

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FC
Facultad de
Construcciones

Departamento de Arquitectura

TRABAJO DE DIPLOMA

Título: Principios para la selección de tecnologías apropiadas para viviendas sociales urbanas con enfoque de racionalidad económica.

Autor: Dariel Alexis Rueda Fernández

Tutor: Dr.C. Arq. Andrés Olivera Ranero

Santa Clara , Diciembre, 2023
Copyright©UCLV

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FC
Facultad de
Construcciones

Academic Department of Architecture

DIPLOMA THESIS

Title: Principles for the selection of appropriate technologies for urban social housing with an economic rationality approach.

Author: Dariel Alexis Rueda Fernández

Thesis Director: Dr.C. Arq. Andrés Olivera Ranero

Santa Clara, December, 2023
Copyright©UCLV

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-1419



ACTA DE CONFORMIDAD PARA ESTUDIANTES DE PREGRADO

Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas

Por una parte: Daniel Alexis Rueda Fernández
estudiante de la carrera de: Arquitectura

en la facultad de: Construcción, en lo adelante **EL ESTUDIANTE**. Con número de identidad permanente: 00121973560 o pasaporte:

Hernández Y por otra parte Dr. Ing. José Armando Chávez
Arquitectura Jefe del Departamento Docente de:

en la ya mencionada facultad, en lo adelante **EL JEFE DE DEPARTAMENTO**, y
Dr. Ing. Andrés Olivares Rancero

profesor(es) encargado(s) de tuturar el Trabajo de Diploma **DEL ESTUDIANTE**, en lo adelante **EL TUTOR**.

Reconocen que:

- I. A **EL ESTUDIANTE** se le ha aprobado como tema de investigación para su Trabajo de Diploma el titulado Principios para la selección de tecnologías apropiadas para viviendas sociales urbanas con enfoque de racionalidad económica.
- II. **EL ESTUDIANTE** no divulgará información concerniente a la investigación, tanto durante el desarrollo como tras la culminación de esta sin la debida autorización **DEL TUTOR** o **EL JEFE DE DEPARTAMENTO**.
- III. Que el Trabajo de Diploma fruto de la labor investigativa de **EL ESTUDIANTE** y la asesoría de **EL TUTOR**, resulta de **TITULARIDAD EXCLUSIVA** de la Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas.
- IV. **EL ESTUDIANTE** una vez aprobada su tesis para la defensa, depositará una copia electrónica de la misma en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- V. A partir de la defensa y aprobación del Trabajo de Diploma, la publicación total, parcial o la elaboración de cualquier obra que se derive de esta investigación por parte de **EL ESTUDIANTE**, contará con la coautoría de **EL TUTOR** y viceversa, resultando de referencia obligada esta obra en cualquier otra que se elabore. El incumplimiento de esta cláusula, puede llevar consigo el inicio de procesos de plagio. Todo lo anterior de acuerdo a la normativa de Derecho de Autor vigente en Cuba.

Y para que así conste se firma la presente en la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, a los 14 días del mes de Diciembre del año 2023.

Daniel Alexis Rueda Fernández
EL ESTUDIANTE

José Armando Chávez
JEFE DE DEPARTAMENTO

Andrés Olivares Rancero
TUTOR

TUTOR

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por su sacrificio y fortaleza en esta etapa de mi vida.

A mi novia Ana Laura por su amor y paciencia inagotables.

A mi tutor, el Dr. Arq. Andrés Olivera Ranero por su orientación experta y apoyo incondicional

A mis amistades por su colaboración y aliento a lo largo de este trayecto.

Este logro no habría sido posible sin el apoyo y la contribución de cada una de estas personas.

A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento.

¡Gracias!

RESUMEN

Esta investigación aborda la necesidad de buscar soluciones prácticas y económicas para la construcción de viviendas sociales de mediana altura en áreas urbanas. Se lleva a cabo un análisis exhaustivo de diversas tecnologías disponibles en el mercado y se evalúa su aplicabilidad en la construcción de viviendas sociales.

A través de estudios comparativos y evaluaciones detalladas, se identifican las tecnologías más adecuadas para este tipo de viviendas, teniendo en cuenta diversos aspectos que fueron definidos en el transcurso de la misma.

Para ello se basa en un marco teórico sólido conformado por conceptos, opiniones y sugerencias especializadas y actualizadas, así como análisis de antecedentes nacionales e internacionales sobre las tecnologías de pequeño formato aplicadas en la construcción de viviendas sociales.

Palabras clave: tecnologías apropiadas, vivienda social

ABSTRACT

This research addresses the need to seek practical and economic solutions for the construction of medium-rise social housing in urban areas. An exhaustive analysis of various technologies available on the market is carried out and their applicability in the construction of social housing is evaluated.

Through comparative studies and detailed evaluations, the most appropriate technologies for this type of housing are identified, taking into account various aspects that were defined during the study.

To do this, it is based on a solid theoretical framework made up of specialized and updated concepts, opinions and suggestions, as well as analysis of national and international precedents on small format technologies applied in the construction of social housing.

Keywords: appropriate technologies, social housing

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Problema a resolver.....	3
Objeto de estudio.....	3
Campo de acción.....	3
Hipótesis de trabajo	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos.....	3
Aportes y efectos esperados.....	3
Metodología del trabajo	4
Estructura de la tesis	5
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL DE LAS TECNOLOGÍAS APROPIADAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS SOCIALES	7
1.1. Términos y conceptos sobre tecnologías apropiadas para viviendas sociales	7
1.1.1. Vivienda social	8
1.1.2. Tecnología apropiada.....	11
1.2. Racionalidad económica de la vivienda social	13
1.2.1. Vivienda económica	14
1.2.2. Apropiabilidad tecnológica de la vivienda social	17
1.3. Vivienda social y ordenamiento urbano.....	18
1.3.1. Economía del suelo urbano	20
1.3.2. Racionalidad de la gestión urbana.....	22
1.4. Conclusiones del capítulo	24
CAPÍTULO II. ESQUEMA METODOLÓGICO DE ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS APROPIADAS PARA VIVIENDAS SOCIALES URBANAS.....	26
2.1. Rasgos caracterizadores de las tecnologías apropiada para viviendas.....	26
2.2. Enfoques aplicados en Cuba para la selección de tecnologías en viviendas sociales.....	29
2.3. Situación actual de la selección de tecnologías para los programas de viviendas sociales en Cuba	32
2.4. Panel de expertos sobre tecnologías apropiadas para viviendas sociales	35
2.4.1. Integración del panel	35
2.4.2. Objetivo y configuración del instrumento de indagación	35
2.4.3. Resultados primarios de la encuesta	36
2.4. Análisis y discusión de los resultados del panel de expertos sobre tecnología apropiada	38
2.5. Requisitos a cumplir por la tecnología apropiada para viviendas sociales en las condiciones de Cuba	40
2.5.1. Requisitos básicos de la tecnología apropiada para viviendas sociales.....	41

2.5.2. Requisitos deseables de la tecnología apropiada para viviendas sociales	41
2.6. Conclusiones del capítulo	41
CAPÍTULO III. APLICACIÓN DEMOSTRATIVA PARA LA EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS APROPIADAS.	43
3.1. Propuesta de instrumento para la evaluación-selección de Tecnologías Apropriadas en viviendas sociales.....	43
3.2. Surtido de soluciones constructivas demostrativas para viviendas sociales.....	44
3.3. Análisis de resultados de la aplicación.....	45
3.3.1. Utilidad práctica del esquema de evaluación-selección	63
3.3.2. Requisitos de aplicación y alcance	63
3.3.3. Recomendaciones para su generalización	63
3.4. Conclusiones del capítulo	64
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES.....	66
Conclusiones finales.....	66
Recomendaciones generales.....	67
BIBLIOGRAFÍA	68
ANEXOS.....	70

INTRODUCCIÓN

La tecnología de la construcción se refiere a las herramientas, los programas informáticos, la maquinaria y los equipos innovadores utilizados en un proyecto para garantizar los avances en los métodos de construcción. Se utiliza la tecnología de la construcción en todo tipo de proyectos de construcción, y las últimas tendencias se centran principalmente en la prefabricación, los programas informáticos y la construcción de edificios ecológicos.

El programa de vivienda social está cambiando los métodos y técnicas de construcción tradicionales hacia la industrialización, sobre todo en los países desarrollados, donde los propios gobiernos, ante la gran demanda de vivienda, han optado por generalizar el empleo de las tecnologías industrializadas.

Son ciertas las ventajas que esto implica en cuanto a rapidez, sin embargo, llevado a la práctica, con el tiempo surgen inconvenientes al no encontrar soluciones compatibles con las condiciones climáticas, que a su vez no satisfacen las necesidades funcionales ni se adecuan a los valores estéticos formales. En otras situaciones, se opta por utilizar tecnologías donde rige la racionalidad económica, generalmente bajo el criterio del menor costo inicial y la asequibilidad local; pero también se incurre en situaciones donde se sacrifica la idoneidad técnico-económica y dejan de ser apropiadas a los propósitos últimos que se pretende a nivel social.

A esto se contraponen el término de tecnologías apropiadas, las cuales, según Reyes y Suárez (2016) son aquellas que toman en cuenta los impactos sociales y ambientales de su implementación, su sustentabilidad en el mediano y largo plazo, además de crear beneficios reales para la población, caracterizadas por propiciar oportunidades de empleo, ser intensivas en mano de obra antes que en capital, de pequeña escala, tecnológicamente simple, más baratas y productivas en comparación con la tradicional, por utilizar también recursos y materiales locales que le otorga una visión de desarrollo local o regional, enfocada en los recursos humanos y actividades existentes que no dependiesen de factores externos.

En los países en desarrollo, según Schumacher (2011), se llama así a las tecnologías que siguen la línea del uso de la mano de obra en lugar de la inversión en maquinaria. Los países industrializados denominan a las tecnologías que consideran las consecuencias ambientales o éticas como "tecnologías intermedias", caracterizadas por ser más efectivas y costosas que las de baja intensidad, pero que siguen siendo mucho más económicas que las tecnologías altamente sofisticadas.

La diferente situación sociocultural, económica y del medio natural de una y otra comunidad, implica una diferente repercusión de la solución tecnológica sobre cada una de ellas. No existen soluciones universales sino tecnologías apropiadas para cada contexto organizativo, económico, sociocultural y ecológico.

Desde esta perspectiva Schumacher (2011) considera que la categoría de apropiado no es una cualidad que surge con la tecnología, sino que es una condición que se le atribuye en dependencia de la manera en que puedan satisfacer las demandas donde sean desarrolladas.

La repetición de edificaciones, la monotonía de los complejos y la falta de identidad, son algunas de las características que distinguen el proceso de industrialización de la construcción de viviendas sociales en Cuba, donde, además se han desarrollado una serie de proyectos de viviendas prefabricadas de alta tecnología, que aunque no han sido modelos replicados a gran escala, su diseño no se adapta a las condiciones climáticas del país y por tanto, han generado rechazo por parte de quienes los habitan.

En este contexto, Reyes y Suárez (2016) se refieren a las insuficiencias apreciadas en Cuba tanto en el medio urbano como en la vivienda; donde se destacan los conjuntos de edificaciones replicados sin identidad y los patrones espaciales típicos en la vivienda carentes de soluciones ante las condiciones climáticas, así como la falta de espacio para tareas de servicios que tienen consecuencias a escala urbana.

El problema de los actuales programas y políticas de viviendas sociales es que se basa en soluciones tecnológicas muy simples y rudimentarias, sin uso adecuado de componentes industrializados y, por tanto, con diseños de viviendas de una sola planta, lo que desperdicia el suelo urbano y a la larga encarece la gestión urbana y la propia masificación de la producción de hábitat.

El presente trabajo aporta un conjunto de principios básicos para evaluar y seleccionar tecnologías apropiadas para las viviendas sociales que se enfoque mejor al logro de una racionalidad técnica y económica que brinde un balance positivo en una perspectiva más integrada con los objetivos de la ciudad y también de los beneficiarios de los programas habitacionales, en lugar de visiones a corto plazo que, anteponiendo lo barato de la inversión y las limitaciones locales, resultan más desventajosos en un sentido integral.

Problema a resolver

En los programas de vivienda social que se desarrollan en el país predominan soluciones tecnológicas poco diversas que, anteponiendo criterios de economía inicial y factibilidad local, resultan poco apropiadas en un sentido más integral para la ciudad y para sus usuarios finales.

Objeto de estudio

La vivienda social para los programas habitacionales en el país.

Campo de acción

Tecnologías apropiadas con racionalidad económica para viviendas sociales urbanas.

Hipótesis de trabajo

Pueden establecerse principios para definir tecnologías apropiadas para la vivienda social cubana que superen en integralidad criterios de economía inicial y de factibilidad local que se aplican actualmente y resultan desventajosos, tanto para la ciudad como para los beneficiarios de los programas habitacionales.

Objetivo general

Establecer principios para la selección y evaluación de tecnologías apropiadas para viviendas urbanas con enfoque de racionalidad económica.

Objetivos específicos

1. Establecer el marco teórico-conceptual sobre las tecnologías aplicadas a la construcción de viviendas.
2. Identificar las regularidades de las tecnologías con carácter apropiado aplicadas a la construcción de edificaciones urbanas de vivienda de hasta tres niveles.
3. Proponer un instrumento capaz de identificar tecnologías apropiadas para la construcción de edificaciones urbanas de vivienda de hasta tres niveles.

Aportes y efectos esperados

Teórico

- Interpretación del concepto de tecnología apropiada para soluciones de vivienda social con racionalidad económica integral en las condiciones de Cuba.

Metodológico

- Propuesta de un esquema de análisis y selección de tecnologías apropiadas para viviendas sociales urbanas con criterios de racionalidad económica.

Práctico

- Evaluación de soluciones tecnológicas apropiadas para viviendas sociales urbanas bajo principios de racionalidad económica integral.

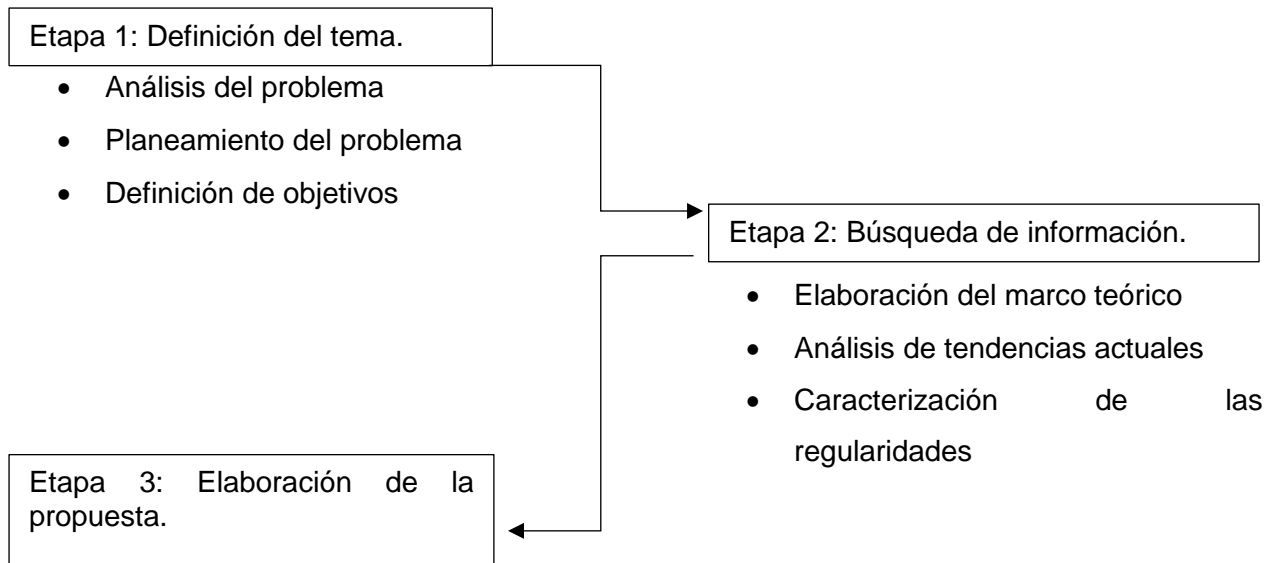
Metodología del trabajo

El trabajo siguió un procedimiento metodológico diseñado para lograr el cumplimiento de sus objetivos y comprobar la hipótesis inicialmente planteada. Primeramente, una etapa preliminar de conceptualización y diseño, cuya protocolización y análisis de informaciones y situaciones generales que permiten confirmar la veracidad de la investigación.

