminen las brisas frías deseables durante el período de sobrecalentamiento. Por ejemplo, el follaje masivo y denso de un árbol funciona como un bloque al paso del aire; consecuentemente, la velocidad del viento, directamente debajo de él, se incrementa.

El diseño de la ventilación siempre vendrá en función de la evaluación bioclimática previa, sin embargo, hay consideraciones generales que García resumen en las siguientes: Deberá buscarse la ventilación cruzada. El ángulo de incidencia respecto al viento recomendable es de 45%. La forma de la abertura debe ser horizontal, La abertura de entrada debe ubicarse asimétricamente y en la parte inferior del muro con fin de inducir el flujo de aire sobre la zona habitable, La abertura de salida debe ubicarse en la parte superior del muro con el fin de extraer el aire caliente y viciado.

## **2.2 Incidencia Ecológica**

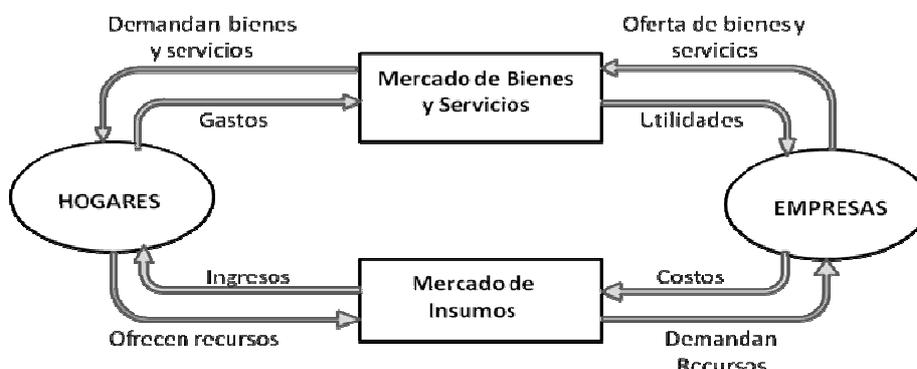
### **2.2.1 Economía y política ambiental**

#### **a. Gestión ambiental y economía**

La economía juega un papel importante en la gestión ambiental, y es necesario reconocer esa relación existente entre la actividad económica y la naturaleza y utilizar así esa información para formular mejores y efectivas decisiones. Es así como Callan y Thomas (1996) describe la importancia de la interacción de estos conocimientos, enfatizando que en primer lugar debe decidirse la calidad ambiental aceptable y así realizar los ajustes apropiados en nuestro comportamiento de mercado para que el ambiente no se vea amenazado,

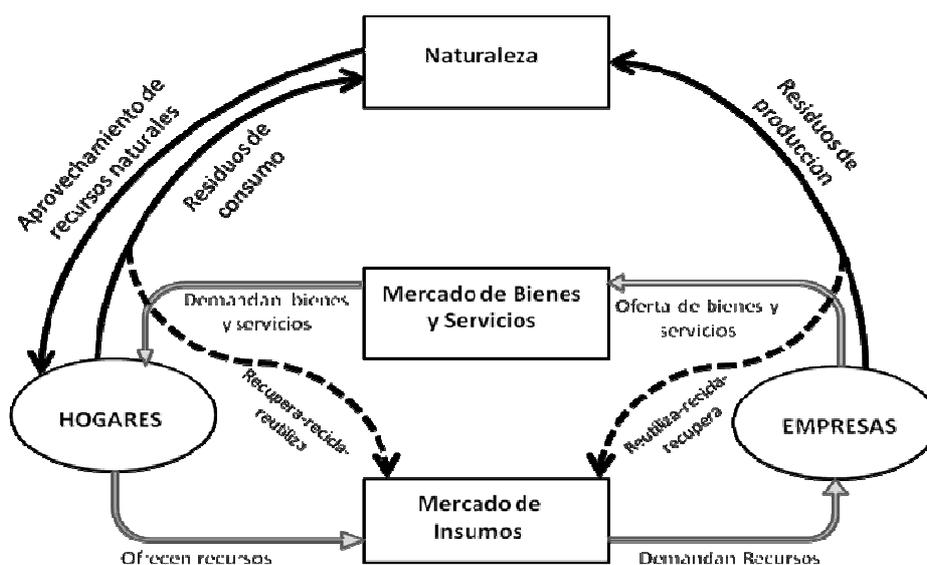
mientras continuamos con ese desarrollo económico como sociedad. Es necesario comprender que la economía posee inferencia en dos disciplinas como lo es la economía de los recursos naturales y la economía medioambiental y es necesario analizar la incidencia de las decisiones económicas y su repercusión en problemas ambientales. Callan presenta un modelo económico que denomina “Modelo del balance de materiales” en el que incluye la participación de la naturaleza a partir del modelo económico simple como se muestra a continuación:

**Figura 2.1** Modelo económico tradicional



Fuente: Elaboración propia a partir del modelo de Callan y Thomas (1996:5)

**Figura 2.2** Modelo económico de Balance de Materiales



Fuente: Elaboración propia a partir del modelo de Callan y Thomas (1996:6)

Al observar el modelo de Balance de materiales, puede observarse como existen nexos entre el bloque superior, el cual representa la naturaleza y los dos sectores del mercado, hogares y empresas, y al poner atención en la dirección de las flechas es posible identificar que en un sentido, el sistema económico está conectado a la naturaleza a través del flujo de recursos que se obtienen del ambiente hacia la economía, específicamente a través del sector “hogares”. A este primer enfoque es al que se le denomina **Economía de recursos naturales**, la cual puede definirse como el estudio concerniente al flujo de recursos de la naturaleza a la actividad económica. (Callan et. al, 1996:6).

La segunda dirección de las flechas conectoras del modelo entre la naturaleza y los mercados, se presentan en la dirección opuesta, es decir, de la economía hacia el ambiente. Este flujo ilustra como los materiales que pertenecen al sistema económico son desechados como residuos. Es a esta disciplina la que se conoce como **Economía ambiental**, definida como el campo que estudia los flujos residuales de la actividad económica de regreso a la naturaleza. (Callan et al, 1996:2). Es de hacer notar que el flujo de residuos puede ser retardado (más no evitados) a través de los procesos de recuperación, reciclaje y reutilización.

La economía ambiental se encuentra relacionada con la identificación y resolución de problemas del daño ambiental o contaminación, asociados con el flujo de residuos. Incluyendo elementos de contaminación tanto natural como artificial, de fuentes estacionarias o móviles, así como puntuales y no puntuales.

#### Objetivos Ambientales

En el año de 1992 fue celebrada la Conferencia de las Naciones Unidas para el ambiente y el Desarrollo (UNCED) en Rio de Janeiro, Brasil. En este evento existió la participación de alrededor de 6,000 delegados, representando más de 170 países, obteniendo así una verdadera marca en lo relacionado a negociaciones para la mejora ambiental. Entre los objetivos y metas concluyentes pueden nombrarse las tres principales: **calidad medioambiental, desarrollo sustentable y biodiversidad**. De estos tres objetivos, el que compete principalmente, sin

excluir la importancia de los dos restantes, es el Desarrollo Sustentable, constituye la plataforma desde donde se está abordando la presente investigación.

- Desarrollo sustentable

El crecimiento económico es definido, en términos generales, como el incremento en el producto interno bruto de un sistema económico. El crecimiento económico es un resultado favorable, sin embargo no se deben pasar por alto las consideraciones que deben ser incluidas como el modelo del balance de materiales claramente sugiere.

Uno de los desafíos que la sociedad enfrenta, es conseguir un saludable crecimiento económico, en el cual no se dañen o agoten las fuentes de recursos naturales que comprometan o pongan en riesgo la satisfacción de necesidades de las futuras generaciones. El hecho de buscar un balance apropiado entre el crecimiento económico y el cuidado de los recursos naturales es en esencia el objetivo conocido como desarrollo sustentable, que en definición, se presenta como ***el manejo de los recursos de la tierra que garantice la calidad y abundancia de los mismos a largo plazo.*** (Callan et. al, 1996:18).

La economía ambiental busca el cumplimiento de sus objetivos, por lo cual también debe realizar un análisis, evaluación y gestión de los riesgos que puedan comprometer los mismos, realizando procesos de toma de decisiones evaluando y escogiendo las mejores alternativas que respondan a estos riesgos, tomando en cuenta siempre aspectos como la disposición de recursos económicos, costos, enfoques de mercado, y generación de políticas de intervención.

El desarrollo sustentable, a su vez tiene distintos cursos de acción y estrategias de carácter multidisciplinario, los cuales generarán en conjunto respuestas y alternativas a los riesgos ambientales existentes. Es necesario tener como base la plataforma de la economía ambiental, el modelo económico de balance de materiales y el objetivo específico del desarrollo sustentable, para fundamentar de esta manera el proyecto a desarrollar.

## **b. Plan de Desarrollo Habitacional Sustentable en México**

En 2007 fue lanzado en México el denominado Programa Nacional de Vivienda 2007-2012, Hacia un Desarrollo Habitacional Sustentable, por la Comisión Nacional de Vivienda.

El Programa Nacional de Vivienda se enfoca en varias áreas de desarrollo, enfocados en las bases de la cobertura, calidad y sustentabilidad, la integralidad sectorial, e integrando fuertemente el apoyo gubernamental.

El Plan Nacional de Desarrollo establece la necesidad de “ampliar el acceso al financiamiento para vivienda de los segmentos de la población más desfavorecida, así como para emprender proyectos de construcción en un contexto de desarrollo ordenado, racional y sustentable de los asentamientos humanos”, como objetivo de política pública alineado en el Eje de “Economía competitiva y generadora de empleos”. (Conavi, 2007).

El Programa Nacional de Vivienda tiene una estrecha relación con el Plan Nacional de desarrollo, y se basa en ejes de política pública para cumplir sus objetivos estratégicos. Estos se enumeran a continuación, y entre paréntesis se refiere el eje político al cual se relaciona:

- Incrementar la cobertura de financiamiento de vivienda ofrecidos a la población, particularmente para las familias de menores ingresos. (Economía competitiva y generadora de empleo).
- Impulsar un desarrollo habitacional sustentable (Estado de derecho y seguridad y Sustentabilidad ambiental).
- Consolidar el sistema nacional de vivienda a través de mejoras a la gestión pública. (Democracia efectiva y política exterior responsable).
- Consolidar una política de apoyos del Gobierno Federal que facilite a la población de menores ingresos acceder al financiamiento de vivienda, y

que fomente el desarrollo habitacional sustentable. (Igualdad de oportunidades).

De los cuatro objetivos, el segundo se considera de mayor competencia en lo que corresponde a esta investigación. Al respecto, Felipe Calderón, presidente actual de México, comenta que “El desarrollo sustentable no puede limitarse a la construcción de casas, no se trata de hacinar gente” y el enfoque es de “Viviendas que estén armónicas con el medio ambiente, desarrollos que permitan la recuperación de mantos acuíferos en las zonas que están en peligro, viviendas ahorradoras de energía eléctrica, viviendas que verdaderamente contribuyan a que el desarrollo se dé en armonía con la naturaleza” (Calderón, 2007). Un desarrollo habitacional sustentable requiere un enfoque racional y humano para afrontar los rezagos existentes en materia de disponibilidad de servicios, infraestructura, tecnología para hacer eficiente el uso de la energía y corregir las deficiencias e insuficiencias en la definición del suelo apropiado para el desarrollo económico y habitacional.

El objetivo de la vivienda sustentable posee cuatro estrategias definidas, y cada una con líneas de acción establecidas. A continuación se enumeran estas estrategias correspondientes a este objetivo:

- Estimular la construcción de desarrollos habitacionales con características de sustentabilidad.
- Impulsar la disponibilidad de suelo apto para el desarrollo habitacional sustentable, mediante mecanismos financieros para la constitución de reservas territoriales.
- Promover la actualización de los marcos normativos que regulan el desarrollo habitacional en los estados y municipios.
- Apoyar el mantenimiento, el mejoramiento y la ampliación de la vivienda rural y urbana existente.

### **c. Política ambiental e Hipotecas Verdes**

Durante 2008, como parte de las Jornadas hacia un Desarrollo Habitacional Sustentable, se propusieron algunos objetivos relacionados a las Políticas para desarrollos habitacionales sustentables en México. Los objetivos principales son los siguientes:

- Asegurar la sustentabilidad ambiental.
- Construir el mayor número de viviendas con criterios de sustentabilidad.
- Incorporación de tecnologías y materiales que contribuyan al uso eficiente de los recursos.
- Involucrar a todos los agentes que intervienen en el proceso de producción de vivienda.
- Aplicación de incentivos fiscales, económicos y financieros.

En estas jornadas fue presentada la situación actual del desarrollo de vivienda en serie en México, en cuanto a características espaciales, consumo de recursos, y fueron presentadas las propuestas y soluciones que el gobierno ofrece a través de las políticas de Desarrollos habitacionales sustentables en México.

Como resultado de la investigación se han creado varios proyectos entre los cuales se encuentran clasificados en diferentes intervenciones:

- Marco Normativo: Normas, códigos, certificados, criterios de sustentabilidad.
- Investigación y tecnología: Productos, materiales, mecanismos, evaluación.
- Difusión y capacitación: Seminarios, pláticas, premio nacional de vivienda.
- Financiamiento: Subsidios, préstamos verdes e Hipoteca verde.

Los resultados fundamentales, y relacionados con el aspecto económico-financiero de la vivienda sustentable son los relacionados con el subsidio y las hipotecas verdes. Los criterios e indicadores para desarrollos habitacionales sustentables para la aplicación de subsidios son los siguientes:

- Selección del sitio y desarrollo urbano
- Planeación del proceso de construcción

- Diseño del proyecto
- Sistemas constructivos especificaciones
- Materiales empleados
- Solución estructural
- Incidencia ecológica
- Factores socioculturales
- Mantenimiento de la vivienda
- Criterios de sustentabilidad de la vivienda y diseño urbano.
- Ubicación
- Uso eficiente del agua
- Uso eficiente del ahorro de energía
- Diseño bioclimático
- Tratamiento de residuos sólidos

En 2008, Armando Macías, presenta un artículo para la revista “Calidad Ambiental” titulado “¿INFONAVIT Ecológico?” en el cual pretende como objetivo dar a conocer la pretensión del INFONAVIT para tener una participación significativa a nivel nacional en la colocación de hipotecas ecológicas.

El examen de esta literatura proporcionó el contexto adecuado sobre la situación de las hipotecas ecológicas en México y particularmente en Nuevo León, brindando una orientación respecto al posible financiamiento parcial en proyectos de vivienda con características de sustentabilidad.

Jorge González Duran (2008) gerente de proyectos del INFONAVIT, explicó que un paquete ecológico básico en una casa comprende de un calentador solar, lámparas fluorescentes ahorradoras de energía y dispositivos ahorradores de agua. En los climas calurosos, indicó, el calentador solar se sustituye por la combinación de aislamientos térmicos en techos y muros y de un aire acondicionado de alta eficiencia. Destacó que en un crédito promedio, que se paga en 22 años, con la hipoteca verde los ahorros para el trabajador por el pago de luz, agua y gas serían entre 65,000 y 80,000 pesos durante ese tiempo, dependiendo de la región bioclimática en la que se encuentre la casa.

De acuerdo con datos del INFONAVIT (2008), durante el segundo semestre del 2007 se realizó una prueba piloto en los estados de Nuevo León, México, Jalisco, Michoacán, Morelos, Puebla y Yucatán. En ésta participaron siete desarrolladores y constructores, que formalizaron 647 créditos.

González Durán, señaló que actualmente empresas en la entidad buscan aprovechar en sus fraccionamientos las hipotecas verdes. “En Nuevo León ya se otorgaron 55 hipotecas y hay 18 en proceso de formalización, pero estimamos que se coloquen más”. Aunque no precisó el número de financiamientos que pretenden colocar, Jorge Gutiérrez Padrón, delegado del INFONAVIT, confió en que el Estado superará al final del año a otras entidades del país.

El año pasado empezamos con el programa piloto y nos fue muy bien, ya que hay constructores interesados en construir viviendas ecológicas”, dijo. “Actualmente, en la entidad tenemos registrados 2,267 proyectos para colocar” El programa de hipotecas verdes, que lanzó el INFONAVIT a nivel nacional, pretende otorgar 800 mil financiamientos en los próximos 5 años. A través de estos financiamientos el derechohabiente que adquiera una vivienda sustentable tendrá un préstamo adicional por 16,000 pesos.

Como elemento alternativo se recomendó la implementación más sencilla y práctica en colaboración al equipamiento favorable al ahorro energético:

Las lámparas de ahorro de energía, las cuales son la alternativa más eficiente porque para generar la misma intensidad de luz tan sólo consumen una quinta parte de energía. Además, ofrecen otras ventajas como su gran durabilidad y la gran diversidad de formas y colores de luz. La clasificación de las lámparas va, igual que en los electrodomésticos, desde el rendimiento energético de clase A (muy eficiente) a la clase G (menos eficiente).

## 2.2.2 Certificación Ecológica y tendencia Internacional

### a. Certificación LEED

La certificación LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) es el reconocimiento por parte de USGBC ( *U.S. Green Building Council* ) Consiste en un sistema de clasificación de edificios verdes y representa el valor de referencia aceptado a nivel nacional por su diseño, construcción y operación. La certificación LEED reflejan el desarrollo eco-sostenible del lugar, el ahorro de agua, eficiencia energética, selección de materiales y calidad ambiental del espacio interior. (Henry, 2009). Esta certificación se da en referencia a los logros sustentables de ciertos proyectos de construcción e interiorismo para promover ambientes más saludables, productivos, eficientes y verdes.

La certificación LEED se está convirtiendo en un criterio de calidad ambiental a nivel internacional, por lo que resulta pertinente realizar una descripción de los aspectos relacionados a esta, la cual está constituyendo un parámetro de calidad ambiental en los edificios con características de sustentabilidad.

Un edificio puede obtener cuatro niveles de acreditación: certificado, plata, oro, y platino.

Los criterios de evaluación incluyen: **la eficiencia energética la eficiencia del consumo de agua, la eficiencia de la calefacción, la utilización de materiales de procedencia local y la utilización de excedentes.**

Según el Consejo de Construcción Verde de España (s.f) LEED fue creado para:

- Definir “edificio sostenible” estableciendo un estándar de medición común
- Promover practicas de proyecto integradoras y para la totalidad del edificio
- Reconocer el liderazgo medioambiental en la industria del medio construido
- Estimular la competencia en Sostenibilidad
- Elevar la apreciación del consumidor sobre los beneficios que aportan los edificios sostenibles

- Transformar el mercado del medio construido

Este desarrollo va inevitablemente a desembocar en el desarrollo de nuevas tecnologías que van a permitir alcanzar los criterios de la certificación mucho más fácilmente y sobrepasarlos con el fin de volver el edificio aún más ecológico. Estos criterios creados por el USGBC, tienen por objeto directamente respetar la buena práctica de las 3 R:

- reducción de los desechos y de los recursos utilizados
- reutilización de los materiales
- reciclaje de los materiales.

Los resultados que se esperan con los proyectos LEED son los siguientes:

- Reducción de costos de operación mediante la optimización de utilización de recursos como agua y electricidad.
- Beneficiar la salud de los habitantes de los edificios mejorando la calidad del aire con sistemas de ventilación natural.
- Reducción de impacto ambiental como el “efecto invernadero”.

LEED proporciona un marco completo para evaluar la eficiencia del edificio y cumplir los fines de la Sostenibilidad. Basado en estándares científicos bien cimentados. LEED reconoce logros y promueve el conocimiento en edificios sostenibles a través de un sistema amplio que ofrece la certificación del edificio, la acreditación de profesionales, formación y recursos práctico. (Consejo de Construcción Verde de España, s.f.).

El (USGBC) ha desarrollado sistemas de calificación para todos los ambientes construidos:

- LEED para Interiores Comerciales (CI)
- LEED para Nuevas Construcciones (NC)
- LEED para Edificios Existentes (EB)
- LEED para Estructuras - Core and Shell (CS) en programa piloto

- LEED para Casa Habitación (H) en programa piloto
- LEED para Desarrollos Habitacionales (ND) en programa piloto

Yudelson (2009) expone que en cinco años, se estima que ciertos elementos que ahora se consideran como diseño sustentable, como una certificación LEED básica, serán consideradas como requerimientos fundamentales para los edificios. Estos llegarán a ser componentes deseados y si las empresas no poseen la capacidad de respuesta, puede ser un motivo para ubicarse detrás en el mercado.

La construcción “verde” trae consigo un cambio de características técnicas y conceptuales a las formas tradicionales de planeación y construcción, respecto a este enfoque, se presenta la idea de que las construcciones “verdes” presentan nuevas competencias profesionales, por ejemplo el diseño de la plomería de los edificios, ya que tradicionalmente la función de drenaje es llevar el agua servida hacia los colectores municipales. Sin embargo, ahora, muchos proyectos reutilizan el agua de lluvia, requiriendo sistemas separativos de drenaje, y otros conceptos como sistemas de urinales libres de utilización de agua, etc.

Es de hacer notar que LEED, es un sistema estándar internacional voluntario, basado en el consenso y en criterios de mercado para desarrollar edificios sostenibles de alta eficiencia, y los miembros del USGBC, que representan cada sector del medio construido desarrollaron y continúan refinando el sistema.

En México existen varios proyectos con certificación LEED, entre los cuales se destaca el caso de la torre corporativa del banco HSBC, ubicada en el Paseo de la Reforma de la Ciudad de México, al cual, a finales de 2007 se hizo entrega de la primera certificación LEED grado Oro para un inmueble en México y América Latina.

Como se ha podido inferir, el sistema LEED, no constituye un “estilo” de construcción, sino una respuesta en cooperación a los planes conjuntos y multidisciplinarios de desarrollo sustentable, por lo que resulta de suma importancia su difusión, desarrollo e implementación a los sistemas y políticas de construcción de los países.

## **b. LEED para Desarrollos Habitacionales**

En los primeros meses de 2007 fue dada a conocer en Estados Unidos la norma LEED-Neighborhood Development (Leadership in Environment and Energy Design) para Desarrollos Habitacionales, que en este momento se encuentra en su fase de pruebas en alrededor de 200 nuevas unidades de vivienda en ese país y algunos otros, incluido el Desarrollo Loreto Bay, en la Península de Baja California, México(Real estate & Lifestyle, No.48).

LEED para desarrollos habitacionales es un programa de certificación de desarrollos verdes que integra los principios del **crecimiento inteligente, del nuevo urbanismo, y de la edificación sustentable** en el primer programa nacional para el diseño de vecindarios. Está siendo desarrollado por USGBC en sociedad con el congreso para el Nuevo Urbanismo (CNU) y el consejo de defensa de los recursos naturales (NRDC). (US Green Building Council, 2009).

Según el sitio web oficial del Consejo de Construcción verde de España, la certificación LEED-ND (*Neighborhood developments*) explica que, mientras que otros sistemas de certificación LEED se centran de forma fundamental en prácticas de construcción sostenible, con solo algunos pocos créditos que tratan la selección de la parcela, LEED-ND hace el énfasis en aspectos del crecimiento inteligente, proyecto y desarrollo de urbanizaciones mientras que todavía incorpora una selección de las prácticas más importantes de la Sostenibilidad en el medio construido.

Según la revista Real State, Market & Lifestyle, (No. 48) en su artículo titulado "*En busca de la verde vida... Certificación LEED para Desarrollos Habitacionales*" describe que los proyectos LND pueden constituir unidades habitacionales o múltiples vecindarios que tengan la intención no sólo de crear barrios nuevos que expandan la mancha urbana, sino una integración total, es decir, la búsqueda de "hacer ciudad" en el más extenso de los términos.

La ubicación y el crecimiento inteligente de los desarrollos habitacionales se refiere a aspectos tales como:

- Protección de especies en peligro y comunidades ecológicas.
- Conservación de humedales y nacimientos de agua.
- Conservación de tierras agrícolas.
- Evitar tierras inundables
- Reurbanización de áreas industriales abandonadas.
- Lugares con reducida dependencia al automóvil.
- Implementación de ciclovías.
- Proximidad entre espacios de vivienda y trabajo.
- Diseño para el hábitat y los humedales y fuentes de agua.
- Restauración del hábitat o humedales y fuentes de agua.

El diseño del desarrollo habitacional deberá tomar consideraciones del Nuevo Urbanismo, en aspectos tales como:

- Calles peatonales
- Desarrollo compacto
- Comunidad conectada y abierta
- Vecindarios de uso mixto del suelo.
- Comunidades con mezcla de ingresos económicos.
- Reducción de la huella o el impacto de los parqueos.
- Facilidades de tránsito.
- Manejo adecuado de transporte.
- Acceso a espacios públicos abiertos.
- Acceso a espacios recreativos.
- Alineación de árboles en aceras.
- Escuelas de vecindario.

La construcción verde trae implicados los siguientes elementos:

- Edificios verdes certificados.
- Eficiencia energética en los edificios.
- Eficiencia en el manejo del agua.

- Prevención de la contaminación en la construcción
- Eficiencia en el manejo paisajístico.
- Reutilización de edificaciones existentes.
- Prevención de los recursos históricos
- Minimizar la perturbación durante el proceso de construcción
- Manejo de aguas pluviales.
- Construcción de islas reductoras de calor.
- Adecuada orientación solar.
- Aprovechamiento de los recursos del lugar.
- Sistemas de calentamiento y enfriamiento por distrito.
- Eficiencia energética de la infraestructura
- Manejo adecuado de las aguas negras.
- Reciclaje en la infraestructura.
- Manejo adecuado de los desechos sólidos.
- Reducción de la contaminación de iluminación.

El acercamiento de México a las normas que buscan proteger el ambiente por medio de mejores prácticas de construcción no es nuevo. César Ulises Treviño, presidente del Consejo Mexicano de Edificación Sustentable (CMES), una organización con sede en la nortea ciudad de Monterrey, afirmó en entrevista con Real Estate Market & Lifestyle (No. 48) que si bien es cierto que se guardan notables rezagos respecto a otras naciones, sólo hace falta la aplicación de voluntad política para entrar en el círculo virtuoso de la edificación verde. Treviño propone que algunas de las medidas iniciales que deben de tomarse para comenzar con esta dinámica se encuentran en la simplificación administrativa y la homologación de los reglamentos de construcción a nivel federal, ya que hoy día, cada entidad del país cuenta con sus propias leyes y reglamentos en la materia, lo que dificulta y burocratiza enormemente la instauración de normas como la LEED ND.

### c. **Ecourbanismo**

El diseño bioclimático no puede limitarse únicamente al diseño arquitectónico, o diseño de edificios, sino que debe incluir un criterio unificado entre edificio y espacio urbano. Es así que paralelo al desarrollo de ecotecnologías para la edificación, se han generado propuestas de desarrollo urbano sostenible.

Al estudiar el tema del Ecourbanismo, resulta pertinente describir otro concepto relacionado, conocido como Permacultura, la cual es definida como el diseño y mantenimiento de sistemas productivos junto con la integración armónica del entorno, las personas y sus viviendas, proporcionando respuestas a sus necesidades de una manera sostenible (Tamayo, s.f.).

Tamayo expone que las características de la permacultura son: Cuidar la Tierra, cuidar a la gente, y compartir el excedente.

El ecourbanismo se encuentra estrechamente ligado con el concepto anterior, y puede definirse como el desarrollo de comunidades humanas multidimensionales sostenibles en el seno de entornos edificados armónicos y equilibrados. (Tamayo, s.f.).

Relacionado a los conceptos de ecourbanismo, Tamayo define un Ecobarrio como una organización comunitaria voluntaria que busca mejorar su calidad de vida y lograr el bienestar humano integral en armonía con el medio que lo rodea. El concepto de Ecobarrios mantiene una liga estrecha entre los conceptos de construcción bioclimática y los principios del Nuevo Urbanismo, brindando un escenario cotidiano de articulación entre lo local y lo global con una idea de regeneración ecológica urbana. Entre algunas características de un Ecobarrio se encuentran:

- La adecuada inserción en su entorno
- El respeto por los lugares e hitos urbanos
- La densidad, la mezcla de usos y el predominio del transporte público, ciclista y peatonal sobre la movilización en automóvil privado.

