

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ÁREA ACADÉMICA AGROFORESTAL

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN GESTIÓN DE RECURSOS
NATURALES Y TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN**

**PARÁMETROS DE SOSTENIBILIDAD EN TIPOLOGÍAS DE
VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL TRAMITADAS EN EL
PERIODO DE ABRIL A AGOSTO DEL AÑO 2014 EN EL CANTÓN
CENTRAL DE CARTAGO.**

**Trabajo Final de Graduación sometido al Tribunal del Área
Académica Agroforestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica para
optar por el grado de Magister en Gestión de Recursos Naturales y
Tecnologías de Producción**

Ing. Jonathan Camacho Padilla

Campus Cartago, Costa Rica

2014

Este Trabajo Final de Graduación fue aceptado por el Tribunal del Área Académica Agroforestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado de Magister en Gestión de Recursos Naturales y Tecnologías de Producción.

Ing. Ana Grettel Leandro Hernández, MSc.
Profesor Tutor

Ing. Diego Camacho Cornejo, MBA.
Profesor Lector

Ing. Roel Campos Rodríguez, MGA.
Presidente del Tribunal

Ing. Jonathan Camacho Padilla
Sustentante

2014

Ninguna casa debería estar por encima del paisaje, debería ser del paisaje. Perteneciente a él. Paisaje y casa deberían vivir juntos, cada uno feliz del otro, las casas también son hijas de la tierra y el sol.

Frank Lloyd Wright

Dedicatoria

A los tesoros más grandes que me
ha dado la vida: mis hijos Ruthie y Steven.

Agradecimiento

Un agradecimiento especial a la profesora Ing. Ana Grettel Leandro Hernández por su apoyo incondicional para que este trabajo fuese una realidad, por sus constantes palabras de motivación y por su guía acertada.

Al profesor Ing. Diego Camacho Cornejo por su apoyo y sugerencias atinadas en búsqueda de la mejora del proyecto.

Tabla de Contenidos

Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Tabla de Contenidos	v
Índice de cuadros	vii
Índice de figuras.....	viii
Resumen	ix
Capítulo 1	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Antecedentes y Justificación.....	2
1.3 Problema e Hipótesis.....	5
1.4 Objetivos	6
1.4.1 Objetivo General.....	6
1.4.2 Objetivos específicos	6
1.5 Delimitaciones	7
Capítulo 2	8
2.1 Marco Teórico.....	8
2.2 Descripción del Cantón Central de la Provincia de Cartago.	13
Capítulo 3	16
3.1 Metodología.....	16
3.1.1. Tipo de investigación. Ubicación temporal y espacial.	16
3.1.2 Instrumentos y procedimientos	21
Capítulo 4. Resultados y discusión	26
4.1. Identificación de las tres tipologías más comunes	26
4.2. Categorización de los materiales que componen las tres tipologías identificadas....	31
4.3 Costo económico de las tipologías seleccionadas	39
4.4 Consumo energético de las tipologías identificadas	47
4.5 Percepción de los interesados en cuanto al uso de las tipologías identificadas. .	61
4.6 Discusión y análisis de los resultados	69
Capítulo 5	77
5.1 Conclusiones	77
5.2 Recomendaciones.....	79
Capítulo 6	83
6.1 Referencias Bibliográficas	83
Capítulo 7	86
7.1 Apéndices.....	86
Apéndice 1. Presupuesto del costo económico para vivienda prefabricada de concreto.....	86
Apéndice 2. Presupuesto del costo económico para vivienda de mampostería.	91
Apéndice 3. Presupuesto del costo económico para vivienda de madera.....	96
Apéndice 4. Programación de proyecto de vivienda prefabricada de concreto.....	101
Apéndice 5. Programación de proyecto de vivienda de mampostería	102

Apéndice 6. Programación de proyecto de vivienda de madera.....	103
Apéndice 7. Entrevistas dirigidas aplicadas.....	104
Apéndice 8. Respuestas de entrevistas dirigidas aplicadas.....	111

Índice de cuadros

Cuadro 1. Detalle de fincas, construcciones totales y construcciones clasificadas como viviendas del Cantón Central de Cartago.	29
Cuadro 2. Desglose de viviendas tipo interés social del Cantón Central de Cartago.....	30
Cuadro 3. Desglose de paredes externas predominantes para viviendas seleccionadas.	30
Cuadro 4. Desglose de estructuras predominantes para viviendas seleccionadas.	31
Cuadro 5. Detalle de las tres tipologías identificadas	33
Cuadro 6. Componentes de cada detalle constructivo para las tipologías identificadas	37
Cuadro 7. Ejemplo de precios de materiales utilizados para el cálculo económico.	40
Cuadro 8. Resumen del cálculo económico para vivienda de concreto prefabricada	42
Cuadro 9. Resumen del cálculo económico para vivienda de mampostería	44
Cuadro 10. Resumen del cálculo económico para vivienda de madera	45
Cuadro 11. Resumen de costo económico y duración de cada tipo de proyecto.....	46
Cuadro 12. Indicadores de densidad y energía incorporada por material.	52
Cuadro 13. Cálculo del indicador de energía incorporada para la tipología de vivienda de mampostería.....	55
Cuadro 14. Cálculo del indicador de energía incorporada para la tipología de vivienda prefabricada de concreto.	57
Cuadro 15. Cálculo del indicador de energía incorporada para la tipología de vivienda de madera.....	59
Cuadro 16. Resumen de indicadores de energía incorporada obtenidos para cada una de las tipologías de vivienda.....	60
Cuadro 17. Listado de expertos entrevistados.....	65
Cuadro 18. Resumen de datos obtenidos para cada una de las tipologías de vivienda.	74

Índice de figuras

Figura 1. Ciclos del ACV para los materiales y construcciones.....	12
Figura 2. Detalle de tipología constructiva para vivienda VC01 para fines fiscales.	27
Figura 3. Detalle de tipología constructiva para vivienda VC03 para fines fiscales.	28
Figura 4. Sistema constructivo de mampostería.	34
Figura 5. Sistema constructivo prefabricado de concreto.	35
Figura 6. Sistema constructivo de madera, foto ilustrativa.	36
Figura 7. Materiales predominantes en cada uno de los componentes de las tipologías identificadas.....	38
Figura 8. Ciclo de vida de los materiales y las construcciones	48
Figura 9. Fases del ACV y sus formas de afectación a los materiales y construcciones..	49
Figura 10. Interesados dentro del proceso de construcción de viviendas tipo interés social.	62

Resumen

El estudio desarrollado aborda la sostenibilidad de tres sistemas constructivos de viviendas de interés social comúnmente utilizados en Costa Rica. El análisis se aplicó a proyectos realizados en el Cantón Central de Cartago en el periodo que comprende el segundo semestre del año 2014.

El análisis de los parámetros de sostenibilidad se basó en información relativa a las tres dimensiones que componen el concepto de sostenibilidad a saber; los componentes económico, ambiental y social.

Para el componente económico se establecieron los costos económicos de construcción que implican cada una de las soluciones de vivienda seleccionadas. En lo relativo al componente ambiental se realizó un análisis del consumo energético que comprende cada una de las soluciones de viviendas estudiadas, este estudio se hizo a través de la aplicación de metodología de ciclo de vida de los materiales la cual considera la energía que consume desde la extracción del material hasta la incorporación del mismo como detalle constructivo y la energía incorporada de los materiales.

El componente social se analizó tomando en consideración a los interesados a través de la percepción de aceptación y adaptación de uso de los propietarios para cada uno de los tipos de vivienda. Del análisis realizado, fue posible determinar que los interesados no son solamente los beneficiarios o dueños de las soluciones de vivienda sino que el concepto es mucho más amplio, pues existen diferentes sectores que dan aporte al fenómeno de la vivienda de interés social.

Por medio de bases de datos de la Municipalidad de Cartago, se obtuvo que en el Cantón Central, se construyen proyectos de vivienda tipo interés social con acabados en paredes de mampostería, paredes de concreto prefabricadas y paredes de madera. Por tal motivo, este proyecto de investigación se basa en el análisis de tres tipologías: viviendas de concreto prefabricadas, viviendas de mampostería y viviendas en madera.

Considerando que en el Cantón Central de la provincia de Cartago, no existe un estudio que determine la sostenibilidad de las diferentes tipologías de vivienda de interés social y dada la importancia de ampliar los criterios de análisis que conlleva dicho concepto, con este proyecto se generan parámetros de sostenibilidad para las tipologías de vivienda de interés social que permitan formar criterios para la selección de los sistemas constructivos a utilizar.

El proyecto también permitió identificar las razones por las que imperan en mayor cantidad unos desarrollos de tipologías sobre otros. Además, permite generar criterios de decisión para seleccionar una tipología de vivienda basándose en aspectos de sostenibilidad.

Palabras Clave

Sostenibilidad, construcción sostenible, energía incorporada, tipologías constructivas.

Capítulo 1

1.1 Introducción

El concepto de sostenibilidad está íntimamente relacionado con la construcción sostenible, la cual se basa en la definición de desarrollo sostenible, que se define como la capacidad de satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin hipotecar la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (Kieran, 2003).

La construcción al igual que otras industrias, se fundamenta en el modelo productivo cuyo origen se remonta a la revolución industrial, hace unos doscientos cincuenta años. Hasta entonces la sociedad era fundamentalmente orgánica y se caracterizaba por el uso predominante de recursos biosféricos, ajustándose, con algunas excepciones, a la capacidad de la naturaleza para producirlos así como a sus posibilidades para asimilar los residuos generados (Cuchí, 2005). Similarmente en Costa Rica, el desarrollo de la construcción tradicionalmente se ha basado en las posibilidades que han brindado los recursos naturales y a partir de ello se han establecido tendencias en el uso de materiales constructivos tales como la madera, el adobe y el concreto entre otros. Sin embargo, actualmente la globalización ha permitido que el desarrollo de proyectos de construcción en Costa Rica se hayan venido integrando materiales cuya producción en el país es limitada o no existen del todo, como es el caso de los derivados de metales, algunos plásticos tales como el pvc y una gran gama de elementos que sirven para acabados de detalles constructivos.

La industria de la construcción produce un significativo impacto medioambiental negativo debido a que consume cerca del 40% de los recursos naturales y genera alrededor del 40% de los residuos. Dentro de las actividades industriales, la actividad constructora, incluida su industria asociada, es la mayor consumidora de recursos naturales tales como madera, minerales, agua y energía (Solanas, 2008). Adicionalmente, los índices de construcción están estrechamente relacionados al desarrollo económico de las ciudades, siendo también un sector que genera una alta tasa de empleo.

De esta forma, intentar evaluar la dimensión medioambiental de los materiales de construcción es intentar calificar y cuantificar el peso de sus impactos durante todo su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas hasta el final del mismo. Por ello es necesario acotar las principales etapas del ciclo de vida de los materiales de construcción tales como: extracción de materias primas o transformación en productos, transporte, construcción, uso, demolición y por último depósito de residuos (Ramírez, 2002).

En Costa Rica las investigaciones sobre los efectos ambientales causados por el consumo de los materiales de la construcción no ha sido aún analizado con la profundidad que la temática requiere, una razón importante es que el tema ambiental es una preocupación relativamente nueva y muy amplia donde se tocan una gran variedad de tópicos tales como los recursos hidráulicos, los residuos sólidos, la educación ambiental y la gestión del riesgo entre otros.

Se ha encontrado que el análisis del ciclo de la vida de los materiales de construcción, del costo energético necesario para utilizarlos, de sus efectos sobre el sistema ambiental, es un tema complejo y requiere investigación, esto debido en gran parte a que en los procesos de construcción interactúan una gran cantidad de variables técnicas, sociales, culturales y económicas. Un ejemplo de ello se puede encontrar en el desarrollo de viviendas de interés social en Costa Rica, las cuales presentan tendencias, diseños y condiciones de implementación diferentes lo cual está influido por una concepción cultural, política y económica.

1.2 Antecedentes y Justificación

A nivel mundial es cada vez más notorio los efectos del uso exagerado e irracional de recursos naturales no renovables y la contaminación de la naturaleza llámese esta atmosférica, suelo, hídrica o sónica, lo cual se ve reflejado en fenómenos como el calentamiento global.

Gran parte de estos problemas son de origen antrópico, producto de los estilos de vida de los habitantes del planeta, razón por la cual, el ser humano está obligado a reformular sus políticas y mejorar sus medios de producción a fin de generar actividades que impacten menos el sistema ambiental. Esto es necesario dado que, se ha incurrido en la preocupante tendencia mundial de la insostenibilidad debido al uso irracional de recursos no renovables, la contaminación que generan los procesos productivos y al consumo excesivo de energía. Un ejemplo de esto, es la manera como el ser humano transforma los materiales que adquiere de la oferta ecosistémica para hacer con ellos sistemas constructivos que sirven finalmente para su habitabilidad.

La industria de la construcción, junto con la industria asociada, es una de las actividades que consumen mayor cantidad de recursos naturales siendo por tanto, una de las prácticas que más impactan negativamente el ambiente. Dentro de este proceso, la construcción de viviendas, es uno de los negocios más dinámicos y permanentes del sector construcción y evidencia un crecimiento en su demanda, lo que implicará un posible desarrollo en cantidad de proyectos habitacionales que requerirán más cantidad de recursos, con el consecuente impacto negativo sobre el ambiente (MIVAH, 2013).

Por estas razones, es de gran importancia cuantificar el efecto que estos materiales provocan e identificar aquellos que impactan en menor grado, con el objetivo de proponer alternativas constructivas que armonicen con la complejidad sistémica de las dinámicas ambientales y que permitan afinidad al modelo del desarrollo sostenible.

De allí, que el tema central que se aborda con el desarrollo de este proyecto sea el determinar en una zona particular, aquellas tipologías de vivienda de interés social que permitan un mayor acercamiento al consumo sostenible de los materiales.

Al hablar de consumo sostenible de materiales se hace referencia no solo a la variable ambiental sino a aquellas que confluyen en la sostenibilidad de la misma vivienda, como son la ambiental, la económica y la social.

Para ello se debe considerar que el ser humano es capaz de transformar los elementos naturales para generar productos útiles que satisfagan sus actividades cotidianas, sin embargo, la oferta ecosistémica no es infinita, razón por la cual, el ciclo de la vida de un material no debe mirarse linealmente o enmarcarse únicamente dentro de las fases de extracción hasta la fase final o colocación, sino que se debe circunscribir su ciclo de la vida a la realidad de la geodinámica ambiental.

El primer marco lineal o mecanicista, tiene un corte economicista, se describe como aquel en el que el ser humano obtiene del sistema ambiental la oferta necesaria para la demanda requerida; no obstante, aunque la demanda continúa su tendencia en aumento, la oferta continúa su tendencia en descenso, por lo que un modelo de consumo de este tipo ha demostrado ser insostenible en el tiempo. En otras palabras, un impacto negativo sobre el ambiente, es generado de manera antrópica por el factor de consumo del marco lineal el cual tiende a generar unas bases endebles de sostenibilidad ambiental, a este modelo podría llamarse consumo lineal (Tavares, 2006).

El segundo modelo, el sistémico, representa mejor las dinámicas naturales, este se entiende como aquel que interrelaciona los diferentes factores que hacen parte del consumo ambiental y por ende, es aquel que se adapta mejor a las complejas acciones y reacciones del sistema natural frente al impacto generado por el hombre, y el que se acerca más al desarrollo sostenible. El consumo que describe este segundo marco, es el consumo sostenible sobre el cual se basa el presente trabajo (Tavares, 2006).

De esta manera, el presente proyecto se inserta en temas actuales tales como el desarrollo sostenible, la industrialización en la construcción, la explotación racional de recursos naturales, entre otros, a través de la búsqueda de modelos productivos que conlleven una mirada integral y sistémica, pretendiendo trascender más allá del enfoque lineal que separa el sistema natural y la construcción.

1.3 Problema e Hipótesis

Problema: En el Cantón Central de la provincia de Cartago, no existe un estudio que permita determinar la sostenibilidad entre las tipologías de vivienda, ni menos aún entre las tipologías de vivienda de interés social más populares.

Pregunta: ¿Cuáles de las tipologías de vivienda de interés social empleadas en el Cantón Central de Cartago tienen una construcción más armónica con los principios del desarrollo y consumo sostenible?

Hipótesis: Las metodologías de análisis de sostenibilidad en construcciones de viviendas de interés social sí generan parámetros que permiten tener mayores criterios de decisión de las tipologías a utilizar.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Establecer parámetros de sostenibilidad para tres tipologías de vivienda de interés social en el Cantón Central de Cartago.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Identificar las tres tipologías de vivienda de interés social más comunes que se desarrollan en el Cantón Central de Cartago.
2. Realizar la categorización de los materiales que componen las tres tipologías identificadas.
3. Estimar el costo económico de cada una de las tres tipologías identificadas.
4. Calcular el consumo energético de los principales materiales de cada una de las tres tipologías seleccionadas.
5. Determinar la percepción de los interesados de las tres tipologías en cuanto a su aceptación de desarrollo y uso.

1.5 Delimitaciones

Se delimitó la investigación de la siguiente forma:

Delimitación de tipologías: Se estudiaron tipologías de vivienda de interés social construidas en distintos materiales y según se obtuvo de la investigación realizada.

Delimitación de materiales: Se estudiaron los materiales constituyentes de la cimentación, diafragma inferior o losas, muros estructurales y divisorios, columnas y vigas. No se tuvo en cuenta los materiales constituyentes de acabados tales como enchapes, pisos entre otros. Tampoco se hizo el seguimiento a los materiales que son comunes entre las diferentes tipologías de vivienda, tales como tuberías internas de tubos pvc para red hidro-sanitaria, o tubos conduit para red eléctrica.

Delimitación de tipo de obra civil: Se estudiará la vivienda de interés social de un piso, cuya definición se ampliará en la investigación.

Delimitación espacial: El estudio se enmarca en el Cantón Central de Cartago.

Delimitación de fases de estudio para cada material: Se estudiará las fases iniciales del ciclo de la vida para cada material: producción, transportes y construcción.

Delimitación de variables de estudio: Ambiental (energía incorporada de materiales), económica (valores unitarios, para cada caso se estima el costo económico total de las tipologías de viviendas identificadas), sociocultural (percepción de los interesados).

Capítulo 2.

2.1 Marco Teórico

En Costa Rica la Política Nacional de Vivienda y Asentamientos Humanos de Costa Rica 2013-2030, fue formulada por el Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos de Costa Rica (MIVAH, 2013), un Órgano netamente político, donde se propone la construcción de asentamientos humanos socialmente diversos, cohesionados, que respeten las culturas y formas de vida de sus habitantes y que se desarrollen con una visión de armonía con el medio ambiente, mediante la implementación de viviendas de interés social, las cuales son viviendas o soluciones de vivienda unifamiliares con áreas de construcción de entre 42 m² a 60 m².

Complementa el citado documento del MIVAH que una consecuencia no deseada de los modelos empleados en los proyectos de vivienda de interés social en Costa Rica, sustentados básicamente en la reducción de costos, es la falta de atención al diseño ambiental, arquitectónico, urbano y paisajístico, lo que de alguna forma ha evitado contemplar las necesidades sociales, culturales, ambientales y de accesibilidad al entorno físico de los asentamientos, por lo que las construcciones más económicas no necesariamente constituyen las soluciones más sostenibles, aunque es innegable que se constituye en un pilar básico a considerar (MIVAH, 2013).

Por otro lado, históricamente en la vivienda de interés social se ha enfatizado el tema de lucha contra la pobreza, pero no el de inclusión, igualdad y equidad de género; lo que sugiere la necesidad de rescatar el concepto de ciudadanía y de generar un consenso participativo de hombres y mujeres, con respecto a los procesos de desarrollo de la vivienda y los asentamientos humanos deseados. Esto aplica, por ejemplo, en temas como seguridad y vivienda productiva, donde se debe reconocer la importancia de que la comunidad organizada, tenga una participación más activa e informada en la definición del tipo de solución y el acompañamiento mínimo requerido, que promueva su sostenibilidad.

Entonces, es clara la imperiosa necesidad de generar conocimientos que permitan también la sostenibilidad en la formulación de proyectos de vivienda de interés social, polifuncional, con viviendas y asentamientos humanos que promuevan la integración, la cohesión social y el hábitat participativo, inclusivo y sustentable.

Los principios de la sustentabilidad tienen por objetivo tratar los problemas de la degradación ambiental y la desigualdad de la calidad de vida entre los diferentes grupos humanos, mediante un desarrollo equilibrado en términos económicos, sociales y ambientales (Wooley, 2000).

La necesidad de transformar los patrones de producción y consumo, desde prácticas abiertas generadoras de residuos, hacia prácticas cerradas y cíclicas que promuevan el ahorro de recursos e incorporación a la naturaleza (para hacer compatible el progreso con el respeto al medio ambiente), ha requerido de la implementación de sistemas y herramientas de gestión que formalicen métodos de trabajo para establecer mecanismos de control de los aspectos que afectan al medio ambiente, procurando un proceso de mejora continua desde el punto de vista medioambiental (Aranda, 2006). Similarmente, ha sido necesario un nuevo enfoque en la evaluación ambiental de procesos y servicios, integral y que considere tanto a la producción como al consumo.

Por tal razón conceptos como el de la energía incorporada permiten tener un acercamiento a la sostenibilidad que puede tener un material utilizado en un proceso constructivo. Cuando se habla de energía incorporada a materiales se incluye todo el consumo energético que se ha llevado durante el ciclo de desarrollo de los materiales y va desde la extracción de la materia prima hasta la colocación de los mismos en la construcción, lleva implícitos consumos energéticos tales como: energía asociada a la extracción y transporte de materias primas, energía asociada al procesamiento y producción del material de construcción y energía asociadas al proceso constructivo.

El sector de la construcción tiene una gran influencia sobre el consumo de recursos naturales, consumo energético y emisiones, con su consecuente impacto ambiental. De

esta forma, la búsqueda de alternativas constructivas más eficientes, económicas y adecuadas desde el punto de vista ambiental, hace que se pueda dar un mejor acercamiento al logro del objetivo desarrollo sustentable.

Es de esta manera es como a partir del diseño de las viviendas y análisis pormenorizado de tipologías constructivas, el objetivo del desarrollo sostenible tendrá un punto de partida, con lo que en este sentido adquiere gran importancia la elección de los materiales que se utilizan en la construcción de las viviendas, ya que pequeñas mejoras pueden significar una notable reducción del impacto (Aranda, 2006).

Adicionalmente, ante las crisis energéticas y económicas actuales, es importante que los desarrollos habitacionales, deban ser considerados como: limpios, eficientes y sostenibles, por ello, las propuestas de los nuevos fraccionamientos o desarrollos habitacionales de interés social deberán atender problemas financieros, económicos, energéticos, paisajísticos y ambientales de acuerdo a la región donde estos se desarrollarán, de tal forma que, deberá considerarse desde la conservación de energía en el sitio, hasta el diseño y la planeación de la vivienda y el desarrollo habitacional en conjunto; será necesario modelarla y tipificarla según sea la demanda social, económica y ambiental de cada región (MIVAH, 2013).

Dada la gran demanda en este sector de vivienda de interés social, se ha inducido que los diseños y técnicas de construcción no tomen en cuenta las necesidades específicas de cada zona, así como una ausencia de control de calidad. Esto provoca que no se alcance el confort físico aunado a una disminución en la durabilidad y aumentando el consumo de recursos (García, 2008).

Lo anterior establece la relevancia del sector de la vivienda en el país y justifica el desarrollo de proyectos de investigación que busquen minimizar el impacto al medio ambiente de las viviendas, pero no sólo en la etapa de construcción, sino a lo largo de su ciclo de vida, de modo que las decisiones que se tomen al respecto representen un beneficio ambiental integral (Arena, 2005).

Por tanto, el tema de la vivienda de interés social es de gran relevancia y complejidad, ya que tiene aspectos económicos, sociales, políticos y ambientales. Es necesario dar respuesta a cada uno de estos factores e integrarlos para alcanzar la sostenibilidad en el sector de la construcción de vivienda.

Adicionalmente, la realización de proyectos de análisis e investigación que accedan a determinar el impacto negativo de los diferentes sistemas constructivos relacionados con la vivienda de interés social, y a partir de ello, establecer cuales tipologías de las usadas actualmente son las más sostenibles, permite tener una visión de aspectos, metodologías y conceptos de desarrollo sostenible que son indispensables para el responsable desarrollo de la construcción de viviendas.

Es así como un diseño consciente y eficiente aunado a buenas prácticas constructivas son condición indispensable para reducir el consumo de energía, eliminar los residuos y desechos característicos del descuido en el diseño de los procesos productivos, hacer uso eficiente de los recursos naturales y para la reducción de los desperdicios producto de falta de consideración técnica del proceso de construcción, en todos estos aspectos las tipologías utilizadas en el desarrollo de proyectos constructivos de vivienda podrían tener un aporte diferenciado.

De esta forma conceptos como el de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una herramienta metodológica que permite la medición el impacto ambiental de un proceso, un sistema o un producto a lo largo de todo su ciclo de vida, dado que va desde la obtención de las materias primas hasta el fin de su vida útil que incluiría su reciclaje o gestión final, aspecto que es fundamental para análisis de componentes ambientales.

La figura 1 se muestra el concepto enunciado, donde debe cambiarse la concepción imperante que el proceso de la construcción de viviendas es un ciclo abierto.

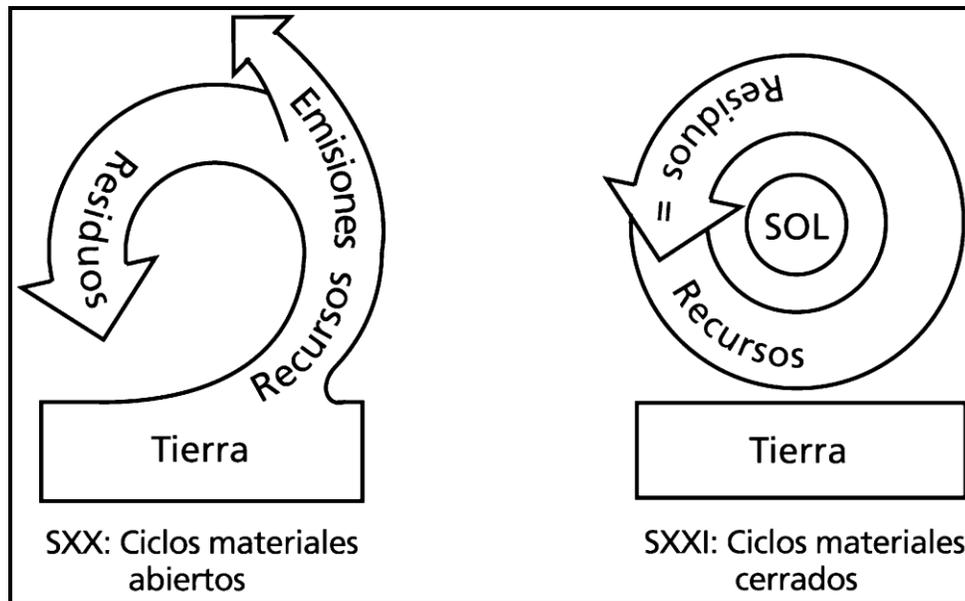


Figura 1. Ciclos del ACV para los materiales y construcciones.

Fuente: Tavares, 2006.

Dado que mediante la aplicación de ACV se genera un enfoque holístico y se basa en la recopilación y análisis de las entradas (uso de recursos, extracción de materias primas, productos, transporte, electricidad, energía, etc.) y salidas (emisiones al aire, al agua y al suelo, residuos y subproductos) que se tienen que tomar en cuenta en cada proceso o fase del sistema para obtener unos resultados que muestren sus impactos ambientales potenciales, con el objetivo de poder determinar estrategias para la reducción de los mismos (Ihobe, 2009).

2.2 Descripción del Cantón Central de la Provincia de Cartago.

El Cantón Cartago (1°) de la provincia del mismo nombre tiene una superficie de 284,51 Km² y está conformado por once distritos: Oriental, Occidental, Carmen, San Nicolás, San Francisco, Guadalupe, Corralillo, Tierra Blanca, Dulce Nombre, Llano Grande y Quebradilla. La cabecera es la ciudad de Cartago que se localiza 22 Km al este de la ciudad capital San José, a una altura de 1300 msnm y está ubicada principalmente en los distritos Occidental y Oriental. El Cantón Central pertenece a la Gran Área Metropolitana de Costa Rica, excepto el distrito Corralillo y parcialmente los de San Francisco y Dulce Nombre. El clima es fresco, con una temperatura media anual de 20 °C y una precipitación promedio anual de 2164 mm, con 3 a 4 meses secos (IFAM, 2005).

La zona comercial más importante la constituyen las avenidas 2 y 4 y algunas de las calles comprendidas entre estas avenidas, desde la Basílica de Los Ángeles al este hasta el centro comercial Metrocentro al oeste, por lo que forma parte de los distritos Oriental y Occidental, tiene un desarrollo comercial importante en los distritos Guadalupe y San Nicolás que va desde el Mall Paseo Metrópoli hasta toda la zona que comprende la Lima de Cartago (IFAM, 2005).

El Cantón Central cuenta con varios centros de educación primaria, secundaria, universitaria, tanto públicos como privados. En el cantón se ubican las sedes de universidades tanto públicas como privadas. Además en esta área se ubican algunos patrimonios nacionales declarados reliquias históricas, de valor arquitectónico como las Ruinas de la Parroquia del Apóstol Santiago; el Cuartel de Cartago; la Basílica de Nuestra Señora de Los Ángeles y la Iglesia de Quircot, lo cual da atractivo turístico al Cantón.