Luego, la investigación se adentra en la Etapa 1, donde para obtener los resultados teóricos y metodológicos de la investigación, se sigue un trayecto que va de lo general a lo particular aplicando técnicas de investigación documental para asentar las bases teórico-conceptuales de la investigación; identificando y aclarando términos, relacionados entre sí, en lo referente a las edificaciones de vivienda y a las tecnologías aplicadas en la construcción de estas, tanto internacional como nacionalmente.

Basado en la etapa teórico-conceptual, anteriormente mencionada, se pasa a una Etapa 2 se identifican las regularidades de las tecnologías con carácter apropiado en la construcción de edificaciones de vivienda, dando lugar a las exigencias que deben cumplir para ser apropiadas en el entorno cubano. Apoyando la investigación siempre sobre el criterio de expertos en la temática.

En la Etapa 3 se identifica y selecciona un surtido de tecnologías de pequeño formato, ideando un instrumento o esquema de análisis, que permite evaluarlas teniendo en cuenta los requisitos establecidos en la etapa anterior. Los resultados finales y recomendaciones generales obtenidas, posibilitan dar una mayor generalidad y favorecer su posterior aplicación y continuidad de los resultados.



Estructura de la tesis

La tesis está estructurada en una introducción, tres capítulos principales, conclusiones y recomendaciones generales.

En la Introducción se hace un planteamiento previo de la problemática, se define el problema de investigación y la hipótesis de trabajo. También se enuncian los objetivos, así como los aportes dentro de la metodología seguida.

En el capítulo I, denominado “Marco teórico-conceptual de las tecnologías apropiadas para la construcción de viviendas sociales”, se abordan términos y conceptos analizando las tendencias y los antecedentes nacionales e internacionales vinculados con el objeto de estudio.

En el capítulo II, bajo el título de “Esquema metodológico de análisis y selección de tecnologías apropiadas para viviendas sociales urbanas”, se aborda con mayor profundidad el uso de tecnologías de carácter apropiado aplicadas a la construcción de viviendas, para realizar una propuesta de repertorio de aplicación de estas tecnologías.

En el capítulo III titulado “Aplicación del método de evaluación de tecnologías apropiadas para la construcción de viviendas sociales en Cuba”, se centra en la aplicación práctica del instrumento de evaluación de tecnologías de pequeño formato. Se analiza cómo se utilizar el instrumento para evaluar diferentes tecnologías de construcción y determinar cuál sería la más adecuada para la construcción de viviendas sociales en el país.

En las Conclusiones y Recomendaciones se realiza una sistematización de los resultados esenciales del trabajo y se formulan las recomendaciones para su continuidad y aplicación.

Además de la Bibliografía, se añaden determinados anexos con información complementaria al contenido principal de la tesis.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL DE LAS TECNOLOGÍAS APROPIADAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS SOCIALES

El objetivo de este capítulo es brindar un contexto teórico sólido y una comprensión conceptual de las tecnologías apropiadas en el ámbito de la construcción de viviendas sociales. A través de una revisión exhaustiva de las teorías, los conceptos y los estudios existentes, se sentarán las bases necesarias para el desarrollo de la investigación y los análisis posteriores.

1.1. Términos y conceptos sobre tecnologías apropiadas para viviendas sociales

La producción de viviendas sociales es una preocupación prioritaria dentro de las políticas de vivienda en muchos países, debido a la necesidad de proporcionar soluciones habitacionales asequibles a sectores de la población con recursos limitados. “Hay una necesidad creciente para la construcción de viviendas, necesidad que se ha incrementado de forma exponencial en las últimas décadas” (Fernández-Ordóñez & Gómez, 2009). Sin embargo, para garantizar la efectividad de estos programas, se requiere la implementación de tecnologías apropiadas que respondan a las necesidades específicas de este tipo de viviendas.

Estas tecnologías se caracterizan por su enfoque en la racionalidad técnico-económica, lo que implica utilizar diseños, materiales y técnicas constructivas que sean eficientes en términos de costos y recursos, sin comprometer la calidad y la durabilidad de las viviendas. Asimismo, se busca lograr una efectividad social, es decir, que las viviendas sean adecuadas y funcionales para las familias que las habitarán, promoviendo su bienestar y satisfaciendo sus necesidades básicas.

Dichas tecnologías también están estrechamente ligadas a los programas de interés social, ya que su aplicación permite la satisfacción masiva de las necesidades de vivienda de los sectores más vulnerables de la sociedad. Estos programas buscan reducir el déficit habitacional y mejorar las condiciones de vida de las familias de bajos recursos, brindando soluciones habitacionales accesibles y de calidad.

En resumen, este capítulo introductorio establece la importancia de la relación entre la producción de vivienda social y la aplicación de tecnologías apropiadas que promuevan la racionalidad técnico-económica, la efectividad social y el soporte de programas de interés social. Esto es fundamental para satisfacer las necesidades de alojamiento de las familias trabajadoras y los sectores más vulnerables, proporcionando soluciones habitacionales adecuadas en diferentes contextos históricos y nacionales.

1.1.1. Vivienda social

El concepto de *vivienda* posee diversos significados tales como morada, cobijo, habitación, residencia, hogar, que indican un conjunto de características en su relación con el hombre (Ocampo et al., 1991).

Couret y Párraga (2019) afirman que la vivienda no es un producto, sino un proceso, y que la familia la transforma a lo largo de la vida, para adecuarla a sus necesidades y posibilidades cambiantes, por lo que los proyectos de vivienda de interés social deben prever y orientar esas transformaciones progresivas, con vistas a lograr la mejor calidad con el menor costo posible.

La interrelación habitante-vivienda es un fenómeno reconocido y que debe tenerse en cuenta, para darle a los ocupantes la posibilidad de actuar en función de transformar a su conveniencia el espacio donde viven. Es interesante la opinión de Valtierra-Guevara y Honorato cuando señalan: “La vivienda es un elemento en la ciudad, que de alguna forma se ha adaptado a las diferentes posibilidades de sus moradores, aunque para la ciudad todo tipo de vivienda tiene un impacto sobre ella” (Valtierra-Guevara & Honorato, 2022).

Según Haramoto (1994), citado por Valtierra-Guevara y Honorato (2022), la vivienda debe considerarse como un sistema completo en el que todas sus partes, como el terreno, la infraestructura, los servicios básicos y el equipamiento social comunitario, están interconectadas en un contexto específico.

Pasca (2014), citado por Arévalo (2022), sostiene que la vivienda no se reduce únicamente a un conjunto de paredes estructurales seleccionadas al azar o de manera sistemática, sino que la estructura física de la vivienda se ajusta para lograr una mayor satisfacción con ella.

Al examinar el origen del término *vivienda*, se puede observar que este proviene del verbo "vivir", lo que implica que la vivienda es el entorno en el cual el ser humano lleva a cabo gran parte de su existencia (Ocampo et al., 1991).

Estos autores también la entienden como un proceso que involucra la interacción de diversos factores y las diferentes etapas que abarca, como la identificación de necesidades habitacionales, la planificación, el diseño, la construcción, el suministro, el uso y la gestión. Además, diferentes actores participan en este objeto, sistema y proceso, como el sector público, la iniciativa privada, los habitantes y los profesionales. La vivienda tiene una escala específica y se inserta en un contexto, ya sea urbano o rural.

En términos generales, la vivienda se considera un sistema, es decir, un conjunto complejo de componentes interrelacionados como el terreno, la infraestructura, el techo y el equipamiento

(Ocampo et al., 1991). En casi todas las sociedades, la vivienda ha sido reconocida como un elemento crucial para el desarrollo físico, psicológico y social de las familias y los individuos. Es el espacio donde se llevan a cabo las prácticas sociales y culturales del hábitat humano, y donde se establecen las formas fundamentales de convivencia con la naturaleza según Araque (2006), conforme con lo anterior, esta autora expresa “La vivienda ha sido considerada en casi todas las sociedades, como un factor primario de desarrollo físico, psíquico y social, para los grupos familiares y para los individuos” (Araque, 2006).

Sin embargo, cuando se permite que el sector económico tenga el control total sobre la vivienda, que es un derecho inherente a los seres humanos, se aleja esa prerrogativa de las personas. Esto resulta en la negación de sus derechos y promueve una serie de conflictos tanto en el desarrollo estatal como en las relaciones interpersonales de la población, en pos de la preservación personal de intereses individuales.

En consecuencia, Reyes y Suárez (2016) afirman que si la vivienda no cumple con las condiciones necesarias para mejorar la calidad de vida de las familias, el esfuerzo invertido en su construcción no solo resulta inútil, sino que puede llevar a situaciones negativas tanto a nivel social como psicológico para la población. Esta situación hace evidente que el enfoque de producir viviendas industrializadas sin considerar la satisfacción de sus ocupantes carece de sustentabilidad, tanto en términos de ser un bien de intercambio como un bien de uso.

El surgimiento de las políticas de vivienda social según Moya (2008) está intrínsecamente ligado a la sociedad moderna y al proceso de industrialización. Esto se evidencia en Inglaterra durante el siglo XIX, cuando se dio inicio a la Revolución Industrial fue en sus ciudades donde surgieron los graves problemas de vivienda derivados de dicho proceso.

En Inglaterra, se experimentó por primera vez la migración masiva del campo a la ciudad, debido a los mejores salarios que ofrecía la industria. Fue en estas ciudades donde se enfrentaron los primeros efectos negativos en términos de salud pública causados por la alta concentración de población generada por la industrialización (Moya, 2008).

Moya (2008) afirma que la revolución industrial planteó nuevos desafíos en la transformación de las ciudades, así como en las condiciones higiénicas y la escasez de vivienda. Londres (y posteriormente Ámsterdam, Berlín, París y otras ciudades europeas) experimentó un crecimiento poblacional tres veces mayor entre 1840 y 1901, llegando a tener 6,6 millones de habitantes en esa fecha, convirtiéndose en la ciudad más grande del mundo en ese momento.

Fue en Inglaterra donde se llevaron a cabo las primeras experiencias en la construcción de viviendas sociales y en la promulgación de nuevas leyes relacionadas con la vivienda. También surgieron organizaciones sociales sin fines de lucro con el objetivo de abordar estos problemas. Las diversas situaciones que se manifestaron en Londres en esa época, y que luego se replicaron en otras ciudades europeas, se podrían englobar bajo el término "El problema de la vivienda" (Moya, 2008).

Según la Universidad Politécnica de Madrid (2021), citado por Chávez y Rengifo (2022) la *vivienda social* se define como aquella que puede alquilar o vender a un precio que no se encuentre regido por el mercado, sino por la capacidad económica de los interesados y está orientada principalmente hacia estudiantes, parejas jóvenes, familias con niños, personas mayores y otros grupos que no disponen de una vivienda digna y no tienen los recursos necesarios para adquirir una vivienda a precio de mercado.

Este nuevo concepto de vivienda ha ido en aumento en todo el mundo debido a la crisis económica que han pasado diferentes países, lo cual ha llevado a muchas familias a buscar alternativas habitacionales cuando no disponían de un lugar donde vivir (Vilchez, 2020).

Según Cotrino (2007), citado por Vega-Forero (2019), el concepto de vivienda social fue evolucionando a lo largo del tiempo y adquiriendo características, que en algunos casos se deben a las corrientes de pensamiento disciplinar, como el indicado por la Escuela Bauhaus, que planteó para la vivienda simplicidad, la optimización de los espacios, luz y ventilación; o como lo expuesto en los CIAM (Congreso Internacional de Arquitectura Moderna) desde los cuales se le adicionó a la vivienda social la funcionalidad espacial de "la máquina de habitar", que también recibiría los nombres de "vivienda de existencia mínima", "vivienda moderna", "vivienda social" entre otros.

En línea con esta concepción Vega-Forero (2019) declara que la vivienda social debe convertirse en un tejido socio espacial que permita no solo tener una transición entre la vida interior de la vivienda y la calle, sino que se implemente en ella la oportunidad de convivencia y desarrollo de actividades intrapersonales, es decir, crear espacios que fomenten las buenas prácticas de convivencia.

Se ha podido apreciar que la definición y el enfoque de la vivienda social son variados. Algunas definiciones se refieren específicamente a la vivienda pública o de interés social, mientras que otras incluyen también viviendas de propiedad social o viviendas subvencionadas. Además, el concepto de vivienda de interés social se utiliza en algunos países como sinónimo de vivienda

social, mientras que en otros se refiere a un tipo específico de vivienda destinada a personas con ingresos moderados.

Considerando lo anterior se puede afirmar que la vivienda social no solo debe ser entendida como una vivienda de bajo costo y de pobre calidad de diseño, sino que debe convertirse en una vivienda en la que se aproveche la altura y las dimensiones de los predios para impulsar y mantener la estructura social de una comunidad, es decir, una vivienda en donde sin importar la cultura o las costumbres se puedan mantener y mejorar las interacciones entre sus habitantes y a que a su vez se anulen los espacios residuales que en nada aportan al bienestar colectivo

1.1.2. Tecnología apropiada

Existe una relación bidireccional entre la tecnología y la sociedad, en la que ambos aspectos se influyen mutuamente de acuerdo con esto Belcredi y un grupo de autores afirman: “La tecnología determina gran parte de la estructura política, económica y cultural de una sociedad. Para entender el mundo en el que vivimos, es primordial reflexionar de qué manera la sociedad, como colectivo, determina la tecnología”(Belcredi et al., 2011).

La Real Academia de la Lengua Española (1992) define el termino de “tecnología” como “conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico” o como “conjunto de los instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto”.

No obstante, al hablar de tecnología, en realidad se incorpora un determinado enfoque o método para hacer las cosas, es una opción que considera tanto los aspectos organizativos como los de producción de manera integral, con el objetivo de facilitar la satisfacción de las necesidades humanas (Ocampo et al., 1991). A veces, la forma en que se realiza la tarea (organización) puede ser más importante que los propios artefactos o productos utilizados (producción).

La tecnología apropiada, por otro lado, se refiere a un enfoque que busca adaptar la tecnología a las necesidades y recursos locales, teniendo en cuenta factores sociales, culturales, económicos y ambientales. Se basa en la idea de que no todas las tecnologías son adecuadas para todas las situaciones y que es necesario considerar el contexto específico.

En el contexto histórico donde se definía y gestaba el término de desarrollo *sostenible*, acuñado en el Informe Brutland, surge el movimiento de las tecnologías apropiadas en la década de los 70's. Se desarrolla en confluencia con las corrientes que cuestionaban un modelo de desarrollo basado en el crecimiento económico desproporcionado, debido a la incapacidad del planeta de soportar la explotación de sus recursos (Reyes & Suárez, 2016).

A diferencia de las tecnologías apropiadas, las cuales se centran en utilizar componentes locales disponibles y técnicas de construcción adaptadas a la mano de obra local, fomentando la participación comunitaria y reduciendo la dependencia de recursos externos, las tecnologías industrializadas se basan en el uso de componentes prefabricados o modulares que son fabricados en entornos controlados y posteriormente transportados al lugar de construcción para su ensamblaje. Este enfoque permite una mayor eficiencia, rapidez y rentabilidad en los proyectos de construcción, así como un mejor control de la calidad y una reducción de los residuos. Las tecnologías industrializadas también pueden tener efectos medioambientales positivos, como la reducción del consumo de energía y de las emisiones de gases de efecto invernadero. Algunos ejemplos de tecnologías industrializadas en la construcción son los sistemas modulares de acero, (Penazzi, 2022) las soluciones de viviendas prefabricadas y los cimientos inteligentes para prototipos de viviendas modulares. (Reyes & Suárez, 2016).

Las técnicas de producción en masa, que utilizan los mejores conocimientos y experiencias de los tiempos modernos, según Schumacher (2011), conducen a la descentralización, están en armonía con las leyes de la ecología, ahorran el uso de recursos escasos y sirven a los humanos en lugar de convertirlos en sirvientes de las máquinas.

Si bien se puede decir que cualquier tecnología puede ser apropiada o inapropiada para el entorno en el que fue desarrollada, pero puede alcanzar un estatus apropiado cuando se adapta al contexto particular de su uso. Es el resultado de una adaptación armoniosa de sus componentes, proporcionada a la finalidad prevista y, además, alineada con los intereses de los sujetos que determinan su uso, composición y destino (Ocampo et al., 1991).

