



Atribución-NoComercial-CompartirIgual 2.5 Colombia (CC BY-NC-SA 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial-CompartirIgual 2.5 Colombia (CC BY-NC-SA 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



Compartir bajo la Misma Licencia — Si altera o transforma esta obra, o genera una obra derivada, sólo puede distribuir la obra generada bajo una licencia idéntica a ésta.

PROTOTIPO DE VIVIENDA CONTROLADA Y FLEXIBLE

Modelo COMPACT HOUSE para la ciudad de Cali

Andres Camilo Gonzalez Español

Universidad Católica de Colombia. Bogotá (Colombia)

Facultad de Diseño, Programa de Arquitectura

Asesor del documento:

Ing. Camilo Benavides

Revisor Metodológico:

Ing. Camilo Benavides

Asesores de Diseño

Diseño Arquitectónico:

Arq. Claudio Varini

Diseño Urbano:

Fernando Penagos

Diseño Constructivo:

Camilo Benavides



Resumen

El proyecto desarrollado en el presente documento, se sumerge al margen del concurso internacional Solar Decathlon, versión Latinoamérica y Caribe, el cual constituye una serie de parámetros, regidos bajo 3 premisas, la energía, el agua y los materiales; este concurso abierto, tiene como objetivo promover la investigación y creatividad, en el desarrollo de soluciones que contribuyan al ahorro energético y sistemas que reduzcan el impacto ambiental de la vivienda, durante toda su vida útil. La propuesta de la cual se tratara y desarrollará más adelante, propone una alternativa a los sistemas tradicionales disponibles en el mercado, con el fin de mejorar significativamente las condiciones de confort, proponiendo ambientes controlados y flexibles, y retomando materiales tradicionales utilizados de manera eficiente, en las soluciones tecnológicas del módulo de vivienda, en repuesta, a un público objetivo indeterminado de la ciudad de Cali, y reconociendo la habitabilidad, dentro del concepto COMPACT HOUSE, como eje estructurador del diseño arquitectónico.

Palabras clave

- Energía
- Agua
- Materiales
- Impacto ambiental
- Confort

CONTROLLED AND CHANGING HOUSING PROTOTYPE

Abstract

The project developed in this document is part of the international Solar Decathlon competition, Latin America and the Caribbean version, which constitutes the join many parameters like: energy, water and materials; This open competition goals to promote research and creativity, in the development of solutions that contribute to energy savings and systems that reduce the environmental impact of housing, throughout its useful life. The proposal that will be developed later, proposes an alternative to the traditional systems available in the market, in order to significantly improve comfort conditions, proposing controlled and changing environments, and retaking traditional materials used efficiently, in the technological solutions of the housing module, in response, to an undetermined public of the city of Cali, and recognizing the habitability, within the COMPACT HOUSE concept, as the structuring line of the architectural design.

Key words

- Energy
- Water
- Materiales
- Environmental Impact
- Confort

Contenido

Introducción.....	6
Objetivo General	10
Objetivos específicos.....	10
Metodología.....	11
Resultados	15
Diagnostico urbano.....	15
Propuesta urbana	19
Diagnostico arquitectónico.....	23
Propuesta Arquitectónica:	26
Propuesta Técnica y tecnológica:	29
Discusión	36
Conclusiones	38
Bibliografía.....	40

Introducción

El presente documento, hace parte del proyecto de grado de la Facultad de Diseño de la Universidad Católica de Colombia, en el que se compila gráfica y teóricamente, los argumentos que respaldan las decisiones proyectuales de la propuesta arquitectónica, en el marco del desarrollo del concurso internacional Solar Decathlon, versión Latinoamérica y caribe (SDLAC 2019), llevado a cabo, en Santiago de Cali, comuna 22, Ciudad Jardín, Colombia, organizado por la Fundación Universidad del Valle, con la visión de liderar el compromiso con la sostenibilidad ambiental en el sector energético, adoptado por el gobierno nacional a través de la ley 1715 / 2014, estableciendo una serie de condiciones de primero y segundo orden, que se deben garantizar en el planteamiento del prototipo; la accesibilidad y uso completo de los espacios para las personas en condición de discapacidad, condiciones de confort, estableciendo un rango de temperatura interior, que oscila entre los 22 a los 24 °C, un porcentaje de humedad relativa, que se encuentra en el margen del 40 a 55%, y el uso racional de la energía, a través de la combinación de sistemas técnicos y tecnológicos; por otra parte, los problemas de segundo orden, tales como: definición de una envolvente que se debe mantener, y dentro de la cual, se desenvuelve el prototipo (ensamblado en un margen de 15 días sobre el terreno), tal y como se muestra en la figura 1.

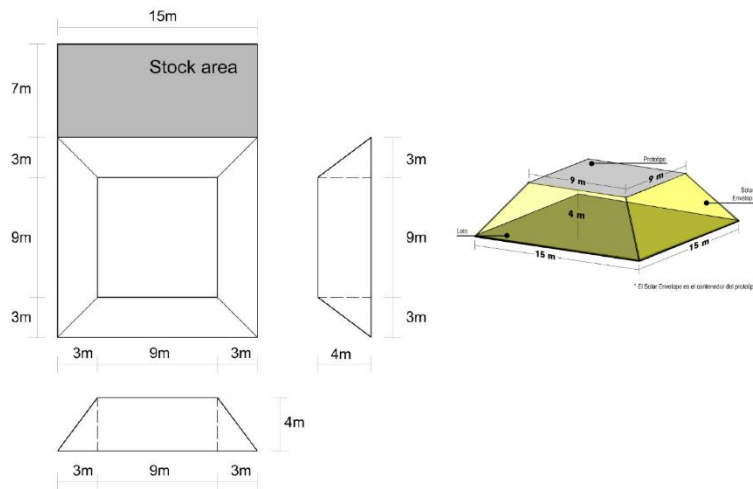


Figura 1. (www.solardecathlonlac.com, 2019)

Tres principios, son los que estructuran el diseño del prototipo: **vivienda social**. La desigualdad social, es uno de los problemas más apremiantes en Colombia, con un índice Gini (unidad que mide el grado de desigualdad en la distribución del ingreso familiar en un país) de 51.1%, según los datos del Banco Mundial en el año 2015, es el segundo país más desigual, de manera que el concurso propende por evitar, diseños de prototipos, que solo sean accesibles por minorías privilegiadas, de ahí la importancia del uso racional, pero eficiente, de los sistemas tecnológicos. Siguiendo esta misma ruta, el concurso plantea el diseño para satisfacer las necesidades de hogares conformados por 5 personas, en un espacio que oscile dentro los 60 a 80 m², con un costo directo de menos de USD 50.000.

Densidad Urbana. Se establece una proyección de 120 unidades de vivienda o más, por hectárea, reduciendo al mismo tiempo, la huella ecológica y minimizando su impacto ambiental negativo en el territorio, todo esto, en medio de un plan parcial de desarrollo, definido como “Eco Barrio”, el cual tiene como objetivo, disponer de un sector con cualidades regidas por la sostenibilidad y

garantizando de manera simultánea, la accesibilidad y uso del espacio público y privado originado por la propuesta.

Uso racional de los recursos naturales. El aprovechamiento efectivo de las condiciones naturales, que se desarrollan en el trópico, es parte rectora, del principio de ahorro energético y de agua, garantizando así, su disponibilidad permanente y promoviendo de ante mano, el consumo responsable y racional de los recursos naturales. Estos son aspectos claves, en la nueva concepción de la vivienda, dado la problemática que alberga en pleno siglo XXI en relación con el confort térmico, definido en ASHRAE (1966) como “la condición mental en la que se expresa satisfacción con el ambiente térmico” y la accesibilidad, expresada en la (NTC 6047, 2013) como “Condición de posibilidad de acceso y salida suministrado por edificaciones o partes de estas para personas, con independencia de su discapacidad, edad o género” (pág. 4), también con el sentido del fácil acceso a la vivienda para todas las personas, indistintamente su clase social.

El desarrollo del prototipo, busca adoptar nuevas tecnologías en pro a la innovación, haciendo una búsqueda constante de medios que permitan mejorar la eficiencia energética y el aprovechamiento de los recursos naturales, permitiendo reemplazar por ejemplo, los materiales de construcción convencionales (estandarizados e industrializados) en la envolvente del edificio, por materiales tradicionales y renovables propios del lugar, que ofrezcan una igual o mejor respuesta mecánica ante las condiciones de confort establecidas por el (SDLAC 2019), siendo está, una parte integral, de la respuesta que propende el desarrollo del proyecto en sus estrategias bioclimáticas.

¿A caso la sostenibilidad solo comprende aspectos de ecológicos?, la concepción del proyecto, no se centra exclusivamente en esta noción “verde a ultranza”, sino que abarca mediante sus respuestas tecnológicas, problemas socioeconómicos y culturales “en este caso, el prerrequisito ético de la sostenibilidad es la preservación del ambiente - un punto de vista biocéntrico. Para la mayoría de nosotros resulta inaceptable perseguir la sostenibilidad ecológica mermando el interés por los aspectos sociales y económicos”. (Gallopín, 2003, pág. 15), teniendo como finalidad, un impacto positivo en el entorno físico y social, del lugar.