Al oeste de la ciudad se localizan las zonas industriales de La Lima, Ochomogo y Coris, en las cuales existe un importante desarrollo industrial, donde se elaboran productos para el consumo nacional y para la exportación. En el Cantón existen fincas de explotación

agroindustrial, principalmente se trabaja con cultivos tales como flores, plantas ornamentales, semillas, fresas, hortalizas, entre otras, esto principalmente en la zona norte y suroeste del Cantón.

Las coordenadas geográficas medias del cantón de Cartago están dadas por 09° 47' 15" latitud norte y 83° 55' 41" longitud oeste (IFAM, 2005).

La anchura máxima es de cuarenta y tres kilómetros, en dirección noroeste a sureste, desde unos 700 metros al noreste de la planta eléctrica María del Rosario, sobre el río Tiribí, hasta unos 2.800 metros al este de la cima del cerro Jaboncillo, carretera interamericana que une las ciudades Cartago y San Isidro de El General (IFAM, 2005).

Las elevaciones, en metros sobre el nivel medio del mar, del centro urbano de los distritos del cantón son las siguientes: Parte Oriental de la Ciudad de Cartago 1.426, Parte Occidental de Ciudad de Cartago 1.435, Villa Carmen 1 515, Villa Taras 1.445, Villa San Francisco 1.330, Villa Guadalupe 1.400, Villa Corralillo 1.665, Villa Tierra Blanca 2.080, Villa Dulce Nombre 1.340, Villa Llano Grande 2.270 y Villa Quebradilla 1.410. (IFAM, 2005).

El sistema fluvial del cantón de Cartago, corresponde a las vertientes del Caribe y del Pacífico. Algunas zonas protectoras como la Carpintera, Río Sombrero y Río Tiribí se localizan parcialmente en el cantón. También las reservas forestales de Río Macho, la Cordillera Volcánica Central y la Reserva Nacional Río Reventado que constituyen un 13%, 3% y 1% respectivamente del área del Cantón Central de Cartago (IFAM, 2005).

Al oeste de la región se encuentra la zona de mineralización aurífera con sulfuros de hierro, zinc y cobre y también se localizan en el cantón áreas de explotación de canteras principalmente para la industria cementera y vidriera.

Con relación a la vivienda, en el Cantón Central de Cartago se ha dado un desarrollo urbanístico acelerado, en general el desarrollo habitacional está integrado en su mayor

parte por viviendas unifamiliares de un nivel; la mayor parte con características sencillas y humildes, aunque hay algunas urbanizaciones de mejores características y con viviendas más elaboradas. El desarrollo de condominios ha venido repuntando en el Cantón Central de Cartago y precisamente para el tipo horizontal donde se edifican viviendas principalmente de clase media y algunos proyecto de interés social que se manejan con esta modalidad de desarrollo.

El desarrollo de vivienda se ha concentrado principalmente en los distritos centrales del Cantón a saber; El Carmen (distrito 3), San Nicolás (distrito 4) y San Francisco (distrito 5), es en estas zonas donde existe una mayor existencia de asentamientos tipo interés social, sin embargo en todo el territorio que comprende el Cantón Central de Cartago se han desarrollado viviendas de este tipo.

Capítulo 3

Se describe a continuación la metodología utilizada para el desarrollo del presente proyecto de graduación.

3.1 Metodología

3.1.1. Tipo de investigación. Ubicación temporal y espacial.

El consumo sostenible requiere de la utilización de bienes ecosistémicos imprescindibles para la subsistencia del ser humano, pero que deben obtenerse de manera tal que no se comprometan las necesidades de consumo de las generaciones futuras.

La presente investigación gira entorno a la vivienda como bien consumible, necesario para la protección y resguardo del ser humano. A su vez, la vivienda está compuesta por diversos materiales que de una u otra forma, han sido extraídos del sistema ambiental, transportados y transformados; para posteriormente ser habitada. Sin embargo, el consumo de este bien, o conjunto de bienes, puede verse también desde la perspectiva lineal o la sistémica, y a su vez, ser parte del consumo lineal o del consumo sostenible, respectivamente.

A través de este ejercicio investigativo, se estudiaron las tres tipologías de vivienda más utilizadas en el Cantón Central de Cartago y paralelamente se realizó una valoración de la sostenibilidad de las mismas en términos del consumo sostenible. Cuando se habla de consumo sostenible, no se habla solamente de la variable ambiental, ya que existen otros factores que forman parte en la aportación del consumo. Por ejemplo, al construirse una vivienda, los materiales empleados para tal fin pueden ser sostenibles en el tiempo bajo efectos de la degradación de sus materiales pero pueden no ser aptos para resistir un evento de sismo o de fuertes vientos; a su vez, una vivienda puede soportar una amenaza natural, pero puede ser no muy aceptada dentro de la perspectiva cultural de la sociedad;

o puede ser que una tipología de vivienda reúna todas las variables anteriormente descritas, es decir, que esté técnicamente aprobada para resistir una amenaza natural, que sea agradable estéticamente y bien aceptada, que sea ambientalmente amigable, pero que sea muy costosa económicamente de tal manera que la población no puede acceder a ella.

Lo anterior implica que el consumo sostenible de una vivienda no depende solamente de la variable ambiental, sino de otras variables también importantes como la económica y la sociocultural.

La valoración de estas variables estará representada de la siguiente manera:

Ambiental: Por el consumo energético, necesario para obtener los materiales constitutivos de la vivienda de interés social, para un m² construido, medido en Mega Joules.

Económica: Por el valor en colones actualizados de los materiales constitutivos de la vivienda, para el año de estudio de la investigación, para un m² construido.

Sociocultural: Por la percepción de los interesados del proceso de construcción de viviendas de interés social del Cantón Central de la Provincia de Cartago, lo cual también se relaciona a la función de la vivienda en la interacción del ser humano, su realización y también como parte del asentamiento y sus interacciones.

Para efectos de este proyecto se analizó la información obtenida de estas variables, se realizó una valoración del consumo sostenible de cada una de las tres tipologías de construcción de vivienda.

Se pretende mediante la realización de este proyecto, aportar a la construcción de viviendas de interés social, una herramienta de análisis de variables que fomente el consumo sostenible de materiales y permita desarrollar una construcción basándose en

criterios de sostenibilidad ambiental. Finalmente se realizará una comparación entre variables (económica, sociocultural y ambiental) y se determinará cual tipología de vivienda tiene un mayor consumo sostenible en función de sus materiales.

Mediante la realización de esta tesis y sus resultados se pretende contribuir al respeto del ambiente y sus recursos. El alcance de la investigación es local, pretendiendo que a futuro se busquen y apliquen alternativas de construcción menos agresivas y respetuosas con el medio natural y se acerquen más a la visión sistémica de un desarrollo sostenible. En el esquema actual de desarrollo de proyectos de construcción, se observa que en su mayoría, los participantes en la construcción: arquitectos, ingenieros, constructores, agentes comerciales, inversionistas, administración municipal, academia, instituciones estatales entre otros, realizan sus proyectos, en términos generales, bajo el modelo económico de producción, desestimando los posibles efectos ambientales de sus acciones. Es por esto que se pretende con el desarrollo del tema propuesto que cada participante que intervenga en una tipología de vivienda, tenga información para que lo haga con una visión de sostenibilidad.

El desarrollo sostenible es internacional pero su operatividad es local. De ahí la importancia que cada nación, región o localidad, conozca su entorno y la afectación que los procesos de desarrollo local causan a su ambiente. Por lo que la metodología empleada en el presente trabajo se espera que sea replicada en otras localidades del país o fuera de éste.

Se justifica la realización de este trabajo considerando la importancia y necesidad de romper paradigmas en la forma como normalmente se desarrollan los proyectos de construcción de viviendas, específicamente las viviendas de interés social, pretendiendo con ello enseñar a la sociedad la importancia y respeto por el entorno ambiental y la necesidad de aportar prácticas sostenibles de construcción. Asimismo, se pretende comprender y fomentar el consumo sostenible que requiere el planeta y sus generaciones futuras.

En la localidad regional se han hecho algunos esfuerzos por integrar el componente de sostenibilidad al desarrollo del país, sin embargo es aun ambigua la inclusión de este componente dentro del gremio de la construcción, de ahí la razón de contar con proyectos como el presente, a fin de generar un mayor espectro del conocimiento ambiental dentro de las prácticas de la construcción.

Es imprescindible que las investigaciones en el tema ambiental, estén circunscritas en un marco de referencia que se acerque en mayor medida a la realidad, por esto es importante el enfoque que se quiere dar con esta propuesta, el cual es integral y no lineal o compartimentado, ya que además de la variable ambiental se tendrán en cuenta los factores, técnico, cultural y económico, como complemento.

La temática ambiental ha ido tomando fuerza a partir de enunciados promulgados por la preocupación global sobre la preservación el planeta, por lo cual el tipo de sistema constructivo y de material utilizado para la construcción de viviendas deberá cumplir con estos lineamientos.

Por lo tanto este conocimiento es base para generar políticas de gestión ambiental para las instituciones encargadas de gestionarlas, ya sean a nivel regional o nacional. Los resultados de la presente investigación buscan contribuir al conocimiento integral de la construcción de viviendas en la ciudad, y pretende convertirse en una herramienta en la toma de decisiones políticas y técnicas de la misma. Como punto de partida es necesario analizar la forma en que se están desarrollando actualmente los proyectos de vivienda de interés social, este análisis debe realizarse con un enfoque de sostenibilidad, tomando en cuenta factores sociales, económicos, técnicos y ambientales. Evaluar la dimensión ambiental implica investigar los materiales de construcción utilizados y cuantificar el peso de sus impactos durante su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas hasta el final del mismo. Este impacto se realizó a través del análisis de su consumo de energía, el cual es un parámetro utilizado como referencia para analizar el impacto ambiental.

Para el desarrollo de la investigación se realizó observación en el marco sistémico, visualizando la vivienda como el conjunto de materiales que han sufrido un proceso de transformación en el sistema ambiental, para cumplir la función de habitabilidad, y a su vez, como el conjunto de variables relacionadas entre sí a saber; la económica, la ambiental, la cultural y la técnica. Bajo este marco de referencia es como se aproxima al concepto de desarrollo sostenible, y a su vez con el que opera el llamado consumo sostenible.

Para su implementación se seleccionaron tres tipologías de vivienda de interés social utilizadas en el Cantón Central de la Provincia de Cartago las cuales como condición debían estar compuestas por materiales diferentes. Y en las cuales se realizó una valoración de cuatro variables para cada una de ellas: Variable Económica (representada por el costo en colones del m² construido de cada vivienda); ambiental (representada por el coste energético necesario para efectuar el m² construido); el socio-cultural (representado por la percepción de los involucrados en el ciclo de vida de los proyectos); y una comparación técnica de las mismas.

Para definir el tipo de investigación en que se ubica este proyecto, se utilizó la clasificación Barrantes (Barrantes, 2010), tomando en consideración algunos aspectos de la investigación social, como lo son la finalidad, el alcance temporal, la profundidad, la amplitud, el carácter de la medida, el marco, según la dimensión temporal y según la orientación que asume.

Según a su finalidad se ubica dentro del tipo de investigación social básica, ya que los resultados obtenidos a través del diagnóstico son el fundamento para establecer la sostenibilidad de diferentes tipologías constructivas utilizadas en la construcción de viviendas de interés social en el Cantón Central de Cartago. Según el alcance temporal se constituye en un estudio transversal (Barrantes, 2010).

De acuerdo con el criterio de profundidad la presente investigación es descriptiva, ya que tiene como objetivo identificar tipologías utilizadas para la construcción de

viviendas de interés social en el Cantón Central de Cartago y la determinación de la sostenibilidad en cada una de las principales tipologías identificadas, para ello se realizaron análisis de bases de datos, análisis de planos constructivos, desarrollo de presupuestos y entrevistas dirigidas (Barrantes, 2010). Así mismo por hacer referencia al estudio en grupos pequeños, por su amplitud es micro sociológico. Dada su naturaleza, el carácter de la medida es mixta cualitativa y cuantitativa donde la utilización análisis de bases de datos, análisis de planos y presupuestos de construcción y entrevistas dirigidas son los instrumentos de investigación, (Barrantes, 2010). Por otro lado según el marco en que tiene lugar la misma se clasifica como de campo o sobre el terreno y dada su dimensión temporal se clasifica como una investigación descriptiva pues estudia los fenómenos tal y como aparecen en el presente (Barrantes, 2010). Finalmente, la orientación de la investigación es de tipo explicativa ya que busca contribuir con la solución de un problema a partir de la respuestas de situaciones relacionadas con la sostenibilidad de la construcción de viviendas de interés social en el Cantón Central de Cartago (Barrantes, 2010).

3.1.2 Instrumentos y procedimientos

Tal como se planteó en los objetivos mediante la presente investigación se establecen parámetros de sostenibilidad para tres tipologías de vivienda de interés social en el Cantón Central de la provincia de Cartago, Costa Rica. Dichos parámetros están valorados en relación al concepto de sostenibilidad y por tanto a los componentes económico, ambiental y social.

Para ello fue necesario recopilar información que va desde la identificación de las tipologías más comunes de viviendas de interés social existentes en la zona en que se delimitará este proyecto, es decir el Cantón Central de Cartago, hasta la percepción de las tipologías según los interesados en relación a su aceptación de desarrollo y uso.

Una vez identificadas las tres tipologías, se realizó una categorización de los materiales que las componen, se estimó su costo económico y se calculó el consumo energético de

los principales materiales que componen cada uno de los tipos de vivienda. Esto se realizó a través de la metodología de energía incorporada y análisis de ciclo de vida.

El éxito y período de tiempo para el desarrollo del proyecto dependió de los recursos con que se contaron, principalmente el recurso tiempo, por parte del ejecutor, se requirió tiempo en la recopilación de bases de datos, análisis de las mismas, aplicación de entrevistas y análisis de las mismas, cálculo de presupuestos e investigación de materiales, entre otros. Además, este proyecto identificó qué tipo información es indispensable para establecer parámetros de sostenibilidad de viviendas de interés social y cómo se puede utilizar la misma de forma comparativa entre los diferentes tipos de vivienda.

Para el logro de objetivos se utilizaron las siguientes estrategias de investigación:

Para el objetivo 1, **“Identificar las tres tipologías de vivienda de interés social más comunes que se desarrollan en el Cantón Central de Cartago”**, se realizó el análisis numérico de las bases de datos municipales de la Municipalidad de Cartago, de viviendas de interés social, a partir de esta información se pudo tener un criterio de cuáles son las tipologías más comunes y de estas se seleccionaron las tres tipologías que se utilizaron en la investigación.

Para el objetivo 2, **“Realizar la categorización de los materiales que componen las tres tipologías seleccionadas”**, se analizaron diferentes planos constructivos utilizados para el trámite de permisos constructivos, los planos se obtuvieron de permisos tramitados ante la Municipalidad de Cartago y solicitados a profesionales del ramo de la construcción. A partir de esta información se realizó una investigación bibliográfica de los materiales utilizados, según descripción de planos. Es importante indicar que dichos planos se obtuvieron de profesionales que desarrollan proyectos de viviendas de interés social y de la Dirección de Urbanismo de la Municipalidad de Cartago, que es el Ente encargado por ley, de dar los permisos de construcción.

Para el objetivo 3, **“Estimar el costo económico de tres tipologías seleccionadas”**, se realizaron presupuestos de construcción y la programación respectiva de cada tipo de tipología de vivienda.

Para el objetivo 4, **“Calcular el consumo energético de los principales materiales de cada una de las tipologías seleccionadas”**, se realizó una investigación bibliográfica, se aplicó la metodología de juicio de experto y otras fuentes de análisis a cada uno de los materiales más relevantes en la construcción de detalles tales como cimentaciones, contrapisos, estructura de paredes y paredes.

Para el objetivo 5, **“Determinar la percepción de los interesados de las tres tipologías en cuanto a su aceptación de desarrollo y uso”**, se aplicaron entrevistas dirigidas a funcionarios de instituciones que fomentan el desarrollo de viviendas de interés social, para tal efecto se aplicaron once entrevistas dirigidas. Los entrevistados fueron expertos de las Mutuales de Ahorro y Préstamo que funcionan en el Cantón Central de Cartago (2 entrevistas), experto de la Fundación Costa Rica Canadá para la Vivienda (1 entrevista), expertos de la Dirección de Urbanismo de la Municipalidad de Cartago (2 entrevistas), profesionales desarrolladores de proyectos (3 entrevistas) y usuarios y dueños o propietarios de las viviendas construidas o por construir (3 entrevistas).

Para el abordaje de este último objetivo es de suma importancia considerar que la percepción es un parámetro social netamente cualitativo, donde la entrevista dirigida fue un valioso instrumento para obtener información sobre este aspecto.

El tipo de entrevistas que se realizaron fueron estructuradas, en las que el investigador realizó su labor basándose en una guía de preguntas específicas y se sujetó exclusivamente a éstas, para cada tipo de entrevistado.

Para este caso es importante indicar que la muestra seleccionada se basa en el criterio de la muestra de expertos, dado que debido a la complejidad del tema es necesaria la opinión de personas que tengan una relación y experiencia comprobada en la temática,

de ahí que no se requiera tanto la representatividad de elementos de una población estadística, sino una cuidadosa y controlada elección de expertos; aquí la escogencia de los sujetos entrevistados depende del criterio del investigador. (Hernández, 2010).

Adicionalmente, es importante resaltar que en Costa Rica el trámite de ayudas para viviendas de interés social, es por medio del bono de la vivienda, y se realiza únicamente ante las entidades autorizadas a saber; la Fundación Costa Rica Canadá para la vivienda y las mutuales, Mutual Cartago de Ahorro y Préstamo y Grupo Mutual. De esta forma los entrevistados se seleccionaron del grupo de ingenieros con que cuentan estas instituciones y se tomó en consideración que contaran con más de diez años de experiencia en el tema y que se abarcó el cincuenta por ciento de la cantidad de profesionales con que cuentan esas instituciones, con preparación de ingeniero(a) o arquitecto(a). Dicha información se recopiló en conversaciones con al menos uno de los profesionales de cada una de las instituciones.

En resumen, las fuentes utilizadas fueron:

- Bibliografía relacionada a la temática de sostenibilidad de viviendas de interés social.
- Bases de datos de la Municipalidad de Cartago, en torno a los tipos de viviendas de interés social y características de las mismas. Análisis numérico de las mismas.
- Planos constructivos y presupuestos de viviendas de interés social.
- Entrevistas dirigidas a expertos en la temática de viviendas de interés social y a usuarios de dicho tipo de edificación.

La metodología se resume de la siguiente manera:

En el caso de las bases de datos, se realizaron análisis numéricos de la información recolectada, que para este caso fue la población estadística completa de las construcciones existentes en el Cantón Central de Cartago.

A los planos correspondientes a viviendas de las tipologías seleccionadas se les realizó cálculos de presupuesto y programación para cada caso que se analizó. Se determinó el costo energético de las tres tipologías, utilizando el método de energía incorporada y el concepto de análisis de ciclo de vida. Se confrontó los resultados de las entrevistas dirigidas que se realizaron entre las diferentes respuestas planteadas a los entrevistados y según sus funciones o enfoque de interés en proyectos de vivienda tipo interés social.

Una vez desarrollado este proceso se procedió a realizar un análisis comparativo de la información obtenida.

Capítulo 4. Resultados y discusión

4.1. Identificación de las tres tipologías más comunes

Para la identificación de las tres tipologías se utilizó la base de datos del impuesto sobre bienes inmuebles de la Municipalidad del Cantón Central de Cartago, la cual tiene diferentes rubros de generación de información entre los que se encuentran: las declaraciones del impuesto sobre bienes inmuebles (las cuales son diligenciadas por los mismos propietarios de los predios), los avalúos fiscales que realiza la Municipalidad de Cartago en ausencia de la presentación de declaraciones por parte del dueño de la propiedad y finalmente, los permisos de construcción que se tramitan ante la Dirección de Urbanismo de la Municipalidad de Cartago y que se cargan como información a la base de datos de impuesto sobre bienes inmuebles.

La información con que cuenta dicha base de datos es mucho más amplia que la carga de datos de descripción y detalles constructivos, no obstante para este estudio se tomó solamente la variable construcción y los detalles asociados.

El impuesto sobre bienes inmuebles está regido por la Ley sobre el impuesto de Bienes Inmuebles, Ley 7505, en dicha ley se establece que las herramientas de valoración a utilizar serán generadas por el Ministerio de Hacienda a través del Órgano de Normalización Técnica (ONT), que es un órgano adscrito a ese ministerio.

Dentro de las herramientas que genera el ONT está el Manual de Tipología Constructiva, el cual es un instrumento que detalla tipologías de construcción que se utilizan con fines de generación de valor fiscal, dichas tipologías se utilizan para clasificar las construcciones que se detallan en las declaraciones presentadas por los contribuyentes del impuesto y en los avalúos que realiza la Municipalidad de Cartago. Con la tipología constructiva se clasifican las construcciones y por lo tanto se obtiene el valor de reposición que tienen las construcciones presentes en un determinado inmueble,

lo cual sumado al valor del terreno constituirán el valor imponible sobre el que se cobrará el impuesto respectivo.

La inclusión de datos constructivos a la base municipal se rige por los detalles que se establecen en dicha tipología la cual indica para cada caso detalles tales como: vida útil, estructura, paredes, cubierta, pisos, entre otros. Según sean los detalles que contenga la construcción así será la clasificación de la misma y por tanto su valor de reposición. Es importante agregar que las municipalidades están en la obligación de remitir información para el Ministerio de Hacienda, el cual carga los valores fiscales en el Registro Nacional siendo información pública que se consulta a través del sitio web de dicha institución.

Las figuras 2 y 3 muestran casos de descripción de una tipología de vivienda para efectos del registro del impuesto de bienes inmuebles:

10.1.1.1 Tipo VC01	
Vida Útil	40 años.
Estructura	Mampostería integral, prefabricado.
Paredes	Externas de bloques de concreto, baldosas prefabricadas, internas de fibrocemento a un forro o prefabricadas, repello quemado.
Cubierta	Cerchas de perfiles metálicos, techos de láminas onduladas de hierro galvanizado # 28 sin canoas.
Cielos	Sin cielos, en algunos casos puede presentar cielos.
Pisos	Concreto afinado con o sin ocre.
Baños	Un cuarto de baño económico, puede estar enchapado con cerámica o azulejo económico.
Otros	Puerta principal y posterior en madera laminada, cerrajería económica, ventanas con marcos de madera, algunas veces de aluminio, marcos de puertas en madera, un fregadero sobre una estructura sencilla de metal, pila posterior. Una o dos plantas.
VALOR	€190 000 / m²

Figura 2. Detalle de tipología constructiva para vivienda VC01 para fines fiscales.

Fuente: Manual de Tipología Constructiva 2013, ONT Ministerio de Hacienda

10.1.1.3 Tipo VC03	
Vida Útil	50 años.
Estructura	Concreto, mampostería integral, prefabricado o perfiles metálicos.
Paredes	Bloques de concreto, fibrocemento o baldosas prefabricadas, internas con láminas de fibrocemento, yeso, cementicias o similares (Plystone o Plyrock) doble forro, repello fino y pintura.
Cubierta	Cerchas de perfiles metálicos, techos de láminas onduladas de hierro galvanizado # 28, canoas y bajantes de hierro galvanizado o PVC.
Cielos	Tablilla PVC, láminas de fibrocemento, paneles de yeso, cemento y fibra de vidrio (Gypsum) o similar.
Pisos	Terrazo, cerámica o similar.
Baños	Dos cuartos de baño normales.
Otros	Puerta principal, posterior e internas de tablero en Caobilla o similar, puertas internas de madera laminada, cerrajería de mediana calidad, ventanas con marcos de aluminio, rodapiés, closets con puertas en Caobilla o similar, fregadero sobre mueble de concreto. Espacio para corredor y cochera sencilla para un vehículo. Una o dos plantas.
VALOR	€300 000 / m²

Figura 3. Detalle de tipología constructiva para vivienda VC03 para fines fiscales.

Fuente: Manual de Tipología Constructiva 2013, ONT Ministerio de Hacienda

Es importante resaltar, la información que aporta la Tipología Constructiva del ONT es básica para determinar los tipos de construcción para viviendas con características de interés social y para fines fiscales, no obstante, en esta investigación los tipos de viviendas identificadas van en torno a los materiales seleccionados, por lo que la anterior información se muestra con el fin de que se noten los datos existentes en la Municipalidad de Cartago y su utilidad para clasificar las viviendas como las que interesan para este estudio.

Analizando la información que contiene la Tipología Constructiva del ONT se observa que las tipologías de interés para el presente estudio son la VC01, VC02 y VM01, es decir que se adaptan a viviendas tipo interés social, esto en tanto que describen las

viviendas no sólo con un menor valor sino que con detalles constructivos y materiales más sencillos. Es importante resaltar que en la tipología del Ministerio de Hacienda se mezclan diferentes materiales para una misma tipología.

Partiendo de esta premisa se filtró la información para determinar, la cantidad de edificaciones y luego se segregó la información que contiene detalles de interés objeto de estudio, la cual se clasificó en relación con los materiales predominantes.

El cuadro 1 muestra el resumen de la composición de los datos presentes en la base de datos de la Municipalidad de Cartago. En este cuadro se despliega la información clasificada por distrito, cantidad de predios o fincas existentes, cantidad de construcciones y la cantidad de construcciones que se clasifican como vivienda. No obstante se hizo necesario filtrar aún más la información para obtener aquellas que se identificaran con características de interés social.

Cuadro 1. Detalle de fincas, construcciones totales y construcciones clasificadas como viviendas del Cantón Central de Cartago.

Distrito	Cantidad de fincas	Cantidad de construcciones totales	Cantidad de construcciones clasificadas como viviendas	Porcentaje
ORIENTE	4 783	4 474	3 325	8,06
OCCIDENTAL	4 053	3 764	3 178	7,71
EL CARMEN	9 336	6 327	5 763	13,98
SAN NICOLAS	8 414	6 824	6 368	15,44
SAN FRANCISCO	11 228	8 982	8 183	19,85
GUADALUPE	4 522	3 314	2 908	7,05
CORRALILLO	7 142	4 142	3 957	9,60
TIERRA BLANCA	1 778	1 049	979	2,37
DULCE NOMBRE	6 315	4 357	4 023	9,76
LLANO GRANDE	1 894	1 092	1 037	2,51
QUEBRADILLA	2 717	1 567	1 513	3,67
TOTAL	62 182	45 892	41 234	100,00

Fuente: Base de datos de la Municipalidad de Cartago al 31 de julio del 2014.

Del total de construcciones clasificadas como vivienda se procedió a filtrar las que tienen la clasificación de VC01, VC02 y VM01, en el cuadro 2 se muestra el resultado de la aplicación de dicho proceso:

Cuadro 2. Desglose de viviendas tipo interés social del Cantón Central de Cartago.

	Cantidad total de viviendas	Cantidad de viviendas VC01	Cantidad de viviendas VC02	Cantidad de viviendas VM01	Cantidad de viviendas catalogadas tipo interés social
<i>Valor absoluto</i>	41 234	5 247	9 535	2 071	16 853
<i>Valor porcentual</i>	100%	13%	23%	5%	41%

Fuente: Base de datos de la Municipalidad de Cartago al 31 de julio del 2014

Una vez que se obtuvo la cantidad de viviendas que se pueden catalogar como tipo interés social, se establecieron los detalles constructivos que permitieron identificar las tipologías predominantes, es importante agregar que la composición de edades de estas construcciones es muy variable y van desde 0 años hasta la vida útil establecida es decir; entre 40 y 50 años. El cuadro 3 detalla la conformación en paredes, como puede verse en dicho cuadro, la mayor cantidad de viviendas, 9 419, está compuesta por paredes externas en mampostería, 5 007 viviendas con paredes prefabricado de concreto, 2 085 viviendas con paredes externas en madera y las restantes 342 son en paredes externas de otros materiales.

Cuadro 3. Desglose de paredes externas predominantes para viviendas seleccionadas.

	Cantidad de viviendas catalogadas tipo interés social	Viviendas con paredes mampostería	Viviendas con paredes concreto prefabricado	Viviendas con paredes madera	Viviendas con otro tipo de paredes
<i>Valor absoluto</i>	16 853	9 419	5 007	2 085	342
<i>Valor porcentual</i>	100%	56%	30%	12%	2%

Fuente: Base de datos de la Municipalidad de Cartago al 31 de julio del 2014.

El cuadro 4 detalla la conformación estructural (vigas, columnas y diafragma) de las construcciones filtradas:

Cuadro 4. Desglose de estructuras predominantes para viviendas seleccionadas.

	Cantidad de viviendas catalogadas tipo interés social	Viviendas con estructura en concreto armado	Viviendas con estructura en prefabricados de concreto	Viviendas con estructura en madera	Viviendas con estructura en elementos de acero
<i>Valor absoluto</i>	16 853	9 713	4 170	2 332	638
<i>Valor porcentual</i>	100%	58%	25%	14%	4%

Fuente: Base de datos de la Municipalidad de Cartago al 31 de julio del 2014

Como puede observarse los resultados coinciden con el resultado obtenido en las paredes predominantes, dado que si se compara estructura de concreto armado con paredes en mampostería, los resultados son similares, una situación análoga se presenta con las paredes prefabricadas de concreto y la estructura de concreto prefabricado al igual que las paredes de madera y la estructura de madera. De los datos obtenidos se puede identificar la existencia de tres tipologías predominantes, las cuales se clasifican de la siguiente manera:

- Tipología de viviendas en mampostería.
- Tipología de viviendas prefabricadas de concreto.
- Tipología de viviendas en madera.