Por lo tanto, cuando se refieren a tecnologías apropiadas, algunos autores las definen como aquellas que utilizan únicamente recursos y materiales locales y adoptan un enfoque respetuoso con el medio ambiente para grupos de bajos ingresos y socialmente desfavorecidos (Reyes & Suárez, 2016). A menudo se describe como una tecnología de pequeña escala utilizada en comunidades rurales o indígenas. Y proviene de un conocimiento profundamente arraigado en la comunidad.

Según Rodríguez y Garrido (2010), citado por Reyes y Suárez (2016), el que una tecnología deba ser sustentable en el tiempo, no implica que deba ser simple o autóctona. Por otro lado, según Cáceres (1993) citado por Javi (2006), el concepto restringido de tecnología apropiada enumera ciertas características que una tecnología debe cumplir para ser considerada apropiada. Por ejemplo, bajos costos de inversión por puesto de trabajo, bajos costos de inversión por unidad de producción, organización simple y alta adaptabilidad a una sociedad o entorno particular. Uso

limitado de recursos culturales y naturales, bajo costo de los productos terminados y alto potencial de empleo.

Las discusiones sobre tecnología apropiada coinciden en que su alcance se extiende mucho más allá de las innovaciones que permiten mejorar los materiales, herramientas y métodos de construcción tradicionales. Y una tecnología adecuada no significa necesariamente un bajo nivel de tecnicidad (Provisor, 1982). Otros autores agregan: creación de trabajo local, producción local y controlada, libre de regalías, que hacen uso de materiales locales, uso de energía descentralizada y de energías renovables, que cuentan con la participación de los usuarios en su diseño y protege el medio ambiente (Javi, 2006).

Para dar a entender que es muy superior a la tecnología primitiva de épocas pasadas pero al mismo tiempo mucho más simple, más barata y más libre que la súper tecnología de los ricos Schumacher (2011), la denomina *tecnología intermedia*.

Entendiendo esto se puede afirmar que las tecnologías intermedias se contraponen a las tecnologías de punta o de vanguardia, que suelen ser costosas, complejas y requieren una infraestructura sofisticada. La tecnología apropiada busca soluciones simples, prácticas y adaptadas a las necesidades locales, sin depender de grandes inversiones o recursos externos. Basado en esto Schumacher plantea que: “La tecnología intermedia se adecuaría mucho más fácilmente al entorno relativamente simple en el cual ha de ser utilizada”(Schumacher, 2011).

Sin embargo, es posible que las tecnologías apropiadas tengan elementos de industrialización, ya que pueden involucrar procesos de fabricación y producción a pequeña escala. Sin embargo, su enfoque principal es utilizar tecnologías adaptadas a las capacidades y recursos locales, sin depender de grandes industrias o empresas multinacionales.

1.2. Racionalidad económica de la vivienda social

Según Martí (2009), citado por Alderete Herrera (2010), “La vivienda de interés social es la que cumple con el espacio mínimo suficiente para albergar con calidad y dignidad las actividades sociales, privadas e íntimas del núcleo familiar. La que asegura la estabilidad social y la armonía con el entorno, cultural y social”. Esto implica que las tecnologías de construcción utilizadas en viviendas sociales deben ser capaces de reducir los costos de construcción y mejorar la eficiencia en el proceso constructivo.

Respecto a la habitabilidad, hay que partir definiendo a la vivienda como la cualidad de un espacio que le permite ser habitado por el ser humano, pero requiere, además, de un conjunto de

condicionantes adicionales dentro las que destacan, aspectos sociales y económicos. De aquí que la calidad de vida de la percepción personal relativiza su relación con la habitabilidad, en el sentido de que las necesidades y expectativas humanas nunca son definitivamente satisfechas. Objetivamente, la habitabilidad establece un mínimo de calidad exigible, reconocida legalmente; con tendencias a variaciones según el contexto socio-económico de los países y la intervención estatal, lo que significa que cuando mejora la situación económica y social de un país y por tanto los recursos disponibles al estado, las exigencias de habitabilidad normadas tienden a elevarse, lo que conlleva a la mejoría objetiva de la calidad de vida.

Los requisitos mínimos de habitabilidad contemplan aspectos tales como los de ofrecer espacio adecuado y proteger de la acción climática, además de otras variables ambientales y de salud, así como la garantía de la seguridad física de los habitantes. Los proyectos de vivienda, según Vilchez (2020), deben comprometerse con el uso sostenible de los recursos naturales. Por lo tanto, la ubicación, el diseño espacial y el uso de la vegetación deben diseñarse con consideraciones como aquellas que reducen el consumo de energía y agua y contribuyen a la sostenibilidad de los recursos naturales. Es necesario reducir los gastos familiares.

Por tanto, se puede afirmar que, las tecnologías de construcción utilizadas en viviendas sociales deben buscar una reducción de los costos y mejorar la eficiencia a través de la utilización de materiales más económicos y eficientes, la incorporación de energías renovables y un diseño inteligente. Estas tecnologías no solo contribuyen a la reducción de costos de construcción, sino que también promueven el desarrollo económico local y minimizan el impacto ambiental.

1.2.1. Vivienda económica

La población en el mundo está desplazándose progresivamente hacia las ciudades (Fernández-Ordóñez & Gómez, 2009). Especialmente en las ciudades de los países en desarrollo, existe la necesidad de construir viviendas asequibles y con costos controlados, y en algunos casos esto es fundamental. Ante esta situación, Galán y otros autores afirman: “La falta de vivienda económica que vincule los principios de sostenibilidad con estándares de confort y habitabilidad es un problema presente en toda Latinoamérica” (Galán et al., 2014).

Galán et al. (2014), consideran que a la hora de planificar viviendas asequibles es fundamental utilizar materiales con propiedades adecuadas en términos de resistencia, durabilidad, versatilidad y disponibilidad medioambiental. El diseño respeta las condiciones del sitio y aprovecha las propiedades de estos materiales, al tiempo que considera una gestión alternativa

de los recursos disponibles e infravalorados para mejorar la eficiencia energética de los edificios planificados.

Por lo tanto, se puede afirmar que una vivienda económica es un tipo de vivienda diseñada y construida enfocada en lograr la racionalidad económica en términos de diseño, materiales y tecnologías utilizadas. Estas viviendas buscan maximizar la eficiencia y minimizar los costos tanto en la fase de construcción como en el uso y mantenimiento a largo plazo.

La vivienda económica, más allá de su importancia desde una perspectiva económica, juega un papel fundamental en la inclusión social, la reducción de la pobreza y el desarrollo sostenible de las comunidades. En los países desarrollados, la construcción de viviendas se considera un producto, (Fernández-Ordóñez & Gómez, 2009) lo que implica un enfoque empresarial con márgenes de ganancia mayores. Sin embargo, en los países en desarrollo, la construcción de viviendas a menudo recae en los propietarios, quienes también actúan como constructores, lo que resulta en márgenes de ganancia precarios en comparación con las viviendas de interés medio y residencial. Esta situación resalta la importancia de promover y facilitar la construcción de viviendas económicas, ya que no solo brindan un techo asequible, sino que también contribuyen a combatir la exclusión y la pobreza, al tiempo que promueven el desarrollo sostenible de las comunidades en este contexto Parra y otros autores postulan: "Construir este tipo de vivienda ofrece márgenes de ganancia precarios en relación a la de interés medio y residencial" (Parra et al., 2022).

Desde esta perspectiva, se entiende que la disponibilidad de viviendas económicas crea oportunidades de acceso a la vivienda digna, mejorando la calidad de vida de las personas y fomentando una sociedad más equitativa. Además, la construcción de viviendas económicas en armonía con el medio ambiente puede tener un impacto positivo en la sostenibilidad, al promover el uso eficiente de recursos y la adopción de prácticas respetuosas con el entorno. En conclusión, la vivienda económica desempeña un papel crucial en el desarrollo social, económico y sostenible de las comunidades, y su promoción y apoyo son fundamentales para avanzar hacia sociedades más inclusivas y equitativas

Para lograr la racionalidad económica en la vivienda se deben utilizar diseños simples y funcionales que permitan optimizar el uso del espacio y reducir los costos de construcción. También involucra la selección cuidadosa de materiales económicos pero duraderos, que cumplan con los estándares de calidad y seguridad requeridos.

La economía de la solución posible cambia en cada zona porque en los países en vías de desarrollo los costos de los materiales de construcción y los procesos son distintos que en los

países desarrollados (Fernández-Ordóñez & Gómez, 2009). En muchas ocasiones los costes de materiales pueden ser incluso más altos en los países en vías de desarrollo que en los desarrollados. Por eso es necesario buscar tanto el tamaño de los elementos constructivos como la tecnología que sea adecuada para cada situación.

Por lo tanto, la tecnología desempeña un papel importante en la vivienda económica, ya que permite la implementación de sistemas eficientes de energía, agua y gestión de residuos, lo que contribuye a reducir los gastos operativos a largo plazo.

Según Pascual (2020), un proyecto bien definido y el entorno controlado de fabricación de componentes permite, entre otras cosas, controlar los recursos materiales, humanos y logísticos, lo que hace posible limitar con precisión los costes, eliminar los desperdicios y evitar la sobreproducción desde el primer momento. La anticipación en fase de diseño facilita la licitación de los trabajos, no dando cabida a precios adicionales o contradictorios que puedan desviar el coste final de la obra.

Teniendo en cuenta a Fernández-Ordóñez y Gómez, (2009). “La industrialización es interesante en la medida que es un medio para armonizar la construcción, la industria y el resultado final que es la obra construida”, se pudiera afirmar que la industrialización y la tipificación son elementos fundamentales en la construcción de viviendas económicas, pues esta implica la producción en masa de componentes prefabricados en fábricas, lo que reduce los costos y los tiempos de construcción; así como la estandarización de los diseños y especificaciones técnicas, lo que simplifica la producción, facilita la coordinación entre los diferentes actores involucrados y permite obtener economías de escala. Sin embargo, las tecnologías industrializadas apropiadas son aquellas que contribuyen al logro de los objetivos del desarrollo sostenible a nivel local. Por lo tanto, para seleccionar y evaluar estas tecnologías, es necesario considerar no solo aspectos tecnológicos, sino también aquellos que promuevan el equilibrio entre lo económico, el medio ambiente y lo sociocultural (Reyes & Suárez, 2016).

En términos de materiales y tecnologías, se prioriza el uso de materiales económicos y duraderos que cumplan con los estándares de calidad y seguridad. Se buscan alternativas más accesibles en lugar de materiales costosos y exclusivos. Además, se buscan tecnologías constructivas simplificadas que permitan reducir los costos de mano de obra y acelerar los tiempos de construcción. Por otro lado, los planteamientos sobre las tecnologías apropiadas se contraponen a las *tecnologías industrializadas* en cierta medida. Estas últimas caracterizadas, según Arelovich (2012), citado por Reyes (2017), por ser producciones masivas, considerándolas como violentas, ambientalmente dañinas y autodestructivas en términos de recursos renovables y no renovables.

En resumen, la vivienda económica busca lograr eficiencia en términos de costos y recursos, utilizando diseños simples y funcionales, materiales económicos pero duraderos, tecnologías eficientes y aprovechando la industrialización y la tipificación para obtener economías de escala. Sin restarle importancia, pues proporcionan viviendas asequibles y de calidad a un mayor número de personas, las tecnologías apropiadas se presentan como una alternativa a las tecnologías industrializadas, buscando soluciones más adaptadas a las necesidades locales y respetuosas con el entorno.

1.2.2. Apropiabilidad tecnológica de la vivienda social

Las tecnologías aplicadas para la construcción de viviendas sociales consisten, en su mayoría, en la producción en masa de componentes de construcción, como paneles prefabricados, que pueden ser ensamblados rápidamente en el lugar de construcción, reduciendo así los costos de mano de obra y acelera el proceso de construcción. Lucero (2019), teniendo esto en cuenta, deduce que “las viviendas de interés social tienen como objetivo ser realizadas de forma masiva y rápida, pero que mantengan la calidad deseada”.

Según Sánchez (2016), la industrialización como tal, viene precedida de un proceso racional de estudio y selección de los mejores métodos de producción y las tecnologías más eficaces que pueden ser aplicadas a la trama constructiva. A través de dicha industrialización de los materiales de construcción, se han obtenido enormes beneficios como el abaratamiento de las materias primas, pues, para su extracción requiere menor valor añadido, pasando este proceso a formar parte de los costes de producción del componente elaborado, asegura Pascual (2020).

Utilizar materiales locales en la construcción de viviendas sociales masivas puede reducir los costos asociados con el transporte y la importación de materiales. Además, esto también puede beneficiar a la economía local al promover la industria local y generar empleo. Al mismo tiempo, la construcción industrializada limita el impacto temporal y espacial de los espacios públicos sobre las áreas adyacentes, ya que requiere la creación de áreas de acceso, almacenamiento y auxiliares según Pascual (2020). Por el mismo motivo, también se reduce significativamente la presencia de partículas en el aire (polvo y humos) y la contaminación acústica.

Estas tecnologías también permiten utilizar materiales más económicos y eficientes, así como materiales locales, lo que contribuye a reducir los costos de construcción y promover el desarrollo económico local. Además, estas tecnologías también pueden minimizar el impacto ambiental al utilizar materiales reciclados o alternativos en lugar de materiales tradicionales. En resumen, estas tecnologías tienen en común su enfoque en la eficiencia, la reducción de costos y la sostenibilidad en la construcción de viviendas sociales masivas.

En correspondencia con lo anterior Povrzenic y Panvini (2023), afirman que medida que el desarrollo de la tecnología avanza en diferentes países y se enfoca cada vez más en la utilización de materiales renovables de bajo impacto y en la innovación de los procesos constructivos apuntando a sistemas que consuman los menores recursos posibles y que no impacten durante el proceso de obra

Es enorme la importancia del uso de materiales locales en la construcción de viviendas sociales masivas. Utilizar materiales locales reduce los costos asociados con el transporte y la importación de materiales. Además, esto también puede beneficiar a la economía local al promover la industria local y generar empleo.

Las tecnologías emergentes con carácter económico para la vivienda social masiva se centran en reducir los costos de construcción, maximizar la eficiencia de los recursos y promover la participación activa de los futuros residentes. Al utilizar estas tecnologías, se puede lograr una mayor accesibilidad a la vivienda y mejorar la calidad de vida de las personas en situación de vulnerabilidad. Al utilizar materiales más económicos y eficientes, así como materiales locales, se pueden reducir los costos de construcción y promover el desarrollo económico local. Esto contribuye a lograr una mayor accesibilidad a la vivienda y mejorar la calidad de vida de las personas en situación de vulnerabilidad.

1.3. Vivienda social y ordenamiento urbano

En muchos países, especialmente en aquellos con altos índices de pobreza y desigualdad, se destina una parte del territorio urbano para el desarrollo de vivienda social. Estas zonas son designadas con el objetivo de proporcionar viviendas asequibles y de calidad para las personas de bajos ingresos.

Al destinar zonas específicas para vivienda social, se puede concentrar un número significativo de unidades habitacionales en un área determinada. Esto puede facilitar la provisión de infraestructuras básicas, servicios y equipamientos comunitarios necesarios para garantizar una buena calidad de vida. Permitiendo así que los gobiernos locales pueden tener una mejor planificación y gestión de los recursos y servicios necesarios para estas áreas. Lo que facilita la coordinación entre entidades gubernamentales y asegurar una mejor distribución de recursos.

Sin embargo, en el proceso de reorganización funcional de cada ciudad satélite, por un proceso de pérdida de sus funciones e identidad, se tiende a crear regiones donde la mayoría de los residentes trabajan y estudian fuera de la zona designada, generando lo que se conoce como “ciudad dormitorio” al servicio de las grandes urbes metropolitanas, aglutinando población en

zonas urbanas que se ven sujetas a proceso de especulación inmobiliaria y comercialización de terrenos, asegura Vásquez (2017).

Esto puede resultar en una falta de actividades económicas y sociales en el área, así como una dependencia excesiva del transporte para desplazarse hacia otros lugares, ocasionando, según Vásquez (2017), una ubicación desproporcional de la población, que genera brechas en el ámbito urbano y segregación urbana en función del valor de los suelos y los distintos poderes adquisitivos de las clases sociales residentes en estas ciudades .