Uno de los aspectos fundamentales que promueve el concurso, es la educación sobre el uso responsable de la energía, las energías renovables y la eficiencia energética, con el fin de reducir su consumo, ya que el empleo efectivo de esta misma, en nuestra vida cotidiana, es de vital importancia para nuestro desarrollo o como diría (Velázquez de Casto, 2000) “la dependencia de la energía eléctrica en la que más allá de su aplicación original en la iluminación, hoy invade y coloniza el trabajo, el ocio, la cocina, las comunicación, la climatización y hasta el transporte. Un posible crack podría dejar fuera de combate a nuestra hiperdesarrollada sociedad” (pág. 3).

La respuesta desde lo formal, mantiene los parámetros establecidos por el concurso, girando en torno a la energía, el agua y los materiales, que desarrollaran técnica y tecnológicamente a lo largo del proceso proyectual y sustentándose en la plataforma EDGE, como instrumento de medición de estos criterios de sostenibilidad.

Objetivo General

Brindar un plan parcial de desarrollo en Ciudad Jardín, Santiago de Cali, que contemple las nociones principales de sostenibilidad (Energía, Agua y Materiales), mediante el diseño un prototipo de vivienda controlada técnicamente que desarrolle espacios flexibles que se puedan adaptar a hogares conformados por 5 personas.

Objetivos específicos

- Desarrollar un sistema de conectividad en el plan parcial, que potencie los planes previstos por la alcaldía de Santiago de Cali, para el globo sur de la ciudad.
- Afectar lo menos posible el ecosistema en el cual se van a disponer las agrupaciones que forman parte del desarrollo general del plan parcial “Eco Barrio”.
- Establecer en el prototipo de vivienda soluciones técnicas innovadoras, referente al ahorro de energía y la regulación térmica del ambiente interior.
- Responder al criterio de agua, mediante instrumentos de ahorro, que permitan el tratamiento y reutilización de este recurso natural.
- Permitir un desarrollo espacial que se pueda adaptar a los diferentes núcleos familiares y garantizar la accesibilidad a personas en condición de discapacidad.

Metodología

El lugar de intervención, sobre el cual se llevara a cabo el prototipo, está contenido en una manzana de 10.000 m² (lote 3) y cumpliendo una agrupación en la misma de 120 unidades de vivienda, con una población proyectada de 600 personas, de las cuales el 20% son personas en condición de discapacidad, y en conformidad con el alcance de la Universal Católica de Colombia para el desarrollo urbano, se plantea un área de intervención correspondiente a 5 manzanas a lo largo del lago la Babilla, tal como se muestra en la figura 2, con el fin de plantear un plan parcial, bajo los criterios de “Eco barrio”—entendido como un fragmento de ciudad donde prima la estructura ecológica principal sobre cualquier intervención antrópica— el cual determina aspectos como: índice de ocupación, índice de construcción, estrategias bioclimáticas y generación de espacio público efectivo por habitante.

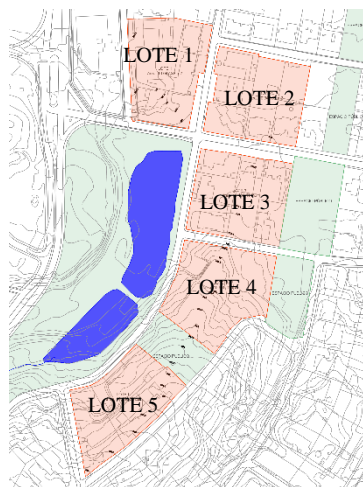
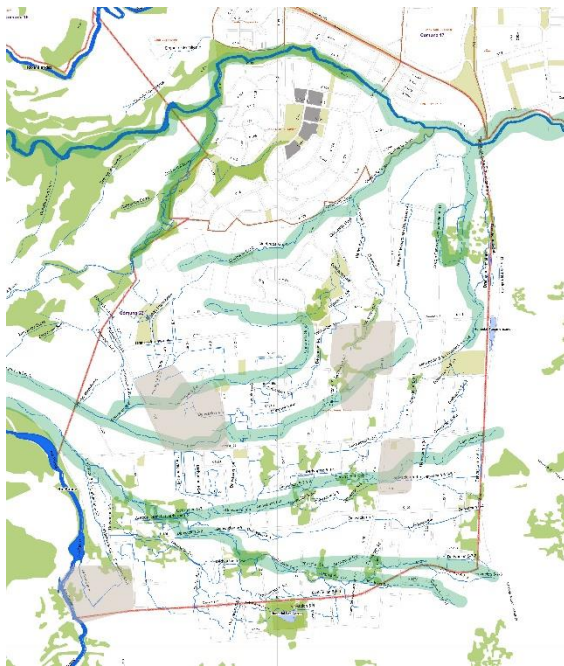
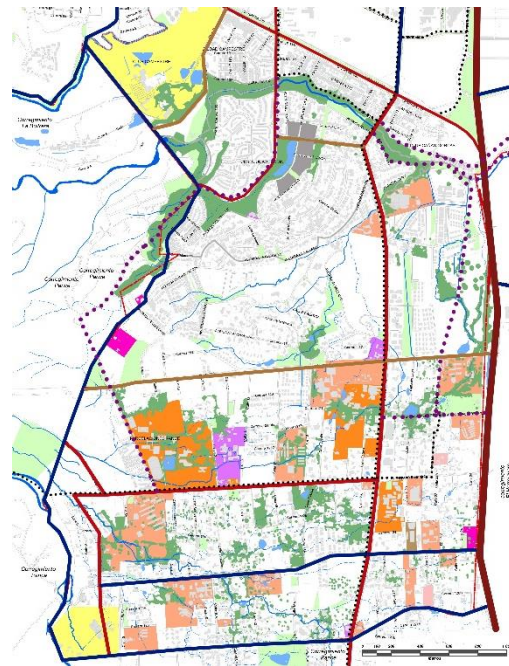


Figura 2. Manzanas de intervención
Realizado en: AutoCAD
Fuente: Elaboración propia
Año de elaboración: 2019
CC BY-NC

El desarrollo puntual de la propuesta en el lote 3, se promueve como modelo tipo para las 4 manzanas restantes; se genera a partir de un proceso cualitativo enfocado a la descripción y análisis del lugar en específico, utilizando la estructura ecológica principal, la estructura funcional y de servicios y la estructura socioeconómica (ver figuras 3,4 y 5), como medios de comprensión a cerca del comportamiento del lugar, sus problemáticas y necesidades, siendo aspectos clave, en la formulación de metodologías y soluciones para el diseño del plan parcial.



- Elementos del sistema de drenaje
- Microcuenca
- Subcuenca
- Cuenca
- Río Cauca
- Humedales
- Bosques
- Zonas verdes
- Zonas de protección ambiental
- Zonas de protección paisajística



- Vías interregionales
- Vías arterias principales
- Vías arterias secundarias
- Vías colectoras
- Ciclorutas en vías existentes
- Ciclorutas en vías proyectadas
- Equipamientos de culto y servicios
- Equipamientos recreativos y deportivos
- Equipamientos educativos

Figura 3. Estructura ecológica principal
 Realizado en: Photoshop
 Fuente: Elaboración propia
 Año de elaboración: 2019
 CC BY-NC

Figura 4. Estructura Funcional y de servicios
 Realizado en: Photoshop
 Fuente: Elaboración propia
 Año de elaboración: 2019
 CC BY-NC

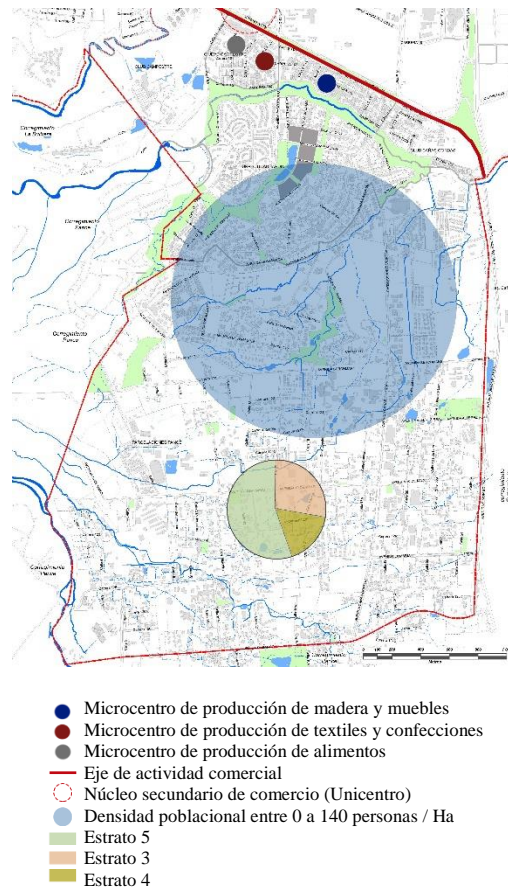


Figura 5. Estructura socioeconómica
Realizado en: Photoshop
Fuente: Elaboración propia
Año de elaboración: 2019
CC BY-NC

Del análisis de los sistemas que compone el sector y un estudio parcial del POT de Cali, con el fin de tener en cuenta las propuestas proyectadas por la gobernación para el mejoramiento de la infraestructura de la zona sur de Santiago de Cali, se generan una serie de variables para el planteamiento del plan parcial, dando como primer acercamiento al lugar, la formulación de problemáticas concernientes con los siguientes puntos que serán tratados en el desarrollo del proyecto.