Cuello (2006) se refiere a la mezcla de usos del suelo, y expone que los sectores urbanos y los edificios buscan ofrecer a sus habitantes todos los servicios necesarios hasta el punto de hacerse casi autosuficientes - lo mismo sucede con los sectores urbanos y barrios - buscando reducir desplazamientos innecesarios y ahorrar tiempo a sus residentes. Los usos mixtos requieren cambios en las reglamentaciones urbanísticas.

Entre las principales características del ecourbanismo se encuentra el aprovechamiento, cuidado y uso eficiente de los recursos naturales, y la utilización de energías renovables.

Cuello (2006) destaca el correcto manejo del agua, en cuanto a que se busca disminuir y optimar los consumos del líquido. Los proyectos urbanos se hacen responsables de sus vertimientos, separan las aguas grises (ligeramente sucias) de las negras (aguas servidas), reutilizando las grises y tratando las negras "*in situ*". Los diseños se adaptan para estos fines, en ocasiones modificando la cultura y costumbres de los residentes.

La disminución del impacto del automóvil sobre el diseño urbano ha sido uno de los principales paradigmas y retos del Nuevo Urbanismo, el automóvil ha sido identificado como uno de los principales generadores de gases de combustión a la atmósfera, por lo cual los proyectos urbanos buscan desincentivar su uso mediante la peatonalización; oferta de ciclorutas; oferta y cualificación del transporte público; trazado de calles irregulares y serpenteantes; exclusión del automóvil en sectores residenciales ofreciendo parqueaderos en la periferia de los proyectos o parqueaderos y circulaciones subterráneas. Es notable que en este aspecto juegan una importante cantidad de aspectos a considerar, sin embargo, la idea central es el hecho de alejar el diseño del enfoque propiamente vehicular.

Cuello comenta que las también llamadas energías "alternativas" (solar, eólica, entre otras.) son utilizadas para disminuir la dependencia de las formas de

generación de energía convencionales e indirectamente sus impactos ambientales. Sus beneficios son aprovechados comercialmente para el *marketing* del proyecto como forma de compensar sus mayores inversiones iniciales.

El ecourbanismo busca fomentar la utilización de arquitectura bioclimática, la vegetación es utilizada para controlar o mejorar las condiciones ambientales de sectores urbanos y objetos arquitectónicos. El diseño de los espacios y cerramientos, la selección de materiales, la asoleación natural, el viento, las implantaciones, orientaciones y localizaciones de los objetos arquitectónicos se cuentan entre los recursos de esta corriente arquitectónica, para lograr espacios habitables minimizando el consumo de energía.

La calidad visual no es sólo un problema de publicidad exterior visual, señalización y ocultamiento de redes aéreas. El paisaje natural, como patrimonio, es legitimado por los proyectos urbanos.

La peatonalización del espacio constituye un objetivo importante dentro del diseño urbano ecológico, Entre los múltiples conceptos y acciones que pueden contribuir para alcanzar este objetivo debe destacarse la primacía que ha adquirido el peatón para el urbanismo. Los diseños buscan desplazamientos seguros y cómodos, tanto en calidad espacial como en distancia, para el peatón y el ciclista, aunque esto implique relegar al transporte motorizado o mayores esfuerzos en la distribución espacial de usos o servicios. La peatonalización ahorra consumos de combustibles y emisiones de gases y ruido a la atmósfera; permite hacer ejercicio cerca del hogar y compacta la ciudad, entre otros (Cuello, 2006).

Las edificaciones y los sectores urbanos pueden facilitar a sus habitantes comportamientos sostenibles, incluso automatizar muchas actividades ambientalmente positivas, como el reciclaje de residuos sólidos y vertimientos, bajos consumos de energía y recursos, entre otros. Es un reto a la creatividad todo lo que un objeto arquitectónico puede hacer por el ambiente.

## 2.4 Impacto Socioeconómico

### 2.3.1 Incidencia Económica

#### d. Estudio Económico de Proyectos

Luego de que se ha concluido el estudio en lo respectivo a la elaboración de la propuesta técnica de un proyecto, es necesaria la elaboración de un análisis económico, el cual pretende determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, cuál será el costo total de la operación, así como otra serie de indicadores que servirán como base para la parte final y definitiva del proyecto, que es la evaluación económica. (Baca, ,2006:168).

Determinación de los costos

Baca, (2006) define el costo como un desembolso en efectivo o en especie hecho en el pasado, en el presente en el futuro o en forma virtual. Los costos pasados son conocidos como *costos hundidos* y no tienen efecto para la evaluación económica, los costos presentes se conocen como *inversión*, los *costos futuros* son utilizados para una proforma o una proyección, y el denominado *costo de oportunidad* es un ejemplo del costo virtual.

Los costos de producción son las determinaciones realizadas en el estudio técnico, y debe considerar los costos de materia prima, costos de mano de obra, envases, energía eléctrica, agua, combustibles, control de calidad, mantenimiento, cargos de depreciación y amortización y los costos para combatir la contaminación, lo cual es un aspecto que hasta hace pocos años no se tomaba en cuenta. Además de los costos de producción, deben considerarse los costos de administración, costos de venta y costos financieros.

- Estado de resultados Pro-forma

La finalidad del análisis del estado de resultados o de pérdidas y ganancias es, según Baca (2006), calcularla utilidad neta y los flujos netos de efectivo del

proyecto, que son, en forma general, el beneficio real de la operación de la planta, y que se obtienen restando a los ingresos todos los costos en que incurra la planta y los impuestos que deba pagar. En la evaluación de proyectos se planea y pronostican los resultados probables que tendrá una entidad productiva. Se le llama *pro-forma* porque esto significa proyectado, lo que hace el evaluador: proyectar (normalmente a cinco años) los resultados económicos que supone tendrá la empresa.

- Costo de capital o Tasa mínima aceptable de rendimiento

Para formarse, toda empresa deber realizar una inversión inicial. El capital que forma esta inversión puede provenir de varias fuentes: sólo de personas físicas (inversionistas), de estas con personas morales (otras empresas), de inversionistas e instituciones de crédito (bancos) o de una mezcla de inversionistas, personas morales y bancos. Cada uno de ellos tendrá un costo asociado al capital que aporte, y la nueva empresa así formada tendrá un costo de capital propio (Baca, 2006:184).

En el caso de personas físicas, puede considerarse una tasa mínima de ganancia aceptable, la cual pudiera ser la tasa máxima que ofrecen los bancos por una inversión a plazo fijo, esta tasa es conocida como tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR); sin embargo, la tasa inflacionaria supera generalmente a la tasa que ofrecen los bancos, por lo que el siguiente criterio sería tomar la tasa inflacionaria como referencia para la TMAR. Sin embargo, cuando un inversionista arriesga su dinero, para él no es atractivo mantener el poder adquisitivo de su inversión, sino que ésta tenga un crecimiento real; es decir, le interesa un rendimiento que haga crecer su dinero más allá de haber compensado los efectos de la inflación. La TMAR queda definida según Baca (2006) de la siguiente manera:

$$TMAR = i + f + if; \quad i = \text{premio al riesgo}; \quad f = \text{inflación}$$

Lo anterior significa que la TMAR que un inversionista le pediría a una inversión debe calcularla sumando dos factores: primero, debe ser tal su ganancia que

compense los efectos inflacionarios, y en segundo término, debe ser un premio o sobre tasa por arriesgar su dinero en determinada inversión.

El premio al riesgo puede ser variable dependiendo de la inversión, y puede estar entre un 10 a 15%, y puede utilizar como referencias, por ejemplo darse una idea de la relación riesgo-rendimiento en el mercado de valores, o bien el propio estudio de mercado, donde con buena información de fuentes primarias, es posible darse cuenta de las condiciones reales del mercado. Es necesario hacer notar, que a mayor riesgo, será mayor la tasa de rendimiento.

- Financiamiento. Tabla de Pago de la Deuda

Baca (2006) explica que una empresa está financiada cuando ha pedido capital en préstamo para cubrir cualquiera de sus necesidades económicas. Cuando se pide un préstamo, existen cuatro formas generales de pagarlo:

Pago de capital e intereses al final de los cinco años.

Pago de interés al final de cada año, y de interés y todo el capital al final del quinto año.

Pago de cantidades iguales al final de cada uno de los cinco años.

Pago de intereses y una parte proporcional del capital al final de cada uno de los cinco años.

- Balance general

Cuando se realiza el análisis económico de un proyecto y se debe presentar el balance general, se recomienda, sólo referirse al balance general inicial; es decir, sería conveniente presentar un balance a lo largo de cada uno de los años considerados en el estudio, pero debido a que cuando una empresa empieza a generar ganancias, no se sabe con toda certeza el destino de las mismas.

Es importante hacer ver, que luego de llevar a cabo un análisis económico, se deberá proceder a la evaluación económica, la cual será la parte final de la secuencia del análisis de factibilidad de un proyecto con métodos que tomen en cuenta el valor del dinero a través del tiempo.

### **e. Evaluación de proyectos habitacionales para la satisfacción de las necesidades del usuario**

En 2008, un grupo de investigadores de dos universidades de Brasil presentan los resultados de la aplicación del modelo de evaluación de proyecto habitacional con base en el valor, que apunta principalmente a ampliar y mejorar las condiciones de análisis de la vivienda bajo la perspectiva del mercado objetivo. Ese instrumento de evaluación ayuda a evitar equívocos que generan costos innecesarios en un emprendimiento inmobiliario.

Con el sistemático incremento en la competencia y el aumento de la exigencia de los usuarios, las empresas necesitan cada vez más perfeccionar su proceso de proyecto para el desarrollo de nuevos productos. En el sector inmobiliario, los cambios son de tal magnitud que los procesos de evaluación de proyectos habitacionales que no incluyen el valor percibido por el usuario se demuestran incompletos, pues omiten informaciones vitales para el efectivo auxilio en el proceso de adecuación de los inmuebles destinados a la vivienda. (Pandolfo, et al., 2008).

El término valor presenta un concepto amplio y relativo, de forma tal que sus interpretaciones varían en función de su aplicabilidad. Según Pereira (1994), la palabra valor puede presentar diversos significados, siendo, incluso, generalmente confundida con las palabras costo y precio. En este trabajo se destaca el enfoque económico del valor, por corresponder a la menor cantidad monetaria para obtenerse un producto o servicio que satisfaga precisamente una función en el tiempo y con la calidad necesaria. Garvin (1992), al identificar cinco principales abordajes para tratar de la calidad, resalta una de ellas como teniendo base en el valor, afirmando que “un producto de calidad es un producto que ofrece un desempeño o conformidad a un costo aceptable”.

El análisis del valor percibido por el usuario tiene como objetivo revelar los beneficios deseados de la habitación en determinado mercado objetivo y el modo como es percibido el valor relativo de las ofertas de inmuebles concurrentes.

La formulación de un modelo de evaluación que aborde más detalladamente las exigencias de los usuarios puede ampliar las posibilidades de éxito de un emprendimiento frente a los competidores, reducir los costos de la no atención a las exigencias de los usuarios y, en muchos casos, disminuir el esfuerzo invertido en la ejecución de la obra.

El modelo desarrollado por Pandolfo (2008) está compuesto por dos etapas: análisis y evaluación el valor percibido por el mercado, y análisis y evaluación del valor percibido por los usuarios. El modelo se constituye de igual forma por tres módulos; cada módulo es constituido por un conjunto de fases que posibilitan definir elementos de evaluación del proyecto de habitación con base en el valor.

En la Etapa 1, se verifica cómo se comporta, en relación a los proyectos de los inmuebles competidores, el valor percibido del proyecto propuesto, teniendo por base el mercado objetivo al que la vivienda se destina. Esa evaluación es realizada a partir de los atributos de la estructura física, localización y costo percibido por el mercado, los cuales influyen en la valorización del inmueble. Se estudia el proyecto a partir del usuario objetivo, generándose informaciones relativas a la competitividad de la empresa con base en el proyecto propuesto, en relación a los proyectos competidores. Luego del procesamiento de las ocho fases del módulo I, se obtienen dos matrices: la primera, relativa a los atributos de la estructura física y localización, la segunda, relativa a los atributos del costo percibido. Ambas cuentan con seis grupos de informaciones, sirviendo para clasificar los diversos atributos de acuerdo con: importancia relativa, grado de satisfacción atingido, desempeño y desvío de todos esos atributos, relacionando el proyecto propuesto con los proyectos competidores.

En la Etapa 2, se evalúan, en el proyecto propuesto, los atributos percibidos por los usuarios ya que estos presentan desempeños diversos, siendo percibidos de forma diferente por aquellos. Con eso, se tiene una indicación de los costos innecesarios provenientes de elementos de la edificación que fueron

incorporados al proyecto, pero no significativos en cuanto al valor que agregan al producto, siempre desde el punto de vista del público objetivo. Luego del

procesamiento de las seis fases componentes del módulo II, se obtiene una matriz conteniendo ocho grupos de informaciones, las cuales sirven para relacionar los atributos de la habitación percibidos por los usuarios identificando su desempeño, costo de producción y el índice del valor. Por fin, se determina para cada atributo con índice de valor crítico su costo innecesario.

Posterior a ello se hace un análisis de resultados, organizados en varias fases, seleccionando finalmente las alternativas con mayor índice de desempeño y menor índice de costos. (maximización y minimización).

Los resultados cuantitativos enseñan que la aplicación del modelo produce resultados capaces de orientar en la redefinición del proyecto de vivienda, de manera que el inmueble podrá ser producido con elevado valor, satisfaciendo así a las exigencias del usuario con relación al valor de la habitación. La comparación de características de los proyectos tiene como resultado índices que posicionan los proyectos de inmuebles conforme las expectativas del usuario.

Se trata de una herramienta para la toma de decisiones en el proceso del proyecto, visto que se fundamenta en la atención a las exigencias de los usuarios y proviene de la evaluación del proyecto propuesto en comparación a los proyectos competidores.

#### **f. Evaluación económica e Inversión de un Condominio**

Durante 2003, Martínez Stone publica una tesis de grado bajo el título “Evaluación Económica e Inversión sobre un Condominio Horizontal en la Delegación Álvaro Obregón”. Este proyecto pretende demostrar la factibilidad de un condominio horizontal de casas de habitación en un sector de la Ciudad de México.

Se presentaron los antecedentes y contexto adecuado, en tanto que se presento un enfoque histórico del crecimiento poblacional de la ciudad de México y sus índices a partir de 1900, por distintas décadas, analizando de igual manera la población económicamente activa y otros factores que pueden llegar a determinar

la demanda de vivienda, orientando los resultados hacia la elaboración de un estudio de mercado.

Martínez presenta la manera de realizar un estudio de factibilidad económica de un modelo de vivienda tradicional en serie.

La hipótesis que se infiere es que la construcción de un condominio horizontal para clase media-alta es económicamente factible en la parte Sur de la Ciudad de México.

Los objetivos de la investigación son los siguientes:

- A través de un Estudio de Mercado intentamos detectar la posible demanda de este tipo de vivienda en el mercado.
- A través del análisis de los principales indicadores de evaluación financiera (TIR, VAN, PER, etc), reconocer las posibilidades de éxito o fracaso del proyecto.
- Ubicar al proyecto como una fuente de empleo (por el uso intensivo de mano de obra para este tipo de proyecto) e inversión.

Se midieron datos macroeconómicos, trabajadores asegurados por el seguro social, precios, tasas de inflación, población ocupada en el D.F., distribución de ingresos familiares, precios promedio por metro cuadrado, ventas anuales promedio, características de los productos en el mercado (viviendas), proyectos activos en el sector de propuesta (Sur del D.F.).

Luego de formulado el proyecto en su parte de evaluación de mercado y estudio técnico, fue analizado y evaluado económicamente a través de los métodos del valor actual neto y la tasa interna de rendimiento, tomando la decisión de aceptación del proyecto en base a criterios de evaluación financiera.

De acuerdo a la presentación del proyecto, el análisis del mercado, la formulación de la parte técnica, y la evaluación financiera, es importante concluir lo siguiente:

La inversión en el proyecto es rentable y por lo tanto es recomendable su realización.

En términos generales el proyecto es rentable, por lo que la Inmobiliaria GLS de México S.A. de C.V. decide efectuar la inversión.

El otorgamiento de créditos hipotecarios por las diferentes instituciones bancarias provocan que el proyecto tenga mayor factibilidad y aceptación, ya que de esta manera la comercialización de las casas puede realizarse de una forma más rápida y sencilla ya que muy pocas personas en éste país cuentan con los recursos para pagar una casa de contado.

Dado el estudio de sensibilidad, considerando al proyecto en condiciones adversas, un aumento en el precio del terreno, o un incremento en las tasas de interés del financiamiento, se convierte en una ventaja competitiva en el mercado.

El Tamaño del Proyecto es un factor esencial para el éxito del mismo, ya que el riesgo que se corre al invertir en éste disminuye por la cantidad de dinero requerida por los inversionistas, otro factor importante es el tiempo de duración del proyecto ya que el cambio en las variables con menor intensidad que en un periodo mayor de tiempo.

Se aportaron apreciaciones adicionales como la siguiente: El desarrollo de la vivienda tiene que ver con la satisfacción básica del ser humano, el resguardo de sus pertenencias y de aspectos climatológicos, por considerarse como parte importante del patrimonio familiar, ya que se ha demostrado históricamente que los bienes raíces son una buena inversión de corto, mediano y largo plazo, por lo que se espera que el programa de ventas del proyecto responderá al nivel de absorción del sector inmobiliario (Martínez, 2003).

La investigación fue basada en un estudio de caso, sin embargo, los métodos de análisis y evaluación pueden ser generalizados a proyectos similares porque presenta las herramientas básicas para la evaluación de un proyecto de vivienda en condominio horizontal, a partir de los antecedentes, un estudio de mercado, un estudio técnico y un estudio y evaluación financiera.

## **2.3.2 Impacto Social**

### **a. El confort Térmico como variable de la Valuación del inmueble**

Generalmente, el confort no es considerado como una variable en el valor comercial de un inmueble, sin embargo, como expresa Jesús Fitch, esto se ha debido a una homogeneidad en la operatividad de las instituciones, sin embargo, es necesario buscar los mecanismos que integren de una mejor manera las variables que componen los inmuebles, y que pueda conocerse por medio de una evaluación con determinadas herramientas el valor de la vivienda, al integrar las condiciones de confort a la evaluación de su valor expresado en dinero. (Fitch, 2001:181).

Fitch se refiere a la importancia de la arquitectura sustentable, y su incidencia en la reducción del impacto del uso de recursos por medios de energías alternativas o dispersas en el medio ambiente (arquitectura bioclimática). La común falta de esos criterios, ocasionan posteriormente altos consumos energéticos, que desde el punto de vista de gasto, inciden en un costo elevado si se quiere mantener el óptimo funcionamiento energético del edificio; es así como se plantea la idea de que mediante la utilización adecuada del diseño respecto al entorno natural, esos gastos pueden ser recuperados durante la vida útil del inmueble y además disminuir el consumo de energía para obtener el confort deseado en el ambiente.

A partir de estas ideas planteadas, es pertinente presentar ahora, lo que Fitch expone respecto a la valuación considerando el confort térmico; pero antes de ello es necesario describir que para determinar el valor comercial de los inmuebles es común que se usen los en foques de costo directo, capitalización de ventas y de mercado. El fin de estos métodos, es encontrar el valor comercial, el cual es interpretado como aquel valor máximo aceptable en una operación de compra-venta en un mercado perfecto, con pago de contado y realizado en un plazo no mayor al razonable o estimado para ese tipo de inmueble y su monto.

Para la utilización del confort ambiental como una variable de valuación inmobiliaria es necesario realizar evaluaciones de campo, haciendo mediciones

de temperatura interior y exterior a distintos horarios, tomando en cuenta la franja de confort deseada, la cual, para Monterrey es determinada entre 23.5°C y 28.5°C según la fórmula de Szokolay, y luego realizando las comparaciones exteriores e interiores puede determinarse el tiempo requerido para climatizar, lo cual reportará fácilmente el gasto anual, que se va estar presentando durante la vida útil del inmueble.

Uno de los instrumentos de suma importancia es el análisis del balance térmico. Los flujos de energía en una estructura pueden controlar las condiciones térmicas de los espacios interiores y por tanto, obtener condiciones de confort térmico, en las que el cuerpo ejerza un mínimo esfuerzo para mantener su equilibrio interno. Lo más conveniente es lograr un control térmico natural (pasivo), de forma que se evite al máximo emplear sistemas artificiales electromecánicos (activos); sin embargo en condiciones ambientales severas se deberán utilizar sistemas híbridos, es decir, aprovechar hasta donde sean posibles los sistemas pasivos combinados con sistemas activos complementarios.

Fitch explica que para la determinación de este fenómeno es necesario utilizar la ecuación de balance térmico. La cual se define de la siguiente manera:

$Q_s + Q_i \pm Q_c \pm Q_v \pm Q_m - Q_e = 0$  donde:

$Q_s$  = ganancia solar

$Q_i$  = ganancias internas

$Q_c$  = ganancias o pérdidas por conducción

$Q_v$  = ganancias o pérdidas por ventilación

$Q_m$  = ganancias o pérdidas por sistemas mecánicos

$Q_e$  = pérdidas por enfriamiento evaporativo.

Para la ejemplificación, Fitch utiliza una vivienda de un nivel ubicada dentro de la ciudad de Monterrey. El inmueble está conformado en un polígono regular, con una topografía plana con medidas de 15 x 8 metros, generando una superficie de 120m<sup>2</sup>. La vivienda posee un área de construcción de 67.4 m<sup>2</sup>, los cuales de encuentran distribuidos en sala, comedor, cocina, tres recamaras y un baño.

Respecto a los materiales de construcción, la cimentación es aparentemente por medio de zapatas aisladas, la estructura está formada por vigas de cimentación, contracimientos y cerramientos de concreto armado. Los muros son de block de concreto de 15 centímetros de espesor, con acabado a base de zarpeo de cemento-arena y pintura. La losa es de concreto armado aligerado.

El balance térmico aplicado se obtuvo que el inmueble requiere una cantidad de 11.093 kW para poder sacar el calor existente. (1 ton de refrigeración = 3516 W, aproximadamente 3.5 kW). Lo cual requiere de un equipo de 3.15 toneladas de refrigeración (11.093 kW térmicos / 3.156 kW/Ton). Para el año en que fue realizado el estudio, se empleó la tarifa existente, considerando una utilización de 24 horas diarias de refrigeración, durante los meses de Mayo a Octubre, con lo que se obtuvo un consumo anual igual a \$33,305.00 o lo equivalente en su momento a US\$ 3200.00.

Pese a la falta de actualización de las tarifas, en el presente podemos sacar conclusiones de dicho estudio, respecto a que si la vivienda estudiada tenía en su momento una vida transcurrida de 16 años y se considera para la vivienda de interés social una vida total de 50 años, quiere decir que le restan 34 años de vida útil. Lo que significa que durante este período se multiplicará este costo de energía hasta convertirse en un volumen que supera inclusive al costo del inmueble. Los flujos de gasto energético a valor presente generaron un total de \$271,655.00 pesos. Si el valor de la construcción estudiada, fue en su momento de \$ 124,690.00 pesos, resulta que los gastos energéticos superan 2.71 veces el valor de la vivienda, o dicho de otra manera, en el período restante de la vivienda, se puede construir 2.17 veces con los gastos energéticos que se tienen por no considerar los elementos que determinan el confort térmico.

El procedimiento, si es aplicado en su forma adecuada castigando (restando valor) o premiando (aumentando valor), arrojaría como resultado que la mayoría de las viviendas minimizaría su valor, por tanto se considera que el procedimiento solamente premie al a vivienda que mantenga características que propicien el confort térmico. En México existe actualmente el anteproyecto denominado

NOM-020-ENER, el cual consiste en comparar el inmueble en cuestión con uno de referencia; buscando que el resultado de la diferencia sea mayor con respecto al de estudio.

La relación de altura del piso al techo del inmueble que fue analizado es de 2.40m. En una investigación realizada por Luis Pedraza (1999), mostraba que esta altura la poseía el 30% de las viviendas de Monterrey, y el 45% correspondían a 2.30 m. es decir la mayoría de las viviendas tienen 2.30, por lo que se hace patente la extensión del problema térmico en la vivienda regiomontana. (Fitch, 2001, p:199). La Arquitectura Vernácula de casas de habitación en la región observa una altura entre el piso y el techo superior a los 4 metros. La razón de ello radica, entre otras cosas en el hecho de que el volumen de aire que se almacena en la parte superior de cada habitación provoca una corriente ascendente que refresca la parte baja de la misma. (Deffis, 1997).

Como se describe, la mayoría de la vivienda en Monterrey tiene una altura de 2.30 m. y el material empleado para la cubierta es el concreto armado, por lo que almacena mucho calor. Las empresas urbanizadoras, constructoras e inmobiliarias que tratan de construir el mayor número de viviendas al menor costo , reducen en apariencia costos, pasando los mismos a los usuarios, transformados en costos de operación de una vivienda con deficiencias bioclimáticas.

De acuerdo a Fitch, y analizando los resultados de distintas intervenciones, se llegó a la conclusión de que existió un rango comprendido entre 0.75 a 2.17 que representa las veces que se puede construir la vivienda en lo que respecta a sus gastos energéticos. Esto justifica el empleo del procedimiento elaborado que premia (aumenta el valor) a los inmuebles que mantengan condiciones de confort. También esto significa que con base de las características de la vivienda de Monterrey, se podrían edificar cuando menos 75% más viviendas si los costos de operación de las existentes no fueran tan altos, por la falta de aplicación de criterios bioclimáticos durante su diseño y construcción.

## **b. Evaluación social de proyectos**

Los proyectos relacionados con calidad ambiental y sustentabilidad, generalmente deben ser evaluados económicamente bajo el criterio de análisis de costos y beneficios. Es importante hacer notar que no siempre que un proyecto es rentable desde el punto de vista de lo privado, lo es también para la sociedad y viceversa.

La evaluación social pretende determinar los costos y beneficios pertinentes del proyecto para la comunidad, comparando la situación con proyecto respecto de la situación sin proyecto, en términos de bienestar social, cuantificando y agregando las externalidades positivas con las externalidades negativas, además de otros factores que pueden influir en la toma de decisión. (Sapag, 2008).

La definición anterior conduce a la idea de que no todo lo positivo o negativo que el proyecto signifique para sus dueños, es necesariamente bueno o malo para la sociedad en la cual está inserto, sin embargo, no por ello debe considerarse el bien común como incompatible con el bien privado.

Sapag (2008) expresa que la manera de calcular la rentabilidad de un flujo social no difiere del privado desde el punto de vista de los instrumentos que proveen las matemáticas financieras, sin embargo, si en lo conceptual y cuantitativo.

Sapag expone las principales diferencias que explican un flujo social respecto de uno privado, éstas son:

- Beneficio y costo social no significa lo mismo que beneficio y costo privado, aunque ambas se miden en una unidad de cuenta real común.
- El precio social de un bien producido por el proyecto no es lo mismo que su precio privado.
- Las externalidades que no son más que efectos indirectos generados positiva o negativamente por el proyecto, pueden afectar a la sociedad, aunque no necesariamente al inversionista privado.
- La tasa a la cual descontar un flujo social es distinta de lo que se entiende por la tasa relevante de descuento desde el punto de vista privado.

- La rentabilidad social de un proyecto persigue estimar su impacto en el crecimiento económico del país, pudiendo incorporar información sobre cambios en la distribución del ingreso que pudiera generar.

Sapag (2008) afirma que toda decisión de inversión social debe responder a un estudio de preinversión, cuyos resultados permitan establecer el beneficio social que significaría su implementación, sus ventajas y desventajas asociadas, el incremento que éste generaría en el ingreso nacional o cualquier otro estándar que permita identificar cuantitativamente el impacto que tendría en el desarrollo del país y en el bienestar neto de la población. Es pertinente hacer la observación de que estos sistemas de medición no son exactos, pues el resultado de la evaluación social no permite medir el impacto que el proyecto provocará en el bienestar individual de las personas o en el de una familia.