En este contexto, Salazar y Cox (2013), citados por Parra et al. (2022), afirman que la ubicación de vivienda económica en zonas periféricas es una estrategia contraproducente, ya que a largo plazo la carente ubicación termina agudizando los gastos de transporte a las zonas conurbadas.

Hiernaux y Lindón (2004), llegaron a definir el término “ciudad dormitorio” como un sinónimo de periferia, pues, entienden que el concepto de *periferia* hace referencia a la miseria, a la informalidad, la condición de área “dormitorio” y la irregularidad del suelo y la vivienda. Según estos autores; “Cuando la periferia es pensada en términos de “ciudad dormitorio”, la economía popular se desdibuja” (Hiernaux & Lindón, 2004).

Hiernaux y Lindón (2004), siguiendo la afirmación anterior entienden que la economía popular periférica es uno de los ángulos desde los que se puede confrontar la idea de que la periferia queda “vacía” de su “fuerza de trabajo” diariamente por los desplazamientos pendulares de sus habitantes para trabajar en otros sitios de la ciudad.

Estébanez (1990), citado por Palomares y Puebla (2007), se refiere a las ciudades dormitorio como ensanches metropolitanos con elevadas densidades residenciales. Acorde con lo anterior se puede afirmar que el efecto de "ciudad dormitorio" se refiere a una situación en la cual una determinada área urbana se caracteriza por tener una gran cantidad de viviendas residenciales, pero con una falta de servicios y actividades que promuevan la vida urbana activa. Esto puede resultar en una monotonía urbana, donde predominan las zonas residenciales y hay una falta de diversidad en términos de actividades comerciales, educativas, recreativas, entre otras.

Por otro lado, la agrupación de viviendas sociales en zonas específicas puede llevar a la creación de áreas con un diseño y apariencia repetitiva, lo que puede resultar en una sensación de monotonía urbana. Esto puede afectar la calidad estética y la identidad del lugar. El efecto se acentúa debido al abuso de modelos seriados en la construcción de viviendas. Estos modelos seriados se refieren a la construcción masiva de viviendas idénticas o muy similares, lo cual no

solo genera una apariencia monótona en la arquitectura, sino también en la distribución de las viviendas y en la estructura urbana.

Dicho abuso de los modelos seriados puede tener consecuencias negativas, ya que limita la variedad de diseños arquitectónicos y la incorporación de elementos que promuevan la diversidad visual y funcional en el entorno urbano. Esto, a su vez, puede influir en la calidad de vida de los habitantes y en la percepción de la ciudad como un lugar atractivo y vibrante.

Por lo tanto, se puede afirmar que para contrarrestar el efecto de "ciudad dormitorio" y la monotonía urbana, es importante promover una planificación urbana más integral, que considere la diversidad de usos del suelo y genere una mezcla de actividades en las áreas residenciales. También se deben fomentar diseños arquitectónicos más variados, que consideren la personalidad y las necesidades de la comunidad local, promoviendo así una mayor calidad de vida y una mayor conexión entre los habitantes y su entorno urbano.

1.3.1. Economía del suelo urbano

Según Chavoya et al. (2009) "La economía del suelo urbano es un aspecto fundamental en el debate "expansión versus densificación"',(...). Couret (2023) afirma que, por ser prácticamente no renovable, el suelo urbano es un valioso recurso a preservar. Su uso racional no solo tiene una implicación económica directa por su costo, sino, también afecta directamente en el microclima urbano y el consumo de energía.

La problemática del crecimiento urbano, según Urriza y Garriz (2014), está directamente vinculada a la propiedad de la tierra, los agentes intervinientes y la gestión del suelo que determinan cierta dinámica en distintos períodos que van configurando la expansión y densificación de la mancha urbana, como así también, el desarrollo de forma compacta o bien siguiendo algunos ejes de crecimiento.

Como es sabido, la ocupación descontrolada del espacio agota los recursos naturales, causa la degradación del paisaje y aumenta la vulnerabilidad de nuestras comunidades. Acosta (2009) plantea que los deslizamientos y las emergencias recurrentes provocadas por desbordamientos de arroyos en áreas residenciales son un claro ejemplo de cómo la construcción impacta negativamente en el medio ambiente.

Según Vega-Forero (2019), la construcción de vivienda en altura no debe solamente entenderse como una forma de ofrecer mayor cantidad de unidades habitacionales, y cita a Zamora cuando afirma que "modelos urbanos compactos con el objetivo de aprovechar al máximo las áreas

consolidadas y evitar complicaciones en costos de expansión...que deben ser más exigentes en modelos urbano dispersos”.

Por tanto, es importante comprender que no se debe considerar únicamente la construcción de viviendas en altura como una forma de obtener beneficios económicos. También se puede explorar como una solución para mitigar y controlar el crecimiento desmedido de las ciudades y así contrarrestar el problema de la escasez de terrenos disponibles para la expansión urbana.

Urriza y Garriz (2014) reconocen básicamente dos formas de crecimiento espacial de las ciudades por verticalización y también pueden extenderse en superficie incorporando al uso urbano tierras de la periferia.

Según Garriz et al (2005), citado por Urriza y Garriz (2014), el crecimiento espacial de las ciudades está estrechamente relacionado con el dinamismo de las actividades económicas que inciden en la estructuración de las áreas de expansión urbana, como también en la mayor especialización y extensión del área central. Si bien los efectos son mucho más moderados que en las grandes metrópolis, en las ciudades intermedias este proceso lleva a la incorporación de nuevas áreas a la trama urbana consolidada.

Teniendo en cuenta que el suelo es un recurso limitado y que el desarrollo urbano en baja densidad implica un alto grado de consumo del mismo, Moliní y Salgado (2012) comprenden que con la ciudad compacta no solo se puede lograr un uso más eficiente del suelo, sino que, además, disminuye los impactos sobre los espacios naturales y los usos agrarios, lo que contribuye a preservar los espacios abiertos.

Siguiendo esta misma línea, Urriza y Garriz (2014), sostienen que el crecimiento urbano en términos de extensión no solo implica mayores gastos en infraestructura, equipamiento y transporte público debido a la falta de continuidad espacial y baja densidad de población, sino que también genera una desconexión tanto urbana como social en la ciudad.

El modelo de baja densidad ocasiona el incremento de la superficie de la ciudad y, por lo tanto, el tiempo y las distancias a recorrer se incrementan, así como también aumentan la movilidad, el número de viajes y la dependencia del automóvil para acceder a los lugares de trabajo, servicios y equipamientos en general.

En ese orden, Moliní y Salgado (2012), afirman que una urbanización de viviendas unifamiliares ocuparía más suelo por vivienda y por persona que la compacta, en la que la edificación en altura permite multiplicar considerablemente el número de viviendas por unidad de superficie.

Cabe señalar que, desde el punto de vista ambiental, este modelo implica un mayor consumo de suelo, energía y agua, con respecto a la urbanización compacta. También supone mayores costes económicos de funcionamiento y mantenimiento que debe asumir la ciudad en su totalidad.

Desde otra perspectiva, las ventajas sociales de las mayores densidades poblacionales no siempre son visibles, sobre todo cuando aumentan o sobrepasan determinados umbrales. López-Jiménez (2022) explican que un exceso de densidad urbana y poblacional puede provocar efectos negativos a los individuos y a la propia sociedad con la pérdida de identidad, la alienación y la desorganización humana y mental.

Además, las alturas medias también pueden facilitar la accesibilidad a las viviendas. Si bien es cierto que los edificios más altos requieren ascensores, los edificios de solo dos niveles pueden no proporcionar suficiente espacio para albergar a todas las personas que necesitan una vivienda asequible. Las alturas medias ofrecen un equilibrio entre la capacidad de alojamiento y la accesibilidad.

Por otro lado, es importante tener en cuenta que las alturas medias también pueden contribuir a la diversidad y la integración social en los desarrollos habitacionales de vivienda social. Al mezclar diferentes tipos de viviendas en un mismo edificio o complejo, se fomenta la interacción y el intercambio entre personas de diferentes orígenes socioeconómicos. Esto puede ayudar a evitar la estigmatización y la segregación socioeconómica mencionadas anteriormente.

Ahorrar en suelo no construido para preservar el territorio y aumentar la libertad de acción de las generaciones futuras, debe ser una prioridad importante afirman Moliní y Salgado (2012). Estos autores entienden el suelo como un recurso muy difícilmente renovable, de ahí que sea vital a su preservación, incluso aunque no incorpore valores especiales, por ejemplo, ecológicos, paisajísticos, histórico-artísticos, culturales, sociales o económicos.

1.3.2. Racionalidad de la gestión urbana

En términos generales, Moliní y Salgado (2012) caracterizan a una ciudad o urbanización compacta por tener una trama urbana continua, mientras que una ciudad o urbanización de alta densidad se refiere a aquellas que albergan un gran número de viviendas o habitantes en relación a su superficie. Sin embargo, es común entender que al hablar de una ciudad compacta también implica una densidad media o alta, por lo que no es necesario especificarlo.

Por otro lado, estos autores afirman que una ciudad dispersa se refiere a aquella formada por urbanizaciones difusas cuyas tramas urbanas no son contiguas. Aunque no siempre se menciona

explícitamente, la mayoría de los autores asumen que estas ciudades dispersas tienen una baja densidad y están compuestas principalmente por viviendas unifamiliares en diferentes tipologías.

Es cierto que algunos autores plantean varias dudas y preguntas respecto al tan consensuado modelo de ciudad compacta. Enfatizan la dificultad de una densificación exitosa, y llevan a reflexionar sobre los indispensables ingredientes de una densificación para que ésta sea sustentable.

Sin embargo, Chavoya et al. (2009), afirman que en los últimos años, algunos estudiosos del urbanismo en Europa han llegado a un acuerdo en relación a la forma en que las ciudades se están expandiendo y el deterioro del entorno urbano actual. Este consenso sugiere que es necesario aumentar la densidad poblacional, revitalizar el tejido urbano existente y renovar la ciudad construyendo sobre lo ya existente.

Los especialistas consideran que el modelo de ciudad compacta con un nivel adecuado de densificación mejora exponencialmente el transporte público pues es menos costosa la inversión en una cobertura fina de transporte público en un territorio compacto que en un área urbana extensa. A su vez un transporte público adecuado genera una dependencia menor al automóvil individual, la reducción del consumo de energía, menores emisiones tóxicas en el aire.

También facilita la dotación de servicios públicos pues una urbanización densa cuenta con los servicios básicos como agua y drenaje, alumbrado público, recolección de basura, etc., de manera más rentable y menos segregada que en un modelo expansivo en el cual se debe invertir en costosas infraestructuras para cubrir las necesidades básicas de todo el territorio, generalmente cuando ya los rezagos de las nuevas áreas urbanizadas son intolerables.

A su vez, el modelo de ciudad compacta potencia la sociabilidad y vitalidad urbana. Este, entendido como un espacio urbano que implica edificios verticales, es un entorno favorable para fortalecer o recrear cierta urbanidad e interacción social. A diferencia de la vivienda establecida a partir de casas individuales horizontales, una ciudad densa favorece el tránsito de más población en el espacio público.

La preservación de las áreas verdes es otro aspecto favorecido en este modelo de ciudad, pues la densificación es también un instrumento que puede permitir una mayor protección de las áreas naturales urbanas. Es decir, se puede concebir como un instrumento para reducir las invasiones periféricas en reservas naturales, al procurar crear una oferta de vivienda accesible y alternativa a los asentamientos irregulares. En este caso, la densificación se acompañaría de una política contundente de vivienda social.

Desde esta perspectiva, López y Ocaranza sostienen que la mejora de la vivienda mediante una densificación adecuada al lugar no sólo permitirá la construcción de más unidades de vivienda de las originalmente previstas para el alojamiento de familias y allegados, sino que también aumentará las posibilidades de liberar terreno para espacios públicos, lo que beneficiaría además a toda la población, incluida la zona aledaña; pues afirman que: “La vivienda se presenta como el espacio desde el cual se genera un mejoramiento en el entorno” (López & Ocaranza, 2012).

1.4. Conclusiones del capítulo

Independientemente de las transformaciones que se realicen en la economía del país, donde se diversifiquen los tipos y conceptos de vivienda, los programas de vivienda social tendrán prioridad, dada la esencia de su sistema político-social. La vivienda es un derecho humano básico reconocido por muchas organizaciones internacionales, y su provisión es un indicador clave de justicia social y bienestar. Los programas de vivienda social se establecen precisamente para abordar las desigualdades y proporcionar viviendas asequibles y de calidad para aquellos que no pueden acceder al mercado libre.

La vivienda social no solo debe ser adecuada en términos de calidad y accesibilidad, sino que también debe ser racional en su costo, edificación y diseño urbanístico. Esto permite garantizar la eficiencia económica en la construcción y gestión de viviendas sociales, la sostenibilidad a largo plazo y el aprovechamiento adecuado del suelo construible. Al priorizar estos aspectos, se promueve una mejor calidad de vida para los residentes y una gestión urbana más eficiente.

Por otro lado, las tecnologías apropiadas para la vivienda social deben adaptarse a las condiciones del país y de cada lugar en particular. Esto implica la búsqueda de enfoques constructivos eficientes y sostenibles que se ajusten a las necesidades y recursos específicos. La adecuación no implica necesariamente utilizar prácticas constructivas tradicionales o rudimentarias, sino más bien buscar soluciones innovadoras y adaptadas para lograr viviendas adecuadas y asequibles en el contexto de la vivienda social.

La vivienda social típica que se produce actualmente en los programas habitacionales del país es susceptible de perfeccionamiento, tanto en su concepto de diseño como de racionalidad arquitectónica y urbana. Mejorar el concepto de diseño y la racionalidad arquitectónica y urbana de la vivienda social tiene beneficios significativos. Estos incluyen la mejora de la calidad de vida de los residentes, la reducción de los costos operativos y de mantenimiento, la promoción de la sostenibilidad ambiental y la creación de comunidades más inclusivas y cohesionadas. De esta

manera, se logra una vivienda social que cumple con su propósito fundamental de proporcionar un hogar digno y adecuado para todas las personas.

CAPÍTULO II. ESQUEMA METODOLÓGICO DE ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS APROPIADAS PARA VIVIENDAS SOCIALES URBANAS.

En el presente capítulo se proporcionará una revisión de las diferentes tecnologías disponibles para la construcción de viviendas sociales urbanas. Se busca evaluar y comparar las diferentes opciones tecnológicas con el fin de identificar las tecnologías más adecuadas y apropiadas para la construcción de viviendas sociales en entornos urbanos.

Se describirán y analizarán las tecnologías de construcción existentes, tales como métodos de construcción tradicionales, materiales alternativos, tecnologías sostenibles, entre otros. Se examinarán sus ventajas, desventajas, costos, durabilidad, resistencia, adaptabilidad al entorno urbano y su viabilidad para la construcción de viviendas sociales.

El propósito final de este capítulo es ofrecer una base sólida de conocimientos y análisis que permita tomar decisiones informadas sobre la selección de tecnologías apropiadas para la construcción de viviendas sociales urbanas.

2.1. Rasgos caracterizadores de las tecnologías apropiada para viviendas

Acorde los criterios comunes que se aportan para considerar una tecnología como apropiada, se coincide en que debe reunir características que la hagan sostenible, eficiente, culturalmente apropiada y segura. Basado en los planteamientos de un conjunto de fuentes autorizadas (Acosta, 2009; González, 2023; Javi, 2006; Ocampo, Blanco & Karlik, 1991; Arner, 2016) pueden plantearse los rasgos generales que caracterizan a las tecnologías apropiadas:

- **Accesibilidad:** la tecnología debe estar disponible y ser accesible para las personas que la necesitan.
- **Sostenibilidad:** la tecnología debe ser respetuosa con el medio ambiente y tener un impacto mínimo en los recursos naturales.
- **Eficiencia:** la tecnología debe ser eficiente y reducir los costos de construcción y mantenimiento.
- **Adaptabilidad cultural:** la tecnología debe ser culturalmente apropiada y adaptarse a las necesidades y costumbres locales.
- **Seguridad:** la tecnología debe ser segura y cumplir con los estándares de calidad y seguridad.

