

Diseño de un modelo de vivienda bioclimática y sostenible. Fase II

Ana Cristina Vidal Vidales
ana.vidal@utec.edu.sv

Guillermo Francisco Vásquez

Dirección de Investigaciones, Universidad Tecnológica de El Salvador

Resumen

Con esta investigación se busca retroalimentar la propuesta de vivienda planteada en la primera fase de la investigación, por medio de un experimento en el cual se midieron datos de temperatura y humedad relativa, en modelos a escala hechos con tres sistemas constructivos livianos diferentes. De esta forma es posible determinar, cuál sistema constructivo es más apto para las distintas condiciones climáticas que se presentan en el país, de acuerdo con las características propias de cada sitio. La investigación se complementa con una profundización de los elementos que deben ser tomados en cuenta en el diseño de una vivienda que satisfaga las necesidades básicas y la aplicación del diseño bioclimático, proponiendo modelos conceptuales que contienen alternativas tecnológicas, y se analiza su factibilidad de aplicación.

Palabras clave: Vivienda, desarrollo sostenible, arquitectura doméstica, arquitectura bioclimática, diseño bioclimático, confort.

Abstract

This research reviews the house model that was proposed in the first phase of the investigation, using an experiment which collected temperature and relative humidity data in scale models built with three different lightweight materials. That way it was possible to determine which material better suits the different climatic conditions existent in El Salvador according to the individual characteristics of each site. The research also includes a deeper study of the elements that should be taken into account in the design of a house that satisfies its inhabitant's basic needs and the application of bioclimatic design which is complemented by the proposal of conceptual models that contain technological alternatives and their applicability.

Keywords: Dwelling, sustainable development, domestic architecture, bioclimatic architecture, bioclimatic design, comfort.

Desde principios del siglo pasado, se ha considerado de suma importancia el pensar en el futuro más que en el presente al tratarse de construcciones. Unwin (1902) nos recuerda esto en lo que podría interpretarse como una manifestación temprana del concepto de la sostenibilidad, cuando dice que una vivienda que deba durar cien años o más debe

tener características tales que le permitan realmente existir y ser funcional por ese período, pues es lógico asumir que como tal será una vivienda valiosa durante su vida útil. Esto es fundamental no solo como un tema de justicia financiera para las generaciones venideras en vista de sus necesidades futuras, sino también porque estas construcciones deben

basarse en las condiciones permanentes y esenciales de la vida y la salud. Estas “necesidades básicas” siguen presentes, pero los elementos constructivos de algunas edificaciones que sirven para proteger a las personas de las amenazas externas al mismo tiempo impiden la entrada del aire fresco y la luz del sol.

Vitruvio lo dijo desde la época de Augusto: “Los edificios privados estarán correctamente ubicados si se tiene en cuenta, en primer lugar, la latitud y la orientación donde van a levantarse [...] Se debe orientar la disposición de los edificios atendiendo a las peculiaridades de cada región y las diferencias del clima [...] Así, por medio del arte se deben

paliar las incomodidades que provoca la misma naturaleza” (Vitruvio Polión, 2006).

Modelo conceptual

No existe una sola vivienda bioclimática, sino “viviendas bioclimáticas” que se adaptan de manera específica a las particularidades de cada uno de los sitios donde se ubican (Da Casa Martín, 2007). Sin embargo, sí puede establecerse una serie de lineamientos o elementos que deben estudiarse, analizarse y aplicarse al momento de diseñar una vivienda bioclimática.

Tabla 1.

Componentes propuestos para el modelo conceptual de una vivienda bioclimática y su proceso de diseño

Aspecto	Componente	Descripción	Características
El entorno	Referencias cardinales	Primer paso del análisis territorial	- Comportamiento climático • Elementos climáticos • Factores climáticos
	Naturaleza elemental	Georreferencias del sitio	- Puntos focales - Recursos naturales disponibles
Programa arquitectónico	Acondicionamiento ambiental	Determinación de condiciones de la vivienda y las características para cumplir con estas condiciones	- Orientación - Forma de la edificación - Ventilación natural - Iluminación natural - Control acústico - Masa térmica
	Distribución interna	Disposición de los espacios al interior de la edificación	- Planta abierta - Versatilidad de los espacios - Integración al entorno - Relación materiales-naturaleza

Sostenibilidad y bioclimatización	Requerimientos térmicos	Estrategias de uso de los recursos y mecanismos para su control	<p>Sistemas de control solar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aprovechamiento del sol (iluminación y aporte térmico) - Mecanismos de protección solar <p>Sistemas de control eólico:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de enfriamiento pasivo - Protección contra el viento - Sistemas reguladores de masa térmica <ul style="list-style-type: none"> • Materiales • Aislantes térmicos • Colores • Sombras <p>Tecnologías alternativas para la dotación de servicios básicos</p>
-----------------------------------	-------------------------	---	--

Nota. Elaboración propia con base en La Roche; Mustieles & De Oteiza (2006).

