

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
FAC. DE ARQUITECTURA-MAESTRÍA EN DISEÑO AVANZADO

AUTO CONSTRUCCIÓN CON CAUCHOBLOCK

MODELO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

TESIS

Que para obtener el grado de
MAESTRO EN DISEÑO AVANZADO

presenta:

M. en Arq. Victor Hugo Bolaños Abraham

Asesor: Dr. Juan Alberto Bedolla
Arroyo

Morelia Michoacán. México. Junio 2025



AUTO CONSTRUCCIÓN CON :

CAUCHO BLOCK

MODELO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

Presenta:

M. en Arq. Victor Hugo Bolaños Abraham



MAESTRÍA
EN DISEÑO AVANZADO



Para Xóchitl y Max.

GRACIAS



RESUMEN

El fenómeno de expansión de la mancha urbana que ha tenido lugar en los centros de población más grandes de cada estado en el país, tales como la Ciudad de México en el Estado de México, o la ciudad de Morelia en Michoacán, ha propiciado como resultado entre otras problemáticas el impacto ambiental y el calentamiento global.

El presente proyecto consiste en el desarrollo de un modelo de experimentación llevado a cabo a lo largo de los años cuyo objetivo es el de la creación de un prototipo de material sustentable para la construcción; un bloque de concreto hecho con un agregado fino de caucho, que se propone provenga a partir del tratamiento de materiales de desecho tal y como son los neumáticos en desuso, y que por ende sea de fácil adquisición económicamente hablando, además de contribuir en la resolución de problemáticas relacionadas con los procesos de autoconstrucción, una práctica que se sigue suscitando y que debido a la falta de conocimientos técnicos se incurren en errores constructivos que se ven reflejados en edificaciones poco funcionales, y en algunos casos inseguras estructuralmente.

Para ello se realizará una metodología de investigación basada en el análisis de diversas determinantes, comprendidas desde la teoría, casos análogos, hasta la puesta en práctica de la experimentación material en conjunto con el desarrollo de propuestas de prototipos de vivienda.

Se analizarán los resultados obtenidos de todas las iteraciones hechas dentro del proceso de experimentación, así como de los esquemas de vivienda que se desarrollen para finalmente dar paso a las conclusiones del trabajo con base en los resultados obtenidos dentro de un marco de tiempo definido.

Palabras clave: autoconstrucción, autoproducción, vivienda, bloque, caucho.

ABSTRACT

The urban sprawl phenomenon that has occurred in the largest population centers of each state in the country, such as Mexico City in the State of Mexico and the city of Morelia in Michoacán, has resulted in environmental impact and global warming, among other problems.

This project consists of the development of an experimental model carried out over the years, the objective of which is to create a prototype of a sustainable construction material: a concrete block made with a fine rubber aggregate. It is proposed that it be obtained from the treatment of waste materials such as used tires and therefore be easily acquired economically. It also contributes to the resolution of problems related to self-construction processes, a practice that continues to arise and that, due to the lack of technical knowledge, leads to construction errors that are reflected in buildings that are not very functional and, in some cases, are structurally unsafe.

To this end, a research methodology will be implemented based on the analysis of various determinants, ranging from theory and analogous cases to the practical implementation of material experimentation in conjunction with the development of housing prototype proposals.

The results obtained from all iterations of the experimentation process, as well as from the housing designs developed, will be analyzed to ultimately draw conclusions based on the results obtained within a defined timeframe.



ÍNDICE

1)	INTRODUCCIÓN	
	Planteamiento del proyecto	13
	Justificación	16
	Objetivo	19
	Metodología	21
2)	ANÁLISIS TEÓRICO	
	La autoconstrucción	27
	Autoproducción y vivienda progresiva	30
	Autoproducción y su problemática	34
	Autoconstrucción: aceptar limitaciones y buscar soluciones más fáciles	40
	Autoconstrucción y la oportunidad de mejorar el sistema constructivo	43
3)	CASOS ANÁLOGOS	
	Casos análogos investigados	52
	Intervenciones propias: iteración Casa Muro	55
4)	EXPERIMENTACIÓN MATERIAL	
	Planteamiento	64
	Reflexiones	67
	Caracterización material	69
	Etapas de experimentación	72
	Tabla comparativa de muestras	80
	Justificación del uso del caucho como materia prima definitiva	81
	Forma de colocación y trabajo de los bloques.	82
5)	EXPERIMENTACIÓN ESPACIAL	
	Intervención en campo con material de desecho.	84
	Diseño modular	87
	Fabricación del molde	87
	Proceso de fabricación del prototipo de bloque	88
6)	ITERACIÓN VIVIENDA MODULAR	
	Vivienda modular	92
	Vivienda flexible de John Habraken	95
	Consejos de diseño	96
7)	PROTOTIPO FINAL CAUCHOBLOCK	

Características del prototipo cauchoblock	102
Revisión de normativas que definen a las características de los materiales	104
Nuevas experimentaciones. - Fabricación de nuevos moldes a escala y últimas iteraciones en las dosificaciones de la mezcla	106
8) RESULTADOS	
Resultados de la experimentación material y espacial	115
9) CONCLUSIONES	
Conclusiones generales	121
Bibliografía	122

INTRODUCCIÓN

LA AUTOCONSTRUCCION A TRAVÉS DE LA HISTORIA.

La vivienda se ha transformado drásticamente a lo largo del tiempo: el tamaño, es decir dimensiones y escalas, la materialidad de la que se conforma, morfología, emplazamiento, las actividades que en ella se realizan, diseño, tipos, etcétera, son elementos que han ido definiendo lo que se tiene por concepto de lo que es e implica un lugar en donde poder tener resguardo. Desde las cuevas de nuestros ancestros cavernícolas, casas hechas de paja y tierra con una duración de más de cien años, hasta la primera vivienda impresa en 3D en su totalidad.

11

Tanto a nivel constructivo como espacial, la vivienda ha evolucionado a lo largo de la historia producto de la aparición diversos modos de vida debido a los avances tecnológicos y el impacto que estos han tenido en la sociedad. No obstante, dicha evolución se ha dado de distintas formas en todo el mundo, por un sin fin de factores tales como el clima, estilos de vida, costumbres, economía, valores; sociales y religiosos, entre otros aspectos.

Desde su origen, la vivienda ha sido un producto realizado por sus mismos ocupantes, aunque, desde la revolución industrial, esta relación cada vez se fue separando más de su creador, mientras que, hoy en día, la vivienda es un producto de mercado, un bien inmueble y con ello, un motor de desarrollo económico. No obstante, lo anterior no siempre es aplicable, puesto que la vivienda crediticia tiene un precio que no todos poseen la capacidad de poder cubrir, y aunque la tecnología avanza, existe un determinado sector de población que vive bajo condiciones de marginación y vulnerabilidad, en donde apenas es posible satisfacer las necesidades primarias.

La forma más antigua de construir viviendas y con la cual se ha edificado la mayor parte de ellas en México, es a través de la producción social; es decir, viviendas construidas por sus propios habitantes, sin apoyos institucionales, técnicos, ni financieros siendo largos y desgastantes procesos, que pueden llegar a significar la espera de toda la vida de las familias. (Guzmán-Ramírez & Ochoa-Ramírez, 2018).

Con lo anterior se analiza que, a lo largo de la historia la vivienda ha sido edificada con criterios básicos de construcción y bajo el esquema de “prueba y error”, desde que el humano comenzó a habitar dentro de cuevas, luego haciendo las primeras cabañas primitivas con los materiales de los que se disponía acorde al entorno natural, y siguiendo con una serie de procesos constructivos que a lo largo de los siglos se han ido puliendo, con el objetivo de encontrar la comodidad, además de adaptarse a las circunstancias y temporalidad propias de cada periodo histórico.

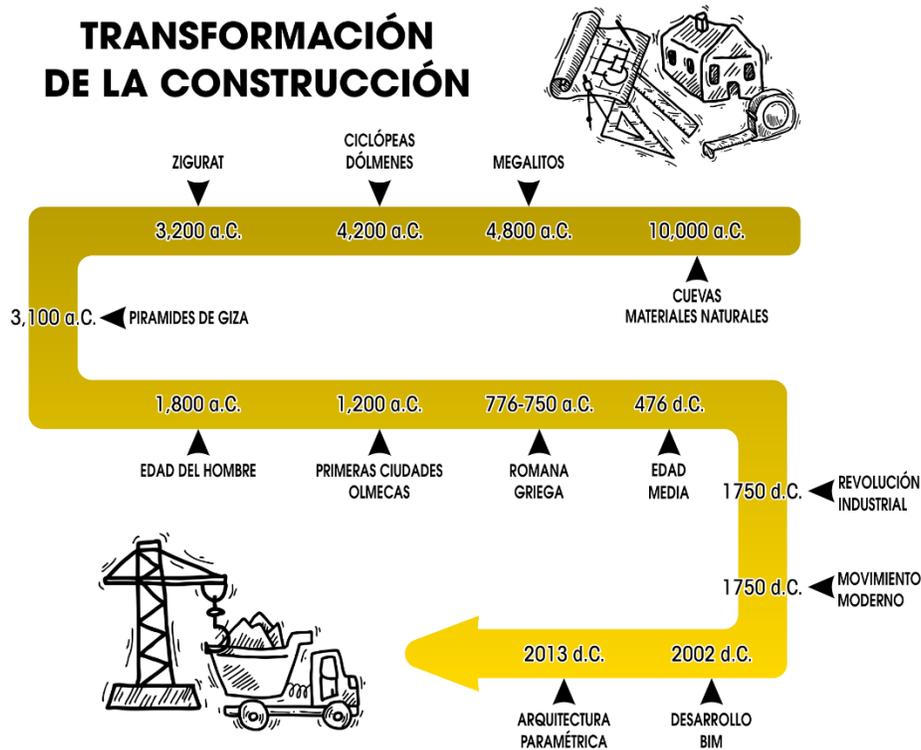


Ilustración 1. Línea de tiempo: Transformación de la construcción. Elaboración propia.

EVOLUCIÓN DE LA HUMANIDAD

La evolución humana ha pasado por dos fases importantes, en la primera, la principal preocupación del hombre era protegerse de los peligros del medio ambiente y mantener un equilibrio con su entorno. Con el tiempo, el hombre

desarrolló herramientas constructivas y comenzó a construir viviendas, pero estas seguían manteniendo el equilibrio con el medio natural.

Sin embargo, con el avance de la técnica y la industria, el hombre cambió su enfoque en la construcción, optando por métodos masivos y mecánicos que consumen más energía y no son renovables, lo que ha generado problemas medioambientales.

PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

13

Las ciudades a la par que el desarrollo y evolución del hombre, así como su forma de habitar y construir, han crecido de modo desmesurado ocupando grandes extensiones de tierra para la conformación de asentamientos humanos.

El crecimiento desproporcionado de las ciudades ha rebasado toda posibilidad de atender las demandas sociales referentes a satisfactores básicos, teniendo problemas como la segregación social, inseguridad, infraestructuras y equipamientos urbanos deficientes tales como: la dotación de agua, drenaje, salud, educación, entre otros.

Por ejemplo; en la Ciudad de México, la superficie construida se incrementó 23 veces su tamaño considerando la totalidad de la Zona Metropolitana del Valle de México, lo que significa que, en apenas dos generaciones, 75 años, llegaron o nacieron en la Ciudad de México 60 personas por cada 10 que ahí vivían, ocupando 23 veces más espacio. Morelia no es la excepción ante tal situación, el resultado se traduce a una extensión interminable de habitáculos unifamiliares, en condiciones más precarios y cada vez menos adecuados conforme se alejan del centro financiero y de servicios; asentamientos en su mayoría irregulares y a su vez autoconstruidos, parte de lo cual se da por provenir de un entorno en donde se carecen de los medios económicos para la obtención de servicios por parte de profesionales en el sector de la construcción, e inclusive de lo mínimo indispensable para el sustento diario.

Así mismo, una de las causas de que lo anterior tuviera suceso es debido a un fenómeno de migración poblacional provenientes de zonas rurales a urbanas, como consecuencia de las crecientes limitaciones de un medio rural para ofrecer mejores expectativas de vida a su población, en contraste con la visión de mayores oportunidades que ofrece la ciudad como centro de población. Esta serie de sucesos genera entonces problemas que son relevantes y muy preocupantes como son, el impacto ambiental, la contaminación, el calentamiento global, etc.

Es en estos mismos escenarios en donde surgen parte de las viviendas edificadas bajo una dinámica de autoconstrucción, siendo uno de los panoramas que mayor número de casos hay en México, realizándose mediante el uso de materiales y sistemas constructivos tradicionales que provocan deficiencias debido a la especialización del propio sistema.

Es entonces que, bajo ese tenor, se plantea la creación de un nuevo material y procedimiento constructivo que sea más “amigable”, a través de un bloque machihembrado con el cual se elimine el uso de la argamasa que se requiere para el pagado de los bloques de manera individual, así como de los elementos de confinamiento tradicionales como castillos, de tal modo que cualquier persona sin conocimientos técnicos de construcción pueda manipularlo y autoconstruir una vivienda.

No obstante, otro de los enfoques del proyecto consiste en la creación de un molde de forma machihembrada con la capacidad de poder recibir cualquier tipo de material o mezcla, que para efectos del presente trabajo se planteó el uso de materiales plásticos de desecho debido a su abundante disponibilidad y poco aprovechamiento, así como por su prolongada degradabilidad, sobre los cuales se elaboraron experimentaciones, que más adelante en el documento serán descritas, haciendo uso de materiales tales como unicele, pet y caucho triturado proveniente de los neumáticos en desuso, siendo usado este último el que se empleó en mayor

proporción debido a que fue el material que mejores resultados mostró al adicionar junto con este una mezcla de cemento, agua y aditivo.

Debido a que parte de las materias primas de las que se compone el bloque provienen de materiales de desecho se prevé que el producto final sea asequible económicamente, de fácil transporte debido a la ligereza que poseen los materiales de los que se compone, y con la posibilidad de ser reutilizable, es decir que pueda ser montado y desmontado las veces en que sea necesario.

15

A través de las experimentaciones se buscará encontrar las dosificaciones apropiadas para el diseño de la mezcla definitiva y con ello poder realizar pruebas de laboratorio para la obtención de resultados y datos que precisen las características físicas del material, pero también, a partir de estos resultados se propondrá que la mezcla pueda ser adaptada tanto al molde como a las posibilidades de cada persona, de tal modo en que ellas mismas puedan generar un material con posibilidad de ser triturado y mezclado en conjunto con otros para la creación de bloques machihembrados que contribuyan a que los procesos de autoconstrucción de sus viviendas sean llevados a cabo de manera eficiente, rápida y con una buena calidad constructiva.

A su vez, se propondrá que el diseño de las viviendas esté dado bajo un esquema de diseño modular, cuyas dimensiones totales estarán en función de las medidas del propio bloque.

JUSTIFICACIÓN

El ser humano, en afán de satisfacer sus necesidades de refugio y protección ante las condicionantes climatológicas, ha hecho uso de los recursos naturales propios del entorno en el que se encuentre para la edificación de estos. La arquitectura y la construcción son actividades que favorecen al desarrollo de un país, pero al mismo tiempo, estas actividades generan un impacto en la naturaleza durante el tiempo de vida de la edificación, a través de la extracción de recursos, el consumo de energía, la generación de residuos y la contaminación ambiental.

16

El manejo inadecuado de los recursos naturales tiene diversas consecuencias negativas sobre el ambiente. Un ejemplo de ello son las descargas de contaminantes que desembocan en cuerpos de agua, impactando a su vez al suelo y aire. Por otro lado, la industria de la construcción es la responsable de la producción de más de una tonelada de residuos por habitante/año. (Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña, 2020).

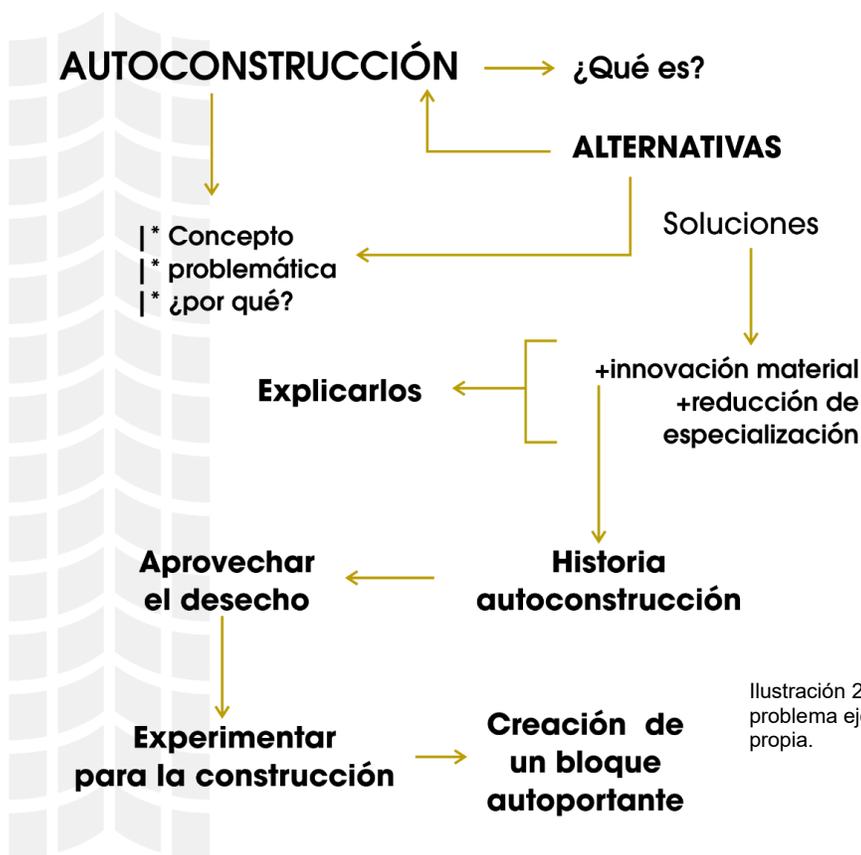


Ilustración 2. Diagrama del problema eje. Elaboración propia.

Sin embargo, existen estrategias para enfrentar los problemas del impacto ambiental en la construcción. Una de ellas es el desarrollo sostenible, definido como aquel “...que atiende a las necesidades del presente sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras de atender sus propias necesidades”. La construcción sostenible pretende racionalizar, ahorrar conservar lo más posible los recursos naturales en todas las etapas de una edificación. (Ramírez, 2002)

La aplicación de criterios de sostenibilidad lleva a una utilización racional de los recursos naturales disponibles para la construcción. Algunas de alternativas para contribuir a una solución son:

- Promover la reducción de recursos no renovables y procurar un mayor uso de los recursos renovables.
- Un esfuerzo a la reutilización y el reciclaje para cerrar el ciclo de vida de los materiales.
- El diseño y la planificación arquitectónica para evitar el sobredimensionamiento y desperdicio que incrementan el uso irracional de recursos y contaminación ambiental.

No obstante, se debe tomar en cuenta que estas estrategias para la construcción sostenible son menos accesibles de realizar para la comunidad socioeconómicamente vulnerable. Numerosas viviendas existentes en las ciudades se encuentran en barrios pobres, marginados, sin planeación o diseño arquitectónico, en emplazamientos especialmente vulnerables a fenómenos naturales como lluvias, inundaciones, deslizamientos y terremotos. (Vargas, 2020)

IMPACTO AMBIENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN

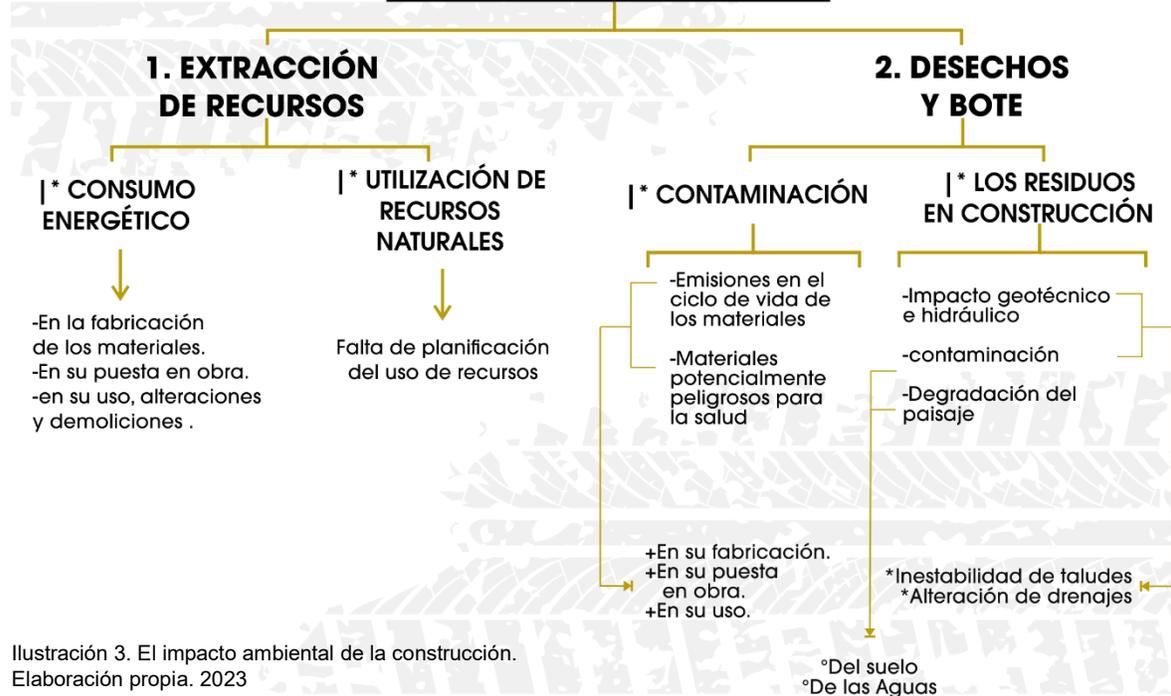


Ilustración 3. El impacto ambiental de la construcción. Elaboración propia. 2023

Esta situación de vulnerabilidad tiende a crear edificaciones autoconstruidas sin planificación, que puede resultar en un aumento de residuos y desperdicio de materiales, aunado a una utilización irracional de recursos y un objeto construido inseguro estructuralmente para sus habitantes.

Para que la sociedad se concientice hacia un modelo de construcción sostenible y responsable, surge el motivo del proyecto, que es el de la vivienda autoconstruida bajo un esquema planificación sostenible para mejorar las condiciones de vida de la población económicamente vulnerable.

Dicha modalidad de construcción se propone a través de un prototipo de vivienda modular, cuyo concepto de diseño es un módulo de forma cuadrangular emplazado de manera repetitiva, con el fin de optimizar el tiempo de construcción y minimizar el uso de recursos naturales. El carácter sostenible se pretende lograr por medio de

la implementación de un taller experimental con la finalidad de adquirir parte de la materia prima para la conformación del material de construcción principal llevando a cabo prácticas de reciclaje de materiales de desecho, teniendo como objetivo a aquellos hechos a base de polímeros que no se degradan en el medio ambiente fácilmente, aprovechando el ciclo de vida útil y propiedades físicas de estos.

La investigación y la tecnología de la construcción deben tener como prioridad el promover la reducción del consumo de materia prima proveniente de recursos no renovables, la reutilización y reciclaje de materiales en la construcción prominentes a ser desechados durante su ciclo de vida.

La práctica de construcción sostenible se ha ido incrementando con el paso del tiempo y los beneficios de esta son varios, pero el más importante es el actual enfoque por el cuidado del medio ambiente, el consumo responsable de energía y la disminución en el calentamiento global.



OBJETIVO

Como objetivo principal, en el presente trabajo se busca el establecer pautas definidas, es decir, dosificaciones de materias primas específicas para la creación de un material de construcción asequible, surgidas a partir de un proceso de

investigación y experimentación material compuesta de múltiples iteraciones y pruebas de laboratorio hasta llegar a un producto final.