Existen varios factores que influyen en la fijación de precios sociales, uno de ellos es el precio social del factor trabajo o mano de obra, el de las divisas o tipo de cambio, también debe considerarse la existencia de impuestos, subsidios y cuotas a las importaciones o exportaciones. La teoría económica indica que el flujo social debería construirse excluyendo los impuestos específicos (o sumando los subsidios específicos) en el caso de los ítems no relacionados con el comercio internacional, al igual que excluyendo los aranceles a la importación o incluyendo los que van a la exportación.

En el momento de realizar una evaluación de proyecto social, deben estudiarse los sectores o actividades que se ven afectadas, para así determinar si su incidencia resulta significativa. Sapag (2008) afirma que un cambio en la estructura de precios derivado de la puesta en marcha de un proyecto genera efectos indirectos en la medida en que el precio social de demanda sea distinto al precio social de oferta de los bienes. Algunos autores coinciden en señalar las dificultades para determinar con cierta precisión el efecto que generan las externalidades, ya sean positivas o negativas, en un determinado proyecto. En algunos casos, se podría utilizar el procedimiento de valorar a precio de mercado las posibles pérdidas de producción que ese hecho generaría.

Los efectos intangibles resultan ser los de mayor dificultad de cuantificar, por su carácter de inmedibles, por lo cual se convierten en un parámetro. Además, algunos de ellos son incluso difíciles de identificar. Existen múltiples ejemplos de efectos intangibles, tales como: contaminación del aire, efectos sobre el medio ambiente, el clima, la calidad de vida, etc. (Sapag, 2008:419).

#### Evaluación privada y social

Resulta importante la acotación que realiza Sapag, al referirse a la vinculación existente de los proyectos sociales con los privados, dándose el hecho de que hoy día resulta cada vez más común observar cómo el sector público y el privado pueden emprender proyectos conjuntamente, cumpliendo cada uno con su respectivo papel y con los intereses que a cada cual de corresponde defender. Pueden identificarse cuantitativamente inversiones sociales y privadas en donde cada cual, de acuerdo a sus propios intereses, efectúa los análisis técnicos correspondientes que le permita identificar sus respectivas rentabilidades, tanto desde el punto de vista social como privado.

Sapag afirma que todo proyecto de orden público en el que pudiera haber interés privado por su administración, podría ser evaluado de manera mixta, en la cual el sector privado, de acuerdo con sus intereses, realiza su análisis de preinversión y el Estado proyecta el monto de la inversión social que deberá efectuar.

De acuerdo con lo expuesto por Sapag, se encuentra que las posibilidades de interacción entre el interés social y privado son múltiples, pudiendo adoptar diferentes e imaginativas modalidades de operación y cooperación. Sin embargo, cualquiera que ellas sean, siempre será necesario adelantar los estudios pertinentes que, sustentados en las técnicas de preparación y evaluación de proyectos, tanto desde el punto de vista privado como social, permitan adoptar las decisiones que correspondan, con el fin de recomendar o desalentar las inversiones pertinentes que aseguren rentabilidad privada para los privados y social para el Estado.

### **c. Valuación de Beneficios y Costos para la toma de decisiones**

La implementación de una política de reducción de riesgos ambientales tiene un costo, un costo de oportunidad para ser preciso. Debe considerarse que se necesitan recursos para ejecutar cualquier estrategia de acción, y una vez localizados estos para su uso específico, no serán lo suficientes para suplir diversas alternativas. Es por ello que resulta necesaria la implementación de un análisis costo-beneficio, el cual será utilizado para evaluar las ganancias y pérdidas para una sociedad como conjunto. (Callan y Thomas, 1996:220).

Para un análisis de este tipo, se manejarán conceptos marginales o incrementales, comprendiendo en primer lugar los beneficios marginales como los cambios y reducciones en los daños ambientales, a la salud y a la propiedad que la implementación de una política puede generar.

Según Callan y Thomas, (1996) existen dos técnicas principales para medir los beneficios: el enfoque de conexión física y el enfoque de vinculación con el comportamiento, la primera mide beneficios incrementales basados en asumir que existe una relación técnica entre el recurso ambiental y el usuario de este recurso, mientras la segunda usa observaciones del comportamiento del consumidor en los mercados actuales o la respuesta a investigaciones a mercados hipotéticos para medir los beneficios incrementales.

Las técnicas anteriores poseen métodos específicos; en lo referente a la técnica de enfoque de conexión física utiliza el método de Función de los Daños, que utiliza un modelo de relaciones entre los niveles de un contaminante y observa (o infiere estadísticamente) el daño ambiental para estimar la reducción de daño derivada de la inducción de una política sobre el contaminante.

En la técnica del enfoque de vinculación con el comportamiento, existen métodos directos e indirectos. Entre los métodos directos se encuentra el de Referéndum político, el cual utiliza el mercado actual de un bien público por el monitoreo de los resultados de los votos de un referéndum político en los cambios propuestos de la calidad ambiental. El otro método utilizado es el de Valuación de contingencia,

(CVM), la cual se basa en encuestas para investigar respecto a la voluntad de los individuos para pagar por mejoras ambientales basadas en condiciones de mercado hipotéticas.

Entre los métodos indirectos encontramos el Método de Evitar los gastos, el cual evalúa los cambios en el gasto de un individuo en bienes y servicios que son sustitutos de la calidad del medio ambiente personal para asignar un valor a los cambios en el entorno global. Se encuentra también el Método de costo de viaje, el cual valora un cambio en la calidad de un recurso ambiental por la evaluación del efecto de ese cambio en la demanda por un bien complementario.

Callan et al. (1996) afirma que en el proceso de estimación de costos de la gestión del riesgo ambiental, el objetivo es darle el valor monetario a todos los recursos económicos asignados para reducir el riesgo ambiental. Sin embargo, el desafío principal no es asignar un costo monetario a los recursos sino, identificar todos los recursos usados para diseñar, implementar y ejecutar la política prescrita. Otra de las premisas importantes en el análisis de costo-beneficio es que deben ser analizados los costos económicos, no simplemente los costos contables. Existen así costos clasificados como Explícitos e Implícitos, los primeros incluyen todos los pagos administrativos, de monitoreo, y gastos de ejecución realizados por el sector público conforme a los costos de conformidad contraídos virtualmente por todos los sectores de la economía; mientras los segundos se refieren al valor de cualquier efecto no monetario derivado de alguna política ambiental.

Los costos explícitos ambientales pueden clasificarse en costos de capital y costos de operación. Los costos de capital son gastos fijos de planta, equipamiento, construcción y los costos de los procesos de producción y cambios asociados con la reducción de la contaminación. Los costos de operación son gastos variables que se incurren durante la operación y mantenimiento de los procesos de reducción de contaminación.

Según Callan et al. (1996), los economistas buscan determinar los costos sociales de las políticas ambientales, lo cual incluye no sólo los costos explícitos, sino

como se ha mencionado, también los costos implícitos o no monetarios. Los costos sociales de cualquier iniciativa política son los gastos necesarios para compensar a la sociedad por los recursos utilizados para mantener el nivel de utilidad. Existen varios métodos para estimar los costos explícitos, entre los principales tenemos el enfoque de ingeniería y el enfoque de mercado. El primero estima la reducción de gastos basado en la aplicación de tecnología del menor costo disponible para proveer el nivel adecuado de reducción de contaminación. El enfoque de mercado deriva de las encuestas realizadas a una muestra de empresas para obtener reducciones estimadas de los gastos.

Luego de la valoración de los costos y beneficios, es necesario proceder al análisis propiamente. Callan et al. (1996) se refiere a que los costos y beneficios no ocurren al mismo tiempo, por lo que es necesario realizar ajustes, como lo son cálculos que equiparen los mismos en valores presentes así como correcciones por inflación, para ajustar los cambios en un nivel general de precios. Para el cálculo de valor presente, Callan expone que la tasa seleccionada para la toma de decisiones de carácter público debe tomar en cuenta varias consideraciones, como el costo de oportunidad social, la cual es denominada como Tasa de descuento social.

A continuación, se presenta una serie de pasos para el cálculo, tanto de valor presente de beneficios como de costos, según Callan, et. al (1996):

- Calculo de valor presente de beneficios:
  1. Darle el valor monetario a todos los beneficios incrementales presentes y futuros en términos reales (  $b_t$  ) donde t se refiere al adecuado período de tiempo (t = 0,1,2,...T).
  2. Ajustar cada uno de los  $b_t$  por inflación, convirtiéndolos en moneda nominal (  $B_t$  ) como se presenta a continuación:  $B_t = b_t * (1 + p)^t$
  3. Seleccionar la tasa adecuada de descuento social,  $r_t$
  4. Descontar el  $B_t$  para cada periodo como  $B_t / (1 + r)^t$

5. Sumar los valores  $B_t$  descontados de todos los períodos "t" para encontrar el valor presente de beneficios en moneda nominal  $PVB = \sum(B_t / (1 + r_s)^t$
- Calculo de valor presente de costos:
    1. Darle el valor monetario a todos los costos incrementales presentes y futuros en términos reales ( $c_t$ ) donde t se refiere al adecuado período de tiempo ( $t = 0, 1, 2, \dots, T$ ).
    2. Ajustar cada uno de los  $c_t$  por inflación, convirtiéndolos en moneda nominal ( $C_t$ ) como se presenta a continuación:  $C_t = c_t * (1 + p)^t$
    3. Mantener la tasa adecuada de descuento social,  $r_s$  usada para el descuento de los beneficios futuros.
    4. Descontar el  $C_t$  para cada periodo como  $C_t / (1 + r)^t$
    5. Sumar los valores  $C_t$  descontados de todos los períodos "t" para encontrar el valor presente de los costos en moneda nominal  $PVC = \sum(C_t / (1 + r_s)^t$

### Reglas de decisión:

La relación costo-beneficio determina la viabilidad de una política pública, si el resultado es mayor a la unidad, es decir ( $PVB/PVC > 1$ ).

En el caso de encontrar diversas alternativas, la estrategia económica a utilizar son las siguientes:

- Eficiencia en la asignación de recursos: Maximización de el valor presente neto de los beneficios.
- Eficiencia de costos: Minimizar el valor presente de los costos, basados en un beneficio objetivo preestablecido.

Es importante hacer notar, que el propósito de un análisis costo-beneficio es guiar una toma de decisión, principalmente en temas de políticas públicas, siendo un aspecto importante, la comprensión de estas políticas y su influencia sobre la regulación ambiental y como esto puede afectar la calidad de vida de la sociedad.

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: ESTUDIO DE CASO**

En este apartado se hace una breve reflexión metodológica en torno a la utilización del estudio de caso como estrategia para desarrollar esta investigación, ya que debido a la naturaleza y características de las unidades de análisis, se decidió que ésta era la opción adecuada para exponerla.

Yin (2003) señala que un estudio de caso es una indagación empírica que investiga un fenómeno contemporáneo dentro de su contexto en la vida real, especialmente cuando los límites entre el fenómeno y el contexto no son claramente evidentes. Harvard Business School (1997) lo considera un método y lo utiliza desde 1908 para evaluar unidades organizacionales.

Stake (2000) reconoce una situación problemática que surge al tratar de definir al estudio de caso como una forma de investigación. Para resolver el asunto, utiliza el criterio de que el estudio de caso no está definido por un método específico, sino por su objeto de estudio. Entre más concreto y único sea éste, y constituya un sistema propio, con mayor razón podemos denominarlo estudio de caso.

Una definición actual nos describe el estudio de caso como "... una estrategia de investigación que comprende todos los métodos con la lógica de la incorporación en el diseño de aproximaciones específicas para la recolección de datos y el análisis de éstos" (Yin, 1994:13).

De acuerdo a la literatura revisada , esta investigación tendrá características mixtas, pero con un enfoque dominante cualitativo, a lo que se refiere Hernández Sampieri (2006:773) como el tipo de investigación que se lleva a cabo en la perspectiva de alguno de los enfoques, en el cual prevalece, y el estudio conserva algún(os) componente(s) del otro enfoque, y se basa principalmente en analizar las diferentes características que influyen en la catalogación de un proyecto de vivienda en serie como sustentable, y como estas influyen en el aspecto socioeconómico y la calidad de vida de los habitantes y evaluando

comparativamente los resultados con el impacto causado a vecinos de un fraccionamiento de vivienda con características tradicionales en condiciones físicas y económicas similares.

Resulta importante fomentar los estudios de caso que explican resultados empíricos a través de mecanismos casuales, definidos como aquellos factores que bajo ciertas condiciones vinculan causas con efectos, en la sociedad existen muchas relaciones complejas y estas pueden ser estudiadas y explicadas mediante el estudio de caso.

Por los motivos citados, y por las características del proyecto de investigación, la metodología empleada fue el estudio de caso, con dos unidades de análisis, las cuales son: El fraccionamiento “Vivienda de Diseño Ambiental (VIDA)”, en el cual se centra principalmente el estudio por sus características de sustentabilidad y el fraccionamiento “El Pedregal de Escobedo”, como unidad de comparación por sus características de vivienda en serie tradicional. Ambos proyectos se sitúan en el municipio de Escobedo, Nuevo León.

Para decidir sobre la elección del estudio de caso como estrategia para presentar los resultados de una investigación, resulta útil la indicación de Robert Yin (1994) en torno a este problema.

Básicamente, el investigador se debe encontrar en las siguientes situaciones:

- Sus preguntas deben ser el cómo y el porqué de los eventos contemporáneos.
- No controlar los eventos que está investigando, es decir, no es posible experimentar.

A estas especificaciones añadimos dos más: a) el objetivo es hacer una investigación profunda sobre determinado proceso, conservando la visión total de fenómeno, y b) no existe la intención de establecer una generalización en el sentido estadístico del término.

Algunos de los problemas que se presentan cuando el investigador, después de reflexionar sobre la conveniencia acerca de la utilización de uno u otro método de investigación, se ha decidido por el estudio de caso como la mejor opción, de acuerdo con sus objetivos y conociendo las posibles limitaciones que esto le genere. Así, el primer aspecto a considerar es el tema de la validez y la confiabilidad.

### **3.1.1 Validez y confiabilidad.**

En términos estrictos, entenderemos validez como la exactitud de la medición, es decir, el grado en que un instrumento mide lo que se supone debe medir. Por otra parte, la confiabilidad es la consistencia de la medición, el grado en que un instrumento mide de la misma forma cada vez que es usado en iguales condiciones con los mismos sujetos.

Las definiciones anteriores provienen de una tradición centrada en lo cuantitativo, pero queremos subrayar que en el estudio de caso y el método cualitativo en general estas concepciones no pueden utilizarse tan estrictamente como aquí se han formulado.

Por una parte, en la selección del caso puede existir el problema de sesgo o pérdida de objetividad, ya que la selección es subjetiva y no aleatoria. Éste es un tema a discutir en la elección de los casos, particularmente en los estudios empíricos sobre temas urbanos, que son los que nos interesan.

Respecto a la validez interna y externa para el estudio de caso, vale la pena señalar algunas de las reflexiones presentadas por Arellano (1998:14).

- Validez interna: que las ideas, categorías y relaciones sean útiles y usadas por diferentes autores.
- Validez externa: los estudios de caso no pueden definir leyes generales y no pueden ser usados para obtener patrones generales; sin embargo, los resultados y la interpretación pueden ser suficientes para generar ideas y opciones para diferentes escenarios.

- **Confiabilidad:** los estudios de caso no pueden ser repetidos, porque se analizan fenómenos complejos en el tiempo, con escenarios sociales que están cambiando constantemente. En este sentido, los estudios de caso no son experimentos.

Robert Yin (1994) establece un esquema que sintetiza las medidas para vigilar la validez interna y externa del caso:

**Tabla 3.1** Construcción de validez del estudio de Caso

PRUEBAS	TÁCTICAS DEL ESTUDIO DE CASO	FASE DE LA INVESTIGACIÓN EN LA CUAL OCURRE LA TÁCTICA
Construcción de validez	Usar múltiples fuentes de evidencia Establecer cadenas de evidencia Tener informantes clave que revisen el reporte del estudio de caso	Recolección de datos  Recolección de datos  Composición
Validez interna	Hacer patrones de comparación Construcción de explicaciones Establecer series de tiempo	Análisis de datos  Análisis de datos  Análisis de datos
Validez externa	Usar lógica de la réplica en estudios de casos múltiples	Diseño de investigación
Confiabilidad	Usar un protocolo del estudio de caso Desarrollar una base de datos del estudio de caso	Recolección de datos  Recolección de datos

Fuente: Robert Yin (1994:33)

Un tema presente en cualquier tipo de investigación es la posibilidad de establecer generalizaciones. Particularmente en el estudio de caso la pregunta persistente es: ¿cómo generalizar a partir de un caso?

En este sentido, la respuesta más acertada que se puede dar es considerando la generalización analítica como diferente de la generalización estadística (término acuñado por Yin, 1994). De acuerdo con esta concepción, los casos no son tomados como una “muestra” representativa del fenómeno y, por lo tanto, los resultados no pueden plantearse iguales para una población entera. En este método de generalización, la teoría es usada como patrón con el cual se comparan los resultados empíricos del estudio de caso.

Entre los modelos aplicables al análisis del estudio de caso destaca la propuesta de Yin (1994), el cual propone cuatro tipos de diseños:

a) caso sencillo, diseño holístico (una unidad de análisis) 1); b) caso sencillo, diseño “incrustado” (múltiples unidades de análisis); c) múltiples casos, diseño holístico; y d) múltiples casos, diseño “incrustado”.

El aseguramiento de la validez comienza con la selección del diseño de la investigación. Yin (1994) menciona que un diseño de investigación se compone de cinco componentes: 1) las preguntas del estudio, 2) sus proposiciones, si existieran, 3) la unidad de análisis (pueden ser varias) 4) la lógica que vincula los datos con las proposiciones y 5) los criterios para interpretar los hallazgos.

A partir de la pregunta de investigación se buscaron datos sistemáticamente, para extraer conclusiones. Las preguntas, los datos obtenidos como resultados y las conclusiones están vinculados lógicamente entre sí por el diseño del caso.

En el estudio de caso, el diseño o la naturaleza de la investigación es holístico, uno o varios casos sencillos y recopila datos en un momento único. Las unidades de análisis fueron el fraccionamiento “VIDA” como caso central y el fraccionamiento “Pedregal de Escobedo” como caso comparativo. Ambos en el municipio de Escobedo, Nuevo León, definiendo así el alcance del caso,

permitiendo acotar la búsqueda de información, estas unidades de análisis están vinculadas con la forma en que se presentó la pregunta de investigación.

Asimismo, se parte de la idea señalada por Yin (1994) sobre los principales elementos a considerar en la elaboración del estudio de caso; es decir, la definición de la unidad o unidades de análisis, que en el caso particular de esta investigación es el impacto socioeconómico de la sustentabilidad en la vivienda en serie.

Dentro de este esquema, se trata de un caso con una unidad principal de análisis; al mismo tiempo involucra la comparación entre dos casos que han sido ubicados en un mismo nivel de comparabilidad.

**Tabla 3.2** Unidad de Análisis

UNIDAD DE ANÁLISIS	CASOS
Impacto socioeconómico de la sustentabilidad en la vivienda en serie.	Fraccionamiento “VIDA”  Fraccionamiento “Pedregal de Escobedo”

Fuente: Elaboración Propia

La elección de estos dos casos conlleva la intención de avanzar en la teoría sobre el impacto de la aplicación de características de sustentabilidad en los fraccionamientos de vivienda en serie sobre los usuarios y la percepción generada sobre la calidad de vida en los mismos. Los casos se eligieron como apoyo para consolidar esta idea.

Para asegurar la validez y confiabilidad del caso, se aplicaron diversas técnicas de investigación. En la etapa de recolección de información se recurrieron a múltiples fuentes de información como documentos estadísticos del Área Metropolitana de Monterrey a través del INEGI, entrevistas estructuradas aplicadas a la población de los fraccionamientos VIDA y Pedregal de Escobedo, entrevista estructurada a constructores del Fraccionamiento VIDA, Análisis de planos, materiales

constructivos y estudios realizados para la construcción del proyecto, documentos del Boletín Nacional de la Vivienda y Memorias de Gestión del Instituto Nacional de la vivienda de 2003 a 2009, así como entrevistas a investigadores especializados en el tema.

Se desarrolló una base de datos con la información obtenida, clasificándola a través de criterios establecidos por la Comisión nacional de vivienda para la clasificación de Edificaciones Sustentables, y parámetros evaluadores desarrollados por Velázquez (2004) como Indicadores de evaluación de la sustentabilidad de proyectos de viviendas, y finalmente se empleó un protocolo o programa de investigación.

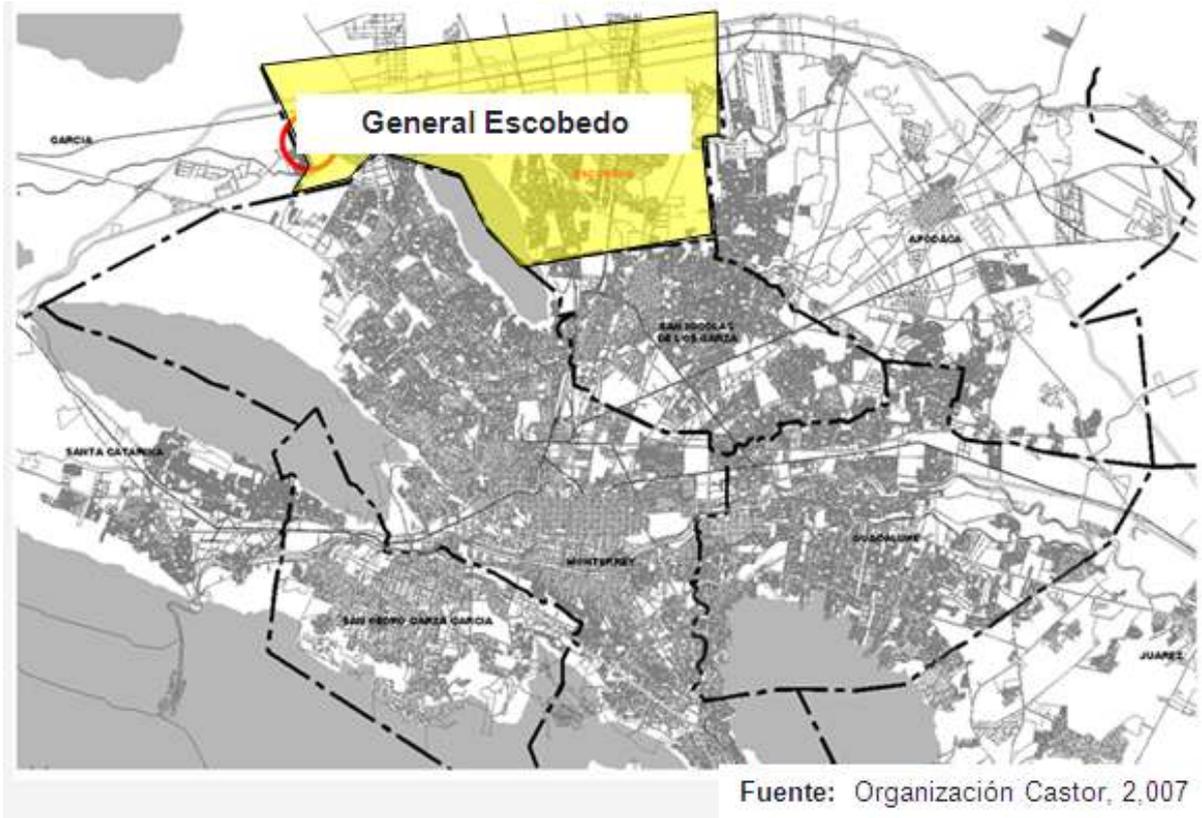
### **3.1.2 Delimitación del área de estudio**

El área de estudio corresponde a la población de los siguientes Fraccionamientos:  
1) VIDA, ubicado en el municipio de General Escobedo Nuevo León, situado en la intersección de las Avenidas Monterrey y Aguas Leguas (prolongación de Las Torres), integrando las calles Privada Vientos Alicios, y Privada Vientos del Norte, y limitadas por las calles Paras y Los Ramones.

2) Pedregal de Escobedo, ubicado en el municipio de General Escobedo, Nuevo León, situado sobre la Avenida las Torres y Paseo de Cucharas.

La descripción del polígono está hecha con toda precisión, utilizando como referencia los elementos naturales, artificiales y político-administrativos que lo circundan y las coordenadas del sistema geográfico nacional INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática).

**Figura 3.1** Plano del Área Metropolitana de Monterrey y Municipio de Escobedo.



**Figura 3.2** Vista aérea del Municipio de Escobedo Nuevo León, y Ubicación de casos

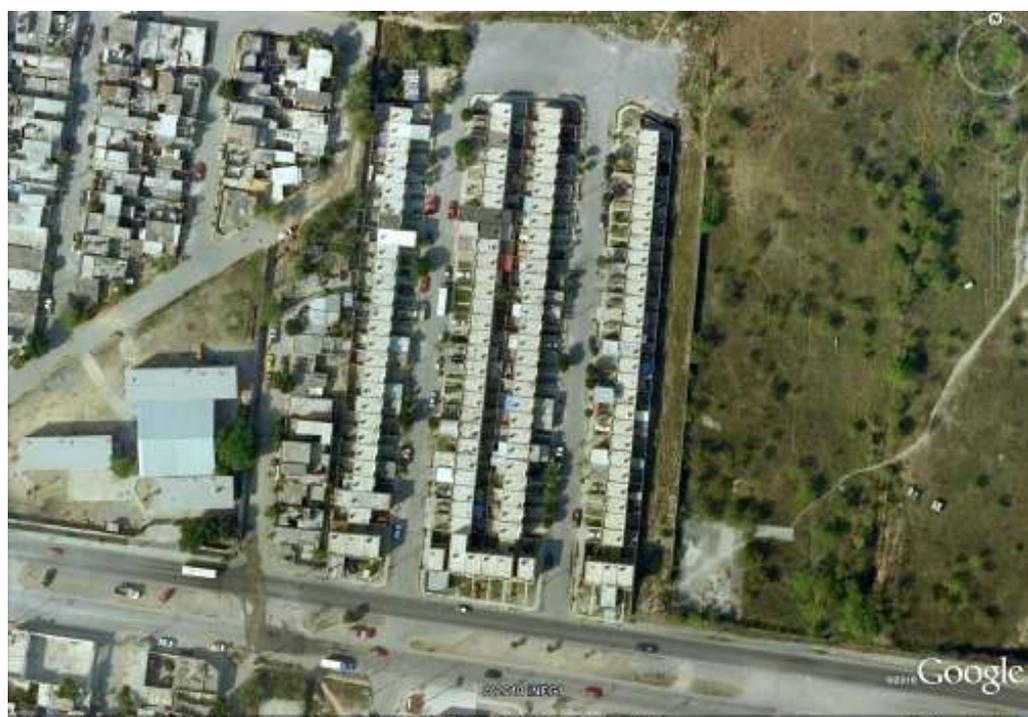


**Figura 3.3** Vista Aérea del Fraccionamiento “VIDA”



**Fuente:** Google Earth, 2010

**Figura 3.4** Vista Aérea del Fraccionamiento “Pedregal de Escobedo”



**Fuente:** Google Earth, 2010

## **3.2 Descripción General del Caso de Estudio**

### **3.2.1 Caso Central de Estudio**

El fraccionamiento ViDA (Vivienda de Diseño Ambiental), es el primer proyecto del Gobierno del Estado que introduce el concepto de sustentabilidad en la edificación, es decir, incorpora elementos que generan ahorro en energía eléctrica y agua potable, así como sistemas pasivos que incrementan la eficiencia térmica y así el nivel de confort de los habitantes del segmento de interés social.