Método

La investigación, en general, consistió en dos etapas, una de revisión bibliográfica y otra experimental. Productos de la etapa primera son la recuperación de datos e información sobre los espacios necesarios en una vivienda, así como un modelo conceptual de los componentes de una vivienda que cumple con criterios bioclimáticos y sostenibles (ver tabla 1), que sirvieron para retroalimentar el diseño de vivienda propuesto en la Fase I.

El objetivo de la fase experimental era verificar el comportamiento térmico de tres materiales o sistemas constructivos ligeros para determinar cómo se adaptan a las condiciones climáticas urbanas de la ciudad de San Salvador, y así identificar cuál es el más adecuado para otras condiciones climáticas en el país. Esto se hizo por medio de tomas de medición de temperatura y humedad relativa exteriores y al interior de cada uno de los modelos construidos con los sistemas constructivos seleccionados.

Es necesario enfatizar que en ningún momento se consideró a un material mejor que otro, pues se sostiene la premisa de que cada uno tiene sus propiedades y puede responder mejor a determinadas condiciones climáticas, además de que han sido probados por cada uno de los distribuidores especialistas.

Objeto de estudio

El objeto de estudio fueron tres maquetas o modelos a escala del diseño de vivienda propuesto en la Fase I de la investigación. La escala utilizada fue 1:10, y para ello se seleccionaron materiales de construcción ligeros, cuyas especificaciones técnicas les adjudican propiedades aislantes, tanto térmicas como acústicas, y que pudieran aplicarse tanto en la escala real como en la de los modelos.

Los materiales seleccionados para la construcción de paredes (interiores y exteriores) y entresijos fueron madera,

placas de fibrocemento y el sistema constructivo conocido como Covintec. La finalidad era mantener la escala del grosor de las paredes, por eso se utilizaron materiales que no sobrepasaran los 15 mm de espesor.

Figura 1.
Objeto de estudio



Maquetas de prueba utilizadas en el estudio antes de ser colocadas en la orientación propuesta en el diseño. Fotografía propia.

Madera

La madera es un material de construcción vernáculo ampliamente utilizado por sus propiedades térmicas y de resistencia estructural.

La madera es un material reciclable por ser de origen orgánico. Sin embargo, El Salvador no es un país maderero, por lo que no es un sistema constructivo muy difundido y se encuentra principalmente en las áreas rurales y en arquitectura turística o arquitectura habitacional, pero de sectores poblacionales con mayor poder adquisitivo. En referencia a esto, existe también la polémica sobre la obtención de la materia prima para construir por la potencial degradación al medio ambiente que esto implica.

A pesar de ello, se consideró para el estudio, por sus propiedades térmicas y de resistencia, como un referente ampliamente estudiado y como elemento comparativo para analizar el comportamiento de los otros materiales.

Se utilizó *Plywood* de 14 mm de espesor, se cortaron las piezas permitiendo uniones a 45° y se unieron con pegamento para madera, y posteriormente se clavaron entre sí. Los espacios entre las uniones y posibles defectos se cubrieron con masilla plástica para madera.

Placas de fibrocemento

Según la literatura informativa (Plycem, 2009), las placas de fibrocemento son láminas de cemento reforzado que cumplen con requisitos de resistencia, seguridad y durabilidad para la construcción de edificios, y están hechas con cemento Portland, carbonato de calcio, fibras celulósicas y otros agregados menores. Posteriormente, se trata la superficie de las placas con una emulsión impregnante que le confiere propiedades impermeabilizantes, por lo que además son resistentes a los insectos y hongos. El proceso de fabricación de este sistema constructivo está normado, y la planta de fabricación está certificada en las normas ISO 9001:2004, ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2007. De acuerdo con la norma ASTM C 1186-07, las láminas son de tipo B grado I, y con la norma INTE/ISO 8336:2007 son de tipo B categoría 2.

Estas láminas pueden utilizarse tanto en interiores como en exteriores, y según su espesor sirven como bases para techos, losas de entresijos, paredes y fachadas.

Para la construcción de la maqueta se utilizó el material llamado *Plystone* de 14 mm de espesor. El material fue donado por la empresa Plycem Construsistemas de El Salvador, y para su construcción se trató igual que las piezas de madera: las piezas fueron cortadas con ángulos de 45° en los extremos de unión, atornilladas entre sí, y las juntas se rellenaron con masilla para paredes de cemento para formar una unión hermética.

Sistema constructivo Covintec

De acuerdo con el manual de instalación (sistema constructivo Covintec, 2010), este sistema consiste en una estructura tridimensional de alambre de acero calibre 14, formado por armaduras verticales continuas de 76 mm de peralte, separadas a cada 51 mm con tiras de espuma de poliestireno expandido de 57 mm de espesor. Las armaduras se unen a

lo ancho del panel por medio de alambres horizontales de calibre 14, electrosoldado a cada 51 mm.

Para permitir el agarre de un repello de mortero de concreto, la retícula de alambre tiene una separación de 9.5 mm del poliestireno. Este mortero se aplica cuando el panel ya está colocado en su posición final. Con este material pueden construirse muros, techos, entresijos y otros elementos arquitectónicos.