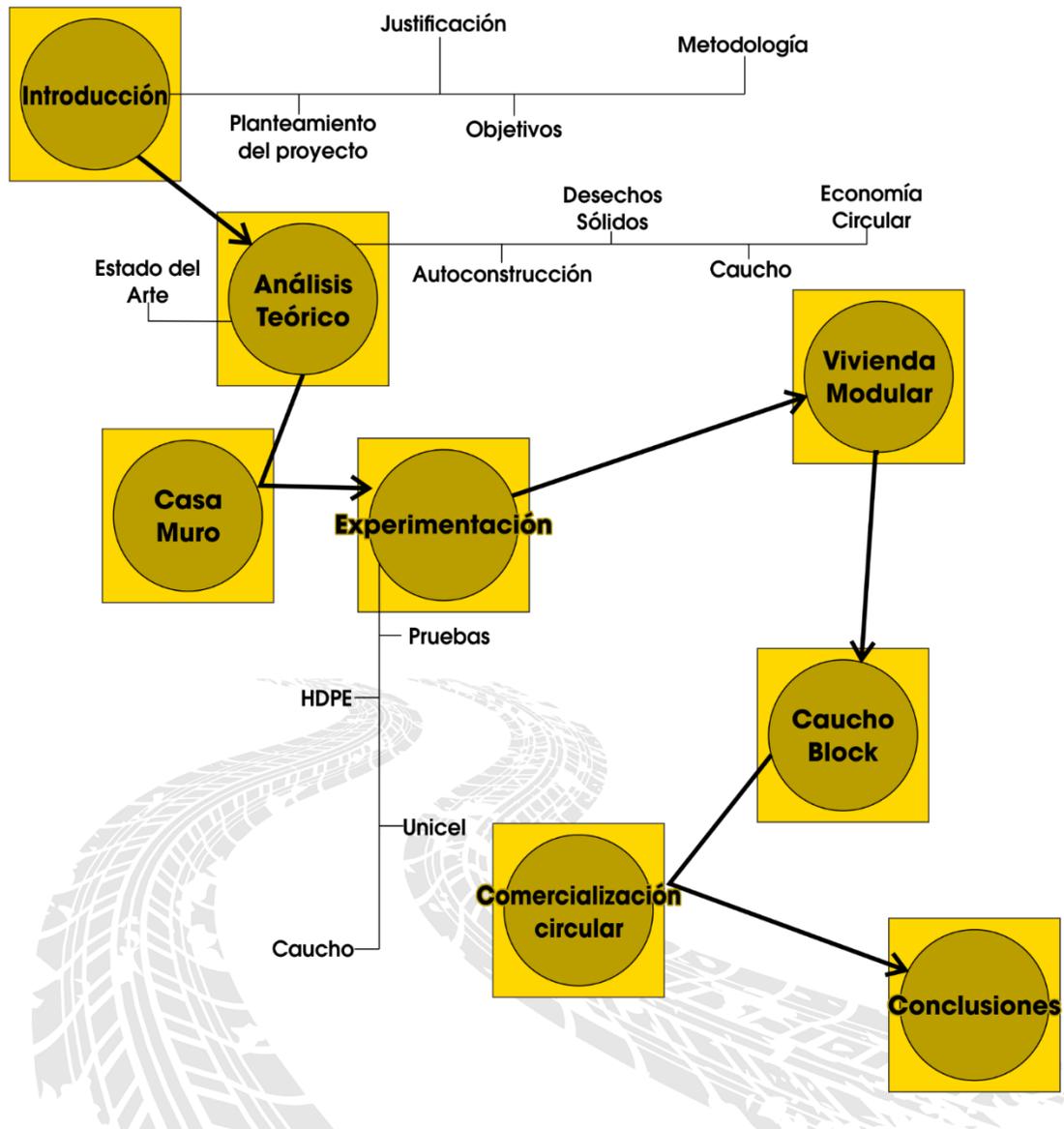
Lo anterior como medio para la obtención de un bloque constructivo de fácil manipulación, colocado bajo un sistema convencional en cuatrapeo, asentado o unido entre sí a través de un sistema machihembrado, suprimiendo el uso del mortero y los elementos propios de la albañilería confinada, con lo cual las personas que no poseen de un conocimiento técnico de procesos constructivos puedan emplearlo, asegurando una mayor calidad constructiva por tratarse de un material estandarizado con características y propiedades específicas de resistencia, reduciendo el uso de la mano de obra y los tiempos de ejecución.

20

Objetivos específicos:

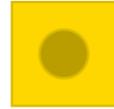
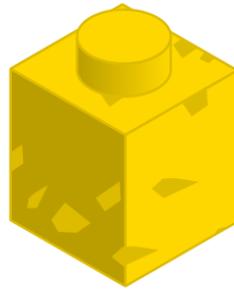
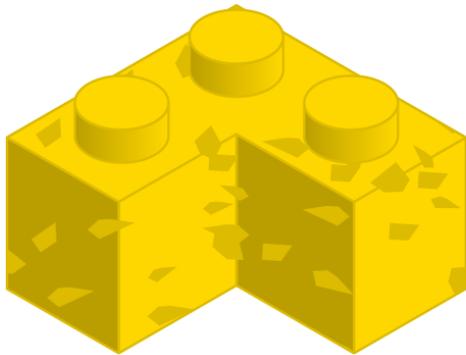
- Análisis de la colonia Lomas del Sur como zona de estudio.
- Diseño experimental; propuestas de prototipos de viviendas autoconstruida y modular hechas con cauchoblock.
- Facilitar las labores constructivas.
- Aligerar los precios en las construcciones.
- Contribuir en la reducción del impacto ambiental a través de la reutilización del caucho para la fabricación de los bloques.
- Diseñar un método constructivo que sea replicable para las personas que autoconstruyen.
- Utilizar la EC en el producto.
- Comercializarlo.

Metodología.

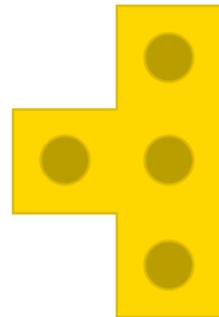
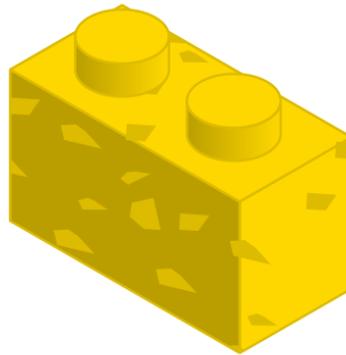
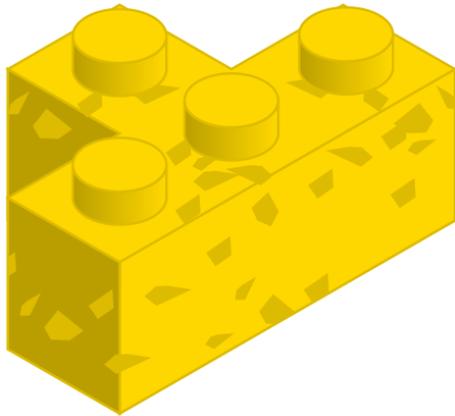
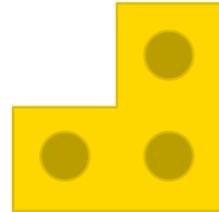


21

Esquema 1. Metodología de investigación a aplicar. Elaboración propia.



22



ANÁLISIS TEÓRICO

Explicar el origen de la construcción per se es una labor en extremo difícil. El origen de la arquitectura involucra mucho más que las diversas teorías y enfoques de los diferentes expertos en el campo. No hay una respuesta definitiva, la arquitectura jamás ha sido estática y su desarrollo ha estado intrínsecamente ligado a múltiples procesos culturales, sociales, geográficos y tecnológicos de cada civilización a lo largo de los años.

Una de las múltiples y aceptadas teorías sobre el origen de la construcción es conocida como “la cabaña primitiva”. Este término se refiere a las estructuras arquitectónicas más simples y básicas construidas por sociedades humanas en las etapas iniciales de su desarrollo. El diseño y los materiales pueden variar según la geografía, los recursos disponibles, los materiales locales o disponibles en la región y su adaptación al entorno.

Marc-Antoine Laugier en su obra *Essai sur l'Architecture* segunda edición, propone como idea que la arquitectura es un arte que imita a la naturaleza, y cuya relevancia de dicho escrito radica en que se establece a la cabaña primitiva, un concepto retomado desde el periodo Renacentista a partir de *Los Diez Libros de Arquitectura* de Vitruvio, como el origen de la propia arquitectura, describiendo detalladamente el paso del hombre habitando al aire libre y luego a la cueva, para eventualmente, a partir de la necesidad de contar con un recinto que le pudiera proveer de un refugio de condiciones más confortables, desarrollando a través de su instinto e ingenio la cabaña primitiva, siendo entonces a partir de esta el punto sobre el cual la arquitectura fue evolucionando.

A su vez, parte de la importancia de esta obra radica en que, tal y como señala Joseph Rykwert, citado en el artículo titulado *Arquitectura y naturaleza. El mito de la cabaña primitiva en la teoría de la arquitectura de la ilustración*, escrito por Juan A. Calatrava en el sitio web *Gazeta de Antropología*, Laugier se diferenciaba de sus antecesores teóricos de arquitectura debido a que ellos abordaban el origen de esta de manera superficial, mientras que él hizo un análisis exhaustivo de dichos

origenes planteando en su ensayo la evolución de los primeros refugios del hombre ya antes descritos.

Tomando en cuenta lo anterior y dicho vulgarmente, se esperaría que, en un caso hipotético, si una civilización tuviese al alcance ramas y hojas dispondrían de ellas para comenzar a construir sus “cabañas”. Utilizarían los recursos que están a su alcance para lograr construir una estructura habitable capaz de cumplir con las exigencias mínimas y también, aquellas que cada individuo requiera.

25

Esta teoría se enfoca en la sinergia del habitáculo y con el entorno y como el “constructor” explota las características de este aspecto para lograr una arquitectura que atienda directamente a las necesidades directas sin la ayuda de un intermediario.

Si se analiza, es posible entender que el origen de la arquitectura como construcción está directamente ligada a lo que se conoce como autoconstrucción, y lo escrito con anterioridad da sustento sobre de ello.

La autoconstrucción existe para complementar a la arquitectura tal y como la conocemos. Existe para empoderar a aquellos que no siempre cumplen con el capital mínimo para construir un patrimonio. Es trabajo de los futuros arquitectos modificar el prejuicio que se tiene sobre la arquitectura como un ente que no atiende más que las necesidades superficiales, como un lujo que solo las personas que poseen los medios económicos para ello pueden costearse.

Dignificar y potenciar los procesos involucrados en la autoconstrucción es ahora un tema que adquiere relevancia, pues demuestra que la arquitectura real toma en cuenta lo que existe y lo transforma en lo que debería ser siempre, una solución. Si se cambian las hojas y las ramas, o los materiales y sistemas de construcción convencionales por materiales creados a partir del reciclaje y aprovechamiento de residuos plásticos y todo aquello que sea susceptible para este cometido, la

arquitectura ya no es solo una solución, sino un elemento que evoluciona para ser un agente de cambio.

Uno de los puntos principales que se buscan explorar en este documento de investigación, es el de las construcciones hechas a partir de materiales reciclados y procesados para la conformación de nuevos materiales y procesos de construcción, con características y propiedades específicas, aunque lo anterior representa un campo en la arquitectura que no siempre es apreciado, y que recientemente ha ido tomando una mayor relevancia. No es tan difícil llegar al origen del rechazo a estas construcciones, puesto que el término “basura” o “desecho” en sí mismo genera un desagrado y aunque se han logrado avances, esta oposición prevalece, aunque a raíz de lo anterior es posible hacer el siguiente cuestionamiento el cual es: ¿qué pasaría si se toman los residuos, se procesan y se transforman en un producto estandarizado, reconocible y familiar para el consumidor, con el objetivo de disminuir los daños que se producen en la obtención de materia prima?

Este trabajo es un conglomerado que toma como eje central la autoconstrucción en México; en cómo aún prevalece el concepto de la cabaña primitiva y en donde cada individuo hace lo que puede con lo que tiene; en cómo el proceso de diseñar y hacer se puede nutrir para obtener más y mejores resultados; y finalmente en cómo la arquitectura puede convertirse en un medio o herramienta contra la contaminación ambiental que se genera con los procesos constructivos convencionales.

LA AUTOCONSTRUCCIÓN.

El concepto de autoconstrucción, particularmente en México, se define como el proceso de edificación de una vivienda a través de recursos propios y con la asistencia de técnicos en construcción tales como maestros albañiles, carpinteros, plomeros, electricistas, etc.

En México, de acuerdo con cifras de la Sociedad Hipotecaria Federal, la vivienda autoconstruida alcanza hasta el 64.1% o lo que equivale a que 6 de cada 10 viviendas son construidas bajo esta modalidad.

Esta forma de edificación de viviendas es vista como un mal, o la forma menos idónea de llevar a cabo una obra, con algunos aspectos o señalamientos que son válidos para hacer tal afirmación, y es que algunas de las desventajas en la construcción de viviendas sin la supervisión de un especialista en el sector, son que se puede incurrir en malas prácticas constructivas que desembocan en errores y deficiencias tales como el no contar con un sistema estructural definido, resistente y correctamente modulado, espacios no iluminados, ventilados y orientados de manera adecuada, una distribución espacial poco funcional y confortable, un diseño de instalaciones e ingenierías en general igualmente deficiente que se propician en daños a estas, fugas o cortos circuitos, entre otros aspectos.



Un ejemplo de una vivienda autoconstruida.
Fuente: Imágenes de Google.

Con el objetivo de conocer las causas que originan a la autoconstrucción de la vivienda, se tomará de referencia a autores como el M. Arq. David Mora Torres, puesto que en su libro *Oportunidades laborales para los arquitectos en la consolidación de viviendas y colonias populares* señala que son varios los motivos por los cuales la población, específicamente aquella que reside en este tipo de asentamientos, no reconoce como indispensable la participación del sector profesional en el proceso de edificación de una vivienda, motivos los cuales se señalan a continuación:



Consultorio Arquitectónico de Vivienda CAVI.
Fuente: M. Arq. David Mora Torres.

- El sector profesional no logró empatar la situación económica del país con el nivel socioeconómico al cual consideran pertenecer, generando una desconexión, es decir que, la mayoría de las veces, los servicios ofrecidos por un profesionalista están dirigidos hacia otro tipo de mercados (población perteneciente a niveles socioeconómicos medio-alto, alto) sin tener en consideración que el nivel socioeconómico que mayormente prevalece en el país es el nivel bajo.
- Debido a que la autoconstrucción y autoproducción de la vivienda es una actividad que ha tenido lugar desde hace varias décadas, se puede afirmar que posee un cierto arraigo en la población, y que además el arquitecto ha sido considerado como “un proveedor de servicios de lujo más que una necesidad” propiciando a que la población incurriera en los servicios ofrecidos por los técnicos de la construcción tales como albañiles, carpinteros, herreros, etc.

- Desde la perspectiva y experiencia del autor, existe una creencia por parte del sector profesional de que la población que reside en colonias populares o en general con una economía limitada no puede costearse los servicios ofrecidos por estos, no obstante, lo anterior es erróneo, ya que es el profesionalista quien “debe ajustarse a las nuevas realidades económicas del país y cobrar proporcionalmente al poder adquisitivo de los pobladores”.

Es entonces que, debido a estas razones, el fenómeno de la autoconstrucción también es un reflejo de la situación económica bajo la que se encuentra el país, ilustrado por los siguientes datos:

- De acuerdo con datos del INEGI el 56.6% de la población se encuentra en un nivel socioeconómico bajo, el 42.2% medio y el 1.2% alto.
- Por otro lado, el ingreso laboral real promedio en el país de la población ocupada fue de \$7,397.27 al mes según datos del CONEVAL.

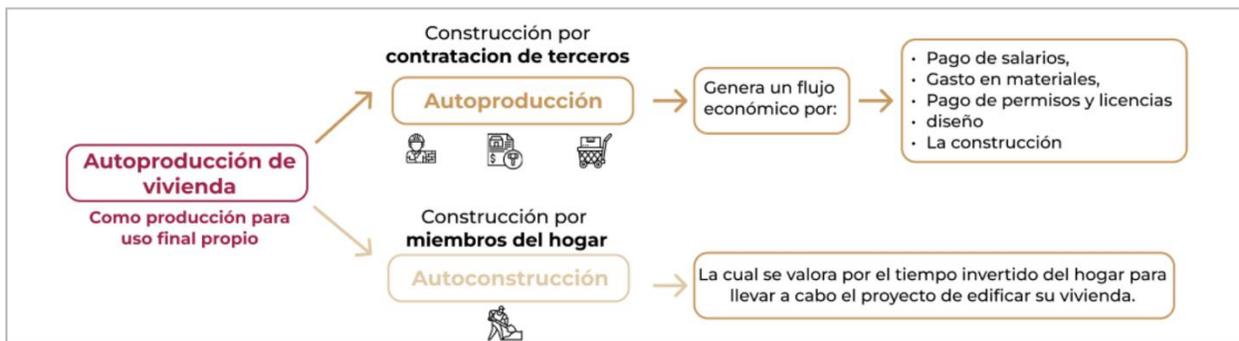
Con los anteriores datos se busca consolidar que, dentro de este contexto socioeconómico en que el país se encuentra, para la mayor parte de la población resulta complicado el poder tener acceso a los servicios de un profesional de la construcción para la edificación de nuevas viviendas, o el de adquirir una bajo la modalidad un crédito otorgado por entidades financieras como el INFONAVIT, puesto que en percibiendo este nivel de ingresos, es posible cubrir únicamente las necesidades básicas más indispensables como son comida, vestido, calzado y en algunos casos la renta de una habitación con áreas comunes de uso compartido, o de la misma manera en que se consolidan las viviendas en las colonias populares, es decir a través la participación de todos los integrantes de una familia en la suma de esfuerzos económicos para la construcción de una vivienda por etapas a lo largo del tiempo, o progresiva, pero igualmente sin la participación de un profesionalista especializado en la construcción debido a la carente disposición de recursos económicos destinados de manera exclusiva a lo que en material y mano de obra se refiere.

AUTOPRODUCCIÓN Y VIVIENDA PROGRESIVA.

El Sistema Nacional de Información e Indicadores de Vivienda (SNIIV) define que la vivienda autoproducida es aquella en donde todos los procesos relacionados con la gestión del suelo, la construcción y distribución de esta se encuentra bajo el control directo de sus usuarios de forma individual o colectiva.

La principal diferencia con entre esta modalidad y de la autoconstrucción, es que en la autoproducción, además de emplear recursos propios, son los mismos usuarios de la vivienda quienes se involucran en todos y cada uno de los procesos constructivos de esta, es decir que, la vivienda es literalmente construida por sus futuros ocupantes, aunque entidades como el SNIIV también contempla que la autoproducción **“puede desarrollarse mediante la contratación de terceros o por procesos de autoconstrucción”**.

30



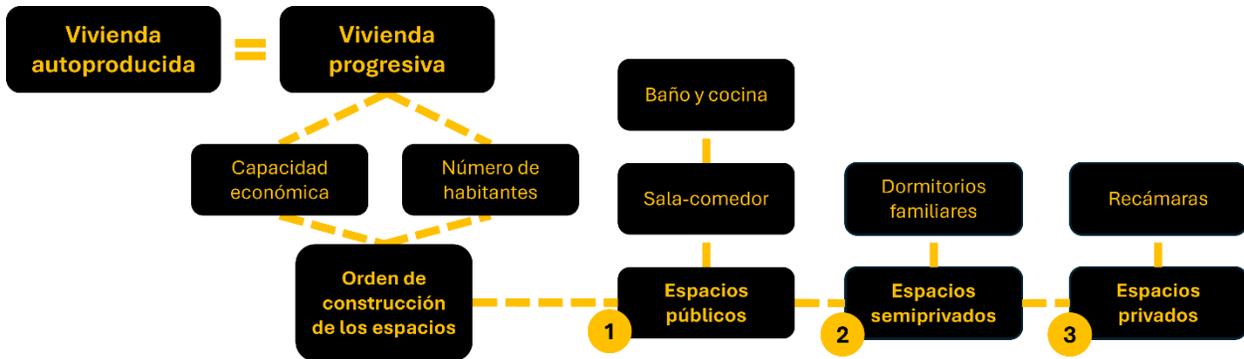
Escenarios en el esquema de autoproducción. Fuente: SNIIV

En un artículo publicado en la Revista Vivienda Infonavit titulado *Estrategia Nacional de Autoproducción: visión de transformación para garantizar el acceso a la vivienda adecuada* señala que, en el proceso de autoproducción habitacional, considerando un contexto de escases de medios económicos existe un nulo acceso a la asistencia técnica en la planeación, diseño y construcción, y que al ser un proceso en donde participan en su mayoría los mismos usuarios que habitan la vivienda, se carecen de los conocimientos técnicos en cuanto a la correcta ejecución y toma de decisiones de los procesos constructivos implicados.



Viviendas autoproducidas por tipo de financiamiento. Fuente: SNIIV

A la par de estas modalidades de vivienda autoconstruida y autoproducida surge el de la vivienda progresiva, la cual está relacionada con dichos conceptos puesto que es un proceso de consolidación por tiempo indefinido, debido a los escasos de recursos económicos tal y como se ha señalado antes y que a su vez varía en función de las capacidades económicas de los futuros ocupantes de la vivienda, así como del número de habitantes que la componen.



Relación de la vivienda progresiva con la modalidad de autoproducción y el orden en que se consolidan este tipo de viviendas.
Fuente: Elaboración propia.

Autoconstrucción y el primer plot twist.

La autoproducción implica un proceso más amplio en la toma de decisiones que va desde la gestión del suelo, la planeación y la construcción, en la que la ejecución de obra puede darse por medio de la contratación a terceros, mientras que la autoconstrucción se enfoca específicamente en la etapa de construcción en la que los usuarios construyen por ellos mismos la vivienda (SEDATU, 2021).

La autoproducción y autoconstrucción son actividades que tienen una larga historia y arraigo en nuestra sociedad, para algunos países son incluso una cultura. Ambos fenómenos surgen como respuesta a diferentes situaciones geográficas, sociales y en la mayoría de los casos, para situaciones de acceso limitado a recursos y servicios. Ambos son procesos complejos, a la vez que reflejan la capacidad de las comunidades para adaptarse y encontrar soluciones a sus propios desafíos habitacionales.

La autoproducción se define como la ejecución de una edificación por medio de la contratación de terceros, es decir que no se contrata a un arquitecto y esta se construye a través de una cuadrilla de albañiles, mientras que la autoconstrucción se lleva a cabo sin contratación de externos, la obra se ejecuta de manera individual, familiar o colectiva.

Tomando en cuenta lo escrito con anterioridad y, el termino con el que se busca enfocar este trabajo es el de la autoconstrucción, pues se busca ofrecer un sistema constructivo reconocible, fácil de ejecutar, que pueda competir con los materiales del mercado actual y que ayude con el proceso de edificación de la vivienda.

Autoproducción.

La autoproducción en el mundo está siendo reconocida principalmente como un medio de integración social y transformación colectiva. Existen diversos autores que ofrecen ejemplos sobre esto, la misma SEDATU, por ejemplo. Para ello primero se menciona que esta actividad no es propia de un sector en vulnerabilidad económica, aunque sí una práctica llevada a cabo por este estrato social en muchas ocasiones, y que en cambio se ha vuelto una alternativa de solución para otros sectores de la población.

“...En muchas ocasiones, las familias optan por esta solución no solo por un tema de recursos, sino como una decisión para resolver su situación habitacional de acuerdo con lo que realmente necesitan en términos de ubicación, espacios, accesos a infraestructura, etc.” (SEDATU, 2021).

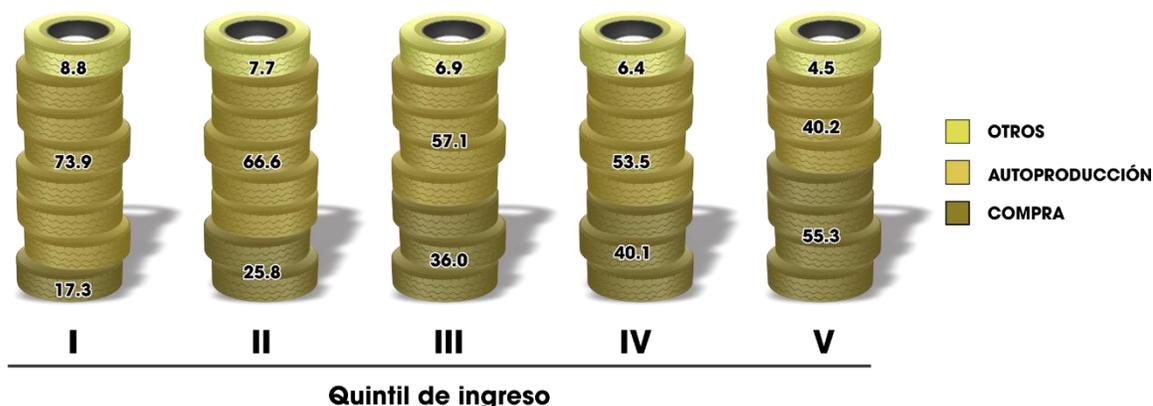


Ilustración 4. Distribución del tipo de adquisición por quintil* de ingreso. Reporte anual de vivienda. Infonavit (2021). Re ilustrado.

Un quintil clasifica la población en función de sus ingresos y representa un 20% del total, el primer quintil será el grupo de los de ingresos más bajos, mientras que el ultimo hará referencia a aquellos que tienen los ingresos más elevados (SEDATU, 2021).

Las gráficas anteriores muestran que la autoproducción alcanza un porcentaje de ejecución en las familias más acaudaladas en México, muy por encima de la expectativa. También, hay que resaltar que la autoproducción casi siempre se percibe como una actividad que se ejecuta solo en zonas rurales, de ahí que se deriven juicios sobre su poca formalidad. De acuerdo con un estudio hecho por la SEDATU, los porcentajes muestran como resultado todo lo contrario, mostrando que la tasa de autoproducción en zonas urbanas sobrepasa en 50%.