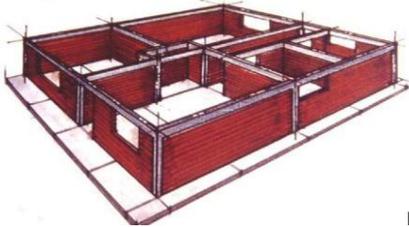
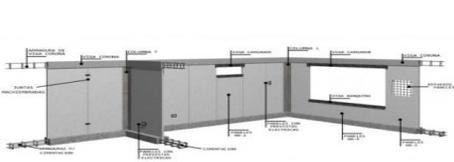
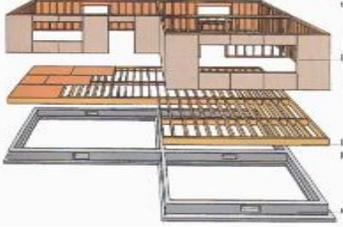
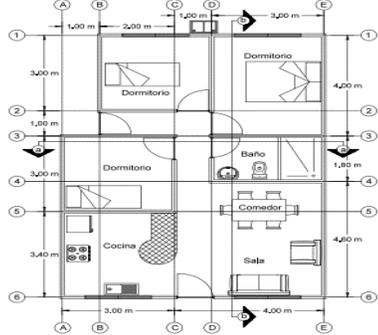
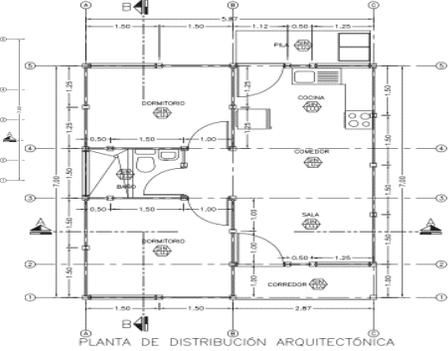
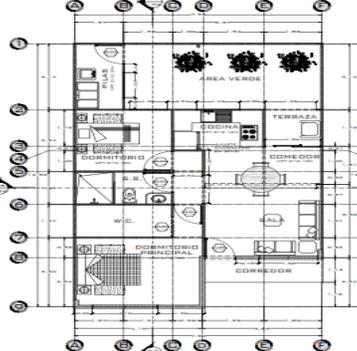
4.2. Categorización de los materiales que componen las tres tipologías identificadas.

Para realizar la categorización de los materiales que componen las tres tipologías seleccionadas, se analizaron diferentes planos de construcción utilizados para el trámite de permisos constructivos, los planos se obtuvieron de permisos tramitados ante la Municipalidad de Cartago y de planos solicitados a tres profesionales del ramo de la construcción. A partir de esta información se realizó un desglose de los materiales utilizados según descripción en planos constructivos y según la delimitación planteada al presente proyecto. Para cada una de las tipologías se seleccionó un proyecto real por construir o en proceso de construcción para el segundo semestre del año 2014 en el Cantón Central de Cartago.

Es importante indicar que para el desarrollo de este objetivo se seleccionaron las viviendas en base a criterio profesional, dada la formación del sustentante de este proyecto y en concordancia con el alcance de tiempo del proyecto de investigación y basado en las bases de datos de la Municipalidad de Cartago. Se analizaron diferentes planos constructivos tramitados ante dicha institución, los cuales se resguardan en la base de datos de trámite digital de permisos de construcción.

En el cuadro 5 se hace una comparación de las tres tipologías de estudio, basado en construcciones que cuyo perfil se ajustan mejor a las tipologías enunciadas:

Cuadro 5. Detalle de las tres tipologías identificadas

TIPOLOGIA	Vivienda de mampostería	Vivienda prefabricada de concreto	Vivienda de madera
Detalle			
Imagen de tipo de vivienda			
Distribución arquitectónica	 <p>Planta arquitectónica</p>	 <p>PLANTA DE DISTRIBUCIÓN ARQUITECTÓNICA</p>	 <p>PLANTA DE DISTRIBUCIÓN ARQUITECTÓNICA</p>
Profesional a cargo del proyecto	Ing. Sergio A. Monge Herrera	Ing. Carlos Luis Mora Quirós	Arq. Mario Leiva Soto.
Ubicación del proyecto	Distrito El Carmen Cartago	Distrito Dulce Nombre Cartago	Distrito Llano Grande Cartago
Área construida	42 m ²	42 m ²	56 m ²

De esta forma fue posible analizar la composición en materiales de cada uno de los componentes constructivos que definen las tipologías identificadas, a saber cimentaciones, contrapisos, paredes internas y externas y sistema estructural. En las figuras 4, 5 y 6 se muestra las características de cada sistema constructivo:

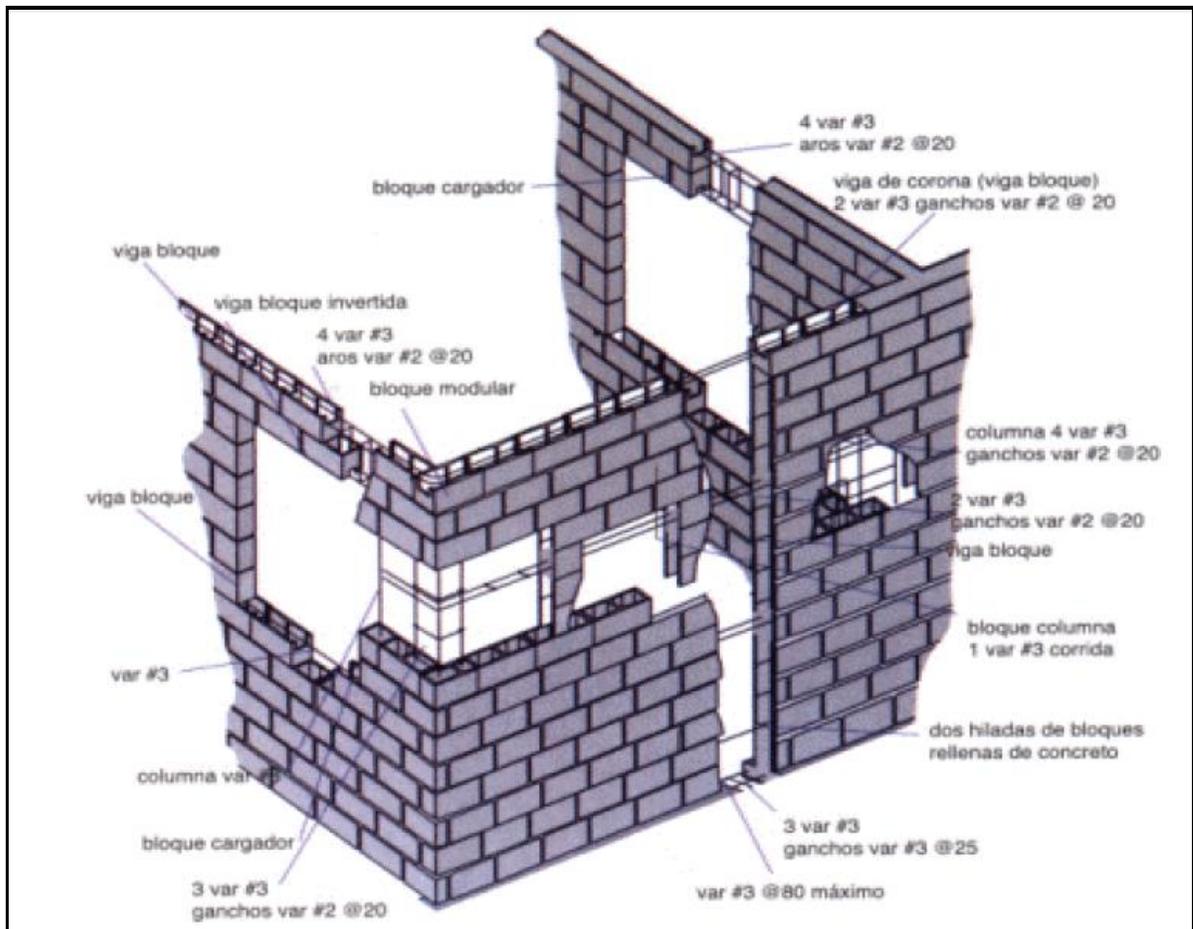


Figura 4. Sistema constructivo de mampostería.

Fuente: Solano, 2006.

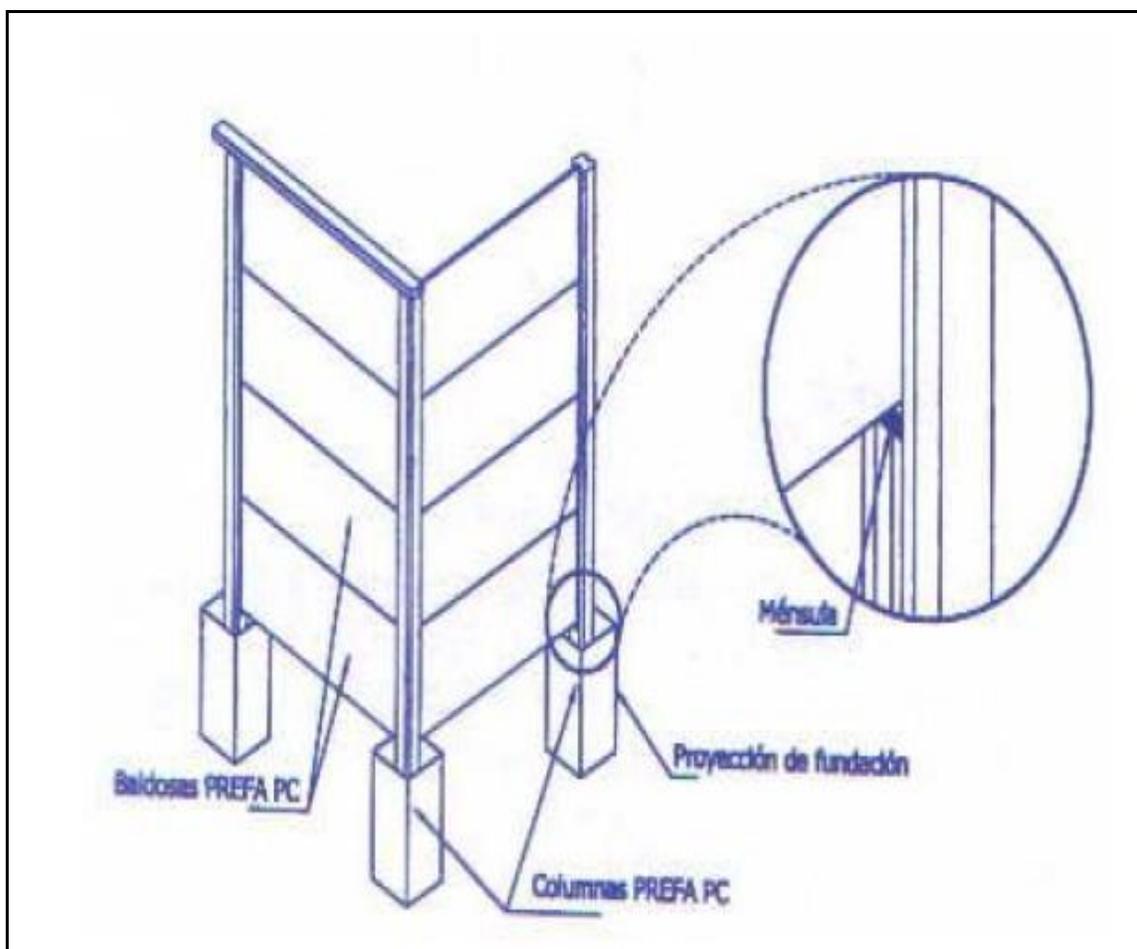


Figura 5. Sistema constructivo prefabricado de concreto.

Fuente: Solano, 2006.

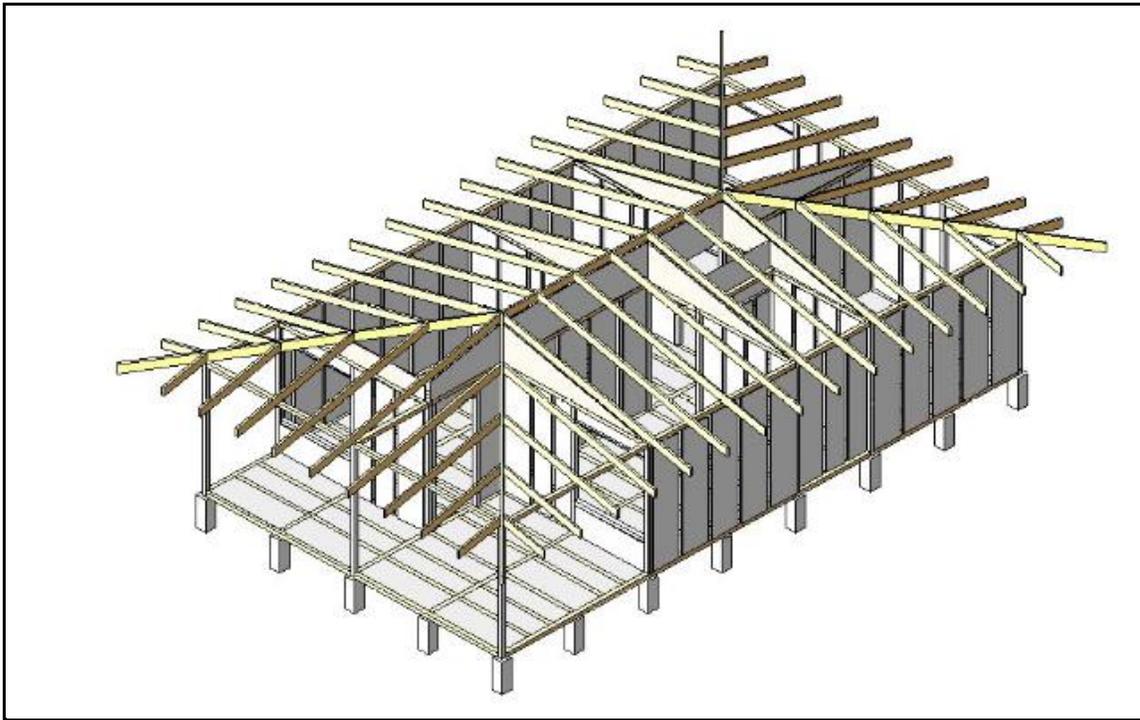


Figura 6. Sistema constructivo de madera, foto ilustrativa.

Fuente: Solano, 2006.

El cuadro 6 muestra el detalle de cada uno de estos componentes constructivos:

Cuadro 6. Componentes de cada detalle constructivo para las tipologías identificadas

TIPOLOGIA	Vivienda de mampostería	Vivienda prefabricada de concreto	Vivienda de madera
Cimentaciones	Lo constituye una placa corrida de concreto con una resistencia de 210 kg/cm ² , de dimensión transversal de 20 cm por 40 cm, dicha placa se chorrea sobre una base de concreto pobre de 175 kg/cm ² . El refuerzo en acero de las cimentaciones es mediante el uso de varillas # 3, con aros en varilla #3 a cada 20 cm.	Se chorrea un dado de concreto con dimensiones de 40 cm por 40 cm con una profundidad de 75 cm, en el que se colocaran las columnas de concreto prefabricadas, el concreto a chorrear tendrá una resistencia de 210 kg/cm ² .	Consiste en placas de fundaciones aisladas, chorreadas de concreto con una resistencia de 210 kg/cm ² , empotrada en dicha cimentación estarán las columnas que darán soporte al piso de la vivienda. Dichas cimentaciones se colocaran sobre una capa de lastre compactado al 95% del proctor estándar.
Contrapisos	Se colocaran sobre una capa de lastre compactado al 95% proctor estándar de 30 cm de espesos, el contrapiso será de concreto con una resistencia de 210 kg/cm ² con una dimensión de 10 cm, el refuerzo será en malla de varilla # 3.	Se colocaran sobre una capa de lastre compactado al 95% proctor estándar de 30 cm de espesos, el contrapiso será de concreto con una resistencia de 210 kg/cm ² con una dimensión de 10 cm, el refuerzo será en malla de varilla # 3.	Consisten en viguetas de madera que se colocan a una distancia de 40 cm
Paredes internas y externas	Será de bloques de concreto de dimensiones 12 cm de ancho por 20 cm de alto y 40 cm de largo, dichos muros serán reforzados mediante varilla #3 y deberá rellenarse todas las celdas de los bloques hasta el nivel de piso terminado, y rellenarse en forma completa aquellas celdas que tienen varillas de refuerzo. Las varillas transversales se colocaran a cada 60 cm y las laterales a cada 80 cm.	Las paredes tanto internas como externas son de baldosas de concreto con una resistencia de 240 kg/cm ² , las dimensiones de dichas baldosas son variable y dependen de la ubicación que tengan para completar las paredes, sus dimensiones son variables (50x50 cm, 75x50cm, 100x50 cm, 125x50 cm)	Será en madera mediante tableros modulares, madera tratada SYP de 5 cm por 12,5 cm. Los tapicheles en tableros modulares.
Sistema estructural (vigas y columnas)	Las mismas son de forma variable dependiendo de la posición y función que dichos elementos de vigas o columnas tengan. No obstante serán de concreto con una resistencia de 210 kg/cm ² , de igual forma los refuerzos serán en varillas de acero #3 con aros #3.	Lo constituye las columnas prefabricadas de 13 cm de espesor, las cuales se diferencian en la cantidad de acoples que tengan para sostener las baldosas. Dichas columnas tienen refuerzo en varilla # 3 y tiene una resistencia de 240 kg/cm ² , en la parte superior la viga estructural lo compone una solera en acero RT 1-16	Todos los componentes estructurales son en madera tanto las vigas como las columnas. Para el caso de las estructuras en paredes livianas las columnas se colocaran a cada 61 cm. Solera de madera.

A partir de la información generada y con base en los planos de las viviendas suministrados se analizaron los componentes económico y ambiental para las tipologías identificadas, es importante recalcar que el alcance de este proyecto se estableció en relación con los componentes de cimentaciones, paredes y estructuras de paredes. La figura 7 muestra un resumen general de los componentes en materiales de cada una de las tipologías identificadas:

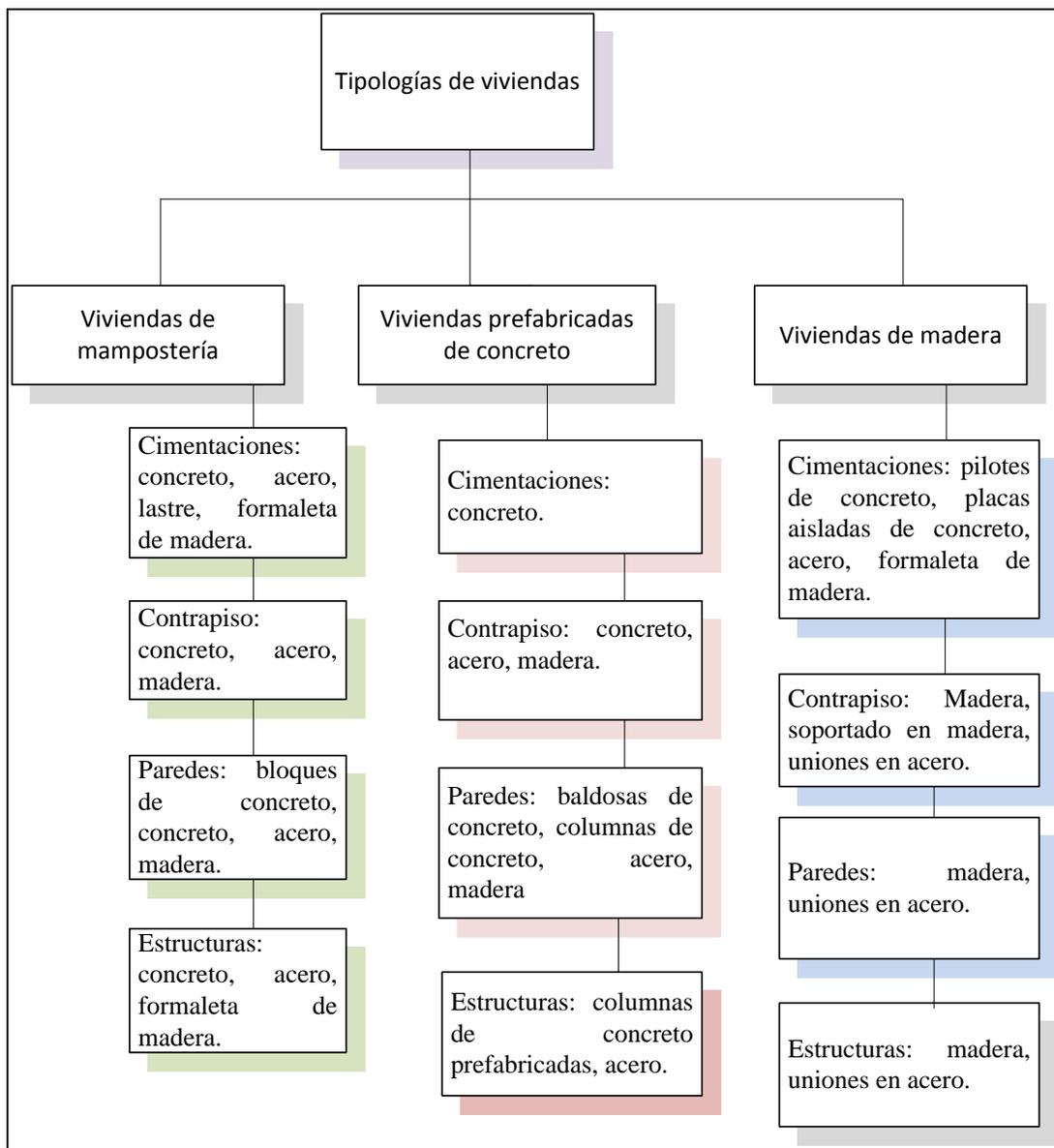


Figura 7. Materiales predominantes en cada uno de los componentes de las tipologías identificadas.

4.3 Costo económico de las tipologías seleccionadas

Para abordar la temática del costo de cada tipología se realizaron presupuestos detallados para cada una de las viviendas de las tipologías identificadas. Aun cuando, el costo unitario era posible obtenerlo a través de la división de los valores globales de obra de las tasaciones que realiza el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica y la Municipalidad de Cartago, para efecto de registro de los contratos de responsabilidad profesional de los proyectos y el cálculo del impuesto de construcción entre la cantidad de metros cuadrado construidos, se prefirió este procedimiento para obtener un valor más real.

Para ello se tomaron proyectos de viviendas en el Cantón Central de Cartago de viviendas construidas en mampostería, prefabricadas de concreto y madera. El objetivo puntual de esta valoración fue medir las cantidades de obra y determinar los costos unitarios de las tipologías de vivienda de las que trata esta investigación; con precios actualizados para el año de estudio y así comparar este valor entre las diferentes tipologías. Este procedimiento utilizado se detalla a continuación:

- Se midieron las cantidades de obra totales de cada elemento de la construcción según planos.
- Se consultó el valor económico de los materiales basándose en tablas publicadas por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica y la página web www.logicatropical.net, en la que se publica la revista electrónica de precios, con montos unitarios utilizados actualizados al martes 30 de junio del año 2014. El cuadro 7 muestra algunos de los valores unitarios utilizados para cálculo de costo de los materiales.

Cuadro 7. Ejemplo de precios de materiales utilizados para el cálculo económico.

DESCRIPCIÓN DEL ARTÍCULO	Precio neto	Unidades de medida
ALAMBRE NEGRO #16	¢771.12	KG
ALFAJIA 50 X 75 S/C SEMIDURA	¢923.71	METRO
ANGULAR P/GYPSUM 11 X 34 MM X 305 CM	¢831.83	UNIDAD
ANGULAR 50 X 50 X 6.2 MM X 6 METROS	¢23 968.32	UNIDAD
ARENA DE TAJO	¢9 775.00	M3
BLOQUE 12 X 20 X 40	¢365.16	UNIDAD
BONDEX 20 KG PLUS	¢7 026.56	SACO
CAJA DE REGISTRO CONCRETO	¢6 119.21	UNIDAD
CEMENTO GRIS ESTRUCTURAL 50 KG, TIPO1 MP AR	¢6 029.83	SACO
CENICERO CONCRETO	¢4 278.31	UNIDAD
CLAVO 50 MM C/C	¢805.64	KG
CLAVO 63 MM C/C	¢805.64	KG
CLAVO ACERO 50 MM	¢13.14	UNIDAD
CLAVO ACERO NEGRO 31 MM	¢7.50	UNIDAD
LAMINA TECHO HG #28 ONDULADA 81 X 366 CM	¢8 276.78	UNIDAD
LASTRE TOBACAL	¢9 200.01	M3
LAUREL 12 X 25 C/C (BATIENTE)	¢258.40	METRO
LAUREL 25 X 100 C/C (MARCO)	¢1 026.34	METRO
MALLA ELECTROSOLDADA #2 250 X 600 CM 5.30 mm	¢26 390.72	UNIDAD
PERFIL RT-3 #13, 5 X 16 CM X 2.3 MM (3/32)	¢20 370.96	UNIDAD
PERFIL RT-3 #16, 5 X 16 CM X 1.6 MM (1/16)	¢12 006.20	UNIDAD
PIEDRA BRUTA	¢15 496.54	M3
PIEDRA CUARTILLA	¢11 595.44	M3
PILA LAVADO BATEA IZQUIERDA	¢39 956.81	UNIDAD
PINTURA ACRILICA	¢25 834.26	3.8LIT
PINTURA ANTICORROSIVA	¢42 187.58	3.8LIT
PLATINA 3.1 X 38 MM X 6 METROS	¢4 456.44	UNIDAD
PUERTA 80 X 210 SOLIDA	¢79 465.79	UNIDAD
REGLA 25 X 75 C/C SEMIDURA	¢549.09	METRO
REGLA 25 X 75 S/C SEMIDURA	¢455.44	METRO
RODAPIE 12 X 75 MM LAUREL	¢564.49	METRO
SOLDADURA E-6013 2.3 MM 3/32	¢3 783.92	KG
TABLA 25 X 300 S/C SUAVE	¢1 560.04	METRO
VARILLA #2 CORRUGADA GRADO 40	¢745.19	UNIDAD
VARILLA #3 CORRUGADA GRADO 40	¢1 666.73	UNIDAD
VARILLA #4 CORRUGADA GRADO 40	¢3 002.71	UNIDAD

Datos tomados del sitio web del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica, www.cfia.or.cr en fecha 30 de junio del 2014.

- Se calculó el costo de la mano de obra, basándose en el valor que establece la normativa laboral vigente en Costa Rica.
- Se determinaron los rendimientos de material y mano de obra en cada una de las actividades necesarias para llevar a cabo la construcción.
- Se hizo un análisis de costos unitarios, correspondiente a los elementos que constituyen cada tipología de vivienda.
- Se multiplicó cada valor unitario por las cantidades totales y se obtuvo la sumatoria correspondiente del valor final deseado.

Cada presupuesto se acompañó de una programación general de las actividades y relaciones que existen entre cada una de las actividades del proyecto, donde se establecieron los plazos de tiempo de ejecución de cada tipología, en el entendido que se tienen los mismos recursos de mano de obra. Esta programación se realizó mediante la utilización de la herramienta MS Project ®.

Para este análisis económico no se considera las utilidades que establecen las empresas constructoras lo cual aumenta los valores por metro cuadrado de construcción en las tres tipologías, dichas utilidades son variables y las definen las empresas relacionado con sus estrategias de cotización. Este proyecto considera el costo económico como si los propietarios asumieran la administración de sus proyectos.

El cuadro 8 se resume los cálculos realizados del valor económico para la vivienda prefabricada:

Cuadro 8. Resumen del cálculo económico para vivienda de concreto prefabricada

Características generales de la vivienda			
Cimientos:	concreto armado	Sistema pluvial:	pvc
Paredes externas:	prefabricadas estilo pc	Canoas y bajantes:	hg #26
Paredes internas:	prefabricadas estilo pc	Sistema aguas negras:	tubo pvc sanitario de 4 y 3
Repellos:	quemado	Tanque séptico:	tubo concreto
Pisos:	ceramico	Sistema eléctrico:	tubo pvc y cable thhn
Cielo raso:	fibrolit de 5 y 6 mm	Ventanería (marcos, vidrios, etc.):	aluminio natural y vidrios de 4mm
Estructura de techo:	rt hn calibre 16	Puertas (marcos, cantidad, calidad, etc.):	externas de laurel
Cubierta de techo:	hg # 28	Pintura:	latex 3000 de Sur
Distribución de la vivienda:	sala, comedor, cocina, dos dormitorios y un baño		
Área de construcción de la vivienda:	42.00 m ²		
Costo de la solución habitacional			
I.	Total de costos directos de la obra		¢ 6 474 850
II.	Total de costos indirectos de la obra		¢ 647 485
III.	Monto de construcción [I. + II.]		¢ 7 122 335
VI.	Valor promedio de la construcción		¢ 169 579 /m ²

Para el cálculo del costo económico fue necesario incluir los costos directos y los costos indirectos de la misma y se obtuvo un costo total de $\text{¢}169\,579,40 / \text{m}^2$, se estima que este valor puede variar hasta en un 10% debido a la diferenciación de precios en los materiales constructivos. En el apéndice 1 se muestra la metodología de cálculo empleada para la obtención del valor económico aquí establecido donde se muestra claramente el desglose de costos directos, mano de obra, materiales y costos indirectos asociados a la construcción.