- Reparabilidad: la tecnología debe ser fácilmente reparada y mantenida por los mismos usuarios o por personal local.
- Priorización de necesidades humanas básicas: la inversión en tecnologías apropiadas debe priorizar la satisfacción de las necesidades humanas básicas, como alimentación, vestimenta, vivienda, salud, educación, seguridad personal, participación social, trabajo y transporte.

La evaluación de una tecnología en la construcción considerando criterios económicos, tecnológicos, socio-culturales, ambientales, entre otros, es fundamental para determinar su idoneidad.

Desde un enfoque económico, es crucial evaluar la viabilidad financiera de la tecnología. Esto implica analizar los costos de implementación y mantenimiento a largo plazo, así como el impacto en la economía local, evitando criterios parciales y cortoplacistas que se basan en la reducción de costos iniciales o en soluciones donde una vez puestas en uso la vivienda, generen gastos excesivos en gestión urbana. Por ello, una tecnología apropiada debe ser económicamente accesible y eficiente en términos de recursos utilizados, ayudando a reducir los costos tanto en la construcción como en el funcionamiento de una edificación.

La dimensión tecnológica es relevante para asegurar que la tecnología sea adecuada y eficaz para su propósito. Debe estar respaldada por investigaciones técnicas y científicas, y cumplir con los estándares y regulaciones establecidos para garantizar la seguridad y calidad de las construcciones. Además, la tecnología debe ser actualizable y capaz de adaptarse a los avances y cambios tecnológicos en el tiempo.

En términos socio-culturales, es fundamental considerar la adecuación y aceptación de la tecnología en la comunidad local. Cada asentamiento tiene características diferentes que deben ser tomadas en cuenta, incluyendo sus necesidades, costumbres y preferencias culturales. Una tecnología apropiada es aquella que se integra y respeta el entorno social y cultural, promoviendo la participación y el empoderamiento de las comunidades.

El criterio ambiental es esencial debido a los desafíos actuales de sostenibilidad. La tecnología debe ser respetuosa con el medio ambiente, utilizando recursos renovables, reduciendo el consumo energético y minimizando su impacto negativo en el entorno natural. Esto implica evaluar el ciclo de vida de la tecnología, incluyendo aspectos como la eficiencia energética, la gestión de residuos y la reducción de emisiones.

En conclusión, la evaluación de una tecnología en la construcción debe tener en cuenta criterios económicos, tecnológicos, socio-culturales y ambientales. Cada uno de estos aspectos contribuye a asegurar la sostenibilidad, eficiencia, adaptabilidad cultural y seguridad de la tecnología, así como su aceptación en la comunidad local. Al sopesar estos criterios, se maximiza la posibilidad de seleccionar una tecnología adecuada y beneficiosa para las necesidades y condiciones específicas del contexto constructivo.

Es importante tener en cuenta las condiciones actuales de los programas de vivienda en Cuba, que enfrentan restricciones económicas y materiales. La posibilidad de asimilar tecnologías por los contextos locales y la política del esfuerzo propio o autoconstrucción son elementos a considerar. Asimismo, es importante tener en cuenta que las soluciones no deben desperdiciar el suelo con viviendas uniplantas, ya que los ahorros en la construcción podrían contradecirse con los gastos en gestión urbana e infraestructura.

Cuba ha utilizado varias soluciones constructivas a lo largo del tiempo, algunas de las cuales conforman sistemas constructivos. Estas soluciones o sistemas constructivos están basados fundamentalmente en soluciones de muros de albañilería, ya sea con ladrillos de cerámica o bloques de hormigón, y en soluciones constructivas con el uso del hormigón armado in situ o prefabricado, de pequeño, mediano o de gran formato. Conocer adecuadamente los requerimientos o exigencias para la construcción que demandan las soluciones constructivas empleadas en el país, y la medida en que estos requerimientos son tenidos en cuenta en los métodos o procedimientos de evaluación, permite determinar de manera acertada cuáles son las soluciones más apropiadas para su inserción en diferentes contextos.

En vista de las limitaciones actuales en materia de prefabricación pesada y alta industrialización en todos los municipios del país, es recomendable enfocarse en tecnologías de pequeño formato y posibilidad de autoconstrucción, que se ajusten a las demandas y necesidades de la población. La falta de plantas de prefabricación y las condiciones necesarias para su implementación en todos los municipios implicarían un gasto significativo en transporte y equipos de izaje. Estos costos adicionales podrían dificultar la viabilidad económica y operativa de dicha opción en el surtido de tecnologías.

Para las condiciones de Cuba, en el contexto de vivienda social, es importante seleccionar soluciones tecnológicas que cumplan con ciertos requisitos comunes en diferentes aspectos. Las soluciones tecnológicas deben ser económicamente viables y accesibles para la población de bajos ingresos. Deben ser eficientes en términos de costos de construcción, materiales y mantenimiento a largo plazo. Dichas soluciones deben ser tecnológicamente apropiadas para el

contexto cubano, teniendo en cuenta la disponibilidad de recursos y materiales locales. Deben promover la eficiencia energética, el uso de energías renovables y sistemas sostenibles; deben tener en cuenta las necesidades y hábitos de las personas que vivirán en estas viviendas. Deben ser flexibles y permitir la adaptación a las diferentes dinámicas familiares y culturales. Se debe considerar la construcción participativa y el empoderamiento comunitario en el proceso. También deben ser respetuosas con el medio ambiente y promover la sostenibilidad. Deben considerar aspectos como la eficiencia en el consumo de agua, la gestión de residuos y la reducción de la huella ambiental en todas las etapas del ciclo de vida de la vivienda.

Es por esto, que se apuesta por tecnologías de pequeño formato y posibilidad de autoconstrucción, pues promueven el desarrollo y la apropiación local de habilidades y conocimientos técnicos. Esto a su vez puede generar empleo y fomentar el crecimiento económico a nivel local. Además, estas tecnologías brindan flexibilidad y adaptabilidad en la construcción, permitiendo ajustarse a las necesidades específicas de cada comunidad. De esta manera, se puede garantizar una mayor participación y empoderamiento de la población en el proceso constructivo.

2.2. Enfoques aplicados en Cuba para la selección de tecnologías en viviendas sociales

En 1958, la construcción —entendiendo por ella todas las actividades constructivas y sus productos— alcanzaba en Cuba un alto nivel técnico, tecnológico y artístico, similar al de los países desarrollados, principalmente de los Estados Unidos de Norteamérica (EEUU). El Movimiento Moderno de la Arquitectura dio a la Habana el perfil de capital desarrollada que le faltaba; era un ejemplo, y se desarrollaba a un alto ritmo, pero se construía en volúmenes, lugares y tipos de obras muy limitados.

Es un hecho indiscutible que antes del año 1959 la ingeniería y la arquitectura cubanas demostraron interés por la introducción de progresos y conocimientos de la ciencia y la técnica en el desarrollo de nuestras construcciones. Existen valiosos estudios publicados de las investigaciones sobre el comportamiento de nuestros materiales autóctonos en las obras de construcción, que había necesidades del empleo de laboratorios para el diseño y control de sus propiedades, de las necesidades de especialización de recursos humanos con conocimientos para la adecuada ejecución de las obras. De esos conocimientos se alimentaron muchos de los especialistas que se formaron en Cuba y permanecieron en ella después del triunfo de la Revolución y que fueron fundadores y precursores en el sector.

En 1959 el nuevo gobierno revolucionario se enfrenta entonces la necesidad impostergable de construir más de 150 000 viviendas por año durante una década para cubrir el déficit y la falta acumulada de mantenimiento, reparación y reconstrucción de las existentes. Por otro lado, muchos de los constructores con experiencia emigraron y no se contaba con recursos económicos suficientes ni con medios, instrumentos, y personal científico-técnico que garantizaran el desarrollo. Eran insuficientes, además, las tecnologías de construcción y de producción de materiales.

En 1962 se inició la construcción de laboratorios, instalaciones y talleres adecuados para esa actividad en el Reparto Guiteras, en la zona este de la ciudad de La Habana, donde además se dedicó una zona para la ejecución experimental de viviendas.

En el Primer Congreso de los Constructores, realizado en 1964, se acordó industrializar la construcción, es decir, producir en fábricas el mayor por ciento de las partes de las construcciones. Por sus características, condiciones y funciones propias, la estructura y la albañilería son las partes de más peso y volumen de una construcción; su industrialización es la prefabricación y su producto es el prefabricado.

El Estado cubano optó por impulsar el desarrollo de construcciones prefabricadas, con el objetivo de incrementar el número de nuevas viviendas, especialmente para trabajadores y familias vulnerables. Este impulso se vio reflejado en lo que se conoció como el Movimiento de Microbrigadas durante la década de los 70.

Durante la década siguiente, el ritmo de construcción de nuevas viviendas continuó creciendo, mayormente a través de la intervención estatal. Sin embargo, a finales de esta etapa, la situación política cambió y la desaparición del sistema socialista en Europa generó una crisis económica que interrumpió este progreso y fue necesario acudir a la búsqueda de soluciones “alternativas”, las llamadas “viviendas de bajo costo”.

La primera década del siglo XXI se ha caracterizado por un auge del esfuerzo propio popular en la construcción de viviendas sociales, la implementación de programas de subsidio estatal y una recuperación de los nuevos edificios multifamiliares, aún en una fase inicial.

En la actualidad, para abordar la construcción masiva de viviendas sociales, se retoma la industrialización en el proceso constructivo. Se destacan tecnologías significativas como las Petrocasas, grandes paneles prefabricados, sistemas de encofrados metálicos, estructuras de perfiles metálicos, y sistemas mixtos que combinan elementos prefabricados con obras realizadas in situ. Según Reyes y Suárez (2016), a pesar de los beneficios sociales reconocidos en este

enfoque, la producción masiva de viviendas en Cuba actualmente enfrenta una serie de desafíos que abarcan aspectos urbanísticos, tecnológicos, socio-culturales y ambientales, los cuales aún requieren ser abordados.

A partir de lo anterior se entiende que el gobierno cubano, a lo largo de los años, ha desarrollado distintas políticas y programas para abordar el déficit habitacional y garantizar el acceso a una vivienda digna para todos los ciudadanos. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados, persisten algunos desafíos y limitaciones.

Uno de los principales desafíos es el déficit habitacional, que se ha agudizado debido a factores como el envejecimiento de las viviendas, la falta de mantenimiento, la escasez de nuevos proyectos de construcción y la migración interna. Esto ha llevado a una creciente demanda de viviendas por parte de la población, reflejada en largas listas de espera para acceder a una vivienda en condiciones adecuadas.

Además, las restricciones económicas han afectado la disponibilidad de recursos para invertir en la construcción y reparación de viviendas. La economía cubana ha enfrentado dificultades, lo que ha limitado la capacidad de financiamiento para programas de vivienda a gran escala, trayendo consigo un ritmo lento en la construcción de nuevas viviendas y falta de recursos para emprender proyectos de rehabilitación y reparación de viviendas existentes.

Sin embargo, es importante destacar algunos avances en los programas de vivienda en Cuba. Existen iniciativas como la entrega gradual de subsidios para la construcción o reparación de viviendas, así como el fomento de la autoconstrucción y la rehabilitación de viviendas por parte de los propios ciudadanos. Estas iniciativas buscan aumentar la participación y la responsabilidad individual en el proceso de mejora de las condiciones habitacionales.

La vivienda social construida por el Estado en Cuba, donde predominan los edificios multifamiliares de varias plantas, favorece un buen aprovechamiento del suelo, pero no permite la evolución en el tiempo como respuesta a las necesidades cambiantes y posibilidades económicas de la familia, además, en aras de la masividad, se ha acudido al empleo de proyectos repetitivos que no se adecuan al contexto urbano (Gelabert, 2014).

Uno de los problemas principales que ha enfrentado el desarrollo de la vivienda en Cuba en las últimas décadas ha sido, precisamente, la ausencia de ese enfoque sistémico, lo cual ha impedido alcanzar mejores resultados, aún con los limitados recursos destinados a ese fin. Estos años se han caracterizado por la preponderancia de las políticas sectoriales por sobre la necesaria integralidad habitacional, con consecuencias negativas como: la inexistencia del necesario

mantenimiento de las edificaciones con el consecuente deterioro del fondo, el crecimiento territorial de ciudades, el freno al esfuerzo propio, el desarrollo y posterior estancamiento de soluciones técnico-tecnológicas costosas y consumidoras de energía y un período en que estas fueron sustituidas por técnicas llamadas alternativas que no tuvieron el éxito esperado, en sentido general, por mala aplicación (de la Vega, 2011).

Cada vez son más los que comprenden que en Cuba en el siglo XXI, ante los nuevos retos y posibilidades, no es posible volver a la forma de pensar y hacer tradicionales, caracterizadas fundamentalmente, por enfoques tecnicistas y estrategias sectoriales. Según Sergio Baroni, 1991, citado por de la Vega (2011), es necesario buscar recursos y tecnologías que, respetando el medio, logren un equilibrio adecuado hombre-naturaleza y garanticen conservar y continuar la calidad de urbanismo y arquitectura cubanas heredadas.

Resulta decisiva la instrumentación de una gestión basada en la dirección integrada de proyectos, capaz de superar la forma aislada en que se ha llevado a cabo la gestión de la vivienda en Cuba y en muchos países, sin considerar otros componentes del hábitat social y los vínculos existentes entre ellos. La introducción de procesos innovadores en la gestión del hábitat es esencial para lograr un aprovechamiento más eficiente de los recursos lo que redundaría en un mayor grado de satisfacción social (Rey, 2012).

En conclusión, los programas de vivienda en Cuba enfrentan desafíos como el déficit habitacional, la falta de recursos y la centralización en la toma de decisiones. No obstante, se han implementado estrategias orientadas a mejorar las condiciones de vida de la población, aunque es necesario seguir trabajando en la búsqueda de soluciones sostenibles y adaptadas a las necesidades locales.

2.3. Situación actual de la selección de tecnologías para los programas de viviendas sociales en Cuba

El ambiente de racionalidad y ahorro de materiales e insumos que configuraba el escenario local para la selección de tecnologías y materiales para la construcción de las viviendas sociales y rehabilitación de las existentes, venía acusando un recrudescimiento desde la segunda mitad de la década pasada (2010-2019), caracterizado por la reducción de componentes importados, limitaciones en portadores energéticos en los procesos constructivos, amén de otros factores incidentes.

La aparición y extensión de la pandemia de la COVID-19 impactó en la actividad constructiva, al igual que en el resto de las esferas económicas y sociales de los países y regiones del mundo.

En Cuba se prosiguió, a escala local, con la construcción de viviendas en proceso, acorde con el ritmo que era posible, dado que las medidas para el enfrentamiento y prevención de la generación de la enfermedad pandémica repercutió en la paralización de diversas labores y en la propia movilidad e interrelación social de las personas involucradas en ellas.

Sin embargo, en los programas constructivos habitacionales, el impacto más negativo se dio en los años 2020 y 2021, así como en las consecuencias para la economía que todavía hoy, a dos años del regreso a la normalidad sanitaria, se hacen sentir con fuerza, agudizadas por las consecuencias económicas de ese hecho, tanto nacional como internacionalmente, y el agravamiento de la agresión económica de los EEUU.

En la problemática técnica, esto ha provocado que se hayan maximizado las medidas de ahorro material, sobre todo de rubros que requieren de elevados índices de consumo de portadores energéticos para su fabricación y/o colocación en obra; así como que se haya dado prioridad a alternativas de uso de materiales locales que reduzcan la transportación de carga. Lo anterior se ha traducido desde el año 2022 en aplicación de soluciones constructivas con un mínimo de gasto de cemento y de acero, reducción del uso de equipos de izaje y alternativas de reemplazo de componentes y materiales por otros de mayor asequibilidad, sobre todo localizados en proximidad.

Lo anterior no puede repercutir en una adecuación del concepto de tecnología apropiada a las situaciones emergentes. En términos de rigor técnico, es necesario evaluar hasta qué punto es conveniente “construir a todo trance”, en una pretendida vivienda económica o de bajo costo; pero que traiga consecuencias a mediano y largo plazo, tanto para sus ocupantes como para la propia gestión urbana.

El desempeño de una vivienda social, en dependencia de la tipología que se le corresponda, debe ser aceptable y suficiente, al menos por un tiempo de vida útil de la edificación que oscile entre 40 y 60 años. Por otra parte, su emplazamiento debe también reunir las condiciones que faciliten el suministro de los insumos básicos a la vivienda, o al menos le sean accesibles a los residentes.