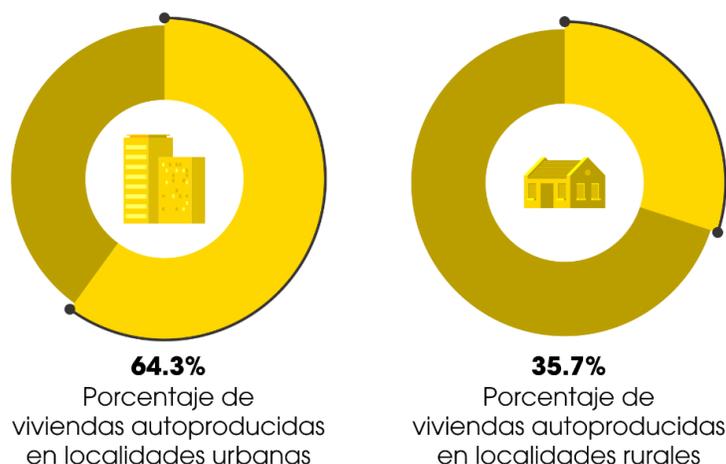


Ilustración 5. Total de viviendas autoproducidas por tipo de localidad. ENVI 2020. Re ilustrado.

AUTOPRODUCCIÓN Y SU PROBLEMÁTICA.

De los anteriores porcentajes se concluye que existe un mayor nivel de autoproducción en zonas urbanas con respecto a zonas rurales, aunque para efectos de este trabajo de investigación, se busca atender principalmente a aquel sector de población que practican la autoconstrucción.

Si bien el concepto de autoproducción está ligado al proceso de *hacerlo por ti mismo*, en la mayoría de los casos se apoya de la contratación a terceros (albañiles) para que la construcción de una edificación se realice, eso sin quitar el poder sobre la toma de decisiones. La autoconstrucción por su parte es el termino más cercano al proceso tomar las decisiones con base a las capacidades, métodos y habilidades para construir que cada individuo posee. Es en este último caso en donde el usuario mismo es quien tiene el poder absoluto sobre toda la obra, además de tener consigo la responsabilidad de la ejecución.

Las diferencias básicas que existen entre la autoconstrucción y la autoproducción, más allá de ser características inherentes a una u otra lógica de producción, son estrategias que llevan a cabo las personas según sus condiciones económicas, sociales y capacidades técnicas-constructivas. Mariana Ordoñez y Jesica Amescua. (AMESCUA, 2023).

Si bien la autoproducción ha logrado avances importantes tales como la manera en cómo se perciben a las construcciones hechas de esta forma, así como la creación de programas de financiamiento para la autoproducción (La Comisión Nacional de Vivienda, la Sociedad Hipotecaria Federal o el más conocido Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores), existen casos en donde se reflejan desaciertos al intentar brindar una vivienda digna para sectores vulnerables.

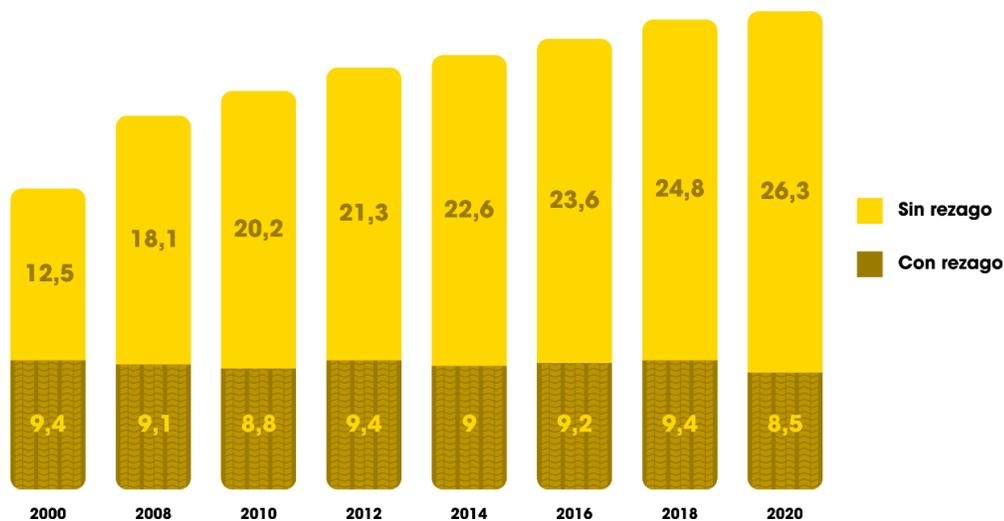


Ilustración 6. Rezago Habitacional 2000-2020 en número de viviendas. Conavi. 2021

En los últimos años las políticas de vivienda en el país se vieron en la necesidad de incrementar la producción y financiamiento de viviendas con un propósito: combatir el rezago habitacional. Según datos del CONAVI en el 2020, de 34.8 millones de viviendas que integraban el parque habitacional, mientras que 8.5 millones se encontraban en situación de rezago habitacional.

La forma en que se determina el rezago habitacional es a partir de 3 componentes principales: 1) si la vivienda está construida con materiales deteriorados, 2) con materiales regulares y, 3) si presenta precariedad en los espacios. A partir de esta evaluación, se clasifica la necesidad de vivienda adecuada para cada una de las carencias, para poder desarrollar políticas más enfocadas en las necesidades reales (SEDATU, 2021).

El plan de las instituciones gubernamentales encargadas del ordenamiento territorial y del desarrollo urbano de ese momento, y en parte de la arquitectura, para combatir esta situación se basó principalmente en otorgar la dispersión de financiamientos, subsidios y programas hipotecarios a la población para facilitar la adquisición de una vivienda. Estas acciones trajeron consigo un alza en la demanda por viviendas comerciales las cuales fueron atendidas mediante la producción

masiva de las mismas. Tal producción requería de terrenos extensos y de bajo costo que por lo generalmente se encontraban en las periferias de la ciudad.

El resultado de esta mega producción de vivienda fueron barrios enormes en ubicaciones sin infraestructura o acceso a servicios públicos generales. Además de lo anterior y debido a la distancia entre estos asentamientos y los centros urbanos, se originó una desvinculación del usuario con su entorno social y cultural. Todo este plan origino desplazamientos costosos entre sitio y sitio, y posteriormente debido a las condiciones anteriores, el abandono progresivo de viviendas.

“Para combatir el rezago habitacional, la política de vivienda en México ahora se ha enfocado en cambiar el paradigma a través del cual se produjeron millones de viviendas nuevas, pero sin atender los requerimientos cualitativos de la población” Programa Nacional de Vivienda 2021-2024”. SEDATU, 2021.

Con lo anterior es posible comprender que no se puede atender el rezago habitacional con una única fórmula o alternativa de solución sin antes comprender las causas y efectos de esta problemática. Es por ello que como conclusión, resulta poco efectivo la utilización de un mismo esquema de proyecto replicado una n cantidad de veces, puesto que cada usuario posee necesidades distintas.

Luis Felipe Cabrales Barajas, Profesor e investigador del departamento de geografía y ordenación territorial de la Universidad de Guadalajara, detectó en el año de 1992, que las reformas del artículo 27 constitucional podrían dificultar en el futuro el acceso a suelo barato, lo que inevitablemente limitaría y eventualmente conduciría a la conformación de desarrollos habitacionales construidos fuera de la mancha urbana por el bajo costo de estos predios localizados en dichas zonas.

Además, Cabrales mencionaba que el hecho de que la autoconstrucción se aprecie como una actividad para “pobres” se origina por la inserción de los códigos que trae consigo el capitalismo.

“Esta apreciación se deriva de la inserción de los códigos de valores burgueses que lo acompañan; aunque paradójicamente el sistema se apoya en él para reproducir la fuerza de trabajo...mediante la abundancia de mano de obra se reducen los costos”. (Barajas, 1996).

El aspecto económico juega un papel más que importante en el desarrollo de la autoconstrucción. Por ejemplo, hablando de los ingresos de cada familia, Cabrales menciona que es en tiempos de crisis cuando la autoconstrucción se presenta como la manera más asequible de acceso a vivienda.

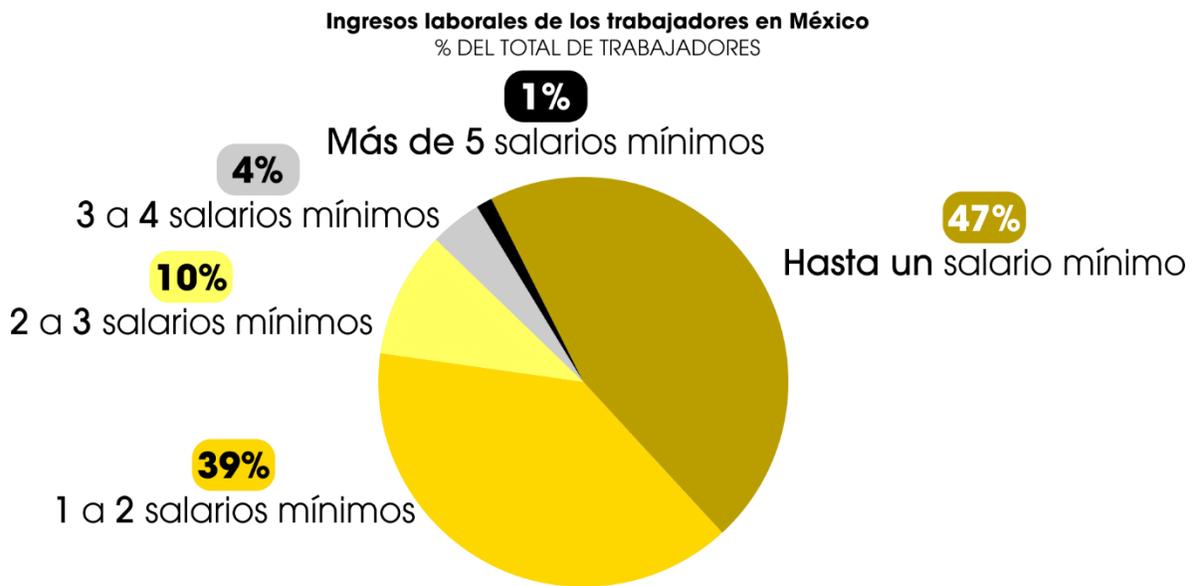


Ilustración 7. Ingresos Laborales de los trabajadores en México. Elaboración propia con cifras de la ENOE 1T 2023-INEGI.

“...la anchura de la ciudad autoconstruida es directamente proporcional a la estrechez de los recursos de la mayor parte de la población de México”. Barajas, 1996.

AUTOCONSTRUCCIÓN.

La falta de vivienda adecuada es un problema grave ya que por medio de créditos sólo es accesible para personas que perciben un salario cinco veces mayor al mínimo, dejando a más de la tercera parte de la población en un contexto

vulnerable, así entonces para cubrir las necesidades de vivienda de los mexicanos, la autoconstrucción es la alternativa inmediata y más recurrente, la cual representa el 64.2% de la producción de vivienda en el país según la Sociedad Hipotecaria Federal. Por otro lado, cerca del 70% de la población mexicana autoconstruye su vivienda, lo que equivale a 60 millones de personas sin acceso a créditos o programas de vivienda.

Si de opciones viables se trata, la autoconstrucción supera en gran medida a la autoproducción, además que esta alternativa se presenta en estratos sociales que van desde la población vulnerable económicamente hasta la clase media.

Si la autoproducción, aún con sus programas de financiamiento y asistencia, avanza lentamente hacia su mejor versión, el panorama para la autoconstrucción se complica más al no gozar de ningún apoyo aparente, razón más que suficiente, para que aquellos sectores que no destacan en la pirámide socioeconómica se vean orillados a hacerlo con sus propios recursos, conocimientos y técnicas, lo que deriva en una obra señalada como informal, sin regulación y en ocasiones insegura.

Es una realidad que la autoconstrucción tiene fallas, principalmente técnicas, adicionando que, el gremio de la arquitectura debe regirse siempre apegado a normativas y regulaciones que en la autoconstrucción no siempre se cumplen. El empleo informal con ingresos irregulares y la desigualdad económica se suman a otros de los factores que la propician. Se puede apreciar que esta perspectiva es severa y negativa ya que pareciera que es un problema derivado de otros.

Parte del problema es la falta de liquidez, aunque no de costo, sino que las personas que se encuentran bajo una circunstancia de vulnerabilidad económica no poseen los recursos para participar dentro del mercado formal, careciendo de acceso a créditos, por lo que la ocupación irregular y la autoconstrucción se convierten en las opciones más favorables como forma de poseer una vivienda.

La autoconstrucción como concepto, es una forma de construir que va al ritmo de las posibilidades y necesidades de los usuarios; es a lo que se le llama una construcción progresiva. Consiste en el proceso en donde los pobladores que disponen de un predio ocupen su propia fuerza de trabajo y recursos en la construcción de su vivienda, utilizando materiales convencionales y económicos o reciclados. (Fabricio Ortiz, 2015)

En el caso de no poseer ingresos fijos la autoconstrucción se presenta como una solución, una que justo, puede adaptarse a la disponibilidad y variabilidad de estos. Una construcción así permite a las personas avanzar en el proceso constructivo a medida que obtienen más ingresos.

Además, esta actividad refleja complejas estructuras familiares y comunitarias. según Mariana Ordóñez Grajales, de Comunal arquitectura, en donde la autoconstrucción es una práctica que valora la diversidad, el intercambio de conocimientos y la posibilidad de un cambio colectivo. Además, añade:

“La autoproducción y la autoconstrucción no funcionan en un mundo que favorece la estética perfecta antes que el aprendizaje, que enaltece lo individual/autorral antes que lo colectivo, que busca el enriquecimiento de unos cuantos sobre la redistribución del poder y el bienestar integral”. (Dupla, 2022).

Parecería que la autoconstrucción y la arquitectura no pueden coexistir. Se podría pensar que la primera nunca podrá ser respaldada por la segunda, porque involucra una contratación que tiene consigo un gasto extra y porque cuando se habla de arquitectura el pensamiento colectivo tiende a una totalmente estética y costosa, algo que no sucede a menudo hoy en día.

AUTOCONSTRUCCIÓN: ACEPTAR LIMITACIONES Y BUSCAR SOLUCIONES MÁS FÁCILES.

“Nuestra profesión está tan desvinculada de la sociedad, que la mayoría de la gente ni siquiera sabe bien para qué servimos”. AL BORDE (2020)

Llegados a este punto del documento, se conocen los problemas que puede tener consigo la práctica de la autoconstrucción, aunque pese a ello, esta misma no dejará de seguir siendo una de las más comunes para edificar vivienda, ya que desde tiempos remotos esta técnica ha sido desarrollada, pero de esto se desprende el siguiente cuestionamiento; ¿por qué no ampliarse a un panorama en donde la sociedad aplique un proceso constructivo más sencillo que cumpla todas las normativas y regulaciones?

Para hacerlo es indispensable saber que la ayuda técnica en el proceso de una vivienda es elemental y se debe entender que los tiempos cambian en cualquier ámbito. La manera en que se construyen las viviendas también evoluciona, a través de nuevos materiales, de estructuras más resistentes e incluso de edificaciones que generan resistencia ante cambios climáticos.

Más importante aún, resulta indispensable comprender que el papel de la arquitectura en la autoconstrucción va más allá de entes que dirigen, transmiten sus ideas y hacen cumplir normativas dentro de los procesos constructivos, sino que además impulsan la participación del usuario en cuestión. Al respecto, el estudio ecuatoriano de arquitectura AL BORDE habla sobre la importancia de una predominancia de la práctica de la arquitectura antes de la teoría, porque la mejor arquitectura nace del hacer según desde su perspectiva:

“Nuestras reflexiones vienen del hacer, no de la teoría, entonces nos sentimos falsos sobre intelectualizando nuestros discursos. No es que evitemos teorizar, sino que, primero, no somos teóricos, y segundo, nos aterra convertir nuestro trabajo en una

fórmula que pueda aplicarse a cualquier situación o en cualquier contexto”. AL BORDE (2020).

El mismo estudio posee un amplio catálogo de casos de asistencia en la autoconstrucción. Uno de ellos, por ejemplo: el proyecto ESCUELA NUEVA ESPERANZA, donde el equipo involucrado buscaba dar solución a una creciente demanda educativa con un nuevo espacio, más amplio, pero sin romper con la materialidad y lógica constructiva de la comunidad.



Ilustración 8. Escuela: Nueva esperanza. Estudio AL BORDE. Ecuador, Quito. ArchDaily mx. 2024

El proyecto usa los mismos materiales y lógica constructiva con las que la comunidad ha venido construyendo por años sus casas. Una base de madera sobre pilotes, paredes de caña, estructura de madera y el techo tejido con paja toquilla o cade. La diferencia radica en la concepción y conceptualización del espacio, un lugar para una educación que fomenta el aprendizaje por medio de la acción (AL BORDE, 2020).

Cuando el estudio llegó al sitio del trabajo contaban solo con materiales de formas irregulares y trabajadores que no comprendían términos precisos de unidades métricas. Eso no fue motivo para que el proyecto fracasara, pues el estudio logró encontrar la sinergia entre el diseño y la ejecución. Se tenía claro que cada persona tenía preferencia por realizar una actividad específica durante la construcción, lo que eventualmente originó que el susodicho se convirtiera en un experto en su labor.

Este proyecto se realizó en el 2009 y para 2011 fueron llamados de nuevo, esta vez para llevar a cabo un centro comunitario. Para el año 2014 la comunidad requería de una iglesia y algunos otros proyectos, aunque lo que más relevante para el estudio fue ver la trascendencia y el impacto de sus obras.

“Cuando visitamos el sitio, descubrimos una influencia inesperada de nuestros proyectos en la arquitectura local. Por lo general, los materiales utilizados en las zonas rurales tienen el estigma de ser para las personas pobres, por lo que cuando alguien tiene dinero, comienzan a construir con los materiales que generalmente ven en la ciudad. En este caso, la comunidad comenzó a sentirse muy orgullosa de los materiales que siempre han usado ¿Qué más podríamos hacer después de eso?”. AL BORDE, 2020.



Ilustración 3. Comunidad de Cabuyal trabajando en el proyecto Escuela: Nueva esperanza. Estudio AL BORDE. Ecuador, Quito. ArchDaily mx. 2024

El estudio tenía claro que la comunidad era autosuficiente incluso antes que ellos trabajaran en conjunto. El máximo aporte que los arquitectos podían dar no era una asesoría técnica o constructiva, sino darles la oportunidad de experimentar para encontrar su propia metodología de diseño, de tal modo en que la comunidad fuese autónoma al momento de tomar decisiones de diseño según sus necesidades y requerimientos futuros.

Ahora la comunidad costera de Cabuyal, Ecuador tendría su propia escuela de arquitectura. Es aquí en donde se encuentra la reflexión y aporte más importante del estudio: *“sí vamos a enseñarles cómo hacer arquitectura ¿Por dónde empezamos?”*. De acuerdo con este caso, el estudio formula 4 puntos:

1. Ser consciente de la realidad y el contexto en el que se encuentran. Los estudiantes regulares de arquitectura no lo son, la gente de Cabuyal, sí.
2. Analizar y sintetizar ideas abstractas. Los estudiantes de arquitectura habituales están familiarizados con eso, la gente de Cabuyal, no.
3. Traducir esas ideas al espacio. Una vez más, la gente de Cabuyal no está familiarizada con este proceso.
4. Conocer materiales y procesos de construcción. Los estudiantes regulares de arquitectura si no poseen una experiencia previa son menos conscientes al respecto, la gente de Cabuyal en su necesidad de realizar las cosas por ellos mismos sí.

43

Lo anterior sirve como base para encontrar metodologías para más proyectos aterrizados en otras zonas geográficas o incluso otros tipos de autoconstrucción con materialidades diferentes.

AUTOCONSTRUCCIÓN Y LA OPORTUNIDAD DE MEJORAR EL SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL.

¿Cómo surge el sistema tradicional?

Haciendo un breve análisis a lo largo de los diversos periodos históricos, se tiene como primer sistema el ya antes descrito de la cabaña primitiva y la acción de hacer lo que se puede con los recursos disponibles en el entorno inmediato. El homo erectus fue la primera especie humana que fue capaz de crear un sistema constructivo. Dicho sistema consistía en incrustar troncos sobre la tierra y rodear la choza con piedras. En ese momento la alteración geométrica de los elementos usados en el sistema era imposible.

El homo sapiens tomo la idea de su predecesor, pero añadió piel y huesos grandes como cubierta, mejorando notablemente las propiedades de aislación térmica. En la edad de Piedra surgió el Dolmen, lo que en buena medida sentó las bases para la técnica de la mampostería ya que las piedras eran colocadas a hueso una sobre otra. Para el periodo antiguo los sumerios fueron los encargados de explotar las propiedades del barro, con ello surgió el primer material fabricado, es decir, los ladrillos de barro, además de una estructuración más uniforme gracias al uso del primer adhesivo, el betún. Los egipcios agregaron paja para reforzar los ladrillos de barro con los que venían trabajando los sumerios, su vez, comenzaron a ser más selectivos con las propiedades que puedan ofrecer los materiales como la duración, resistencia y peso, por ejemplo. En Egipto también se comenzó a tallar la piedra caliza y la relación geométrica y volumétrica tomaron una mayor relevancia.

Fue durante el periodo clásico en donde se consideró con un mayor nivel de importancia la forma y la materia. Los sistemas de arcos y bóvedas contribuyeron a la reducción de las columnas y arquitrabes a motivos decorativos. En este periodo se comenzó a emplear la argamasa (considerada el primer concreto) en conjunto a ladrillos y piedras labradas. Por su parte, los romanos fueron quienes lograron unificar todo el trabajo anterior y lo convierten en un sistema que trabaja en conjunto.

En el aspecto técnico de construcción el periodo clásico se mantuvo en el mismo sistema, el uso del block o ladrillo unido por aglomerantes. Vitruvio escribió, en Los Diez Libros de Arquitectura, acerca de la coherencia entre materia y teoría, pero aún se daba por hecho el uso de ciertos materiales y la forma de conjugarlos, enfocándose en las características de la materia pero no la técnica (Ledezma, 2014).

Ya en el siglo XVII la técnica de la tomotecnia hablaba de dividir el elemento constructivo en piezas de un tamaño más cómodo (pequeño) para la construcción. El material era revisado previamente por un estricto análisis geométrico para poder lograr formas específicas o elementos como ventanas. Para el neoclásico, con la

aparición de materiales como el concreto y el metal, se abrieron nuevas posibilidades arquitectónicas. Mas importante aún, los sistemas pasaron de ser compuestos a ser monolíticos.

En el periodo moderno, con la aparición del hierro, se modificó la forma de concebir un edificio, ahora se podía separar a la estructura de los materiales que servían para dividir el espacio. El uso de este material evolucionó hasta el hierro fundido y el forjado. En la actualidad la construcción se ve marcada por el uso de la tecnología en ella, reflejado por ejemplo en los materiales prefabricados que permiten separar un sistema constructivo en estructural y ornamental.

Ha habido una experimentación más amplia de las posibilidades de conjugación y unión, tanto de materiales nuevos como viejos, exhibir las instalaciones y vigas de soporte forma parte de la estética y concepto formal y visual, la movilidad y la articulación han hecho de obras de ingeniería civil grandes obras de arte, en donde la técnica contemporánea se basa en una exploración meticulosa de los recursos técnicos, de la exploración de formas, materiales y las relaciones lógicas y formales entre elementos constructivos que acompaña el incesante progreso tecnológico de este siglo, el uso del acero en las estructuras y en el mobiliario, la perfección en la fabricación del vidrio, incluso el trabajo más perfecto de la madera laminada y de los materiales cerámicos (Ledesma, 2014).

¿Cómo funciona el sistema tradicional?

Aspectos materiales – económicos – ecológicos

El sistema tradicional de construcción se basa en técnicas y materiales que han sido utilizados durante mucho tiempo. En el contexto de la construcción, se pueden identificar varios sistemas constructivos tradicionales, como el artesanal, el evolucionado, el racionalizado, la mampostería, entre otros. Estos sistemas implican el uso de materiales como ladrillos, concreto armado, piedras, entre otros, y la aplicación de técnicas manuales y herramientas simples para la construcción.

La construcción tradicional se caracteriza por su solidez, durabilidad y su aplicación en obra, empleando mezclas de cemento, palas, cucharas de albañilería, llanas y otras herramientas. Aunque es un sistema ampliamente utilizado, presenta desventajas como una construcción lenta, mayor consumo de recursos y una menor eficiencia energética.

Económicamente hablando, un sistema tradicional de construcción incluye un mayor consumo de materiales, lo que incrementa su huella ambiental y aumenta los costos de construcción. El sector de la construcción contribuye a 23% de la contaminación atmosférica, 40% de la contaminación del agua potable, y 50% de residuos en los vertederos (Dobrowolska & Dobrowolska, 2023).

Además, la construcción tradicional es más compleja y requiere mayor logística, mano de obra especializada y mayor cantidad de obreros, lo que supone muchos más detalles por sus procesos casi artesanales. Esto puede requerir el doble de tiempo o más en su ejecución, lo que aumenta los costos de construcción y puede retrasar la finalización del proyecto. La construcción tradicional es más costosa debido a la falta de innovación, tecnología y automatización que busca optimizar las finanzas.

Tal y como se ha descrito en páginas previas, la autoconstrucción termina por ser el proceso más viable en afán de proporcionar vivienda a la población que no tiene acceso a esta a través del mercado o de sistemas de promoción pública, y que, al no contar con el apoyo de profesionales de la construcción, da como resultado en viviendas de mala calidad constructiva y de materiales económicos, pero de escasa resistencia.

Autoconstruir con un sistema tradicional de albañilería requiere de mano de obra especializada porque es un sistema complejo que requiere de una mayor logística y cantidad de obreros por los detalles inmersos en sus procesos.