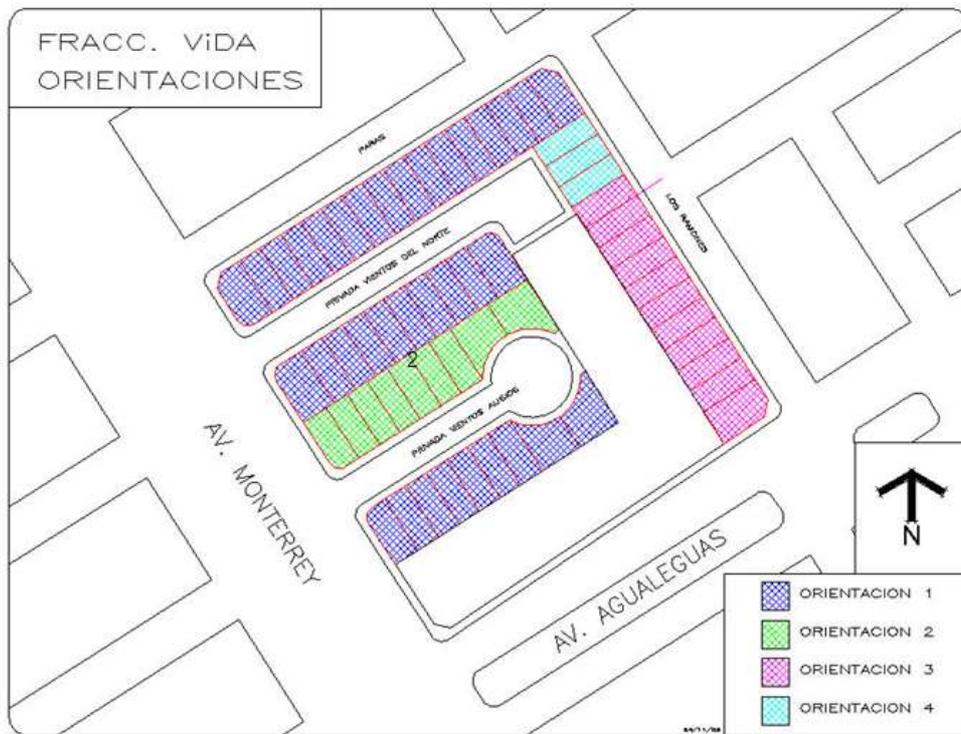
El diseño de este proyecto, atendió a la convocatoria de la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) y la Canada Mortgage Housing Corporation (CMHC) para desarrollar fraccionamientos de vivienda pilotos que incluyeran factores sustentables, en el marco del convenio firmado entre estos organismos en 2004.

El fraccionamiento ViDA se desarrolló en el municipio de General Escobedo en un predio de una hectárea, lo constituyen 58 viviendas de 64 metros cuadrados de construcción en terrenos de 90 metros cuadrados. La lotificación está dispuesta de acuerdo a la orientación más favorable al movimiento solar y a sus vientos dominantes, considera una baja densidad, reducción de tráfico vehicular dentro del fraccionamiento, y fácil acceso a la parada de transporte público. Cuenta con fácil acceso a áreas verdes comunes que constan de 2 mil 500 metros cuadrados que equivalen a 10.6 m<sup>2</sup> por habitante del fraccionamiento.

Las viviendas poseen un acabado exterior de perlita mineral aparente, utilizan inodoro con sistema “dual flush” y regadera ahorradora, incluye celdas solares para la iluminación de la parte frontal, posterior y escaleras de la vivienda, la losa es aligerada con paneles de poliestireno expandido.

El modelo prevé un ahorro de energía de poco más de 4 mil 400 pesos anuales por vivienda, equivalentes a 2 mil 448 kilowatts, y 50% de reducción en el consumo de agua, comparada con una vivienda tradicional de las mismas dimensiones. (Instituto de la Vivienda de Nuevo León, 2009).

**Figura 3.5** Plano general de Fraccionamiento “ViDA” y orientación de viviendas.



Fuente: Organización Castor S.A.

**Figura 3.6** Vista general de Fraccionamiento “ViDA”



Fuente: Organización Castor S.A.

### **3.2.2 Caso Comparativo de Estudio**

El Fraccionamiento “Pedregal de Escobedo” se desarrolló en el municipio de General Escobedo en un predio de casi dos hectáreas (fase analizada). Lo constituyen dos sectores, cada uno con 61 viviendas dispuestas en eje longitudinal. Las viviendas son de 64 metros cuadrados de construcción en terrenos de 90 metros cuadrados.

El Fraccionamiento cuenta con más fases, iniciándose a construir en el año 2,003 y finalizándose en 2006, según reporta El boletín Nacional de Vivienda.

El proyecto fue desarrollado por la empresa constructora ABC y Construcciones S.A. de C.V. y Fincasa Hipotecaria S.A. de C.V. y el precio de venta con valores de diciembre de 2006 oscilaba entre \$240,145 a \$275,610 y fue dirigido a un segmento de interés social.

El Fraccionamiento se encuentra ubicado en una zona con excelente vialidad, crecimiento urbano y fácil acceso al servicio de transporte público. El fraccionamiento no cuenta con Áreas Verdes.

Las características físicas de este fraccionamiento son consideradas dentro de un diseño y tecnología constructiva “tradicional”, entendiéndose esta, como la que plantea la disposición de espacios y elementos para cumplir con la norma mínima reglamentaria de construcción municipal, sin incurrir en el uso intencionado de tecnologías o sistemas constructivos sustentables.

### **3.2.3 Nivel de la Investigación**

Se pretende, que la investigación *Impacto socioeconómico de la sustentabilidad en la vivienda en serie*, se desarrolle en el fraccionamiento VIDA, y pueda compararse los resultados obtenidos a los del fraccionamiento “Pedregal de Escobedo”, ambos en General Escobedo, municipio del Área Metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México, tomándose en consideración criterios y parámetros de análisis de uso nacional (Comisión Nacional de Vivienda) e internacional (Velázquez, 2004).

### **3.3 Definición Conceptual y Operacional de los aspectos**

#### **3.3.1 Definición Conceptual de los aspectos**

Según la Comisión Nacional de Vivienda, (CONAVI, 2008), Se considera que los Desarrollos Habitacionales Sustentables son aquellos que respetan el clima, el lugar, la región y la cultura, incluyendo una vivienda efectiva, eficiente y construida con sistemas constructivos y tecnologías óptimas para que sus habitantes puedan enfrentar las condiciones climáticas extremas que prevalecen en algunas zonas del país; y, que facilitan el acceso de la población a la infraestructura, el equipamiento, los servicios básicos y los espacios públicos de tal manera que sus ocupantes sean enriquecidos por el entorno.

Ello, bajo la premisa de que la sustentabilidad en su término más amplio incluye las dimensiones ambiental, económica y social, y que el enfoque en el diseño y construcción de los desarrollos habitacionales debe ser integral y orientado bajo diferentes perspectivas a inducir un desarrollo urbano ordenado, a mejorar el confort y el ambiente internos de la vivienda, a promover los ahorros mediante el uso eficiente del agua y de la energía, y la utilización de materiales de construcción y equipos eficientes.

El Impacto Ecológico es un aspecto que puede calificarse de esencial en todo método que pretenda evaluar la sustentabilidad de un proyecto de vivienda. Velázquez (2004:6) expone que entre los principios de sustentabilidad juegan un rol fundamental aquellos como los que se transcriben a continuación que obligan a priorizar este aspecto:

- Utilizar preferentemente recurso locales, naturales, abundantes, renovables, bioasimilables y aceptables por la población local.
- Aplicar el principio de reciclaje y reuso de los recursos en todos los procesos materiales posibles, reduciendo los desperdicios.
- Desarrollar procesos de producción, construcción y explotación no contaminantes ni agresivos para el medio.

Teniendo en cuenta esto, Velázquez (2004) expone que se debe realizar la valoración de la incidencia ecológica desde los puntos de vista siguientes: Incidencia ecológica del diseño arquitectónico y urbanístico, evaluando la ofensividad del proceso de inserción, la adaptación e integración al contexto natural, la previsión para la destrucción, rehusos o reciclaje de los desperdicios que provoca la inserción; la incidencia ecológica de las decisiones técnico constructivas y estructurales, teniendo en cuenta la ofensividad del proceso y la aceptación del funcionamiento ecológico del medio circundante durante la construcción; y la incidencia ecológica de los materiales, evaluando la ofensividad en la extracción de la materia prima y durante la explotación.

El impacto Socioeconómico debe interpretarse en sus dos dimensiones (social y económica), Velázquez (2004:6) expone la importancia de la dimensión social en que de nada valdría realizar un proyecto de una vivienda que reúna excelentemente todos los requisitos planteados, si este proyecto y su resultado final, no resulta aceptada por el hombre que es para el que se ha concebido.

Atendiendo a esto, en este aspecto se pretende calificar el nivel de aceptabilidad por parte de los ocupantes de la vivienda. De igual manera, en la dimensión social, deben analizarse las formas en que pueden llevarse en la práctica proyectos de ejecución de viviendas sustentables, en la relación de los propietarios con agentes o entidades del proceso.

El enfoque económico dentro de la sustentabilidad, es referido según Macías (2007) al que busca "Generar las estructuras productivas que proporcionen los bienes y servicios necesarios para la sociedad, garantizando el empleo pleno y el trabajo con sentido, con la finalidad de mejorar las capacidades de desarrollo de los seres humanos". Velázquez (2004) se refiere a la dimensión económica en cuanto a que va dirigida a evaluar el costo del proyecto, como indicador particular, a un nivel inicial, buscando la valoración de índices que puedan reflejar la situación de cada variante analizada durante el proceso de construcción y explotación (utilización) del proyecto.

### 3.3.2 Definición Operacional de los aspectos

Tabla 3.3

ASPECTO		DEFINICIÓN OPERACIONAL
Modelo de Vivienda Sustentable en Serie (Fraccionamiento VIDA)		Poco Sustentable – Medianamente Sustentable - Sustentable
		Características físicas y ubicación del fraccionamiento
		Incidencia de los materiales de construcción
		Incidencia del diseño Arquitectónico
		Incidencia de las Soluciones Constructivas y Estructurales
Incidencia Ecológica		Incidencia ecológica del diseño arquitectónico y urbanístico.
		Incidencia ecológica de las decisiones técnico constructivas y estructurales
		Incidencia ecológica de los materiales
		Uso eficiente de la energía
		Uso eficiente del agua
Impacto Socioeconómico	Impacto Social para los habitantes del fraccionamiento VIDA y comparativa con una muestra de habitantes de un fraccionamiento con características “tradicionales” de construcción	Nivel de Satisfacción con la vivienda seleccionada
		Relación entre usuarios y la empresa constructora
		Nivel de Satisfacción con el diseño y los detalles estético-arquitectónicos del fraccionamiento y la vivienda
		Nivel de Satisfacción con el sistema constructivo, calidad de los materiales de construcción y acabados de la vivienda
		Percepción del Nivel de Prestigio del fraccionamiento en comparación con fraccionamientos vecinos.
		Nivel de Satisfacción con factores de confort ambiental
		Nivel de Utilización de Sistemas pasivos y activos de climatización.
	Impacto Económico para los habitantes del fraccionamiento VIDA y comparativa con una muestra de habitantes de un fraccionamiento con características “tradicionales” de construcción	Nivel de Importancia de Factores al seleccionar la opción de vivienda
		Percepción del Precio de Vivienda al momento de la compra
		Gastos mensuales promedio por el consumo de Servicios.
		Percepción del Nivel de Ahorro en el pago de servicios
		Percepción del Costo de mantenimiento de la vivienda.
		Costo por Área habitable del proyecto de vivienda.
		Análisis económico para la fase de mantenimiento del proyecto (Costo de Explotación)

### 3.3.3 CUADRO Y FUENTES DE DEFINICIÓN DE CONCEPTOS

Tabla 3.4

Conceptos	Definición Conceptual	Definición Operacional		
		Unidad de Medición	Indicadores	Operaciones Necesarias
Modelo sustentable de vivienda en serie	Desarrollos de vivienda que respetan el clima, el lugar, la región y la cultura, incluyendo una vivienda efectiva, eficiente y construida con sistemas constructivos y tecnologías óptimas para que sus habitantes puedan enfrentar las condiciones climáticas extremas que prevalecen en algunas zonas del país; y, que facilitan el acceso de la población a la infraestructura, el equipamiento, los servicios básicos y los espacios públicos. (CONAVI, 2008)	(poco, medianamente o sustentable)  Criterios de Ubicación, densificación del suelo, características físicas, áreas, índices, volúmenes, relaciones.	Indicadores de sustentabilidad en las viviendas de acuerdo a la región climática establecida (CONAVI) y métodos de uso internacional	Entrevistas directas con los constructores del proyecto. Revisión de planos y especificaciones del proyecto Visita de campo para recopilación documental.  Y análisis de fortalezas y debilidades o áreas de oportunidad.
Impacto Ecológico	El impacto que sobre el medio ambiente y la salud humana producen los materiales de construcción y las técnicas constructivas.	(poco, medianamente o sustentable)  Niveles de ofensividad al medio durante la fase de extracción de materia prima, construcción, y explotación. Índices de ahorro en consumo y emisiones contaminantes.	Incidencia del diseño arquitectónico.  Incidencia de las decisiones técnico constructivas y estructurales  Incidencia de los materiales  Uso eficiente de la energía  Uso eficiente del agua.	Entrevistas directas con los constructores del proyecto. Revisión de planos y especificaciones del proyecto Visita de campo para recopilación documental.  Y análisis de fortalezas y debilidades o áreas de oportunidad.

### 3.3.3 CUADRO Y FUENTES DE DEFINICIÓN DE CONCEPTOS

Conceptos	Definición Conceptual	Definición Operacional		
		Unidad de Medición	Indicadores	Operaciones Necesarias
Impacto Social	Nivel de aceptabilidad por parte de los ocupantes de la vivienda y las relaciones existentes con los agentes del proyecto. (Velázquez, 2004)	Distribución por edades, Cantidad de población, Densidad de población, Nivel de satisfacción ambiental, Nivel de satisfacción con la vivienda y sus características,	. La Aceptación social del proyecto, el prestigio alcanzado por la vivienda, la aceptación de los futuros ocupantes en relación con su bienestar, con sus conceptos estético funcionales y arquitectónicos, la confiabilidad estructural que le conceden los futuros ocupantes de la vivienda, así como su aceptación y confiabilidad sobre los materiales empleados y su proceso de acabado.	Diseño y aplicación de entrevistas estructuradas a los habitantes del Fraccionamiento VIDA Y Pedregal de Escobedo, y análisis comparativo cuantitativo de datos mediante categorización de datos cualitativos.
Impacto Económico	Incidencia dirigida a evaluar el costo del proyecto, como indicador particular, a un nivel inicial, buscando la valoración de índices que puedan reflejar la situación de cada variante analizada durante el proceso de construcción y explotación (utilización). (Velázquez, 2004).	Costo (moneda), Ingresos, Egresos, Porcentajes de ahorro en consumos, Índices de Costos de Ventas, Nivel de Importancia de Factores de selección de vivienda.	Indicadores estadísticos. Índices de precios del boletín nacional de la Vivienda. Índices elaborados en base a la comparación con proyectos de similares condiciones.	Diseño y aplicación de entrevistas estructuradas a los habitantes del Fraccionamiento VIDA Y Pedregal de Escobedo, y análisis cuantitativo.

### **3.3.4 Técnicas utilizados en el desarrollo de la investigación**

- Análisis documental y visitas de campo para identificar la existencia de proyectos de vivienda en serie con características de sustentabilidad, seleccionándose el Fraccionamiento “VIDA” en el municipio de General Escobedo, Nuevo León.
- Análisis descriptivo documental de las características del modelo de vivienda en serie y su incidencia ecológica, tomando en cuenta los criterios e indicadores de sustentabilidad y analizando las fortalezas y áreas de oportunidad del mismo, así como del Fraccionamiento con características “tradicionales”, para lo cual fue seleccionado “El Pedregal de Escobedo”, debido a que según el Boletín Nacional de Vivienda, (2006) ambos proyectos ofrecían viviendas de similares características en cuanto a espacio, precio, y ubicación.
- Observación en sitio, en el Fraccionamiento “VIDA”, recopilando información socioeconómica con los vecinos, analizando objetivamente el estado de las viviendas, el fraccionamiento y el entorno próximo y luego se procedió a realizar la misma tarea en el fraccionamiento “Pedregal de Escobedo”.
- Relacionar los aspectos analizados del Modelo de vivienda en serie sustentable, y el impacto socioeconómico en los habitantes del fraccionamiento, mediante un análisis comparativo.
- Precisar los datos obtenidos, logrando así la generalización de los resultados en dicha colonia.
- A través de los resultados obtenidos con el desarrollo de la investigación se podrá predecir el impacto socioeconómico causado con el mayor aporte de características de sustentabilidad en la construcción de fraccionamientos en serie en fortalecimiento de los objetivos propuestos por el Programa Nacional de Vivienda 2007-2012.

### 3.3.5 Propuesta metodológica que dio respuesta a las preguntas de investigación.

Tabla 3.5

Área de Estudio	Elementos a medir	Método	Estrategia	Técnica	Instrumento de Recolección de Datos	Instrumento de medición
¿Qué factores determinan el nivel de sustentabilidad de un proyecto de vivienda en serie?	Factores que determinan el nivel de sustentabilidad en un proyecto de vivienda en serie	Documental Observación directa	Revisión de sistemas de criterios e indicadores para la medición del nivel de sustentabilidad	Esquema, Registro de Observaciones, Subrayado de ideas, Revisión de planos, especificaciones, Visita de campo	Elaboración de fichas bibliográficas, textuales y mixtas. Entrevista	Análisis de texto Análisis comparativo
¿Cuenta el modelo con las características bioclimáticas necesarias para el área metropolitana de Monterrey?	Área, espacio, volumen, forma, orientación, materiales. Sistemas constructivos integrales.	Documental	Revisión Planimétrica Revisión de Principios de diseño. Revisión de principios de arquitectura bioclimática	Esquemas	Planos. Forma prediseñada de registro de datos.	Análisis y cuantificación Planimétrica
¿Cuál es el impacto social de la edificación sustentable?	Impacto social causado por un modelo de vivienda sustentable	Documental y campo	Revisión de criterios e indicadores sociales. Recorrido de campo y estrategia muestral	Esquema, Registro de observaciones, muestreo estratificado	Observación directa. Entrevistas estructuradas	Análisis comparativo
¿Cuál es el impacto económico de la edificación sustentable?	Impacto económico causado por un modelo de vivienda sustentable	Documental y campo	Revisión de criterios e indicadores económicos. Recorrido de campo y estrategia muestral	Esquema, Registro de observaciones, muestreo estratificado	Observación directa. Entrevistas estructuradas	Análisis comparativo

## V: RESULTADOS

### 4.1 Modelo de Vivienda Sustentable en Serie

**Tabla 4.1** Características físicas del fraccionamiento VIDA

Área Total	10,351.50 m <sup>2</sup>
Área Vial	2,219.40 m <sup>2</sup>
Área Urbanizable	8,192.10 m <sup>2</sup>
Área Municipal	1,288.10 m <sup>2</sup>
Área Municipal de preservación ecológica	1,291.85 m <sup>2</sup>
Área Municipal Total	2,579.95 m <sup>2</sup>
Área Vendible	5,552.15 m <sup>2</sup>
Área Habitacional	4,177.30 m <sup>2</sup>
Área Casa Tienda	1,874.85 m <sup>2</sup>
No. Lotes habitacionales	45
No. Lotes Casa Tienda	13
Total de Lotes	58
Ancho de calles	8.00 m
Ancho de aceras	1.80 m.

Fuente: Elaboración propia con información de Organización Castor S.A.

**Tabla 4.2** Características físicas de la vivienda de VIDA

Aspecto	Resultado
Clasificación de vivienda	Económica
Dimensiones Lote típico	6 x 15 m. (90 m <sup>2</sup> )
Dimensiones Planta baja	6.35 x 5.10 (32.4 m <sup>2</sup> )
Dimensiones Planta alta	6.35 x 5.10 (32.4 m <sup>2</sup> )
Altura Libre Planta baja	2.50
Altura Libre Planta Alta	De 2.50 a 2.80
Altura Ducto de Escaleras	5.45 m.
Espacio Car-Port	6 x 5.25 m
Patio Posterior	6 x 3.4 m
Ambientes Planta baja	Sala- Comedor, Cocina, Medio baño. Módulo de escaleras
Ambientes Planta Alta	2 recámaras ,1 baño.

Fuente: Elaboración propia en base a información Planimétrica y documental

**Tabla 4.3** Características constructivas de la vivienda

Cimentación	Losa de cimentación de 8cm, concreto premezclado F'c = 200 kg/cm <sup>2</sup> . Armado con malla 6x6 10/10.
Muros planta baja y alta	Block de 15 x 20 x 40 cm. Asentado con portero cemento-arena. Proporción 1:5.
Cubierta	Losa de concreto aislada mediante un aligerante de poliestireno expandido de 5 cm. De espesor.
Acabado interior	Enyesado de muros y cielos.
Acabado exterior	Acabado de perlita mineral aparente para muros exteriores y losa.
Piso	Vinílico.
Ventanería	Marcos de Aluminio anodizado natural y vidrio transparente de 3mm.

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 4.4** Características constructivas de la urbanización

<b>Aspecto</b>	<b>Resultado</b>
Materiales Urbanización	Calles con base de material selecto y Carpeta asfáltica. Aceras con base de material selecto, y fundición de concreto. Muros de block visto sin acabado para muros perimetrales de viviendas.
Red de Agua potable	Tubería principal de distribución de PVC. La red primaria de la zona de conexión tiene características de suficiencia en cuanto a diámetro de tubería, caudal, presión y calidad. Existió la gestión de precontratos individuales por vivienda ante el organismo operador local. El proyecto cuenta con la prueba de hermeticidad de la toma domiciliaria de acuerdo con la NOM-002-CNA Los medidores de flujo cumplen las especificaciones de la NOM-012-SCFI
Red de Drenaje	Sistema de Drenaje de Aguas Negras en tubería de PVC Descripción de la prueba y aprobación de la red y obras accesorias conforme a las especificaciones de la NOM-001-CNA Sistema de Drenaje de agua pluvial por escorrentía superficial
Red Eléctrica	Tendido general y acometidas domiciliarias por CFE.

**Fuente:** Elaboración propia en base a especificaciones de Proyecto

**Tabla 4.5** Características del Medio y su integración al Diseño Arquitectónico.

Aspecto	Resultado
Ubicación	Municipio General Escobedo, Nuevo León, México Ubicación geográfica: 25°48'3"N 100°23'31" O Altitud: 555 MSNM
Clima	Bioclima Cálido Seco Temperatura promedio anual 22 °C Temperatura máxima promedio 38°C Temperatura mínima promedio 3°C Precipitación Media anual 586mm Humedad relativa promedio 66% Vientos Dominantes Sureste-Noroeste
Conectividad , Servicios y uso	Ubicado en un intersticio dentro de la mancha urbana generado por la expansión del área metropolitana. Vías de Comunicación hacia los Municipios de San Nicolás, Monterrey y centro de Escobedo a través de vías como Avenida las Torres, Luis Donaldo Colosio y Liberamiento Noreste. Acceso y disponibilidad Inmediata a transporte público. Servicio de Agua: Compañía de Agua y Drenaje de Monterrey. Servicio Eléctrico: Comisión Federal de Electricidad. Servicio de Drenaje: Red colectora municipal. Densidad Habitacional: 220 personas/Ha. Uso: 93 % habitacional. 7% comercial.
Emplazamiento	18 lotes en crujía doble y 40 en crujía sencilla. 24% de viviendas en orientación de crujías Noroeste- Sureste 76% de viviendas en orientación de crujías Noreste- Suroeste Estudios para el emplazamiento mediante software especializado: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incidencia Solar</li> <li>• Asoleamiento de Fachadas</li> <li>• Estudio de Iluminación Natural Interior</li> <li>• Promedios Anuales y Veraniegos de Radiación Solar.</li> <li>• Distribución Anual de Cargas Caloríficas.</li> <li>• Incidencia de vientos dominantes.</li> </ul> Plantación de vegetación perenne local en área verde.
Medios Pasivos y Dispositivos Bioclimáticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de 4 modelos distintos de fachadas de acuerdo al estudio para emplazamiento.</li> <li>• Existencia de Aleros y Salientes en la fachada para evitar el soleamiento dependiendo de la orientación de la vivienda en el fraccionamiento.</li> <li>• Ventilación cruzada con ventanas operables.</li> <li>• Chimenea eólica en módulo de gradas.</li> <li>• Acabado Exterior de Perlita Mineral Aparente como aislante térmico.</li> <li>• Losa aislada mediante aligerante de poliestireno expandido de 5 cm.</li> <li>• Inodoro con descarga "dual-flush" para ahorro de</li> </ul>

	<p>consumo de agua.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regadera (ducha) ahorradora de consumo de agua.</li> <li>• Celdas solares para iluminación de frente y posterior de la vivienda y módulo de escaleras.</li> </ul> <p>Utilización de <i>Mulch</i> en área de juegos (material orgánico hecho a base de ramas trituradas y tratadas con agua para crear una colchoneta orgánica que permite la absorción de agua al subsuelo, no irradia calor y protege al reducir el impacto de caídas</p>
Calidad / Certificación de Diseño	<p>Acreditado por la Comisión Nacional de Vivienda y certificado por el Instituto de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) como un proyecto con resultados sobresalientes que rebasan, por un amplio margen, el anteproyecto de la NOM-020-ENER: Eficiencia Energética en Edificaciones Envoltentes de Edificios Residenciales.</p> <p>XVI Premio Obras Cemex en la categoría de Vivienda de Interés Social en 2007</p> <p>Premio Nacional de Vivienda, en la categoría de Vivienda Sustentable en 2007.</p>
Encargado de Diseño	Instituto Nacional de la Vivienda.
Empresa constructora	Organización Castor S.A. de C.V.
Tecnología constructiva	Sistema de construcción de mampostería integral reforzada, y cerramientos con Losa de concreto con aligerante.
Tiempo de construcción	6 meses
Esquema de organización de obras	<p>Oficina central de coordinación entre Instituto Nacional de la Vivienda y empresa constructora.</p> <p>Residencia en obra por la constructora.</p> <p>Contratistas de construcción para ejecución de proyecto.</p>
Instalaciones provisionales	<p>Suministro de agua mediante red de agua y drenajes de Monterrey.</p> <p>Acometida provisional de CFE.</p>
Diseño Estructural	<p>Diseño de muros en base a reglamentos aprobados para mampostería reforzada.</p> <p>Diseño de losas en cumplimiento de reglamentos y criterios de tolerancias y resistencia los esfuerzos.</p> <p>La losa tiene un diseño particular, que se considera más seguro, debido a que el mismo diseño del poliestireno permite que las calles donde lleva el acero de refuerzo lleven una sección uniforme en toda la superficie de la losa; por lo que no se corren riesgos de secciones de concreto fuera del cálculo</p> <p>El diseño estructural ha valorado y utilizado los métodos y normas necesarias para dar cumplimiento a consideraciones como:</p> <p>Propiedades mecánicas de los materiales;</p> <p>Tolerancias en las dimensiones de los elementos</p>

	<p>estructurales, como medidas de claros, secciones de las piezas, áreas y distribución del acero y espesores de recubrimientos; Nivel y alineamiento de los elementos estructurales. Cargas muertas y vivas en la estructura.</p> <p>El proyecto cumple con los parámetros y recomendaciones establecidas por el Reglamento de Construcción de Monterrey (y su zona conurbada) en el Capítulo VI, correspondiente a “De la seguridad y El Diseño Estructural”.</p>
--	---

**Fuente:** Elaboración propia

## 4.2 Impacto Ambiental

**Tabla no. 4.6** Impacto Ambiental de los principales Materiales utilizados.

Material	Efecto Invernadero	Acidificación	Contaminación Atmosférica	Ozono	Metales Pesados	Energía	Residuos Sólidos
Pétreos y Cementantes	+	+	++	+	+	+	+++
Acero	++	++	+++	+	++	++	+
Aluminio	+++	+++	++	+	+++	+++	+
PVC	++	++	+++	+	++	++	++
Poliestireno	++	+++	+++	++	+++	+++	++