El muro terminado tiene 100 mm o más de espesor, consistiendo en el panel con un peralte de 76 mm recubierto en ambas caras con una capa de 22 mm de mortero de cemento con arena. Esto da como resultado elementos de concreto reforzado con propiedades estructurales y aislantes, tanto térmicas como acústicas.

Para la construcción de la maqueta se contó con la asesoría del arquitecto Dagoberto Rodríguez Arias, representante vendedor del sistema constructivo Covintec en el país. El Arq. Rodríguez envió información técnica sobre el sistema constructivo y asesoró en la construcción del modelo a escala construido con él.

Debido a que el material original posee dimensiones que sobrepasaban el propósito de la investigación, recomendó una alternativa que consistía en utilizar placas de poliestireno expandido, de ½" de ancho, cortadas en la forma de las piezas cubiertas, con malla de trama pequeña (cedazo metálico de 16x16"), que posteriormente debían ser repelladas con una mezcla de cemento similar a las de escala real. Para esta alternativa habría que recurrir al dominio técnico de un albañil, de manera que el acabado fuera lo más realista posible. Una vez armada la maqueta, se repelló con una capa de *DecoBlock* gris fino (≤ 0.25 mm).

El resto de los materiales son comunes a todas las maquetas, simulando los reales propuestos para el diseño de la Fase I, utilizando lámina calibre 26 para la cubierta de techos, con una inclinación de 15%; cielos falsos de poliestireno expandido de ½"; y ventanas de vidrio claro de 2 mm de espesor, sujetadas con silicón transparente. Las paredes se pintaron de color blanco y el terreno se simuló con capas de poliestireno expandido pintado de color verde.

Las celosías en forma de "S" se construyeron con madera, para la maqueta de madera, y con cartón de ilustración base 80 color blanco en las otras dos maquetas.

Instrumentos

Para las mediciones de temperatura se utilizaron termómetros digitales que arrojan datos simultáneos de la temperatura y humedad interna y externa. Se colocó uno dentro de cada maqueta terminada para obtener datos de su temperatura interior.

Los datos recolectados fueron organizados en tablas, en *Excel de Office 2010*, para poder sacar un promedio simple diario y semanal que permitiera compararlos. También se realizaron cálculos de las diferencias de temperatura y humedad diarias.

Procedimiento

Las maquetas o modelos se colocaron dentro de unas bases de madera de 1.20x1.20 m x0.20 cm de altura, con la misma orientación propuesta para el diseño original, y se sometieron a la radiación solar. Las mediciones de temperatura, tanto del ambiente como del interior de las maquetas, se hicieron a la sombra, tres veces diarias: a las 10:30, 13:30 y 16:30 horas.

Los datos recolectados se vaciaron en matrices semanales, se distinguieron la temperatura y la humedad exteriores, en el modelo de madera, en el de fibrocemento y en el que simula el sistema constructivo Covintec, etiquetado como "Concreto". Por medio de estas matrices se pueden observar las variaciones entre horas en un mismo día, así como el promedio diario y semanal. Finalmente, se colocaron en una nueva matriz los promedios semanales. Toda esta información se presentó además en forma de gráficos de líneas para poder apreciar las tendencias de ambos elementos medidos.

En caso de que, por cualquier motivo, un dato no haya podido ser recolectado, se duplicaron los datos de la hora siguiente o del día anterior, según el caso.

Resultados

Las tablas 2 y 3, y figuras 2 y 3 muestran los promedios semanales de los datos recolectados en las maquetas durante las primeras diez semanas del experimento. Las mediciones comenzaron a realizarse a partir del 9 de enero de 2012.

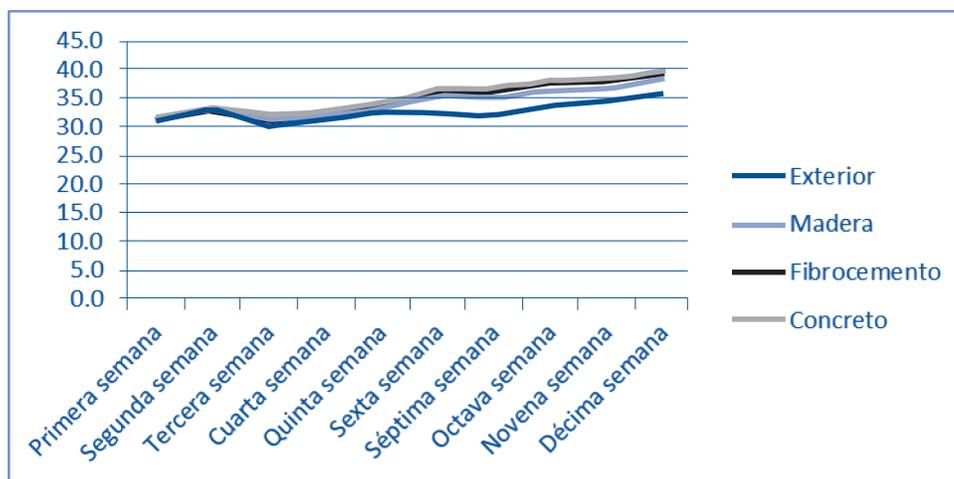
Cabe mencionar que los datos pueden haber sido afectados por las sombras provocadas por los edificios cercanos al área donde se colocaron las maquetas, por alteraciones hechas sobre los modelos por personas externas, y, finalmente, por error humano al momento de realizar la lectura de datos.