Además, los peligros de que la edificación pueda presentar incongruencias con relación a la estructura, la calidad constructiva de la misma y su baja resistencia es muy alta, además que México se encuentra entre los 15 países del mundo con mayor población expuesta a los desastres naturales, de acuerdo con la ONU.

Considerado el punto anterior, es común ver que las tácticas que usan los autoconstructores para resolver sus necesidades habitacionales no siempre terminan siendo las más apropiadas. Herrera Silva resume en una breve lista, las fallas más comunes que se pueden encontrar en una vivienda autoconstruida de albañilería (Herrera, 2023):

- Falta de vigas de amarre entre las columnas de refuerzo.
- Fallas de empuje de edificios colindantes, debido a que no se respeta las juntas de medianera.
- Inadecuadas secciones en elementos estructurales.
- Mala calidad de materiales.

Esta lista ofrece puntos en específicos, aunque bien podría extenderse hasta llegar a términos de normatividad urbana, problemas de diseño y materiales de construcción, e incluso de los problemas legales que puedan verse involucrados en el tema.

La mayor parte de la práctica autoconstructiva es ilegal. Esa ilegalidad debe entenderse como un proceso múltiple que se encuentra tanto en el mecanismo de apropiación del suelo como en la forma de incorporarlo al suelo urbano; se vulnera el régimen de propiedad, se infringe la legislación urbana y en ocasiones, el uso de servicios urbanos (Barajas, 1996).

Retomando el trabajo del profesor L. Felipe Cabrales, es posible analizar que el origen de este problema está ligado directamente a la fuerza y movilización que tienen los protagonistas.

Los auto constructores tienen sobre su mesa una serie de ventajas y desventajas a la par. Por su parte, la autoconstrucción representa el porcentaje más alto de producción de ciudad, eso inevitablemente ayuda al gobierno y convierte a este tipo de vivienda en un negocio redondo. Es aquí donde el problema tiene repercusiones como la precariedad urbana, lo que escala a una sociedad insatisfecha en cuestión de sus necesidades.

¿Es posible cambiarlo? Una invitación a la experimentación material.

48

Hasta este momento sería posible elaborar una lista propia de las fallas por corregir en un sistema de albañilería usado en la autoconstrucción. Dicha lista hablaría primeramente de buscar una alternativa para solucionar el tema de la complejidad del sistema. Hemos visto que el origen de las fallas estructurales está relacionado al desconocimiento de las técnicas correctas para la ejecución de la obra, entonces ¿se puede ofrecer un sistema que sea más sencillo de ejecutar?

El siguiente punto para considerar en la lista sería el relacionado al aspecto económico. En páginas previas, se ha analizado que las personas optan por autoconstruir sus viviendas por motivos económicos (tanto material como de logística), lo cual es fundamental para la creación del sistema de autoconstrucción que en este documento se propone, puesto que una de sus características es la de mantener a este sistema dentro de los parámetros “asequibles” para cualquier persona.

La pregunta del ¿cómo? Tiene consigo considerar el origen del sistema. Sin duda alguna la materialidad juega un papel importante en el desarrollo de un sistema de autoconstrucción. El sistema tradicional falla desde ahí, desde la obtención de la materia prima para su elaboración, su transporte y casi siempre el mismo destino; convertirse en un desecho. Es entonces que surge la necesidad de usar materiales de bajo impacto ambiental, en todos los aspectos posibles, que contribuyan a la reducción de la cantidad de residuos que llegan al vertedero.

¿Cómo se hará? Una ventana de oportunidad.

La elección del sistema y técnica de construcción la mayor parte del tiempo se da por hecho y está más relacionado con la sociedad, la cultura y la historia que por la experimentación y la búsqueda de nuevos sistemas de materialidad en el proceso de diseño que apoyen la expresividad del edificio. Principalmente se elige la técnica constructiva tradicional que, con la experimentación de un sistema diferente, incluso algunas veces las formas e ideas arquitectónica se ven limitadas por el poco conocimiento de las posibilidades técnicas (Ledesma, 2014).

49

Conclusión.

A partir de todos los datos y conceptos previamente analizados se determinó que el presente tema de tesis se encuentra dirigido hacia un esquema de vivienda autoconstruida ya que, se propone un prototipo de material de construcción el cual tenga la posibilidad de literalmente crearse por cualquier usuario sin conocimientos técnicos, a partir del uso de materiales de desecho como el caucho proveniente de neumáticos en desuso, procesado y mezclado en conjunto con otros materiales bajo una dosificación específica, obtenida como resultado de un proceso de experimentación material y pruebas de laboratorio, junto con el desarrollo de una iteración de vivienda modular construida con el prototipo de material antes mencionado y con la posibilidad de ser edificada por el mismo usuario que eventualmente ocupará la vivienda.

CASOS ANÁLOGOS

Los casos análogos se definen como aquellos ejemplos destacados con relación a un tema en específico, y cuyo objetivo es recopilar y analizar la información obtenida de estos con el objetivo de encontrar comunes denominadores, conocer la forma en que fueron resueltos con base en un contexto y una problemática determinada, y el establecimiento de pautas de diseño.

Para ello se recopilan fuentes de información relevantes del tema mostrados como un antecedente de solución y como referentes evolutivos del tema, se hace un análisis de dicha información obtenida, además de comparaciones sobre el mismo, así como una reflexión sobre aquellas cuestiones que pueden ser aplicables para el tema en cuestión que se esté desarrollando.

Con esto, se obtiene como resultado el tener un panorama ampliado sobre el tema que se aborda, así como algunas directrices que funjan como guía al momento de comenzar a elaborar las primeras propuestas o iteraciones en el diseño.

En este apartado se analizarán analogías relacionadas con la autoconstrucción, así como las intervenciones que se llevaron a cabo a lo largo del tiempo en que ha tenido desarrollo este trabajo, reflejados a modo de propuestas de diseño de vivienda, trabajo de campo y experimentación material, anticipando que sería a través de esta última que el presente documento de tesis tendría énfasis ante el planteamiento de la problemática analizada previamente.

CASOS ANÁLOGOS.

En este apartado se busca plasmar analogías que se han diseñado y pensado antes, referentes al proyecto. Con el propósito de desarrollar un bloque de construcción de manera más acertada, es que se buscan algunos ejemplos parecidos o con características similares a las que se plantea el proyecto.

Vivienda modular. Bjarke Ingels Group (BIG). - “Decidieron trabajar con uno de los elementos más básicos de la arquitectura: la pared de ladrillo. Sin embargo, en lugar de ladrillos de arcilla o bloques de piedra, la pared se erige a partir de marcos de fibra de vidrio pultruidos apilados uno encima del otro.”

Serpentine pavilion (Reino Unido). - Objetivo: diseñar una estructura que incorpore múltiples aspectos que a menudo se perciben como opuestos: una estructura de forma libre pero rigurosa; modular pero escultural; tanto transparente como opaco.

Casa con ladrillos de sargazo (México). - Omar Vázquez (jardinero de Quintana Roo) Con este proyecto se generó un impacto positivo tanto en el medio ambiente como en la vida de las personas de escasos recursos, brindándoles un hogar totalmente sustentable. Todo inició cuando se dedicaba a recolectar el sargazo de las playas de Quintana Roo para después hacer composta.

Gracias a la prueba y error, Omar comenzó con la construcción de más bloques y logró producir 3,500 en una semana. Dos semanas después, Angelita, nombrada así en honor a su madre, ya estaba lista: era la primera casa construida totalmente a base de bloques de sargazo.

Impresión 3D. - Proyecto de la start up valenciana Be More 3D, en colaboración con otras entidades como la Universidad Politécnica de Valencia (UPV). La vivienda piloto tiene 24m², que incluirán un salón-comedor, un cuarto de baño y un dormitorio. Para montar la máquina desarrolladora por Be More 3D, según la compañía, sólo es necesario contar con tres operarios durante unas horas.

Se calcula que la máquina podría imprimir una vivienda de 60 metros cuadrados en tan solo 12 horas. Un refugio para 25 personas, víctimas de catástrofes naturales o de guerras, se construiría en apenas cinco o seis horas.

Easy Brick. – Es un ladrillo fabricado a base de residuo plástico reciclado, concretamente 330 tapones de gaseosa reciclados. La idea es sencilla pero innovadora, un ladrillo fácil de montar y que contribuye a la reducción de basura plástica.

53

Estos ladrillos pesan menos de 1 kg., por sus paredes conforman tres capas de aire, eso lo hace totalmente aislante térmico. Su principal ventaja es la rapidez de obra que brinda. Puedes construir un muro de 3 metros en 2-3 horas, según la destreza que tengas con estos ladrillos.

Bahareque. - El bahareque es un sistema constructivo que ha sido utilizado durante épocas para la construcción de viviendas en pueblos indígenas de América. Este sistema consiste en una serie de cañas o palos entretrejididos con un acabado de barro, frenándose las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera.

Este método constructivo ha demostrado su buen comportamiento frente a terremotos, pero además, presenta otras ventajas como, por ejemplo, su bajo coste o su simplicidad constructiva. Además, el bahareque requiere muy pocos recursos, lo que le convierte en una técnica excelente para construir viviendas en zonas donde estos recursos son limitados.

**CASOS ANÁLOGOS. INTERVENCIONES PROPIAS:
ITERACIÓN CASA MURO**

ITERACIÓN CASA MURO.

La primera iteración llevada a cabo y concebida por el autor del presente trabajo, fue la de la Casa Muro, la cual surgió con el objetivo de proporcionar una alternativa de solución para la edificación de una vivienda digna a un sector de población específico; el económicamente vulnerable, cuyo diseño permitiera la práctica de la autoconstrucción, teniendo como enfoque de estudio la colonia Lomas del Sur, y en particular a un asentamiento irregular denominado Brisas del Sur, con una extensión de 19,076 m², localizado en la ciudad de Morelia.

El concepto principal del proyecto fue el de una solución espacial a partir del acomodo de los objetos más comunes en las viviendas a lo largo de un muro que fungiría como sistema estructural y contenedor de instalaciones, y que de la misma manera se pudieran establecer los espacios sociales, de descanso y de servicios a partir de la extrusión de la cimbra con la que se colocaría el muro, puesto que este había sido propuesto de concreto armado.

Aunque la Casa Muro ofrecía una alternativa de solución a la problemática de la falta de espacios dignos para las familias que se visitaron, posteriormente a la propuesta de esta iteración se analizó que una de las problemáticas presentes en este prototipo sería el de su ejecución, pues su construcción requeriría mano de obra especializada, principalmente para el armado de la cimbra, el cálculo de las dimensiones de la cimentación del muro así como de sus componentes internos, tales como el armado de acero, y la construcción propiamente de este elemento estructural.

A lo largo de los dos años en que se desarrolló el proyecto, se llegó a la conclusión que este no sería fácil en cuanto a su ejecución se refiere, debido a las características que debe poseer un elemento estructural de concreto armado, y que a su vez incumpliría con el objetivo de crear un sistema constructivo más sencillo.

Durante el desarrollo de esta iteración, se llevaron a cabo entrevistas a los pobladores del sitio para conocer sus expectativas y necesidades, encontrando con

que poseían carencias de espacios y mobiliario adecuado para guardar objetos personales, mientras que, a escala barrial, se señaló la falta de mobiliario urbano.

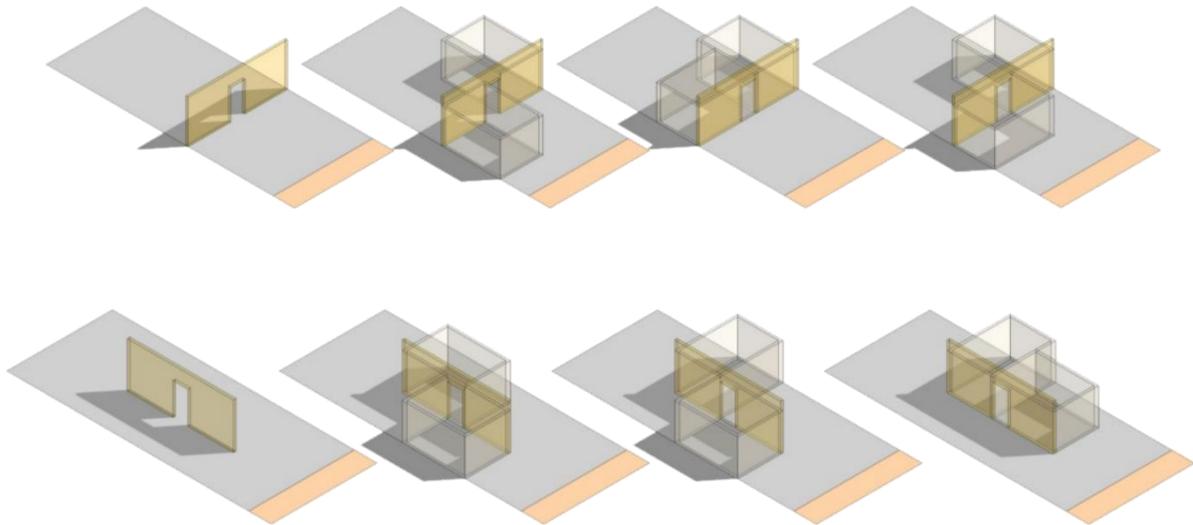


Ilustración 9. Configuraciones de la Casa Muro. Elaboración propia.

Caso de estudio y sitio

El sitio y caso de estudio que fue propuesto y como se describió antes, se localiza en un asentamiento irregular denominado “Brisas del Sur” ubicado en la colonia Lomas del Sur, al interior de la localidad de Morelia, en el que se encuentran establecidas 160 familias que autoconstruyen sus viviendas con materiales de escasa resistencia a la intemperie como tablas de madera de pino, láminas de asbesto y de acero galvanizadas, o reutilizando todo aquel material considerado como residual del que sea posible obtener provecho alguno.

La forma en que dicho asentamiento se originó fue debido a un proceso paulatino de ocupación irregular del espacio ante la falta de medios económicos para la adquisición de la vivienda de manera regular, esto como producto de un fenómeno de migración del lugar de origen de los ahora pobladores de la colonia a esta localidad, a quienes al mismo tiempo les tomó alrededor de dos generaciones construir sus viviendas con los escasos medios que tenían a la mano: un proceso infinito de agregación y acumulación de espacios, en zonas de riesgo sin servicios e inapropiados.

Existió un acercamiento previo desde hacía 10 años, y la relación con los pobladores permitió realizar una serie de estudios que fueron derivando en proyectos de prospección para intentar resolver sus necesidades.

Gracias a este análisis, en donde se apreció que los materiales de desecho son la materia prima con la que las personas de ese entorno elaboran sus viviendas. Se optó por dar un nuevo enfoque y repensar en una nueva adaptación de estos materiales, lo que derivó en una nueva alternativa de solución.

A continuación, se muestra una infografía de elaboración propia con datos estadísticos recabados del sitio en el que se llevó a cabo dicha interacción.



EL SITIO



57

Colonia Lomas del Sur - Asentamiento irregular - Extensión: 19,076m² - 160 familias
160 LOTES 7X16 (112 m²) - Pendientes variables de 5% al 10% - Solo contaba con servicio de luz



Ilustración 10. Análisis del sitio de estudio. Elaboración propia.



Diseño de la vivienda

Para el diseño de la vivienda modular se comenzó con el acomodo de los objetos más comunes en las viviendas visitadas, mientras que de las 160 existentes en el asentamiento, sólo se obtuvo el acceso a 8 de estas, las cuales fueron analizadas una por una con el objetivo de saber cuáles eran los espacios que requerían en base a los objetos que ocupaban día a día.

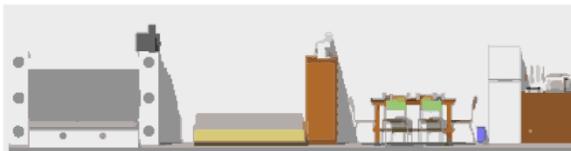
59



Mobiliario planta 1



Mobiliario planta 2



Mobiliario alzado 1



Mobiliario alzado 2



Mobiliario perspectiva 1



Mobiliario perspectiva 2

Ilustración 11. Diseño de la vivienda a partir del acomodo de objetos. Elaboración propia.

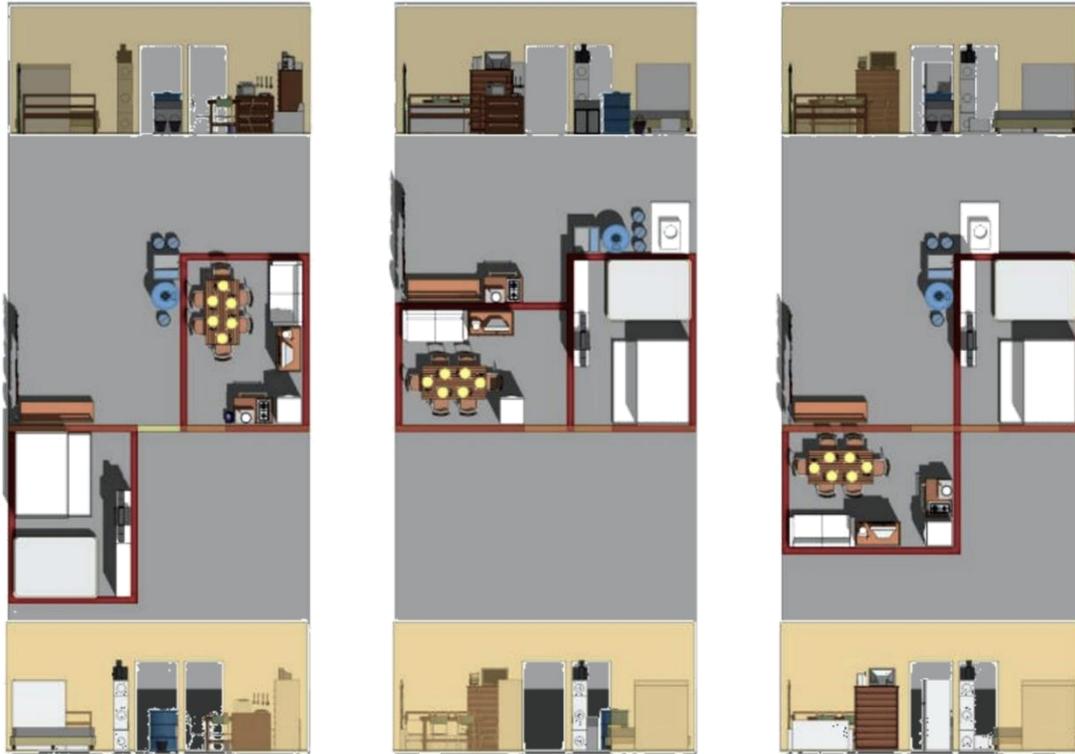
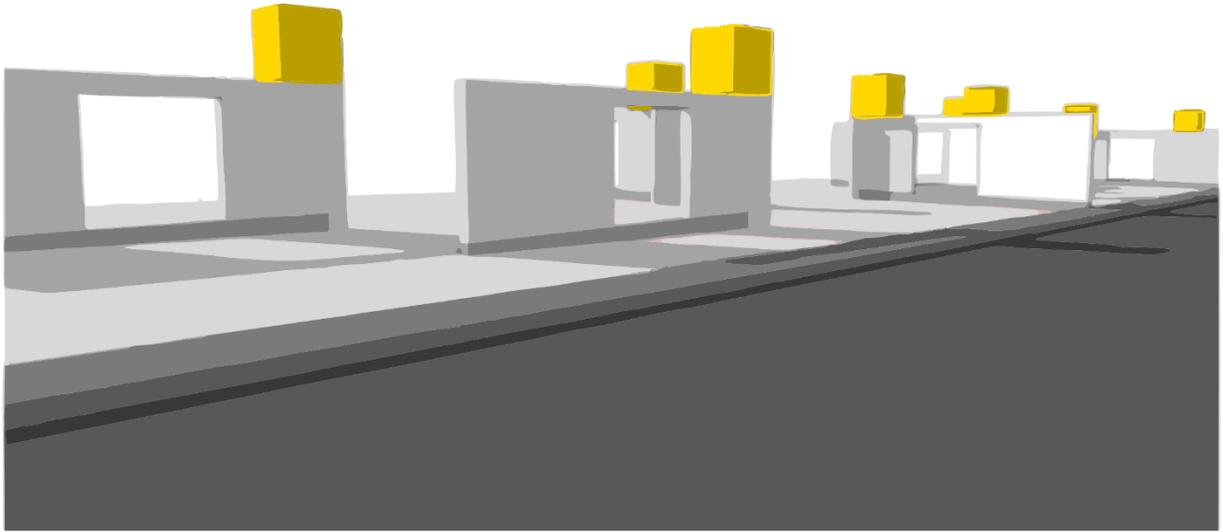


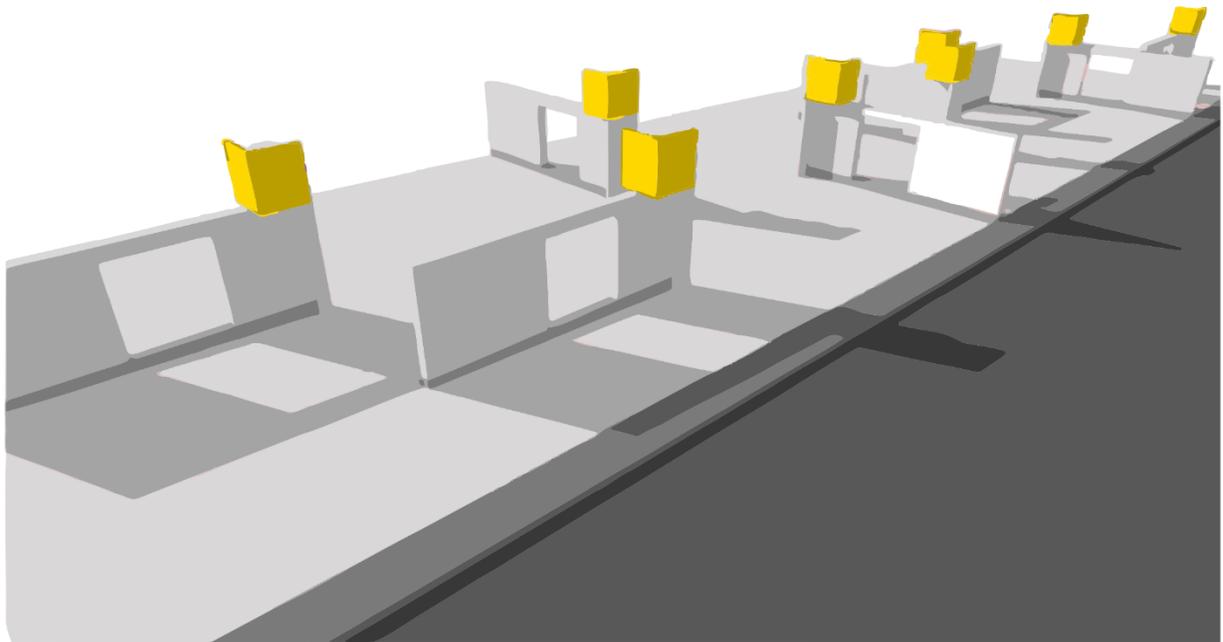
Ilustración 12. Propuestas de distribución espacial. Elaboración propia.

Tal y como se señaló en páginas previas, se llegó a la conclusión que el sistema constructivo implicaba emplear mano de obra especializada por tratarse de un muro de concreto armado, así como de un posible cálculo estructural para la obtención de datos relacionados con la cantidad de acero a emplear, el diámetro de las varillas, amarres, traslapes, dobleces, longitudes de desarrollo, etcétera, dentro del cual se integrarían las instalaciones al mismo tiempo, considerando que podría tener un mayor número de solicitudes en cargas en caso de que la vivienda se ampliara en un futuro e incrementase el número de espacios, tanto horizontal como verticalmente.

Sin embargo, de este primer acercamiento surgieron nuevas alternativas de solución tales como el diseño de mobiliario y artefactos con la función de servir para el desarrollo de las actividades al interior y exterior de la vivienda.