**+** Bajo impacto  
**++** Medio Impacto  
**+++** Alto Impacto

**Fuente:** Elaboración propia en base a información de Programa SIMAPRO, 2009.

**Tabla 4.7** Impacto Ambiental de la vivienda durante la construcción y período de explotación.

<b>Inserción de la vivienda (período de construcción)</b>	<p>Uso anterior del terreno: Espacio Baldío.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Factores Bióticos afectados:</li> </ul> <p>Fauna: no existe evidencia de daño alguno. Flora: no existe evidencia de tala o daño a la vegetación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Factores Abióticos afectados:</li> </ul> <p>Aire: Generación de polvo y ruido durante el período constructivo a un nivel aceptable de acuerdo a la tecnología empleada. Agua: No existe evidencia de daño a mantos acuíferos. Tierra: No existe evidencia de daño a terreno mediante el desecho</p>
---	---

	<p>de sustancias nocivas.</p> <p>Consideración: Cumplimiento con el Estudio de Impacto Ambiental.</p>
<b>Planes de Reutilización, o reciclaje de materiales.</b>	<p>Consideraciones mínimas.</p> <p>No existe plan específico.</p>
<b>Período de explotación de la vivienda</b>	<p>Pronóstico de Ahorro de energía de poco más de 4 mil 400 pesos (de 2007) anuales por vivienda, equivalentes a 2 mil 448 kilowats. Equivalente a la disminución en el consumo energético en un 30% debido a la integración de iluminación natural indirecta, celdas solares, y ventilación natural.</p> <p>Pronóstico de 50% de reducción en el consumo de agua, comparada con una vivienda tradicional de las mismas dimensiones.</p> <p>Evita que se emitan al medio ambiente 1.4 toneladas anuales de CO<sub>2</sub>.</p> <p>Los materiales utilizados en la losa permiten una reducción del 60% del impacto térmico en comparación con los materiales tradicionales.</p> <p>Reducción aproximada de 5°C de Temperatura interior debido a la utilización de materiales aislantes, losa y dispositivos pasivos (Ver tabla en Anexos).</p> <p>Reducción de islas de calor mediante área verde equivalente a 10.6 m<sup>2</sup> por habitante del fraccionamiento.</p>

**Fuente:** Elaboración propia.

## 4.3 Impacto Socioeconómico

### 4.3.1 Incidencia Social

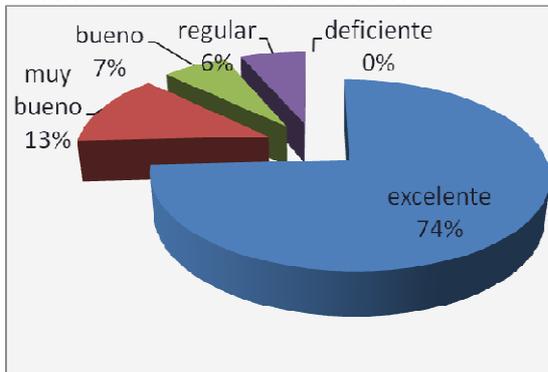
#### Datos Resumen de Entrevistas Aplicadas en el estudio de Caso del Fraccionamiento VIDA, en General Escobedo, Nuevo León

##### I. Datos Generales del Entrevistado

Total de entrevistas aplicadas	31	Promedio de habitantes por vivienda:	4
Número de hombres entrevistados	20	Jefatura del hogar	F:8 M:23
Número de mujeres entrevistadas	11	Promedio de edad entrevistados:	33
Promedio de años viviendo en la localidad	2.6 años		

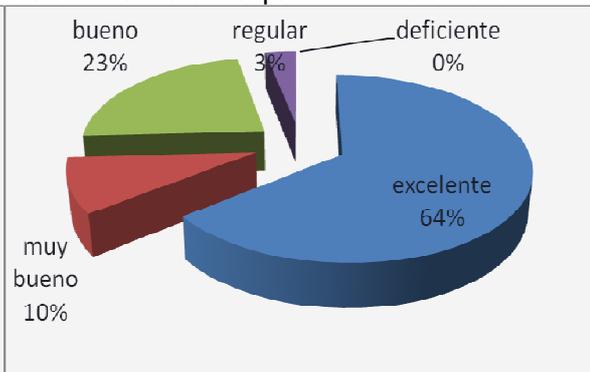
#### Incidencia Social

Nivel de Satisfacción de la vivienda



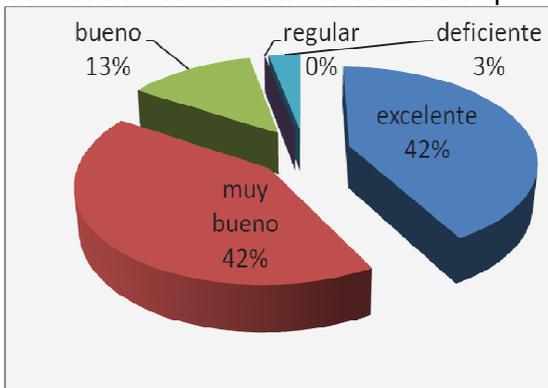
E	MB	B	R	D
23	4	2	2	0

Relación con la empresa constructora



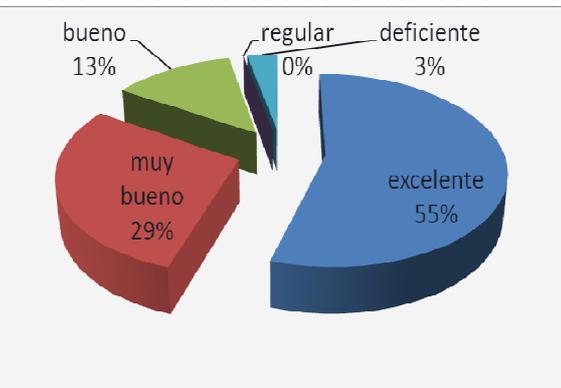
E	MB	B	R	D
20	3	7	1	0

Calificación de los detalles estético-arq.



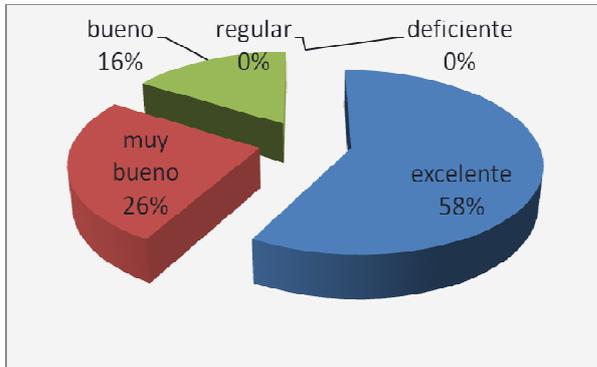
E	MB	B	R	D
13	13	4	0	1

Calificación de la calidad de la losa de la vivienda



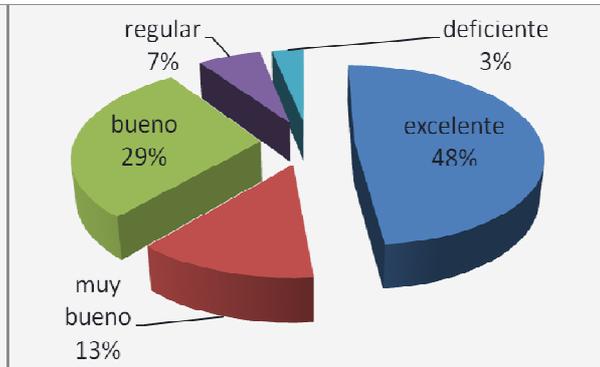
E	MB	B	R	D
17	9	4	0	1

Calidad de los muros de la vivienda



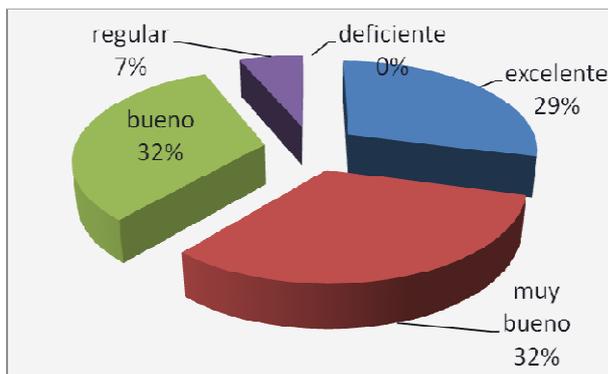
E	MB	B	R	D
18	8	5	0	0

Calidad de los materiales utilizados



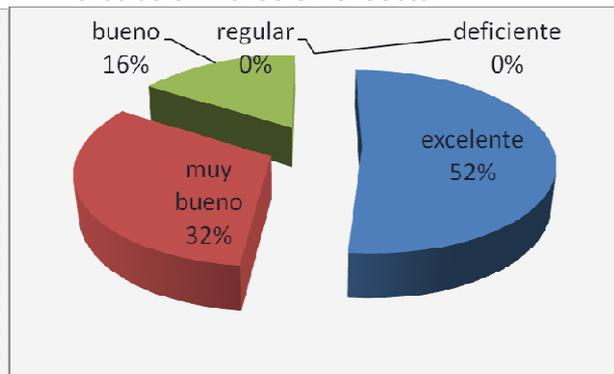
E	MB	B	R	D
15	4	9	2	1

Calidad de los acabados de la vivienda



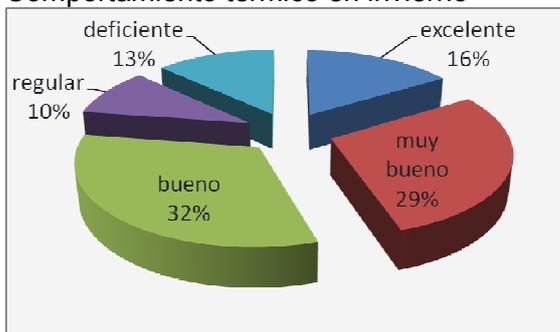
E	MB	B	R	D
9	10	10	2	0

Nivel de prestigio del fraccionamiento frente a otros similares en el sector



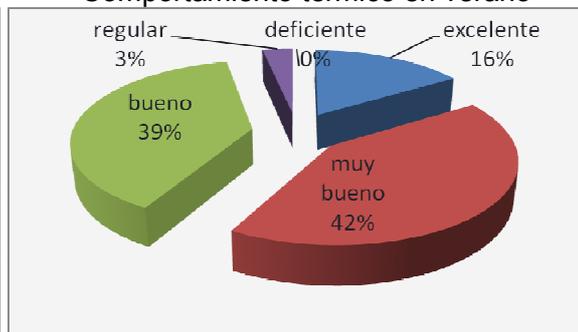
E	MB	B	R	D
16	10	5	0	0

Comportamiento térmico en invierno



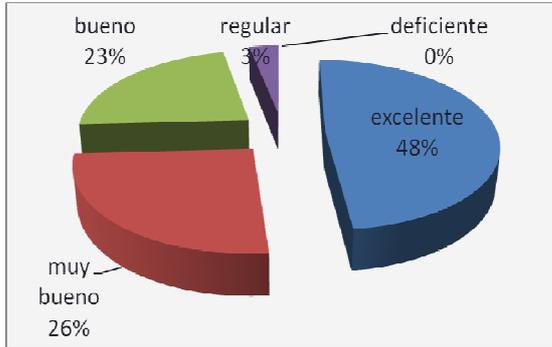
E	MB	B	R	D
5	9	10	3	4

Comportamiento térmico en verano



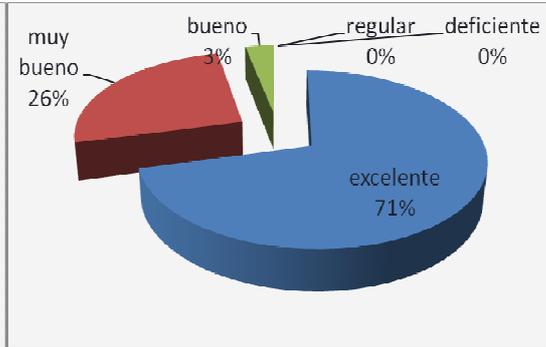
E	MB	B	R	D
5	13	12	1	0

Ventilación natural de la vivienda



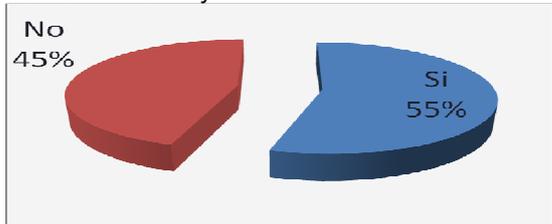
E	MB	B	R	D
15	8	7	1	0

Iluminación natural de la vivienda

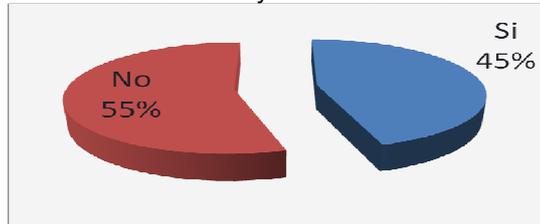


E	MB	B	R	D
22	8	1	0	0

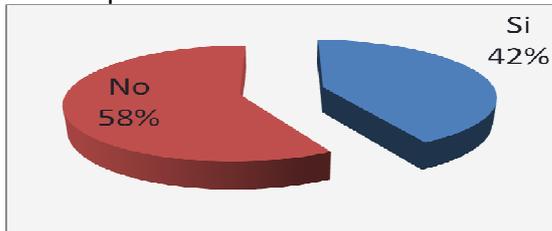
Habitaciones muy frías en invierno



Habitaciones muy calientes en verano



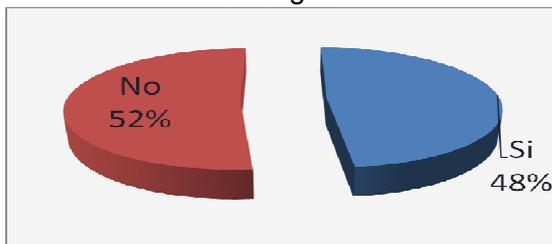
Utiliza aparatos de calefacción en invierno



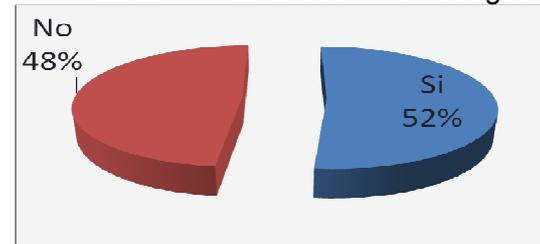
Utiliza sistema de aire ( lavado/ acond.)



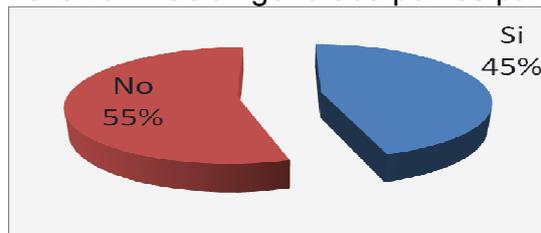
Utiliza calentador de agua



Utiliza focos ahorradores de energía



Utiliza sistema la iluminación generada por los paneles solares



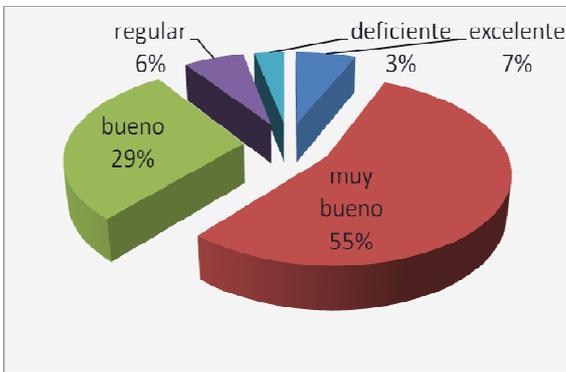
## Datos Resumen de Entrevistas Aplicadas en el estudio de Caso del Fraccionamiento Pedregal de Escobedo, en General Escobedo, Nuevo León

### I. Datos Generales del Entrevistado

Total de entrevistas aplicadas	31	Promedio de habitantes por vivienda: 4
Número de hombres entrevistados	12	Jefatura del hogar F:5 M:26
Número de mujeres entrevistadas	19	Promedio de edad entrevistados: 31
Promedio de años viviendo en la localidad	3.5 años	

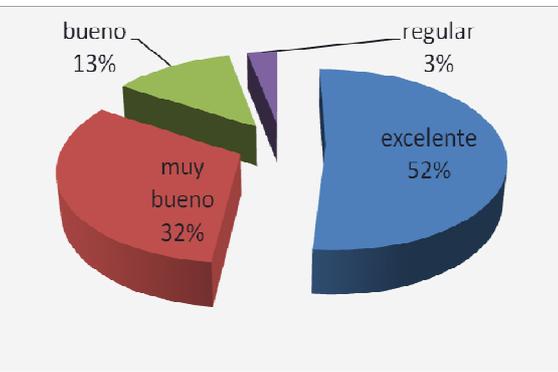
### Incidencia Social

Nivel de Satisfacción de la vivienda



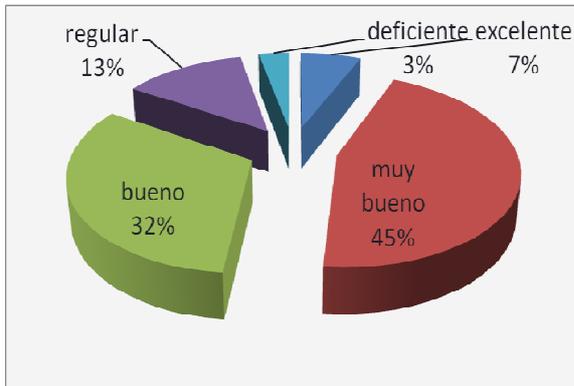
E	MB	B	R	D
2	17	9	2	1

Relación con la empresa constructora



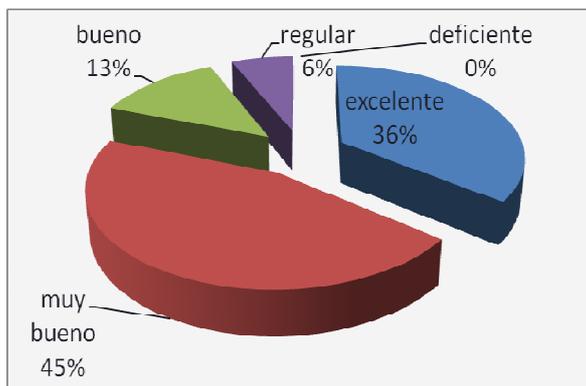
E	MB	B	R	D
16	10	4	1	

Calificación de los detalles estético-arq.



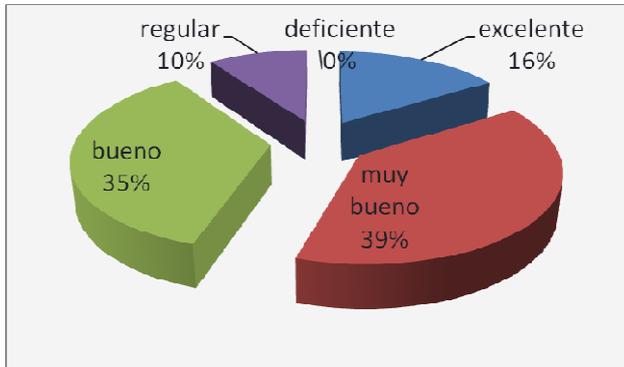
E	MB	B	R	D
2	14	10	4	1

Calificación de la calidad de la losa de la vivienda



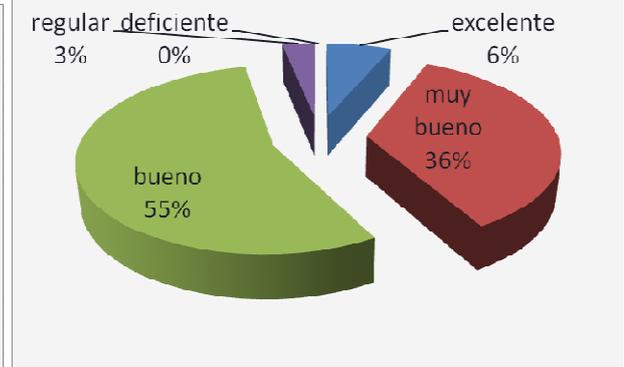
E	MB	B	R	D
11	14	4	2	0

Calidad de los muros de la vivienda



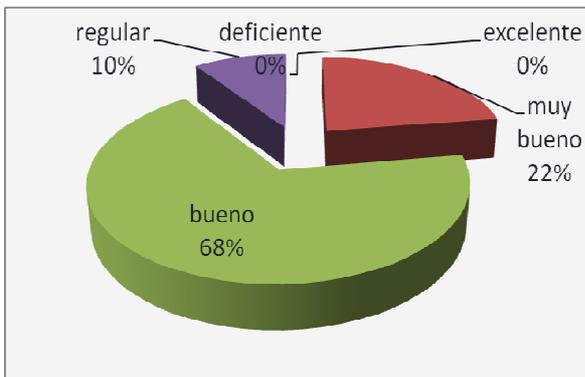
E	MB	B	R	D
5	12	11	3	0

Calidad de los materiales utilizados



E	MB	B	R	D
2	11	17	1	0

Calidad de los acabados de la vivienda



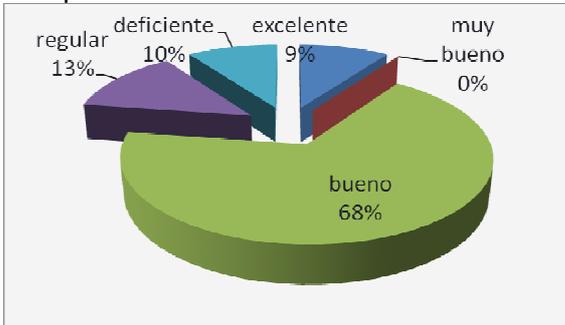
E	MB	B	R	D
0	7	21	3	0

Nivel de prestigio del fraccionamiento frente a otros similares en el sector



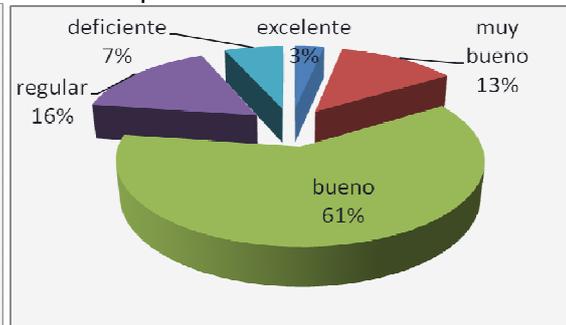
E	MB	B	R	D
1	8	15	7	0

Comportamiento térmico en invierno



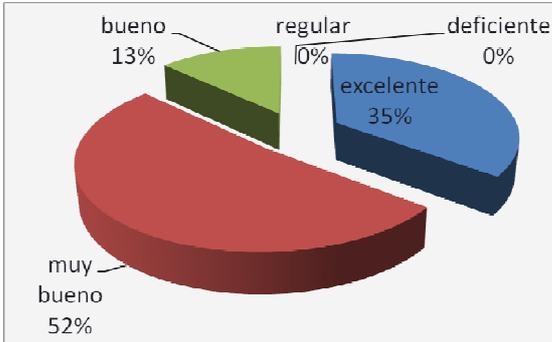
E	MB	B	R	D
3	0	21	4	3

Comportamiento térmico en verano



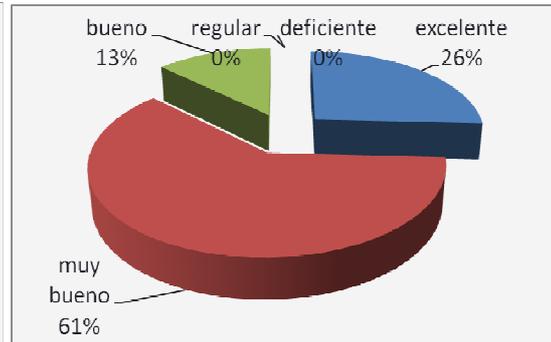
E	MB	B	R	D
1	4	19	5	2

Ventilación natural de la vivienda



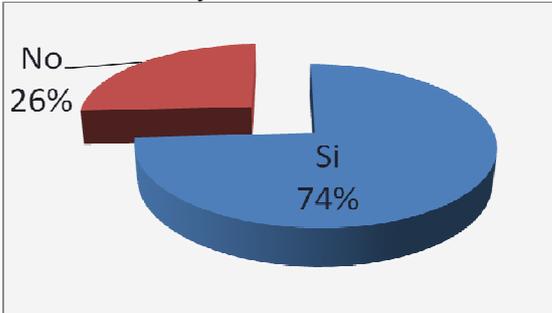
E	MB	B	R	D
11	16	4	0	0

Iluminación natural de la vivienda

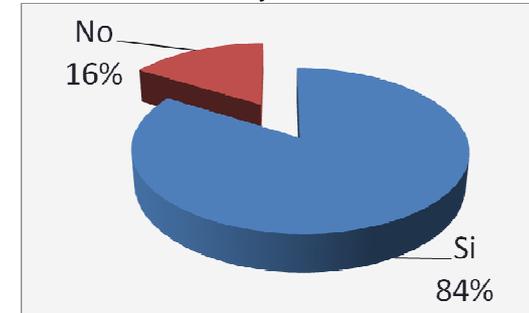


E	MB	B	R	D
8	19	4	0	0

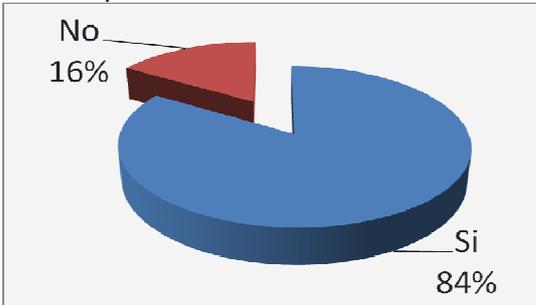
Habitaciones muy frías en invierno



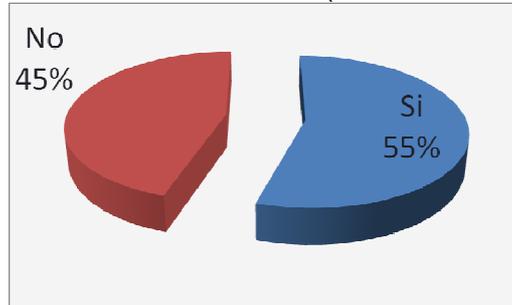
Habitaciones muy calientes en verano



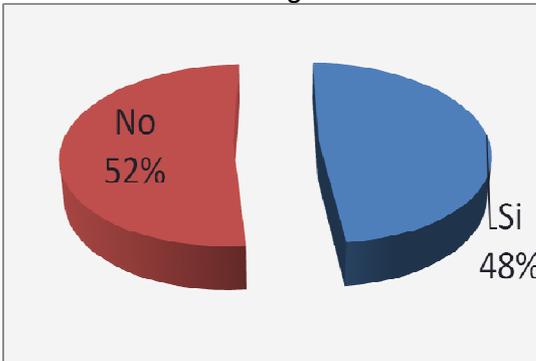
Utiliza aparatos de calefacción en invierno



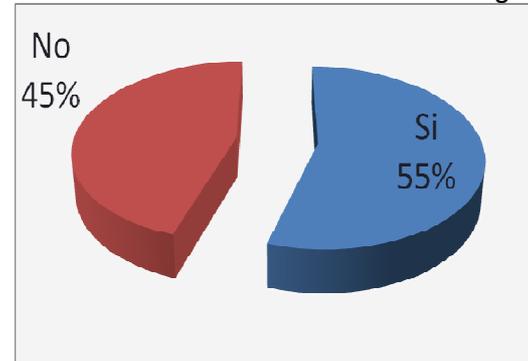
Utiliza sistema de aire ( lavado/ acond.)