El cuadro 9 resume los cálculos realizados del valor económico para la vivienda de mampostería. Según se desprende del cuadro 9, para el costo económico de una vivienda de mampostería se obtuvo un costo total de $\text{¢}191\,064,70 / \text{m}^2$, se estima que este valor puede variar hasta en un 10% debido a la diferenciación de precios en los materiales constructivos. De forma preliminar se puede observar un costo económico más alto de esta tipología con respecto a la anterior cuya diferencia en promedio es de $\text{¢}21\,485,30 / \text{m}^2$. En el apéndice 2 se muestra la metodología de cálculo empleada para la obtención del valor económico aquí establecido donde se muestra claramente el desglose de costos directos, mano de obra, materiales y costos indirectos asociados a la construcción.

El cuadro 10 resume los cálculos realizados del valor económico para la vivienda de madera, según puede verse el costo total de una vivienda de madera fue de un costo total de $\text{¢}189\,883,57 / \text{m}^2$, se estima que este valor puede variar hasta en un 10% debido a la diferenciación de precios en los materiales constructivos.. Este valor económico fue similar al de la vivienda en mampostería con una diferencia de $\text{¢}1\,181,13 / \text{m}^2$ más alta la tipología de mampostería y $\text{¢}20\,304,17 / \text{m}^2$ más alta la tipología de madera con respecto al prefabricado de concreto. En el apéndice 3 se muestra la metodología de cálculo empleada para la obtención del valor económico aquí establecido para la tipología de madera, donde se muestra claramente el desglose de costos directos, mano de obra, materiales y costos indirectos asociados a la construcción.

Cuadro 9. Resumen del cálculo económico para vivienda de mampostería

Características generales de la vivienda			
Cimientos:	Concreto armado	Sistema pluvial:	pvc
Paredes externas:	Bloques de concreto	Canoas y bajantes:	hg #26
Paredes internas:	Bloques de concreto	Sistema aguas negras:	tubo pvc sanitario de 4 y 3
Repellos:	quemado	Tanque séptico:	tubo concreto
Pisos:	Cerámico	Sistema eléctrico:	tubo pvc y cable thhn
Cielo raso:	fibrolit de 5 y 6 mm	Ventanería (marcos, vidrios, etc.):	aluminio natural y vidrios de 4mm
Estructura de techo:	rt hn calibre 16	Puertas (marcos, cantidad, calidad, etc.):	externas de laurel
Cubierta de techo:	hg # 28	Pintura:	Goltex de Sur
Distribución de la vivienda:	sala, comedor, cocina, dos dormitorios y un baño		
Área de construcción de la vivienda:	42.00 m ²		
COSTO DE LA SOLUCIÓN HABITACIONAL			
I.	Total de costos directos de la obra		¢ 7 295 198
II.	Total de costos indirectos de la obra		¢ 729 520
III.	Monto de construcción [I. + II.]		¢ 8 024 717
VI.	Valor promedio de la construcción		¢ 191 065 /m ²

Cuadro 10. Resumen del cálculo económico para vivienda de madera

Características generales de la vivienda de madera			
Cimientos:	Concreto armado o pilotes	Sistema pluvial:	pvc
Paredes externas:	Paneles prefabricados de madera	Canoas y bajantes:	hg #26
Paredes internas:	Paneles prefabricados de madera	Sistema aguas negras:	tubo pvc sanitario de 4 y 3
Repellos:	No aplica	Tanque séptico:	tubo concreto
Pisos:	Cerámica	Sistema eléctrico:	tubo pvc y cable thhn
Cielo raso:	Madera	Ventanería (marcos, vidrios, etc.):	madera
Estructura de techo y paredes:	artesonado de madera, columnas y vigas de madera	Puertas (marcos, cantidad, calidad, etc.):	externas de laurel
Cubierta de techo:	hg # 28	Pintura:	barniz natural
Distribución de la vivienda:	sala, comedor, cocina, dos dormitorios y un baño		
Área de construcción de la vivienda:	56.00 m ²		
COSTO DE LA SOLUCIÓN HABITACIONAL			
I.	Total de costos directos de la obra	¢ 9 666 800	
II.	Total de costos indirectos de la obra	¢ 966 680	
III.	Monto de construcción [I. + II.]	¢ 10 633 480	
VI.	Valor promedio de la construcción	¢ 189 884 /m ²	

Un aspecto importante a considerar para cada una de las tipologías asignadas es la duración en la ejecución del proceso constructivo, para este efecto se realizaron las programaciones de cada una de las obras y se obtuvo que para la vivienda prefabricada de concreto se tiene una duración de 42 días, la vivienda de mampostería 55 días y la vivienda de madera de 26 días, en los apéndices del 4 al 6 se observan las programaciones realizadas. Para cada caso se realizó el cálculo tomando en consideración el mismo recurso humano el cual estaba compuesto por cuatro personas, para este efecto un operario, dos ayudantes y un peón.

A partir de esta información se pudo observar que la vivienda de madera es la que se desarrolla en un menor tiempo, luego sigue la vivienda prefabricada de concreto y por último la vivienda de mampostería. Esto es de suma importancia dado que la optimización del tiempo es un aspecto de gran valor para el desarrollo de este tipo de proyectos, ya que tanto el propietario de la obra como el desarrollador se interesan en la culminación y entrega del proyecto con el objetivo que pueda ser habitado lo antes posible, máxime si se desarrollan varios proyectos a la vez, como es el caso del desarrollo de urbanizaciones o condominios completos.

Para visualizar de una mejor forma lo obtenido para el parámetro económico en el cuadro 11 se presentan los datos de costo por metro cuadrado de construcción y la duración en la ejecución de cada proyecto, según la tipología específica.

Cuadro 11. Resumen de costo económico y duración de cada tipo de proyecto.

Tipología	Valor promedio por metro cuadrado	Tiempo de ejecución (días)
Mampostería (bloques de concreto)	₡191 065	55
Prefabricada de concreto (baldosas y columnas prefabricadas)	₡169 579	42
Madera (paneles de madera y columnas prefabricadas)	₡189 884	26

4.4 Consumo energético de las tipologías identificadas

Se entiende por energía incorporada, la cantidad de energía de diverso origen y calidad que es necesario emplear para elaborar un producto, para el presente proyecto se estableció como unidad de energía el megajoule (MJ). El término plantea de manera simbólica que dicho producto ha consumido en su elaboración una determinada cantidad de energía y por lo tanto las consecuencias del uso de tal energía son atribuibles al producto. La energía incorporada está estrechamente relacionada con la variable ambiental de la sostenibilidad, por lo que este parámetro es importante para realizar los cálculos pertinentes en esta investigación y fue necesario conocer en qué cantidades y proporciones se incorpora la energía a la producción y transformación de materiales.

El empleo de energía ya se toma como un impacto negativo, debido a que la energía en si misma resulta escasa, otro aspecto a considerar es la generación de la energía útil para los procesos de transformación en lo cual sigue siendo importante el consumo energético en la implementación de viviendas, pues las fuentes energéticas alternativas como la eólica y solar aún no presentan un uso extendido en Costa Rica por razones principalmente económicas y políticas, situación que podría cambiar en el futuro próximo.

Los materiales utilizados para la construcción de obras civiles son producto de la extracción, transporte y transformación de materia prima, por tal razón el análisis del ciclo de la vida se ha buscado aplicar también en la construcción de viviendas con el objetivo de comprender la influencia de un proceso o de un producto sobre el sistema ambiental.

Es así como el impacto por incorporación de energía considerado en esta investigación se refiere al requerimiento energético total por metro cuadrado en relación con cada una de las tipologías identificadas, se considera el desarrollo de los componentes cimentaciones, contrapisos, paredes y estructuras de paredes.

El desarrollo del concepto de energía incorporada se implementa a través del análisis del ciclo de vida (ACV), que es una de las herramientas que existen para cuantificar el efecto de la construcción en el medio ambiente; mediante un estudio que permite evaluar los impactos ambientales de un producto o servicio durante las etapas de su existencia, es un proceso que incorpora los principios ecológicos al desarrollo de las viviendas y valora el rendimiento medioambiental de las mismas; es decir mide los costos ambientales de los aportes de recursos energéticos. En la figura 8 se muestra las diferentes etapas y relaciones existentes para conceptualizar lo referente al análisis del ciclo de vida de los materiales y las construcciones.

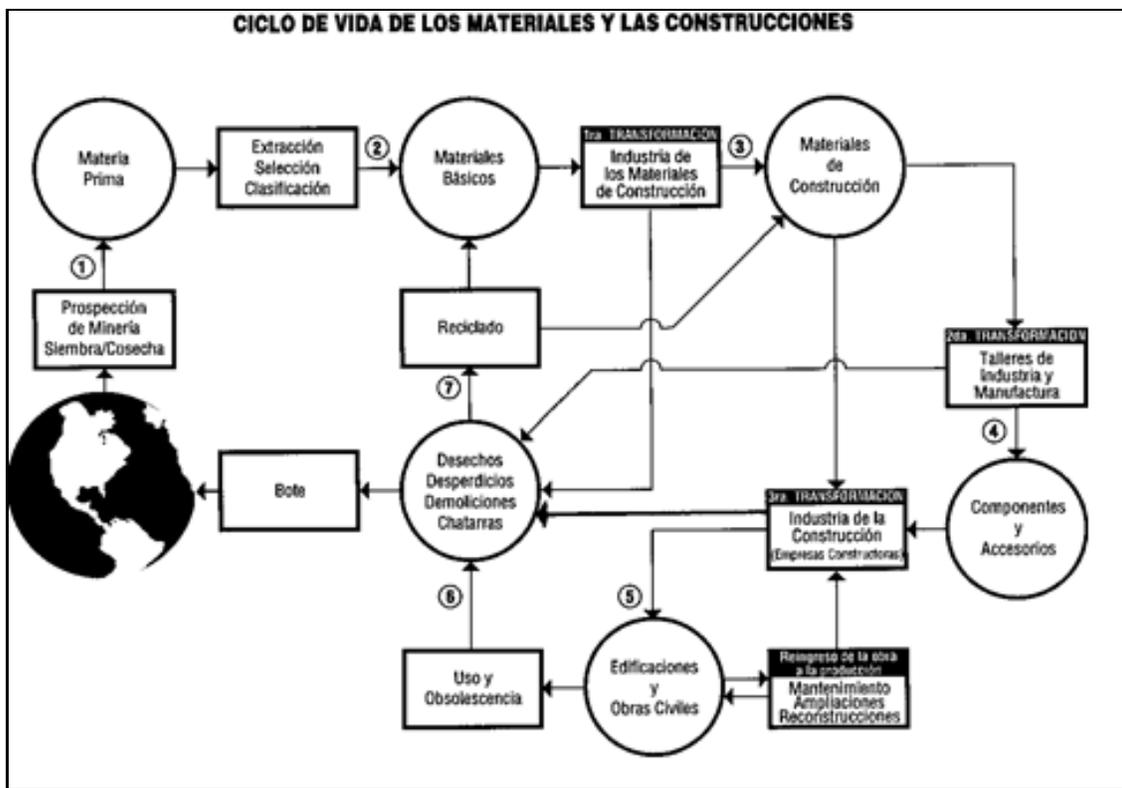


Figura 8. Ciclo de vida de los materiales y las construcciones

Fuente: Tavares, 2006.

Este concepto es de suma importancia dado que aplicado el análisis del ciclo de vida (ACV) en los materiales de construcción puede servir para tomar decisiones antes de elaborar un proyecto de construcción, eligiendo por ejemplo materiales, construcciones

y proveedores desde el punto de vista ambiental, dado que algunos de los materiales de construcción pueden tener mayor consumo energético y por tanto producen mayor impacto negativo al ambiente que otros. En la figura 9 se muestra la forma en que se transforman los materiales según sea la fase del ACV que se esté implementando.

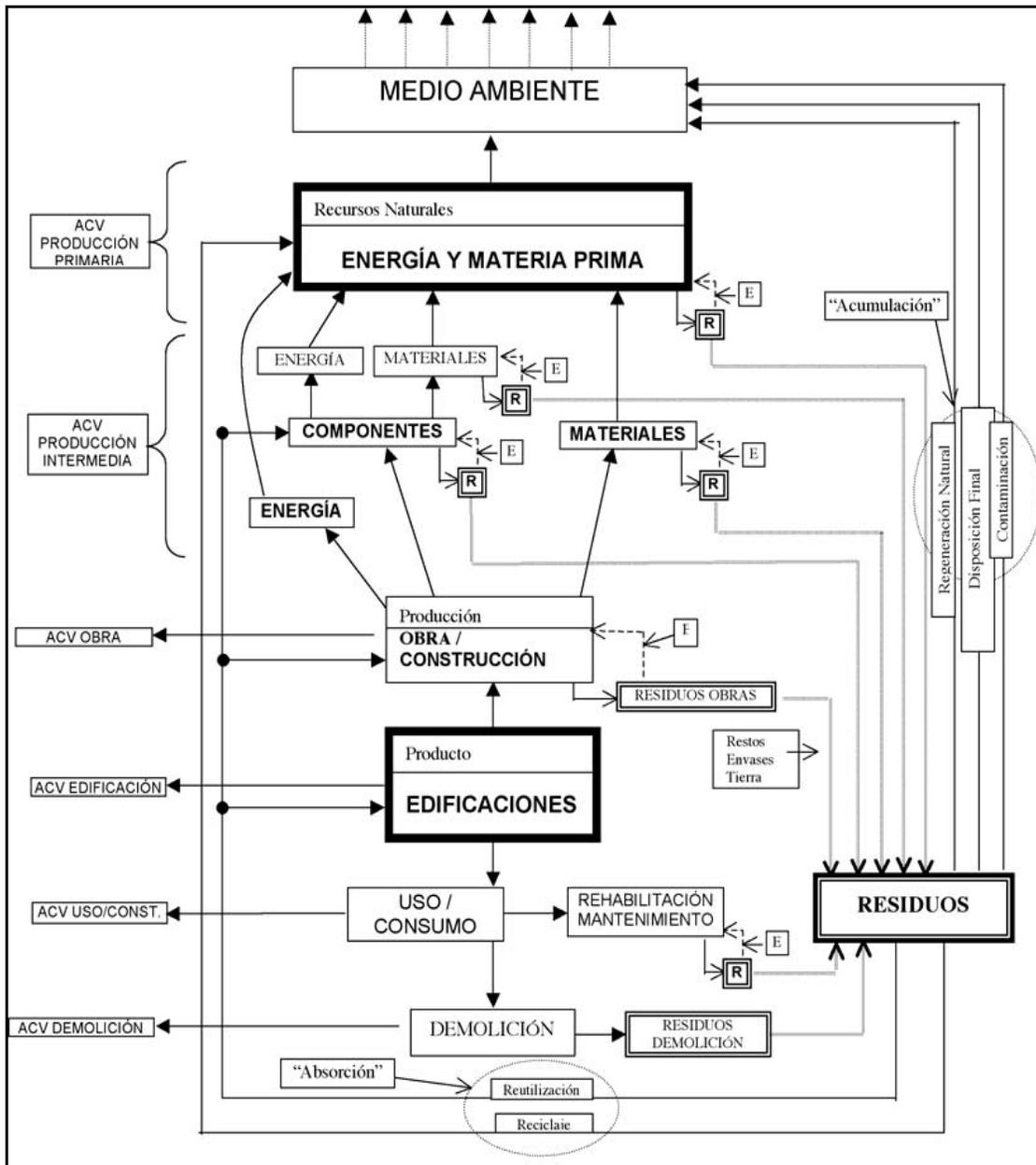


Figura 9. Fases del ACV y sus formas de afectación a los materiales y construcciones.

Fuente: Tavares, 2006.

Como puede deducirse de la figura anterior, si bien es cierto que el ACV identifica los flujos de materiales, energía y residuos que genera las construcciones, y para este caso

particular tres tipologías constructivas identificadas, durante toda su vida útil. El impacto ambiental puede determinarse por adelantado considerando la forma en que se implementarán las construcciones, desde la escogencia de los materiales constructivos hasta su uso. Para el presente proyecto se toma en consideración hasta la implementación de la construcción, por lo tanto para el cálculo de los costos de energía incorporada los flujos analizados se engloba desde la extracción de materias hasta el desarrollo o construcción de las viviendas.

Adicionalmente es importante que se tome en consideración que el ACV debe verse como un ciclo cerrado donde los residuos puedan considerarse aprovechables para otros procesos, esto con el fin que el proceso de la construcción de viviendas sea un ciclo cerrado.

De esta forma los factores principales que influyen en el componente ambiental de energía incorporada en materiales son: la cantidad de materia y la energía asociada a la explotación de materias primas y al transporte y la energía asociada al procesamiento y producción de materiales y componentes constructivos.

Tal y como pudo observarse en el desarrollo del objetivo específico 1, las viviendas constituyen una proporción muy importante de las edificaciones construidas en el Cantón Central de Cartago, en esa misma medida han crecido también los requerimientos de materiales de construcción, los cuales dentro del paradigma de la sostenibilidad deberían de producir cada día menor impacto negativo ambiental pues todos los procesos de extracción, transformación, comercialización y colocación en obra acarrea un no despreciable impacto negativo que puede ser leído a través de indicadores tales como la energía incorporada.

Para el presente trabajo de investigación sólo se evaluó el parámetro ambiental de energía incorporada dado que el alcance del proyecto en cuanto a tiempo no permitió evaluar otros parámetros de igual importancia como podrían ser la huella de carbono o la huella hídrica para citar dos ejemplos. No obstante la evaluación de la energía incorporada permite generar criterios de análisis para comparar las tipologías seleccionadas, adicionalmente

dicho concepto está estrechamente relacionado con los materiales predominantes utilizados en la construcción de viviendas.

Tomando como base de estudio el indicador de energía incorporada en materiales desde la extracción de materiales hasta el desarrollo del proceso constructivo, el cual está establecido con base en el peso de los materiales de construcción más utilizados, o sea el kg de material y MJ/kg de material.

Se procedió a aplicar tal indicador de energía incorporada a las tres tipologías identificadas, traduciéndolos a unidades de área (MJ/m²). Con la cuantificación del peso de cada uno de los componentes según categorización de materiales para cada una de las tipologías seleccionadas y conociendo el factor de energía incorporada de cada material por peso, se obtuvo la energía incorporada equivalente para el área de una unidad de vivienda seleccionada en cada uno de las tipologías estudiadas, obteniendo de esta manera la cuantificación del impacto ambiental referida al indicador considerado.

Como fuente de información se utilizó el libro de Hegger titulado Construction Material Manual de la editorial Birkhauser (Hegger, 2006). De aquí se obtuvieron los valores de densidad y energía incorporada a los materiales expresada en MJ/kg.

El cuadro 12 presenta un resumen de los materiales que se consideraron necesarios para el desarrollo de la investigación y de los valores de los indicadores según el libro indicado. Es importante agregar que dichos valores consideran los valores del ciclo de vida desde la extracción hasta la implementación de la construcción y se adapta para países tropicales como Costa Rica.

Cuadro 12. Indicadores de densidad y energía incorporada por material.

Material	Densidad (kg/m ³)	Energía incorporada (MJ/kg)
tablero contraxapado conifera	430	5,96
escuadra conifera	450	1,3
semisólido pino FSC	450	1,35
parquet flotante	430	6,1
concreto	2 340	0,66
concreto pobre	1 500	0,66
bloques de concreto (12x20x40)cm	2 000	2,5
mortero	2 250	0,96
vidrio	2 490	8
acero	7 850	24
malla electrosoldada	7 850	24
perfiles de acero	7 850	24
acero galvanizado	7 850	24
aluminio	2 700	271

Fuente: Hegger.2006. Construction Material Manual. Ed Birkhausser.

Como ejemplo en el caso de la energía incorporada de la madera los valores incluyen la energía requerida para extraer la madera, su procesamiento en aserraderos, su transformación como material de construcción, su transporte y hasta su colocación o adaptación al proceso constructivo. Este mismo concepto se aplica para los otros materiales representados en el cuadro que forman parte de las tipologías seleccionadas.

En relación a las fases del ciclo de vida, los valores consideran la extracción de materias primas y fabricación de materiales, transporte y construcción o montaje.

De esta forma el cuadro 12 está en concordancia con el ACV, pues considera las etapas de consumo energético desde la extracción hasta la implementación del proceso constructivo, esto es importante dado que debe notarse que se está considerando los consumos energéticos de cada material y para sus etapas de ACV. Así, la primera etapa del ciclo de vida de los materiales de construcción, los costos ambientales se deben tanto a la extracción de los recursos. Por otra parte,

los materiales fuertemente manipulados y que han sido sometidos a un proceso de fabricación tiene unos efectos ambientales muy importantes, especialmente desde el punto de vista energético. Según lo que se observa del cuadro 12, entre los materiales con mayor impacto energético encontramos los materiales metálicos tales como el acero, y entre los de menor impacto, el concreto y la madera.

La siguiente etapa se ha definido como la del transporte de los materiales la cual se relaciona con los consumos energéticos de los propios medios de transporte como lo son el consumo de combustibles o energía eléctrica.

En la etapa de construcción de las viviendas, también se generan consumos energéticos relacionados con el desarrollo del mismo proceso tales como embalaje, el montaje, traslado interno de materiales y uso de herramientas y equipos.

Del cuadro 12 anterior relativo al tipo de materiales debe observarse que algunos materiales tienen valores de energía incorporada mucho más altos, con lo que pueden tener una gran influencia a pesar que tienen un peso reducido en las tipologías identificadas, lo cual se evidencia si comparamos los procedentes de derivados de la madera con los metálicos tales el acero y el aluminio.

Lo anterior es importante, dado que las estructuras que son de concreto armado, a lo cual deben su gran peso, especialmente el componente horizontal, donde si bien el concreto no se considera un material de alta energía incorporada, siempre cuenta con armaduras de acero que aunque no son tan pesadas si generan un aporte importante a la energía incorporada.

A partir de los datos contenidos en el cuadro 12 anterior se elaboraron en cada caso de las tipologías identificadas la cuantificación de la energía incorporada. Los pasos para obtener la energía incorporada fueron:

- Se midieron las cantidades totales de materiales por elemento constructivo y se calcularon sus pesos en kilogramos.
- Se le asignó a cada uno su peso energético.
- Se hizo la sumatoria con el total de los consumos energéticos de los materiales empleados.

El cuadro 13 muestra los cálculos realizados de energía incorporada para la tipología de mampostería, en dicho cuadro se desglosa los componentes constructivos, el peso de los materiales predominantes, el factor de energía incorporada y los resultados y porcentajes de cada material y componente constructivo en relación a la energía incorporada, por último se obtiene el indicador de la energía incorporada por área para esta tipología.

De este cuadro y de acuerdo a los cálculos realizados, se observa que el indicador de energía incorporada para la vivienda de mampostería tiene un valor de 2 186,46 MJ/m² y la mayor participación de los componentes constructivos lo tienen las paredes, con un 47,28%, las cuales contemplan los bloques de concreto, el acero de refuerzo, los morteros de pega y repellos y los componentes necesarios para su adecuada construcción. El siguiente componente en cuanto a participación lo constituyen los elementos estructurales, que son las vigas y columnas de la vivienda, con un 23,10%, lo cual contempla el concreto, el acero de refuerzo y las formaletas y componentes necesarios para su adecuada construcción.

Cuadro 13. Cálculo del indicador de energía incorporada para la tipología de vivienda de mampostería.

Componente constructivo		Peso (kg)	Factor de energía incorporada (MJ/kg)	Resultado (MJ)	Porcentaje (%)	Porcentaje por componente (%)
cimentaciones	concreto de sello	2 496	0,66	1 647,36	1,79	16,43
	acero	283,24	24	6 797,76	7,40	
	concreto de cimentación	9 792	0,66	6 462,72	7,04	
	formaletas	135	1,3	175,50	0,19	
contrapiso	concreto	7 056	0,66	4 656,96	5,07	9,00
	acero	142,12	24	3 410,88	3,71	
	guías	150	1,3	195	0,21	
paredes	bloques de concreto	11 900	2,5	29 750	32,40	47,28
	acero	272	24	6 528	7,11	
	repellos y morteros	7 200	0,96	6 912	7,53	
	formaletas, codales y elementos en madera	175	1,3	227,50	0,25	
elementos estructurales	concreto vigas y columnas	13 080	0,66	8 632,80	9,40	23,10
	acero	512	24	12 288	13,38	
	formaletas	225	1,3	293	0,32	
aceras	concreto	5 840	0,66	3 854	4,20	4,20
TOTAL				91 831,38	100,00	100,00
Energía incorporada por m2 (vivienda de 42 m2)(MJ/m2)				2 186,46		

El cuadro 14 muestra los cálculos realizados de energía incorporada para la tipología de vivienda prefabricada de concreto, en dicho cuadro se desglosa los componentes constructivos, el peso de los materiales predominantes, el factor de energía incorporada y los resultados y porcentajes de cada material y componente constructivo en relación a la energía incorporada, por último se obtiene el indicador de la energía incorporada por área para esta tipología.

De este cuadro y de acuerdo a los cálculos realizados, se observa que el indicador de energía incorporada para la vivienda prefabricada de concreto tiene un valor de 1 257,27 MJ/m² y la mayor participación de los componentes constructivos lo tienen las paredes, con un 60,68 %, las cuales contemplan el concreto de las baldosas, el acero de las baldosas, los morteros de repellos y los componentes necesarios para su adecuada construcción. El siguiente componente en cuanto a participación lo constituye los contrapisos, con un 17,03%, lo cual contempla el concreto, el acero de refuerzo y componentes necesarios para su adecuada construcción.

Cuadro 14. Cálculo del indicador de energía incorporada para la tipología de vivienda prefabricada de concreto.

Componente constructivo		Peso (kg)	Factor de energía incorporada (MJ/kg)	Resultado (MJ)	Porcentaje (%)	Porcentaje por componente (%)
cimentaciones	concreto de cimentación	3 120	0,66	2 059,20	3,90	3,90
contrapiso	concreto	8 114,40	0,66	5 355,50	10,14	17,03
	acero	142,12	24	3 410,88	6,46	
	guías	175	1,3	227,5	0,43	
paredes	concreto de baldosas	8 325,60	2,5	20 814	39,42	60,68
	acero de baldosas	345	24	8 280	15,68	
	repellos y morteros	2 800	0,96	2 688	5,09	
	codales, puntales y elementos en madera	200	1,3	260	0,49	
elementos estructurales	concreto columnas prefabricadas	2 688	0,66	1 774,08	3,36	11,09
	acero de columnas prefabricadas y solera	170,08	24	4 081,92	7,73	
aceras	concreto	5 840	0,66	3 854,40	7,30	7,30
Total				52 805,48	100,00	100,00
Energía incorporada por m2 (vivienda de 42 m2)(MJ/m2)				1 257,27		

El cuadro 15 muestra los cálculos realizados de energía incorporada para la tipología de vivienda de madera, en dicho cuadro se desglosa los componentes constructivos, el peso de los materiales predominantes, el factor de energía incorporada y los resultados y porcentajes de cada material y componente constructivo en relación a la energía incorporada, por último se obtiene el indicador de la energía incorporada por área para esta tipología.

De este cuadro y de acuerdo a los cálculos realizados, se observa que el indicador de energía incorporada para la vivienda de madera tiene un valor de $875,33 \text{ MJ/m}^2$ y la mayor participación de los componentes constructivos lo tienen las paredes, con un 50,25 %, las cuales contemplan los paneles de madera, las uniones metálicas y los componentes necesarios para su adecuada construcción. El siguiente componente en cuanto a participación lo constituye los cimientos, que son placas aisladas, con un 18,75%, lo cual contempla el concreto y el acero de refuerzo para su adecuada construcción.

Cuadro 15. Cálculo del indicador de energía incorporada para la tipología de vivienda de madera.

Componente constructivo		Peso (kg)	Factor de energía incorporada (MJ/kg)	Resultado (MJ)	Porcentaje (%)	Porcentaje por componente (%)
cimentaciones	concreto de cimentación	4 150	0,66	2 739	5,59	18,75
	acero	268,8	24	6 451,20	13,16	
contrapiso	tabloncillo madera	1 300	1,3	1 690	3,45	8,52
	uniones metálicas	30	24	720	1,47	
	estructura madera contrapiso	315	5,6	1 764	3,60	
paredes	paneles de madera	4 225	5,6	23 660	48,27	50,25
	uniones metálicas	35	24	840	1,71	
	codales, puntales y elementos en madera	100	1,3	130	0,27	
elementos estructurales	columnas y vigas madera	1 087,50	5,6	6 090	12,42	14,63
	uniones metálicas	45	24	1 080	2,20	
aceras	concreto	5 840	0,66	3 854,40	7,86	7,86
TOTAL				49 018,60	100,00	100,00
Energía incorporada por m2 (vivienda de 56 m2)(MJ/m2)				875,33		

En el siguiente cuadro se muestra un resumen de los datos obtenidos para la variable ambiental de la sostenibilidad que para efectos del presente proyecto se calcula como la energía incorporada en cada una de las tipologías identificadas, o sea, para la tipología vivienda de mampostería, tipología vivienda prefabricada de concreto y tipología vivienda de madera.