Tabla 2.
Datos promedio de temperatura (°C) para las primeras diez semanas del experimento

	Exterior	Madera	Fibro cemento	Concreto
Primera semana	30.7	31.5	31.2	31.8
Segunda semana	32.9	32.8	32.8	33.2
Tercera semana	29.8	32.0	31.3	32.2
Cuarta semana	31.0	32.2	31.9	32.7
Quinta semana	32.1	33.1	33.8	34.3
Sexta semana	32.1	35.2	35.9	36.7
Séptima semana	31.8	35.1	36.2	37.0
Octava semana	33.3	36.2	37.7	38.2
Novena semana	34.1	36.5	38.1	38.3
Décima semana	35.5	38.2	39.8	39.5

Nota: Elaboración propia. Promedio de los datos obtenidos durante las primeras diez semanas. Puede observarse un incremento en la temperatura exterior a medida avanzan los meses; las temperaturas más altas comienzan a registrarse en el mes de marzo, que coincide con el perfil climatológico del país, donde, según García, Zimmermann, Soriano, Pérez, & Ayala (s/f), se presenta un incremento en la temperatura; y hacia el mes de abril se registran las temperaturas más altas del año.

Figura 2.
Datos promedio de temperatura (°C) para las primeras diez semanas del experimento



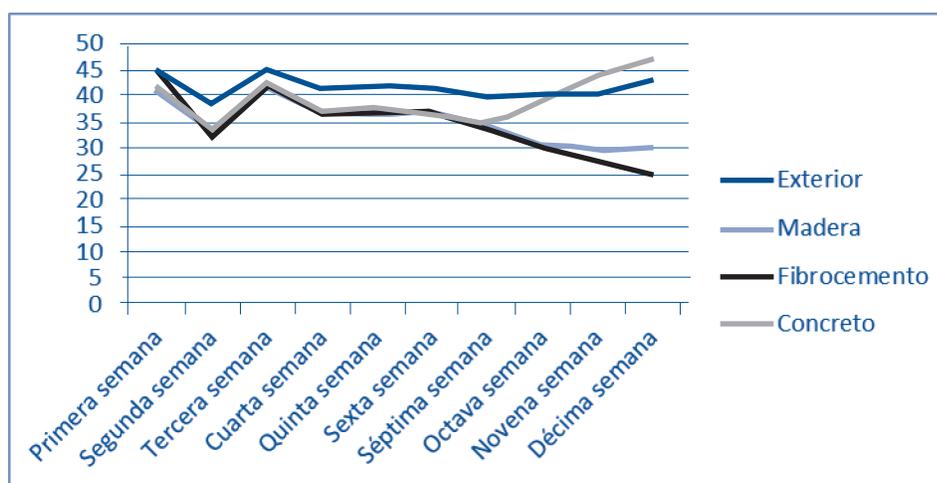
Nota: Elaboración propia. Promedio de los datos obtenidos durante las primeras diez semanas. La temperatura al interior de las maquetas siempre es más alta que la del exterior.

Tabla 3.
Datos promedio de humedad (%) relativa para las primeras diez semanas del experimento

	Exterior	Madera	Fibrocemento	Concreto
Primera semana	45	45	41%	42%
Segunda semana	32	38	34%	34%
Tercera semana	43	45	41%	43%
Cuarta semana	37	41	37%	37%
Quinta semana	36	42	36%	37%
Sexta semana	37	42	37%	37%
Séptima semana	34	40	34%	35%
Octava semana	30	40	31%	39%
Novena semana	27	41	30%	44%
Décima semana	25	43	30%	47%
Promedio semanal	35	42	35%	40%

Nota. Elaboración propia. Promedio de los datos obtenidos durante las primeras diez semanas. Puede observarse que en general, mientras mayor es la temperatura, menor es el porcentaje de humedad.

Figura 3.
Datos promedio de humedad (%) relativa para las primeras diez semanas del experimento



Nota: Elaboración propia. Promedio de los datos obtenidos durante las primeras diez semanas. En cuanto a humedad relativa se refiere, en general la madera siempre mantiene los valores mayores, excepto cuando comienza a elevarse la temperatura, que es cuando el concreto presenta los mayores valores. El fibrocemento mantiene valores de humedad muy similares a los del exterior.

Discusión

Para la primera etapa de la recolección de datos, las temperaturas más bajas se registran en horas de la tarde (16:30), seguido de las 10:30, y finalmente las 13:30 con las temperaturas más altas durante un día; aunque a partir del aumento de la temperatura exterior, hacia las últimas semanas, las temperaturas de la mañana y de la tarde son muy similares, con una tendencia a la alza. Esto indica que el momento del día en el que se necesita mayor protección de la radiación solar y mayor ventilación es por la mañana, independientemente de la rutina de la familia que habite la edificación, ya que entre mayor circulación y renovación de aire haya al interior de la vivienda, más se reducen las probabilidades de que por la tarde y por la noche las viviendas tengan una temperatura interior alta.