Utiliza calentador de agua



Utiliza focos ahorradores de energía



- **Comparación de resultados de incidencia social**

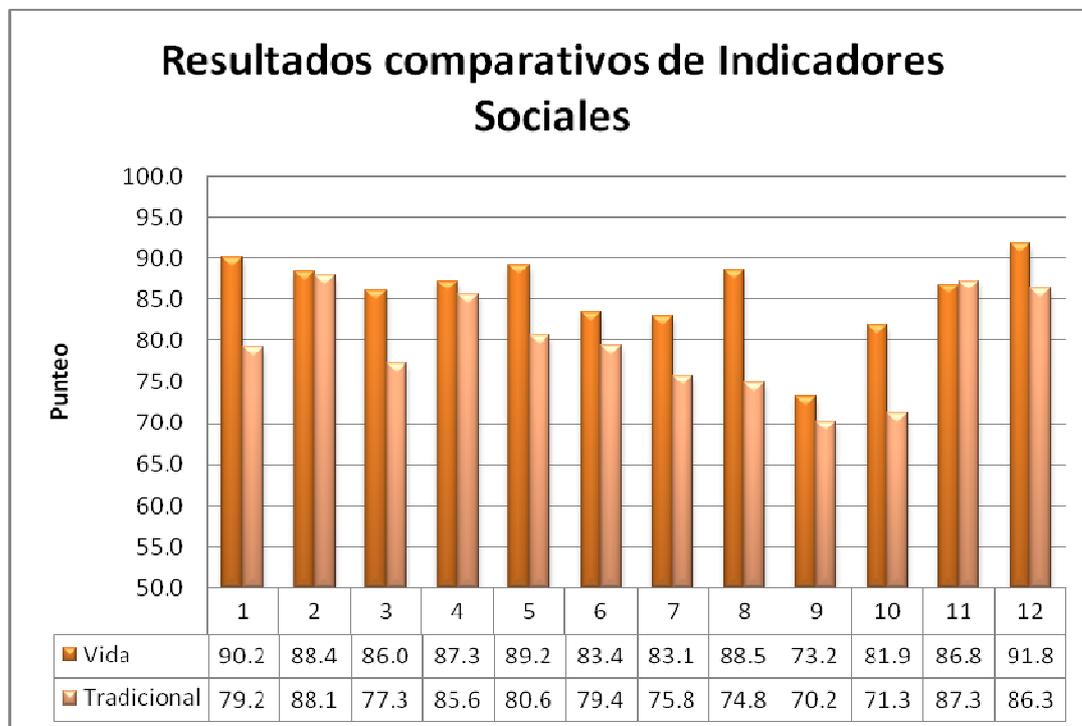
**Resultados cuantitativos de datos mediante categorización de valores. (Percepción de los usuarios)**

**Tabla 4.8** Resultados de indicadores sociales

	<b>ViDA</b>	<b>Fraccionamiento Tradicional</b>
1. Satisfacción general con la vivienda seleccionada	90.2	79.2
2. Relación con la empresa constructora	88.4	88.1
3. Detalles estético-arquitectónicos	86.0	77.3
4. Estructura y construcción de losa	87.3	85.6
5. Estructura y construcción de Muros	89.2	80.6
6. Calidad de materiales utilizados	83.4	79.4
7. Calidad de acabados de la vivienda	83.1	75.8
8. Prestigio del fraccionamiento	88.5	74.8
9. Comportamiento térmico en invierno	73.2	70.2
10. Comportamiento térmico en verano	81.9	71.3
11. Ventilación natural	86.8	87.3
12. Iluminación Natural	91.8	86.3

Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 4.38** Resultados de indicadores sociales



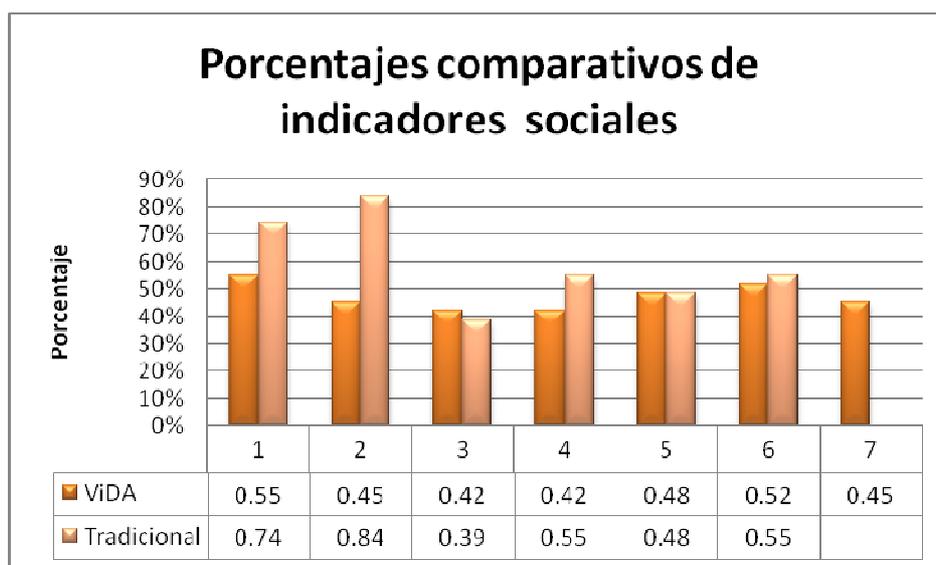
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4.9** Indicadores Sociales. (porcentajes de percepción o uso de la vivienda)

1. Personas que opinan que hay habitaciones muy frías en invierno
2. Personas que opinan que hay habitaciones muy calientes en verano
3. Viviendas que utilizan aparatos de calefacción
4. Viviendas que utilizan sistemas de aire lavado/ acondicionado
5. Viviendas que utilizan calentador de agua
6. Viviendas que utilizan focos ahorradores de energía
7. Viviendas que utilizan iluminación generada por panel solar (Solo ViDA)

Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 4.39** Porcentajes comparativos de percepción y uso de la vivienda.



Fuente: Elaboración propia

### 4.3.2 Incidencia Económica

#### Datos Resumen de Entrevistas Aplicadas en el estudio de Caso del Fraccionamiento VIDA, en General Escobedo, Nuevo León

Precio de la vivienda: \$ 250,000.00 a \$ 325,000.00 (variación debido a tamaño de terreno)

Precio a valores de año 2006.

Precio de venta por m2 de construcción: \$ 3,855.64

¿Cuál fue el orden de Importancia de los factores al momento de comprar la vivienda?

Tabla 4.10

	Valores mediante categorización cuantitativa de valores cualitativos.
1-Precio	88.55
2- Financiamiento.	84.35
3- Ubicación	85.32
4- Diseño de la vivienda.	82.40
5- Áreas Verdes del fraccionamiento	81.61
6- Características ecológicas	80.00

	Muy Bajo	Bajo	Regular	Alto	Muy Alto
Percepción del precio de la vivienda en comparación con otras que se ofrecían en el mercado.	4	11	13	6	
Percepción del costo de mantenimiento de su vivienda y los dispositivos con los que cuenta	18	6	5	2	
Percepción del costo de mantenimiento de las áreas verdes del fraccionamiento	26	3		2	

Gasto promedio mensual de agua	\$ 78.60
Gasto promedio mensual de Electricidad	\$ 258.71

	Percibe ahorro	Porcentaje de ahorro percibido	No percibe ahorro
Percepción de la existencia de Ahorro en el Gasto por consumo de Agua respecto a otras viviendas similares.	10	28.5 %	21
Percepción de la existencia de Ahorro en el Gasto por consumo Eléctrico respecto a otras viviendas similares	17	30%	14

**Datos Resumen de Entrevistas Aplicadas en el estudio de Caso del  
Fraccionamiento VIDA, en General Escobedo, Nuevo León**

Precio de la vivienda: \$ 240,145.30  
 Precio a valores de año 2006.

Precio de venta por m2 de construcción: \$ 3,752.27

¿Cuál fue el orden de Importancia de los factores al momento de comprar la vivienda?

Tabla 4.11

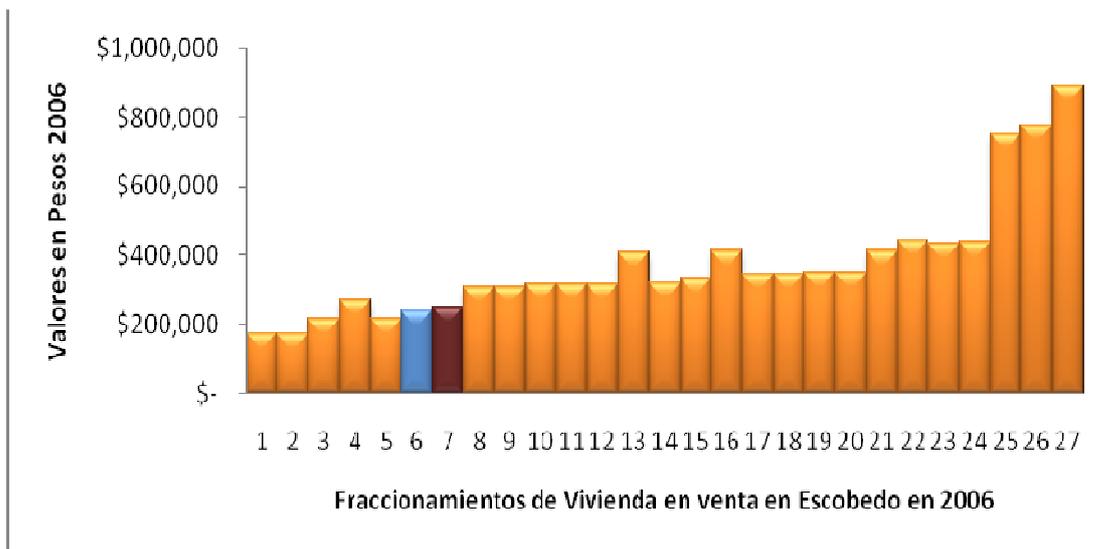
	Valores mediante categorización cuantitativa de valores cualitativos.
1-Ubicación	88.23
2- Precio	84.35
3- Diseño de la vivienda.	82.10
4- Financiamiento	78.06

	Muy Bajo	Bajo	Regular	Alto	Muy Alto
Percepción del precio de la vivienda en comparación con otras que se ofrecían en el mercado.	2	14	14	1	

Gasto promedio mensual de agua	\$ 112.90
Gasto promedio mensual de Electricidad	\$ 402.58

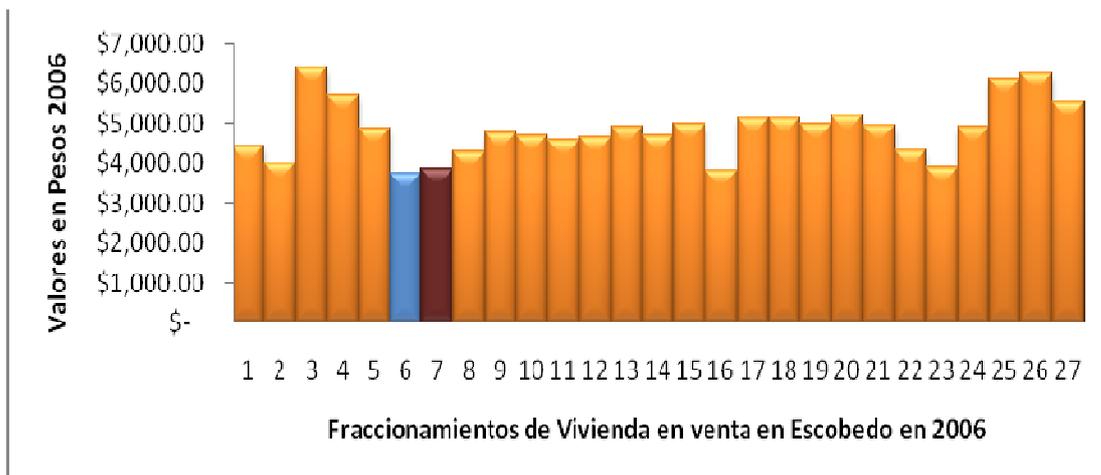
- **Indicadores Económicos**

**Gráfica 4.40** Precio de Fraccionamientos en Venta en el municipio de Escobedo 2006



**Fuente:** Elaboración propia en base a datos de CONAVI,2006.

**Gráfica 4.41** Precio por metro cuadrado de construcción de Fraccionamientos en Venta en el municipio de Escobedo 2006

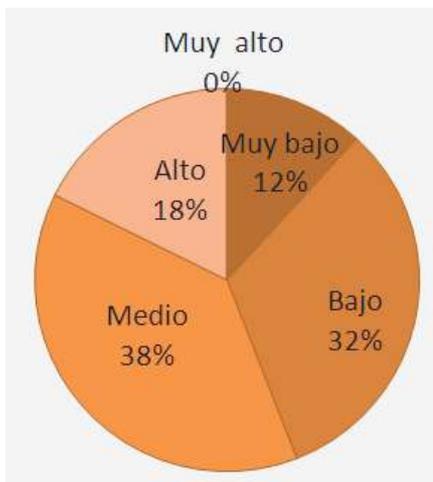


**Fuente:** Elaboración propia en base a datos de CONAVI,2006.

**Nota:** Las barras resaltadas de color distinto en las gráficas 4.3 y 4.4 identifican a los fraccionamientos utilizados como Casos de estudio. ViDA (6) y Pedregal de Escobedo (7).

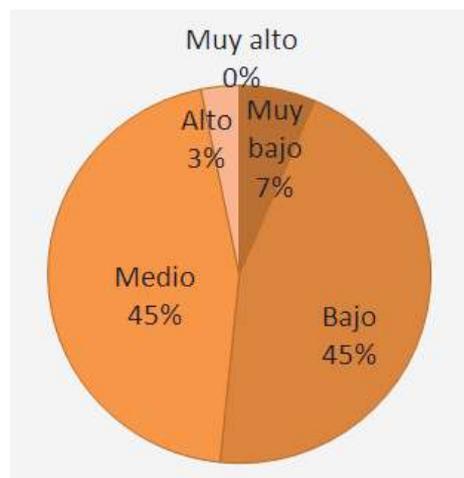
**Comparación de la percepción del precio de Venta de los fraccionamientos por parte de los usuarios.**

**Gráfica 4.42** Fraccionamiento ViDA



Fuente: Elaboración propia

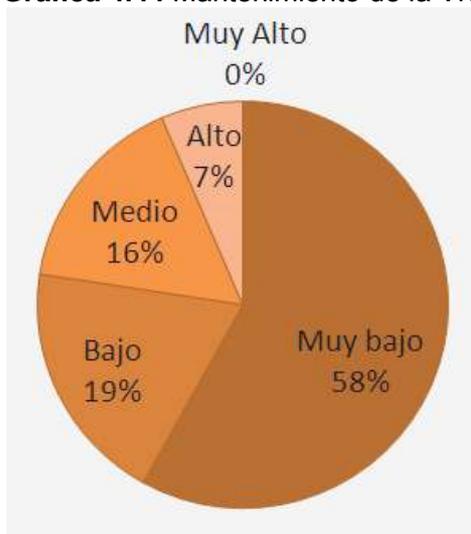
**Gráfica 4.43** Fraccionamiento Tradicional



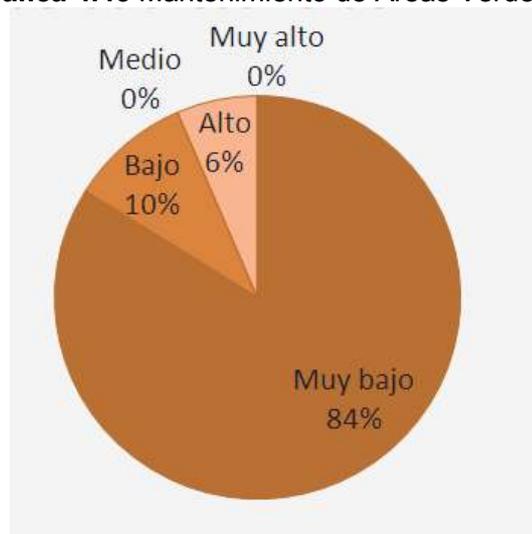
Fuente: Elaboración propia

**Comparación de la percepción del precio de mantenimiento de la vivienda y de las áreas verdes del Fraccionamiento ViDA.**

**Gráfica 4.44** Mantenimiento de la Vivienda **Gráfica 4.45** Mantenimiento de Áreas Verdes



Fuente: Elaboración propia

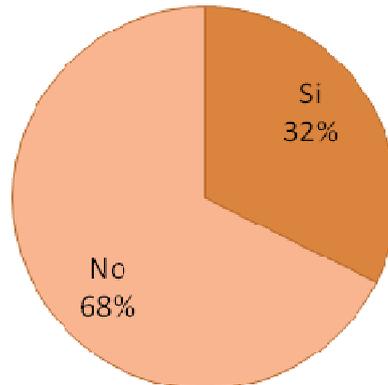


Fuente: Elaboración propia

### Ahorro en el Consumo de agua

- **Ahorro pronosticado por datos de diseño: 50%**
- Percepción de ahorro por los usuarios de las viviendas

**Gráfica 4.46** Porcentaje de usuarios que perciben ahorro

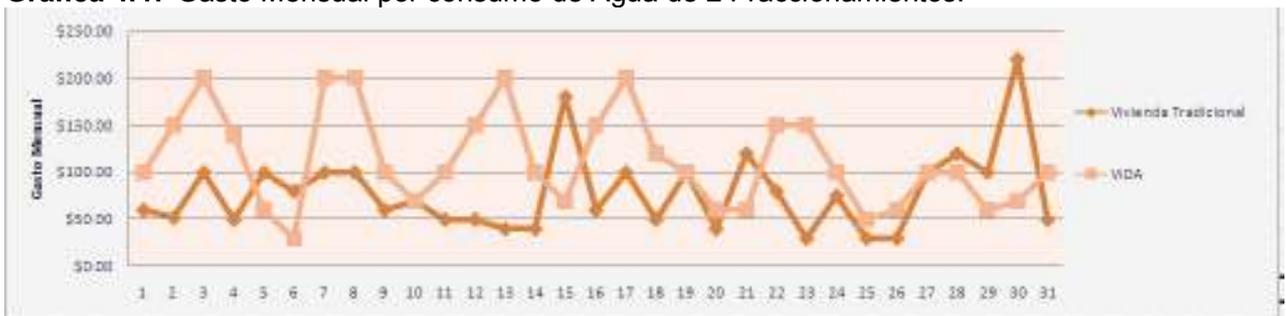


Fuente: Elaboración propia

**Promedio de ahorro percibido por los usuarios: 28.5%**

### Comparación de Gasto mensual entre usuarios de Fraccionamiento ViDA y Vivienda Tradicional.

**Gráfica 4.47** Gasto Mensual por consumo de Agua de 2 Fraccionamientos.



Fuente: Elaboración propia

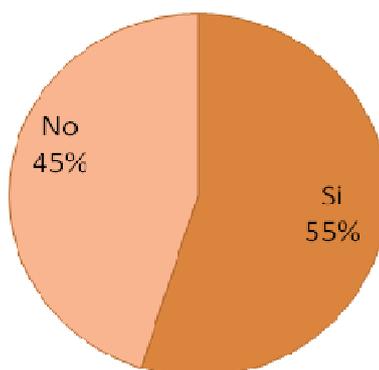
Consumo Promedio ViDA	\$ 78.60
Consumo Promedio Vivienda Tradicional	\$ 112.90

**Porcentaje de ahorro de acuerdo a la comparación de resultados: 30.3%**  
**Ahorro en el Consumo Eléctrico**

## Ahorro en el Consumo Eléctrico

- **Ahorro pronosticado por diseño: 30%**
- Percepción de ahorro por los usuarios de las viviendas

**Gráfica 4.48** Porcentaje de usuarios que perciben ahorro

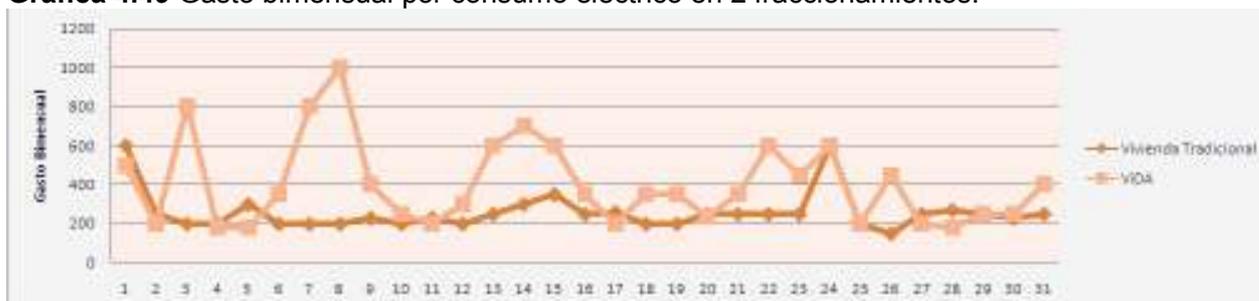


Fuente: Elaboración propia

**Ahorro percibido por los usuarios: 30%**

## Comparación de Gasto bimensual entre usuarios de Fraccionamiento ViDA y Vivienda Tradicional.

**Gráfica 4.49** Gasto bimensual por consumo eléctrico en 2 fraccionamientos.



Fuente: Elaboración propia

Consumo Promedio ViDA	\$ 258.71
Consumo Promedio Vivienda Tradicional	\$ 404.58

**Porcentaje de ahorro de acuerdo a la comparación de resultados: 36%**

## **CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

En base a los resultados presentados, obtenidos mediante distintas técnicas y métodos, se procede al análisis de estos, generando las conclusiones del modelo estudiado y su incidencia, en respuesta a los objetivos planteados.

#### **Datos generales del entrevistado**

Fueron realizadas 31 entrevistas estructuradas en cada uno de los fraccionamientos. Se consideró un porcentaje de participación similar entre hombres y mujeres al momento de la aplicación de la entrevista. La jefatura masculina es de 75% y la femenina de 25% en el fraccionamiento ViDA, mientras que en el "Pedregal de Escobedo", la jefatura masculina es de 84% y la femenina de 16%. El promedio de habitantes por vivienda en ambos fraccionamientos fue de 4 personas.

**Objetivo:** Evaluar el impacto social y económico de un modelo de vivienda sustentable en el Área Metropolitana de Monterrey.

- **Aspecto Social**

**Resultados:** Se procedió a realizar un análisis cuantitativo de los datos cualitativos mediante un proceso de categorización de valores, y se obtuvieron los siguientes resultados comparativos:

Los vecinos del fraccionamiento ViDA presentan una satisfacción a nivel general con la opción de vivienda seleccionada de 11 % sobre la satisfacción que muestran los vecinos de un fraccionamiento tradicional.

La relación entre los clientes y la empresa constructora poseen un mismo nivel de valoración.

Respecto a la satisfacción por las características físicas de la vivienda se encuentra que los usuarios de la vivienda de ViDA, encuentran mayor satisfacción respecto a los del modelo de vivienda tradicional, resultando un 8.7% superior en la

calificación de los detalles estético-arquitectónicos, un 8.6% en la calificación de la estructura y construcción de los muros, un 4% en la calidad de los materiales utilizados, un 7.3 % en la calidad de los acabados de la vivienda, y un 13.7 % en el nivel de prestigio que goza el fraccionamiento al considerar la calidad de este frente a otros similares en el sector.

Elementos como la percepción de la calidad estructural y constructiva de la losa no presenta una variación significativa al comparar ambos fraccionamientos.

En el aspecto de confort generado por la vivienda, se encuentra que los valores calificativos de comportamiento térmico en invierno, se encuentran relativamente bajos y sin una diferencia evidente (73.2 Y 70.2) Para ViDA y el fraccionamiento tradicional, respectivamente, por lo que se concluye que el funcionamiento de la vivienda sustentable durante ese período no es del todo satisfactorio. Pero se encuentra además que el 55% de usuarios de ViDA opinan que existen habitaciones muy frías durante el invierno, mientras el 74% del fraccionamiento tradicional realizan la misma apreciación de sus viviendas.

Durante el período de verano la vivienda de ViDA eleva su calificación, presentando una diferencia de 10.6% sobre la vivienda tradicional, colaborando con el indicador, el resultado que el 45% de usuarios de ViDA opina que existen habitaciones muy calientes durante el invierno, frente al 84% que afirman lo mismo de su vivienda en el fraccionamiento tradicional.

La ventilación natural no presenta una diferencia significativa en la calificación de ambos fraccionamientos, y la iluminación natural presenta una calificación de 5.5% superior en ViDA respecto a la vivienda tradicional.

En cuanto a criterios de uso, se encontró que un porcentaje similar de usuarios (39% y 42%) utilizan algún sistema calefacción en sus viviendas, mientras que en lo que respecta a sistemas de aire acondicionado/ aire lavado, un 42% de usuarios de ViDA lo utilizan, mientras un 55% en el fraccionamiento Tradicional.

En lo que respecta a usos de tecnologías, se encontró que en ambos fraccionamientos el 48% de usuarios utilizan calentador de agua, de los cuales ninguno es de funcionamiento solar.

El 52% de usuarios de ViDA utilizan focos ahorradores de energía en su vivienda, mientras el 55% de usuarios del fraccionamiento tradicional lo hacen. Y solo el 45% de usuarios del fraccionamiento ViDA utilizan el sistema de iluminación de la vivienda por paneles solares, aduciendo el desuso a falta de conocimiento de donde conseguir las luminarias especiales, fin de uso y falta de mantenimiento de la batería o robo de la misma.

Finalmente, como aspectos adicionales, se puede comentar que ambos fraccionamientos se encuentran en una ubicación en la que según la impresión de los vecinos, los principales problemas que se presentan socialmente son el pandillerismo y las peleas callejeras en el sector, sin embargo, propiamente en el interior del fraccionamiento ViDA, los usuarios perciben cierto nivel de tranquilidad aceptable por las características “semiprivadas” del fraccionamiento, tomando en cuenta que no existe un control de ingreso al lugar.

- **Aspecto Económico**

**Resultados:** Según los datos proporcionados por la Comisión Nacional de vivienda los precios, tanto totales, como el índice generado de precio por metro cuadrado de construcción se mantuvieron dentro de los rangos y límites de precios de mercado, pese a que, según la empresa constructora, la construcción de la vivienda rebasó en costos un 12% el costo promedio de construcción de una vivienda tradicional. La nivelación de costos fue posible a través de la intervención gubernamental a través del Instituto Nacional de la Vivienda mediante la creación de un fideicomiso para el terreno del proyecto.

Al momento de entrevistar a los usuarios respecto a la percepción del precio de venta, se encontraron datos similares a los que ofrecía un fraccionamiento tradicional de similares condiciones, sumando un porcentaje de 70% los que consideraron el precio entre medio a bajo, mientras que en el fraccionamiento

tradicional fue un 90% de usuarios el que consideró el precio oscilante entre medio y bajo (a precios de mercado de 2006).

Respecto a los costos de mantenimiento de la vivienda, y pese a tener ciertas características o dispositivos bioclimáticos, el 77% opina que el costo de mantenimiento es de bajo a muy bajo, solamente el 7% opina que tiene un costo alto, lo que aducen a los focos especiales que se necesitan o el mantenimiento de la batería del sistema solar de iluminación. Lo que respecta a costo de mantenimiento de las áreas verdes, el 84% perciben que es muy bajo, debido a que en su mayor parte es de responsabilidad municipal.

Analizando los costos por servicios, se encontró que debido a los sistemas ahorradores existentes en la vivienda, los responsables de diseño pronosticaron un 50% de ahorro en el consumo de Agua. Al encuestar a los usuarios, solo el 32% perciben un ahorro en éste consumo. De esta fracción, el ahorro percibido respecto a una vivienda tradicional es de 29%. Evaluando cuantitativamente el comportamiento de las viviendas, se determinó un promedio de gasto por consumo mensual por vivienda, y el resultado fue de \$78.60 en las viviendas de ViDA respecto a \$ 112.90 del fraccionamiento tradicional. Estos datos generan un ahorro de 30.3%. En conclusión es posible afirmar que sí existe un ahorro notable en el consumo de Agua debido a la incorporación de dispositivos, sin embargo por ser una vivienda económica relativamente pequeña y de acuerdo al uso del agua que se acostumbre en cada familia, en ocasiones la tendencia de consumo puede asemejarse al de una vivienda tradicional en ciertos casos, y el ahorro no es percibido claramente por los usuarios, pero los números finales en pesos respaldan ésta afirmación.