Cuadro 16. Resumen de indicadores de energía incorporada obtenidos para cada una de las tipologías de vivienda.

Tipología	Energía incorporada (MJ/m ²)	Energía incorporada (Kwh/m ²)
Vivienda de mampostería	2 186,46	607,35
Vivienda prefabricada de concreto	1 257,27	349,24
Vivienda de madera	875,33	243,15

Aquí puede observarse el gasto energético por metro cuadrado en Mega Joules (MJ) o en su equivalente kilo Watt hora (kWh), siendo 1 kWh= 3,6 MJ. Esta información es importante dado que el consumo de energía se puede traducir en emisiones de dióxido de carbono (CO₂), que es otro indicador útil para valorar el impacto ambiental de cada una de las tipologías de vivienda estudiadas y que podría abordarse en un estudio complementario a éste.

4.5 Percepción de los interesados en cuanto al uso de las tipologías identificadas.

Como objetivo general del presente proyecto se planteó establecer parámetros de sostenibilidad para tres tipologías de vivienda de interés social en el Cantón Central de Cartago, por lo que fue necesario considerar los tres conceptos básicos de sostenibilidad; a saber el económico, el ambiental y el social. Los dos primeros se abordaron con respecto a los costos económicos y de energía incorporada y ciclo de vida de materiales y construcciones. Para el componente social se estableció como objetivo específico determinar la percepción de los interesados de las tres tipologías en cuanto a su aceptación de desarrollo y uso. En lo concerniente a desarrollo, se orienta hacia la preferencia en el desarrollo del diseño y del proceso de construcción de las tipologías identificadas y para el uso se enfocó en lo referente a la aceptación de los usuarios en cuanto a su habitabilidad.

En el proceso de desarrollo de viviendas tipo interés social, los participantes no son solamente los propietarios, constructores y los proveedores de materiales que tienen un papel preponderante, sino también participan otros actores tales como instituciones y profesionales del ramo de la arquitectura y construcción los cuales fungen como responsables del proceso constructivo. De igual forma, el Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos de Costa Rica (MIVAH) ha establecido algunos entes financieros como instituciones autorizadas para el trámite de la subvención económica (bono de la vivienda) y créditos hipotecarios.

Para el Cantón Central de Cartago se han establecido como instituciones autorizadas, con amplia experiencia, las Mutuales de Ahorro y Préstamo y la Fundación Costa Rica-Canadá para la Vivienda Rural.

Con el objetivo de identificar los interesados en cuanto a la aceptación de desarrollo y uso, se generó la figura 10, donde se puede ver que existen varios participantes que pueden aportar criterios indispensables para determinar la percepción, dado que participan de forma directa en los diseños, trámites e implementación del proceso

constructivo, estos son junto con el propietario los que tienen en su quehacer diario la posibilidad de percibir la aceptación de desarrollo y uso de las tipologías identificadas en este proyecto.

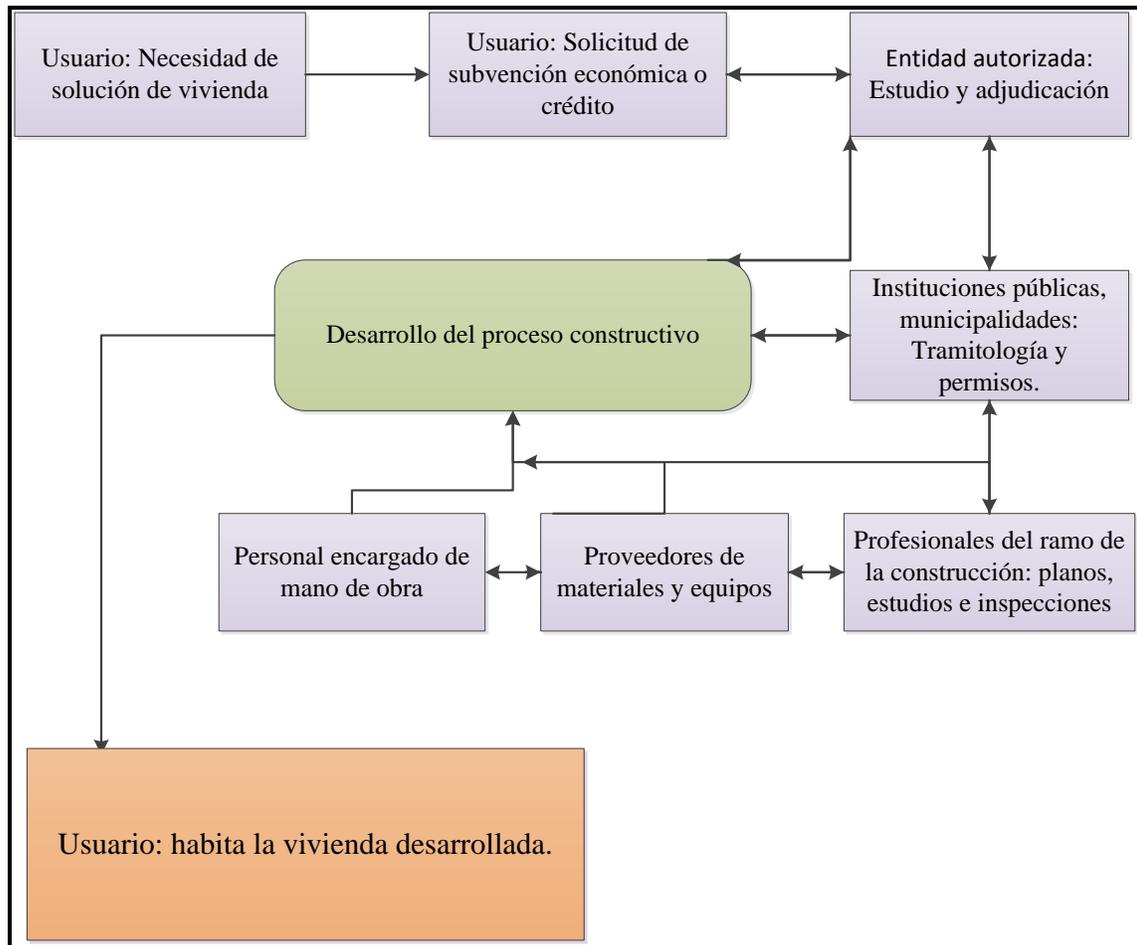


Figura 10. Interesados dentro del proceso de construcción de viviendas tipo interés social.

Una vez identificados los interesados y dado que lo que se busca es determinar su percepción de las tres tipologías en cuanto a su aceptación de desarrollo y uso, se aplicaron entrevistas dirigidas a funcionarios de instituciones que desarrollan viviendas de interés social, para tal efecto se aplicaron once entrevistas dirigidas. Es importante aclarar, que los entrevistados son expertos de las Mutuales de Ahorro y Préstamo que funcionan en el Cantón Central de Cartago (dos entrevistas), experto de la Fundación Costa Rica Canadá para la Vivienda (una entrevista), expertos de la Dirección de

Urbanismo de la Municipalidad de Cartago (dos entrevistas), profesionales desarrolladores de proyectos (tres entrevistas) y usuarios, dueños o propietarios de las viviendas construidas o por construir (tres entrevistas).

Se diseñaron entrevistas las cuales se incluyen en el apéndice 7. Estas entrevistas se aplicaron de la siguiente manera:

- Tres entrevistas a profesionales independientes con amplia experiencia en construcción de viviendas tipo interés social en el Cantón Central de Cartago (entrevista 1, apéndice 7) y sus resultados en apéndice 8. Las entrevistas se aplicaron a los siguientes profesionales:
 - Ing. Greivin Ortega Montero. Ingeniero con actividades en el Cantón Central de Cartago.
 - Ing. Carlos Mora Quirós. Ingeniero con actividades en el Cantón Central de Cartago.
 - Arq. Reinaldo Córdoba Ramírez, arquitecto con actividades en el Cantón Central de Cartago.
- Dos entrevistas a profesionales encargados del trámite de permisos de construcción en la Municipalidad del Cantón Central de Cartago (entrevista 2, apéndice 7) y sus resultados en apéndice 8. Se entrevistaron los siguientes profesionales:
 - Ing. Cristian Solano Orozco, Subdirector de Urbanismo de la Municipalidad de Cartago.
 - Arq. Juan Carlos Guzmán Víquez, Director de Urbanismo de la Municipalidad de Cartago.
- Tres entrevistas a ingenieros funcionarios con amplia experiencia en viviendas tipo interés social de las mutuales de ahorro y préstamo que tienen operaciones en el Cantón Central de Cartago (uno de la Mutual Cartago de Ahorro y Préstamo, otro del Grupo Mutual La Vivienda) y un ingeniero de la Fundación Costa Rica Canadá para la Vivienda (entrevista 3, apéndice 7) y sus resultados en apéndice 8. Los profesionales entrevistados fueron los siguientes:

Ing. José Adrián Meneses Arias. (MUCAP)

Arq. Juan Carlos Cascante Delgado. (GRUPO MUTUAL)

Ing. Federico Granados Brenes, Jefe Oficina de Administración de Proyectos (Fundación Costa Rica Canadá para la Vivienda)

- Tres entrevistas a propietarios(as) de viviendas tipo interés social en proceso de construcción (entrevista 4, apéndice 7) y sus resultados en apéndice 8. Las personas se seleccionaron una para cada tipo de tipología identificado y fueron las siguientes:

Sra. Eliza Romero Calvo, vivienda prefabricada de concreto.

Sr. Jairo Ramírez Molina, vivienda de mampostería.

Sr. Leonardo Fernández Campos, vivienda de madera.

A través del resultado de estas entrevistas se pudo establecer que la sostenibilidad del consumo de materiales en la construcción de viviendas tipo interés social no debe hacerse dependiente de la aceptación de las personas que van a hacer el desarrollo y uso de ellas, sino que para un adecuado abordaje del concepto se hace necesario abarcar a los principales interesados.

Es importante resaltar que el aspecto social que está ligado a la percepción de los interesados, pues finalmente serán ellos quienes se emplacen en su vivienda, su diseño, desarrollo o financiamiento. Una tipología de vivienda puede ser favorable en términos económicos y ambientales, pero si es poco aceptada socialmente, puede terminar siendo no utilizada o mal aprovechada. De allí que se concluya que el componente social es fundamental para la definición del concepto completo de sostenibilidad y la experiencia de los expertos es fundamental para la obtención de resultados que permitan tener un criterio amplio de este parámetro.

Para mostrar la experiencia de cada uno de los expertos consultados y en cumplimiento con lo planteado en la metodología, se aplicó entrevista a profesionales con más de catorce años de experiencia en el tema de viviendas de interés social. El cuadro 17

muestra el tiempo de ejercicio profesional de cada experto y su actividad actual. De igual forma en el apéndice 1 se muestra la entrevista aplicada a cada experto.

Cuadro 17. Listado de expertos entrevistados.

Nombre del profesional	Carnet de colegiado	Fecha de incorporación	Institución para la que labora
Ing. Greivin Ortega Montero.	ICO-9215	04 de abril de 1999	Profesional independiente.
Ing. Carlos Mora Quirós.	ICO-9942	19 de mayo de 2000	Profesional independiente.
Arq. Reinaldo Córdoba Ramírez.	A-2331	04 de octubre de 1979	Profesional independiente.
Ing. Cristian Solano Orozco.	ICO-9711	26 de noviembre de 1999	Municipalidad de Cartago.
Arq. Juan Carlos Guzmán Víquez.	A-6150	13 de diciembre de 1991	Municipalidad de Cartago.
Ing. José Adrián Meneses Arias.	ICO-5660	17 de diciembre de 1990	Mutual Cartago de Ahorro y Préstamo.
Arq. Juan Carlos Cascante Delgado.	A-4404	30 de octubre de 1986	Grupo Mutual La Vivienda.
Ing. Federico Granados Brenes.	ICO-10070	08 de agosto de 2000	Fundación para la Vivienda Costa Rica Canada.

Fuente: Datos tomados del sitio web del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (www.cfia.or.cr), consultado el 25 de septiembre de 2014.

De las entrevistas efectuadas se obtuvo que la tipología de vivienda más utilizada para proyectos tipo interés social es la prefabricada de concreto, lo cual resultó de las respuestas obtenidas a los funcionarios de la Municipalidad de Cartago, ingenieros independientes y funcionarios de las instituciones autorizadas de tramitar proyectos interés social. Todos los entrevistados coincidieron que las viviendas prefabricadas de concreto son la primera opción, debido al costo económico asociado. De igual forma, los propietarios tienen claro que este tipo de vivienda es más económica y por esa razón deciden implementar ese tipo de solución de vivienda.

Los funcionarios de la Municipalidad de Cartago indicaron que actualmente se tramitan mensualmente alrededor de 5 viviendas tipo interés social, cantidad que ha disminuido en los últimos años debido a aspectos como el restringido acceso a terrenos aptos para su desarrollo, el alto costo de los predios y a la implementación de regulaciones de ordenamiento territorial.

En relación con este aspecto las entrevistas efectuadas a funcionarios de las instituciones autorizadas para el trámite de proyectos tipo interés social, se puede concluir que lo que

prevalece en la implementación de este tipo de viviendas es el factor económico donde los propietarios no tienen una opción real de elegir los materiales para construir su vivienda a menos que ellos hagan una derogación económica adicional para completar la diferencia en los costos, situación que en la realidad ocurre en forma esporádica, lo que realmente interesa a los propietarios de proyectos tipo interés social es resolver la problemática de no contar con vivienda, por lo tanto se adaptan a la solución más económica que se les ofrezca.

Los expertos consultados, profesionales que desarrollan proyectos de vivienda en el Cantón Central de Cartago mencionaron que se han desarrollado una gran cantidad de sistemas constructivos para viviendas de interés social, entre ellos: prefabricadas, muro seco, ISI, concrepal, madera, mampostería, entre otros.

Todos los profesionales entrevistados coincidieron en que una de las ventajas que ofrece la tipología de vivienda prefabricada de concreto es la gran facilidad de montaje además, se generan menos desperdicios, su cimentación sencilla y el costo de paredes y columnas es menor comparado con otros sistemas constructivos, además de ser un sistema que tiene muchos años en el mercado nacional. Es importante recalcar que en la entrevista realizada a la propietaria de vivienda prefabricada de concreto ésta indicó que escogió este tipo de vivienda debido a un aspecto de costo, por lo que era la que mejor se adaptaba al presupuesto.

Con respecto a las viviendas en mampostería, los expertos entrevistados coincidieron, que de tener la opción real los propietarios de las viviendas, un alto porcentaje de ellos elegiría este sistema, pero su alto costo hace que esta tipología se desarrolle sólo en casos en los que se cubre la diferencia de los costos con recursos propios, situación que en proyectos de interés social es cada vez menor. El propietario que escogió este tipo de vivienda indicó que seleccionó este tipo de vivienda por un asunto de seguridad y que aunque estuvo considerando realizar una solución más económica como el sistema prefabricado, al final optó por utilizar bloques de concreto.

En relación con las viviendas de madera, a excepción del experto de la Fundación Costa Rica Canadá para la Vivienda, los otros profesionales entrevistados dicen que conocen muy poco de este sistema. El experto del Grupo Mutual mencionó que este sistema se adapta perfectamente a ciertas zonas como las indígenas. Todos los expertos coincidieron en que se ha divulgado poco de las bondades de la madera y que el mercado nacional es incipiente en el uso de este material, lo cual lo fundamentaron en la falta de calidad del tratamiento de la madera, la falta de certificación del producto y las deficiencias en los sistemas de medida para la comercialización de la misma, todos los expertos mencionaron que han escuchado que el Instituto Tecnológico de Costa Rica a través de la Escuela de Ingeniería Forestal ha iniciado capacitación para el desarrollo de este tipo de viviendas.

El experto de la Fundación Costa Rica Canadá para la vivienda opinó que han tenido experiencias positivas en el desarrollo de viviendas de interés social de madera y que las mismas tienen bondades que otros materiales no presentan como lo es su facilidad de montaje y la rapidez en la construcción lo cual supera a cualquier otro sistema constructivo, mencionó que el mismo Ministerio de Vivienda ha respaldado el uso de este tipo de solución, dado que desde el punto de vista técnico cumple con todo lo que requiere la normativa vigente. Según la apreciación de este experto la madera es un sistema más acogedor que cualquiera de los otros disponibles en el mercado y permite que los acabados sean más elegantes, con vidas útiles similares o superiores a las soluciones disponibles en el mercado, además es un sistema desmontable que permite la fácil reutilización y reciclaje de materiales.

El propietario de la solución de vivienda de madera indicó que realizó el proyecto porque los costos son incluso menores a realizar una casa de bloques de concreto y además por el hecho de pertenecer a una zona rural, el construir en madera consideró le daba un realce al proyecto.

Los expertos consultados aseguraron que consideran que el sector político de vivienda de Costa Rica tiene apertura a aceptar sistemas constructivos que demuestren sus

bondades, lo cual debe estar fundamentado en criterios técnicos bien establecidos en torno a la durabilidad, capacidad estructural y estética, además, es necesario que el proyecto tenga el visto bueno de autoridades como el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos y del Ministerio de Salud.

Con respecto al conocimiento sobre el concepto de sostenibilidad y vivienda sostenible, planteado en la pregunta: ¿Para usted cuál es el concepto de sostenibilidad y de vivienda sostenible? los ingenieros expertos mencionaron que se relacionaba con la racionalización de recursos, el manejo de desechos y el uso de tecnologías como paneles solares para producción de energía, el uso de equipos ahorradores, la implementación de techos verdes, biojardineras, la disminución de desperdicios de materiales y gestión de los desechos de construcción.

No obstante este conocimiento no quedó demostrado, al consultar a los expertos si conocían sobre alguna metodología para medir la sostenibilidad ambiental, ninguno pudo precisar alguna metodología. De igual forma cuando se consultó si conocían los conceptos de ciclo de vida en las viviendas y el concepto de energía incorporada, la mayoría de ellos no conocía la temática, sólo uno tenía una vaga idea del significado de la energía incorporada.

En relación con aspectos que se podrían fortalecer por parte de la industria de la construcción para satisfacer la oferta de sistemas constructivos que sean más amigables desde el punto de vista ambiental, los entrevistados coincidieron en que hay una gran necesidad de transmitir información de dichos productos y de la forma como estos se consideran amigables. Consideraron que de esta manera se podría transmitir esa información a los clientes e implementar estos conceptos en la ejecución de viviendas.

Consideran que las industrias deben hacer inversiones importantes en mercadeo para transmitir el valor agregado de sus productos y en caso de argumentar que poseen certificaciones deben aclarar en qué consisten. También indicaron, que la labor de investigación por parte de la industria y de la academia es fundamental para brindar no

sólo nuevos productos sino también mejor información a todos los interesados del sector de construcción de viviendas de interés social.

Un aspecto importante a considerar, es lo que manifestó el experto del Grupo Mutual, el cual indicó que dicha institución está trabajando en la generación de un reglamento de factores de sostenibilidad de forma tal que mediante tasas diferenciadas en los intereses se incentiven proyectos que incorporen criterios de vivienda sostenible, aunque este producto financiero no existe actualmente dicha institución está trabajando en el desarrollo e implementación del mismo.

4.6 Discusión y análisis de los resultados

A través del análisis numérico de las bases de datos sobre el impuesto de bienes inmuebles que lleva la Municipalidad de Cartago se logró identificar que las tipologías de interés social más comunes en el Cantón Central de Cartago, son la vivienda de mampostería, la vivienda prefabricada de concreto y la vivienda de madera.

Cada una de las tipologías identificadas tiene materiales predominantes, como su nombre lo indica, así por ejemplo en la tipología de viviendas de mampostería predominan las paredes de bloques de concreto y la estructura de concreto armado, en la vivienda prefabricada de concreto predominan las paredes de baldosas y columnas prefabricadas de concreto y en la vivienda de madera predominan las paredes y estructuras de madera que para este caso, se consideraron materiales provenientes de plantaciones certificadas y el uso de sistemas de paneles de madera prefabricados de fácil montaje.

Para el análisis del componente económico se tiene que el valor promedio por metro cuadrado de las tipologías son ¢169 579,40 para la vivienda prefabricada de concreto y una duración en tiempo de ejecución de 42 días. La vivienda de mampostería, tiene un valor promedio aproximado de ¢191 064,70, y una duración en ejecución de 55 días y la

vivienda de madera tiene un valor similar a la vivienda de mampostería pues tiene un valor de $\$189\,883.57$ pero su duración es inferior a las dos anteriores de 26 días.

Tomando en cuenta esta información, si se realizará una escogencia basándose solamente en el factor económico, el resultado más favorable sería la vivienda prefabricada de concreto, pues es la que muestra un menor costo por metro cuadrado, no obstante es importante tomar en consideración el tiempo de ejecución en cuyo caso, la vivienda de madera sería la primera opción con el menor tiempo de ejecución.

El componente económico es la dimensión con mayor influencia en la escogencia de tipologías para viviendas de interés social, unido a la urgencia de las personas por contar con una solución real de vivienda, por tal razón es que predomina actualmente la escogencia de la tipología de concreto prefabricada, no obstante a pesar de ser la madera un recurso importado, es la segunda opción en costo, lo cual se podría cambiar si se estimulará el mercado nacional y la industria asociada para la producción de maderas de plantaciones para ser utilizadas en la construcción de viviendas.

En relación con este tema entre los interesados del sector de vivienda tipo interés social del Cantón Central de Cartago, se tiene la percepción que la tipología de vivienda prefabricada de concreto es la más económica y la que más se utiliza, situación que respaldan funcionarios de la Municipalidad de Cartago con los registros que tienen de tramites de viviendas de este tipo.

Para el componente ambiental, un indicador del impacto fue la cantidad de energía incorporada que tiene los materiales necesarios para la implementación de las viviendas, donde entre menor sea la cantidad de energía incorporada más favorable es el indicador, para este caso se determinó la energía incorporada por metro cuadrado. Este indicador, favorece ampliamente a la tipología de madera con $875,33 \text{ MJ/m}^2$, si lo comparamos con la tipología de mampostería cuyo valor fue de $2\,186,46 \text{ MJ/m}^2$ el cual es 2,5 veces mayor si lo comparamos con la madera.

De la misma manera, al comparar la tipología de prefabricado en concreto, cuyo valor es de 1 257,27 MJ/m², con la de madera se obtiene que esta es 1,44 veces mayor. Al comparar la tipología de mampostería con la tipología de prefabricado en concreto se obtiene que en la tipología de mampostería la energía incorporada por metro cuadrado de construcción es 1,74 veces mayor.

Es importante construir viviendas bajo una perspectiva sistémica que ayude a disminuir los impactos negativos al sistema ambiental. El perfil ambiental, analizado bajo el concepto de energía incorporada, del panel de madera forestal arroja mejores resultados que el correspondiente al de las paredes de mampostería y las baldosas de concreto, siempre que la madera para el panel provenga de bosques con explotación forestal sustentable, como es el caso que se analiza en este proyecto. Lo cual se justifica en la menor cantidad de energía incorporada por metro cuadrado de la tipología de vivienda de madera con un valor de 875,33 MJ/m².

Con el objetivo de tener una visión de la importancia de la energía incorporada en la elaboración de las tipologías de las viviendas identificadas y hacer una comparación con la gasolina la cual es el elemento del cual la mayoría de las personas conoce su impacto en el ambiente, la construcción de un metro cuadrado de vivienda en mampostería supone el consumo de energía equivalente a 2 186,46 MJ (unos 607,35 kWh) que equivalen a 57 litros de gasolina por metro cuadrado. Para construir un metro cuadrado de vivienda con la tipología prefabricada de concreto supone el consumo de energía equivalente a 1 257,27 MJ (unos 349,24 kWh) que equivalen a 33 litros de gasolina por metro cuadrado. Para construir un metro cuadrado para la tipología de madera supone el consumo de energía equivalente a 875,33 MJ (unos 243,14 kWh) que equivalen a 23 litros de gasolina por metro cuadrado.

Tomando en consideración el concepto de ACV (Análisis de Ciclo de Vida) como parte integral de este análisis, la madera tiene algunas ventajas adicionales, dado que tiene opciones de reciclado y reuso, el prefabricado de concreto también puede reutilizarse no obstante en el proceso de desmontaje se destruye una buena parte de las baldosas,

mientras los escombros de mampostería actualmente tienen usos muy limitados como material de relleno.

De los datos obtenidos se observa que las características necesarias para innovaciones en sistemas constructivos sostenibles son: bajo peso, bajos consumos energéticos en transporte, eliminación de desperdicios y facilidad de reciclaje, sencillez de almacenaje y montaje o colocación, posibilidad de desmontaje y reuso, bajo consumo energético, facilidad de producción local a pequeña escala y precios compatibles con la producción de viviendas de bajo costo. Dado que todos estos aspectos permiten un menor consumo energético, lo cual está estrechamente relacionado con menores emisiones y un mayor aprovechamiento de los materiales y una menor generación de residuos. Como pudo verse con el cálculo de la energía incorporada el peso de los materiales y su origen son aspectos relevantes que no se deben perder de vista a efecto de analizar el componente ambiental en las construcciones.

Es importante que se implemente como una nueva ética de la construcción, un diseño responsable y a una producción sustentable en el aspecto social y ambiental y que, no solamente se considere criterio económico. Dichos conceptos deben ser abordados por el sector profesional relacionado con la construcción, donde el sector educativo que forma estos profesionales debe asumir su responsabilidad y aportar análisis y reflexión sobre la temática.

Actualmente se demanda una mejor utilización de los recursos naturales, por esta razón, el diseño y la construcción de viviendas deben ser formulados basándose en los principios del desarrollo sostenible. Para hablar de sostenibilidad de los materiales usados en la construcción de la vivienda se deben de tener en cuenta no solamente aspectos ambientales, sino también aquellos de índole técnica, económica y cultural. Donde es necesario que se brinden incentivos económicos para estimular la aplicación de materiales y sistemas constructivos más amigables ambientalmente estos podrían ser tasas de interés diferenciadas o excepciones impositivas para proyectos que muestren ventajas en aspectos ambientales.

Los materiales de construcción naturales como la madera demuestran mediante este análisis que son ambientalmente saludables, y están siendo reexaminados con el objetivo de mejorar su rendimiento técnico y valor estético; para evitar la condición actual que por desconocimiento de sus propiedades sean reemplazados por materiales artificiales. La madera es un material ligero, resistente duradero, fácil de trabajar y muy atractivo, es un recurso renovable siempre que se utilicen las técnicas de silvicultura adecuadas. Por tal razón la certificación de los productos derivados de la madera es fundamental, de igual forma es necesario conocer los alcances de dichas certificaciones.

El reto para los profesionales en arquitectura y diseño es el desarrollo de nuevas técnicas para la utilización de estos materiales que permitan lograr proyectos más armoniosos con el ambiente, inspirados en los principios de la arquitectura sustentable y que sean de alta aceptación de los consumidores.

Queda claro que las características del proceso tradicional de construcción se constituyen en una limitante para la innovación, dado que el largo ciclo de vida de las edificaciones induce a los clientes a aferrarse a métodos y a materiales ya probados, evitando cambios, pues tendrán que vivir en la vivienda por muchos años. A pesar de ello, los participantes del sector vivienda manifiestan que los propietarios de las viviendas no tienen una opción real de elección, pues la prioridad la determina el factor económico y la urgencia de las personas por tener una solución real de vivienda.

Un diseño consciente y eficiente aunado a buenas prácticas constructivas son condición indispensable para reducir el consumo de energía, eliminar los residuos y desechos característicos del descuido en el diseño de los procesos productivos, hacer uso eficiente de los recursos naturales y para la reducción de los desperdicios producto de falta de consideración técnica del proceso de construcción, en todos estos aspectos las tipologías utilizadas.

El cuadro 18 muestra un resumen de los resultados obtenidos en el desarrollo de este

proyecto donde se integran los componentes económico, ambiental y social en dicho cuadro. Puede observarse que cada tipología tiene ventajas y desventajas, no obstante existe una tendencia a favorecer aspectos de índole económica para el desarrollo de viviendas tipo interés social.

Cuadro 18. Resumen de datos obtenidos para cada una de las tipologías de vivienda.

<i>Tipología</i>	<i>Valor promedio por metro cuadrado</i>	<i>Tiempo estimado de ejecución (días)</i>	<i>Energía Incorporada (MJ/m²)</i>	<i>Percepción de desarrollo y uso</i>
Mampostería (bloques de concreto)	₱191 065	55	2 186,46	Es la tipología preferida a desarrollar por los propietarios de los inmuebles, no obstante sus costos económicos son una limitante que impide que sea implementada en mayor forma.
Prefabricada de concreto (baldosas y columnas prefabricadas)	₱169 579	42	1 257,27	Es la tipología mayormente implementada debido a su posicionamiento en el mercado y en costos, por esta razón es que la mayoría de interesados en el desarrollo de proyectos de vivienda tipo interés social eligen.
Madera (paneles de madera y columnas prefabricadas)	₱189 884	26	875,33	Se tiene la percepción que el mercado de este tipo de viviendas es incipiente e informal, debido a que el sector que representa esta solución de vivienda ha estado latente, el desarrollo de este tipo de proyectos es escaso, no se conoce las potencialidades que presenta en lo referente a factores ambientales y calidades de materiales, falta desarrollar una ardua labor de posicionamiento en el mercado.