Los impactos de esta situación descrita, a los efectos de una visión integral de la economía de la vivienda, pueden describirse de la siguiente forma:

- La solución de muros más utilizada es con bloques de hormigón, tanto de 0.10 m como de 0.15 m de espesor, aunque se está observando que, en contraposición a la norma técnica vigente, se emplean bloques de 0.10 m en muros de carga.

- Está generalizado el uso de los bloques de hormigón en muros proveniente de talleres locales de fabricación, donde una parte de los mismos confrontan problemas e insuficiencias de rigor técnico. Muchas empresas locales no contratan pruebas de calidad a sus producciones debido a limitantes económicas, así como por dificultades de transportación de las muestras a examinar hacia los laboratorios. Los controles de calidad más frecuentes son de tipo visual apreciativo.
- El empleo de ladrillos de barro normalizados para los muros de las viviendas sociales es más frecuente en las localidades donde existen talleres o pequeñas fábricas de producción de estos elementos. La calidad de los ladrillos es muy variable, condicionada por las condiciones técnicas de los hornos de fabricación local (“criollos”).
- La solución de la estructura de la cubierta depende en gran medida de las posibilidades locales. Las losas de hormigón armado se han reducido, dado el consumo en cantidad y calidad del cemento portland que requieren y del acero de refuerzo. En el caso de la solución conocida por “vigüeta y tabletas”, cuyos componentes se fabrican en los talleres de producción local, también están condicionados a la disponibilidad de ambos materiales (cemento y acero) y normalmente su terminación final depende de la calidad de los moldes.
- Acorde a lo anterior, se mantienen soluciones de techos a partir de vigas metálicas o enviguetado de madera y cubierta con elementos metálicos laminados.
- En dependencia de la práctica usual en las soluciones técnicas descritas, y dada la modalidad de construcción por esfuerzo propio predominante en los programas de viviendas sociales, es general en la actualidad su condición de uniplanta, emplazadas en parcelas independientes.

También se ha reducido la superficie construida de la vivienda social, predominando como base la de tipo Célula Básica Habitacional (CBH), que parte de un módulo básico de 25 m², el cual muchas veces es aumentado por asignaciones extra de materiales que en determinadas localidades es posible hacer o por la autogestión de los propios beneficiarios involucrados.

El resultado del panorama anterior es el predominio de decisiones locales, sobre la base de la situación económico-material que confronten y una especie de adecuación del concepto de “tecnología apropiada” a las posibilidades de cada lugar.

Los efectos o consecuencias de esta situación no sólo pueden apreciarse en el fenómeno momentáneo de las limitantes que impidan en la actualidad aspirar a una práctica mejor, sino que

estas decisiones de racionalización económica a corto plazo repercutirán en el mediano y largo plazo por incrementos de gastos por concepto de reemplazo, reparación y por gestión de dichas viviendas. Esto fue advertido por Olivera y Artilles (2011) al tratar los problemas de absolutizar determinados parámetros en la concepción de la vivienda social, en lo que denominaron como el “espejismo de la inversión inicial”, al buscar economías en materiales y componentes constructivos en detrimento de otros aspectos de la edificación que a la larga afectan su desempeño.

2.4. Panel de expertos sobre tecnologías apropiadas para viviendas sociales

2.4.1. Integración del panel

Teniendo en cuenta la situación actual respecto a los conceptos de tecnologías apropiadas, que no deja de ser eventual, pero de cierta evolución de permanencia en un futuro mediano, se decidió recurrir al criterio de expertos, donde se reunió un panel de profesionales, estrechamente vinculados con los temas y aplicaciones prácticas de los mismos, de especialidades afines y con experiencia suficiente para considerar como autorizado y veraz sus opiniones.

Dicho panel se configuró por 12 expertos, con la siguiente integración:

- Especialidades representadas:
 - Arquitectos... 9 (75%)
 - Ingenieros civiles... 3 (25%)
- Experiencia técnico-profesional en el tema:
 - Más de 25 años... 7 (59%)
 - Entre 11 y 25 años... 4 (33%)
 - 10 años o menos... 1 (8%)
- Sector de ocupación:
 - Ejecución de obras... 4 (33%)
 - Proyectos... 2 (17%)
 - Académico-investigativo... 6 (50%)

2.4.2. Objetivo y configuración del instrumento de indagación

El objetivo clave de encuesta a este panel fue conocer cuál es la importancia relativa que cada experto concede a los requisitos de tecnología apropiada para viviendas sociales que en las condiciones actuales se establecen, acorde con un listado de 16 requisitos distribuidos entre factores de tipo: económicos, tecnológicos, socio-cultural y ambiental.

Estas respuestas son interesantes, ya que expresan la valoración del rol de cada requisito en las condiciones que operan hoy para llevar adelante los programas de vivienda social en el país. En el instrumento también se dejó la opción de añadir requisitos no listados, a juicio del experto encuestado. El método empleado en la encuesta solicita al experto que le asigne una importancia relativa a cada requisito, en una escala descendente de 5 hasta 1 (Escala de Linkert). La configuración del cuestionario se muestra en la tabla:

Factores	Requisitos	Importancia relativa				
		5	4	3	2	1
Económico	1. Mínimo costo financiero					
	2. Bajo consumo material					
	3. Mínimo consumo de insumos y materiales importados					
	4. Consumo racional de portadores energéticos					
Tecnológico	1. Baja complejidad tecnológica					
	2. Mínimo requerimiento de equipos de izaje					
	3. Bajo peso de sus elementos componentes					
	4. Posibilidad de crecimiento en altura de la edificación					
	5. Baja demanda de recursos humanos especializados					
	6. Uso de materiales y materias primas locales					
Socio-Cultural	1. Posibilidad de uso de recursos humanos locales					
	2. Coherencia con las tradiciones y cultura locales					
Ambiental	1. Mínimo impacto al entorno ambiental					
	2. Reducida generación de desechos					
	3. Posibilidades de reciclaje o reúso de desechos					
	4. Contribución a la reducción de riesgos					

Tabla 1: Esquema de encuesta de los requisitos para la tecnología apropiada de viviendas sociales en Cuba sometido a panel de expertos. Fuente: Elaboración propia.

En el Anexo 1 de la tesis se muestra el instrumento de encuesta, tal como se sometió al criterio de los expertos, el cual deja espacios para la iniciativa del encuestado en proponer requisitos y factores no considerados.

2.4.3. Resultados primarios de la encuesta

Una vez procesados los resultados de las respuestas del panel de expertos, se hizo un cálculo ponderado de la importancia relativa dada por el conjunto de encuestados a cada requisito de

tecnología apropiada, resultando el siguiente listado ordenado de mayor a menor importancia, aclarando en cada caso el puntaje obtenido de la ponderación:

No. de orden	Requisito	Puntaje
1	Consumo racional de portadores energéticos	56
	Uso de materiales y materias primas locales	56
	Coherencia con la cultura y las tradiciones locales	56
	Mínimo impacto al entorno ambiental	56
2	Contribución a la reducción de riesgos	55
3	Posibilidad de uso de recursos humanos locales	54
	Posibilidades de reciclaje o reúso de desechos	54
4	Mínimo consumo de insumos y materiales importados	53
	Reducida generación de desechos	53
5	Bajo peso de sus elementos componentes	50
	Posibilidad de crecimiento en altura de la edificación	50
6	Baja complejidad tecnológica	48
	Baja demanda de recursos humanos especializados	48
7	Mínimo costo financiero	47
	Mínimo requerimiento de equipos de izaje	47
8	Bajo consumo material	41

Tabla 2: Puntajes otorgados a los requisitos. Fuente: Elaboración propia.

El panel de expertos utilizó también la prerrogativa de proponer requisitos adicionales, los cuales fueron planteados por expertos aislados. De esa manera se propusieron los siguientes requisitos para tecnología apropiada:

1. Máximo aprovechamiento del recurso suelo (factor económico) - 5
2. Acceso a fuentes de crédito (factor económico) - 4
3. Introducción de la innovación y la ciencia para tecnologías apropiadas (factor tecnológico) - 5
4. Acceso a herramientas y medios accesorios para el trabajo, incluye suministros importados (factor tecnológico) - 5
5. Aplicación de los principios culturales de diseño de la arquitectura tradicional cubana (factor socio-cultural) - 5
6. Empleo de materiales y técnicas más genuinas de la cultura y tradiciones constructivas cubanas (factor socio-cultural) - 5
7. Participación del usuario en el proceso de diseño y ejecución (factor socio-cultural) - 4

8. Máxima disponibilidad de infraestructuras técnicas y servicios urbanos (factor ambiental) - 5
9. Cumplimiento de regulaciones urbanas (factor ambiental) - 5
10. Adaptación a las características del entorno (factor ambiental) - 5
11. Máxima eficiencia de la gestión organizacional para producción de la vivienda social (factor gestión) - 5
12. Acceso al suelo de construcción (factor de gestión) - 5

En el caso de los dos últimos requisitos añadidos por los expertos (11 y 12), dicho encuestado consideró procedente añadir también el factor de Gestión, no considerado en la propuesta a consulta.

A nivel primario se considera como muy satisfactoria la implicación y actitud aportadora del panel de expertos, dado que ninguno dejó respuestas en blanco y además de los 16 requisitos puestos a consulta, se propusieron 12 adicionales en todos los factores, incluyendo dos requisitos de un factor adicional propuesto por uno de los expertos.

Respecto a los 16 requisitos consultados inicialmente en el instrumento, si se tiene en cuenta que el valor de respuesta promedio máxima (puntuación de 5 de importancia relativa para todos) es de 60, existió una elevada coincidencia del panel de expertos con la propuesta de requisitos, ya que el promedio total de respuestas fue de 51.5.

2.4. Análisis y discusión de los resultados del panel de expertos sobre tecnología apropiada

Elementos de análisis a partir de los resultados sistematizados del instrumento de encuesta:

1. Existe una relación entre los requisitos:
 - Uso de materiales y materias primas locales (56)
 - Mínimo consumo de insumos y materiales importados (53)
 - Mínimo costo financiero (47)
 - Bajo consumo material (41)

Dado que se refieren a la necesidad de la racionalidad económica de la tecnología apropiada, vinculado con su accesibilidad y asequibilidad. Esta condicional es importante, ya que la vivienda social generalmente forma parte de programas masivos o de replicación de edificaciones para satisfacer las necesidades de población seleccionada para ser beneficiada; en tal sentido, a mayor economía, mayores posibilidades de masificación.

Es significativo que uno de los expertos haya introducido el asunto del valor económico del suelo (importancia relativa 5) y el acceso a fuentes de crédito (importancia relativa 4), aunque

este último aspecto puede interpretarse tanto para la parte inversionista de los programas de vivienda, como para los propios beneficiarios, para lo cual debieran tenerse en cuenta también otras alternativas como las hipotecas populares, los subsidios y otros.

Consideración: En la caracterización de la tecnología apropiada para vivienda social en Cuba podrán integrarse estos elementos en una formulación que tenga en cuenta tales nexos y la necesidad de que se conceptualicen dentro de dicha definición.

2. También se visualiza una vinculación entre los requisitos:

- Posibilidad de uso de recursos locales (54)
- Baja demanda de recursos humanos especializados (48)
- Baja complejidad tecnológica (48)

Lo cual se asocia al logro de la participación popular y/o de los propios beneficiarios e implicados en los programas de producción habitacional en la construcción de las viviendas sociales. De cierta manera hay otros requisitos reconocidos por el panel de expertos que pudieran relacionarse o tributar a este propósito, como, por ejemplo:

- Bajo peso de sus elementos componentes (50)
- Mínimo requerimiento de equipos de izaje (47)

Dado que estos requisitos anteriores favorecen la laborabilidad y manejo de los procesos por esfuerzo propio, aunque lo referente a los equipos de izaje tiene también implicaciones económicas y de complejidad tecnológica, en dependencia del peso y características geométricas que pudieran tener los elementos componentes.

Esta preocupación estuvo presente en los requisitos adicionales propuestos por los expertos, puesto que uno de ellos aportó:

- Participación del usuario en el proceso de diseño y ejecución (4)

Consideración: La accesibilidad operativa de los recursos humanos de la comunidad en la construcción de sus propias viviendas debe estar reflejado indispensablemente en la definición de tecnología apropiada enfocada a los programas habitacionales en Cuba.

3. La dimensión ambiental es clave en la tecnología apropiada. El requisito de mínimo impacto ambiental está en el grupo de máxima votación (56), así como la necesidad de que la tecnología contribuya a la reducción de riesgos (55). Esto se complementa por el requisito de reducida generación de desechos, también consensuado (53).

En el requisito adicional propuesto por uno de los expertos se mantiene esa línea, pues fue enunciado como adaptación a las características del entorno (5), dentro de la dimensión ambiental.

Consideración: El carácter sostenible de la tecnología apropiada debe estar incluido en sus condicionales a través de su amigabilidad ambiental y evitación de impactos negativos al medio ambiente.

4. Por encima de la participación de los usuarios en la producción y gestión de los programas de vivienda social, está el vínculo de la tecnología apropiada con el contexto social y cultural en que se manifiesta. El requisito de su coherencia con la cultura y las tradiciones locales estuvo en el tope del consenso del panel (56) y reforzado por las contribuciones adicionales de algunos expertos.

El tal sentido, uno de ellos incluyó la aplicación de los principios culturales de diseño, vinculado con la arquitectura tradicional (5) y otro lo enfocó como el empleo de materiales y técnicas genuinas para la cultura y la tradición constructiva cubana (5).

Consideración: En comparación con la tendencia general, para el caso de Cuba debe ser un requisito la relación de la tecnología apropiada con el marco social y cultural. Esto ya se había dejado establecido en la arquitectura vernácula y en las tradiciones de la vivienda popular rural y urbana.

2.5. Requisitos a cumplir por la tecnología apropiada para viviendas sociales en las condiciones de Cuba

Basado en la conceptualización sobre tecnologías apropiadas de construcción que se establece a partir de las fuentes científicas nacionales e internacionales, aportadas en el Capítulo 1 y en el análisis y discusión del acervo de conocimientos y experiencias sentado por el panel de expertos, pueden definirse los requisitos para las condiciones de Cuba.

Se entiende que es posible distinguir entre Requisitos Básicos y Requisitos Deseables. Entre los primeros se cuentan aquellos que definen la esencia de la tecnología apropiada y es necesario que sean cumplidos eficiente y suficientemente en su totalidad. Los deseables son determinados requisitos que contribuyen a afianzar el carácter apropiado de la tecnología; pero que pueden tener determinada adecuación menor o mayor en el contexto local y en las condiciones influyentes (económicas, tecnológicas, sociales, políticas, ambientales y otras).

2.5.1. Requisitos básicos de la tecnología apropiada para viviendas sociales

RB.1 - Los materiales y materias primas deben ser asequibles económicamente a las posibilidades de los actores que intervienen en la sustentación financiera de su ejecución y mantenimiento ulterior en la vivienda social.

RB.2 - Los materiales y materias primas, los insumos y los componentes técnicos deben ser lo más accesible localmente a los ejecutores, sobre todo en términos de distancia de transportación, disponibilidad local y otras facilidades económicas, contextuales y de gestión de la construcción de la vivienda social.

RB.3 - Mínimo impacto ambiental al entorno natural y construido, en forma de emisiones, vertimientos y contaminación al aire, suelo y aguas; alteración o destrucción del medio natural y/o afectación a la salud de las personas y del medio orgánico, tanto en el proceso constructivo de la edificación como en el uso y disfrute posterior de la vivienda construida.

RB.4 - Susceptible de empleo de mano de obra local, a partir de la factibilidad de asimilación local de los conocimientos y habilidades técnicas que demande la tecnología.

RB.5 - Coherente con la cultura, las tradiciones y contexto locales del hábitat y la vivienda, en términos de asimilación socio-cultural de la tecnología y del producto construido que la misma genere.

2.5.2. Requisitos deseables de la tecnología apropiada para viviendas sociales

RD.1 - Consumo racional de portadores energéticos, sobre todo de los que se obtienen de fuentes no renovables de energía.

RD.2 - Mínima producción de desechos y/o contribuir al reciclaje o reuso de los mismos.

RD.3 - Posibilitar el aprovechamiento racional del suelo construible, como expresión de economía en la gestión urbana respecto a la vivienda social una vez construida.