En el gasto por consume eléctrico, los responsables de diseño pronosticaron un 30% de ahorro debido a la incorporación del sistema solar de paneles, el diseño para beneficiar la iluminación natural, y los sistemas de aislamiento en losa y muros para disminuir el uso de sistemas eléctricos de climatización. De los encuestados del fraccionamiento ViDA, un 55% perciben la existencia de el ahorro por consumo eléctrico, de los cuales la percepción de éste es de 30%

aproximadamente. Al realizar el análisis de costos, se encontró que en promedio, cada vivienda de ViDA consume \$258.71 (pago bimensual), mientras que en el fraccionamiento tradicional el promedio de gasto bimensual por consumo es de \$404.58. Estos datos nos dan un ahorro por consumo del 36% lo que permite afirmar que sí existe evidencia para afirmar el ahorro por consumo eléctrico en las viviendas debido a la incorporación de sistemas pasivos y activos bioclimáticos.

### **5.1.2 Propuesta Metodológica de Evaluación Cuantitativa de Sustentabilidad**

**Objetivo:** Analizar las fortalezas y debilidades que presenta un modelo de vivienda en serie sustentable y las áreas de oportunidad existentes para futuros desarrollos.

**Resultados:** En base a indicadores propuestos por Velásquez (2004) para la evaluación de sustentabilidad en proyectos de vivienda, y los criterios e indicadores de sustentabilidad de la Comisión Nacional de Vivienda (2008) se propone a continuación un método cualitativo para evaluar un proyecto de vivienda en serie, y determinar así las fortalezas y debilidades o áreas de oportunidad de éste.

La propuesta analizará 6 ejes: Incidencia de materiales de construcción, Incidencia del diseño arquitectónico, Incidencia de las soluciones constructivas y estructurales, Incidencia ecológica, Incidencia Social y Económica. Cada una de estos indicadores posee una serie de atributos, donde se presentarán los aspectos positivos y negativos de cada uno, determinando una calificación cualitativa para cada atributo a evaluar. El criterio sugerido para evaluar es el siguiente:

Criterio de evaluación cualitativa de atributos mediante categorización.

- Excelente (Ex): El Indicador y sus atributos presentan fortalezas, no se identifican áreas de oportunidad y además aporta o cumple con criterios de sustentabilidad.
- Muy Bueno (MB): El indicador y sus atributos presentan fortalezas y pocas o ninguna área de oportunidad, pero no llegan a realizar un aporte notable a la sustentabilidad.

- Bueno (B): El indicador y sus atributos presentan fortalezas y debilidades/ áreas de oportunidad, pero cumple con requerimientos mínimos aceptables.
- Regular (R): El indicador y sus atributos presentan notables áreas de oportunidad, sin embargo, no presenta efectos nocivos de impacto.
- Deficiente (D): El indicador y sus atributos presentan áreas de oportunidad y además representan riesgos de medio o alto impacto.

**Tabla 5.1** Incidencia de los Materiales de Construcción.

INDICADOR	CALIFICACIÓN	OBSERVACIONES
Disponibilidad de materia prima y componentes productivos para la producción del material;	EX	<b>Fortalezas:</b> Materiales con base de elaboración de cemento y Acero poseen alta disponibilidad en la región, encontrándose bancos, yacimientos, e industrias de proceso en la región.
Características del equipamiento y fuerza de trabajo.	MB	<b>Fortalezas:</b> Los materiales a utilizar son considerados como “tradicionales” por lo que no se requerirá ningún esfuerzo o aporte adicional en el equipamiento y fuerza de trabajo a emplear.
Características energéticas del proceso de producción del material;	B	<b>Fortalezas:</b> La producción/ extracción de materiales pétreos (arena, grava, piedra, tierra) presentan un comportamiento energético idóneo.  <b>Debilidades/Áreas de oportunidad:</b> Los plásticos y metales, en especial el aluminio, presentan un comportamiento energético negativo en su proceso de producción.
Características ecológicas del proceso de producción	R	<b>Fortalezas:</b> La extracción y producción de productos pétreos (arenas, cementos, concretos, block) poseen un bajo impacto de efecto invernadero, daño a la capa de ozono, acidificación, generación de metales pesados y consumo energético.  <b>Debilidades/Áreas de oportunidad</b> Los materiales pétreos y sus derivados impacto ambiental medio en lo respectivo a contaminación atmosférica y un impacto alto en la generación de residuos sólidos. Este tipo de materiales, y debido a su uso masivo, son los principales responsables del colapso de vertederos. La producción de Acero presenta un impacto ambiental medio en el efecto invernadero, acidificación, producción de metales pesados y consumo energético. Y un alto impacto en la contaminación atmosférica. La Producción de aluminio genera un alto impacto ambiental en el efecto invernadero, acidificación, metales pesados y consumo energético.  La producción de PVC presenta un alto impacto en la contaminación

		<p>atmosférica y</p> <p>La espuma de poliestireno utilizada en paneles aislantes en la losa, se considera de alto impacto en la acidificación, contaminación atmosférica, metales pesados y consumo energético, y de impacto medio en la capa de ozono.</p> <p>Los pisos del tipo vinílico producen emanaciones tóxicas del material y de los adhesivos</p> <p>(Ver tabla de impacto ambiental de materiales de construcción en anexos).</p>
comportamiento del material producido	MB	<p><b>Fortalezas:</b></p> <p>La mayor ventaja de los materiales pétreos es su elevada durabilidad, una de las máximas de los materiales sostenibles.</p> <p>El concreto y su elevado calor específico lo hace muy útil para emplear estrategias pasivas de aprovechamiento de la radiación solar, la llamada inercia térmica.</p> <p>Al comparar el factor de aislamiento, características y costo obtenidos con el acabado de Perlita Mineral Aparente de los muros se obtiene una excelente relación costo-beneficio, obteniendo repelencia al agua, evitando así problemas que se podrían presentar por fallas en la impermeabilidad de los muros o losas.</p> <p>El aligerante que es utilizado en la losa es de casetones de poliestireno de alta densidad ( hielo seco ) el cual presenta propiedades térmicas tanto a bajas como a altas temperaturas. (Ver tabla en anexos).</p> <p><b>Debilidades/ Áreas de Oportunidad:</b></p> <p>Alta generación de residuos sólidos por materiales de origen pétreo.</p>
la incidencia sociocultural del material o producto seleccionado.	MB	<p><b>Fortalezas:</b></p> <p>Los materiales seleccionados son de características “tradicionales” en la construcción de viviendas, por lo que existe una adecuada percepción por parte de los usuarios.</p>

**Tabla 5.2** Incidencia del Diseño Arquitectónico

Adaptabilidad a la topografía y al medio geográfico. /Ubicación y densificación	MB	<p><b>Fortalezas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integralidad y proximidad a la mancha urbana</li> </ul> <p>El predio se ubica dentro de la mancha urbana en un predio vacío existente, ocupando un intersticio generado por la expansión de la ciudad.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conectividad y movilidad</li> </ul> <p>Se promueve la accesibilidad y movilidad de la población del desarrollo habitacional a los equipamientos y subcentros urbanos a través de la vialidad y de sistemas de transporte colectivo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraestructura</li> </ul> <p>Cumple los requerimientos de agua, drenaje y energía eléctrica y la factibilidad de dotación del servicio y da cumplimiento a la normatividad y regulaciones establecidas al respecto.</p> <p><b>Debilidades/ Áreas de oportunidad:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La mezcla de usos no ha resultado como fue prevista.</li> <li>• No se fomenta el uso plurifamiliar o alta densificación.</li> </ul>
---	----	--

Características del emplazamiento	EX	<p><b>Fortalezas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agrupamiento Predominio de espaciamiento en sentido Sureste-Noroeste</li> <li>• Orientación de las viviendas Estudio de orientaciones en base a posición solar y dirección de vientos dominantes definiéndose 4 orientaciones de vivienda.</li> <li>• Espacios Exteriores Integración de Vegetación perenne local.</li> </ul>
Incidencia de los factores bioclimáticos y acústicos	MB	<p><b>Fortalezas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Localización de espacios Ubicación de espacios según estudio de Soleamiento.</li> <li>• Tipo de techo Con poca pendiente según recomienda CONAVI para el bioclima Cálido-seco.</li> <li>• Altura de piso a Techo Superior a 2.5 en el lecho inferior del techo.</li> <li>• Dispositivos de control solar. Existencia de Aleros y Salientes en la fachada para evitar el soleamiento dependiendo de la orientación de la vivienda en el fraccionamiento.</li> <li>• Ventilación: Ventilación cruzada con ventanas operables. Existencia de chimenea eólica en módulo de gradas.</li> </ul> <p><b>Debilidades/ Áreas de oportunidad:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de protección contra vientos fríos en invierno. (vegetación).</li> </ul>
Comportamiento de las relaciones espaciales y funcionales	MB	<p><b>Fortalezas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El modelo de la vivienda obedece a un diseño en planta de aceptación por el mercado, contando con relaciones espaciales y funcionales simples y efectivas.</li> <li>• Las relaciones espaciales del fraccionamiento ofrecen una integración adecuada de las viviendas con las áreas comunes para la mayor parte de los usuarios.</li> </ul> <p><b>Debilidades/ Áreas de oportunidad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los vecinos ubicados en las crujías perimetrales no gozan de un acceso inmediato a las áreas verdes comunes.</li> </ul>
Factores estético-visuales	MB	<p><b>Fortalezas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uniformidad en el diseño arquitectónico pese a la existencia de 4 modelos distintos.</li> <li>• Mantenimiento de las viviendas en los aspectos visuales del diseño original.</li> </ul> <p><b>Debilidades/ Áreas de oportunidad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muro de block expuesto sin conexión al fraccionamiento en fachada posterior en bloques de vivienda de una crujía.</li> </ul>
Presencia en la etapa de diseño del proyecto de mantenimiento	B	<p><b>Fortalezas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación de Manual de Mantenimiento para Usuarios.</li> </ul> <p><b>Debilidades/ Áreas de oportunidad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No se prevé el mantenimiento adecuado de las áreas verdes (el diseño original utiliza Mulch como una colchoneta orgánica), ni del sistema fotovoltaico para su completo y correcto funcionamiento.</li> </ul>
Economía de las	MB	<p><b>Fortalezas:</b></p>

soluciones del diseño arquitectónico		<p>El diseño se adaptó al tope económico de 250,000 pesos (precio de 2006) como precio de venta para poder ser considerado dentro de la categoría para optar a un crédito INFONAVIT, optimizando bajo este tope económico las soluciones de diseño.</p> <p>Pese a que la vivienda cuenta con características en cuanto a tamaño y equipamiento superiores a las de un fraccionamiento con características tradicionales, se logró mantener un precio de mercado adecuado para el tipo de vivienda que se ofrece.</p> <p><b>Debilidades/ Áreas de oportunidad</b></p> <p>En su momento, la utilización de un calentador de agua solar se encontraba fuera del alcance económico para los desarrolladores debido al tope económico mencionado. Actualmente el costo se ha reducido hasta en un 70%.</p>
Previsión para la durabilidad del inmueble	EX	<p><b>Fortalezas:</b></p> <p>Los materiales utilizados predominantes (principalmente los de origen pétreo) ofrecen alta durabilidad, lo cual constituye una de las principales características exigidas a los materiales sustentables, lo que garantiza una alta duración del tiempo de vida del inmueble.</p>
Calidad de las soluciones arquitectónicas del proyecto	EX	<p><b>Fortalezas:</b></p> <p>El proyecto fue acreditado por la Comisión Nacional de Vivienda y certificado por el Instituto de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) como un proyecto con resultados sobresalientes que rebasan, por un amplio margen, el anteproyecto de la NOM-020-ENER: Eficiencia Energética en Edificaciones Envoltantes de Edificios Residenciales.</p> <p>Adicionalmente, este proyecto recibió el XVI Premio Obras Cemex en la categoría de Vivienda de Interés Social en 2007 y fue merecedor del Premio Nacional de Vivienda, en la categoría de Vivienda Sustentable, en ese mismo año.</p>

**Tabla 5.3** Incidencia de las Soluciones Constructivas y Estructurales

Selección del tipo de tecnología para ejecución del proyecto	B	<p><b>Fortalezas:</b></p> <p>El sistema constructivo presenta características tradicionales, por lo que la selección de tecnología no presenta dificultades en cuanto a disponibilidad y procesos de ejecución</p> <p><b>Debilidades/ Áreas de oportunidad:</b></p> <p>Como sistema constructivo y tecnología sustentable, deben primarse los sistemas de montaje en seco, ya que facilita el desmontaje de componentes y su posterior inserción en otras construcciones. Al mismo tiempo, las labores de acoplamiento de las distintas partes generan menos residuos y un menor coste global que los sistemas de unión de tipo húmedo.</p> <p>En cualquier caso, si éste fuera el sistema elegido, será preciso atender a la homogeneización de los materiales constituyentes, en orden a su posterior valorización como residuo.</p>
Características de las instalaciones	MB	<p>Se realizó el adecuado equipamiento de acuerdo a la tecnología constructiva seleccionada, y las fuentes de energía utilizadas durante la construcción del proyecto fueron acometidas temporales municipales (Agua) y de CFE (electricidad)</p>
Esquemas de organización y ejecución de obras	MB	<p><b>Fortalezas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El sistema presenta facilidad y racionalidad constructiva.</li> <li>• Características y Disponibilidad de Mano de obra.</li> </ul> <p>Existió disponibilidad de la mano de obra en el sector,</p>

		<p>trabajándose el proyecto con contratistas, los cuales se encargaron de las distintas fases de edificación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de construcción El tiempo de construcción fue de 5 meses para las 58 viviendas y el proyecto de urbanización, adecuándose a la programación original.</li> <li>• Organización de obras El proyecto contó con una sola fase de ejecución, y se organizó bajo un sistema administrativo de organización central coordinada por los constructores y los inversionistas y una residencia de obra encargada de la verificación de contratistas.</li> </ul>
Calidad del estudio de suelos	EX	<p><b>Fortalezas:</b> El estudio cumple con los requerimientos y alcances de trabajos técnicos solicitados por el Municipio de Monterrey y su área conurbada aledaña. Se han presentado los resultados por un laboratorio debidamente acreditado y con la supervisión y aprobación del Instituto Nacional de la Vivienda.</p>
Valoración estructural de los métodos modernos y cumplimiento de factores de seguridad establecidos	EX	<p><b>Fortalezas:</b> El proyecto cumple con los parámetros y recomendaciones establecidas por el Reglamento de Construcción de Monterrey (y su zona conurbada) en el Capítulo VI, correspondiente a "De la seguridad y El Diseño Estructural". El diseño estructural ha valorado y utilizado los métodos y normas necesarias para dar cumplimiento a consideraciones como: Propiedades mecánicas de los materiales; Tolerancias en las dimensiones de los elementos estructurales, como medidas de claros, secciones de las piezas, áreas y distribución del acero y espesores de recubrimientos; Nivel y alineamiento de los elementos estructurales. Cargas muertas y vivas en la estructura.</p>
Calidad del cálculo estructural	EX	<p><b>Fortalezas</b> El cálculo estructural satisface los parámetros y reglamentos aplicables a la zona. El cálculo estructural ofrece una opción optimizada en lo que respecta a la relación Seguridad / Economía</p>
Valoración del comportamiento estructural de los materiales de construcción empleados	EX	<p><b>Fortalezas</b> Las piezas de mampostería cumplen los valores indicativos de resistencia a compresión, aplastamiento, tensión, modulo de elasticidad, cortante. Los morteros cuentan cumplen los valores indicativos de resistencia a la compresión. El acero cumple con los valores de resistencia, cantidad y separación del acero, protección, dobleces y anclajes.</p>

**Tabla 5.4** Incidencia Ecológica

INDICADOR	ATRIBUTO	CALIFICACION	OBSERVACIONES
<b>Incidencia ecológica del diseño arquitectónico y urbanístico.</b>	Ofensividad del proceso de inserción arquitectónica.	EX	<b>Fortalezas</b> El proyecto fue planeado en un Terreno provisto por el Instituto Nacional de la vivienda, el cual se encontraba baldío, y su inserción no presentó ofensividad.
	Adaptación e integración al contexto natural.	EX	<b>Fortalezas</b> El proyecto se ubica en un espacio perteneciente a la mancha urbana del Área Metropolitana de Monterrey, en un sector de crecimiento, y se ha adaptado al medio circundante sin causar mayor impacto, y colaborando con la generación de áreas verdes.
	Previsión para la destrucción, rehusos o reciclaje de los desperdicios que provoca la inserción arquitectónica y urbanística general.	D	<b>Debilidades/ Áreas de Oportunidad</b> No se ha previsto un plan específico de rehusos o reciclaje.
<b>Incidencia ecológica de las decisiones técnicas constructivas y estructurales</b>	Ofensividad del proceso de construcción	B	<b>Fortalezas</b> El proceso constructivo no presentó inconvenientes o daños causados al medio durante el tiempo de ejecución <b>Debilidades/ Áreas de Oportunidad</b> Por tratarse de un sistema de uniones húmedas (morteros/concretos), se presenta la ofensividad característica generada en el aspecto de residuos sólidos.
	Aceptabilidad del funcionamiento ecológico del medio circundante durante el período de construcción.	MB	<b>Fortalezas:</b> El proyecto cumple con las normativas de impacto ambiental, y no se encuentra en riesgo ningún factor biótico o abiótico circundante susceptible a mediano o alto impacto durante el período de construcción.
	Previsión para la destrucción, rehusos o reciclaje de los desperdicios que provoca el período de construcción.	R	<b>Debilidades/ Áreas de Oportunidad</b> No se ha previsto un plan específico de rehusos o reciclaje, más que la extracción convencional de desechos sólidos.

<b>Incidencia ecológica de los materiales</b>	Ofensividad de la extracción de la materia prima.	B	<p><b>Fortalezas</b> La extracción de la materia prima de origen pétreo (de predominancia en el proyecto) presenta bajo impacto en el daño de ozono, efecto invernadero o alto consumo energético</p> <p><b>Debilidades/Áreas de oportunidad</b> Los materiales pétreos y sus derivados (base de morteros/ concretos) debido a su uso masivo, son los principales responsables del colapso de vertederos naturales. La producción de acero, aluminio, poliuretanos y pvc presentan mediano o alto impacto en efecto invernadero, acidificación, daño al ozono, contaminación atmosférica, y consumo energético. (Fuente: Sinapró, Ver tabla en Anexos).</p>
	Ofensividad durante el tiempo de explotación de la vivienda.	EX	<p><b>Fortalezas</b> Beneficios pronosticados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La disminución en temperatura interior de aprox. 5°C debido al diseño, losa, y materiales reflejantes.</li> <li>• La combinación de materiales utilizados, sistemas pasivos y tecnología implementada Evita que se emitan al medio ambiente 1.4 toneladas anuales de CO2. (Certificación por el Instituto de ingeniería de la UNAM).</li> </ul>
<b>Uso Eficiente de la Energía</b>	Gas	R	<p><b>Fortalezas</b> El 48% de los usuarios utilizan el mencionado calentador de agua de paso.</p> <p><b>Debilidades/Áreas de oportunidad</b> El diseño original No contempla la inclusión de un calentador de gas tipo instantáneo (de paso) para agua, que cumpla con la NOM-003-ENER-2000. El diseño no presenta un calentador solar de agua debido a que en su momento, el precio de los mismos oscilaba entre 20 a 25 mil pesos, y esto se excedía de los límites económicos del proyecto.</p>
	Energía eléctrica	EX	<p><b>Fortalezas</b> El diseño de las viviendas presentan la inclusión de un sistema de paneles solares para la iluminación del frente de la vivienda, la parte posterior y el módulo de escaleras. El 52% de viviendas hacen uso de luminarios de uso interior de mínimo 20W con características ahorradoras.</p>

	Envolvente térmica	EX	<p><b>Fortalezas</b></p> <p>Aislamiento térmico para techo mediante losa aligerada de poliestireno expandido. Que permite una disminución de 5 a 7 grados interiores de temperatura. (Ver tabla en Anexo de resultado obtenido en Laboratorio del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey).</p> <p>Aislamiento térmico para muros exteriores con Perlita Mineral aparente.</p> <p>El proyecto con resultados sobresalientes que rebasan, por un amplio margen, el anteproyecto de la NOM-020-ENER: Eficiencia Energética en Edificaciones Envolventes de Edificios Residenciales</p>
Uso eficiente del Agua	Disponibilidad de agua en El conjunto	EX	<p><b>Fortalezas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe disponibilidad de volumen e infraestructura del organismo operador</li> <li>• El conjunto habitacional se encuentra dentro del plan municipal de agua potable.</li> <li>• La red primaria de la zona de conexión tiene características de suficiencia en cuanto a diámetro de tubería, caudal, presión y calidad.</li> <li>• Existió la gestión de precontratos individuales por vivienda ante el organismo operador local.</li> <li>• El proyecto cuenta con la prueba de hermeticidad de la toma domiciliar de acuerdo con la NOM-002-CNA</li> <li>• Los medidores de flujo cumplen las especificaciones de la NOM-012-SCFI</li> </ul>
	Suministro de agua en la vivienda	EX	<p><b>Fortalezas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los productos empleados como tuberías, válvulas, válvulas de seccionamiento en muebles hidrosanitarios, piezas especiales, depósitos para agua, medidor de flujo, regadera e inodoro se encuentran certificados con la norma de producto NMX aplicable.</li> <li>• Existe la descripción de la prueba hidrostática y descripción de etapas de aplicación.</li> <li>• Utilización de inodoro ahorrador “dual flush” con consumo certificado menor a 6 L. (menos que la NOM-008-CNA) por descarga y sistema independiente para líquidos y sólidos (dual) para descargas aún menores.</li> <li>• Utilización de regadera de ducha ahorradora, 13 litros por minuto. (Tradicional: 26 litros por minuto).</li> </ul>

	Agua residual	MB	<p><b>Fortalezas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba de hermeticidad y de estanquidad de acuerdo con lo indicado en la norma NOM-002-CNA.</li> <li>• Proyecto de red de atarjeas aprobado por el organismo operador de alcantarillado sanitario.</li> <li>• Descripción de la prueba y aprobación de la red y obras accesorias conforme a las especificaciones de la NOM-001-CNA</li> <li>• Autorización del punto de vertido final de las aguas residuales del municipio.</li> </ul> <p><b>Debilidades / Áreas de oportunidad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No se cuenta con doble sistema de drenaje para separar las aguas jabonosas de regaderas y lavadoras a inodoros e hidrantes de riego y uso general.</li> <li>• No se contempla un sistema de reuso de agua residual tratada</li> </ul>
	Agua pluvial	B	<p><b>Fortalezas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Escorrentía superficial.</li> </ul> <p><b>Debilidades / Áreas de oportunidad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No se contempla un sistema de captación de agua de lluvias y almacenamiento (individual de la vivienda o colectivo), con sistema de retorno y aprovechamiento en la vivienda de acuerdo con lo establecido en la legislación aplicable.</li> </ul>

**Tabla 5.5** Incidencia Social

Relación entre agentes	EX	<p><b>Fortalezas</b></p> <p>Los vecinos consideraron una relación de Excelente a Muy buena con la empresa constructora.</p> <p>La relación entre Inversionistas y desarrolladores del proyecto fue considerada como Excelente por parte de la empresa constructora del proyecto.</p>
Aceptación de los conceptos estético funcionales y arquitectónicos del proyecto	MB	<p><b>Fortalezas</b></p> <p>La opinión sobre el diseño de la vivienda recibió una calificación de Muy buena por parte de los usuarios, frente a Buena por parte de los usuarios del fraccionamiento tradicional.</p>
Satisfacción general del cliente con la vivienda seleccionada	EX	<p><b>Fortalezas</b></p> <p>El nivel de aceptación general fue considerado como Muy bueno, con una tendencia a Excelente.</p>
Participación del cliente en la etapa de construcción	B	<p><b>Debilidades / Áreas de Oportunidad</b></p> <p>No existe consideración al respecto.</p>
Prestigio alcanzado por la vivienda	MB	<p><b>Fortalezas</b></p> <p>Los usuarios consideraron un Muy buen prestigio del fraccionamiento al compararlo con fraccionamientos similares vecinos.</p>
Confiabilidad estructural y constructiva que perciben los ocupantes.	MB	<p><b>Fortalezas</b></p> <p>La percepción de los usuarios permanecieron en su mayoría en el rango de Muy bueno, respecto a la confiabilidad estructural y constructiva de su vivienda.</p>
Satisfacción con la calidad de los materiales utilizados	MB	<p><b>Fortalezas</b></p> <p>La percepción de los usuarios permanecieron en su mayoría en el rango de Muy bueno, respecto a la calidad de los materiales de construcción y los acabados de la vivienda.</p>
Contribución que hace el proyecto al fortalecimiento de la cultura y tradiciones históricas.	R	<p><b>Debilidades /Áreas de Oportunidad</b></p> <p>No existen consideraciones al respecto.</p>
Contribución que plantea el proyecto al rescate y bienestar de la cultura bioclimática	MB	<p><b>Fortalezas</b></p> <p>Incorpora al usuario conceptos de consumo energético, y aprovechamiento de energías alternativas.</p> <p><b>Debilidades /Áreas de Oportunidad</b></p> <p>No considera principios de reciclaje de residuos ni de servicios.</p>
Nivel de Confort	MB	<p><b>Fortalezas</b></p> <p>El comportamiento de la vivienda en relación a iluminación natural es considerado como Excelente.</p> <p>El comportamiento térmico en verano y la ventilación natural son considerados como Muy buenos.</p> <p><b>Debilidades /Áreas de Oportunidad</b></p> <p>El comportamiento térmico en verano es considerado como Bueno.</p>

**Tabla 5.6** Incidencia Económica

Costo de construcción	B	<p><b>Fortalezas</b></p> <p>La intervención gubernamental mediante un fideicomiso en el terreno del proyecto colaboró a que el alza del costo de construcción no se reflejara directamente en el precio de venta de la vivienda.</p> <p><b>Debilidades/ Áreas de oportunidad</b></p> <p>El costo de construcción con características de sustentabilidad en la vivienda económica, sobrepasa en un 10 a 15% el costo de una vivienda tradicional.</p>
Análisis económico de las soluciones	MB	<p><b>Fortalezas</b></p> <p>Cada solución considerada optimizó los recursos disponibles debido a que existía un límite económico para el precio de venta de la vivienda, para mantenerse dentro de la consideración de vivienda económica y optar a un crédito de Hipoteca Verde.</p> <p><b>Debilidades/ Áreas de oportunidad</b></p> <p>El mercado actual puede permitir la inclusión de nuevas tecnologías sin la necesidad de un aumento elevado en el costo.</p>
Costo por área habitable. (Venta)	MB	<p><b>Fortalezas</b></p> <p>El costo de la vivienda se mantuvo en el costo promedio de los fraccionamientos con características “económicas” del sector donde fue desarrollado.</p>
Mercado de la vivienda	EX	<p><b>Fortalezas</b></p> <p>La vivienda contó con una amplia aceptación durante su período de venta y resultó un éxito de mercado.</p>
Financiamiento e Inversión	EX	<p><b>Fortalezas</b></p> <p>El proyecto fue parte de un programa piloto que inició la intervención gubernamental en materia de sustentabilidad colaborando mediante la creación de Hipotecas Verdes del Infonavit, y el apoyo del Instituto de la Vivienda de Nuevo León, quien ha implementado un esquema de fideicomisos en el que se contempla una coinversión con desarrolladores particulares mediante el cual el Instituto aporta sus reservas territoriales y los particulares se hacen cargo de la construcción y comercialización de las viviendas.</p>
Costo de Explotación	EX	<p><b>Fortalezas</b></p> <p>Los vecinos consideran en su mayoría un costo Bajo por mantenimiento de la vivienda.</p> <p>El costo de mantenimiento de las áreas verdes se considera muy bajo debido a la intervención municipal.</p> <p>Existe evidencia inicial de un ahorro por consumo de servicios de Agua y Electricidad de un 30 a un 36 % respectivamente.</p>

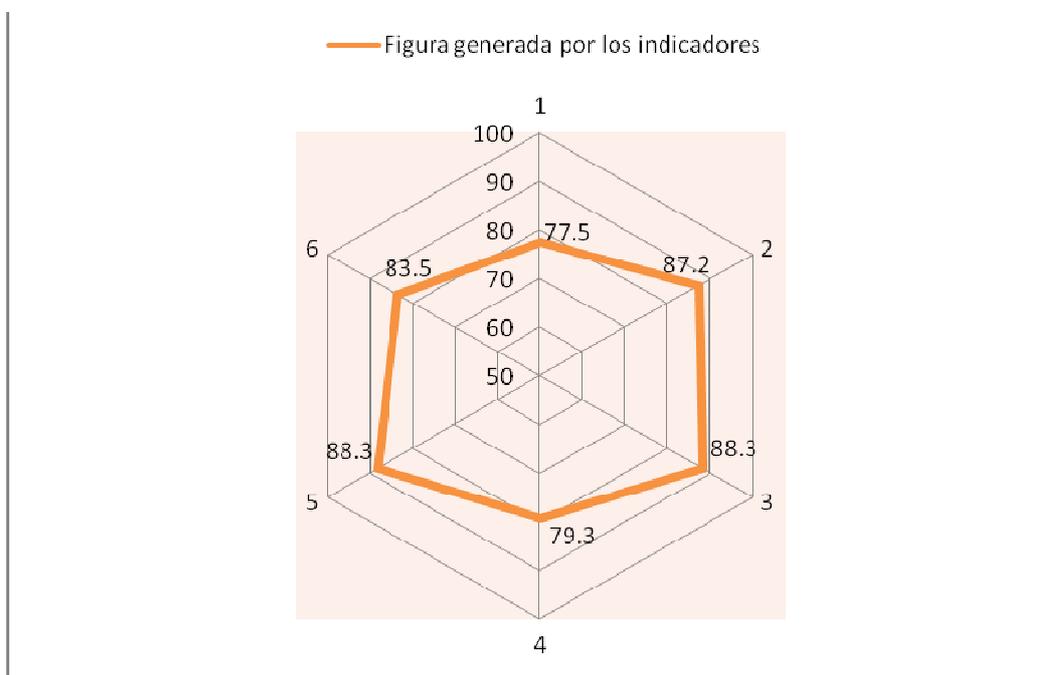
Luego de presentar el análisis de indicadores y su calificación por indicador, se ha trabajado un análisis por categorización de valores, de donde se presentan las siguientes calificaciones por indicador, y una gráfica que resume el comportamiento de sustentabilidad del modelo analizado respecto a la figura ideal que representaría una “sustentabilidad total”.