61



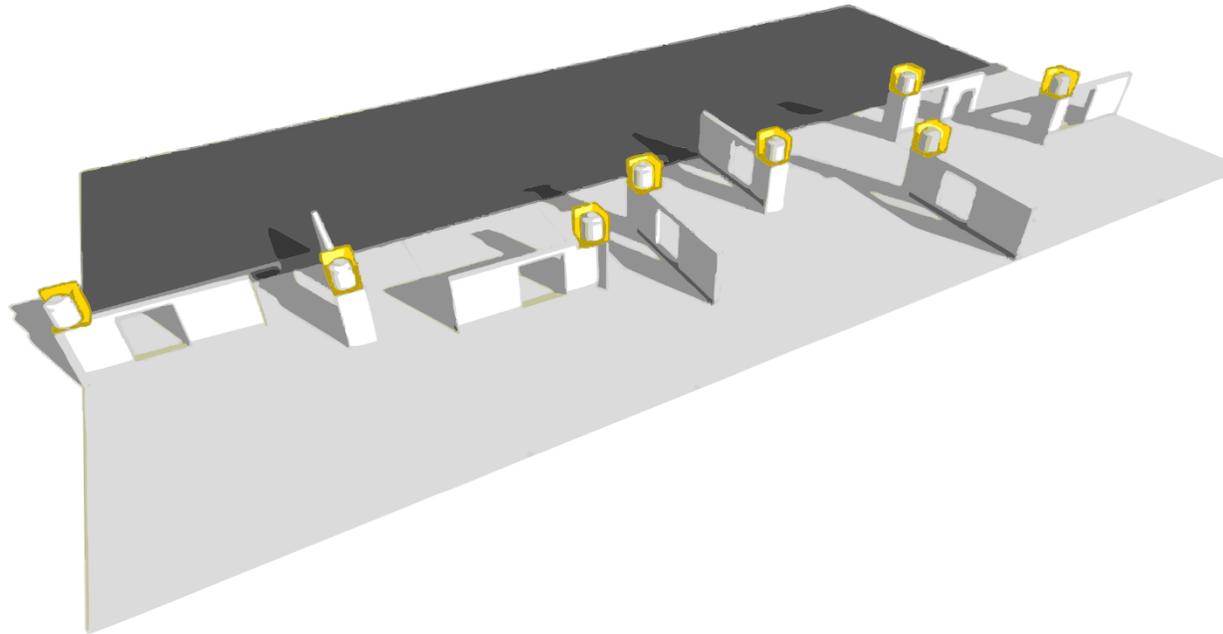
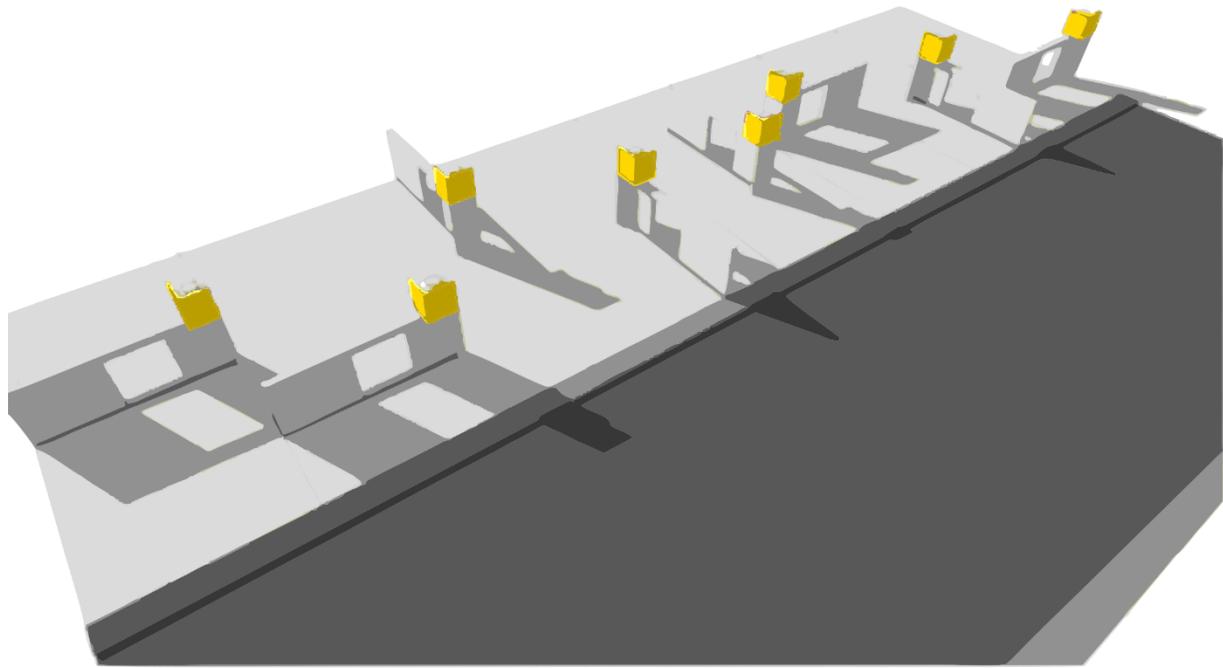


Ilustración 13. Propuestas de sembrado de muros. Elaboración propia.

EXPERIMENTACIÓN MATERIAL

PLANTEAMIENTO.

A la naturaleza se le puede definir como un sistema cíclico y dinámico, diferenciada por la diversidad y la interconexión de sus componentes, en el que la transformación es intrínseca y el residuo no existe. Por el contrario, nuestra sociedad es un sistema rígido y lineal, caracterizado por la uniformidad, en el que el deseo de fijar vínculos existentes da como resultado una cantidad excesiva de residuos y carencia de diversidad. Ambos sistemas deben conectarse, incluye la integración del proceso natural en nuestras prácticas.

El reciclaje, que brota como nexo de una unión entre ambos sistemas, tiene por objeto transformar la sociedad actual en una más sostenible, y hacer un uso más eficaz de los recursos.

De los materiales más usados en este tipo de sistema de la sociedad tenemos el poliestireno expandido (unicel), el polietileno de alta densidad, (HDPE) así como el caucho sintético utilizado en las llantas de los vehículos; de los cuales el PET ha sido de los más reciclados en los últimos años.

Uno de los principales materiales de desecho y que más se acumulan en vertederos, son los materiales plásticos, polipropilenos, poliuretanos, poliestireno (unicel) y caucho, con los cuales realizó una prueba material para determinar características de resistencia, aislamiento térmico e impermeabilidad.

Los talleres experimentales que se llevaron a cabo en la comunidad permitieron realizar iteraciones con diferentes materiales de desecho ya antes mencionados para la fabricación de bloques que pudieran servir para la construcción. La finalidad de esto fue el obtener un material con características particulares, mientras que el término experimental hace referencia a un modo de creación no necesariamente secuencial y lineal.

El producto de la experimentación fue un resultado para nada lineal a base de prueba y error a lo largo de estos años. Esta experimentación se realizó con tres

materiales distintos como son el poliestireno expandido (unicel), polietileno de alta densidad (HDPE) y por último el caucho molido reciclado de llantas; así como materiales base: cemento, agua y pegamento.





REFLEXIONES

Centrar el tema de investigación de este documento en la conformación de un proceso creativo para el diseño de un nuevo material de construcción resulta en algo arriesgado, aunque satisfactorio por sus resultados, puesto que se busca el reciclaje de materiales hechos a base de polímeros que poseen un tiempo de degradación prolongado, todo esto con el propósito de crear nuevas alternativas en materiales de construcción.

67

A continuación, se enuncian las características encontradas de los tres materiales elegidos con los que se llevaron a cabo las experimentaciones.

Poliestireno expandido (Unicel).

El poliestireno es un plástico al que se le introduce aire en su masa, por lo que su composición es 5% materia y 95% aire. Es un material derivado del petróleo y su tiempo de degradación es de aproximadamente más de 1000 años.

Propiedades:

- Bajo peso: puesto que proporciona ligereza en las estructuras y tiene una gran resistencia.
- Inocuidad: impide el crecimiento de hongos y bacterias.
- Protección térmica mantiene la temperatura constante.
- Amortiguamiento: absorbe golpes y vibraciones.
- Resistencia a la humedad: repele el agua.

Polietileno a alta densidad. (HDPE).

Utilizado en la elaboración de envases, botellas y tuberías, este material es un polímero termoplástico también proveniente del petróleo. Su densidad molecular es de alta, lo que determina una mayor resistencia y dureza.

Propiedades:

- Ligereza: el proceso de transporte y manipulación es fácil.
- Flexibilidad: se adapta a cambio de direcciones y curvas.
- Resistencia: soporta cargas verticales debido a su estructura molecular densa.
- Vida útil: estimada es de 50 años resiste líquidos abrasivos, impactos y químicos.

Caucho sintético.

68

Es un tipo de elastómero con la propiedad mecánica de sufrir mucha deformación elástica y regresar a su tamaño previo sin deformación permanente.

- Elasticidad.
- Resistencia ante ácidos y sustancias alcalinas.
- Aislante de temperatura y electricidad.

CARACTERIZACIÓN MATERIAL.

La caracterización de materiales se define como el proceso en donde se estudian las propiedades morfológicas, físicas y químicas de una sustancia o material con el objetivo de conocer los datos relacionados con su resistencia o las posibles aplicaciones que esta puede tener. Con base en esto se pueden hacer estimaciones de otro tipo de características tales como el tiempo de vida útil de un material en particular.

Existen múltiples técnicas para la caracterización de materiales tales como la espectrografía, microscopía, cromatografía, entre otros, aunque para efectos de conocer las propiedades físicas de los **materiales empleados en la construcción** existen los **ensayos mecánicos**, en donde se elaboran experimentos de dureza, torsión, tracción, compresión y flexión, es decir, son pruebas en donde se aplican distintos tipos de fuerzas mecánicas con el objetivo de analizar las propiedades de durabilidad y resistencia.

Por su parte, es en los ensayos mecánicos en donde se busca conocer la idoneidad para las aplicaciones propuestas de un material en específico, ya que lo anterior es un requisito indispensable en el diseño de productos y piezas que a su vez se encuentran sometidos bajo los estándares de organizaciones como la ASTM (American Society for Testing and Materials) e ISO (International Organization for Standardization).

A continuación se describirán algunos de los diferentes tipos de ensayos mecánicos.

- **Pruebas de tracción:** son pruebas de resistencia que consisten en la aplicación de esfuerzos opuestos en cada lado del material hasta su rompimiento, en la cual se determinan las propiedades de tracción, deformación y deformación por fluencia.

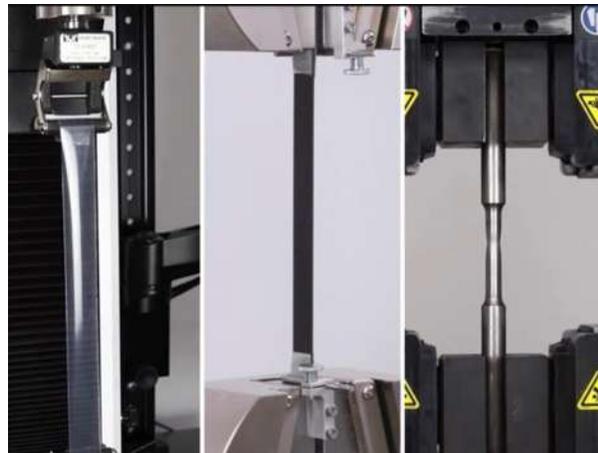


Ilustración 14. Prueba de tracción. Fuente: Imágenes de Google.

- Pruebas de torsión:** son aquellas en donde se analiza la forma en que se comporta un material ante la presencia de fuerzas de tensión con un desplazamiento angular, lo cual da como resultado la información relacionada con el módulo de elasticidad de corte (medida de la rigidez de un material), el límite elástico de corte, la resistencia al corte, el módulo de ruptura del corte y la ductilidad (capacidad de deformación plástica sin rompimiento).



Ilustración 15. Prueba de torsión. Fuente: Imágenes de Google.

- Pruebas de compresión:** en ellas se analiza el comportamiento de un material ante la presencia de cargas de aplastamiento en materiales como metales, plásticos, cerámica, concreto entre otros. Los estándares definidos para este tipo de pruebas son la ASTM D3574 para materiales celulares flexibles, la ASTM D695-15 para plásticos rígidos, ASTM C109 para cubos de concreto de 2 pulgadas y la ISO 844 para plásticos celulares rígidos.



Ilustración 16. Prueba de compresión. Fuente: Imágenes de Google.

- Pruebas de fluencia:** consisten en someter un material ante esfuerzos de tensión constante a altas temperaturas y registrar la deformación en un intervalo de tiempo específico y se emplea en materiales como metales, resortes y uniones soldadas.

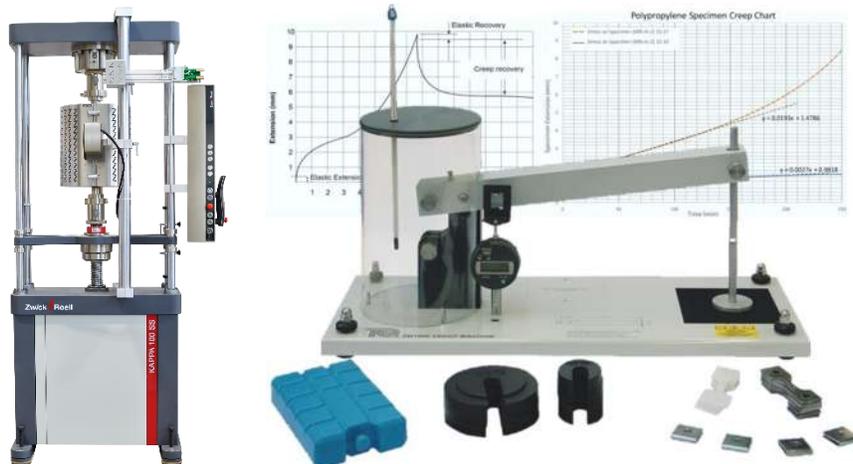


Ilustración 18. Máquinas para ensayos de fluencia. Fuente: Imágenes de Google.

Además de las pruebas antes señaladas, existen otros tipos de ensayos mecánicos que miden las propiedades intrínsecas de los materiales, es decir la rigidez, dureza y resistencia a la corrosión.



Ilustración 19. Medidor de impacto y de dureza respectivamente. Fuente: Imágenes de Google.

Dentro de todas las variables de ensayos mecánicos que hay, también se encuentran las pruebas no destructivas, las cuales tienen la capacidad de evaluar un material sin alterar sus propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales tal y como sí lo hacen todos los ensayos descritos con anterioridad.

Algunos de estos tipos de ensayos son las emisiones acústicas, pruebas electromagnéticas y pruebas de fugas.

Con base en lo anterior, se determinó que, acorde al tipo de material que se propone en este trabajo de tesis, la caracterización material que le compete es la de el sometimiento de pruebas a compresión.

ETAPA DE EXPERIMENTACIÓN.

BLOQUES DE HDPE.

Como primer material con el que se dio inicio fue el HDPE, es decir el polietileno de alta densidad, del cual se elaboraron dos pruebas empleando las siguientes proporciones:

72

PRUEBA 01: 09 de marzo de 2019

- 3 botes de 1 kg de HDPE en trozos pequeños.
- 1 bote de 1 kg de caucho molido.
- 1 bote de 1 kg de cemento portland.
- 1 bote de 1 kg de agua.
- 1/16 de bote de 1 kg de resina.

Resultado:

- 1 cilindro de 10 cm x 7 cm de alto y una placa de 20 x 40 x 3cm.
- Resistencia y consistencia medios.

PRUEBA 02: 16 de marzo de 2019

- 3 botes de 1 kg de HDPE en trozos pequeños.
- 1 bote de 1 kg de caucho molido.
- 1 bote de 1 kg de cemento portland.
- 2 bote de 1 kg de agua.
- 1/16 de bote de 1 kg de resina.

Resultado:

- 1 cilindro de 10 cm x 7 cm de alto y una placa de 20 x 40 x 3 cm.

- Resistencia y consistencia regulares, además que el exceso de agua hizo flotar al HDPE.



Ilustración 20. Experimentación con HDPE. Elaboración propia.

73

BLOQUES DE UNICEL.

El segundo material con el que se experimentó fue el poliestireno expandido o unicel junto con el uso del caucho molido utilizado en menor proporción, y de la misma forma en como se realizaron las iteraciones con el material anterior, las proporciones que se emplearon en las mezclas fueron de modo empírico, realizando hasta dos pruebas y obteniendo de este modo los siguientes resultados:

PRUEBA 01: 09 de marzo de 2019

- 2 botes de 1 kg de unicel en trozos pequeños.
- 1 bote de 1 kg de caucho molido.
- 1 bote de 1 kg de cemento portland.
- 1 bote de 1 kg de agua.
- 1/16 de bote de 1 kg de resina.

Resultado:

- 1 cilindro de 10 cm x 7 cm de alto y una placa de 20 x 40 x 3 cm.
- Resistencia y consistencia bajas.



Ilustración 21. Experimentación con poliestireno expandido. Elaboración

PRUEBA 02: 16 de marzo de 2019

- 2 botes de 1 kg de unicel en trozos pequeños.
- 1 bote de 1 kg de caucho molido.
- 1 bote de 1 kg de cemento portland.
- 2 botes de 1 kg de agua.
- 1/16 de bote de 1 kg de resina.

Resultado:

- 2 cilindro de 10 cm x 7 cm de alto y una placa de 20 x 40 x 3 cm.
- Resistencia y consistencia malas, la proporción de agua utilizada en esta mezcla flotar al unicel.

BLOQUES DE CAUCHO.

La última experimentación de materiales hecha fue con el uso del caucho molido combinado con cemento, agua y resina en las proporciones que más adelante se

describirán, destacando que con esta última experimentación se realizaron hasta 6 pruebas, las cuales evolucionaron hasta convertirse en un material estandarizado.

PRUEBA 01: 9 de marzo de 2019

- 6 botes de 1 kg de caucho molido.
- 2 botes de 1 kg de cemento portland.
- 3 botes de 1 kg de agua.
- 1/16 de bote de 1 kg de resina.

75

Resultado:

- 1 block de 40 x 20 x 10 cm en un molde de MDF y 1 cilindro de 10 cm x 7 cm de alto.
- Resistencia y consistencia buenas.



Ilustración 22. Primeras pruebas con caucho. Elaboración propia.

PRUEBA 02: 21 de marzo de 2019

- 3 botes de 1 kg de caucho molido.
- 1 bote de 1 kg de cemento portland.
- 1.5 botes de 1 kg de agua.
- 1/32 de bote de 1 kg de resina.

Resultado:

- 12 cubos de 5 x 5 x 5 cm y 1 placa de 40 x 40 x 3 cm.
- Resistencia y consistencia buenas.



Ilustración 23. Pruebas con caucho. Elaboración propia.



76

PRUEBA 03: 21 de marzo de 2019

- 3 botes de 1 kg de caucho molido.
- 1 bote de 1 kg de cemento portland.
- 1.5 botes de 1 kg de agua.
- 1/32 de bote de 1 kg de resina.

Resultado:

- 12 cubos de 5 x 5 x 5 cm.
- Resistencia y consistencia buenas.



Ilustración 24. Resultados de la 3ra prueba con caucho. Elaboración propia.

PRUEBA 04: 15 de abril de 2019

- 9 botes de 1 kg de caucho molido.
- 3 botes de 1 kg de cemento portland.
- 4.5 botes de 1 kg de agua.
- 3/8 de bote de 1 kg de resina.

Resultado:

- 3 blocks de 40 x 20 x 20 cm y 1 block de 20 x 20 x 20 cm en nuevos moldes de madera con forma machihembrada.
- Resistencia y consistencia buenas.



Ilustración 25. Resultados de la 4ta prueba con caucho. Elaboración propia.

PRUEBA 05: 22 de abril de 2019

- 6 botes de 1kg de caucho molido
- 2 botes de 1kg de cemento portland
- 3 botes de 1lt de agua
- 1/16 de bote de 1kg de resina
- 3/8 de bote de 1kg de color para cemento amarillo ocre.



Ilustración 26. Resultados de la 5ta prueba con caucho. Elaboración propia.

Resultado:

- 1 block de 40 x 20 x 20 cm y 1 block de 20 x 20 x 20 cm en nuevos moldes de madera.
- Resistencia y consistencia buenas.

Después de casi 2 años se hicieron unas nuevas pruebas con un molde ya fabricado y así poder hacer el bloque fabricado con las siguientes proporciones en la mezcla:

PRUEBA 06: 15 de junio de 2021

- 6 botes de 1 kg de caucho molido.
- 2 botes de 1 kg de cemento portland.
- 3 botes de 1 kg de agua.
- 1/16 de bote de 1kg de resina.

78

Resultado:

- 1 block de 40 x 20 x 10 cm en un molde de MDF y 1 cilindro de 10cm x 7cm de alto.
- Resistencia y consistencia buenas.



Ilustración 27. Bloques convencionales de caucho hechos en fábrica.
Flaboración propia



Ilustración 28. Bloques convencionales de caucho hechos en fábrica. Elaboración propia.

A continuación, se anexa una tabla comparativa de las pruebas realizadas en esta etapa de la experimentación material.

TABLA COMPARATIVA DE MUESTRAS				
Material	No. Prueba	Tamaño de muestras	Dosificación	Resultados
HDPE	1	1 cilindro de 10 cm de diámetro x 7 cm de alto, 1 placa de 20x40x3 cm	3 kg de HDPE, 1 kg de caucho, 1 kg de cemento, 1 lt de agua, 1 lt de resina	Resistencia y consistencia medios
	2	1 cilindro de 10 cm de diámetro x 7 cm de alto, 1 placa de 20x40x3 cm	3 kg de HDPE, 1 kg de caucho molido, 1 kg de cemento, 2 lts de agua, 0.0625 kg de resina	Resistencia y consistencia regulares, la dosificación en el agua hizo flotar al HDPE
Poliestireno expandido (unicel)	1	1 cilindro de 10 cm de diámetro x 7 cm de alto, 1 placa de 20x40x3 cm	2 kg de unicol en trozos, 1 kg de caucho molido, 1 kg de cemento portland, 1 lt de agua, 0.0625 kg de resina	Resistencia y consistencia bajas
	2	1 cilindro de 10 cm de diámetro x 7 cm de alto, 1 placa de 20x40x3 cm	2 kg de unicol en trozos, 1 kg de caucho molido, 1 kg de cemento portland, 2 lts de agua, 0.0625 kg de resina	Resistencia y consistencia mala, la dosificación en el agua hizo flotar al unicol
Caucho triturado	1	1 cilindro de 10cm de diámetro x 7 cm de alto, 1 cubo de 20x40x10 cm y	6 kg de caucho molido, 2 kg de cemento portland, 3 lts de agua, 0.0625 kg de resina	Resistencia y consistencia buenas
	2	12 cubos de 5x5x5 cm, 1 placa de 40x40x3 cm	3 kg de caucho molido, 1 kg de cemento portland, 1.5 lts de agua, 0.031 kg de resina	Resistencia y consistencia buenas
	3	12 cubos de 5x5x5 cm	3 kg de caucho molido, 1 kg de cemento portland, 1.5 lts de agua, 0.031 kg de resina	Resistencia y consistencia buenas
	4	3 bloques de 40x20x20 cm, 1 bloque de 20x20x20 cm, ambos con forma machihembrada	9 kg de caucho molido, 3 kg de cemento portland, 4.5 lts de agua, 0.375 kg de resina	Resistencia y consistencia buenas
	5	1 bloque de 40x20x20 cm, 1 bloque de 20x20x20 cm, ambos con forma machihembrada	6 kg de caucho molido, 2 kg de cemento portland, 3 lts de agua, 0.0625 kg de resina, 0.375 kg de color para cemento amarillo ocre	Resistencia y consistencia buenas
	6	1 bloque de 40x20x20 cm, 1 cilindro de 10 cm de diámetro x 7 cm de alto	6 kg de caucho molido, 2 kg de cemento portland, 3 lts de agua, 0.0625 kg de resina	Resistencia y consistencia buenas

Tabla 01. Tabla comparativa de muestras. Elaboración propia.

JUSTIFICACIÓN DEL USO DEL CAUCHO COMO MATERIA PRIMA DEFINITIVA.

A diferencia de las pruebas hechas con el HDPE y el poliestireno expandido, los productos obtenidos en cada una de las pruebas hechas con el caucho triturado se observaron buenos resultados en cuanto a su resistencia y consistencia se refiere.

Por su parte, las pruebas hechas con HDPE y el poliestireno expandido presentaron resistencias y consistencias de medias a malas, en parte también debido a que fueron las primeras experimentaciones que se llevaron a cabo y en donde las dosificaciones empleadas no fueron las idóneas.

A su vez, cabe destacar que el caucho triturado comercialmente hablando es posible adquirirlo a granel o en viajes con camiones como si de arena, tepetate, piedra o grava se tratase, teniendo otras aplicaciones como parte de las materias primas en la fabricación algunos impermeabilizantes y asfaltos, o como bajo alfombra para la colocación de pasto sintético.

No obstante, el caucho triturado a granel es más costoso comparado con aquel que se obtiene a partir de neumáticos en desuso, ya que estos son considerados como materiales de desecho que poseen pocas aplicaciones luego de que la vida útil de estos llega a su fin.

Por lo tanto, debido a la gran cantidad de material de desecho del que se puede disponer, se propone que sea a partir de este tipo de productos de los cuales se extraiga la materia prima, y que económicamente hablando sea más asequible, haciendo énfasis en la población que se encuentra en condiciones de vulnerabilidad económica.

Lo anterior además contribuiría al desarrollo de materiales de construcción a partir de materias primas obtenidas de materiales de desecho, disminuyendo el volumen de estos y propiciando al reciclaje.

FORMA DE COLOCACIÓN Y DE TRABAJO DE LOS BLOQUES.

Tal y como se ha señalado previamente, se propone que la forma en que trabajen y sean colocados estos bloques, sea de la misma manera en cómo se hace en el sistema tradicional, es decir, a partir de hiladas de bloques colocados a soga y en cuatrapeo, con la diferencia en que se suprime el uso del mortero como medio de adherencia entre piezas, al poseer un sistema de ensamble tipo machihembrado, lo cual permite que estas se mantengan unidas y estables, en donde además se reducirían los tiempos de ejecución en la construcción, puesto que a la par de eliminar la mezcla de mortero para el pegado de los bloques, se eliminarían los elementos de confinamiento, tales como castillos y columnas, siendo las mismas piezas y el sistema machihembrado el que aporte la rigidez necesaria para que los muros se mantengan en pie.