2.6. Conclusiones del capítulo

El déficit de viviendas en Cuba continúa siendo un área de preocupación que requiere soluciones integrales y sostenibles, abordando tanto la cantidad como la calidad de las viviendas disponibles. Este desafío multidimensional debe seguir siendo una prioridad en la agenda de desarrollo del país, con un enfoque en la implementación de estrategias efectivas que consideren las complejas interrelaciones entre factores económicos, políticos, sociales, culturales y ambientales.

Los expertos de la construcción aportan un nivel de experiencia especializada que abarca una amplia gama de enfoques aplicables a entornos específicos. Esta experiencia puede ser crucial para evaluar la idoneidad de las tecnologías en términos de durabilidad, impacto ambiental, adaptabilidad a condiciones locales y viabilidad económica. Consultarlos brinda una validación y legitimación basadas en el conocimiento especializado y la autoridad en el campo.

Las tecnologías apropiadas para la construcción de viviendas en Cuba deben ser económicamente viables, culturalmente aceptables, técnicamente adecuadas, respetuosas del medio ambiente y gestionables por la mano de obra local. La integración exitosa de estas características en las tecnologías de construcción para viviendas en el país contribuirá a la creación de una infraestructura habitacional sólida, adaptable a las necesidades específicas del país y respetuosa con su entorno social, cultural y natural.

CAPÍTULO III. APLICACIÓN DEMOSTRATIVA PARA LA EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS APROPIADAS.

En este capítulo se presenta la aplicación demostrativa de un instrumento desarrollado para evaluar la apropiabilidad de tecnologías de pequeño formato aplicables a la construcción de viviendas sociales en el contexto cubano.

Se analizan los procesos constructivos y materiales utilizados en cada una de las soluciones seleccionadas, así como los costos y tiempos de construcción. Se incluyen también aspectos relacionados con la eficiencia energética y la reducción de emisiones de CO₂, así como la accesibilidad y reparabilidad de las soluciones.

Finalmente, se presentan los resultados obtenidos a través de la evaluación de las soluciones constructivas demostrativas, comparando su desempeño en términos de eficiencia, sostenibilidad y adaptabilidad. Se concluye con recomendaciones para la implementación de este instrumento en la selección adecuada de soluciones constructivas en futuros proyectos de vivienda social en el país.

3.1. Propuesta de instrumento para la evaluación-selección de Tecnologías Apropriadas en viviendas sociales

La definición de los requisitos a cumplir por tecnología apropiada para viviendas sociales en el capítulo anterior, resultantes de la consulta al panel de expertos, permitió la formulación de un instrumento integral para la evaluación y selección de Tecnologías Apropriadas en viviendas sociales, con el propósito de ofrecer una estructura práctica y uniforme que permita evaluar diversas opciones de construcción. Este instrumento se plantea como una respuesta a la necesidad de contar con un marco estandarizado y sistemático que facilite la toma de decisiones a nivel local, principalmente en programas de viviendas sociales a escala municipal o superior.

Al considerar su implementación, se busca establecer un sistema que posibilite a los responsables de la toma de decisiones, analizar y comparar diversas tecnologías de construcción desde múltiples ángulos, tales como: viabilidad económica, impacto social y ambiental, factibilidad técnica, integración comunitaria y eficiencia energética. Su implementación proporcionaría una medida de uniformidad y objetividad en la evaluación de alternativas, lo que en última instancia ayudaría a identificar la tecnología más adecuada para un contexto específico. El instrumento plantea primeramente el reconocimiento de la tecnología, estableciendo una

representación gráfica y una breve descripción de esta, lo cual puede incluir dimensiones, materiales, unidades por metro cuadrado, peso, resistencia, composición, entre otras.

La evaluación se realiza de forma independiente en cada uno de los requisitos definidos, tanto básicos como deseables, teniendo en cuenta los parámetros definidos en el capítulo anterior. Las valoraciones resultantes se procesan y analizan, derivando en una calificación integradora donde se determina si la tecnología en cuestión resulta apropiada o inapropiada.

Los resultados no pueden ser generalizados, ya que no son absolutos, estos deberán estar en concordancia con la ubicación de cada proyecto en específico y con las capacidades y posibilidades de cada localidad en particular. Puede resultar que una tecnología o solución tecnológica sea apropiada para una localidad y para otra no lo sea, esto varía dependiendo de las necesidades y oportunidades de cada una.

Las ventajas clave incluirían una toma de decisiones más informada y fundamentada, el fomento de la sostenibilidad a largo plazo, y la posibilidad de optimizar la asignación de recursos financieros y humanos en programas de viviendas sociales. Esto, a su vez, promovería la construcción de viviendas de mayor calidad, adaptadas a las necesidades locales y culturalmente apropiadas.

3.2. Surtido de soluciones constructivas demostrativas para viviendas sociales

Serán objeto de evaluación tecnologías de pequeño formato que sean aplicables a la construcción de viviendas sociales, que proporcionen soluciones integrales (dan respuesta al edificio completo), o a subsistemas del edificio (entrepisos, cubiertas, estructuras portantes, cierres verticales), que propicien la autoconstrucción y la posterior modificación por parte de los usuarios. Esto le permite al instrumento hacer comparaciones en cuanto a la apropiabilidad de una misma tecnología, cuyo fin es dar respuesta a un subsistema del edificio, respecto a su combinación con otras para la conformación de la edificación en su conjunto. Se han priorizado las soluciones técnicas que se realizan in situ, pero también se incluyen algunas de prefabricación ligera.

Las soluciones constructivas seleccionadas para la aplicación demostrativa del instrumento de evaluación-selección están conformadas por:

- Soluciones de cubierta (8):
 - Chapas de acero galvanizado de zinc
 - Teja de Micro Concreto (TMC)

- Teja cerámica
- Planchas de asbesto cemento
- Losa de hormigón armado
- Solución con losa canal
- Cubierta de vigueta y bovedilla
- Solución constructiva de vigueta y plaqueta

Nota: Las cuatro últimas funciones también como soluciones para entrepisos.

- Soluciones para muros (4):
 - Bloques de Tierra Comprimida (BTC)
 - Muros de ladrillo de cerámica
 - Bloques de hormigón
 - Solución con losa canal de ferrocemento
- Sistemas constructivos (3):
 - Sistema constructivo DURAPANEL
 - Sistema Light Steel Framing
 - Sistema prefabricado Sandino

En total se sometieron a la evaluación demostrativa 15 soluciones, integrando soluciones constructivas aisladas y sistemas constructivos integrales. Al integrar soluciones constructivas, se busca crear un enfoque holístico que sea más efectivo y eficiente en comparación con las soluciones aisladas. De manera similar, los sistemas constructivos integrales tienden a considerar la interacción de múltiples componentes para lograr un resultado óptimo.


3.3. Análisis de resultados de la aplicación


Una vez aplicado el instrumento de evaluación y selección de tecnologías apropiadas para la construcción de viviendas sociales, es importante analizar los resultados obtenidos para poder identificar las fortalezas y debilidades del proceso y hacer mejoras en caso necesario. A partir de este análisis de los resultados, se pueden elaborar informes y recomendaciones para mejorar el proceso de selección de tecnologías apropiadas para la construcción de viviendas sociales. Estos


informes pueden ser utilizados por instituciones gubernamentales y no gubernamentales para mejorar sus programas de vivienda social y proyectos de desarrollo sostenible.

A continuación, se presenta la aplicación de la propuesta de instrumento para la evaluación-selección de Tecnologías Apropriadas en viviendas sociales

Solución constructiva		Referencia gráfica	
Teja de microconcreto para cubierta		 <p style="text-align: center;">Imagen 1. Fuente: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=N2hyZ7_mhW0</p>	
Descripción			
Es una pieza para cobertura de cubierta fabricada con cemento y áridos mediante mesa de vibración, con dimensiones usuales de 40 x 20 cm y espesor 8 mm /12 u/m ²). Se colocan sobre estructura de techo metálica (viguetas y cerchas), madera u otra. En Cuba se conoce como Teja Tevi.			
Evaluación Requisitos			
Requisitos		Evaluación	
Requisitos Básicos	RB.1 – Asequibilidad económica	Depende de la accesibilidad al sitio de producción y el nivel de comercialización. Por lo general es asequible a los beneficiarios en el surtido que se oferta en el mercado local.	
	RB.2 – Accesibilidad local	En relación directa con la proximidad del punto de fabricación de la TMC. Siempre que sea como producción local es totalmente accesible.	
	RB.3 – Mínimo impacto ambiental	Su fabricación no genera emisiones dañinas, salvo niveles controlables de polvo. La colocación en obra es totalmente inocua.	
	RB.4 – Mano de obra local	No demanda de M.O. especializada y las habilidades de colocación son asimilables totalmente por fuerza local.	
	RB.5 – Coherencia socio-cultural	Si se logra un adecuado diseño del techo inclinado es coherente con la tipología de la teja tradicional cubana.	
Requisitos Deseables	RD.1 – Racionalidad energética	Su producción demanda de equipamiento eléctrico sencillo (mesa vibradora). Su colocación no requiere consumo energético. Los combustibles de transportación dependen de la distancia de aprovisionamiento, pero admite alternativas.	
	RD.2 – Desechos y reciclaje	La fabricación genera un mínimo de desechos, de posible reúso en el marco del taller de producción. La colocación no genera.	
	RD.3 – Aprovechamiento del suelo	Es una solución únicamente para la cubierta y fundamentalmente en edificaciones uniplanta o de hasta 2 niveles.	
Resumen			
No incumple ninguno de los Requisitos Básicos. No obstante, puede ser inapropiada si el punto de producción no tiene carácter local; pero no es el caso en Cuba. No puede emplear cemento de calidades inferiores a 25 MPa y la asequibilidad económica de la solución depende del costo relativo de este material para los fabricantes. No influye o posibilita un crecimiento en altura de la vivienda.			
EVALUACIÓN INTEGRAL: APROPIADA			


Solución constructiva		Referencia gráfica
Chapa de Acero Galvanizada de Zinc		
<p>Descripción</p> <p>Es una chapa de acero laminado en frío o en caliente, que se recubre por ambas caras con zinc lo que le brinda resistencia y protección ante la corrosión. Las dimensiones usuales son de 1 x 3 m, pero pueden llegar a medir hasta 13 m de longitud y tener un espesor desde los 0.3 mm hasta los 0.5 mm. Se colocan sobre estructura de techo metálica.</p>		
<p>Imagen 2. Fuente: https://construven.cl/aprende-del-uso-de-los-materiales/</p>		
Evaluación Requisitos		
Requisitos		Evaluación
Requisitos Básicos	RB.1 – Asequibilidad económica	Depende de la accesibilidad al sitio de producción y el nivel de comercialización. Por lo general es asequible a los beneficiarios en el surtido que se oferta en el mercado local.
	RB.2 – Accesibilidad local	En relación directa con la proximidad del punto de fabricación. Siempre que sea como producción local es totalmente accesible.
	RB.3 – Mínimo impacto ambiental	Su producción es intensiva en energía y puede resultar en la emisión de gases de efecto invernadero, como dióxido de carbono (CO ₂). La colocación en obra es totalmente inofensiva. Es un mal aislante térmico y acústico, por los ruidos que produce la lluvia sobre ellas, y la temperatura que alcanzan con el sol no se adaptan positivamente al ambiente.
	RB.4 – Mano de obra local	No demanda de M.O. especializada y las habilidades de colocación son asimilables totalmente por fuerza local.
	RB.5 – Coherencia socio-cultural	Si se logra un adecuado diseño del techo inclinado puede, hasta cierto punto, reinterpretar la tipología de la teja tradicional cubana.
Requisitos Deseables	RD.1 – Racionalidad energética	Su colocación no requiere consumo energético. Los combustibles de transportación dependen de la distancia de aprovisionamiento, pero admite alternativas.
	RD.2 – Desechos y reciclaje	El acero galvanizado de zinc es altamente reciclable y puede ser reutilizado una y otra vez sin perder sus propiedades.
	RD.3 – Aprovechamiento del suelo	Es una solución únicamente para la cubierta y fundamentalmente en edificaciones uniplanta o de hasta 2 niveles.
Resumen		
<p>El comportamiento en el Requisito Básico 3 no es aceptado. Posee un alto nivel de reciclaje lo que reduce su impacto ambiental y los costos de producción. No influye o posibilita un crecimiento en altura de la vivienda.</p>		
<p>EVALUACIÓN INTEGRAL: INAPROPIADA</p>		


Solución constructiva		Referencia gráfica
Cubierta de teja		
<p>Descripción</p> <p>Es una pieza para cobertura de cubierta fabricada con cerámica. Existen gran cantidad de variantes (teja colonial, teja francesa). Sus dimensiones habituales rondan los 40 x 26 cm con un espesor de 1.2 cm (teja colonial). Se colocan sobre estructura de techo de madera (vigas, viguetas y cerchas).</p>		
<p>Imagen 3. Fuente: https://constructor.lacuarta.com/paso-a-paso/instalacion-de-tejas-coloniales-sepa-como-realizar-este-proceso-y-transforme-por-completo-su-vivienda.html</p>		
Evaluación Requisitos		
Requisitos		Evaluación
Requisitos Básicos	RB.1 – Asequibilidad económica	Posee un alto nivel de asequibilidad asequible a los beneficiarios en el surtido que se oferta en el mercado local debido a que puede ser confeccionada artesanalmente.
	RB.2 – Accesibilidad local	Es totalmente accesible pues es confeccionada con materiales naturales y su disponibilidad local esta prácticamente asegurada.
	RB.3 – Mínimo impacto ambiental	Su fabricación no genera emisiones dañinas. La colocación en obra es totalmente inofensiva.
	RB.4 – Mano de obra local	No demanda de M.O. especializada y las habilidades de colocación son asimilables totalmente por fuerza local.
	RB.5 – Coherencia socio-cultural	Es la solución de cubierta tradicional cubana.
Requisitos Deseables	RD.1 – Racionalidad energética	La fabricación de tejas de cerámica utiliza recursos naturales como la arcilla, que es abundante y renovable.
	RD.2 – Desechos y reciclaje	Genera una cantidad de desechos casi nula. Puede ser fácilmente reparada pues las piezas defectuosas se pueden ser reemplazadas de manera sencilla.
	RD.3 – Aprovechamiento del suelo	Es una solución únicamente para la cubierta y fundamentalmente en edificaciones uniplanta o de hasta 2 niveles.
Resumen		
No incumple ninguno de los Requisitos Básicos. Es sostenible en términos de racionalidad energética, nivel de desechos y capacidad de reciclaje. Cumple a la perfección con la cultura y las tradiciones cubanas. No influye o posibilita un crecimiento en altura de la vivienda.		
EVALUACIÓN INTEGRAL: APROPIADA		


Solución constructiva		Referencia gráfica
Losas de hormigón armado		
Descripción		
<p>Es un elemento estructural que está hecho de hormigón y acero, que se utiliza para crear superficies horizontales planas como pisos, entrepisos y cubiertas. Tienen una gran resistencia a las cargas y pueden cubrir luces relativamente grandes (10-15 m). son fabricadas in situ y su espesor varía entre 7 y 15 cm.</p>		
<p>Imagen 4. Fuente: https://dehormigon.com.ar/hormigon-armado/losa-de-hormigon-armado/</p>		
Evaluación Requisitos		
Requisitos		Evaluación
Requisitos Básicos	RB.1 – Asequibilidad económica	Depende de la accesibilidad al sitio de producción y el nivel de comercialización. Por lo general es asequible a los beneficiarios en el surtido que se oferta en el mercado local.
	RB.2 – Accesibilidad local	En relación directa con la proximidad del punto de fabricación de sus componentes. Siempre que sea como producción local es totalmente accesible.
	RB.3 – Mínimo impacto ambiental	Puede tener un impacto significativo debido a la cantidad de energía necesaria para su producción y a la emisión de gases de efecto invernadero.
	RB.4 – Mano de obra local	Demanda supervisión profesional especializada para garantizar su correcta fabricación, así como durante el proceso de secado. Sin embargo, la M.O. puede ser local.
	RB.5 – Coherencia socio-cultural	Existe gran nivel de aceptación por parte de la sociedad cubana hacia esta solución constructiva.
Requisitos Deseables	RD.1 – Racionalidad energética	Su fabricación requiere una gran cantidad de energía al igual. Los combustibles de transportación dependen de la distancia de aprovisionamiento. Requiere en ocasiones de medios de transporte especializados.
	RD.2 – Desechos y reciclaje	Puede generar una gran cantidad de desechos durante su demolición, pero estos desechos pueden ser reciclados y reutilizados en la construcción de nuevas estructuras. Además, el hormigón reciclado puede ser utilizado como agregado en la fabricación de nuevo hormigón, reduciendo así la demanda de recursos naturales.
	RD.3 – Aprovechamiento del suelo	Es una solución constructiva versátil que puede ser empleada en tanto en cubierta como en entrepiso. Favorece el crecimiento en altura de la edificación.
Resumen		
<p>Aunque incumple el Requisito Deseable 1, no incumple ninguno de los Requisitos Básicos. La construcción requiere supervisión especializada, pero la mano de obra no tiene que serlo, lo que puede ser beneficioso para la generación de empleo local. No puede emplear cemento de calidades inferiores a 35 MPa y la asequibilidad económica de la solución depende del costo relativo de este material para los fabricantes. Posibilita un crecimiento en altura de la vivienda.</p>		
EVALUACIÓN INTEGRAL: APROPIADA		