Los usuarios y constructores, como interesados, pueden hacer importantes innovaciones, no obstante hace falta capacitación y una adecuada difusión de las ventajas que pueden presentar los diferentes productos desde el punto de vista ambiental. A través del tiempo los propietarios son los que han construido sus propios hogares, y es sólo en los últimos años cuando se ha profesionalizado e institucionalizado la producción de viviendas, utilizando criterios técnicos importantes tales como el diseño estructural, el diseño sísmico y el diseño arquitectónico, con una incipiente incorporación de los criterios ambientales.

Tradicionalmente las empresas de construcción y los profesionales que asumieron la producción de viviendas la han visto como una mercancía y tienen poco contacto con los aspectos ambientales de los materiales que se utilizan, imponiéndoles a los propietarios los sistemas constructivos tradicionales. Esto se puede observar en los resultados de las entrevistas realizadas a expertos interesados del sector de vivienda tipo interés social, donde los conocimientos sobre sostenibilidad son ambiguos de forma casi generalizada y no conocen metodologías para medir la sostenibilidad ambiental, se desconocen los conceptos de energía incorporada y del análisis del ciclo de vida en materiales en viviendas.

Para lograr una mayor sostenibilidad de los recursos, que se incorporan a metodologías de análisis como la energía incorporada y el análisis del ciclo de vida de los materiales en las viviendas, existen estrategias que pueden ayudar a reducir el impacto que los sistemas constructivos y los materiales tienen sobre el ambiente tal como utilizar materiales de baja producción industrial, disminuir los volúmenes de consumo de materia y energía en los procesos productivos, o aprovechar el material mediante reciclaje y reutilización.

El utilizar con eficiencia los recursos y las técnicas disponibles localmente, ligadas a diseños técnicamente elaborados, con materiales locales de baja energía incorporada, derivados de recursos naturales renovables, ejemplo de esto es el uso la madera tratada y certificada y sus derivados. Por esta razón es la madera la que más podría acercarse a tener una construcción más armónica con los principios del desarrollo y consumo sostenible, no obstante se hace necesario reforzar aspectos económicos y socio culturales.

Una premisa fundamental es construir viviendas respetando al máximo el sistema ambiental, sin embargo para poder lograrlo se necesita que la comunidad tenga una aceptación sobre estas, ya que finalmente es ella quien hará uso de la vivienda, para lo cual la academia y la industria se unan para fomentar en la ciudad prácticas de construcción sustentable, promover que se generen investigaciones para recuperar

materiales de desecho, a fin de que en lo posible, no se tenga que recurrir de manera innecesaria a la extracción de estos materiales de la oferta ecosistémica. Para tal efecto las metodologías de análisis de sostenibilidad en construcciones de viviendas de interés social sí generan parámetros que permiten tener mayores criterios de decisión de las tipologías a utilizar.

Capítulo 5

5.1 Conclusiones

- Se obtuvo que los valores por metro cuadrado de las tipologías oscilan entre los $\text{€}169,579.40$ para la vivienda prefabricada de concreto con una duración en tiempo de ejecución de 42 días y $\text{€}191,064.70$ para la vivienda de mampostería con una duración en ejecución de 55 días. La vivienda de madera tiene un valor similar a la vivienda de mampostería con un valor de $\text{€}189,883.57$ pero tiene una duración inferior de 26 días.
- Para el componente económico se concluye que aunque el costo es determinante a la hora de escoger entre sistemas de construcción de viviendas, también influye la rapidez del proceso esto debido a la prontitud con que se requiere desarrollar las construcciones tanto por parte de los desarrolladores como por parte de los propietarios.
- Analizando los recursos energéticos utilizados, se comprueba que la tipología de mampostería requiere 2,5 veces lo requerido por la tipología de madera panel de madera y 1,44 veces lo requerido por la tipología de prefabricado en concreto, en lo referente a energía incorporada. Se obtuvieron valores de $2186,46 \text{ MJ/m}^2$ para la tipología de mampostería y $1257,27 \text{ MJ/m}^2$ para la tipología de concreto prefabricado.
- Aunque la madera proceda de plantaciones certificadas sigue ejerciendo un considerable impacto medioambiental debido a la energía que se utiliza durante su extracción, transporte y procesado, sin embargo otras tipologías son hasta 2,5 mayor, lo cual se observa en valor de energía incorporada obtenido en esta investigación, siendo la madera la opción de menor consumo energético con $875,33 \text{ MJ}$.
- Para el parámetro ambiental es mejor construir con materiales que no necesiten

de muchos procesos de industrialización, pues de esta manera se enmarca en los principios de la sostenibilidad y se genera una menor cantidad de energía incorporada en ellos, tal y como se demuestra en la tipología de madera donde los valores de energía incorporada son menores.

- El modelo de los materiales de la construcción no debe ser lineal sino sistémico, propiciando el aprovechamiento de los materiales y la reutilización de los mismos, dando dinamismo a las distintas fases del ciclo de la vida de los materiales, asimismo, el consumo de los materiales debe hacerse respetando los criterios de sostenibilidad. Por tal razón el conocer la trazabilidad de los materiales y sus usos es básico a fin de generar criterios de sostenibilidad.

5.2 Recomendaciones

- Con el uso de materiales orgánicos, como la madera, sobre los artificiales y los metálicos se puede lograr importantes reducciones de energía incorporada y por tanto de emisiones. Con el uso de estas acciones se aproxima la construcción al desarrollo de procesos constructivos sustentables económica, ambiental y socialmente, dentro de la idea básica de producir más con menos. Lo anterior debe estar estrechamente relacionado con la localización de la materia prima y materiales básicos, el transporte, el consumo de energía, la utilización de mano de obra local y la generación de residuos y desechos, lo cual genera intercambios con el medioambiente.
- Se recomienda la aplicación de conceptos de análisis de ciclo de vida, desde la selección de la materia prima, las técnicas de producción y los procedimientos de construcción son indispensables para generar consideraciones que permitan abordar la temática de la construcción de viviendas desde un enfoque de sostenibilidad, evaluando no sólo el consumo de materiales y recursos sino también las emisiones asociadas. El carácter de industria heterogénea que tiene la construcción de viviendas tipo interés social produce implicaciones como la necesidad de evaluación, tanto económica, ambiental y social, de los diferentes desarrollos de construcción de viviendas.
- Se recomienda que los desarrolladores de viviendas consideren cuál será el futuro de los materiales utilizados en cada una de las tipologías que se desarrollen para viviendas tipo interés social, debe preferirse reutilizar que reciclar, debido a los costes energéticos que supone transformar un material, y preferirse reciclar que eliminar. El desperdicio de materiales de construcción debe eliminarse.
- Se recomienda diseñar pensando que el edificio y sus partes puedan reutilizarse y sus componentes reciclarse, lo cual es la forma más sencilla de ahorrar

energía en lo que respecta a los materiales y permite acercarse al concepto de sostenibilidad, dado que impacta las dimensiones social, ambiental y económica.

- Debido a que actualmente se utilizan en la implementación de viviendas tipo interés social materiales como agregados, piedra y cemento, se recomienda que dichos materiales pesados deban obtenerse de canteras o fabricantes situados cerca de la obra, para ahorrar energía en el transporte y reducir el impacto ambiental generado.
- Se recomienda el desarrollo de construcciones con madera certificada de la zona o del país lo que podría brindar un valor agregado importante a la variable ambiental de la sostenibilidad. Aplicando este principio, además de reducir el impacto ambiental, contribuiríamos a fortalecer las técnicas locales de construcción.
- Es recomendable incorporar los parámetros de calidad en el diseño de la vivienda de interés social a partir de la satisfacción de las necesidades y expectativas del usuario y en concordancia con criterios de desarrollo sostenible y no sólo con un abordaje económico. La relación de la satisfacción de las necesidades humanas con las de la vida en comunidad y su necesaria integración con el medio, demandan de la vivienda como solución de diseño un enfoque amplio que involucra las escalas económica, urbana, arquitectónica, ambiental y social.
- Se recomienda la reducción del consumo de materiales por metro cuadrado de construcción, porque el sobredimensionado y el desperdicio, constituyen no sólo un factor de incremento de costos sino de uso irracional de los recursos e importante factor de generación de energía incorporada adicional, lo cual se observa dado que los factores de energía incorporada son dependientes del peso y origen del material. Es por tal razón que un diseño eficiente y buenas prácticas constructivas son condición indispensable para reducir el consumo de energía incorporada, eliminar los residuos y desechos característicos del

descuido en el diseño de los procesos productivos y de uso de las viviendas.

- Para el desarrollo de trabajos de investigación como el presente se recomienda realizar validación en campo de lo que realmente se está construyendo, dado que no todas las construcciones se implementan sobre lo que realmente se tramita para efectos de permisos de construcción, dicha actividad fiscalizadora es de suma importancia pues permite realizar una comparación entre el diseño teórico de las viviendas y su desarrollo en campo, lo cual permitiría realizar ajustes en la determinación de parámetros de sostenibilidad.
- La industria, la academia y las instituciones participantes deben invertir en informar a los interesados del desarrollo de viviendas, sobre las ventajas ambientales que pueda tener el uso de diferentes materiales, esto con el objeto de insertar en el componente social el uso generalizado de dichos productos, lo cual debe ir acompañado de la competitividad en el componente económico. De igual forma los programas académicos de formación de profesionales asociados al sector construcción deberían de reforzarse mediante la inserción de conceptos de construcción sostenible.
- Se recomienda a los profesionales relacionados con la construcción de viviendas que consideren el consumo sostenible de los materiales como un propósito de aplicación en los proyectos de ingeniería y arquitectura, a fin de lograr la materialización del desarrollo sostenible en la implementación de viviendas.
- Es recomendable complementar este estudio con otras metodologías para análisis de parámetros ambientales tales como huella de carbono y huella hídrica o bien extender el análisis de energía incorporada para todo el ciclo de vida de las viviendas. Así como la energía incorporada es uno de los factores que determinan el grado de sostenibilidad de un producto o material de construcción, es importante tomar en cuenta otros impactos que podrían desarrollarse como complemento a esta investigación, como el agotamiento de las reservas de recursos, la contaminación del agua y del aire, los daños al patrimonio paisajístico, ecológico y cultural, la tala de árboles y la explotación de canteras.

- Es recomendable tomar en consideración una mayor cantidad de personas que desarrollen proyectos de interés social de tal forma que se pueda ampliar la cantidad de personas entrevistadas a efecto de conocer la percepción de desarrollo y uso de las tipologías utilizadas.

Capítulo 6

6.1 Referencias Bibliográficas

Anderson, R. 1998. Mid-Course Correction. Toward a Sustainable Enterprise, The Peregrinzilla Press, Atlanta, p. 12-19.

Aranda, A. et al. 2006. El análisis del ciclo de vida como herramienta de gestión empresarial, Fundación CONFEMETAL, Madrid, p. 88-102.

Baño Nieva, A. y Vigil-Escalera del Pozo, A. 2005. Guía de construcción sostenible. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS). España, p.37-42.

Barrantes, Rodrigo. 2010. Investigación: un camino al conocimiento. Un enfoque cualitativo y cuantitativo. EUNED, San José, Costa Rica, p. 75-103.

Cuchí, A. 2005. Arquitectura y Sostenibilidad, Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona. P. 103-140.

Davies, C. 2005. The Prefabricated Home, Reaktion books, Trowbridge, p.16-19.

García, Brenda. 2008. Ecodiseño, nueva herramienta para la sustentabilidad. Distrito Federal, México: Designio, p. 17-21.

Hegger, M., Auch-Schwelk, V., Fuchs, M., Rosenkranz, T. 2006. Construction materials manual, Birkhäuser edition Detail, Munich, Alemania, p. 12-19.

Hernández, Roberto; Fernández, Carlos; y Batista, Pilar. 2010. Metodología de la Investigación. Mc Graw Hill, México D.F. p. 327-455.

IFAM. 2005. 10 años del impuesto de bienes inmuebles. Instituto de Fomento y Asesoría Municipal. San José, Costa Rica, p. 50-59.

Ihobe. 2009. Análisis de ciclo de vida y huella de carbono. Ihobe, Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco. Bilbao: Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental.

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO). 2012. INTE 06-12-01:2012: Requisitos para Edificios Sostenibles en el Trópico. San José, Costa Rica, p. 23-46.

Kieran, S. y Timberlake, J. 2003. Refabricating architecture: How manufacturing methodologies are poised to transform building construction, McGraw-Hill, p.25-34.

Ministerio de Hacienda.2013. Manual de Tipología Constructiva. San José, Costa Rica. p 26-29.

Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos (MIVAH). 2013. Política Nacional de Vivienda y Asentamientos Humanos 2013 a 2030. San José, Costa Rica. p 12-23.

Naredo, J.M. y A. Valero, A. (eds.). 1999. Desarrollo económico y deterioro ecológico, Fundación Argentina/Visor, Madrid, p.37-48.

Ramírez de Arellano Agudo, Llatas-Oliver, A. C., García-Torres, I., Linares-Romero, P., García- Caraballo, E.I., Escobar García, M., Carnerero Moya, M. y Hernández Juárez, R. 2002. Retirada Selectiva de Residuos: Modelo de Presupuestación, Fundación Aparejadores. Sevilla, p.5.

Solanas, T. y Herreros, J. 2008. Vivienda y sostenibilidad en España. Vol. 2: Colectiva. Editorial Gustavo Gili. Barcelona, p. 15-16.

Solano, G. 2006. Análisis técnico, económico y energético de sistemas de construcción para viviendas de interés social. Tesis de grado. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica, p. 11-20.

Staib, G., Dörrhöfer, A., Rosenthal, M. 2008. Components and systems. Modular building: design, construction, new technologies. Birkhäuser-Detail, Berlin, p.38.

Tavares, S. 2006. Metodología de análisis de ciclo de vida energético de edificaciones residenciales brasileñas. Tesis de doctorado, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, p. 68-105.

W. McDonough, W., Branguart, M. 2005. Cradle to cradle, Mcgraw-Hill Interamericana de España, Madrid, p. 77-93.

Wooley, T., Kimmins, S. 2000. Green Building Handbook: A companion guide to building products and their impact on the environment, Spoon press, Londres, p. 53-59.

Capítulo 7

7.1 Apéndices

Apéndice 1. Presupuesto del costo económico para vivienda prefabricada de concreto.

Actividad Constructiva	Costos Directos (materiales, mano de obra con cargas sociales, maquinaria y equipo, acarreo, etc.)			
	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1. TRABAJOS PRELIMINARES				
Obras preliminares	línea			0,00
Bodega	m ²			0,00
Instalaciones provisionales	glob.	1,00	200 000,00	200 000,00
Demoliciones	glob.			0,00
SUBTOTAL:				¢ 200 000,00
2. MOVIMIENTO DE TIERRA				
Limpieza de terreno	m ²			0,00
Corte	m ³			0,00
Relleno	m ³			0,00
SUBTOTAL:				0,00
3. CIMIENTOS				
Excavación para cimientos	m ³	3,00	6 000,00	18 000,00
Concreto de sello	m ³	0,50	65 000,00	32 500,00
Placa corrida	m ³			0,00
Placas aisladas	m ³	2,50	90 000,00	225 000,00
SUBTOTAL:				¢ 275 500,00
4. PAREDES				
Bloques	m ²			0,00
Prefabricado: tipo PC	glob.	1,00	1 050 000,00	1 050 000,00
Forro de:	m ²			0,00
Armazón de:	m ²			0,00
Paredes de:	m ²			0,00
Tapichel de baldosa de concreto	m ²			0,00
Tapichel de fibrocemento de mm	m ²			0,00
Tapichel de: FIBROLIT	m ²	13,00	14 000,00	182 000,00
SUBTOTAL:				¢ 1 232 000,00
5. CONCRETO ARMADO				
Viga corona (incluido en el costo estructura techo)				0,00
Vigas banquinas	m ³			0,00
Viga cargador	m ³			0,00
Viga tapichel	m ³			0,00
Columnas armadas (incluido en el costo prefa)				0,00
SUBTOTAL:				¢ 0,00

6. CONTRAPISO				
Rellenos internos	m ³			0,00
Lastre compactado de ___7___ cm	m ²	42,00	2 000,00	84 000,00
Contrapiso de ___8___ cm de espesor	m ²	42,00	7 000,00	294 000,00
Malla electro soldada	m ²			0,00
SUBTOTAL:				¢ 378 000,00
7. TECHOS				
Estructura de: _____ HN CAL 16	m ²	60,00	7 000,00	420 000,00
Cubierta HG # 28	m ²	60,00	4 500,00	270 000,00
SUBTOTAL:				¢ 690 000,00
8. REPELLOS				
Corrientes	m ²			0,00
Afinados	m ²			0,00
Quemados	m ²	190,00	2 000,00	380 000,00
SUBTOTAL:				¢ 380 000,00
9. CIELOS INTERNOS				
Emplantillado:	m ²			0,00
Fibrocemento de _____ mm	m ²	42,00	6 000,00	252 000,00
Artesonado	m ²			0,00
Durpanel	m ²			0,00
Tablilla	m ²			0,00
Gypsum	m ²			0,00
Otros: _____	m ²			0,00
Cornisa de:	m			0,00
SUBTOTAL:				¢ 252 000,00
10. VENTANAS				
Marcos de madera	m			0,00
Marcos de aluminio	m	35,00	7 000,00	245 000,00
Celosía con herrajes	m ²			0,00
Linternillas	m ²			0,00
Vidrios transparentes	m ²	12,00	9 000,00	108 000,00
Vidrios escarchado	m ²			0,00
SUBTOTAL:				¢ 353 000,00

11. CIELOS EN ALEROS				
Emplantillado:	m ²			0,00
Fibrocemento de <u> 6 </u> mm	m ²	14,00	6 000,00	84 000,00
Durpanel	m ²			0,00
Tablilla	m ²			0,00
Gypsum	m ²			0,00
Otro: _____	m ²			0,00
Cornisa de:	m			0,00
Precintas de: _____	m			0,00
SUBTOTAL:				¢ 84 000,00
12. PISOS				
Tabloncillo	m ²			0,00
Lujado	m ²			0,00
Mosaico	m ²			0,00
Terrazo	m ²			0,00
Cerámica	m ²	42,00	6 000,00	252 000,00
Pulida	m ²			0,00
Rodapié	m			0,00
SUBTOTAL:				¢ 252 000,00
13. INSTILACIÓN PLUVIAL				
Canoas de: _____	m	12,00	6 000,00	72 000,00
Bajantes de: _____	m	6,00	6 000,00	36 000,00
Cumbreras	m	6,00	3 000,00	18 000,00
Botaguas	m	22,00	3 000,00	66 000,00
Limatones	m			0,00
Limahoyas	m			0,00
Tubo PVC 75 mm	m			0,00
Tubo PVC 100 mm	m	10,00	6 000,00	60 000,00
Cajas de registro con rejilla	un	2,00	15 000,00	30 000,00
SUBTOTAL:				¢ 282 000,00
14. INSTILACIÓN SANITARIA				
Inodoro (incluye accesorios y empaque cera)	un	1,00	40 000,00	40 000,00
Lavamanos (incluye accesorios y sifón)	un	1,00	40 000,00	40 000,00
Ceniceros	un	1,00	12 000,00	12 000,00
Cajas de registro con tapa	un	4,00	12 000,00	48 000,00
Tubo PVC 50 mm	m	12,00	3 000,00	36 000,00
Tubo PVC 75 mm	m	6,00	4 500,00	27 000,00
Tubo PVC 100 mm	m	6,00	6 000,00	36 000,00
Accesorios especiales	un			0,00
SUBTOTAL:				¢ 239 000,00
15. TANQUE SÉPTICO Y DRENAJES				
Tanque séptico en bloques de concreto	un			0,00
Tanque séptico prefabricado	un			0,00
Tanque séptico de fibra de vidrio	un			0,00
Filtro anaeróbico de flujo ascendente	un			0,00
Otros: <u> </u> TUBO DE CONCRETO	un	2,00	40 000,00	80 000,00
Drenajes	ml	16,00	8 000,00	128 000,00
Pozo de absorción	m ³			0,00
SUBTOTAL:				¢ 208 000,00

16. INSTALACIÓN POTABLE				
Tubería	glob.	1,00	120 000,00	120 000,00
Accesorios	glob.	1,00	35 000,00	35 000,00
Prueba hidrostática de instalación	glob.			0,00
			SUBTOTAL:	¢ 155 000,00
17. PUERTAS				
Marcos de madera	m	33,00	2 500,00	82 500,00
Puertas internas	un	3,00	18 000,00	54 000,00
Puertas externas (sólidas de: ___ madera ___)	un	2,00	40 000,00	80 000,00
Llavines internos	un	3,00	3 000,00	9 000,00
Llavines externos doble paso	un	2,00	12 000,00	24 000,00
Marcos de metal	m			0,00
			SUBTOTAL:	¢ 249 500,00
18. MUEBLES				
Mueble de cocina	m			0,00
Fregadero de: _____	un	1,00	40 000,00	40 000,00
Pila de lavar	un	1,00	40 000,00	40 000,00
Closets	m			0,00
			SUBTOTAL:	¢ 80 000,00
19. PINTURA				
Paredes ___ prefa _____ a ___ 2 ___ manos	m ²	190,00	1 950,00	370 500,00
Cielos ___ fibrolit _____ a ___ 2 ___ manos	m ²	73,00	1 950,00	142 350,00
Otros: _____	m ²			0,00
			SUBTOTAL:	¢ 512 850,00
20. INSTALACIÓN ELÉCTRICA				
Tubería conduit	glob.	1,00	60 000,00	60 000,00
Cableado (incluir prevista de termoducha)	glob.	1,00	200 000,00	200 000,00
Prevista telefónica	glob.	1,00	25 000,00	25 000,00
Accesorios	glob.	1,00	90 000,00	90 000,00
Obras de acometida en límite de propiedad	glob.	1,00	100 000,00	100 000,00
Centro de carga	glob.	1,00	50 000,00	50 000,00
			SUBTOTAL:	¢ 525 000,00
21. ENCHAPES				
Azulejo	m ²	9,00	6 000,00	54 000,00
Cerámica	m ²			0,00
Madera	m ²			0,00
Otros: _____	m ²			0,00
			SUBTOTAL:	¢ 54 000,00

22. OTROS				
Entrepisos de: _____	m ²			0,00
Escaleras	glob.			0,00
Aceras y gradas de acceso	glob.	1,00	48 000,00	48 000,00
Enzacatado	glob.			0,00
Tapias	glob.			0,00
Verjas y portones	glob.			0,00
Limpieza final para entrega	glob.	1,00	25 000,00	25 000,00
Rampas de acceso	m			0,00
SUBTOTAL:				¢ 73 000,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS DE LA OBRA:			6 474 850,00	

COSTOS INDIRECTOS DE LA OBRA			
<i>(Calculados sobre el monto de los costos directos del punto A)</i>			
Detalle	Unidad	%	Total
Utilidad del Contratista	%	0,08	517 988,00
Administración del Contratista	%		0,00
Imprevistos de obra	%	0,02	129 497,00
Permiso de construcción	%		0,00
Honorarios Planos y Dirección Técnica	%		0,00
Otros costos indirectos: _____	%		0,00
B. TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS DE OBRA (por unidad constructiva):			
RESUMEN GENERAL			
A. COSTOS DIRECTOS DE LA OBRA:		¢	6 474 850,00
B. COSTOS INDIRECTOS DE LA OBRA:		¢	647 485,00

Apéndice 2. Presupuesto del costo económico para vivienda de mampostería.

Actividad Constructiva	Costos Directos (materiales, mano de obra con cargas sociales, maquinaria y equipo, acarreos, etc.)			
	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1. TRABAJOS PRELIMINARES				
Obras preliminares	línea			0,00
Bodega	m ²			0,00
Instalaciones provisionales	glob.	1,00	200 000,00	200 000,00
Demoliciones	glob.			0,00
SUBTOTAL:				¢ 200 000,00
2. MOVIMIENTO DE TIERRA				
Limpieza de terreno	m ²			0,00
Corte	m ³			0,00
Relleno	m ³			0,00
SUBTOTAL:				0,00
3. CIMIENTOS				
Excavación para cimientos	m ³	9,25	6 000,00	55 500,00
Concreto de sello	m ³	1,30	48 000,00	62 400,00
Placa corrida	m ³	3,80	72 000,00	273 600,00
Placas aisladas	m ³			0,00
SUBTOTAL:				¢ 391 500,00
4. PAREDES				
Bloques _____	m ²	93,25	9 350,00	871 887,50
Prefabricado: __ tipo PC _____	glob.			0,00
Forro de: _____	m ²			0,00
Armazón de: _____	m ²			0,00
Paredes de: _____	m ²			0,00
Tapichel de baldosa de concreto	m ²			0,00
Tapichel de fibrocemento de _____ mm	m ²			0,00
Tapichel de: _____ FIBROLIT _____	m ²	18,00	14 000,00	252 000,00
SUBTOTAL:				¢ 1 123 887,50
5. CONCRETO ARMADO				
Viga corona (incluido en el costo estructura techo)		2,16	72 000,00	155 520,00
Vigas banquetas	m ³	0,83	72 000,00	59 760,00
Viga cargador	m ³	0,79	72 000,00	56 880,00
Viga tapichel	m ³	1,12	72 000,00	80 640,00
Columnas armadas		4,23	72 000,00	304 560,00
SUBTOTAL:				¢ 657 360,00

6. CONTRAPISO				
Rellenos internos	m ³			0,00
Lastre compactado de ___7___ cm	m ²	42,00	2 000,00	84 000,00
Contrapiso de ___8___ cm de espesor	m ²	42,00	7 000,00	294 000,00
Malla electro soldada	m ²			0,00
SUBTOTAL:				¢ 378 000,00
7. TECHOS				
Estructura de: _____ HN CAL 16	m ²	60,00	7 000,00	420 000,00
Cubierta HG # 28	m ²	60,00	4 500,00	270 000,00
SUBTOTAL:				¢ 690 000,00
8. REPELLOS				
Corrientes	m ²			0,00
Afinados	m ²			0,00
Quemados	m ²	190,00	2 000,00	380 000,00
SUBTOTAL:				¢ 380 000,00
9. CIELOS INTERNOS				
Emplantillado:	m ²			0,00
Fibrocemento de _____ mm	m ²	42,00	6 000,00	252 000,00
Artesonado	m ²			0,00
Durpanel	m ²			0,00
Tablilla	m ²			0,00
Gypsum	m ²			0,00
Otros: _____	m ²			0,00
Cornisa de:	m			0,00
SUBTOTAL:				¢ 252 000,00
10. VENTANAS				
Marcos de madera	m			0,00
Marcos de aluminio	m	35,00	7 000,00	245 000,00
Celosía con herrajes	m ²			0,00
Linternillas	m ²			0,00
Vidrios transparentes	m ²	12,00	9 000,00	108 000,00
Vidrios escarchado	m ²			0,00
SUBTOTAL:				¢ 353 000,00

11. CIELOS EN ALEROS				
Emplantillado:	m ²			0,00
Fibrocemento de 6 mm	m ²	16,00	6 000,00	96 000,00
Durpanel	m ²			0,00
Tablilla	m ²			0,00
Gypsum	m ²			0,00
Otro:	m ²			0,00
Cornisa de:	m			0,00
Precintas de:	m			0,00
SUBTOTAL:				€ 96 000,00
12. PISOS				
Tablancillo	m ²			0,00
Lujado	m ²			0,00
Mosaico	m ²			0,00
Terrazo	m ²			0,00
Cerámica	m ²	42,00	6 000,00	252 000,00
Pulida	m ²			0,00
Rodapié	m			0,00
SUBTOTAL:				€ 252.000,00
13. INSTILACIÓN PLUVIAL				
Canoas de:	m	12,00	6 000,00	72 000,00
Bajantes de:	m	8,00	6 000,00	48 000,00
Cumbreras	m	6,00	3 000,00	18 000,00
Botaguas	m	26,00	3 000,00	78 000,00
Limatones	m			0,00
Limahoyas	m			0,00
Tubo PVC 75 mm	m			0,00
Tubo PVC 100 mm	m	10,00	6 000,00	60 000,00
Cajas de registro con rejilla	un	2,00	15 000,00	30 000,00
SUBTOTAL:				€ 306 000,00
14. INSTILACIÓN SANITARIA				
Inodoro (incluye accesorios y empaque cera)	un	1,00	40 000,00	40 000,00
Lavamanos (incluye accesorios y sifón)	un	1,00	40 000,00	40 000,00
Ceniceros	un	1,00	12 000,00	12 000,00
Cajas de registro con tapa	un	4,00	12 000,00	48 000,00
Tubo PVC 50 mm	m	12,00	3 000,00	36 000,00
Tubo PVC 75 mm	m	6,00	4 500,00	27 000,00
Tubo PVC 100 mm	m	6,00	6 000,00	36 000,00
Accesorios especiales	un			0,00
SUBTOTAL:				€ 239 000,00
15. TANQUE SÉPTICO Y DRENAJES				
Tanque séptico en bloques de concreto	un			0,00
Tanque séptico prefabricado	un			0,00
Tanque séptico de fibra de vidrio	un			0,00
Filtro anaeróbico de flujo ascendente	un			0,00
Otros: TUBO DE CONCRETO	un	2,00	40 000,00	80 000,00
Drenajes	ml	16,00	8 000,00	128 000,00
Pozo de absorción	m ³			0,00
SUBTOTAL:				€ 208 000,00

16. INSTALACIÓN POTABLE				
Tubería	glob.	1,00	120 000,00	120 000,00
Accesorios	glob.	1,00	35 000,00	35 000,00
Prueba hidrostática de instalación	glob.			0,00
			<i>SUBTOTAL:</i>	<i>¢ 155 000,00</i>
17. PUERTAS				
Marcos de madera	m	33,00	2 500,00	82 500,00
Puertas internas	un	3,00	18 000,00	54 000,00
Puertas externas (sólidas de: ___ madera ___)	un	2,00	40 000,00	80 000,00
Llavines internos	un	3,00	3 000,00	9 000,00
Llavines externos doble paso	un	2,00	12 000,00	24 000,00
Marcos de metal	m			0,00
			<i>SUBTOTAL:</i>	<i>¢ 249 500,00</i>
18. MUEBLES				
Mueble de cocina	m			0,00
Fregadero de: _____	un	1,00	40 000,00	40 000,00
Pila de lavar	un	1,00	40 000,00	40 000,00
Closets	m			0,00
			<i>SUBTOTAL:</i>	<i>¢ 80 000,00</i>
19. PINTURA				
Paredes ___ bloques ___ a ___ 2 ___ manos	m ²	198,00	2 150,00	425 700,00
Cielos ___ fibrolit _____ a ___ 2 ___ manos	m ²	75,00	2 150,00	161 250,00
Otros: _____	m ²			0,00
			<i>SUBTOTAL:</i>	<i>¢ 586 950,00</i>
20. INSTILACIÓN ELÉCTRICA				
Tubería conduit	glob.	1,00	60 000,00	60 000,00
Cableado (incluir prevista de termoducha)	glob.	1,00	200 000,00	200 000,00
Prevista telefónica	glob.	1,00	25 000,00	25 000,00
Accesorios	glob.	1,00	90 000,00	90 000,00
Obras de acometida en límite de propiedad	glob.	1,00	100 000,00	100 000,00
Centro de carga	glob.	1,00	50 000,00	50 000,00
			<i>SUBTOTAL:</i>	<i>¢ 525 000,00</i>
21. ENCHAPES				
Azulejo	m ²	12,00	6 000,00	72 000,00
Cerámica	m ²			0,00
Madera	m ²			0,00
Otros: _____	m ²			0,00
			<i>SUBTOTAL:</i>	<i>¢ 72 000,00</i>

22. OTROS				
Entrepisos de: _____	m ²			0,00
Escaleras	glob.			0,00
Aceras y gradas de acceso	glob.	1,00	75 000,00	75 000,00
Enzacadado	glob.			0,00
Tapias	glob.			0,00
Verjas y portones	glob.			0,00
Limpieza final para entrega	glob.	1,00	25 000,00	25 000,00
Rampas de acceso	m			0,00
SUBTOTAL:				€ 100 000,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS DE LA OBRA:			7 295 197,50	

COSTOS INDIRECTOS DE LA OBRA			
<i>(Calculados sobre el monto de los costos directos del punto A)</i>			
Detalle	Unidad	%	Total
Utilidad del Contratista	%	0,08	583 615,80
Administración del Contratista	%		0,00
Imprevistos de obra	%	0,02	145 903,95
Permiso de construcción	%		0,00
Honorarios Planos y Dirección Técnica	%		0,00
Otros costos indirectos: _____	%		0,00
B. TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS DE OBRA (por unidad constructiva):			
RESUMEN GENERAL			
A. COSTOS DIRECTOS DE LA OBRA:		€	7 295 197,50
B. COSTOS INDIRECTOS DE LA OBRA:		€	729 519,75

Apéndice 3. Presupuesto del costo económico para vivienda de madera.