- La prioridad del vehículo privado sobre cualquier otro medio de transporte multimodal, en el uso del espacio público total de la ciudad; esto, permite que la sección de las calzadas vehiculares primen sobre el desarrollo de andenes y alamedas.
- La existencia de un sistema de ciclorutas que no mantienen una continuidad clara, e impiden la conexión entre las manzanas del área de intervención, así, como la falta de equipamientos que facilite el uso de este medio de transporte.
- La falta de andenes y espacio público efectivo en el lugar donde se desarrollará el plan parcial, de acuerdo con lo sugerido por la OMS (10 – 15 m² de espacio público efectivo por habitante), esto incluye espacios como: plazas, plazoletas, parques y zonas verdes; además de no garantizar accesibilidad y uso del mismo, para las personas en condición de discapacidad.
- La inexistencia de cuerpos verdes que protejan los sistemas hídricos, como en el caso del Lago Babilla.
- La falta de dinámicas en el sector, es una amenaza importante en el desarrollo del proyecto, sin embargo, el POT de Cali contempla soluciones que permiten reactivar estas condiciones, mediante estrategias comerciales que posibiliten una interacción entre las comunas aledañas al área de intervención.

Resultados

Los resultados proyectados, se producen bajo los 3 ejes de diseño: urbano, con el desarrollo del plan parcial ECO BARRIO, en conjunto con arquitectónico - constructivo, en el desarrollo del prototipo COMPACT HOUSE, permitiendo un desarrollo integral de la propuesta, cumpliendo con los estándares normativos alojados en la Resolución 0549 de 2015, en torno a los parámetros y lineamientos de construcción sostenible, esto con el fin de proporcionar una propuesta acorde con el alcance objetivo del SOLAR DECATHLON.

La propuesta busca proporcionar un prototipo de vivienda sostenible que permita replicarse, configurando una serie de conjuntos en las manzanas del plan parcial, con un sistema que incentive el modelo de ciudad sostenible, garantizando el uso racional de los recursos naturales y el cuidado del medio ambiente, además de generar una cultura ambiental que tiene como consecuencia una mejora sustancial de la calidad de vida.

La creación de valor en el diseño, está ligado a los instrumentos tecnológicos que se emplean en la creación de ambientes de confort, bajo la premisa costo-beneficio; y así mismo, la adopción de herramientas que permiten la configuración de espacios tales como: la flexibilidad, accesibilidad y utilizabilidad, integrandos a su vez con el concepto COMPACT HOUSE

Diagnostico urbano

Desde el ámbito del plan parcial que se construye alrededor de cinco manzanas junto al lago La Babilla, se lleva a cabo un diagnostico enfocado a cuatro temas principales: movilidad, espacio

público, dinámicas sociales y económicas y finalmente el potencial ambiental; estos temas son producto del análisis del lugar en sus 3 estructuras y de ellos se desprende la propuesta urbana general para el Eco Barrio, describiéndose a continuación:

Movilidad: el estudio del POT de la ciudad de Cali y el análisis del lugar, permiten identificar una clara prelación del vehículo particular, sobre cualquier otro medio de transporte multimodal y como consecuencia “El automóvil, en su actual grado de desarrollo, desplaza al hombre como usuario del espacio callejero” (Krier, 1981, pág. 17) , de manera que el espacio público dedicado al peatón o sistemas de movilidad pasiva como la bicicleta, es casi inexistente, así mismo, la carencia de infraestructura que amortigüe el impacto visual del vehículo en la ciudad, como es el caso de lo parqueaderos, es escasa, por lo tanto los perfiles viales se componen exclusivamente de calzada y bahías de parqueo, omitiendo andenes, áreas de control ambiental y/o antejardines. En consecuencia con la noción de eco barrio que se quiere plantear en el desarrollo del plan parcial, esto representa una debilidad en el sector de intervención, que obliga a optar por medios de transporte y movilidad alternos que sean limpios y seguros.

Espacio público: en lo concerniente con este tema, se evidencia una clara fragmentación del espacio público en el sector, los cuerpos verdes existentes, se ven interrumpidos por urbanizaciones que no fueron planificadas previamente, tal y como se esquematiza en la figura 6; así mismo, la densificación horizontal en las manzanas, es otro de los impactos negativos en la disposición de espacio público efectivo por habitante, dado que aumenta el índice de ocupación y se mantiene muy por debajo el índice de construcción permitido, estando en contravía, de lo

sugerido por la OMS, entorno al área que debería disponer cada persona en la ocupación del espacio público.



- Desconexión de cuerpos verdes
- Área de densificación horizontal
- Inexistencia de andenes

Figura 6. Espacio público fragmentado
Realizado en: Photoshop
Fuente: Elaboración propia
Año de elaboración: 2019
CC BY-NC

Dinámicas sociales y económicas: una de las debilidades más importantes a considerar dentro de la propuesta, es la inexistencia de ejes comerciales, galerías, boulevares o equipamientos que respondan a las diversas actividades de los actores del lugar, impidiendo el desarrollo de relaciones sociales y económicas que permitan considerar el sector como “activo”, sin embargo, en el POT actual de Cali, se contempla la reestructuración de esas dinámicas en la comuna 22 (ver figura 7) respondiendo a los problemas subyacentes que se desencadenan en los sectores donde las actividades de cualquier tipo, son inexistentes; la solución planteada en el POT, se convierte

entonces en un oportunidad clave para el desarrollo del proyecto, dado que flexibiliza el uso en puntos estratégicos de la ciudad.

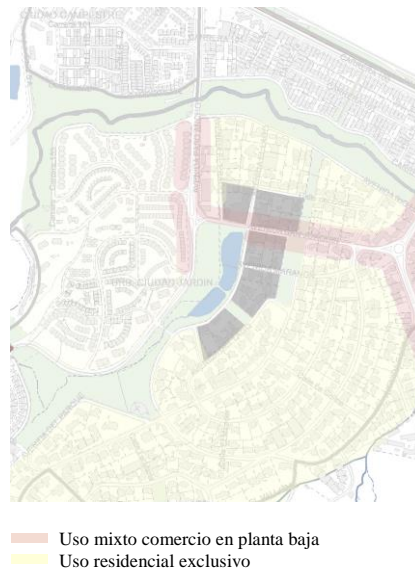


Figura 7. Dinámicas sociales y económicas
Realizado en: Photoshop
Fuente: Elaboración propia
Año de elaboración: 2019
CC BY-NC

Potencial ambiental: en la comuna 22 de Santiago de Cali, la presencia de vegetación es notable, existen grandes bosques urbanos y ejes arborizados en la ciudad, sin embargo, en el contexto inmediato del área de intervención, se evidencia una falta de arborización que permita proteger el lago La Babilla, siendo un cuerpo hídrico destacable en la zona sur del territorio, de tal manera que el proyecto busca fortalecer este ecosistema ambiental, prestándose del potencial que tiene la ciudad, entorno a las concentraciones de arborización.



- Vegetación existente
- Falta de arborización en el perímetro del lago La Babilla

Figura 8. Potencial ambiental
Realizado en: Photoshop
Fuente: Elaboración propia
Año de elaboración: 2019
CC BY-NC

Propuesta urbana

Entorno a los problemas de movilidad que existen en la comuna 22, se busca desestimular el uso del vehículo particular en el sector, pero no imponiendo un modelo de erradicación completa de este sistema, sino planteando un esquema equilibrado que permita el uso eficiente, de todos los sistemas de movilidad alternos, como se considera de manera esquemática en la figura 9. Se propone un perfil por la carrera 105, que disminuye las calzadas dedicadas al tránsito vehicular y se sirve de plantear una cicloruta articulada con la red principal; así mismo, se generan bahías de parqueo anexas a las alamedas, favoreciendo la comunicación entre el uso del vehículo y los puntos de intercambio modal del sistema de movilidad.

Por la calle 14, se eliminan las calzadas vehiculares, dado su potencial como eje articulador del plan parcial y su cercanía inevitable con el lago La Babilla, de manera que se dispone una cicloruta perimetral al lago y un corredor peatonal, que en términos compositivos, han de responder a la noción de “fluidez”, que determina este sistema biótico.



Figura 9. Eco movilidad
Realizado en: Photoshop
Fuente: Elaboración propia
Año de elaboración: 2019
CC BY-NC

En relación con el espacio público, la propuesta del plan parcial, propone un sistema de recorridos y conectores en sentido oriente – occidente, que permita conectar los cuerpos verdes del costado occidental con el lago La Babilla, así mismo, los modelos de agrupación del plan parcial, se desarrollan en altura, disminuyendo el índice de ocupación y aumentando la disposición de áreas verdes de carácter público y privado, que a su vez aumentan el espacio público efectivo por

habitante, identificando el factor más relevante del Eco barrio, las siguientes figuras, ilustran la estrategia y el resultado de la intervención asociado al problema.