82

EXPERIMENTACIÓN ESPACIAL

INTERVENCIÓN EN CAMPO CON MATERIAL DE DESECHO.

La comunidad en donde se ha centrado la intervención posee muchas de las variables a considerar en el panorama de la autoconstrucción, siendo mayormente susceptibles a un cambio para el mejoramiento de las condiciones de vida a partir de una vivienda digna. Como se ha señalado en capítulos anteriores, el área de estudio se trata de un asentamiento irregular, aunque en proceso de regularización y, en el cual, la mayoría de las casas están hechas con materiales de reciclaje, poco resistentes, y con evidentes deficiencias en diseño y estructurales.

84

El acercamiento con la comunidad se dio de manera espontánea, y que pese a la existencia de subgrupos de personas afines a ciertas formas de pensar con relación a cómo se puede tratar la problemática dentro de la misma comunidad, fue posible entablar una relación de trabajo con una de las lideresas quien, a su vez, facilitó el acceso con un sector de los habitantes, con los que eventualmente se realizaron los trabajos de intervención.

El propósito de este primer acercamiento fue para conocer de primera mano las necesidades y el contexto en el que se encuentran parte de las familias residentes del asentamiento, estableciendo de igual modo una relación de trabajo y confianza para posteriores intervenciones.

En dicho acercamiento, se propuso la fabricación de mobiliario hecho a partir de material considerado como de desecho, específicamente de tarimas o palets de madera, los cuales servirían para elaborar elementos divisorios ligeros, tales como biombos, y con ello establecer modificaciones sustanciales al interior de los espacios funcionalmente hablando.

Fueron presentados los primeros esquemas de los proyectos a desarrollar, además de una serie de instructivos o manuales detallados que explicaban la manera en la que podrían aprovechar materiales de fácil de adquisición, para convertirlos en

muebles y artefactos que contribuyeran mejorar las condiciones en que se habitan los espacios.



85

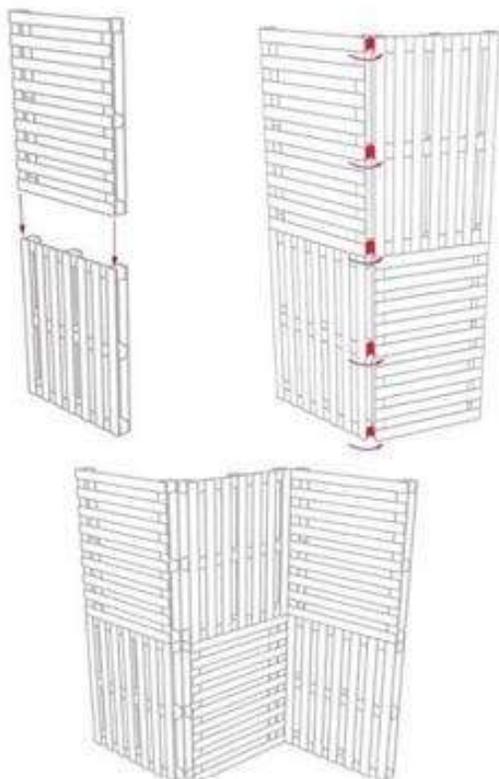


Ilustración 29. Biombos hechos con palets. Elaboración propia.



Ilustración 30. Intervención en campo. Elaboración propia.

Diseño modular.

El diseño modular es un enfoque de diseño basado en la creación de módulos que pueden ser ensamblados, desmontados y reutilizados para optimizar el tiempo y el costo de construcción. Estos módulos también pueden ser adaptados para múltiples usos y funciones.

La principal característica del diseño es su escalabilidad y reutilizabilidad, con la capacidad de añadir módulos adicionales mediante conexiones.

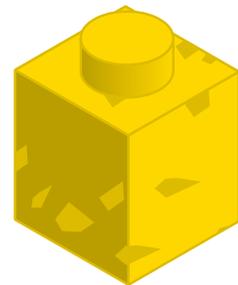
87

El objetivo de este diseño es mejorar la eficiencia, reducir costos y aumentar la productividad, al mismo tiempo que permite una mayor personalización ya que permite variar en los diseños que se puedan crear.

El módulo pensado para este ejercicio está basado en las formas de una ficha o pieza de los juguetes de la marca LEGO, un sistema de bloques de plástico con la capacidad de ensamblarse entre ellos.

Fabricación del molde.

Para la fabricación del módulo, se llegó a la conclusión, después de llevadas a cabo todas las iteraciones con las que se experimentó, de emplear la mezcla de cemento y caucho, ya que esta mezcla es ligera y de gran resistencia. El módulo diseñado en cuestión se propuso con medidas de 20 cm x 20 cm x 40 cm, es decir las mismas que las de un bloque de cemento convencional, teniendo en su diseño dos cilindros de 10 cm de diámetro en la cara macho y dos huecos cilíndricos de la misma medida en la cara hembra, lo que permiten el ensamble intercalado entre los bloques, mientras que como módulo para las terminaciones de los muros, así como uniones en muros intermedios se diseñó una pieza con medidas de 20 cm x 20 cm x 20 cm.



Por otro lado, el diseñar más de una pieza conllevó a analizar la factibilidad de formular diferentes tipos de bloques para la composición de vanos, esquinas y muros medianeros, lo cual implicaría un proceso de fabricación y experimentación más elaborado y con mayores tiempos para la obtención de resultados que respalden lo anterior, por lo que para efectos de enmarcar el presente trabajo se optó únicamente por la fabricación de los dos módulos descritos anteriormente.

Proceso de fabricación del prototipo de bloque.

88

Se procedió al mezclado del caucho molido junto con el cemento portland, la arena y la resina para cemento, hasta que todos los componentes adquieran una apariencia homogénea, agregando el agua al final de tal modo en que se consiga una pasta uniforme; previo al vertido de la mezcla al interior de los moldes son aceitados para facilitar el retiro de estos una vez la mezcla ha alcanzado la resistencia requerida, mientras que, una vez colocado el desmoldante se procede al vertido de la mezcla al interior de los moldes. Posteriormente, se dejó curar el concreto durante 7 días para eventualmente ser descimbrados.



Ilustración 31. Fabricación de molde machihembrado. Elaboración propia.

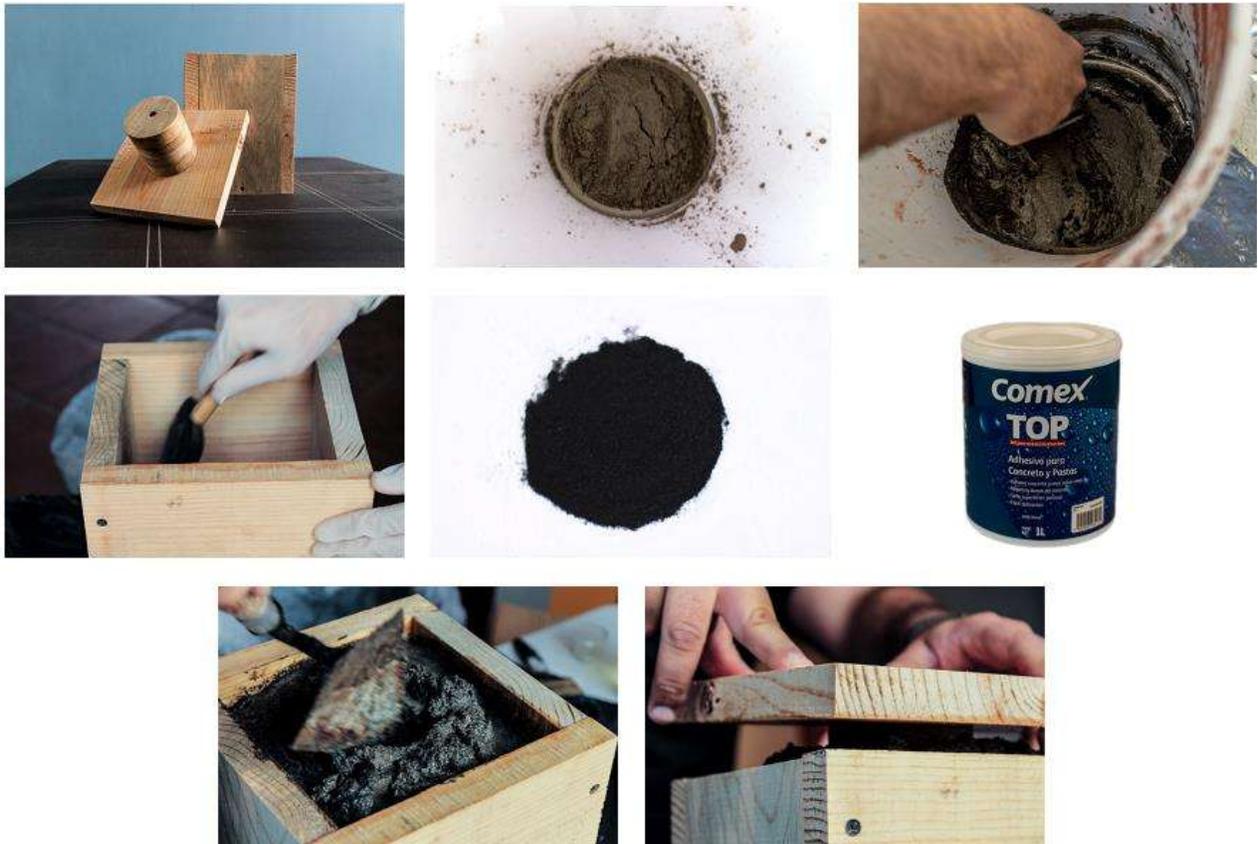
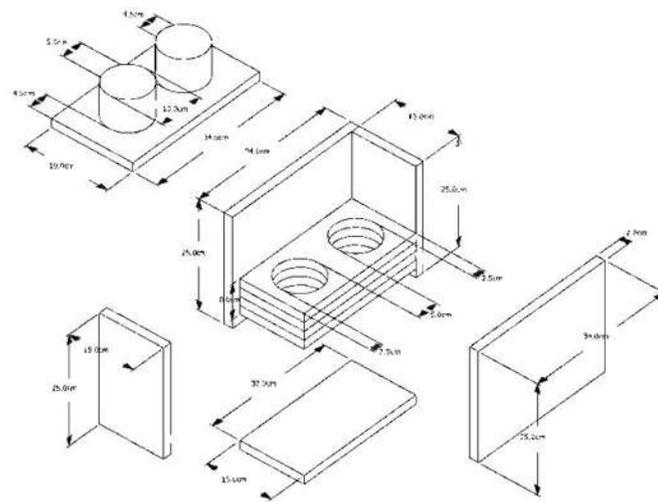
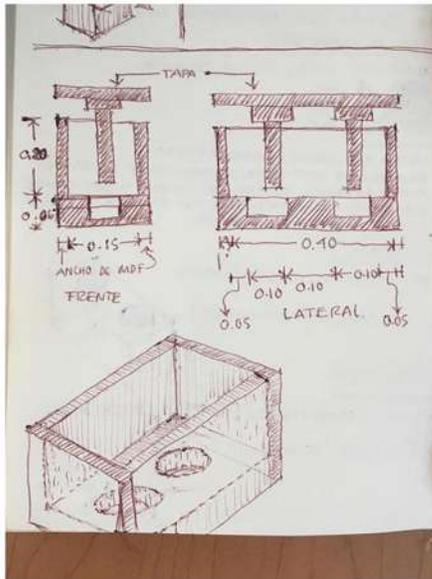


Ilustración 32. Fabricación de molde machihembrado. Elaboración propia.



90

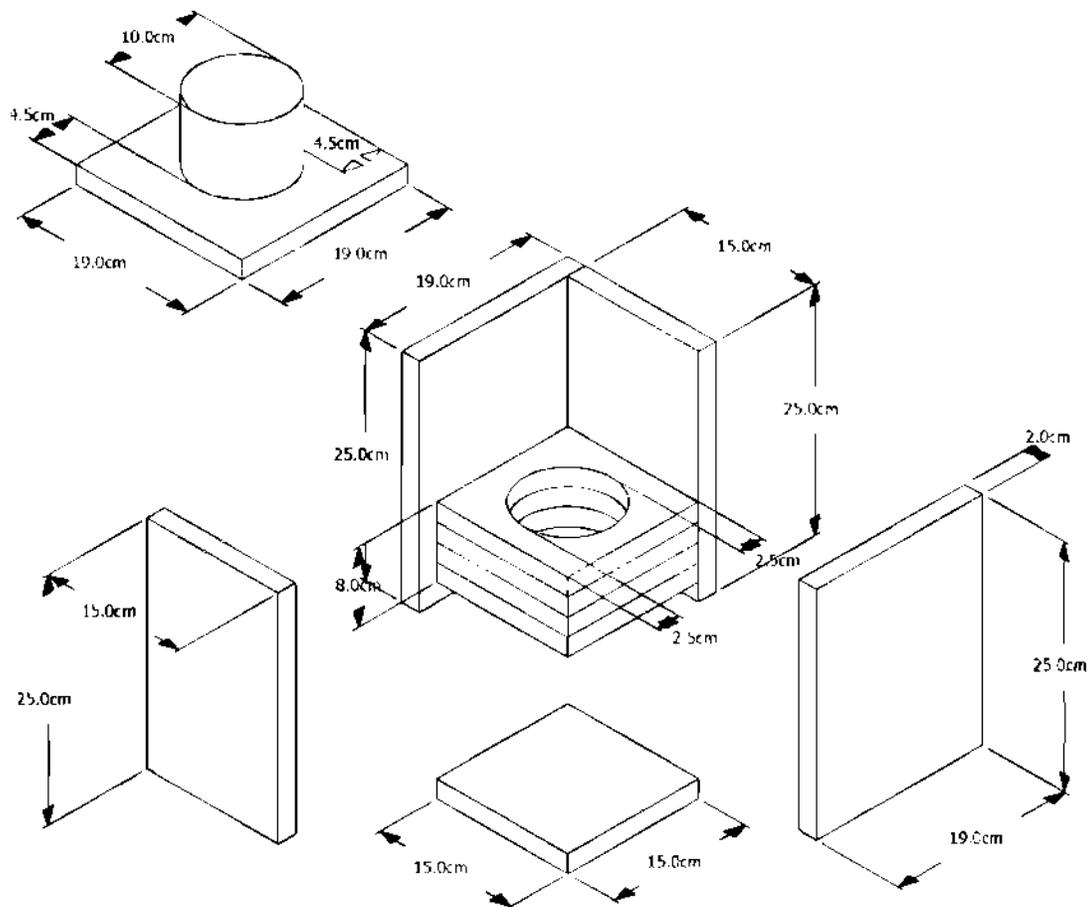


Ilustración 33. Bocetos de molde machihembrado. Elaboración propia.

ITERACIÓN VIVIENDA MODULAR

VIVIENDA MODULAR.

La segunda iteración en cuanto al diseño de vivienda se refiere fue el de la vivienda modular, la cual consistió en un prototipo en donde se conjugaron los conceptos de módulo y autoconstrucción, esto porque en el diseño de ella se propuso la implementación de los bloques de caucho machihembrado como principal material de construcción para la conformación de los muros contenedores de espacios.

El término modular hace alusión a que el diseño de la vivienda contempla espacios con medidas definidas que representan a un módulo, pero al mismo tiempo por la implementación de los bloques de caucho, puesto que estos en sí mismos expresan también a un módulo repetido una n cantidad de veces, a la par que, el concepto de autoconstrucción se debe a que dichos bloques cuentan con la capacidad de ser autoportantes y manipulables por cualquier persona sin que esta posea conocimientos técnicos en construcción.

El diseño de la vivienda en cuestión se compone a base de dos “contenedores” o módulos construidos, como ya se señaló, con los bloques de caucho, cuyas dimensiones son de 3 x 6 metros, separados longitudinalmente entre sí por un pasillo vestibular central que articula a ambos módulos y funge como un área de circulación y comunicación a lo largo de los espacios.

Por su parte, se propone que cada uno de estos módulos o contenedores tengan en su interior muros divisorios hechos a base de bloques de caucho, o dependiendo de la disponibilidad de los recursos económicos, de biombos hechos a partir de tarimas o palets de madera, como los mostrados en capítulos previos.

Se consideró un sistema de cubierta provisional que estuviese hecho a partir de marcos a base de vigas mdrinas de madera apoyadas directamente sobre los muros y el uso de láminas galvanizadas, con la posibilidad de migrar hacia un sistema de cubierta ligera compuesta de perfiles metálicos conforme a las posibilidades económicas de cada familia.

Es así, que este prototipo de vivienda además de ser modular y auto construible, también puede ser considerada como progresiva por la posibilidad de hacer mejoras a lo largo del tiempo en cuanto la situación económica de cada familia sea más favorable para hacer mejoras sustanciales o extender la superficie de construcción acorde a los requerimientos particulares del usuario.

Por último, los bloques de caucho como material principal y estandarizado, se prevé que otorguen solidez, resistencia a la intemperie y calidad constructiva a la edificación de estas viviendas.

PROTOTIPO DE VIVIENDA

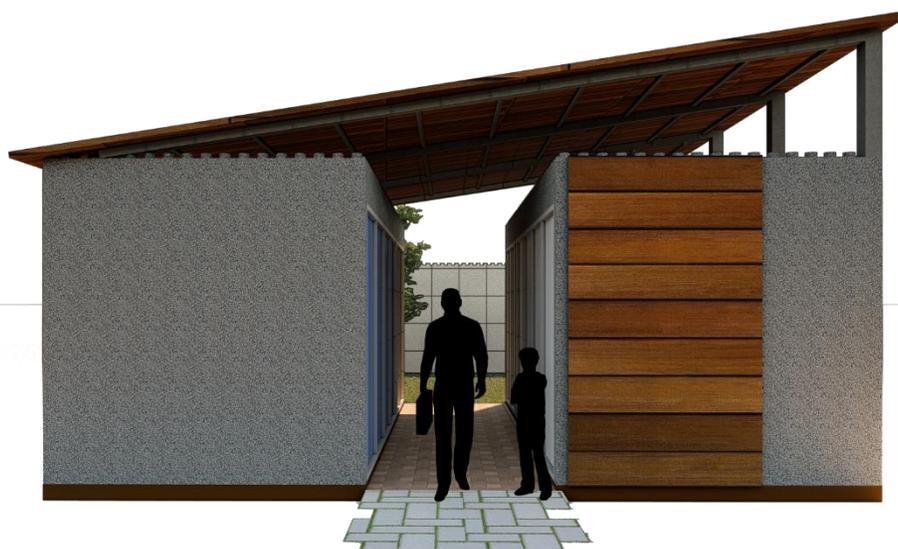


Ilustración 34. Prototipo de vivienda modular.
Elaboración propia.

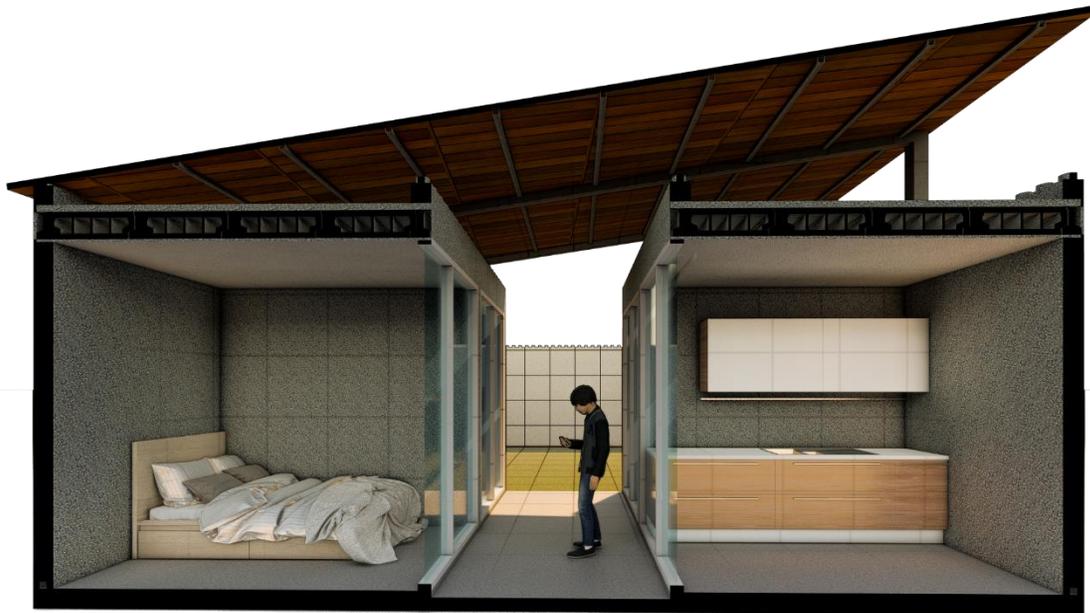


Ilustración 35. Corte transversal de prototipo de vivienda modular.
Elaboración propia.

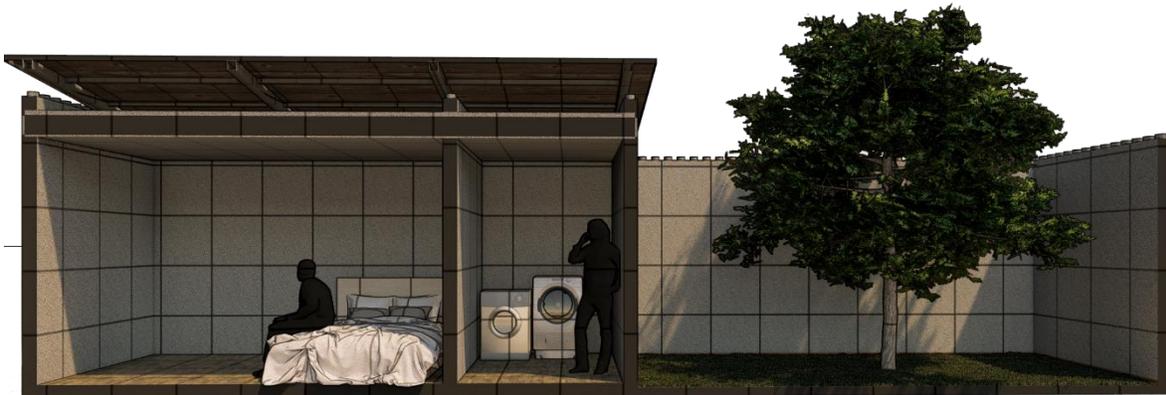


Ilustración 36. Corte longitudinal de prototipo de vivienda modular.
Elaboración propia.

VIVIENDA FLEXIBLE DE JOHN HABRAKEN.

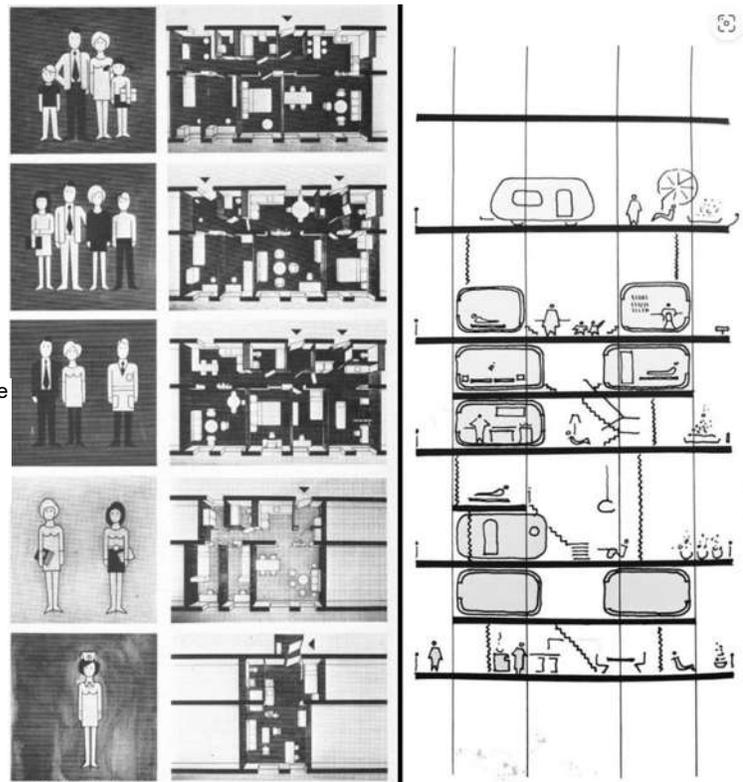
El arquitecto neerlandés John Habraken estableció la teoría de la vivienda flexible, dentro de la cual se planteaba la participación de los usuarios en todo lo relacionado con el proceso de diseño y que dichas viviendas tuvieran la capacidad de adaptarse a la evolución de las necesidades de sus ocupantes, es decir, tratar de prever los modos de uso futuro que las unidades habitacionales tendrían.

Habraken proponía que la industrialización de la construcción podría propiciar que los usuarios de la vivienda participaran del proceso de diseño y toma de decisiones, contrariamente al concepto que se tiene sobre este tipo de arquitectura generada a partir de procesos y materiales estandarizados, en donde por dicha condición y racionalización, se omite la personalización y con ello la expresión de la individualidad.

El sistema de vivienda flexible de Habraken consistía a grandes rasgos en la incorporación de “superestructuras”, las cuales pueden interpretarse como módulos estructurales, y de divisiones interiores independientes con la posibilidad de ser modificadas según las necesidades de los usuarios evolucionaran con el tiempo.