Actividad Constructiva	Costos Directos (materiales, mano de obra con cargas sociales, maquinaria y equipo, acarreos, etc.)			
	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1. TRABAJOS PRELIMINARES				
Obras preliminares	línea			0,00
Bodega	m ²			0,00
Instalaciones provisionales	glob.	1,00	100 000,00	100 000,00
Demoliciones	glob.			0,00
SUBTOTAL:				¢ 100 000,00
2. MOVIMIENTO DE TIERRA				
Limpieza de terreno	m ²			0,00
Corte	m ³			0,00
Relleno	m ³			0,00
SUBTOTAL:				0,00
3. CIMIENTOS				
Excavación para cimientos	m ³	4,00	6 000,00	24 000,00
Concreto de sello	m ³	0,50	65 000,00	32 500,00
Placa corrida	m ³			0,00
Placas aisladas o pilotes	m ³	2,50	90 000,00	225 000,00
SUBTOTAL:				¢ 281 500,00
4. PAREDES				
Bloques _____	m ²			0,00
Prefabricado madera: tipo Kodiak	glob.	1,00	3 855 000,00	3 855 000,00
Forro de: _____	m ²			0,00
Armazón de: _____	m ²			0,00
Paredes de: _____	m ²			0,00
Tapichel de baldosa de concreto	m ²			0,00
Tapichel de fibrocemento de _____ mm	m ²			0,00
Tapichel de: _incluido en paquete_	m ²			0,00
SUBTOTAL:				¢ 3 855 000,00
5. ESTRUCTURAS				
Viga corona (incluido en el costo estructura techo)				0,00
Vigas banquinas	m ³			0,00
Viga cargador	m ³			0,00
Viga tapichel	m ³			0,00
Columnas armadas				0,00
Detalles incluidos en paquete tipo Kodiak				0,00
SUBTOTAL:				¢ 0,00

6. CONTRAPISO				
Rellenos internos	m ³			0,00
Lastre compactado de ___7___ cm	m ²			0,00
Contrapiso de ___8___ cm de espesor	m ²			0,00
Malla electro soldada	m ²			0,00
SUBTOTAL:				¢ 0,00
7. TECHOS				
Estructura de: _____ HN CAL 16	m ²	56,00	12 000,00	672 000,00
Cubierta HG # 28	m ²	56,00	4 500,00	252 000,00
SUBTOTAL:				¢ 924 000,00
8. REPELLOS				
Corrientes	m ²			0,00
Afinados	m ²			0,00
Quemados	m ²			0,00
SUBTOTAL:				¢ 0,00
9. CIELOS INTERNOS				
Emplantillado:	m ²			0,00
Fibrocemento de _____ mm	m ²			0,00
Artesonado	m ²			0,00
Durpanel	m ²			0,00
Tablilla	m ²	56,00	13 000,00	728 000,00
Gypsum	m ²			0,00
Otros: _____	m ²			0,00
Cornisa de:	m			0,00
SUBTOTAL:				¢ 728 000,00
10. VENTANAS				
Marcos de madera	m	35,00	6 000,00	210 000,00
Marcos de aluminio	m			0,00
Celosía con herrajes	m ²			0,00
Linternillas	m ²			0,00
Vidrios transparentes	m ²	14,00	9 000,00	126 000,00
Vidrios escarchado	m ²			0,00
SUBTOTAL:				¢ 336 000,00

11. CIELOS EN ALEROS				
Emplantillado:	m ²			0,00
Fibrocemento de <u> 6 </u> mm	m ²			0,00
Durpanel	m ²			0,00
Tablilla	m ²	19,00	13 000,00	247 000,00
Gypsum	m ²			0,00
Otro: _____	m ²			0,00
Cornisa de:	m			0,00
Precintas de: <u> madera </u>	m	14,00	3 000,00	42 000,00
SUBTOTAL:				¢ 289 000,00
12. PISOS				
Tabloncillo	m ²			0,00
Lujado	m ²			0,00
Mosaico	m ²			0,00
Terrazo	m ²			0,00
Cerámica	m ²	56,00	6 500,00	364 000,00
Pulida	m ²			0,00
Rodapié	m			0,00
SUBTOTAL:				¢ 364 000,00
13. INSTALACIÓN PLUVIAL				
Canoas de: _____	m	18,00	6 000,00	108 000,00
Bajantes de: _____	m	8,00	6 000,00	48 000,00
Cumbreras	m	6,00	3 000,00	18 000,00
Botaguas	m	26,00	3 000,00	78 000,00
Limatones	m			0,00
Limahoyas	m			0,00
Tubo PVC 75 mm	m			0,00
Tubo PVC 100 mm	m	10,00	6 000,00	60 000,00
Cajas de registro con rejilla	un	4,00	15 000,00	60 000,00
SUBTOTAL:				¢ 372 000,00
14. INSTALACIÓN SANITARIA				
Inodoro (incluye accesorios y empaque cera)	un	1,00	40 000,00	40 000,00
Lavamanos (incluye accesorios y sifón)	un	1,00	40 000,00	40 000,00
Ceniceros	un	1,00	12 000,00	12 000,00
Cajas de registro con tapa	un	4,00	12 000,00	48 000,00
Tubo PVC 50 mm	m	12,00	3 000,00	36 000,00
Tubo PVC 75 mm	m	6,00	4 500,00	27 000,00
Tubo PVC 100 mm	m	6,00	6 000,00	36 000,00
Accesorios especiales	un			0,00
SUBTOTAL:				¢ 239 000,00
15. TANQUE SÉPTICO Y DRENAJES				
Tanque séptico en bloques de concreto	un			0,00
Tanque séptico prefabricado	un			0,00
Tanque séptico de fibra de vidrio	un			0,00
Filtro anaeróbico de flujo ascendente	un			0,00
Otros: <u> TUBO DE CONCRETO </u>	un	2,00	40 000,00	80 000,00
Drenajes	ml	18,00	8 000,00	144 000,00
Pozo de absorción	m ³			0,00
SUBTOTAL:				¢ 224 000,00

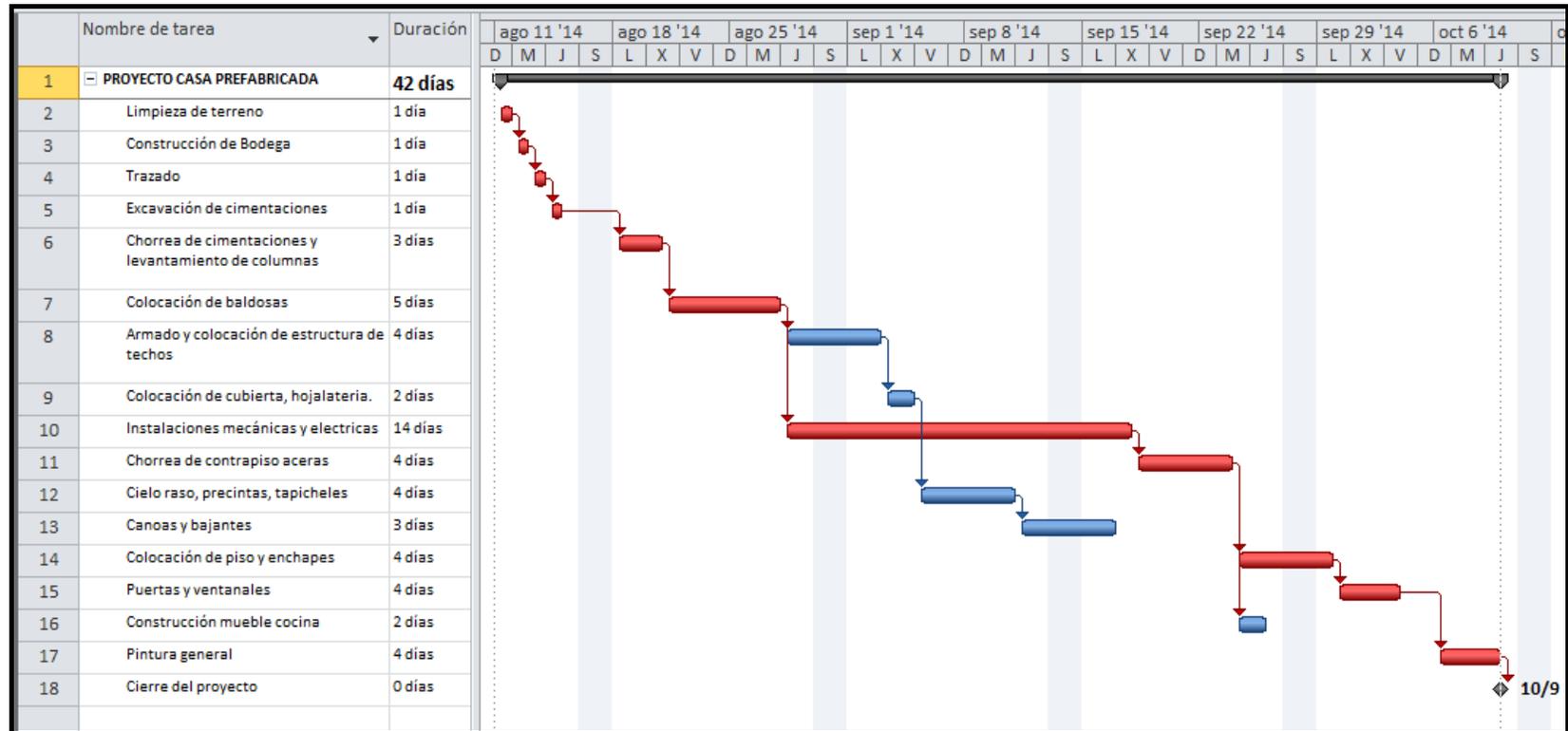
16. INSTALACIÓN POTABLE				
Tubería	glob.	1,00	120 000,00	120 000,00
Accesorios	glob.	1,00	35 000,00	35 000,00
Prueba hidrostática de instalación	glob.			0,00
			SUBTOTAL:	¢ 155 000,00
17. PUERTAS				
Marcos de madera	m	33,00	2 500,00	82 500,00
Puertas internas	un	3,00	18 000,00	54 000,00
Puertas externas (sólidas de: ___ madera ___)	un	2,00	40 000,00	80 000,00
Llavines internos	un	4,00	3 000,00	12 000,00
Llavines externos doble paso	un	2,00	12 000,00	24 000,00
Marcos de metal	m			0,00
			SUBTOTAL:	¢ 252 500,00
18. MUEBLES				
Mueble de cocina	m	1,00	85 000,00	85 000,00
Fregadero de: _____	un	1,00	40 000,00	40 000,00
Pila de lavar	un	1,00	40 000,00	40 000,00
Closets	m			0,00
			SUBTOTAL:	¢ 165 000,00
19. PINTURA				
Paredes barniz madera a ___ 2 ___ manos	m ²	227,00	2 150,00	488 050,00
Cielos barniz madera a ___ 2 ___ manos	m ²	75,00	2 150,00	161 250,00
Otros: _____	m ²			0,00
			SUBTOTAL:	¢ 649 300,00
20. INSTALACIÓN ELÉCTRICA				
Tubería conduit	glob.	1,00	67 000,00	67 000,00
Cableado (incluir prevista de termoducha)	glob.	1,00	200 000,00	200 000,00
Prevista telefónica	glob.	1,00	25 000,00	25 000,00
Accesorios	glob.	1,00	94 500,00	94 500,00
Obras de acometida en límite de propiedad	glob.	1,00	100 000,00	100 000,00
Centro de carga	glob.	1,00	50 000,00	50 000,00
			SUBTOTAL:	¢ 536 500,00
21. ENCHAPES				
Azulejo	m ²	16,00	6 000,00	96 000,00
Cerámica	m ²			0,00
Madera	m ²			0,00
Otros: _____	m ²			0,00
			SUBTOTAL:	¢ 96 000,00

22. OTROS				
Entrepisos de: _____	m ²			0,00
Escaleras	glob.			0,00
Aceras y gradas de acceso	glob.	1,00	75 000,00	75 000,00
Enzacadado	glob.			0,00
Tapias	glob.			0,00
Verjas y portones	glob.			0,00
Limpieza final para entrega	glob.	1,00	25 000,00	25 000,00
Rampas de acceso	m			0,00
SUBTOTAL:				€ 100 000,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS DE LA OBRA:			9 666 800,00	

COSTOS INDIRECTOS DE LA OBRA				
<i>(Calculados sobre el monto de los costos directos del punto A)</i>				
Detalle	Unidad	%	Total	
Utilidad del Contratista	%	0,08		773 344,00
Administración del Contratista	%			0,00
Imprevistos de obra	%	0,02		193 336,00
Permiso de construcción	%			0,00
Honorarios Planos y Dirección Técnica	%			0,00
Otros costos indirectos: _____	%			0,00
B. TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS DE OBRA (por unidad constructiva):				
RESUMEN GENERAL				
A. COSTOS DIRECTOS DE LA OBRA:			€	9 666 800,00
B. COSTOS INDIRECTOS DE LA OBRA:			€	966 680,00

Apéndice 4. Programación de proyecto de vivienda prefabricada de concreto

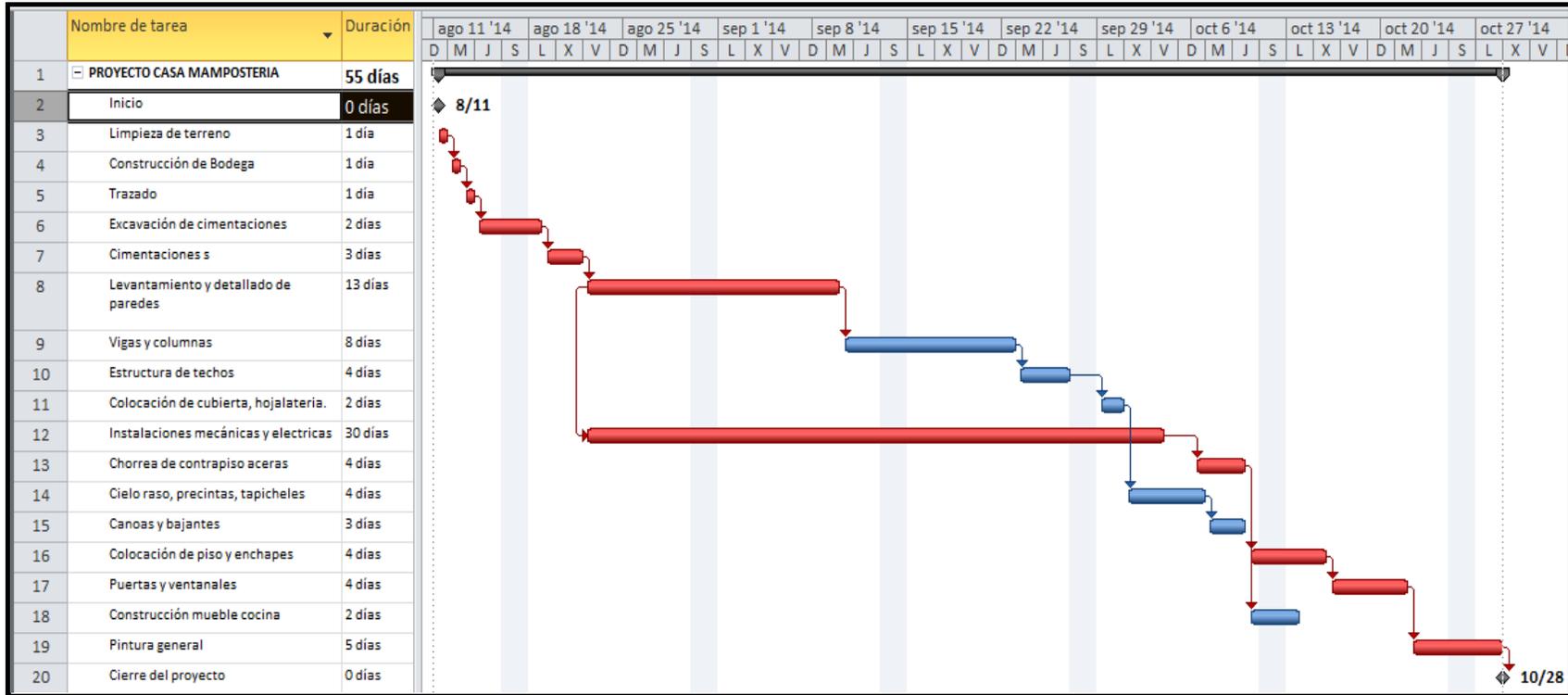
Duración: 42 días.



Proyecto: CASA PREFABRICADA C Fecha: 8/1/2014	Tarea		Tarea inactiva		Sólo el comienzo	
	División		Hito inactivo		Sólo fin	
	Hito		Resumen inactivo		Fecha límite	
	Resumen		Tarea manual		Tareas críticas	
	Resumen del proyecto		Sólo duración		División crítica	
	Tareas externas		Informe de resumen manual		Progreso	
	Hito externo		Resumen manual			

Apéndice 5. Programación de proyecto de vivienda de mampostería

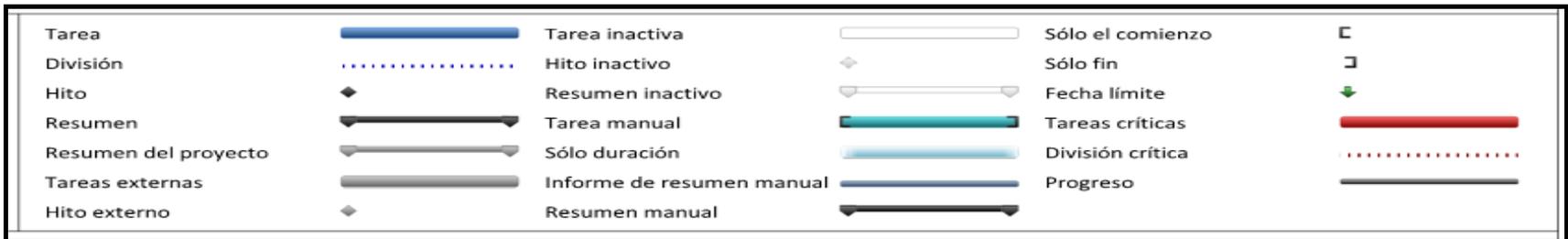
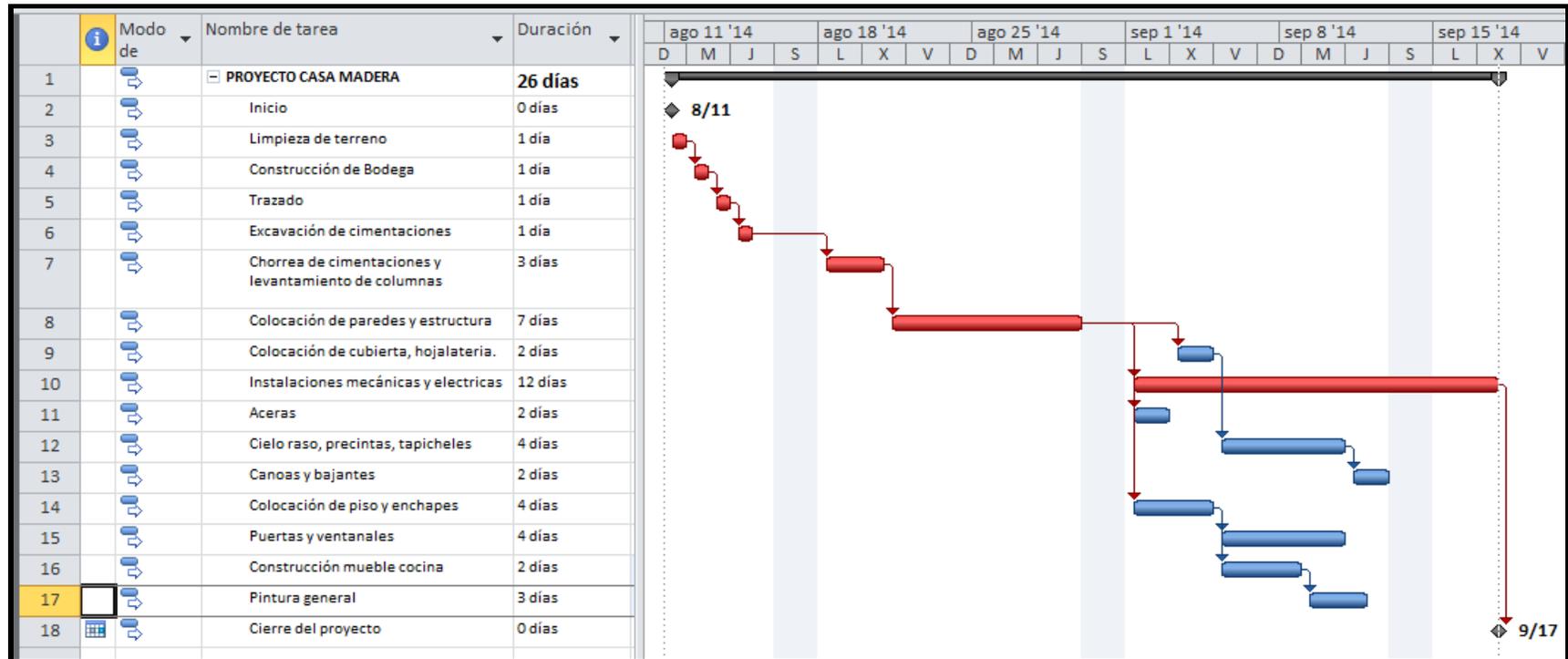
Duración: 55 días.



Tarea		Tarea inactiva		Sólo el comienzo	
División		Hito inactivo		Sólo fin	
Hito		Resumen inactivo		Fecha límite	
Resumen		Tarea manual		Tareas críticas	
Resumen del proyecto		Sólo duración		División crítica	
Tareas externas		Informe de resumen manual		Progreso	
Hito externo		Resumen manual			

Apéndice 6. Programación de proyecto de vivienda de madera.

Duración: 26 días.



Apéndice 7. Entrevistas dirigidas aplicadas.

Entrevista 1. Guía para entrevista a tres profesionales independientes dedicados al desarrollo de viviendas tipo interés social en el Cantón Central de Cartago.

1. ¿Cuáles son las tipologías de construcción que más utiliza para el desarrollo de proyectos de vivienda tipo interés social en el Cantón Central de Cartago?
2. De estas tipologías ¿cuál es la que tiene mayor demanda por parte de los clientes? ¿Cuáles son las razones que le manifiestan sus clientes para realizar dicha escogencia?
3. ¿Le han planteado sus clientes el desarrollo con tipologías de vivienda diferentes a las que usted recomienda? De ser positivo, ¿Qué tipos de tipologías de vivienda eran? ¿Cuál ha sido su respuesta a esas solicitudes?
4. En caso de que el cliente le solicite su recomendación profesional ¿Cuál o cuáles de esas tipologías recomienda? ¿Por qué?
5. ¿Conoce de algunas otras tipologías de vivienda de interés social que se podrían desarrollar en esta zona? ¿De conocer otras indique cuáles son?
6. De las tipologías existentes para vivienda tipo interés social que usted conoce, ¿Cuáles cree que son las más económicas? ¿Por qué se da esa economía?
7. ¿Para usted cuál es el concepto de sostenibilidad y de vivienda sostenible?
8. ¿Qué aspectos considera usted que hacen que una vivienda sea sostenible?
9. ¿Conoce usted de alguna metodología para medir la sostenibilidad ambiental en una vivienda?
10. En caso afirmativo ¿Cuáles metodologías conoce? ¿Cómo las aplica?
11. ¿Conoce la metodología del análisis de ciclo de vida en viviendas? En caso afirmativo ¿De qué forma lo aplica o aplicaría para la construcción de viviendas tipo interés social?
12. ¿Conoce el concepto de energía incorporada en viviendas? En caso afirmativo ¿Cómo lo aplica o aplicaría al desarrollo de sus proyectos de construcción de viviendas tipo interés social?

13. ¿Qué aspectos se necesitan fortalecer para que los clientes escojan sistemas constructivos que sean más amigables desde el punto de vista ambiental?

14. ¿Qué aspectos se podrían fortalecer por parte de la industria de la construcción para satisfacer en la oferta de vivienda sistemas constructivos que sean más amigables desde el punto de vista ambiental?

Esta entrevista fue aplicada a los siguientes profesionales:

- Ing. Greivin Ortega Montero, ingeniero en construcción, profesional independiente con 15 años de experiencia.
- Ing. Carlos Mora Quirós, ingeniero en construcción, profesional independiente con 14 años de experiencia.
- Arq. Reinaldo Córdoba Ramírez, arquitecto, profesional independiente con 35 años de experiencia.

Entrevista 2. Guía para entrevista dirigida a dos funcionarios de Municipalidad de Cartago con experiencia en trámites de viviendas tipo interés social.

1. ¿Cómo es trámite en cuanto a requisitos de permisos de construcción para viviendas tipo interés social? De forma general indique ¿Cuáles son las etapas para tener un permiso aprobado para una vivienda de este tipo?
2. ¿Cuáles son las tipologías de construcción que más se han tramitado para el desarrollo de proyectos de vivienda tipo interés social en el Cantón Central de Cartago en los últimos diez años?
3. ¿Cuáles son las razones por las que cree que predominan ese tipo de tipologías de vivienda?
4. ¿Cómo ha sido el comportamiento en cantidades de trámites que se han realizado en los últimos diez años, de viviendas tipo interés social en el Cantón Central de Cartago? ¿Cuáles son las razones por las que se ha dado ese comportamiento?
5. Según su opinión ¿Podría cambiar la tendencia en la escogencia para construcción de viviendas tipo interés social en relación con los materiales predominantes?
6. ¿Qué potencial presenta el Cantón Central de Cartago para el desarrollo de proyectos de vivienda tipo interés social, ya sea a nivel individual o través de desarrollos urbanísticos? ¿Qué herramientas de control urbano se implementan actualmente?
7. ¿Qué aspectos positivos existen para incentivar el desarrollo de viviendas tipo interés social en el Cantón Central de Cartago? ¿Cuáles son las principales limitantes?
8. ¿Existe reglamentación que impida el uso de ciertos materiales en las tipologías de viviendas de interés social? ¿Cuáles?
9. ¿Cuáles aspectos ambientales cree usted que se toman en cuenta en relación con los materiales utilizados para el desarrollo de viviendas tipo interés social?