Figura 10. Articulación de espacio público
Realizado en: Photoshop
Fuente: Elaboración propia
Año de elaboración: 2019
CC BY-NC

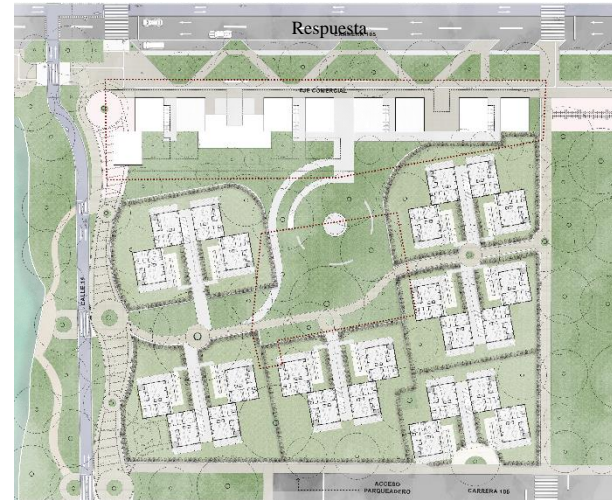


Figura 11. Planta manzana del proyecto
Realizado en: Photoshop - Archicad
Fuente: Elaboración propia
Año de elaboración: 2019
CC BY-NC

La flexibilidad en el uso que tienen las edificaciones, en puntos o ejes estratégicos de la ciudad, estudiados y propuestos por el POT de Cali para la comuna 22, genera un principio de oportunidad, de la cual se va servir el plan parcial, en respuesta a la problemática de la falta de dinámicas sociales y económicas, en la figura 12, se muestran las estrategias propuestas, en el marco de aprovechar el plan de desarrollo propuesto por el POT. El proyecto potencia la carrera 105, con un boulevard comercial de uso mixto; del mismo modo, la calle 14, como eje articulador de las 5 manzanas, dentro de las cuales, se define un sistema de equipamientos que concuerda con la escases de infraestructura de uso público, teniendo en cuenta que “la variedad no se alcanza simplemente dejando caer en un lugar una buena cantidad de actividades varias. Para que funcione

bien es necesario que entre ellas se apoyen”. (Smith, Bentley, Alcock, Murrain, & McGlynn, 1999, pág. 30)

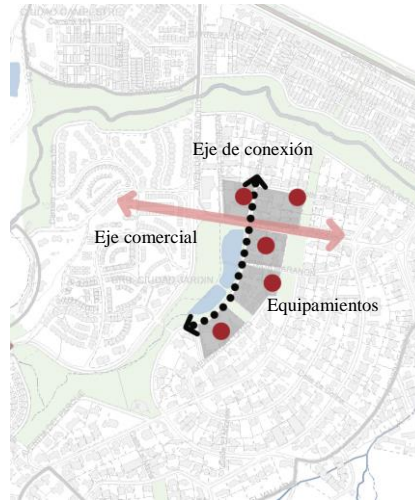


Figura 12. Generación de dinámicas
Realizado en: Photoshop
Fuente: Elaboración propia
Año de elaboración: 2019
CC BY-NC

En cuanto al potencial ambiental y ecológico de la comuna 22, se presenta un estudio de fitotectura nativa del lugar, escogiendo 5 especies que actuaran bajo una serie de criterios que permitan una mejora ambiental considerable, así como mejorar las condiciones de confort del área de estudio;

1. Saman, es una especie que se desenvuelve en áreas verdes abiertas y como elementos de protección del lago La Babilla, sus dimensiones le permiten ampliar el margen de sombra, más que cualquier otra especie;
2. Flor Amarillo Chicala, esta especie se dispondrá como barreras de protección acústica a lo largo del boulevard, gracias a la densidad de su follaje;
3. Trompillo es una especie que garantiza un crecimiento rápido, en contraste con otras especies de dimensiones

similares, se dispondrá de igual manera que el Chicala, en el eje del boulevard; 4. Chiminango es un árbol frondoso de mediana longitud, que actúa como elemento protector de la radiación solar directa en las agrupaciones de vivienda; 5. Café del monte, es una especie arbustiva, que considera el proyecto, para generar barreras que permitan la independencia, entre las áreas verdes públicas y privadas de las manzanas.

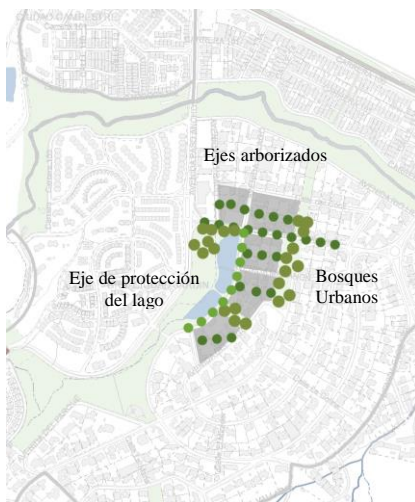


Figura 13. Mejoramiento ambiental
 Realizado en: Photoshop
 Fuente: Elaboración propia
 Año de elaboración: 2019
 CC BY-NC



Figura 14. Propuesta de Fitotectura
 Realizado en: Photoshop - Archicad
 Fuente: Elaboración propia
 Año de elaboración: 2019
 CC BY-NC

Diagnostico arquitectónico

El diseño del prototipo de vivienda adopta el concepto Compact House, que agrupa instrumentos como la flexibilidad, accesibilidad y utilizabilidad, en el desarrollo de sus espacios interiores y exteriores, permitiendo la creación de una vivienda compacta en tan solo 60,48 m², equipada con los elementos necesarios, requeridos para el funcionamiento de una vivienda sostenible y

asequible; prototipo que integra a su vez, la condición más importante a tener en cuenta dentro de los objetivos del Solar Decathlon, el confort térmico, entendido como “ la condición de la mente que expresa satisfacción con el ambiente térmico. El confort térmico se obtiene a una temperatura entre 21° C y 25° C, con una humedad relativa comprendida entre el 20% y el 75%.” (Resolución 0549, 2015, pág. 10).

El proyecto se sostiene bajo 4 problemáticas principales, acordes con el alcance del concurso; la primera de ellas, el transporte de la vivienda: se proyectan 3 módulos, con dimensiones sujetas a los parámetros de transporte estipulados en la Resolución 4100 del 2004, por medio de la cual se adoptan los límites de pesos y dimensiones en los vehículos de transporte terrestre automotor de carga por carretera, estos módulos también responden a la identificación de 3 zonas principales que componen la vivienda, los servicios, la zona social y la zona privada.

Organización espacial: El proyecto busca disponer las 3 zonas que lo comprenden, no solo con fines funcionales, si no que respondan también a condiciones ambientales, que sirvan de instrumentos para mejorar el ambiente interno de la vivienda, racionalizando el uso de elementos convencionales que dan como resultado estas mismas condiciones.

100% Accesible – 100% utilizable: garantizar la accesibilidad y uso de los diferentes componentes desarrollados en la vivienda, para las personas en condición de discapacidad, es una prioridad clave que se tiene que atender, la importancia que cualquier persona pueda disponer de espacios suficientes para maniobrar, utilizar los espacios y el mobiliario, son aspectos sobre los cuales, se desarrolla el diseño interior del módulo de vivienda.

Adaptabilidad: Se presenta la necesidad de adecuar los espacios, de acuerdo a la conformación de los núcleos familiares beneficiarios del proyecto, que al no estar determinados, es preciso adoptar la flexibilidad espacial mediante la adopción de estrategias como: muros equipados, divisiones interiores mediante mobiliario alto y bajo, extensiones del mobiliario y muros que desplazan o repliegan; el diseño de estos espacios con esta iniciativa, tiene como objetivo transversal, generar una noción de amplitud, dado el área proyectada en el módulo de vivienda, que responde al concepto Compact House.

El caso que tenemos que tener presente, ampliamente estudiado por esa nueva ciencia que se llama prosémica, es la relación condicionante del espacio sobre el individuo. La prosémica nos enseña que vivir en un espacio muy reducido lleva a la neurosis; por consiguiente habrá que evitar cerrar este ya reducido espacio con paredes o mamparas, y encontrar otra forma de hacerlo funcionar, dejándolo lo más abierto posible: la visión de todo el techo puede tal vez ser suficiente para no tener el sentido del espacio limitado.... Los bloques deberán ser proyectados sobre bases moduladas para permitir una variante máxima de adaptabilidad en el espacio habitable. (Munari, 1981, pág. 171)

Propuesta Arquitectónica:

Compact House, parte de 4 problemas que le dan razón para la proyección y desarrollo de los espacios (Transporte, organización espacial, accesibilidad y adaptabilidad), de tal manera que el prototipo ofrece alternativas coherentes, con la relación costo-beneficio y parte del principio de modulación como elemento compositivo primordial.