Otra tendencia de comportamiento de elementos climáticos que pudo observarse es que a mayor temperatura menor porcentaje de humedad relativa, tanto en el exterior como al interior de las maquetas.

Con base en los datos recolectados y las diferencias de temperatura que se presentaron a lo largo del día, podría decirse que la madera tiene un comportamiento más estable ante los cambios de temperatura, pues su variación con respecto a los otros materiales es menor; incluso representa prácticamente la mitad de la variación de temperatura en el exterior. Le sigue el fibrocemento y finalmente el concreto, que presenta una variación de temperatura mayor a lo largo

del período de monitoreo. Como la variación en ningún caso es mayor a la del exterior, podría decirse que todos los materiales, al menos para el período estudiado, pueden proporcionar un ambiente interior relativamente estable en cuanto a temperatura. En todos los casos la variación de humedad relativa al interior de las maquetas es mayor que la exterior.

Sin embargo, la capacidad de los materiales de mantener un ambiente interior estable debe complementarse con la capacidad de mantener temperaturas lo más cercano posible, o en su defecto, más abajo que la del ambiente exterior, porque en el país el clima suele ser caluroso.

De acuerdo con los datos recolectados, para el período analizado, el fibrocemento es el material cuyos datos para temperatura y humedad relativa se aproximan más a la temperatura del exterior.

Debe recordarse que el grado de humedad es una condicionante de la percepción de la temperatura. De acuerdo con la gráfica bioclimática de Olgyay (2002), el cuerpo humano se encuentra más cerca del *confort* antes del 50% de humedad relativa. Si la humedad relativa es mayor, la temperatura debe reducirse.

Sin embargo, varios autores que presentan sus rangos de *confort* para climas como el de El Salvador (ver tabla 4) presentan datos distintos. Cabe mencionar que los datos de humedad recolectados en el experimento están dentro de ambos parámetros, pero los de temperatura son mayores.

Tabla 4.
Rangos de temperatura y humedad óptimas o aceptables en climas tropical-húmedos, de acuerdo con dos autores

Bazant (2009)		C.E.P. Brooks	
Temperatura	Humedad	Temperatura	Humedad
23-29 °C	50%-85%	23.3-26.7 °C	30%-70%

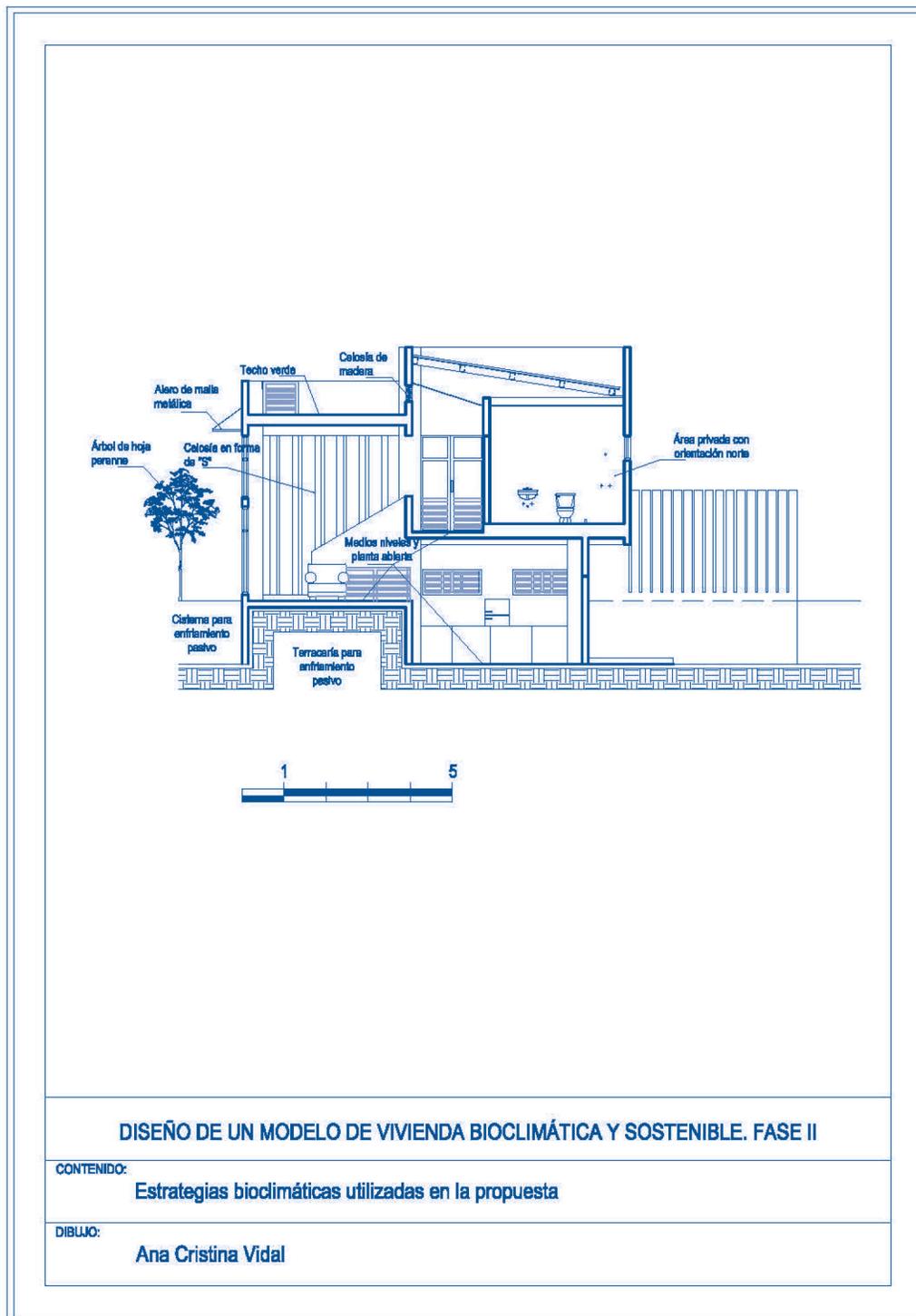
Nota: Datos tomados de Bazant (2009) y Olgyay (2002).