**Tabla 5.7** Valoración de los indicadores de sustentabilidad del Fraccionamiento ViDA

Indicador	Calificación
Incidencia de los materiales	77.5
Incidencia del diseño arquitectónico	87.2
Incidencia de las soluciones constructivas y estructurales	88.3
Incidencia ecológica	79.3
Incidencia social	88.3
Incidencia económica	83.5

**Fuente:** Elaboración Propia

**Gráfica 5.1** Figura representativa del nivel de sustentabilidad del Fraccionamiento ViDA



**Fuente:** Elaboración Propia

### **5.1.3 Nivel de Intervención de Criterios de Sustentabilidad en el AMM.**

**Objetivo:** Determinar la implementación de criterios y aplicaciones de la sustentabilidad en la vivienda en serie en el Área Metropolitana de Monterrey.

**Resultados:** De acuerdo al análisis documental, de planos, entrevista con los responsables de la construcción del proyecto y con los usuarios del fraccionamiento se presentan las siguientes conclusiones respecto al nivel de intervención de soluciones sustentables que actualmente existen en la vivienda.

**Materiales:** Los materiales utilizados son similares a los que se utilizan en vivienda tradicional en lo que se refiere a sistemas de mampostería reforzada, losas de concreto, sistemas de ventanería y acabado interior tradicional. Los avances en el desarrollo de nuevos materiales no han ganado popularidad al implementarse en la construcción de vivienda en serie y se limitan a ciertos recubrimientos aislantes y sistemas aligerantes para losas.

**Diseño arquitectónico:** Se ha determinado que sí existe el conocimiento necesario para elaborar propuestas de diseño bioclimático, y además existen criterios básicos propuestos por entidades gubernamentales como la Comisión Nacional de Vivienda que presentan características por área climática del país. El diseño de los modelos de vivienda cumple con normas de reglamentos de construcción y requerimientos municipales, y además considera factores ambientales como Dirección de vientos dominantes, Incidencia Solar para considerar soleamiento en fachadas, iluminación natural, impactos térmicos, y presentar así soluciones de diseño que disminuyan el impacto mediante sistemas pasivos.

No se evidencian aportes en el diseño de infraestructura de la urbanización.

**Soluciones constructivas y estructurales:** Los sistemas constructivos continúan siendo de características “tradicionales” al igual q los materiales de construcción. Es evidente que no existen planes para el reciclaje o reutilización de materiales, y

los sistemas de estandarización y prefabricación poseen muchas áreas de oportunidad para su desarrollo.

**Incidencia ecológica:** Los proyectos cumplen con los requisitos exigidos de impacto ambiental. Las empresas constructoras no cuentan con planes específicos de previsión para la destrucción, reuso o reciclaje de los desperdicios que provoca el período de construcción, más que el manejo de extracción convencional de residuos. No existe una difusión del uso de materiales constructivos de bajo impacto ambiental.

**Social:** Se ha encontrado que de acuerdo a las encuestas efectuadas a los usuarios de viviendas no consideran las características ecológicas o de sustentabilidad de una vivienda como un factor importante al momento de decidir su compra. Los usuarios de ViDA mencionaron como factores principales en su decisión el precio y el financiamiento existente mientras que los del fraccionamiento tradicional consideraron la Ubicación y el precio. Sin embargo, se ha encontrado que con el uso de la vivienda, las características sustentables inciden positivamente en el nivel de satisfacción de la vivienda, tanto en características físicas de la vivienda, como en el confort generado a sus habitantes.

**Económico:** Se ha encontrado que pese a que el costo de construcción con características de sustentabilidad puede sobrepasar en un 10 a 15% el de la vivienda tradicional, los costos pueden nivelarse o disminuir la diferencia mediante la interacción de organismos gubernamentales como el Instituto Nacional de la Vivienda, e Instituciones de Crédito con herramientas como Fideicomisos en la adquisición de Tierra y las Hipotecas Verdes. Durante el período de explotación de la vivienda, es posible concluir que existe evidencia en el ahorro por consumo de servicios, y esto puede incrementarse en la medida en que se incrementen los criterios y características de sustentabilidad del modelo a construir.

## 5.2 Recomendaciones

Luego de realizar el análisis de resultados, y tomando en cuenta algunos aspectos se presenta a continuación una serie de recomendaciones que pueden incidir directamente en los indicadores generales y elevar así el nivel de sustentabilidad de los modelos de vivienda en serie:

### **Materiales**

Se recomiendan a continuación una serie de materiales con características de sustentabilidad aplicables a diversas etapas de la construcción de la vivienda:

Muros: Se recomienda la utilización de materiales de bajo impacto como el sistema cima block, bloques de termoarcilla, sistemas de muros naturales a base de adobe estabilizado, y otros sistemas que ya se encuentran disponibles en el Área Metropolitana de Monterrey. (Ver Anexos).

Impermeabilización La impermeabilización de cimientos o zonas en contacto con el terreno tienen en la bentonita el material idóneo. Para cubiertas, la opción más interesante sería las láminas de caucho (EPDM) y las de polipropileno.

Aislamiento: Se prefieren los materiales naturales a los sintéticos. Actualmente existe una gran cantidad de aislamientos que incorporan productos naturales como: Corcho natural triturado, Panel sándwich de corcho natural, Bolas de arcilla expandida, tableros de fibras de madera expandida, placa de vidrio celular, algodón con lámina EDPM, Copos de CELULOSA a partir de papel de periódico tratada con sales bóricas, Tablero de FIBRA DE MADERA aglomerada con cemento o magnesita.

Recubrimiento exterior: Las soluciones más empleadas pertenecen al grupo de los revestimientos continuos, revocos, estucos y morteros monocapas. Por sus especiales características ambientales e higrotérmicas nuestra actuación sostenible debería avanzar en la sustitución del mortero de cemento por el mortero de cal.

Pavimentos: Para pavimentos exteriores, se recomienda el Ecocreto, Es un aditivo utilizado para realizar concretos en pavimentos 100% PERMEABLES. Para su colocación se utilizan además diferentes agregados pétreos de granulometrías controladas desde 3/8" a 3/4". El concreto permeable es utilizado para pavimentos con usos de rodamiento vehicular y peatonal.

### **Diseño arquitectónico**

Se recomienda que para el diseño de fraccionamientos se tome en cuenta la nueva tendencia existente hacia el "Nuevo Urbanismo", el cual entre sus principios básicos considera.

- Calles peatonales
- Desarrollo compacto
- Comunidad conectada y abierta
- Vecindarios de uso mixto del suelo.
- Comunidades con mezcla de ingresos económicos.
- Reducción de la huella o el impacto de los parqueos.
- Facilidades de tránsito.
- Manejo adecuado de transporte.
- Acceso a espacios públicos abiertos.
- Acceso a espacios recreativos.
- Alineación de árboles en aceras.
- Escuelas de vecindario.

### **Sistemas constructivos y estructurales**

Entre las recomendaciones principales se puede mencionar:

- la incorporación o no de los sistemas de unión en seco y
- la utilización de elementos con el mayor grado de prefabricación posible.

### **Ecológicas**

Para minimizar los residuos, desde la fase de proyecto deben incorporarse criterios funcionales y constructivos idóneos que fomenten la utilización de materiales y técnicas constructivas que favorezcan la valorización de los mismos;

reincorporándolos sin cambios en las nuevas construcciones o transformándolos en nuevos productos. Algunos de los materiales que pueden ser reciclados son los pétreos, metales, plásticos, maderas, asfaltos y cauchos.

Generar más propuestas que implementen materiales constructivos del lugar, o con procesos alternativos de producción, que favorezcan el medio ambiente.

Optimizar el manejo del agua y la energía, a través de sistemas de reutilización de aguas de lluvia o aguas jabonosas, y mayor desarrollo en el uso de energía eléctrica solar y otras alternativas de mínimo desarrollo en la actualidad.

Se recomienda una mayor implementación de sistemas de vegetación integrada a la vivienda, desde biomuros (enredaderas) hasta la implementación de azoteas jardín, de las cuales ya se encuentran en el mercado opciones que pueden adaptarse al presupuesto de los proyectos, y a la vez incidirán positivamente en el impacto ecológico y de confort de los usuarios.

### **Sociales**

Se recomienda una mayor difusión de la importancia de la cultura bioclimática, para que las alternativas y criterios de sustentabilidad sean de mayor difusión en la construcción de interés social y económica, siendo así el propio mercado de la vivienda quien exija y permita la inclusión de sistemas eficientes.

Se recomienda mayor transmisión de conocimiento a los profesionales, para que encuentren en la cultura bioclimática una solución sustentable en la vivienda en serie, y las construcciones cumplan cada vez más con los parámetros requeridos.

### **Económicas**

Se recomienda el análisis económico de nuevos productos, materiales y modelos de vivienda que puedan presentar soluciones a la vivienda sustentable.

Se recomienda la inversión en investigación y desarrollo de nuevos materiales.

Se recomienda el apoyo gubernamental mediante la creación de políticas necesarias que favorezcan la inversión en este tipo de fraccionamientos, y además creen opciones de financiamiento accesible para los usuarios.

### **Líneas de investigación**

Este proyecto puede considerarse como una investigación con características introductorias a los aspectos socioeconómicos de la Sustentabilidad, y posterior a su desarrollo puede recomendarse algunos temas o líneas de investigación que no fueron consideradas a fondo en el presente trabajo. Algunos aspectos que pueden sugerirse son:

- Medición y control mediante diseños experimentales de investigación para probar algún material o sistema específico.
- Desarrollo de un instrumento cuantitativo para la medición del nivel de sustentabilidad de un fraccionamiento de vivienda.
- Evaluación de proyectos de vivienda de diversos niveles socioeconómicos y diversos niveles de intervención de los criterios de sustentabilidad.
- Elaboración de propuestas de diseño y utilización de técnicas y materiales alternativos de construcción.

## Bibliografía

- Baca, Gabriel (2006) *Evaluación de Proyectos*. McGrawhill, México.
- Callan Scott J., J. Thomas. (1996) *Enviromental Economics and Management Theory, Policy and Applications*. IRWIN.
- Comisión Nacional de Vivienda (2008) *Criterios e Indicadores para desarrollos habitacionales sustentables*. México.
- Comisión Nacional de Vivienda (2008) *Programa Nacional de Vivienda 2007-2012: Hacia un Desarrollo Habitacional Sustentable, Versión ejecutiva*. México.
- Comisión Nacional de Vivienda (2009) *Características paquete básico para programa de subsidios*. México.
- Consejo de Construcción Verde de España (s.f) *LEED®: Líder en Eficiencia Energética y Diseño sostenible*. Recuperado el 2 de junio de 2010 en: <http://www.spaingbc.org/leed/leed.html>
- Cuello, Jose (2008) *Hablemos de Ecourbanismo*. Recuperado el 2 de junio de 2010 en: <http://urbanismosostenible.blogspot.com/2008/08/hablemos-de-ecourbanismo1.html>
- Falcón, Humberto (2010) *Aislamiento Térmico*. Taller para el Aislamiento térmico en la vivienda, Primer Módulo. Comisión Nacional de Vivienda. México.
- Fitch, Jesus (2003) *El Confort Térmico como variable de la Valuación del inmueble*. La Casa de América, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- García, José R. y V. Fuentes(1995). *Viento y Arquitectura, el viento como factor del diseño arquitectónico*. Trillas, México.
- Guajardo, Alicia (Marzo, 2,006). *¿Monterrey sustentable?*. Inmobiliare Magazine. Recuperado el 21 de marzo de 2,009 en: <http://www.inmobiliare.com/articulo-5-253-0-824.html#>

- Henry, Kevin (Marzo, 2,009). Go Green Dentistry, *RDH (53)*. Recuperado el 21 de marzo de 2,009 en:  
<http://remoto.dgb.uanl.mx:2065/ehost/pdf?vid=12&hid=117&sid=0add30f0-0dbe-496f-a90e-8fd476ffc24%40sessionmgr107>
- INEGI (2,006) Resultados del Censo Nacional de Población y vivienda 2,005. Recuperado el 20 de mayo de 2,009 en:  
[http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/metadatos/censos/cpv\\_12.asp?s=est&c=10387](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/metadatos/censos/cpv_12.asp?s=est&c=10387)
- Macías, Armando (2,008) ¿INFONAVIT Ecológico?, *Calidad Ambiental*, Tecnológico de Monterrey, Volumen XIV (No. 4), pág.11
- Macías, H., Tellez, O., Dávila, P., Casas, A (2,007) Los Estudios de Sustentabilidad, *Ciencias*, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Martínez Stone, C. (2,003) Evaluación Económica e Inversión sobre un Condominio Horizontal en la Delegación Álvaro Obregón. Tesis de grado. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Maynard, Andrew (Junio, 2,006). Viviendas estrictamente prefabricadas. *Arkinetia*. Recuperado el 21 de marzo de 2,009 en:  
<http://arkinetia.com/Breves/art466.aspx>
- Narváez, Adolfo (2000) *Arquitectura y Desarrollo Sustentable*. Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- Pandolfo, A, Rojas, Kurek, Pandolfo, Lublo, Guimaraes, Reinehr (2008) *Aplicación del modelo de evaluación de proyectos habitacionales para la medición de la satisfacción de las necesidades del usuario*. Universidad de Passo Fundo y Universidad Federal de Rio Grande do Sul, Brasil.
- Real State Market & Lifestyle (s.f.) *En busca de la verde vida... Certificación LEED para Desarrollos Habitacionales*. No. 48. Recuperado el 2 de junio de 2010 en:  
[http://www.realestatemarket.com.mx/inicio.cfm?pagina=contenidos\\_detalle](http://www.realestatemarket.com.mx/inicio.cfm?pagina=contenidos_detalle)

le&menu\_id=79&submenu\_id=61&subsubmenu\_id=188&idioma\_id=1&tipo\_ contenido\_id=2&contenido\_id=1536&CFID=24508111&CFTOKEN=784054 13

Sapag Chain, Nassir (2008) *Preparación y Evaluación de Proyectos*. McGrawhill, México.

Tamayo, Piedad (s.f) *Ecourbanismo*. Corporación Colombia Sostenible.

Recuperado el 2 de junio de 2010 en

<http://ingenieria.udea.edu.co/portal/ingeniemos/presentacion2.pdf>

Támez, B. (2,006). *Análisis de aplicación de Arquitectura Bioclimática en casas en serie en el Área Metropolitana de Monterrey*. Tesis de pre-grado sin publicación. Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

US Green Building Council (s.f.) *LEED for Neiborhood Development*. Recuperado el 2 de junio de 2010 en:

<http://www.usgbc.org/ShowFile.aspx?DocumentID=3357>

Velázquez, Armando (2004) *Indicadores de evaluación de la sustentabilidad de proyectos de viviendas*. Universidad Central de las Villas, Cuba.

Recuperado el 2 de junio de 2010 en:

<http://www.monografias.com/trabajos15/sustentabilidad/sustentabilidad.shtml>

Velázquez, Armando (2005) *Incidencia ecológica de los proyectos de vivienda sustentable*. Universidad Central de las Villas, Cuba. Recuperado el 2 de junio de 2010 en: <http://www.monografias.com/trabajos24/incidencia-ecologica/incidencia-ecologica.shtml>

Yudelson, Jerry (Febrero, 2,009). The Building-Design Revolution. *Engineering Green Buildings* (8). Recuperado el 21 de marzo de 2,009 en: <http://remoto.dgb.uanl.mx:2065/ehost/pdf?vid=12&hid=117&sid=0add30f0-0dbe-496f-a90e-8fd476fffc24%40sessionmgr107>

**ANEXO A: MODELO DE ENTREVISTA ESTRUCTURADA A VECINOS DE  
FRACCIONAMIENTO “VIDA”**



UANL

Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Arquitectura



FARQ

**Cuestionario de Incidencia Socioeconómica y Satisfacción ambiental  
y de confort de las viviendas**

La siguiente encuesta es un trabajo académico. Los datos que se obtendrán serán tratados de manera global. Le pedimos por favor contestar de la manera más honesta posible, recordándole que las respuestas son totalmente anónimas.

Indicaciones: Por favor responda las siguientes preguntas marcando una X en la opción correcta o respondiendo directamente según se indique.

Edad \_\_\_\_\_ Lugar de Nacimiento \_\_\_\_\_ Jefatura F\_\_ M\_\_

**Incidencia Sociocultural**

1. ¿Desde hace cuanto tiempo vive en esta casa? (Escribir número de años o meses) \_\_\_\_\_

2. ¿Han hecho reformas internas en la vivienda? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Marque con una X las habitaciones de las casa que han sido transformadas:  
Entrada \_\_\_\_\_ Sala Comedor \_\_\_\_\_ Cocina \_\_\_\_\_ Dormitorios \_\_\_\_\_ Baños \_\_\_\_\_ Otras \_\_\_\_\_  
Indique otras áreas que han sido transformadas \_\_\_\_\_

3. ¿En qué áreas de la vivienda realizaría cambios?  
Entrada \_\_\_\_\_ Sala Comedor \_\_\_\_\_ Cocina \_\_\_\_\_ Dormitorios \_\_\_\_\_ Baños \_\_\_\_\_ Otras \_\_\_\_\_

4. ¿Cuántas personas viven en su casa? Adultos \_\_\_\_\_ Menores \_\_\_\_\_

5. ¿Se encuentra usted satisfecho con la opción de vivienda seleccionada?  
Muy Insatisfecho \_\_\_\_\_ D \_\_\_\_\_ R \_\_\_\_\_ B \_\_\_\_\_ MB \_\_\_\_\_ EX \_\_\_\_\_ Muy Satisfecho

6. La relación entre usted y la empresa constructora ha sido:  
\_\_\_\_\_ D \_\_\_\_\_ R \_\_\_\_\_ B \_\_\_\_\_ MB \_\_\_\_\_ EX \_\_\_\_\_

7. ¿Cómo le parecen los detalles estéticos-arquitectónicos del fraccionamiento y de las viviendas?  
\_\_\_\_\_ D \_\_\_\_\_ R \_\_\_\_\_ B \_\_\_\_\_ MB \_\_\_\_\_ EX \_\_\_\_\_

8. Estructural y constructivamente, considera que la losa de su vivienda es:  
\_\_\_\_\_ D \_\_\_\_\_ R \_\_\_\_\_ B \_\_\_\_\_ MB \_\_\_\_\_ EX \_\_\_\_\_

9. Estructural y constructivamente, considera que los muros de su vivienda son:  
\_\_\_\_\_ D \_\_\_\_\_ R \_\_\_\_\_ B \_\_\_\_\_ MB \_\_\_\_\_ EX \_\_\_\_\_

10. La calidad de los materiales utilizados le parece:  
\_\_\_\_\_ D \_\_\_\_\_ R \_\_\_\_\_ B \_\_\_\_\_ MB \_\_\_\_\_ EX \_\_\_\_\_

11. La calidad de los acabados de la vivienda le parece:  
\_\_\_\_\_ D \_\_\_\_\_ R \_\_\_\_\_ B \_\_\_\_\_ MB \_\_\_\_\_ EX \_\_\_\_\_

12. Cuándo usted eligió vivir en este fraccionamiento, qué tanto influyeron en su decisión los siguientes aspectos:

**Precio**

Poco Importante \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ Sumamente Importante  
 1 2 3 4 5

**Financiamiento (Hipoteca Verde)**

Poco Importante \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ Sumamente Importante  
 1 2 3 4 5

**Ubicación del Sector**

Poco Importante \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ Sumamente Importante  
 1 2 3 4 5

**Características ecológicas**

Poco Importante \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ Sumamente Importante  
 1 2 3 4 5

**Diseño y detalles de la Vivienda**

Poco Importante \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ Sumamente Importante  
 1 2 3 4 5

**Áreas Verdes del Fraccionamiento**

Poco Importante \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ Sumamente Importante  
 1 2 3 4 5

**Incidencia Económica**

13. Cuando usted adquirió la vivienda, y en comparación con otros fraccionamientos, el precio le pareció:

Muy Por encima \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ Muy Por debajo  
 D R B MB EX

14. ¿Cuál es el consumo mensual? promedio de:

Agua \_\_\_\_\_ Electricidad \_\_\_\_\_ Gas \_\_\_\_\_

15. ¿Ha encontrado algún ahorro en el pago de la energía eléctrica respecto a lo que gasta en una vivienda tradicional? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

10% o menos \_\_\_\_\_ 20% \_\_\_\_\_ 30% \_\_\_\_\_ 40% \_\_\_\_\_ 50% o mas \_\_\_\_\_

16. ¿Ha encontrado algún ahorro en el pago del consumo de agua respecto a lo que se gasta en una vivienda tradicional? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

10% o menos \_\_\_\_\_ 20% \_\_\_\_\_ 30% \_\_\_\_\_ 40% \_\_\_\_\_ 50% o mas \_\_\_\_\_

17. A su criterio el costo de mantenimiento de los mecanismos que posee su vivienda es:

Muy Alto \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ Muy Bajo  
 D R B MB EX

18. A su criterio, el costo de mantenimiento del fraccionamiento y sus áreas verdes es:

Muy Alto \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ Muy Bajo  
 D R B MB EX

**Factores Ambientales y de confort**

19. ¿Hay habitaciones demasiado frías en invierno? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Cuáles? \_\_\_\_\_

20. ¿Utiliza aparatos de calefacción? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

21. ¿Con qué frecuencia lo usa en invierno? Siempre \_\_\_\_\_ Algunas veces \_\_\_\_\_ Nunca \_\_\_\_\_

22. ¿Cómo considera su casa en invierno?

Muy Fría \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ Muy Cálida  
D R B MB EX

23. ¿Hay habitaciones demasiado calientes en verano? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Cuáles? \_\_\_\_\_

24. ¿Utiliza aire acondicionado/ aire lavado? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Indique \_\_\_\_\_

25. ¿Cómo considera su casa en verano?

Muy Caliente \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ Muy Fresca  
D R B MB EX

26. ¿Tiene calentador de agua? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
Eléctrico \_\_\_\_\_ Ducha Eléctrica \_\_\_\_\_ De Gas \_\_\_\_\_ Paneles Solares \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_

27. ¿Utiliza bombillos ahorradores de energía en la vivienda? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
En algunas áreas de la vivienda \_\_\_\_\_ En toda la vivienda \_\_\_\_\_

28. ¿Ha utilizado usted iluminación generada por el panel solar para iluminar algunas áreas de su vivienda? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Qué áreas? \_\_\_\_\_  
Siempre la utilizo \_\_\_\_\_ Eventualmente \_\_\_\_\_ He dejado de hacerlo \_\_\_\_\_  
Observaciones: \_\_\_\_\_

29. Considera la ventilación de su casa como

\_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_  
D R B MB EX

30. Considera que la iluminación natural es:

\_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_  
D R B MB EX

31. ¿Cómo considera las actitudes a favor de la ecología existentes en su familia?

\_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_  
D R B MB EX

32. ¿Cuál ha sido el principal aspecto positivo que usted resaltaría de habitar en el fraccionamiento VIDA? \_\_\_\_\_

33. ¿Cuáles son los principales problemas de la colonia? \_\_\_\_\_

Comentarios: \_\_\_\_\_

## ANEXO B: FOTOGRAFÍAS DEL FRACCIONAMIENTO “VIDA”



Campus Monterrey



Para una comparación de la losa de concreto con losa con poliestireno, se obtuvo lo siguiente:

Material	Temperatura interior (hora del día)		
	(10:00)	(13:00)	(16:00)
Losa de Concreto	28.1°	31.7°	29.0°
Losa (12 cm) con Poliestireno (5 cm)	21.4°	22.1°	21.6°
Losa (4 cm ) con Poliestireno (13 cm)	20.6°	20.9°	20.7°

\*Los datos de la temperatura interior se realizaron basándose en coeficientes típicos en Otoño, en estado estable y con propiedades del concreto.

\*La densidad de la losa de concreto es de 2363 kg/m<sup>3</sup>

De acuerdo a los resultados anteriores el aumento del grosor del poliestireno no disminuye significativamente la temperatura, agregando 5 cm se reduce la temperatura 0.6 grados en el interior, agregando 8 cm mas, solo se reduce 1.2 grados centígrados.





## ANEXO C: GLOSARIO

**Capacidad de carga:** Concepto cuantitativo que supone que existen límites, a veces difíciles de definir, a la capacidad de los ecosistemas naturales para soportar el crecimiento continuo del consumo de los recursos y de la contaminación. Los principales factores a considerar son: el número de habitantes, la densidad de población, el nivel de vida y la tecnología.

**Contabilidad de los recursos naturales /PIB verde:** Las medidas del PIB verde se basan en los indicadores cuantitativos de los resultados nacionales, que se establecen a partir de datos relativos a la disponibilidad y a la utilización de los recursos naturales y ambientales y considerando las evaluaciones cualitativas de lo que es el bienestar económico, ambiental y a veces social.

**Ecoeficiencia:** Estrategia de gestión basada en medidas cuantitativas de entradas-salidas, que tratan de optimizar la productividad de los insumos energéticos y materiales con el fin de disminuir la cantidad de recursos consumidos así como la contaminación o los desechos generados por unidad producida; reducir los costos y crear un beneficio competitivo.

**Ecoespacio:** Concepto basado en los límites cuantitativos capacidad de carga y cargas críticas.

**Economía en equilibrio dinámico:** La economía en equilibrio dinámico es, pues, una economía de crecimiento nulo en equilibrio biofísico, en la cual las reservas se mantienen en un nivel suficiente para asegurar buenas condiciones de vida a la generación actual y una sustentabilidad ecológica a largo plazo. (Pero no indefinido); el servicio se aumenta según el nivel constante de las reservas y los flujos de materia y de energía se reducen a un mínimo.

**Huellas ecológicas / Cargas ambientales:** El aumento de la riqueza y del poder de consumo va acompañado de un aumento de la superficie de tierras productivas (huella ecológica) y de los flujos de materias (cargas ambientales) necesarias para cubrir las necesidades individuales.