El sistema constructivo, enfocado a la modulación de pisos, muros y mobiliario, garantizan criterios como: facilidad en el transporte, rápido ensamble del prototipo en el lugar (15 días, según el Solar Decathlon), proveer sistemas livianos que permitan una fácil manipulación por parte de los operarios, la racionalización de los materiales y definición de los muebles y finalmente, el aprovechamiento del espacio para las personas en condición de discapacidad, basado en las dimensiones del sistema modular estándar en los materiales propuestos.

El emplazamiento de las 3 zonas en el interior del módulo, se da con el objetivo principal, de servir como instrumentos que permitan mejorar en cierto grado, el ambiente interno de la vivienda, de tal manera que los servicios, el área social y área privada, se disponen de acuerdo a condiciones bioclimáticas, tal y como se presenta en la figura 14.

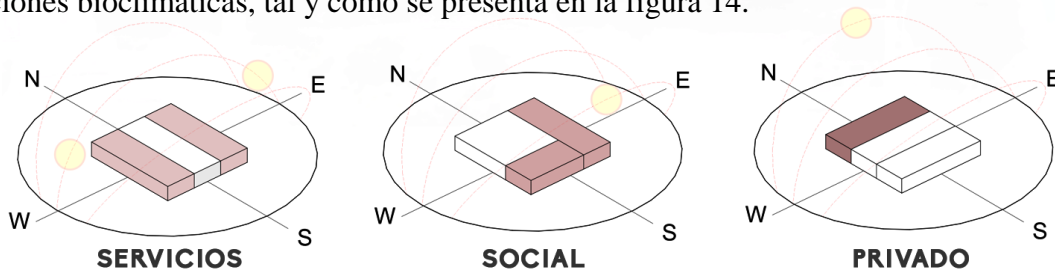


Figura 15. Posibles emplazamientos de las zonas en el módulo

Realizado en: Photoshop – Archicad

Fuente: Elaboración propia

Año de elaboración: 2019

CC BY-NC

Los servicios, que comprenden las áreas húmedas, se disponen en una de las fachadas críticas del proyecto (W), con fin de amortiguar la incidencia solar más fuerte sobre las áreas sociales y privadas y así, evitar un cambio térmico significativo en el interior de la vivienda. El área social, que corresponde a la sala comedor, se ubica en el costado SW, donde la radiación solar es más baja y posteriormente facilita la ubicación del acceso; por otra parte, el área privada, es el espacio que demanda unas condiciones de confort y habitabilidad especiales, dado la importancia que tiene en la vivienda, se ubica en la fachada Norte, donde la incidencia solar directa es más baja.

La modulación del proyecto, mediante un rejilla de 60 X 60 que considera los muebles como elementos estructurares del espacio, generan unas condiciones de recorridos acordes con lo dispuesto por la NTC, para las personas en condición de discapacidad, dado que los recorridos comprenden dimensiones que van desde 1,20 hasta 1,80 mts. Los muebles adaptables propuestos en el módulo, permiten garantizar su uso, para las personas en condición de discapacidad, generando un equilibrio en la utilización de los espacios, ver figura 16 y 17.

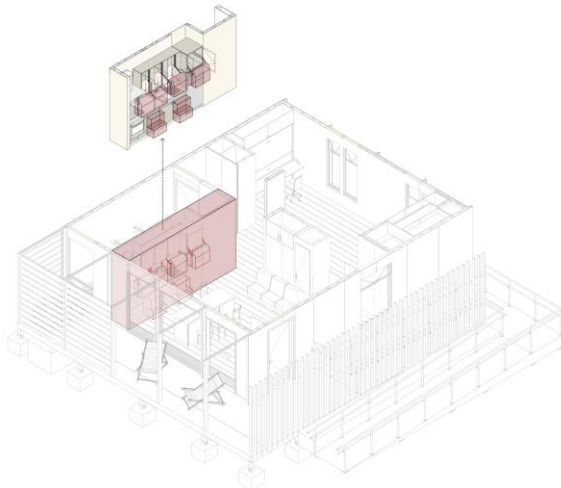


Figura 16. Uso de la cocina
Realizado en: Archicad
Fuente: Elaboración propia
Año de elaboración: 2019
CC BY-NC

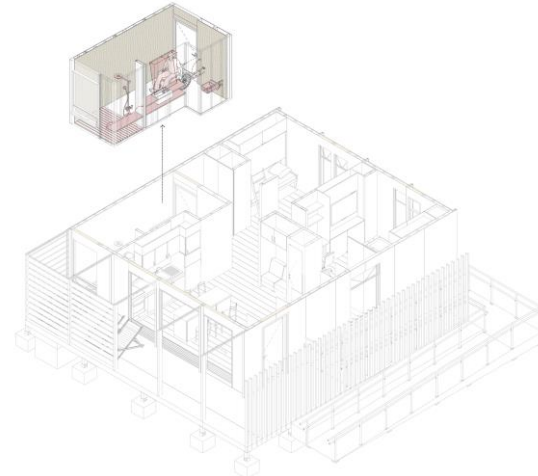


Figura 17. Uso del baño
Realizado en: Archicad
Fuente: Elaboración propia
Año de elaboración: 2019
CC BY-NC

El modulo responde a las condiciones de flexibilidad, mediante muros equipados fijos y un muro equipado móvil, de manera que permite crear un espacio polivalente, del cual puede hacer uso los diferentes núcleos familiares acorde a sus necesidades; como consecuencia transversal, el prototipo tiene un funcionalidad adaptable a las franjas horarias día y noche, donde los muros permiten la creación de espacios de trabajo en la mañana, y en la noche, conforma 2 habitaciones o 3 en su defecto, las figuras 18 y 19, muestran la flexibilidad de los muros y los espacios que conforman.

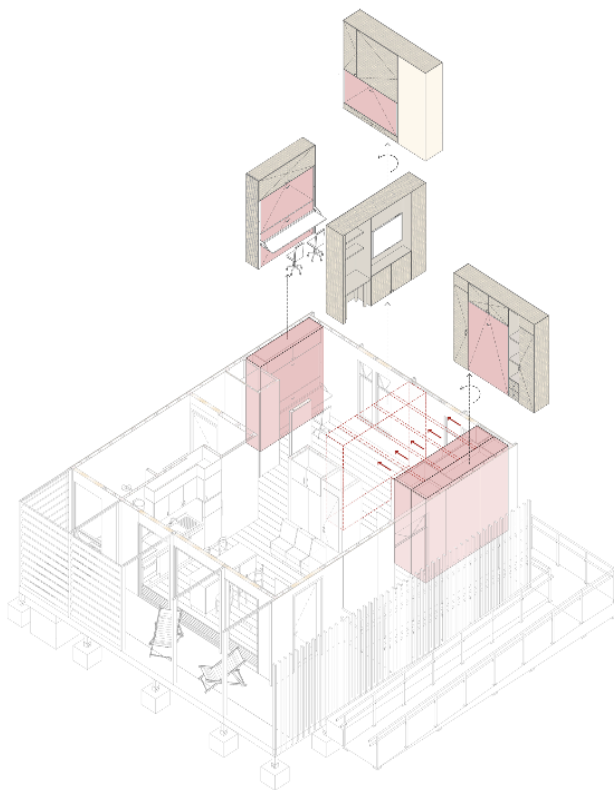


Figura 18. Muros equipados función día
Realizado en: Archicad
Fuente: Elaboración propia
Año de elaboración: 2019
CC BY-NC

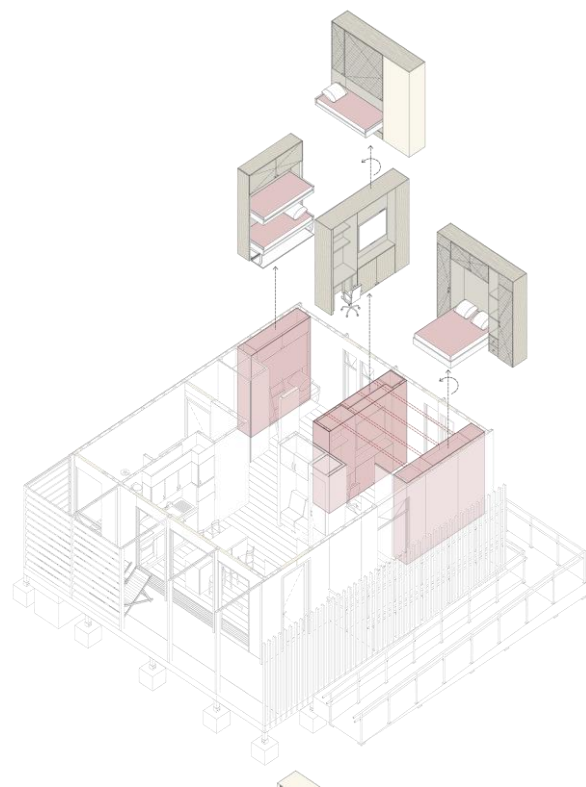


Figura 19. Muros equipados función noche
Realizado en: Archicad
Fuente: Elaboración propia
Año de elaboración: 2019
CC BY-NC

Propuesta Técnica y tecnológica:

Las condiciones bioclimáticas del módulo Compact House, están determinadas por factores que tienen que ver con las relaciones costo – beneficio, autosuficiencia y sostenibilidad ambiental; la disminución de la huella ecológica, producto de los procesos constructivos, se convierte en un aspecto a tener en cuenta, en la producción de la vivienda.