Esta entrevista fue aplicada a los siguientes profesionales:

- Ing. Cristian Solano Orozco, ingeniero en construcción, Subdirector de Urbanismo de la Municipalidad de Cartago, profesional con 14 años de experiencia.

- Arq. Juan Carlos Guzmán Víquez, arquitecto, Director de Urbanismo de la Municipalidad de Cartago, profesional con 23 años de experiencia.

Entrevista 3. Guía para entrevista a tres profesionales expertos de instituciones autorizadas para el trámite de subvenciones económicas y créditos para viviendas tipo interés social en el Cantón Central de Cartago.

1. ¿Cuáles son las tipologías de construcción que más se utilizan para el desarrollo de proyectos de vivienda tipo interés social en el Cantón Central de Cartago?
2. ¿Cuál es la razón por la que se fomenta el desarrollo de esos tipos de vivienda en el Cantón Central de Cartago?
3. ¿Conoce de algunas otras tipologías que se puedan desarrollar para la construcción de viviendas tipo interés social? ¿De conocer otras indique cuáles son?
4. ¿Incentiva la institución que usted representa el desarrollo de alguna tipología diferente a las predominantes? De ser afirmativo indique las razones.
5. De las tipologías existentes para vivienda tipo interés social que usted conoce, ¿Cuáles cree que son las más económicas? ¿Por qué se da esa economía?
6. ¿Para usted cuál es el concepto de sostenibilidad y de vivienda sostenible?
7. ¿Qué aspectos considera usted que hacen que una vivienda sea sostenible?
8. ¿Conoce usted de alguna metodología para medir la sostenibilidad ambiental en una vivienda?
9. En caso afirmativo ¿Cuáles metodologías conoce? ¿Cómo las aplica?
10. ¿De las viviendas de interés social que conoce existen algunas que cumplan con criterios de sostenibilidad en construcciones? ¿Cuáles son las razones?
11. ¿Conoce la metodología del análisis de ciclo de vida en viviendas? En caso afirmativo ¿De qué forma se está aplicando en la construcción de viviendas tipo interés social que ustedes respaldan o financian?
12. ¿Conoce el concepto de energía incorporada en viviendas? En caso afirmativo ¿Cómo lo aplica o aplicaría la institución que usted representa en la construcción de viviendas tipo interés social que ustedes respaldan o financian?
13. ¿Cuál es la tipología de viviendas tipo interés social que escogen más sus clientes? ¿Cuáles son las razones que les manifiestan sus clientes para realizar dicha escogencia?
14. ¿Le han planteado sus clientes el desarrollo con tipologías de vivienda diferentes a las que se han mantenido como tendencia de construcción de viviendas tipo interés

social? De ser positivo, ¿Qué tipos de tipologías de vivienda les han sugerido? ¿Cuál ha sido su respuesta a esas sugerencias?

15. ¿Estaría dispuesta la institución que usted representa a financiar proyectos que incorporen criterios ambientales en la construcción de viviendas?

Esta entrevista fue aplicada a los siguientes profesionales:

- Ing. José Adrián Meneses Arias, ingeniero en construcción, funcionario de la Mutual Cartago de Ahorro y Préstamo, profesional con 24 años de experiencia.
- Ing. Federico Granados Brenes, ingeniero en construcción, funcionario de la Fundación Costa Rica Canadá para la Vivienda, profesional con 14 años de experiencia.
- Arq. Juan Carlos Cascante Delgado, arquitecto, funcionario de Grupo Mutual La Vivienda, profesional con 27 años de experiencia.

Entrevista 4. Guía para entrevista a tres propietarios de inmuebles del Cantón Central de Cartago donde se desarrollan proyectos tipo interés social, un propietario por cada tipología.

1. ¿Cuáles son las razones por las que construyó o está construyendo la vivienda?
2. ¿Cuáles opciones en cuanto a materiales se le presentaron de previo a escoger la vivienda que construyó o está construyendo? ¿Quién le mostró las opciones en cuanto a materiales predominantes?
3. ¿Tuvo intenciones de construir otro tipo de vivienda?
4. ¿Qué es lo que más le atrajo de opción de vivienda seleccionada?
5. En su opinión ¿Qué características considera debe tener una vivienda?
6. En su opinión, ¿Qué es lo más importante para usted de su vivienda?
7. ¿Qué le pareció la asesoría profesional que recibió por parte del responsable profesional de la construcción de la vivienda que desarrolló o está desarrollando (ingeniero o arquitecto)? ¿En qué aspectos fue asesorado? ¿Qué recomendaciones recibió?
8. ¿Qué le pareció la tramitología para la obtención de los permisos constructivos?
9. Para el financiamiento de la vivienda, en caso de haber recibido subvención (bono de vivienda) o crédito, ¿Qué le pareció el trámite de los mismos?
10. ¿Recibió algún tipo de asesoría de la institución en que realizó los tramites de la subvención (bono de vivienda) o crédito? En caso de haber recibido asesoría ¿En qué consistió dicha asesoría?

Esta entrevista fue aplicada a las siguientes personas:

- Sra. Eliza Romero Calvo.
- Sr. Jairo Ramírez Molina.
- Sr. Leonardo Fernández Campos.

Apéndice 8. Respuestas de entrevistas dirigidas aplicadas.

Entrevista 1. Guía para entrevista a tres profesionales independientes dedicados al desarrollo de viviendas tipo interés social en el Cantón Central de Cartago.

1. ¿Cuáles son las tipologías de construcción que más utiliza para el desarrollo de proyectos de vivienda tipo interés social en el Cantón Central de Cartago?

Respuesta de Ing. Ortega: La más utilizada es la vivienda prefabricada de concreto y en algunas ocasiones la de mampostería.

Respuesta de Ing. Mora: Sólo he utilizado prefabricadas de concreto.

Respuesta del Arq. Córdoba: La más utilizada es la vivienda prefabricada de concreto PC y la ZITRO.

2. De estas tipologías ¿cuál es la que tiene mayor demanda por parte de los clientes? ¿Cuáles son las razones que le manifiestan sus clientes para realizar dicha escogencia?

Respuesta de Ing. Ortega: Los clientes se rigen principalmente por la parte económica de forma tal que puedan hacer más detalles con menor cantidad de dinero.

Respuesta de Ing. Mora: He utilizado prefabricadas de concreto debido a los costos asociados.

Respuesta del Arq. Córdoba: Lo que buscan los clientes es que les alcance el dinero del bono de la vivienda para dejar la vivienda terminada por eso escogen generalmente el sistema prefabricado de concreto.

3. ¿Le han planteado sus clientes el desarrollo con tipologías de vivienda diferentes a las que usted recomienda? De ser positivo, ¿Qué tipos de tipologías de vivienda eran? ¿Cuál ha sido su respuesta a esas solicitudes?

Respuesta de Ing. Ortega: Los clientes generalmente andan buscando alternativas más económicas y en base a eso han propuesto sistemas como el muro seco o el súper bloque sin embargo una vez que se analizan los costos deciden utilizar un sistema tradicional como los prefabricados en concreto.

Respuesta de Ing. Mora: Si pero una vez analizados los costos optan por viviendas prefabricadas en concreto. Me plantearon las viviendas de mampostería.

Respuesta del Arq. Córdoba: Las tipologías más solicitadas son las tradicionales, en algunas ocasiones han solicitado un sistema llamado ISI que es tipo muro seco, en realidad siempre que cumpla con criterios técnicos de durabilidad e ingenieriles no veo inconveniente en usar otro tipo de sistema.

4. En caso de que el cliente le solicite su recomendación profesional ¿Cuál o cuáles de esas tipologías recomienda? ¿Por qué?

Respuesta de Ing. Ortega: Por criterio de costo y facilidad de construcción se recomienda el sistema prefabricado de concreto, es importante indicar que también desde el punto de vista técnico es funcional y cumple con la reglamentación vigente.

Respuesta de Ing. Mora: Si es por costo recomiendo el sistema de prefabricados en concreto.

Respuesta del Arq. Córdoba: Por criterio de costo y facilidad de construcción se recomienda el sistema prefabricado de concreto.

5. ¿Conoce de algunas otras tipologías de vivienda de interés social que se podrían desarrollar en esta zona? ¿De conocer otras indique cuáles son?

Respuesta de Ing. Ortega: No conozco otras tipologías que se podrían desarrollar.

Respuesta de Ing. Mora: No conozco de otras tipologías, hasta ahora me parece que hay un proyecto del Instituto Tecnológico de viviendas en madera.

Respuesta del Arq. Córdoba: El sistema de muro seco ISI, que es un sistema que consiste en el uso de perfiles con paredes tipo fibrocemento.

6. De las tipologías existentes para vivienda tipo interés social que usted conoce, ¿Cuáles cree que son las más económicas? ¿Por qué se da esa economía?

Respuesta de Ing. Ortega: Como le mencione anteriormente la más económica es la prefabricada de concreto, esto se debe a su facilidad de montaje y que no se dan desperdicios, su cimentación es mucho más sencilla y el costo en paredes y columnas es menor si se compara con el sistema de mampostería.

Respuesta de Ing. Mora: La más económica es la prefabricada de concreto, esto se debe a su facilidad de montaje y menor tiempo de ejecución.

Respuesta del Arq. Córdoba: La más económica es la prefabricada de concreto, esto se debe a su facilidad de montaje y menor tiempo de ejecución.

7. ¿Para usted cuál es el concepto de sostenibilidad y de vivienda sostenible?

Respuesta de Ing. Ortega: Es una vivienda que optimice los recursos energéticos que va requerir.

Respuesta de Ing. Mora: El término es en relación con la racionalización de los recursos en cuanto al uso de la vivienda y en cuanto a la eliminación de desperdicios en el proceso constructivo, además del buen manejo de los desechos en el proceso de construcción.

Respuesta del Arq. Córdoba: No conozco mucho del concepto.

8. ¿Qué aspectos considera usted que hacen que una vivienda sea sostenible?

Respuesta de Ing. Ortega: El uso de tecnologías tales como paneles solares para producción de energía eléctrica, calentadores de agua solares, uso de biojardineras, aprovechamiento de agua de lluvia, aprovechamiento de iluminación natural, entre otras tecnologías.

Respuesta de Ing. Mora: El uso de técnicas y equipos que optimicen agua y energía, tales como sanitarios economizadores, paneles solares, entre otros como aprovechamiento de luz natural.

Respuesta del Arq. Córdoba: No conozco mucho del concepto.

9. ¿Conoce usted de alguna metodología para medir la sostenibilidad ambiental en una vivienda?

Respuesta de Ing. Ortega: Desconozco el tema.

Respuesta de Ing. Mora: Desconozco el tema.

Respuesta del Arq. Córdoba: Desconozco el tema.

10. En caso afirmativo ¿Cuáles metodologías conoce? ¿Cómo las aplica?

Respuesta de Ing. Ortega: No aplica.

Respuesta de Ing. Mora: No aplica.

Respuesta del Arq. Córdoba: No aplica.

11. ¿Conoce la metodología del análisis de ciclo de vida en viviendas? En caso afirmativo ¿De qué forma lo aplica o aplicaría para la construcción de viviendas tipo interés social?

Respuesta de Ing. Ortega: No conozco la metodología.

Respuesta de Ing. Mora: No conozco la metodología.

Respuesta del Arq. Córdoba: No conozco la metodología.

12. ¿Conoce el concepto de energía incorporada en viviendas? En caso afirmativo ¿Cómo lo aplica o aplicaría al desarrollo de sus proyectos de construcción de viviendas tipo interés social?

Respuesta de Ing. Ortega: Si se refiere a la energía que se ha consumido para construir una vivienda, no existe información que permita valorarla.

Respuesta de Ing. Mora: No conozco el concepto.

Respuesta del Arq. Córdoba: No conozco el término.

13. ¿Qué aspectos se necesita fortalecer para que los clientes escojan sistemas constructivos que sean más amigables desde el punto de vista ambiental?

Respuesta de Ing. Ortega: Que los costos económicos se equiparen con los sistemas más económicos actualmente.

Respuesta de Ing. Mora: Debe informarse más de estos sistemas y que sean competitivos económicamente, de ser posible deben estar certificados.

Respuesta del Arq. Córdoba: Que se de difusión de los productos que se están desarrollando, algunos no se utilizan porque no se tiene suficiente información, ejemplo de ello es la madera.

14. ¿Qué aspectos se podrían fortalecer por parte de la industria de la construcción para satisfacer en la oferta de vivienda sistemas constructivos que sean más amigables desde el punto de vista ambiental?

Respuesta de Ing. Ortega: Investigación es fundamental para brindar no sólo nuevos productos sino también mejor información a los clientes.

Respuesta de Ing. Mora: Debe informarse más de estos sistemas y que sean competitivos económicamente, de ser posible deben estar certificados.

Respuesta del Arq. Córdoba: Debe fortalecer la información para que los profesionales podamos generar criterios de uso y transmitirlos a los clientes. Las empresas deben hacer inversiones importantes en poder transmitir el valor agregado de sus productos.

Entrevista 2. Guía para entrevista dirigida a dos funcionarios de Municipalidad de Cartago con experiencia en trámites de viviendas tipo interés social.

1. ¿Cómo es trámite en cuanto a requisitos de permisos de construcción para viviendas tipo interés social? De forma general indique ¿Cuáles son las etapas para tener un permiso aprobado para una vivienda de este tipo?

Respuesta de Arq. Guzmán e Ing. Solano: Es importante que se cuente con un plano de catastro visado, debidamente alineado respecto a la vía de acceso, con uso de suelo aprobado, que el terreno tenga acceso a servicio de agua potable y electricidad. El plano de construcción debe haberse tramitado ante el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos y el Ministerio de Salud por un profesional debidamente incorporado. Es necesario aportar estudio registral de la propiedad. Llenar formulario que se tiene para este trámite. Una vez presentada la documentación se procede a realizar una inspección al inmueble para verificar sus condiciones para efectos de realizar una construcción de vivienda, una vez que cumple se cancelan las pólizas respectivas y el impuesto de construcción.

2. ¿Cuáles son las tipologías de construcción que más se han tramitado para el desarrollo de proyectos de vivienda tipo interés social en el Cantón Central de Cartago en los últimos diez años?

Respuesta de Arq. Guzmán e Ing. Solano: Son viviendas prefabricadas de concreto las que predominan, también se tramitan viviendas de mampostería pero en mucho menor cantidad.

3. ¿Cuáles son las razones por las que cree que predominan ese tipo de tipologías de vivienda?

Respuesta de Arq. Guzmán e Ing. Solano: Es un asunto de costo.

4. ¿Cómo ha sido el comportamiento en cantidades de trámites que se han realizado en los últimos diez años, de viviendas tipo interés social en el Cantón Central de Cartago? ¿Cuáles son las razones por las que se ha dado ese comportamiento?

Respuesta de Arq. Guzmán e Ing. Solano: El trámite depende mucho de la disponibilidad de bonos de vivienda o bien del desarrollo de proyectos sociales en el Cantón, hace diez años el trámite de este tipo de viviendas era mucho mayor, actualmente hay una menor disponibilidad de terrenos lo que hace cada vez más difícil la implementación de este tipo de proyectos en el Cantón. Actualmente se están tramitando alrededor de cinco viviendas de este tipo por mes.

5. Según su opinión ¿Podría cambiar la tendencia en la escogencia para construcción de viviendas tipo interés social en relación con los materiales predominantes?

Respuesta de Arq. Guzmán e Ing. Solano: Si los costos son más bajos en otro tipo de material es muy posible que si se cambie la tendencia, pero si los costos se mantienen es difícil cambiar el comportamiento del mercado.

6. ¿Qué potencial presenta el Cantón Central de Cartago para el desarrollo de proyectos de vivienda tipo interés social, ya sea a nivel individual o través de desarrollos urbanísticos? ¿Qué herramientas de control urbano se implementan actualmente?

Respuesta de Arq. Guzmán e Ing. Solano: Cada vez es más difícil acceder a terrenos con vocación de este tipo debido a condiciones de uso de suelo reguladas por plan regulador, el acceso al servicio de agua cada vez es más restringido y por último los costos de las propiedades han crecido en el Cantón. La herramienta principal de control urbano es el Plan Regulador del Cantón Central de Cartago

7. ¿Qué aspectos positivos existen para incentivar el desarrollo de viviendas tipo interés social en el Cantón Central de Cartago? ¿Cuáles son las principales limitantes?

Respuesta de Arq. Guzmán e Ing. Solano: No se ve un incentivo claro, aquí el interesado o dueño del inmueble es el que debe promover que el proyecto de construcción de vivienda de interés social sea una realidad.

8. ¿Existe reglamentación que impida el uso de ciertos materiales en las tipologías de viviendas de interés social? ¿Cuáles?

Respuesta de Arq. Guzmán e Ing. Solano: No existe reglamentación que impida uso de materiales, lo que si es necesario que el proyecto tenga visto bueno de autoridades como el Ministerio de Salud y el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos para que se cumpla con los criterios técnicos.

9. ¿Cuáles aspectos ambientales cree usted que se toman en cuenta en relación con los materiales utilizados para el desarrollo de viviendas tipo interés social?

Respuesta de Arq. Guzmán e Ing. Solano: Se toman aspectos en torno a la funcionalidad del proyecto tales como disposición de aguas servidas y aguas negras, desfogues de aguas pluviales. No obstante respecto a aspectos constructivos nos parece que el enfoque que se aplica es netamente económico y técnico en lo referente a capacidad soportante y sísmica.

Entrevista 3. Guía para entrevista a tres profesionales expertos de instituciones autorizadas para el trámite de subvenciones económicas y créditos para viviendas tipo interés social en el Cantón Central de Cartago.

1. ¿Cuáles son las tipologías de construcción que más se utilizan para el desarrollo de proyectos de vivienda tipo interés social en el Cantón Central de Cartago?

Respuesta Ing. Granados: La vivienda prefabricada de concreto.

Respuesta Arq. Cascante: La vivienda prefabricada de concreto.

Respuesta Ing. Meneses: La vivienda prefabricada de concreto.

2. ¿Cuál es la razón por la que se fomenta el desarrollo de esos tipos de vivienda en el Cantón Central de Cartago?

Respuesta Ing. Granados: Es un asunto de costos.

Respuesta Arq. Cascante: El costo es el que se impone en estos casos.

Respuesta Ing. Meneses: Es un asunto de costos.

3. ¿Conoce de algunas otras tipologías que se puedan desarrollar para la construcción de viviendas tipo interés social? ¿De conocer otras indique cuáles son?

Respuesta Ing. Granados: Sí, existen las viviendas de mampostería, la vivienda de madera, las viviendas en muro seco.

Respuesta Arq. Cascante: Sí, existen sistemas prefabricados de concreto como el concrepal, el facoli, el zitro, muro seco, ISI, la mampostería y la madera.

Respuesta Ing. Meneses: Sí, existen las viviendas de mampostería, la vivienda de madera, las viviendas en muro seco.

4. ¿Incentiva la institución que usted representa el desarrollo de alguna tipología diferente a las predominantes? De ser afirmativo indique las razones.

Respuesta Ing. Granados: Sí, actualmente se está incentivando el uso de viviendas de madera, esto se debe a las condiciones que ofrece y su realce respecto de otras viviendas.

Respuesta Arq. Cascante: En realidad lo importante es que cumplan con criterios técnicos y se adapten al presupuesto que se asigna por bono de vivienda.

Respuesta Ing. Meneses: No, lo importante es que tengo respaldo técnico y vistos buenos de las instituciones según la normativa vigente.

5. De las tipologías existentes para vivienda tipo interés social que usted conoce, ¿Cuáles cree que son las más económicas? ¿Por qué se da esa economía?

Respuesta Ing. Granados: La más económica es la prefabricada de concreto, pero también es la más rudimentaria en cuanto a belleza y acabados.

Respuesta Arq. Cascante: La más económica es la prefabricada de concreto y se debe a su facilidad de construcción, al tiempo de implementación.

Respuesta Ing. Meneses: La más económica es la prefabricada de concreto y se debe a su facilidad de construcción, al tiempo de implementación.

6. ¿Para usted cuál es el concepto de sostenibilidad y de vivienda sostenible?

Respuesta Ing. Granados: Se relaciona con el uso óptimo de recursos energéticos y agua.

Respuesta Arq. Cascante: Se relaciona con el uso óptimo de espacios, uso óptimo de recursos energéticos, ventilaciones y manejo del recurso hídrico.

Respuesta Ing. Meneses: Es la optimización en el uso de recursos, el uso eficiente del espacio y el manejo adecuado de residuos.

7. ¿Qué aspectos considera usted que hacen que una vivienda sea sostenible?

Respuesta Ing. Granados: La racionalización de recursos energéticos y el agua.

Respuesta Arq. Cascante: Actualmente el Grupo Mutual La Vivienda está formación de reglamento para establecer factores de sostenibilidad aquí se tratará aspectos tales como zonas verdes, tratamiento de aguas, ventilación, entre otros.

Respuesta Ing. Meneses: La respuesta a la pregunta anterior responde esta.

8. ¿Conoce usted de alguna metodología para medir la sostenibilidad ambiental en una vivienda?

Respuesta Ing. Granados: No conozco.

Respuesta Arq. Cascante: En los años 80 estuve relacionado con alguna temática relacionada.

Respuesta Ing. Meneses: No conozco.

9. En caso afirmativo ¿Cuáles metodologías conoce? ¿Cómo las aplica?

Respuesta Ing. Granados: No conozco.

Respuesta Arq. Cascante: No recuerdo el nombre de las metodologías, sin embargo tienen similitud con los estudios de impacto ambiental que se realizan actualmente.

Respuesta Ing. Meneses: No conozco.

10. ¿De las viviendas de interés social que conoce existen algunas que cumplan con criterios de sostenibilidad en construcciones? ¿Cuáles son las razones?

Respuesta Ing. Granados: La razón por la que se ha fomentado el uso de la madera se debe a que permite que las viviendas sean más sostenibles que otras tipologías, dado que permiten adaptarse a diferentes tipos de climas.

Respuesta Arq. Cascante: De hecho en todas las tipologías hay aspectos por mejorar para generar criterios de sostenibilidad.

Respuesta Ing. Meneses: No conozco la temática.

11. ¿Conoce la metodología del análisis de ciclo de vida en viviendas? En caso afirmativo ¿De qué forma se está aplicando en la construcción de viviendas tipo interés social que ustedes respaldan o financian?

Respuesta Ing. Granados: No lo conozco.

Respuesta Arq. Cascante: No la conozco.

Respuesta Ing. Meneses: No conozco.

12. ¿Conoce el concepto de energía incorporada en viviendas? En caso afirmativo ¿Cómo lo aplica o aplicaría la institución que usted representa en la construcción de viviendas tipo interés social que ustedes respaldan o financian?

Respuesta Ing. Granados: No lo conozco.

Respuesta Arq. Cascante: No conozco ese concepto.

Respuesta Ing. Meneses: No conozco.

13. ¿Cuál es la tipología de viviendas tipo interés social que escogen más sus clientes?
¿Cuáles son las razones que les manifiestan sus clientes para realizar dicha escogencia?

Respuesta Ing. Granados: En realidad no tienen opciones de escogencia, dado casos muy esporádicos.

Respuesta Arq. Cascante: En realidad no tienen opción de escogencia.

Respuesta Ing. Meneses: Las opciones de escogencia son limitadas, tal vez se puede dar en la distribución arquitectónica.

14. ¿Le han planteado sus clientes el desarrollo con tipologías de vivienda diferentes a las que se han mantenido como tendencia de construcción de viviendas tipo interés social? De ser positivo, ¿Qué tipos de tipologías de vivienda les han sugerido? ¿Cuál ha sido su respuesta a esas sugerencias?

Respuesta Ing. Granados: En realidad no es algo que se plantee por medio de los clientes.

Respuesta Arq. Cascante: No es algo que definan los clientes, las viviendas deben adaptarse a las diferentes zonas y realizarse con criterios técnicos y profesionales que las respalden.

Respuesta Ing. Meneses: En realidad no es algo que se plantee por medio de los clientes.

15. ¿Estaría dispuesta la institución que usted representa a financiar proyectos que incorporen criterios ambientales en la construcción de viviendas?

Respuesta Ing. Granados: De hecho con el incentivo en el uso de la madera se están financiando proyectos que incorporan criterios ambientales.

Respuesta Arq. Cascante: Ya se está trabajando en políticas de financiamiento diferenciado si las viviendas o desarrollos presentan criterios de sostenibilidad, aunque el producto no está implementado ya se está trabajando para ponerlo al mercado.

Respuesta Ing. Meneses: Si pero habría que revisar lo que implica criterios ambientales.

Entrevista 4. Guía para entrevista a tres propietarios de inmuebles del Cantón Central de Cartago donde se desarrollan proyectos tipo interés social, un propietario por cada tipología.

1. ¿Cuáles son las razones por las que construyó o está construyendo la vivienda?

Respuesta Sra. Romero: No tenía vivienda propia.

Respuesta Sr. Ramírez: No tenía vivienda propia.

Respuesta Sr. Fernández: Para aprovechar el terreno que tengo.

2. ¿Cuáles opciones en cuanto a materiales se le presentaron de previo a escoger la vivienda que construyó o está construyendo? ¿Quién le mostró las opciones en cuanto a materiales predominantes?

Respuesta Sra. Romero: No se me presentó ninguna, por cuestión de presupuesto solamente el sistema prefabricado se adaptaba al presupuesto de la casa.

Respuesta Sr. Ramírez: Respuesta Sr. Ramírez: Estuve analizando entre una casa de block y una casa prefabricada al final aunque un poco más costosa elegí la de block, las opciones las había visto por los fabricantes de productos de construcción.

Respuesta Sr. Fernández: Analice realizarla en bloques pero vi que los costos son similares a construirla en madera, el arquitecto me ayudo con analizar los costos, además quería un tipo cabaña.

3. ¿Tuvo intenciones de construir otro tipo de vivienda?

Respuesta Sra. Romero: No, este me servía.

Respuesta Sr. Ramírez: Sí, pero al final elegí la casa de block.

Respuesta Sr. Fernández: No, quería una cabaña que se adaptará a mi propiedad.

4. ¿Qué es lo que más le atrajo de opción de vivienda seleccionada?

Respuesta Sra. Romero: El precio.

Respuesta Sr. Ramírez: La seguridad y calidad.

Respuesta Sr. Fernández: Que se adaptara a mi propiedad.

5. En su opinión ¿Qué características considera debe tener una vivienda?

Respuesta Sra. Romero: Que tenga suficiente espacio, que sea duradera y fácil de darle mantenimiento.

Respuesta Sr. Ramírez: Que sea segura y que sea de buena calidad en cuanto a resistencia y duración.

Respuesta Sr. Fernández: Que sea durable y se adapte a los gustos del propietario.

6. En su opinión, ¿Qué es lo más importante para usted de su vivienda?

Respuesta Sra. Romero: La durabilidad.

Respuesta Sr. Ramírez: La seguridad.

Respuesta Sr. Fernández: La durabilidad.

7. ¿Qué le pareció la asesoría profesional que recibió por parte del responsable profesional de la construcción de la vivienda que desarrolló o está desarrollando (ingeniero o arquitecto)? ¿En qué aspectos fue asesorado? ¿Qué recomendaciones recibió?

Respuesta Sra. Romero: Es muy buena me ayudo en la orientación de los tramites y de qué forma realizarlos de forma más rápida.

Respuesta Sr. Ramírez: Me ayudo con la determinación de los costos y con el trámite de permisos.

Respuesta Sr. Fernández: Me ayudo con los trámites del permiso y me asesoró sobre las bondades de usar madera en cuanto a crear un ambiente acogedor.

8. ¿Qué le pareció la tramitología para la obtención de los permisos constructivos?

Respuesta Sra. Romero: Me pareció muy lenta y que participan muchas instituciones.

Respuesta Sr. Ramírez: Me pareció lenta tuve que resolver problemas con mi plano de catastro.

Respuesta Sr. Fernández: El tiempo de trámite fue razonable.

9. Para el financiamiento de la vivienda, en caso de haber recibido subvención (bono de vivienda) o crédito, ¿Qué le pareció el trámite de los mismos?

Respuesta Sra. Romero: Es muy lento solicitan mucha documentación.

Respuesta Sr. Ramírez: Me ayudaron mucho en la Mutual Cartago.

Respuesta Sr. Fernández: No realice ningún trámite de financiamiento.

10. ¿Recibió algún tipo de asesoría de la institución en que realizó los tramites de la subvención (bono de vivienda) o crédito? En caso de haber recibido asesoría ¿En qué consistió dicha asesoría?

Respuesta Sra. Romero: Me asesoraron en la documentación que debía presentar.

Respuesta Sr. Ramírez: Me asesoraron en los papeles que debía presentar.

Respuesta Sr. Fernández: No aplica.