Conclusiones y recomendaciones

1. Los elementos y los factores climáticos funcionan como un sistema, cuyos elementos se interrelacionan y en general determinan mutuamente. Debido a esto, deben de ser estudiados y tratados como tal.
2. Se recomienda continuar las mediciones para identificar el comportamiento climático a lo largo del año y cómo este afecta la temperatura interior de las maquetas de cada uno de los distintos materiales. Sin embargo, por el momento puede concluirse que, para el período analizado, el fibrocemento funciona donde se presentan altas temperaturas y altos porcentajes de humedad relativa, ya que la humedad al interior de la maqueta tiende a ser un poco menor que la del ambiente y el material logra mantener temperaturas cercanas a las del exterior. La madera puede funcionar en lugares donde se presentan bajos porcentajes de humedad relativa y altas temperaturas, porque la temperatura interior tiende a ser moderada y los porcentajes de humedad muy altos. El concreto puede funcionar mejor en climas frescos, porque logra acumular calor y mantener una humedad cercana a la del ambiente.
3. Debido a los resultados del experimento, para el diseño propuesto inicialmente, se propone cambiar las dimensiones de las paletas tipo sifón, haciéndolas simétricas por medio de la prolongación del elemento de traslape exterior, con lo que se alarga el espacio de entrada en la zona de alta presión de aire (fachada este) y se hace más eficiente el efecto de enfriamiento y circulación al interior de la vivienda, por medio del incremento de la velocidad del aire. Se recomienda también la colocación de malla entre las celosías para proteger el interior de la vivienda de insectos y roedores.
4. Debido a que en los datos recolectados se pudo observar que las temperaturas al interior de las maquetas son mayores que la exterior, se propone ubicar una abertura más en la parte superior del pasillo de la segunda planta, que comunique con la losa del techo verde. El grado de esta abertura podrá controlarse por medio de una celosía de madera. Esto permitirá que el aire caliente salga por la parte superior de la vivienda, contribuyendo a mantener un ambiente fresco en su interior.
5. Los árboles que se recomiendan para la fachada sur son de hoja perenne, de una altura máxima de 5 m, ubicados a una distancia entre los 1.5 y 3 m, dependiendo de la forma y las dimensiones del follaje y la ubicación final de la cisterna enterrada. De esta manera producirán sombra, trabajando junto con el alero, al mismo tiempo que aportan humedad al aire y refrescan el ambiente.
6. Independientemente del material constructivo que se utilice, se recomienda, siempre que sea posible, usar dos capas de material (una interior y otra exterior), permitiendo una cámara de aire entre ambas capas. Bajo este principio, es posible además agregar otra estrategia de ventilación y renovación del aire dentro de las habitaciones, aprovechando las presiones del aire, dejando aberturas en las partes superior e inferior de los muros.
7. Haciendo uso de los principios de la masa térmica, y tomando en consideración que la tierra tiene poca conductividad térmica, se utiliza un desnivel en el terreno para contribuir a la estabilidad térmica al interior de la vivienda propuesta, aportando además un porcentaje de humedad relativa.
8. El modelo de vivienda propuesto se recomienda para zonas de carácter semiurbano donde la temperatura del ambiente oscile entre los 28 y 32 °C, ubicadas en terrenos relativamente planos, y dispuestas de tal manera que se permita la circulación libre del aire entre las fachadas este y oeste. Esto implica que, en caso de que su producción sea masificada, la organización del conjunto será dispersa, por lo que la densidad habitacional deberá ser baja, dando como resultado un mayor espacio para la integración con el medio ambiente, y a la vez permitirá mayor interacción entre los habitantes del conjunto. Sin embargo, el diseño propuesto puede adaptarse a áreas urbanas, como vivienda independiente (es decir, sin ser construido el diseño como producto de un conjunto de viviendas), siempre y cuando el tamaño y características del lote permitan las condiciones necesarias para el funcionamiento adecuado del diseño. Es importante recalcar que lo anterior no sustituye el estudio integral y sistemático de los elementos climáticos de la localidad donde se construirá la vivienda.