El desarrollo espacial, se sustenta mediante la norma técnica colombiana, que para el caso de la formulación de servicios sanitarios la NTC 5017; en las dimensiones mínimas para circulaciones internas y que facilitan la movilidad para las personas en condición de discapacidad la NTC 4140 y finalmente, los elementos de acceso a la vivienda, como es la caso de las rampas, la NTC 4143, todo esto con el fin de brindar ambientes cómodos para los beneficiarios del módulo de vivienda.

En lo concerniente con los parámetros de sostenibilidad, el proyecto cumple con la normatividad presente en el anexo 1 de la resolución 0549 de 2015, en la cual estipula los porcentajes de ahorro en parámetros como la energía y agua, en relación con el tipo de edificación y el tipo de clima en el que se encuentra, que para el caso concreto del proyecto, estima un 25% de ahorro en energía, y un 20% de ahorro en agua. El proyecto hace uso del instrumentó EDGE, como medio de medición de estos parámetros, pero dado que es un organismo internacional, considera “los materiales” como otro parámetro a tener en cuenta en la formulación de proyectos sostenibles, dentro de los resultados de éste instrumento de medición, se considera el tiempo de retorno, como un aspecto clave que indicaría la viabilidad del proyecto en una fase real de construcción; el proyecto obtiene lo siguientes resultados, derivados de las estrategias de energía, agua y

materiales propuestos: ahorro energético 74,52%, ahorro en agua 42,46% y ahorro en materiales 81,95%.

En relación con los parámetros energéticos que establece el proyecto, para alcanzar el porcentaje medido en el EDGE, descrito anteriormente, se desarrollan estrategias tales como: la reducción de ganancias solares, mediante paneles abatibles dispuestos en fachadas donde la radiación solar es más constante, como es el caso de la fachada sur del proyecto y parte de la fachada norte; reducción de ganancias solares, mediante el uso de persianas graduables y corta soles igualmente en la fachadas críticas del proyecto (W y E); la reducción de ganancias solares, mediante el empleo de cubiertas verdes, que actúan como colchones térmicos y permiten una mayor inercia térmica, en la zona privada del proyecto; la captación energética, mediante paneles fotovoltaicos, tanto en los paneles abatibles, como en el área sur de la cubierta, que es la cara más expuesta a la radiación, teniendo en cuenta que por este costado la inclinación del sol es 10° mayor que en la cara norte (inclinación del sol de 30° en el sur y 20° en el norte).

La ventilación, teniendo en cuenta las ganancias energéticas, se hace imprescindible tratar en el proyecto, dado que es aquí, donde las ganancias térmicas en el interior de la vivienda y que por tanto genera el confort, se hacen evidentes; de tal manera que se emplean 3 estrategias, para mitigar estos efectos, la primera de ellas, tiene que ver con la dilatación de los paneles solares en la cubierta; la segunda, con la ventilación cruzada y el efecto chimenea en el interior de la vivienda, y finalmente, la separación de la vivienda del terreno, evitando transmisión térmica por conductividad; la figura 20, muestra las estrategias medidas por el EDGE, para el parámetro de energía.

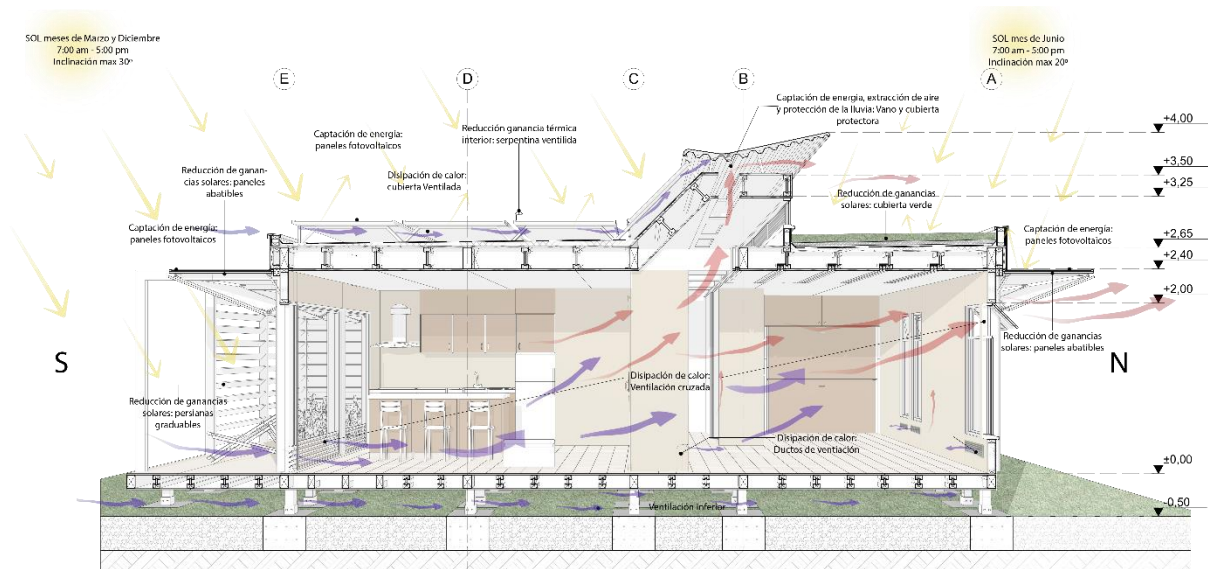


Figura 20. Corte bioclimático – energía
Realizado en: Photoshop – Archicad
Fuente: Elaboración propia
Año de elaboración: 2019
CC BY-NC

Se establecen 2 estrategias para el ahorro del agua, una de ellas, mediante la recolección de aguas lluvia derivada de la cubierta verde, que tiene un área 16,56 m² correspondiente al 27,38% del total de la cubierta, otra estrategia, tiene que ver con un modelo de Fito depuración o humedal de flujo superficial vertical, el cual responde al tratamiento de aguas grises, derivadas directamente de la ducha; el tratamiento y reciclaje de estas aguas, facilitan un ahorro en el empleo de agua potable, que sirven para el descargue del sanitario y riego de los jardines; el siguiente esquema (figura 21), muestra las estrategias empleadas en el modelo Compact House.

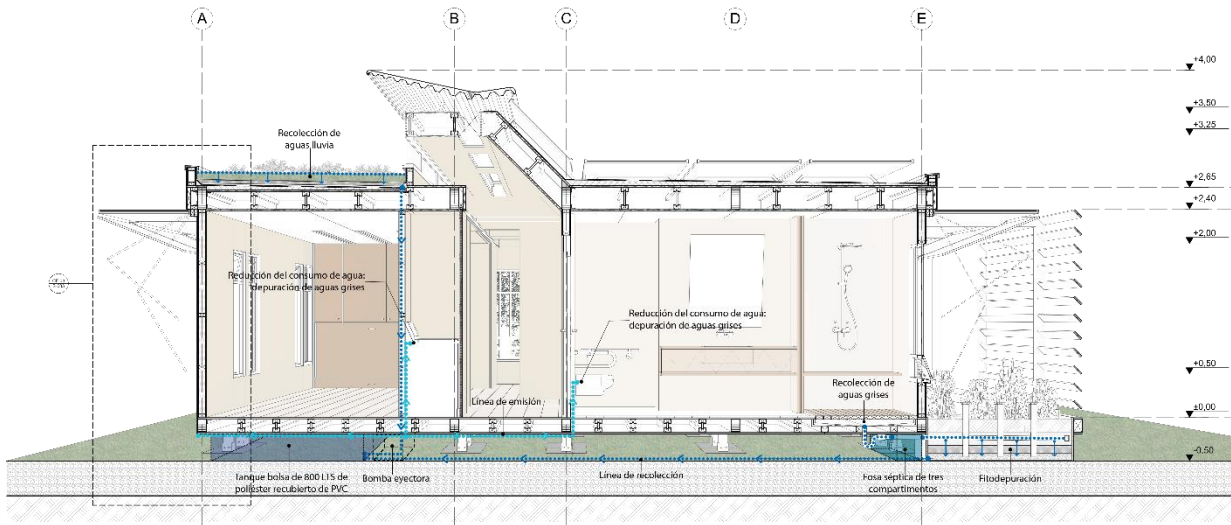


Figura 21. Corte bioclimático – agua
Realizado en: Photoshop – Archicad
Fuente: Elaboración propia
Año de elaboración: 2019
CC BY-NC

En relación con el parámetro correspondiente a los materiales, las estrategias empleadas en el módulo de vivienda, están relacionadas con el incremento de inercia térmica, mediante el uso de vegetación en las facha W, el uso de mobiliario y muros equipados en las fachadas W y E y el empleo de sistemas OSB con tratamientos reflectivos y aislantes en pisos y techos; otra estrategia implementada en el módulo, es la reducción de transmisión de calor, mediante sistemas OSB que utilizan materiales tradicionales del lugar y el uso de puertas y ventanas con cristales de doble sello; esto con el fin de garantizar un ambiente interior, dentro de los estándares de confort térmico, estipulados en el anexo 1 de la Resolución 0549 del 2015 y en las bases del concurso, la Solar Decathlon; en la figura 22, se aprecian las estrategias propuestas en el módulo, de manera esquemática.