95

Diagrama 1. Izquierda: Ilustraciones y planos de distintas unidades para acomodar a diferentes tipos de habitantes. Derecha: John Habraken, descripción del principio de relleno de soportes para un folleto inédito titulado "Grondslagen



Bajo este sistema se separaban a las estructuras de los elementos divisorios generadores de espacios, agrupándose a su vez en componentes permanentes y temporales respectivamente

CONSEJOS DE DISEÑO.

Con el objetivo de proporcionar información más detallada, a continuación, se describirán algunas consideraciones o “consejos de diseño” a tener en cuenta en el diseño de una vivienda y que a su vez funja como una especie de guía.

Orientaciones. - Se recomienda que todo lo relacionado con espacios de servicio tales como cocinas, baños y cuartos de servicio se encuentren orientados al norte, las estancias, cuartos de estudio y comedores con orientaciones que pueden oscilar desde el este, sur y oeste. Por su parte, las recámaras deberán estar orientadas preferentemente al este o al sur como segunda opción, mientras que los patios de tendido hacia el oeste.

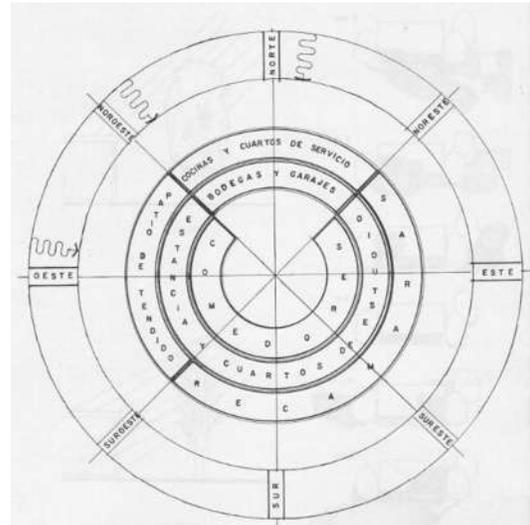


Ilustración 37. Diagrama de orientaciones. Fuente: Las medidas de una casa. Xavier Fonseca.

Iluminación y ventilación natural. –

Se recomienda que la disposición de los vanos destinados para este cometido, además de obedecer a cuestiones funcionales como las señaladas en las orientaciones, se propicie la ventilación cruzada.



Ilustración 38. Ejemplo de ventilación cruzada. Fuente: Pinterest

Espacios reducidos. – Como se ha señalado antes, cada uno de los módulos que componen a la vivienda pueden ser divididos en su interior con muros hechos a base de bloques de caucho, sin embargo también se puede hacer uso de biombos o muros plegables cuya función es la de dividir temporalmente al espacio, dotándolo a su vez de varios usos, es decir, que en determinados momentos del día, dicho espacio puede ser empleado como dormitorio dividido por un biombo para una mayor privacidad, y durante el día como área general para llevar a cabo otras actividades.



Ilustración 39. Ejemplos de biombos para delimitar el espacio de manera temporal. Fuente: Pinterest

97

Drenaje de agua pluvial en cubierta. - Se recomienda que la cubierta posea una pendiente cuya caída esté dirigida hacia un área verde, de tal modo que el agua pueda ser evacuada y con ello evitar estancamientos que se puedan traducir en filtraciones de agua al interior de los espacios

Instalaciones sanitarias. – El trazado de las tuberías y la conexión entre estas deberá a hacerse de tal modo en que todas lleven el mismo sentido hacia donde escurrirá el flujo de agua, respetando a su vez una pendiente del 2% y que las intersecciones entre estas se den por medio de conexiones con ángulos menores a 90 grados tales como las Yee's a 45 grados.

Además de lo anterior se han de considerar cajas de registro de 40x60 cm dispuestas a cada 6 metros como máximo y preferentemente en espacios de circulación como pasillos, patios de servicio y zonas libres en general.



Ilustración 40. Ejemplos de conexiones en instalaciones sanitarias.
Fuente: Pinterest

Instalaciones hidráulicas. – Para el trazado de este tipo de instalaciones se recomienda que exista la menor cantidad de quiebres, es decir que sea lo más directa posible. En baños se sugiere que las salidas de agua para la alimentación de los muebles sanitarios y regaderas se dispongan a lo largo de un solo muro, denominado también como muro húmedo, lo cual a su vez esto quiere decir que los muebles y regaderas se dispondrán igualmente a lo largo de este mismo muro, con el fin de que la trayectoria de la tubería sea lo más eficiente.

Instalaciones eléctricas. – Como criterio general se recomienda que la circuitería de una vivienda se encuentre estructurada por circuitos independientes uno del otro, es decir que, se destine un circuito exclusivo para la iluminación, otro para los electrodomésticos en cocinas, otro para los contactos en estancias, recámaras y baños, y patios de servicio, de igual forma independientes entre sí, cada uno con su propio interruptor, albergados a su vez en un centro de cargas conectado a un interruptor general que será el encargado de suministrar o desconectar la corriente eléctrica en toda la vivienda.

Circulaciones. – Se sugiere que las circulaciones no interfieran en los usos que posee cada espacio y que al mismo tiempo sean directas, por ejemplo, en un comedor, la circulación debería estar dada alrededor de este, mientras que en una estancia no se debe interponer entre los sillones y la televisión preferentemente. En una cocina debería existir el espacio suficiente para la circulación de una persona y el abatimiento de las puertas del mobiliario.

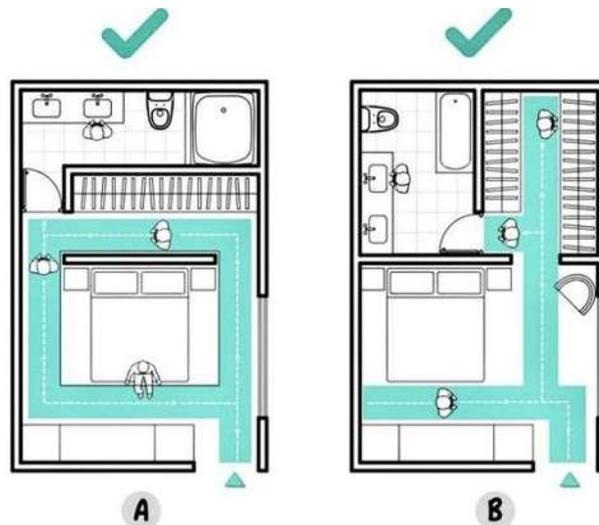


Ilustración 41. Ejemplos de circulaciones en recamaras. Fuente: Pinterest

Debido a esto último, en la iteración de la vivienda modular se propuso un núcleo de circulaciones que divide a los dos módulos propuestos de manera longitudinal, con ello se establece una conexión directa entre ambos y se tiene acceso directo al resto del terreno en donde se construya la vivienda.

En esta misma iteración se propusieron que los contenedores de espacios fueran de 3x6 metros, en parte debido a las dimensiones tentativas del bloque de caucho, puesto que cada uno de ellos en sí mismo representa a una unidad o módulo, siendo que para una medida de 3 metros se necesiten 15 bloques, mientras que para una medida de 6 metros se necesiten hasta 30 bloques de modo que sea factible utilizar la mayor cantidad de piezas completas que sea posible.

Sin embargo, además de buscar que se utilicen bloques completos disminuyendo la cantidad de desperdicios en materiales, la medida de dichos módulos obedece a cuestiones

funcionales, es decir, que su tamaño está dado en función de las dimensiones mínimas para los locales de una vivienda, por ejemplo: una recámara con una cama matrimonial por lo general poseen una dimensión de 3.00 x 4.00 metros, esto quiere decir que los módulos pueden ser adaptables a subdivisiones internas temporales o permanentes en afán de conformar espacios dentro de dichos contenedores.

PROTOTIPO FINAL CAUCHOBLOCK

CARACTERÍSTICAS DEL PROTOTIPO CAUCHOBLOCK.

Como producto final se obtuvo la conformación de dos bloques modulares; uno cuyas dimensiones son de 20 x 20 x 40 cm con dos orificios cilíndricos en la cara hembra de 10 cm de diámetro repartidos a lo largo del bloque, con dos cilindros de 10 cm de diámetro sobre la cara macho, mientras que el otro de características similares con dimensiones de 20 x 20 x 20 cm con un único orificio cilíndrico en la cara hembra y un cilindro en la cara macho, ambos de las mismas medidas.

102

En las etapas finales de experimentación de la mezcla se llevaron a cabo hasta 4 iteraciones con el caucho triturado, que más adelante serán detalladas en sus dosificaciones, quedando como definitiva la prueba 4, siendo la última de esta serie estos ensayos a partir de la cual se fabricaron eventualmente los bloques, destacando que para efectos prácticos, el caucho fue adquirido a granel tal y como se hizo con el resto de materiales como el cemento gris, el balastro y agua, dados en la siguiente proporción:

- 26.60 gr de caucho molido.
- 73.03 gr de cemento portland.
- 53.03 gr de balastro.
- 50 ml de agua.

Esta mezcla con la presente dosificación de materiales tuvo un costo de \$56.00 considerando que ya se dispone del agua necesaria para llevarla a cabo, la cual a su vez rinde hasta para conformar 3 bloques, dando como resultado un costo de \$18.67 por unidad, mientras que un block hueco puede adquirirse en el mercado a \$15.00 por pieza.

Aunque cabe destacar que si el caucho es obtenido a partir del tratamiento de los neumáticos en desuso, el costo por pieza se podría reducir a \$11.57 o \$12.00, ya que se omite el costo del caucho a granel que se fue considerado para llevar a cabo las pruebas.

Las medidas propuestas para la elaboración de estos bloques tienen su origen en las medidas estándar de un block de cemento, las cuales a su vez surgen como el producto de experimentaciones hechas con el fin de conocer y alcanzar las propiedades físicas requeridas para su correcto funcionamiento, tal y como la capacidad a la compresión, aislación termoacústica, además de la revisión de normativas oficiales que establecen las condiciones físicas y geométricas necesarias para la aprobación del material previo su uso comercial.

Haciendo un breve repaso a lo largo del tiempo, antiguamente los sillares y en general todos los materiales con los que se construía no poseían medidas definidas, sin embargo, para el dimensionamiento de las edificaciones se empleaba como criterio el uso de las proporciones del cuerpo humano.

Lo anterior tiene sus raíces en lo que Marco Vitruvio Polión, arquitecto, escritor, ingeniero y tratadista señaló en su tercer libro de *Los Diez Libros de Arquitectura* con base en que un edificio no podría poseer una correcta disposición si este carecía de simetría y proporción, al igual que como sucede con todas y cada una de las partes del cuerpo humano.

Eventualmente y siglos después, Leonardo Da Vinci tradujo los escritos hechos por Vitruvio en latín, obteniendo de estos con relación a las medidas del cuerpo humano que: “4 dedos hacen una palma, y 4 palmas hacen 1 pie, 6 palmas hacen 1 codo, 4 codos hacen a la altura del hombre”.

Fue de este modo en que se crearon unidades de medida tomando como referencia las medidas consideradas como estándar del cuerpo humano, tales como el palmo, las pulgadas, pies, entre otros, lo que a la postre se reflejaría en la forma de dimensionar cada elemento constructivo que conformaría a una edificación, y así mismo en los materiales con los que estarían conformadas.

Por otro lado, la mampostería de sillares consiste en la colocación de las piedras o sillares en cuatrapeo y de manera armónica y ordenada.

Este tipo de colocación en la mampostería es la manera óptima para la conformación de un muro puesto que ello le provee de la estabilidad necesaria transmitiendo las cargas por el peso propio del muro y por las solicitaciones externas, a la vez que ha sido empleado y trascendido a lo largo del tiempo.

Algunas de las ventajas que posee este sistema constructivo son las siguientes:

- Son **durables** esto ya que, de ejecutarse de manera correcta, con tratamientos y mantenimiento constante, los sillares pueden resistir el desgaste ante el paso del tiempo.
- Antiguamente era un método constructivo **sostenible**, ya que para la conformación de los sillares se extraían recursos naturales locales.

104

Desventajas:

- Para la ejecución de los trabajos se requiere de mano de obra especializada lo que implica un mayor **costo**.
- Al ser un sistema constructivo que tanto antiguamente como en la actualidad ha empleado sillares de gran **peso**, se requieren de elementos adicionales como cimentaciones y estructuras de soporte.

No obstante, debido a las materias primas con las que se compone el Cauchoblock, se obtendrá se obtiene como resultado un material de construcción más ligero y manipulable por cualquier persona.

REVISIÓN DE NORMATIVAS QUE DEFINEN A LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Se revisaron las normas N-CMT-2-01-001/02 y N-CMT-2-01-002/02 en las cuales se enuncian los requisitos de calidad con los que deben cumplir los materiales de construcción para mamposterías, es decir, ladrillos, bloques cerámicos, bloques de cemento, tabiques y tabicones, de las cuales se extrajo lo siguiente:

- Este material se encuentra inmerso en la categoría o tipo block de cemento, subtipo hueco.
- Los grados de calidad que define la norma N-CMT-2-01-002/02 para este tipo de elementos es del tipo A-B, es decir, son aptos para emplearse en muros interiores y exteriores, de carga o de relleno cuya baja absorción del agua conlleva a que se permita su uso sin recubrimiento (calidad A), mientras que dependiendo de esta última característica podrán requerir del uso de un recubrimiento exterior o de la aplicación de un sellador impermeable (calidad B).
- Los tabicónes huecos calidad A deberán tener una resistencia a la compresión mínima de 6 MPa y un % de absorción al agua máxima del 17%, mientras que los de calidad B deberán poseer una resistencia de 6 MPa y un 20% de absorción al agua.
- Se establece en dimensiones que esta categoría o tipo de material debe tener un largo mayor a 30 cm, un ancho de 10-30 cm y una altura de 10-30 cm.
- Al ser un bloque hueco, el área efectiva de carga de la pieza no será mayor al 75% ni menor del 40%.
- Deberán poseer un acabado libre de agrietamientos o despostillamientos, y en caso de ser aparentes, las caras expuestas estarán libres de imperfecciones, marcas o cualquier defecto.
- Para su aprobación se deberá solicitar un certificado emitido por un laboratorio de materiales aprobado por la Secretaría, en donde se garantice el cumplimiento de los requisitos previamente descritos y estipulados en la norma, el cual será entregado a esta misma haciendo válido o viceversa el uso del material.

De lo anterior, y con todas las pruebas elaboradas previamente se obtuvo que el cauchoblock cumple con algunas de las características estipuladas de la norma, esto puesto que las dimensiones propuestas se encuentran dentro del rango

permitido al ser un bloque de 20x20x40 cm, con un área efectiva de carga del 75% en la cara hembra que es en la que se encuentran los orificios cilíndricos.

NUEVAS EXPERIMENTACIONES. – Fabricación de nuevos moldes a escala y últimas experimentaciones en las dosificaciones de la mezcla.

106

Se fabricaron nuevos prototipos de moldes hechos a escala puesto que, los moldes originales de madera resultaron ser menos resistentes al uso rudo que la naturaleza de este tipo de trabajos confiere.

El primer nuevo molde fue fabricado con plástico impreso de manera tridimensional para posteriormente fabricarse otros dos prototipos de molde hechos a base de placas de acero soldadas con primer y pintura anticorrosiva.

En uno de estos moldes se optó por emplear un machihembrado cuadrado y otro circular con el fin de tener otros dos prototipos de bloque y analizar su comportamiento ante la presencia de cargas.

Para las pruebas definitivas, la mezcla fue vertida dentro de moldes de acero prefabricados en donde también se experimentó con nuevas proporciones en la dosificación de las materias primas para la mezcla.



Ilustración 42. Moldes de plástico impreso y de acero fabricados. Elaboración propia.

En total fueron elaboradas hasta 4 pruebas de experimentación con las mezclas detalladas a continuación:

PRUEBA 1.

- 13.33 gr de caucho
- 13.30 gr de arena
- 106.6 gr de cemento
- 50 ml de agua

107

PRUEBA 2

- 13.30 gr de caucho
- 40 gr de balastro
- 80 gr de cemento
- 50 ml de agua

PRUEBA 3

- 40 gr de caucho
- 13.30 gr de balastro
- 80 gr de cemento
- 50 ml de agua

PRUEBA 4

- 26.6 gr de caucho.
- 53.30 gr de balastro
- 73.30 gr de cemento
- 50 ml de agua



108

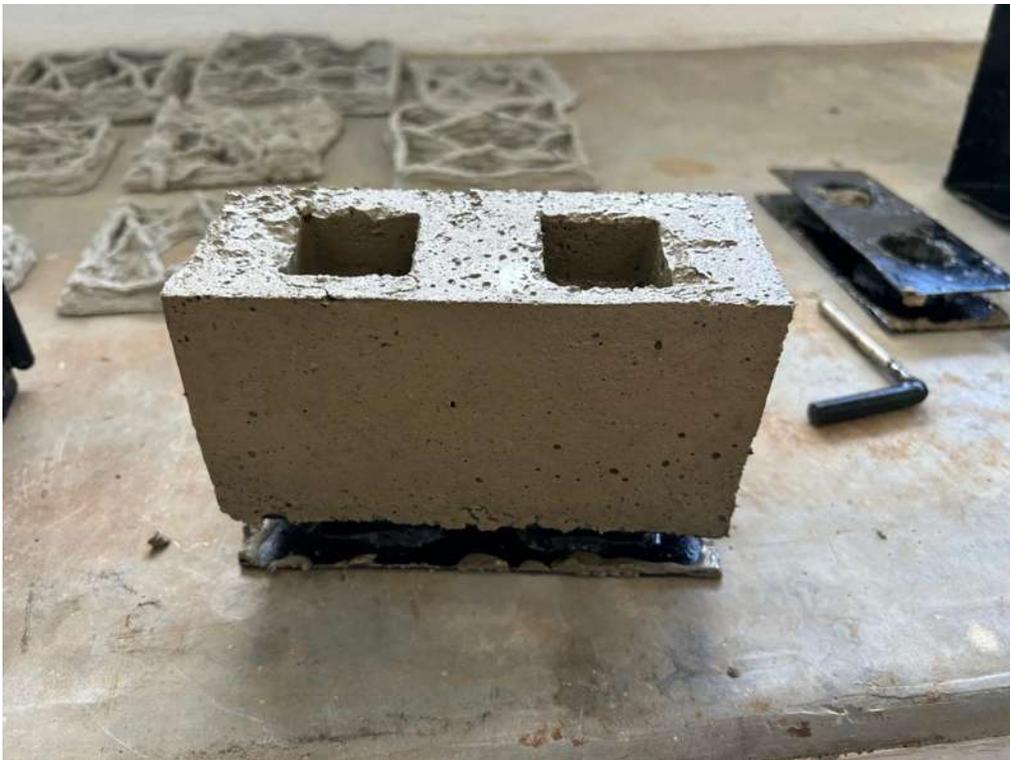


Ilustración 43. Resultados del uso de los moldes de plástico y acero. Elaboración propia.



109



Ilustración 44. Resultados del uso de los moldes de plástico y acero. Elaboración propia.

Con respecto a las últimas pruebas realizadas se observó que los nuevos prototipos de molde no están cumpliendo con el cometido esperado, ya que la parte macho de los poseen una resistencia deficiente al momento de ensamblarse con la parte hembra pues tiende a romperse y desprenderse con facilidad del resto de la pieza.

Por otro lado, se detectó un defecto de fabricación en los moldes ya que existe un ligero desfase en las partes machos y hembras de los ladrillos, lo cual impide que los sean ensamblados en cuatrapeo, indispensable para que las piezas puedan ser ensambladas de manera similar a un ladrillo de LEGO.

110

Por último, se elaboraron cubos para ser sometidos a pruebas de resistencia y con ello observar el comportamiento de estos ante fuerzas de compresión.

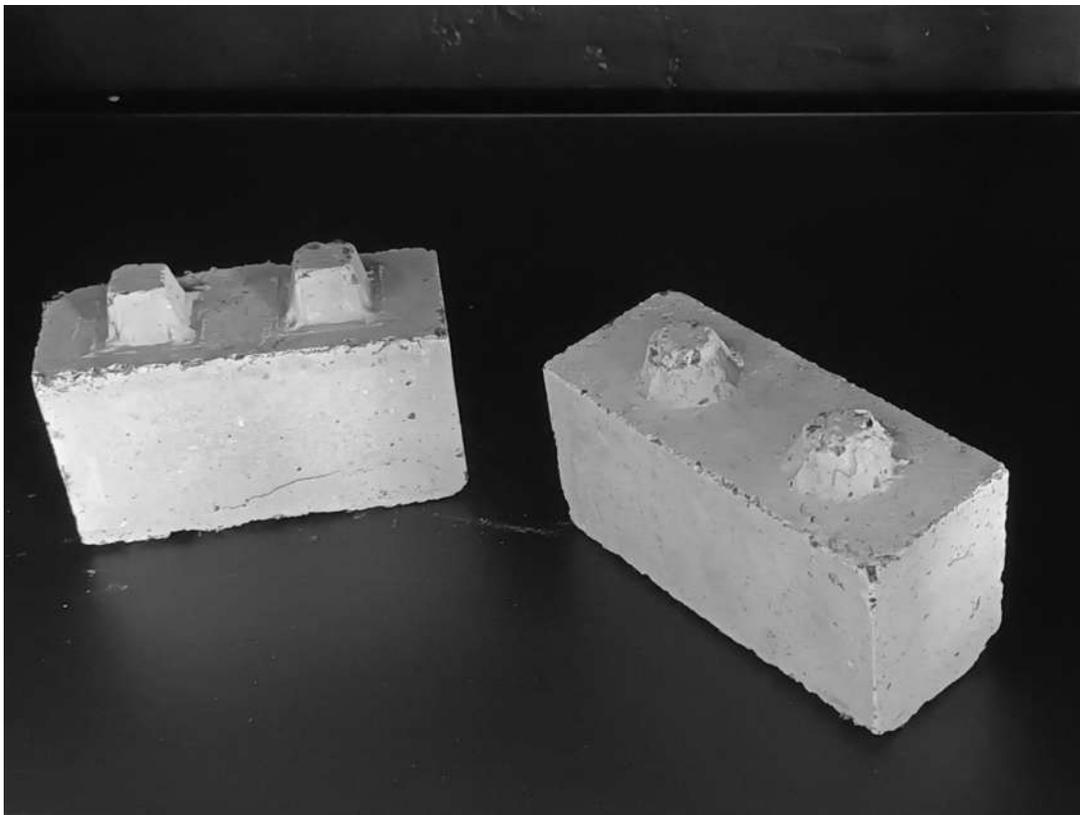
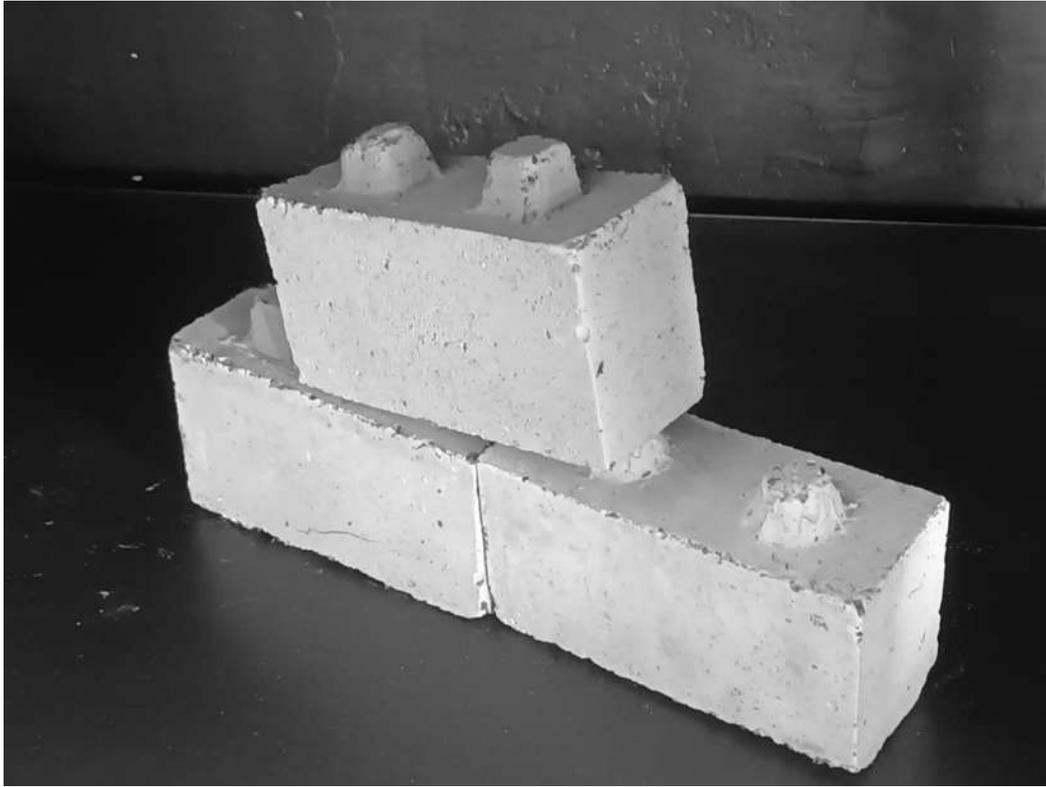


Ilustración 45. Prototipos de bloques finales. Elaboración propia.