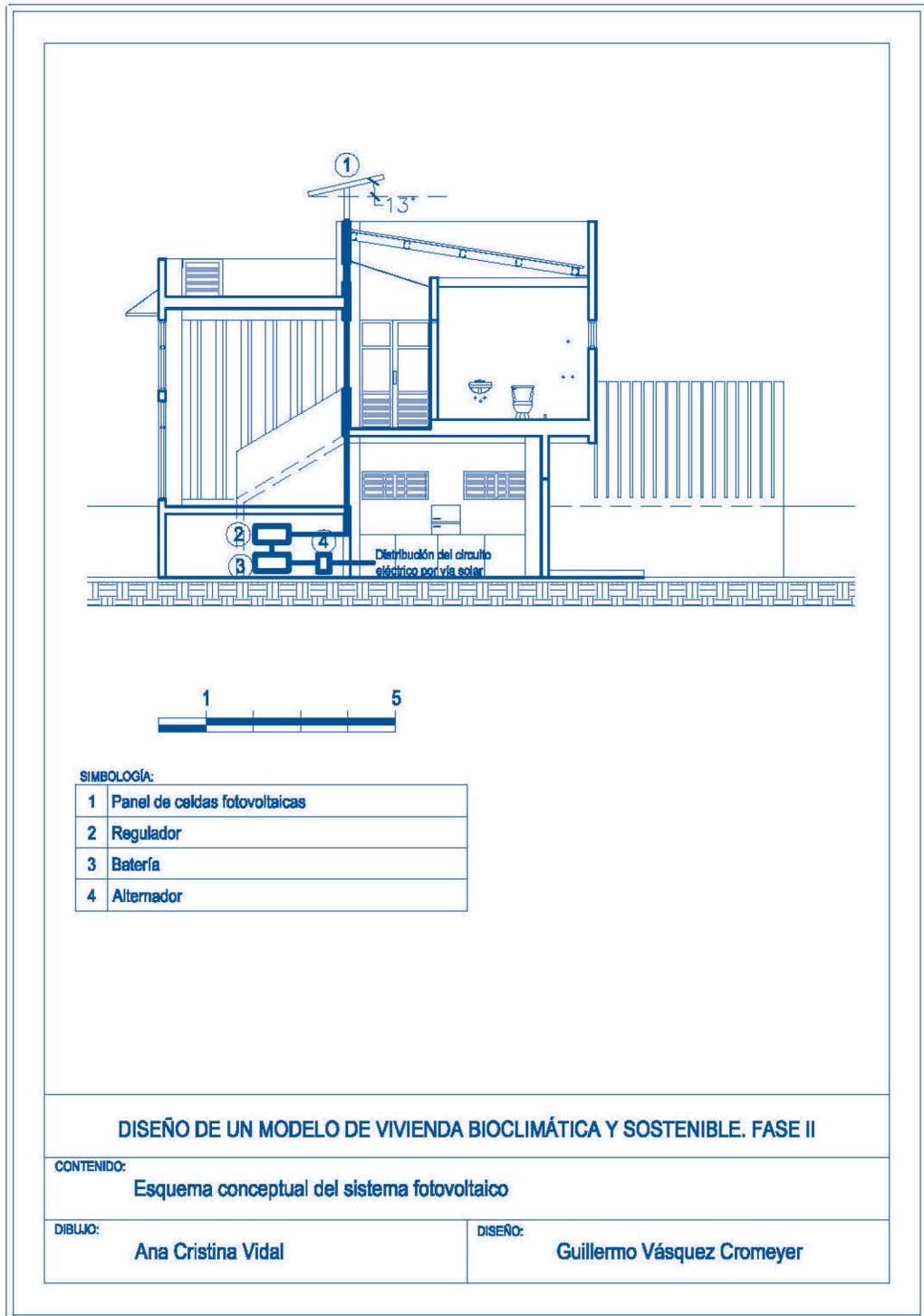
Propuesta

Figura 4.
Estrategias bioclimáticas utilizadas en la vivienda propuesta



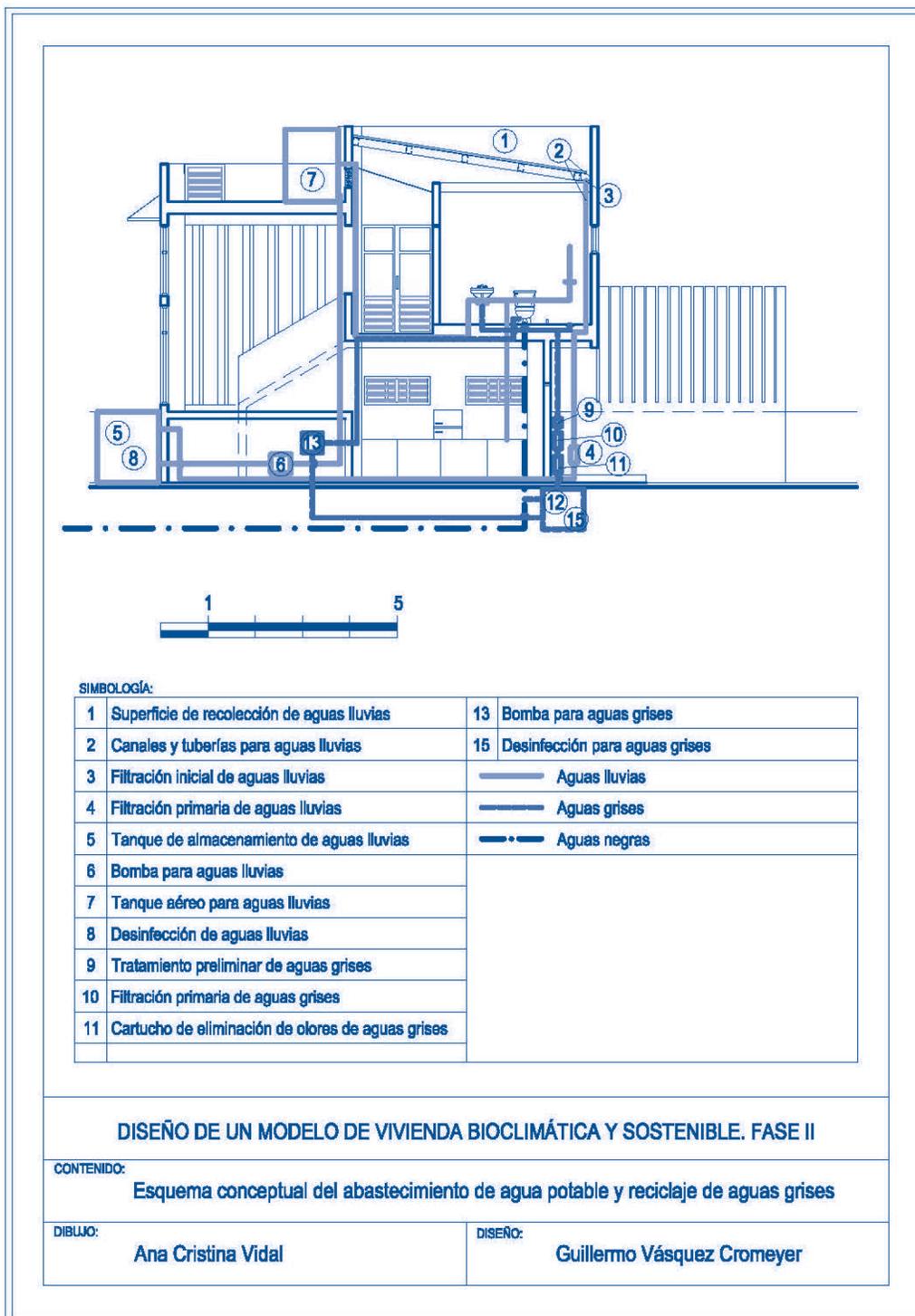
Nota: Elaboración propia.

Figura 5.
Esquema conceptual del sistema de celdas fotovoltaicas para la vivienda propuesta



Nota: Elaboración propia.

Figura 6.
Esquema conceptual del sistema de abastecimiento de aguas lluvias y reciclaje de aguas negras para la vivienda propuesta



Nota: Elaboración propia.

Referencias

Bazant, J. (2009). *Hacia un desarrollo urbano sustentable*. México, D.F.: Limusa.

Da Casa Martín, F. (10 de julio de 2007). *El desarrollo de la arquitectura bioclimática en la Universidad de Alcalá*. Obtenido de sitio web de la Revista Digital Universitaria: http://www.revista.unam.mx/vol.8/num7/art55/jul_art55.pdf

García, L.; Zimmermann, R.; Soriano, L.; Pérez, C. & Ayala, P. (s.f.). *Caracterización de condiciones meteorológicas en El Salvador*. Recuperado el 21 de mayo de 2011, del sitio Web de Snet: <http://portafolio.snet.gob.sv/digitalizacion/pdf/spa/doc00252/doc00252.htm>

La Roche, P.; Mustieles, F.; & De Oteiza, I. (Octubre de 2006). *Vivienda bioclimática como dispositivo habitable*. Recuperado el 23 de marzo de 2011, de IAT Editorial On Line: <http://es.scribd.com/doc/7330117/Conforto-VIVIENDA-BIOCLIMATICA-COMO-DISPOSITIVO-HABITABLE-ARTIGO>

Olgay (2002). *Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas* (Segunda ed.). Barcelona: Gustavo Gili.

Plycem (2009). *Guía de aplicaciones*. Recuperado el 25 de mayo de 2011, del sitio web de Plycem: http://www.plycem.com/index.php?option=com_content&view=article&id=23&Itemid=73&language=es

Sistema constructivo Covintec (2010). *Manual de instalación*. San Salvador.

Unwin, R. (1902). *Cottage Plans and Common Sense*. Londres: The Fabian Society.

Vitruvio Polión, M. (2006). *Los diez libros de la arquitectura* (Primera ed.). (Oliver Domingo, J. Trad.) Madrid: Alianza Editorial.