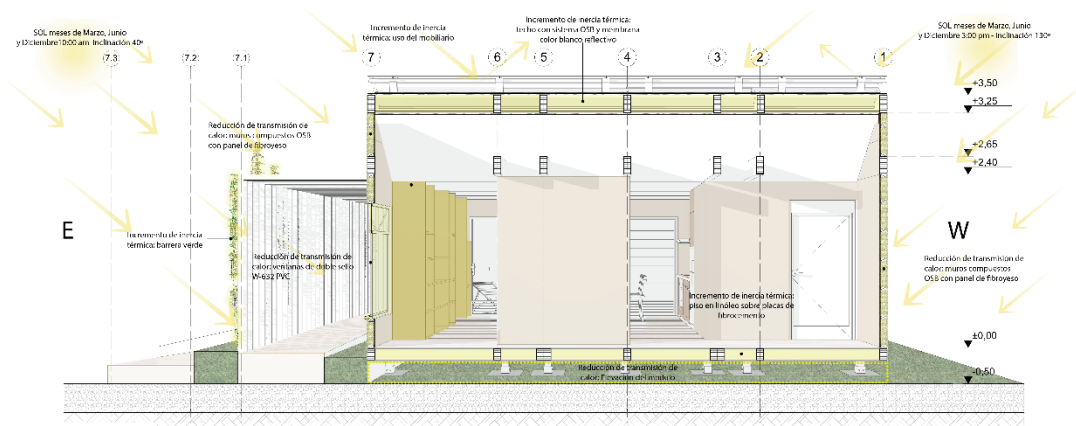


Figura 22. Corte bioclimático – materiales
 Realizado en: Photoshop – Archicad
 Fuente: Elaboración propia
 Año de elaboración: 2019
 CC BY-NC

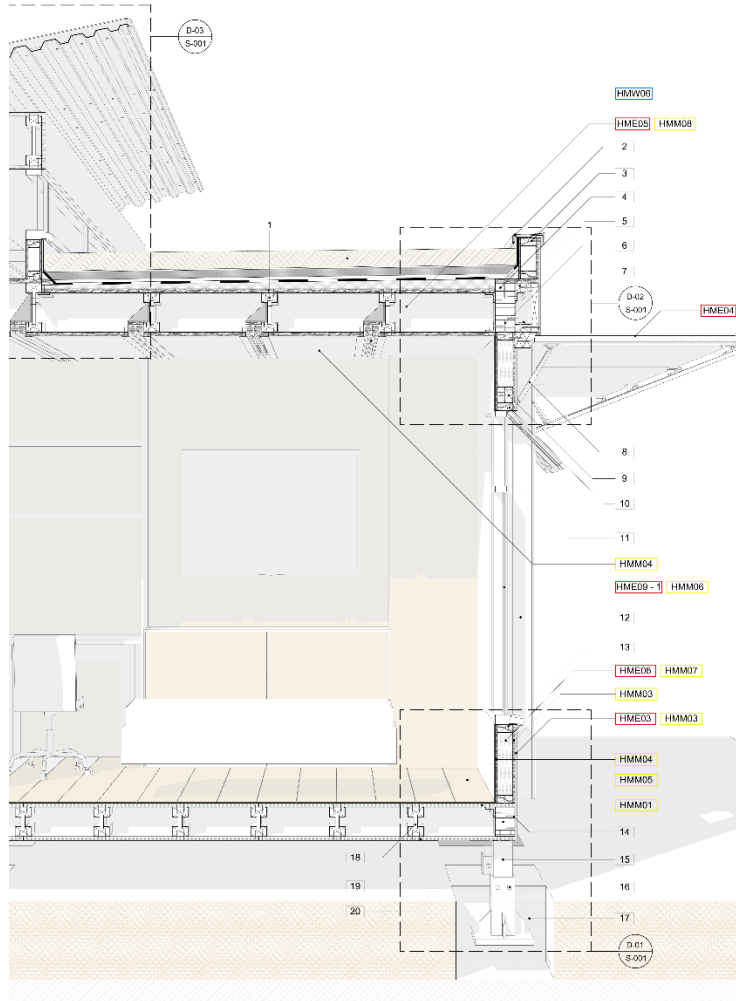
Los elementos estructurales del modelo Compact House, se producen mediante sistemas SIP (structural insulation panel), son paneles autoportantes de virutas orientadas, que para el caso concreto del proyecto, se utiliza la guadua como materia prima; este sistema tipo sándwich, utiliza en su núcleo, una combinación en partes iguales de arena y arlita, reemplazando el uso de materiales convencionales de origen industrial, para la construcción de viviendas sostenibles, por materiales renovables que tienen una condición nativa, en la ciudad de Cali. “En siglos pasados, la relativa falta de recursos para construir y mantener los edificios significaba que los materiales debían ser producidos localmente y tener un bajo consumo energético” (Pezzi, 2007, pág. 11)

Se plantea consecuentemente con los elementos estructurales de transferencia vertical, vigas de madera laminada de alta resistencia, dado las luces que genera el proyecto, en su desarrollo espacial, el cálculo y pre dimensionamiento de las mismas, se produce mediante las constantes

que estiman el canto de las vigas manufacturadas en el libro *Manual de estructuras ilustrado de Francis Ching*, el cual determina una regla práctica, que corresponde a $L/20$.

La disposición adecuada de los elementos estructurales, permiten una liberación espacial acorde con el concepto de flexibilidad, “cuando hablamos de estructuras arquitectónicas, nos referimos a aquellas que combinan forma y espacio de una forma coherente. En consecuencia, diseñar una estructura implica algo más que el dimensionado correcto de los elementos o componentes o el diseño de las uniones estructurales” (Ching, 2014, pág. 14), así mismo, el sistema de pedestales telescópicos, sobre los cuales descansa el modulo, tiene dos condiciones; la primera, es responder a un condición térmica, elevando el módulo 35 cm sobre el nivel del terreno; la segunda, tiene que ver con el sistema de transferencia de cargas puntuales del módulo hacia el terreno, las dimensiones de estos elementos, responden de manera equilibrada a considerar una mínima afectación del prototipo en el suelo.

El desarrollo técnico y tecnológico, se produce a detalle, relacionando las estrategias que se implementaron, con el instrumento de medición de los parámetros de sostenibilidad EDGE, tal y como se muestra en la figura 23.



COMPONENTES DE SOSTENIBILIDAD	CODIGO EDGE	MATERIAL
ENERGÍA 74,52%	HME02	Membrana PVC-FV impermeabilizante de 2mm color blanco
	HME03	Panel de Fibroyeso 10' 1,20 X 3,00 e=1/2" hidrófugo DensGlass color blanco reflectivo
	HME04	Panel abatible en polietileno con panel fotovoltaico monocristalino
	HME05	Espacio de aire h= 250 mm
	HME06	Relleno de Arena y Arilla e= 80 mm
	HME09 - 1	Ventana PVC W-632 sistema europeo practicable de doble sello batiente superior para ventilación
	HME09 - 2	Persianas graduables en acero inoxidable 6060 T5 para ventilación
	HME09 - 3	Vano superior para ventilación efecto chimenea 0.25 X 0.29 mts
	HME09 - 4	Ventana PVC W-632 sistema europeo practicable de doble sello batiente inferior para ventilación
	HME15	Nevera 212 CE 19 Habec - 212 Lts clasificación A C=21,9 kWh/mes
HME20	Paneles Monocristalinos de 1,00 x 1,70 mts sobre perfiles en aluminio eficiencia del 17,02%	
AGUA 42,46%	HMW01	Teleducha cascade plastica con acabado cromado multifold - flujo promedio a 80 psi =8,50 L/min
	HMW02	Draa grifo de lavaplatos laton de 8" capacidad de flujo máximo a 60 psi= 5,8 L/min
	HMW03	Grifería lavamanos Aluvia de 4" triceta - capacidad de flujo máximo a 60 psi=5,7 L/min
	HMW04	Sanitario suspendido Duo Curvo sistema de descargar dual consumo de agua =5,8/3,9 L/pf
	HMW06	Cubierta ajardinada para recolección de aguas lluvia A= 16,56 M2 / 27,38%
	HMW07	Fitodepuración - Humedal de flujo subsuperficial vertical
	MATERIALES 81,96%	HMM01
HMM02		Vigas compuestas de Madera alma en OSB y alas en madera de pino h=25 CM
HMM03		Panel de Fibroyeso 10' 1,20 X 3,00 e=1/2" hidrófugo DensGlass color blanco reflectivo
HMM04		Panel SIP de viruta de Guadua de 10mm
HMM05		Piso linoleo Marmoréte ancho 20 cm e=3,2mm Col Alfombras
HMM06		Ventana PVC W-632 sistema europeo practicable de doble sello batiente superior para ventilación
HMM06 - 1		Ventana PVC W-632 sistema europeo practicable de doble sello batiente inferior para ventilación
HMM07		Relleno de Arena y Arilla e= 80 mm
HMM08	Espacio de aire h= 250 mm	

Figura 23. Corte fachada – estrategias del EDGE

Realizado en: Archicad

Fuente: Elaboración propia

Año de elaboración: 2019

CC BY-NC

Discusión

En Colombia la construcción sostenible ha tenido un impacto social y económico importante en los últimos años, la adopción de normas que presentan algunos parámetros que incursionan someramente el enfoque actual de sostenibilidad, ya venían orquestándose desde la ley 99 de 1993, en la cual se adopta la creación del ministerio de ambiente (Congreso de Colombia, 1993), de manera consecutiva, Colombia hizo parte del protocolo de Kioto, el cual lo ratifica y promulga, mediante la expedición del Decreto 1546 de 2015 (Presidente de la República de Colombia, 2005), hasta el año 2015, se expiden muchos otros decretos y resoluciones que con este mismo enfoque, hasta la resolución 0549 del 2015 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, con la cual se adopta la *Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones*. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2015b), de manera tal, que el gobierno nacional tiene las herramientas necesarias, para permitir el enfoque de un desarrollo sostenible acorde a las dinámicas del cambio climático, que se evidencia continuamente en la actualidad, se produzca inevitablemente, todo esto, a raíz de reducir nuestra huella ecológica en el planeta.