111

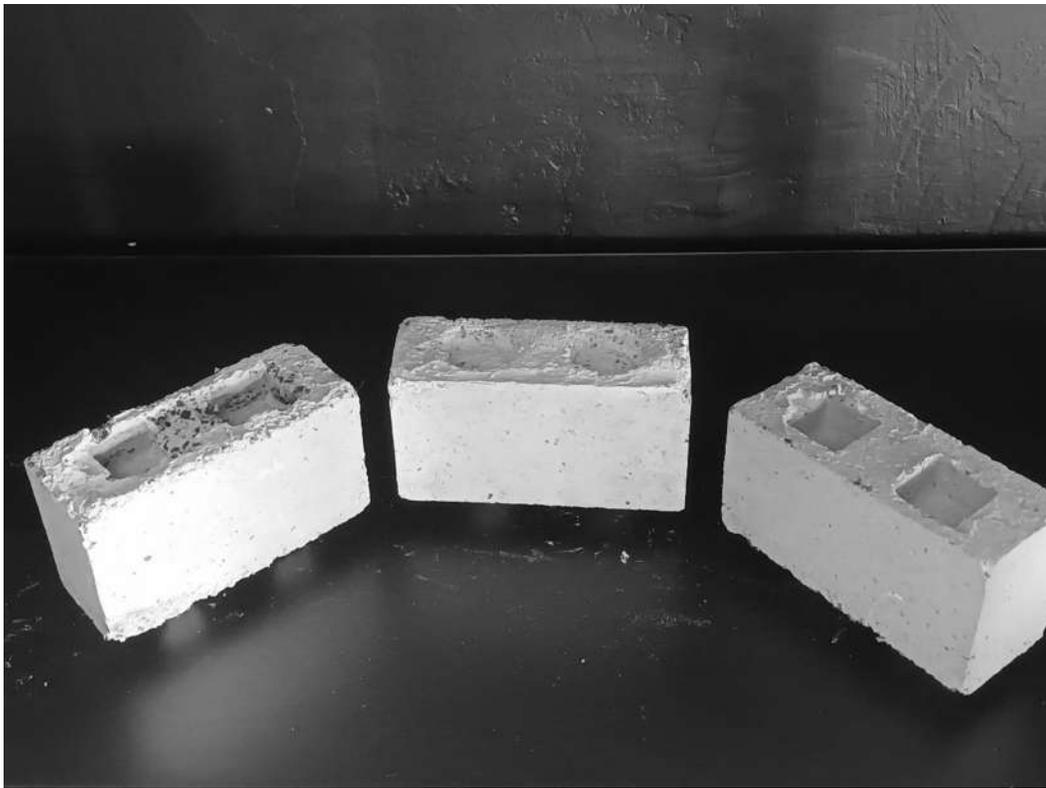


Ilustración 46. Prototipos de bloques finales. Elaboración propia.



Ilustración 47. Cubos para pruebas de laboratorio. Elaboración propia.

A continuación, se anexa una segunda tabla comparativa de esta última serie de ensayos.

TABLA COMPARATIVA DE MUESTRAS			
Material	No. Prueba	Dosificación	Resultados
Caucho molido	1	13.33 gr de caucho molido, 13.30 gr de arena, 106.6 gr de cemento, 50 ml de agua	Resistencia y consistencia de medios a buenos
	2	13.30 gr de caucho molido, 40 gr de balastro, 80 gr de cemento, 50 ml de agua	Resistencia y consistencia de medios a buenos
	3	40 gr de caucho molido, 13.30 gr de balastro, 80 gr de cemento, 50 ml de agua	Resistencia y consistencia de medios a buenos
	4	26.60 gr de caucho molido, 53.30 gr de balastro, 73.30 gr de cemento, 50 ml de agua	Resistencia y consistencia de medios a buenos

113

RESULTADOS

RESULTADOS DE LA EXPERIMENTACIÓN MATERIAL Y ESPACIAL.

A la postre de haber realizado todas las pruebas empleando diversos materiales derivados de los plásticos, se observó que, tanto las iteraciones hechas con HDPE y poliestireno expandido o unicel presentaron resistencias y consistencias de medias a bajas, a la par que no fue posible tener como resultado una cohesión adecuada al momento de elaborar las mezclas, mientras que los ensayos elaborados con caucho triturado mostraron un comportamiento homogéneo con resistencias y consistencias buenas.

115

Debido a lo anterior se determinó al caucho triturado como la materia prima principal con la que se elaboraron las nuevas pruebas en la experimentación y eventualmente los bloques machihembrados, variando en cuanto a dosificación y utilización de algunos materiales como la arena o el balastro para la composición final de la mezcla, con el fin de observar el comportamiento de esta y establecer una proporción definitiva.

En lo que concierne a la experimentación espacial, se analizó que de los dos prototipos de vivienda que se desarrollaron, el más viable para una posible ejecución fue el de la vivienda modular, debido a que desde su diseño se concibió el uso de los bloques de caucho en la conformación de los muros generadores de espacios, mientras que la Casa Muro, al estar compuesta por un elemento de concreto armado, es decir el propio muro que le da nombre al proyecto, requeriría del empleo de mano de obra especializada para su construcción, lo que imposibilitaría que los mismos ocupantes de la vivienda tuvieran la posibilidad de ejecutar por ellos mismos la edificación de la misma, implicando entonces en un aumento de los costos de inversión necesarios.

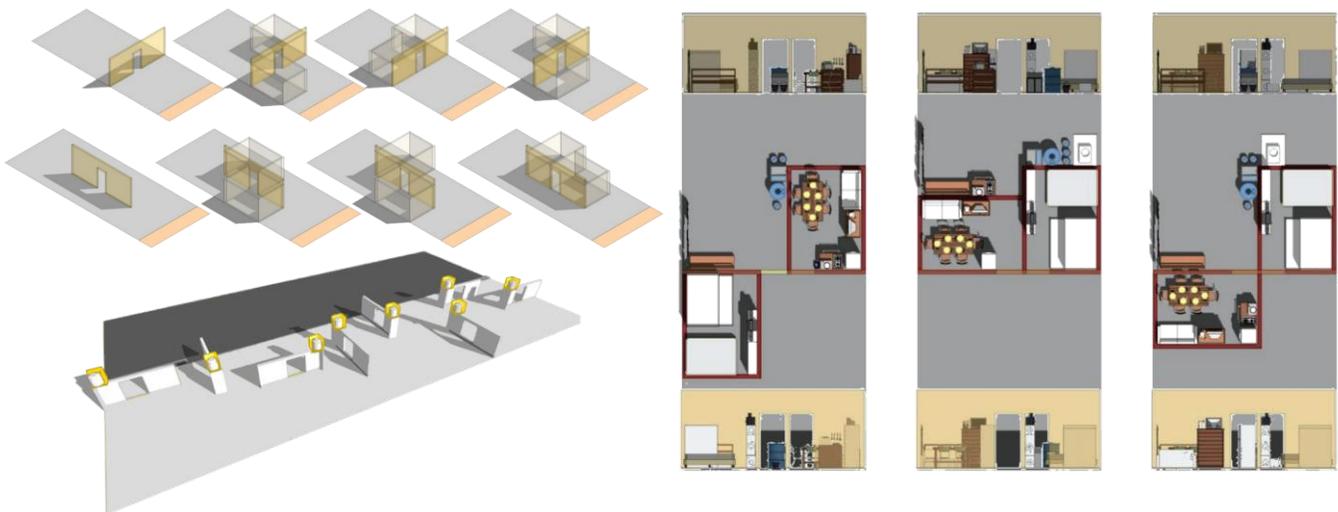
Por lo tanto, como resultados, se obtuvo por un lado la fabricación de la cimbra para los bloques caucho, una dosificación de materiales definida y varios ensayos de piezas machihembradas a escala, de las cuales a su vez se determinó que existe la necesidad de la mejora en el diseño del molde debido a que los bloques obtenidos

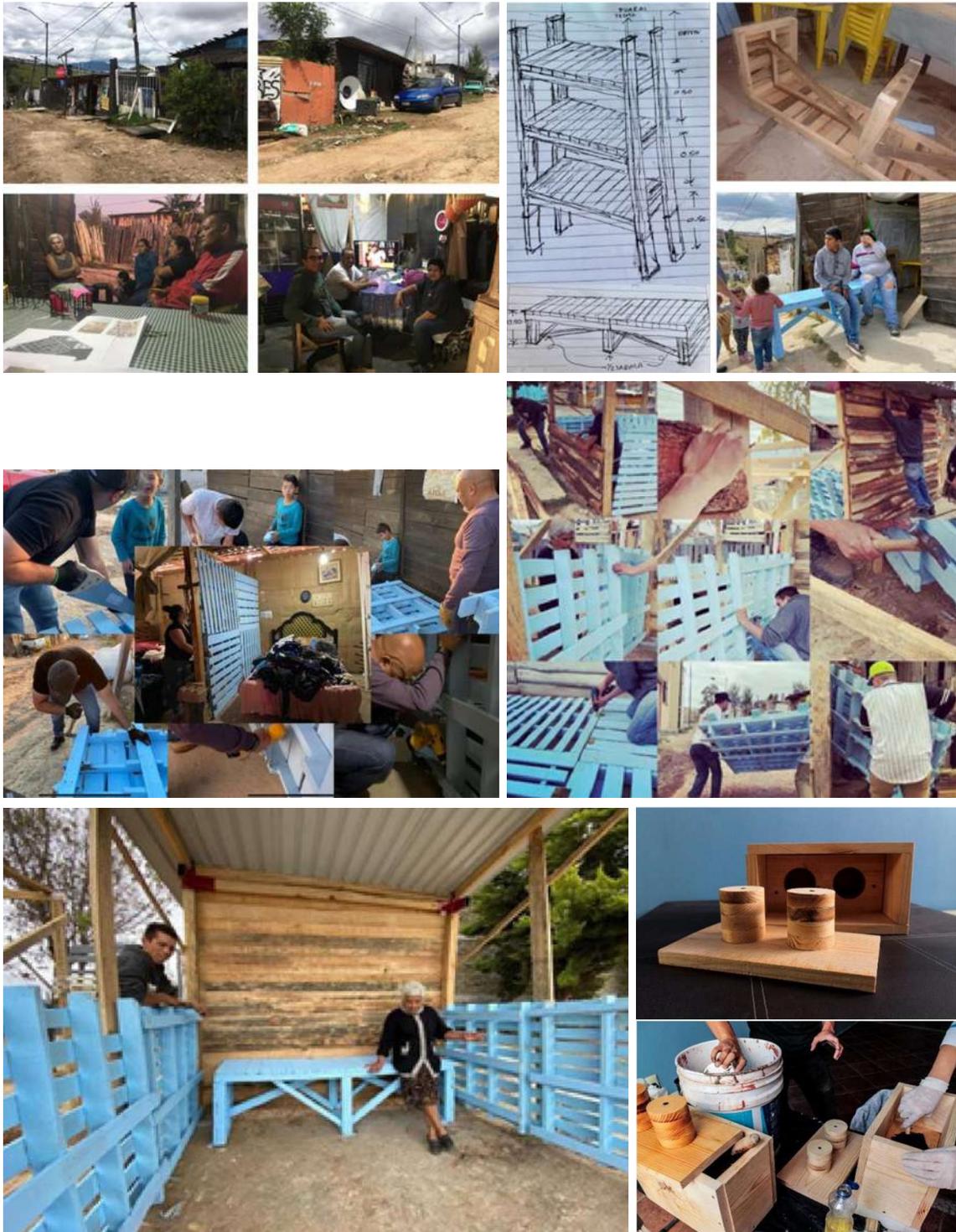
no podían ensamblarse de manera cuatrapeada, a la par que quedó abierto para investigaciones futuras la determinación de algunas de las propiedades físicas del material como la permeabilidad y la aislación termoacústica.

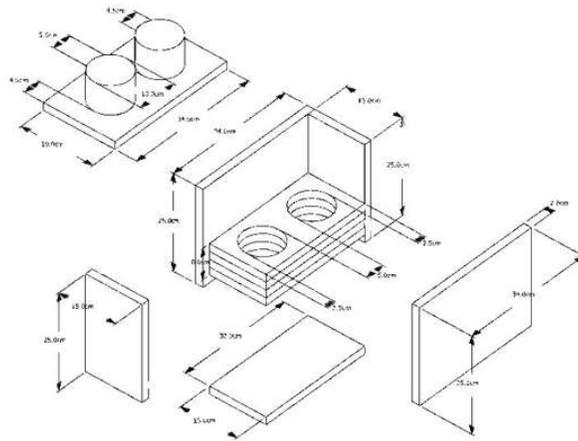
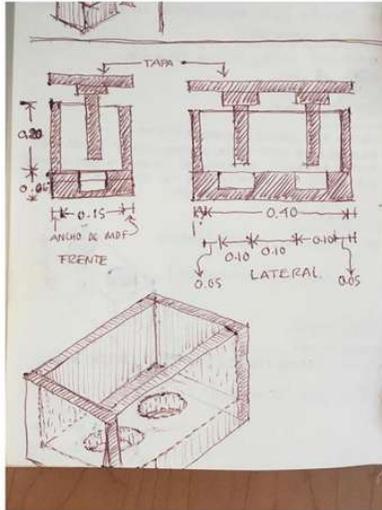
En otra instancia, el diseño de la vivienda modular fue otro de los productos obtenidos en donde se definieron módulos contenedores de espacios de 3 x 6 metros, previendo el alojamiento de una cocina-comedor-estancia, una recámara y un baño, al interior de un terreno tipo de 7 x 16 metros, construidos con los bloques de caucho y la incorporación de una cubierta ligera provisional hecha a base de polines y vigas de madera pero con la posibilidad de migrar hacia una estructura metálica compuesta por perfiles PTR y lámina galvanizada de acero.

116

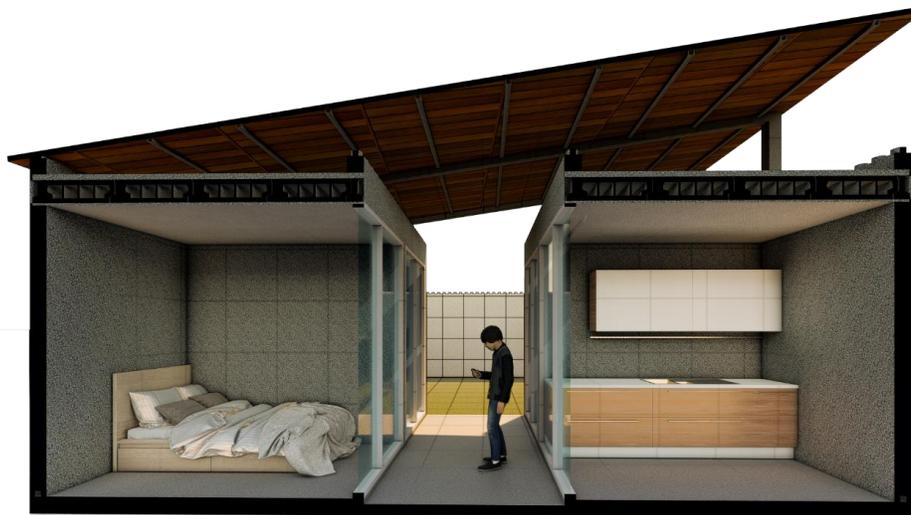
Aunado al diseño de la vivienda modular se incorporaron algunos consejos de diseño para facilitar la toma de decisiones de diseño por parte de los ocupantes de las viviendas, referente al emplazamiento de espacios y orientaciones de vanos, entre otros aspectos y consideraciones.





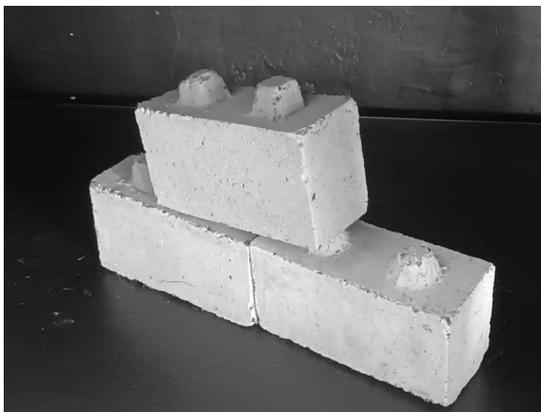


118





119



CONCLUSIONES

CONCLUSIONES GENERALES.

Después de haber llevado a cabo las experimentaciones en las últimas mezclas elaboradas, así como de las nuevas iteraciones en las propuestas de los moldes machihembrados para la creación de un prototipo final, se determinó que este último requiere de mejoras en dicho machihembrado para que los bloques como producto final puedan ser autoportantes, mientras que las mezclas cumplen con las características deseadas.

121

Para efectos de dar un cierre a el presente trabajo, la determinación de las propiedades del material final relacionadas con la absorción de humedad, capilaridad y aislación térmica quedará abierto para la elaboración de un trabajo de investigación futuro.

Se prevé que los prototipos de bloques puedan ser empleados en cualquier esquema de vivienda inherente a la distribución espacial que los usuarios decidan llevar a cabo, no obstante fueron diseñados tomando como base su aplicación en el prototipo de la vivienda modular, puesto que como se ha descrito anteriormente, las dimensiones de los módulos además de estar definidos por las medidas mínimas necesarias para el alojamiento del mobiliario y las circulaciones al interior de estos, también están pensados para emplear piezas completas.

Al igual que la determinación de las propiedades físicas de los bloques, queda sujeto a una futura investigación el sistema de cubierta definitivo del prototipo de vivienda modular, así como el diseño de piezas aplicables para la intersección de muros, esquinas e inclusive cerramientos de vanos para puertas y ventanas.

Se propone también que el presente tema quede abierto para investigaciones futuras, retomado a partir de la determinación de las propiedades físicas del prototipo de bloque y la idoneidad de este para su aplicación en el prototipo de la Casa Muro.

BIBLIOGRAFÍA

A

Amescua, M. O. Y. J. (2023, July 5). El rol de la arquitectura en: autoconstrucción, autoproducción y producción social asistida de vivienda. ArchDaily México. <https://www.archdaily.mx/mx/939134/el-rol-de-la-arquitectura-en-autoconstruccion-autoproduccion-y-produccion-social-asistida-de-vivienda>

122

B

Barajas, L. F. C. (1996). AUTOCONSTRUCCIÓN: CONSIDERACIONES TEÓRICAS, EVIDENCIAS ALTEÑAS. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7951517>

Bran, V. (2019, agosto 20). *Lo bueno y lo malo de la autoconstrucción en México*. Reporte Indigo. <https://www.reporteindigo.com/indigonomics/lo-bueno-y-lo-malo-de-la-autoconstruccion-en-mexico/>

C

CAVI Consultorio Arquitectonico para Vivienda. (s. f.). Recuperado 13 de agosto de 2024, de <https://www.2wcavi.com/>

Caracterización de materiales. (s. f.). Recuperado 19 de septiembre de 2024, de <https://www.infinitiaresearch.com/laboratorio-ingenieria-industrial/caracterizacion-materiales/>

Cathy. (2022, agosto 27). Qué es el ensayo mecánico: Diferentes tipos de ensayo mecánico de materiales. *rapiddirect*. <https://www.rapiddirect.com/es/blog/what-is-mechanical-testing/>

Contreras, P. J. (2023, junio 28). *¿Alta, media o baja? A qué clase social perteneces, según el INEGI*. infobae. <https://www.infobae.com/mexico/2023/06/28/alta-media-o-baja-a-que-clase-social-perteneces-segun-el-inegi/>

Construcción modular: Cómo proporcionar soluciones eficientes para viviendas asequibles y de transición. (2024, abril 10). ArchDaily México. <https://www.archdaily.mx/mx/1015448/construccion-modular-como-proporcionar-soluciones-eficientes-para-viviendas-asequibles-y-de-transicion>

123

D

Dobrowolska, K., & Dobrowolska, K. (2023, September 11). How does construction affect the environment? Archdesk. <https://archdesk.com/es/blog/como-afecta-la-construccion-al-medio-ambiente/>

Dupla. (2022, Julio 8). Autoconstrucción como transformación colectiva. Arquine. <https://arquine.com/autoconstruccion-transformacion-colectiva/>

E

Estrategia Nacional de Autoproducción: Visión de transformación para garantizar el acceso a la vivienda adecuada – Revista Vivienda Infonavit. (s. f.). Recuperado 2 de enero de 2025, de <https://revistavivienda.infonavit.org.mx/2024/01/09/estrategia-nacional-de-autoproduccion-vision-de-transformacion-para-garantizar-el-acceso-a-la-vivienda-adecuada/>

F

G

Gómez, P. (1991, junio). *Arquitectura y naturaleza. El mito de la cabaña primitiva en la teoría arquitectónica de la Ilustración* (global) [Info:eu-repo/semantics/article].

Pedro Gómez. http://www.ugr.es/~pwlac/G08_09JuanA_Calatrava_Escobar.html

H

K.N. Herrera, “Evaluación del grado de cumplimiento del proceso constructivo convencional en muros y losa aligerada de las viviendas autoconstruidas en el distrito de Pimentel,” Ingeniero, Facultad de Ingeniería, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú, 2019. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/6019>

124

I

Introducción—SNIIV. (s. f.). Recuperado 2 de enero de 2025, de <https://sniiv.sedatu.gob.mx/Autoproduccion/Introduccion>

ITLP-IS pobreza laboral. (s. f.). Recuperado 2 de enero de 2025, de https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/ITLP-IS_pobreza_laboral.aspx

J

JAIME-LEDESMA, Pedro Johan. La técnica constructiva en la arquitectura. Legado de Arquitectura y Diseño, [S.l.], v. 9, n. 15, p. 21-30, ene. 2014. ISSN 2448-749X.

Disponible en: <https://legadodearquitecturaydiseno.uaemex.mx/article/view/14257>.

K

L

Libro cavi.pdf. (s. f.). Google Docs. Recuperado 7 de agosto de 2024, de https://drive.google.com/file/d/14qJeGRRnWF4xMzlwODaZMKVLSokmhHF2/view?usp=sharing&usp=embed_facebook

125

M

Martínez, P. G., & Labrador, L. P. (1975). *BRAND, Stewart _How Buildings Learn*.

N

O

P

Pruebas no destructivas: Clasificación general. (s. f.). Recuperado 19 de septiembre de 2024, de <https://grupoacura.com/es/blog/pruebas-no-destructivas/>

Q

R

S

SEDATU (2021). Autoproducción de vivienda adecuada en México. GIZ

Shepard, C. (2023). Mass Support. *Places Journal*. <https://doi.org/10.22269/230411>

126

T

U

Urbano, S. de D. A., Territorial y. (s. f.). *Autoproducción de vivienda adecuada en México*. gob.mx. Recuperado 7 de agosto de 2024, de <http://www.gob.mx/sedatu/documentos/autoproduccion-de-vivienda-adecuada-en-mexico>

V

W

X

Y

Z

CAUCHO BLOCK

ANEXOS

PRIMERA PÁGINA DEL REPORTE ANTIPLAGIO

Víctor Hugo Bolaños Abraham

AUTO CONSTRUCCIÓN CON CAUCHOBLOCK. MODELO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE.pdf

 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:468067533

Fecha de entrega

18 jun 2025, 12:18 p.m. GMT-6

Fecha de descarga

18 jun 2025, 12:24 p.m. GMT-6

Nombre de archivo

AUTO CONSTRUCCIÓN CON CAUCHOBLOCK. MODELO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE.pdf

Tamaño de archivo

15.3 MB

129 Páginas

19.357 Palabras

102.707 Caracteres

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



A quien corresponda,

Por este medio, quien abajo firma, bajo protesta de decir verdad, declara lo siguiente:

- Que presenta para revisión de originalidad el manuscrito cuyos detalles se especifican abajo.
- Que todas las fuentes consultadas para la elaboración del manuscrito están debidamente identificadas dentro del cuerpo del texto, e incluidas en la lista de referencias.
- Que, en caso de haber usado un sistema de inteligencia artificial, en cualquier etapa del desarrollo de su trabajo, lo ha especificado en la tabla que se encuentra en este documento.
- Que conoce la normativa de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en particular los Incisos IX y XII del artículo 85, y los artículos 88 y 101 del Estatuto Universitario de la UMSNH, además del transitorio tercero del Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la UMSNH.

Datos del manuscrito que se presenta a revisión		
Programa educativo	Maestría en Diseño Avanzado	
Título del trabajo	AUTO CONSTRUCCIÓN CON CAUCHOBLOCK. MODELO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	
	Nombre	Correo electrónico
Autor/es	M. Arq. Víctor Hugo Bolaños Abraham	victor.bolanos@umich.mx
Director	Dr. Juan Alberto Bedolla Arroyo	alberto.bedolla@umich.mx
Codirector	Dr. Axel Becerra Santacruz	axel.becerra@umich.mx
Coordinador del programa	Dr. Habid Becerra Santacruz	habid.becerra@umich.mx

Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Asistencia en la redacción	No se utilizó	

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Traducción al español	No se utilizó	
Traducción a otra lengua	No se utilizó	
Revisión y corrección de estilo	No se utilizó	
Análisis de datos	No se utilizó	
Búsqueda y organización de información	No se utilizó	
Formateo de las referencias bibliográficas	No se utilizó	
Generación de contenido multimedia	No se utilizó	
Otro	No se utilizó	

Datos del solicitante	
Nombre y firma	Victor Hugo Bolaños Abraham
Lugar y fecha	Morelia, Mich. A 17/06/2025