Compact House es un proyecto que atiende a las normativas colombianas para la producción de edificaciones sostenibles, lo que le permite actuar de manera coherente, al enfoque de sostenibilidad y autosuficiencia; siendo el valor que debería atender de manera conducente las resoluciones y decretos promulgados por la nación, entendiendo que la puesta en marcha no es lo estrictamente radical, como para dotar de estas condiciones los edificios construidos con posterioridad a la expedición de la resolución 0549 de 2015, donde en virtud de esta norma, para

la expedición de las licencias de construcción, ha de cumplir con todas las disposiciones establecidas; siendo algo que la mayoría de los sectores de las construcción omiten.

La tendencia actual en el diseño de modelos de vivienda sostenible en el país, es el planteamiento de prototipos de condiciones industriales, enfocados a sectores de bajos recursos, como es el caso de la vivienda de interés social (VIS), desentendiéndose que los recursos y materiales utilizados en las mismas, responden de manera diferente a la variedad de condiciones climáticas, que la resolución 0549 del 2015 divide en 4: Frio, Templado, Cálido seco y Cálido húmedo, de manera que se sopesan algunas condiciones de sostenibilidad, que tienen que ver con la económica y asequibilidad, “los promotores inmobiliarios tienen la impresión de que los costos de construir en forma sostenible son hasta un 30% más, cuando en verdad son sólo alrededor de un 3% más altos”. (Grupo Banco mundial, BIRF - AIF, 2016), por lo tanto desestiman las condiciones de confort y habitabilidad; es por esto que el proyecto, plantea un relación equilibrada entre estos dos espectros, entendiendo la relación costo – beneficio, como los elementos que permiten la proyección de cada una de las estrategias que adopta Compact House en el diseño del prototipo, manteniendo presente el margen que permite el mejoramiento de la calidad de vida.

El proyecto busca incluir a través del diseño arquitectónico y tecnológico, un prototipo de vivienda que ofrezca un equilibrio entre el aspecto económico y el confort; que responda oportunamente a mantener un tiempo de retorno en años estable (aspecto medible genéricamente por el instrumento EDGE) y que además proporcione un conjunto de estrategias bioclimáticas que se adecuen lo mejor posible a las condiciones específicas del lugar, garantizando un ambiente

sujeto a los parámetros de habitabilidad y promoviendo una arquitectura acorde con los actores del proyecto.

Conclusiones

En la escala local del plan parcial, el proyecto busco instaurar una forma de abordar el territorio, mediante la idea del “Eco Barrio”, que tiene como condición física principal, el bajo impacto ambiental de las edificaciones en el lugar, dando como consecuencia, el aumento de áreas verdes, que permitan una permeabilidad coherente con los principios de sostenibilidad, que tienen como finalidad un impacto positivo en el entorno. En la escala puntual del proyecto, el prototipo, mediante sus propuestas tecnológicas, amplió el margen de innovación en torno a las condiciones de habitabilidad y confort, a través del uso de materiales tradicionales y renovables propios del lugar, que tienen una respuesta mecánica similar, a los materiales convencionales e industriales del mercado.

El proyecto concebido desde las tres escalas de diseño: urbano, arquitectónico y constructivo, garantiza a través de sus estrategias proyectuales, las condiciones establecidas por el concurso en torno a la accesibilidad y uso de los espacios para las personas en condición de discapacidad, el confort y uso racional de los recursos naturales, como medios de autosuficiencia en los aspectos técnicos y tecnológicos; teniendo presente la iniciativa que propende el concurso, por evitar que el diseño de los prototipos solo sean asequibles para sectores privilegiados de la población, de ahí, la importancia de considerar el diseño de Compact House de manera racional pero eficiente,

entorno al uso de sistemas tecnológicos que facilitaron el aprovechamiento de los recursos naturales del lugar.

El proyecto no se enfocó, en generar un modelo industrial que se adapta a cualquier condición física de un lugar determinado, solo responde a las condiciones naturales y ambientales a las que se ve expuesta la ciudad de Cali, con unos parámetros naturales definidos en relación a su clima y temperatura en específico; este desarrollo proyectual, busca sentar las bases que permitan definir que el desarrollo de un prototipo de vivienda sostenible, no puede responder de manera coherente cuando se convierte en un modelo replicable, que se puede emplazar en cualquier parte del territorio, dado que esta condición, simplemente se enfoca en subsanar una demanda de vivienda y se desentiende de los parámetros de habitabilidad y confort, que son aspectos que estructuran un proyecto de vivienda sostenible, simplemente por el hecho de que son personas, las que hacen uso de estas propuestas, como medios para mejorar su calidad de vida.

Compact House, no solo es un proyecto que cumple con los parámetros dirimidos por el concurso, en torno al desarrollo proyectual, basado en unas directrices de sostenibilidad, sino que también es un modelo de estudio que busca incentivar la investigación en la producción de viviendas con porcentajes de ahorro en energía, agua y materiales mayores, con condiciones de confort y accesibilidad más favorables, todo esto, manteniendo un margen de relación costo – beneficio, que represente un equilibrio para los sectores favorables y desfavorables, en la adquisición de una vivienda de estas condiciones.

Bibliografía

- Ching, F. D. (2014). *Manual de estructuras ilustrado*. Barcelona: Gustavo Gili S.A.
- Congreso de Colombia. (1993). Ley 99 de 1993. Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/>
- Gallopín, G. C. (Mayo de 2003). Sostenibilidad y desarrollo Sostenible: un enfoque sistémico. (CEPAL, Ed.) *Medio Ambiente y Desarrollo*(64), 40. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5763/S033120_es%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Grupo Banco mundial, BIRF - AIF. (2016). *¿mas casas o más medioambiente?* Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2016/04/28/construccion-inmobiliaria-lac-emisiones-gases-mas-casas-o-mas-medioambiente>
- Krier, R. (1981). *El espacio urbano*. Barcelona: Gustavo Gilí, S.A.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio . (2015a). Obtenido de <http://wp.presidencia.gov.co/sitios/normativa/decretos/2015/Decretos2015/DECRETO%201285%20DEL%2012%20DE%20JUNIO%20DE%202015.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2015b). Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioVivienda/ANEXO%201%200549%20-%202015.pdf>
- Munari, B. (1981). *¿como nacen los objetos?* Barcelona : Gustavo Gilí, S.A.

NTC 6047. (11 de 12 de 2013). Accesibilidad al medio físico. Espacios de servicio al ciudadano en la administración pública. 179. ICONTEC.

Pezzi, C. F. (2007). Un vitruvio ecológico. *Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible*. Barcelona: Gustavo Gili.

Presidente de la República de Colombia. (2005). Decreto 1546 de 2005. Obtenido de [http://www.suin-juriscal.gov.co/clp/contenidos.dll/Decretos/1307000?fn=document-frame.htm\\$f=templates\\$3.0](http://www.suin-juriscal.gov.co/clp/contenidos.dll/Decretos/1307000?fn=document-frame.htm$f=templates$3.0)

Resolucion 0549. (2015). [Ministerio de vivienda, ciudad y territorio]. *por medio del cual se reglamenta el capitulo 1 del Titulo 7 de la parte 2, del libro 2 del Decreto 1077 de 2015. 10 de Julio 2015.*

Smith, Bentley, Alcock, Murrain, & McGlynn. (1999). *Entornos vitales*. Barcelona: Gustavo Gilí, SA.

Velázquez de Casto, F. (2000). Educacion Ambiental: Educacion en Valores. (C. d. Murcia, Ed.) *Educarm, 11*, 3. Obtenido de http://www.educarm.es/documents/246424/461842/03_educaciambientalvalores.pdf/b02011b1-31b1-4ecf-9cb8-befd23e766ba

www.solardecathlonlac.com. (1 de 12 de 2019). *Solar Decathlon Latin America y Caribbean* . Obtenido de www.solardecathlonlac.com

ASHRAE (1966): Thermal comfort conditions. ASHRAE standard 55.66, New York