Solución constructiva		Referencia gráfica
Solución con la losa canal para cubierta		 <p style="text-align: center;">Imagen 5. Fuente: https://lakoladita.wordpress.com/2016/05/20/se-produce-en-santiago-de-cuba-cubierta-mas-resistente-y-segura/</p>
Descripción		
Solución de cubierta formada por losas autoportantes de hormigón armado en forma canal invertida. Su ancho modular es de 5 m y la longitud variable hasta 3,6 m excluyendo aleros, y un peralte de 15 cm. El espesor de la losa es de 3 cm. Los bordes están estudiados para formar una ranura entre dos losas adyacentes que, al llenar la junta de mortero, hacen trabajar todas las losas como una unidad ante cargas verticales		
Evaluación Requisitos		
Requisitos		Evaluación
Requisitos Básicos	RB.1 – Asequibilidad económica	Puede ser considerada asequible económicamente, ya que el costo de los materiales es relativamente bajo y la instalación no requiere de equipos especializados.
	RB.2 – Accesibilidad local	La accesibilidad local puede ser un aspecto a considerar, ya que la disponibilidad de los materiales puede variar dependiendo de la ubicación del proyecto y su proximidad al punto de producción.
	RB.3 – Mínimo impacto ambiental	Una opción sostenible, ya que los materiales utilizados son generalmente reciclables y se pueden obtener localmente, reduciendo así el impacto ambiental asociado al transporte. La colocación en obra es totalmente inocua.
	RB.4 – Mano de obra local	No demanda de M.O. especializada y las habilidades de colocación son asimilables totalmente por fuerza local.
	RB.5 – Coherencia socio-cultural	No es del todo coherente con las tradiciones cubanas.
Requisitos Deseables	RD.1 – Racionalidad energética	Su producción demanda de equipamiento eléctrico sencillo (mesa vibradora). Su colocación no requiere consumo energético. Los combustibles de transportación dependen de la distancia de aprovisionamiento, pero admite alternativas.
	RD.2 – Desechos y reciclaje	La fabricación genera un mínimo de desechos, de posible reúso en el marco del taller de producción. La colocación no genera.
	RD.3 – Aprovechamiento del suelo	Es una solución que posibilita el crecimiento en altura de la edificación y puede emplearse tanto para cubierta como para entrepisos.
Resumen		
No puede emplear cemento de calidades inferiores a 35 MPa y la asequibilidad económica de la solución depende del costo relativo de este material para los fabricantes. Posibilita el crecimiento en altura de la edificación, pero incumple el Requisito Básico número 5.		
EVALUACIÓN INTEGRAL: INAPROPIADA		


Solución constructiva		Referencia gráfica
El sistema constructivo de vigueta y plaqueta		<p>Unión colaborante en forma de sección T.</p> <p>Carpeta de hormigón armado in situ.</p> <p>Plaqueta de hormigón simple.</p> <p>Vigueta prefabricada trapezoidal.</p>
Descripción		
Se conforma de manera general por viguetas prefabricadas de hormigón armado de sección rectangular que cubren la luz principal, sobre las mismas se colocan plaquetas de hormigón armado (500 x 900 x 50 mm), siendo la luz de trabajo de las plaquetas 900 y 500 m. Sobre toda la superficie se coloca una capa continua de hormigón que se denomina carpeta, con un espesor de 6 a 7 cm que cuenta con un armado en forma de malla.		
<p>Imagen 6. Fuente: https://eventos.uho.edu.cu/index.php/ccm/cci10-paper/viewFile/5413/2555</p>		
Evaluación Requisitos		
Requisitos		Evaluación
Requisitos Básicos	RB.1 – Asequibilidad económica	Por lo general es asequible a los beneficiarios en el surtido que se oferta en el mercado local.
	RB.2 – Accesibilidad local	En relación directa con la proximidad del punto de fabricación si es que no se produce a pie de obra. Siempre que sea como producción in situ es totalmente accesible.
	RB.3 – Mínimo impacto ambiental	Su fabricación no genera emisiones dañinas, salvo niveles controlables de polvo. La colocación en obra es totalmente inocua.
	RB.4 – Mano de obra local	No demanda de M.O. especializada y las habilidades de colocación son asimilables totalmente por fuerza local. El montaje y la manipulación se realiza de forma manual por dos hombres.
	RB.5 – Coherencia socio-cultural	No es del todo coherente con las tradiciones cubanas.
Requisitos Deseables	RD.1 – Racionalidad energética	Es de fácil elaboración y se puede producir a pie de obra, en polígono o en plantas de prefabricado, ya que los moldes pueden ser sencillos. Su colocación no requiere consumo energético.
	RD.2 – Desechos y reciclaje	La fabricación genera un mínimo de desechos, de posible reúso en la elaboración de nuevos elementos. La colocación no genera.
	RD.3 – Aprovechamiento del suelo	Se puede emplear tanto en cubiertas como en entresijos y posibilita el crecimiento en altura de la cubierta.
Resumen		
Se emplea para su producción hormigón con Rbk=20 MPa. Posibilita el crecimiento en altura de de la vivienda. Incumple el Requisito Básico número 5 al no ser compatible con las tradiciones cubanas.		
EVALUACIÓN INTEGRAL: INAPROPIADA		


Solución constructiva		Referencia gráfica
Solución de vigueta y bovedilla		 <p style="text-align: center;">Imagen 7.Fuente: https://santandrea.com.mx/images/prefabricados/bovedilla.jpg</p>
Descripción		
<p>Funciona como una losa aligerada, compuesta por elementos portantes(viguetas) y elementos aligerantes(bovedilla). Soportan cargas de hasta 600 kg/cm². La distancia entre viguetas comúnmente es de 75 cm pero depende de las dimensiones de la bovedilla a utilizar las cuales varían dependiendo del fabricante.</p>		
Evaluación Requisitos		
Requisitos		Evaluación
Requisitos Básicos	RB.1 – Asequibilidad económica	Depende de la accesibilidad al sitio de producción y el nivel de comercialización. Por lo general es asequible a los beneficiarios en el surtido que se oferta en el mercado local.
	RB.2 – Accesibilidad local	En relación directa con la proximidad del punto de fabricación. Siempre que sea como producción local es totalmente accesible.
	RB.3 – Mínimo impacto ambiental	Su fabricación no genera emisiones dañinas, salvo niveles controlables de polvo. La colocación en obra es totalmente inocua. El tiempo de ejecución es relativamente corto.
	RB.4 – Mano de obra local	No demanda de M.O. especializada y las habilidades de colocación son asimilables totalmente por fuerza local, aunque es recomendable supervisar su correcta colocación.
	RB.5 – Coherencia socio-cultural	No es del todo coherente con las tradiciones cubanas.
Requisitos Deseables	RD.1 – Racionalidad energética	Su producción demanda de equipamiento eléctrico sencillo (mesa vibradora). Su colocación no requiere consumo energético. Los combustibles de transportación dependen de la distancia de aprovisionamiento, pero admite alternativas. No se requiere de equipos auxiliares para su montaje.
	RD.2 – Desechos y reciclaje	La fabricación genera un mínimo de desechos, de posible reúso en el marco del taller de producción. La colocación no genera.
	RD.3 – Aprovechamiento del suelo	Posibilita el crecimiento en altura de la edificación y puede emplearse tanto en cubiertas como en entrepisos.
Resumen		
<p>Si el punto de fabricación está cerca de la zona de construcción puede ser apropiada. Permite el crecimiento en altura, demanda poca energía y genera pocos desechos sin embargo no es acorde con las tradiciones constructivas cubanas incumpliendo el Requisito Básico número 3.</p>		
EVALUACIÓN INTEGRAL: INAPROPIADA		


Solución constructiva		Referencia gráfica
Cubierta de asbesto cemento		 <p>Imagen 8. Fuente: https://fullseguridad.net/wp-content/uploads/2018/05/ASBESTO-EN-TECHOS-DE-ETERNIT-390x205.jpg</p>
Descripción		
Es una cubierta constituida por fibras naturales y cemento. Se producen industrialmente con diferentes dimensiones de forma fácil y rápida.		
Evaluación Requisitos		
Requisitos		Evaluación
Requisitos Básicos	RB.1 – Asequibilidad económica	Depende de la accesibilidad al sitio de producción y el nivel de comercialización. Por lo general es asequible a los beneficiarios en el surtido que se oferta en el mercado local.
	RB.2 – Accesibilidad local	En relación directa con la proximidad del punto de fabricación de las planchas. Siempre que sea como producción local es totalmente accesible.
	RB.3 – Mínimo impacto ambiental	Su implementación en obras puede ser dañina debido a los riesgos para la salud asociados con la exposición al asbesto
	RB.4 – Mano de obra local	No demanda de M.O. especializada y las habilidades de colocación son asimilables totalmente por fuerza local.
	RB.5 – Coherencia socio-cultural	Si se logra un adecuado diseño del techo inclinado es coherente con la tipología de la teja tradicional cubana.
Requisitos Deseables	RD.1 – Racionalidad energética	La mezcla se vierte en moldes y se prensa a alta presión para darle la forma deseada y compactarla. Su colocación no requiere consumo energético. Los combustibles de transportación dependen de la distancia de aprovisionamiento, pero admite alternativas.
	RD.2 – Desechos y reciclaje	La fabricación genera un mínimo de desechos. La colocación no genera.
	RD.3 – Aprovechamiento del suelo	Es una solución únicamente para la cubierta y fundamentalmente en edificaciones uniplanta o de hasta 2 niveles.
Resumen		
Es una solución relativamente accesible y asequible. Es en cierta medida coherente con las tradiciones cubanas por su similitud a las tejas tradicionales, sin embargo, el asbesto presenta un riesgo para la salud si no se trata debidamente por lo tanto incumple el Requisito Básico número 3.		
EVALUACIÓN INTEGRAL: INAPROPIADA		

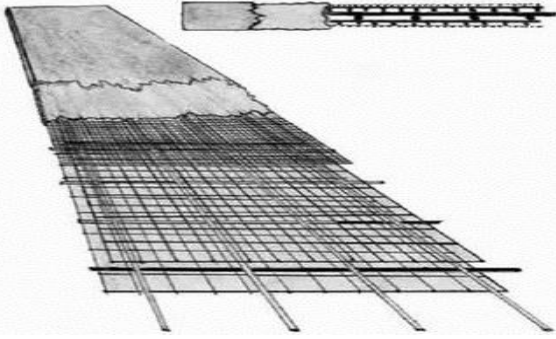
Solución constructiva		Referencia gráfica
Los bloques de tierra comprimida		 <p>Imagen 9. Fuente: https://www.diario5.com.ar/wp-content/uploads/2022/08/assentando_bloco_ecologico20220816.jpg</p>
Descripción		
<p>Es un elemento que se emplea en muros que pueden ser estructurales o no. Se caracteriza por ser un paralelepípedo de tierra que se prensa mecánicamente, suele llevar una pequeña proporción de cal o cemento y se deja secar al aire para formar muros de fábrica. Sus dimensiones dependen del fabricante.</p>		
Evaluación Requisitos		
Requisitos		Evaluación
Requisitos Básicos	RB.1 – Asequibilidad económica	Depende de la accesibilidad al sitio de producción y el nivel de comercialización. Por lo general es asequible a los beneficiarios en el surtido que se oferta en el mercado local.
	RB.2 – Accesibilidad local	La fabricación de este producto se puede realizar in situ, mediante maquinaria de compresión móvil, o puede ser comprador en empresas que se dedican a la fabricación y venta de BTC.
	RB.3 – Mínimo impacto ambiental	Su fabricación no genera emisiones dañinas, salvo niveles controlables de polvo. La colocación en obra es totalmente inocua.
	RB.4 – Mano de obra local	No demanda de M.O. especializada y las habilidades de colocación son asimilables totalmente por fuerza local.
	RB.5 – Coherencia socio-cultural	Es coherente completamente con las tradiciones cubanas
Requisitos Deseables	RD.1 – Racionalidad energética	Su producción no requiere consumo un gran energético, al igual que su colocación. Los combustibles de transportación dependen de la distancia de aprovisionamiento, pero admite alternativas.
	RD.2 – Desechos y reciclaje	La fabricación genera un mínimo de desechos, de posible reúso en el marco del taller de producción. La colocación no genera.
	RD.3 – Aprovechamiento del suelo	Es una solución que puede ser usado en cualquier tipo de construcción sustituyendo los bloques cerámicos o de concreto convencionales, sea en albañilería para cerramiento o mampostería portante. Se puede emplear en viviendas de hasta 2 niveles.
Resumen		
<p>No incumple ninguno de los Requisitos Básicos. Es una solución acorde con la cultura y tradición cubana, es en gran medida económica y ecológica pues es construida con materiales naturales y accesibles. No influye o posibilita un crecimiento en altura de la vivienda.</p>		
EVALUACIÓN INTEGRAL: APROPIADA		


Solución constructiva		Referencia gráfica
El sistema constructivo DURAPANEL		 <p>Imagen 10. Fuente: https://d44315da95.cbau-cdnwnd.com/0704b8d079f3390e33f4f669ebf37118/200000009-3840c39362/16-08-2009%20%281%29.JPG?ph=d44315da95</p>
Descripción Se basa en paneles prefabricados que están compuestos por una estructura de acero galvanizado y rellenos de un núcleo de poliestireno expandido (EPS) que proporciona aislamiento térmico y acústico. Su dimensión varían de acuerdo a las especificaciones del diseño.		
Evaluación Requisitos		
Requisitos		Evaluación
Requisitos Básicos	RB.1 – Asequibilidad económica	Depende de la accesibilidad al sitio de producción y el nivel de comercialización.
	RB.2 – Accesibilidad local	En relación directa con la proximidad del punto de fabricación de los paneles. Siempre que sea como producción local es totalmente accesible.
	RB.3 – Mínimo impacto ambiental	Es un sistema constructivo que minimiza la generación de residuos y la emisión de gases contaminantes, ya que utiliza materiales reciclados y es altamente eficiente en términos energéticos.
	RB.4 – Mano de obra local	No demanda de M.O. especializada y las habilidades de colocación son asimilables totalmente por fuerza local.
	RB.5 – Coherencia socio-cultural	Si se logra un adecuado diseño puede ser coherente con la cultura y las tradiciones cubanas, ya que se adapta fácilmente a diferentes estilos arquitectónicos y climas.
Requisitos Deseables	RD.1 – Racionalidad energética	El poliestireno expandido proporciona una buena resistencia térmica, lo que contribuye a reducir el consumo de energía para calefacción o refrigeración. Su colocación no requiere consumo energético. Los combustibles de transportación dependen de la distancia de aprovisionamiento, pero admite alternativas.
	RD.2 – Desechos y reciclaje	La fabricación genera un mínimo de desechos, de posible reúso en el marco del taller de producción. La colocación no genera.
	RD.3 – Aprovechamiento del suelo	Es una solución de cierre que también puede emplearse como elemento estructural. Posibilita el crecimiento en altura de la edificación.
Resumen		
No incumple ninguno de los Requisitos Básicos. No obstante, puede ser inapropiada si el punto de producción no tiene carácter local. La asequibilidad económica de la solución depende en gran medida del costo relativo de este material para los fabricantes. Posibilita el crecimiento en altura de la vivienda.		
EVALUACIÓN INTEGRAL: APROPIADA		

Solución constructiva		Referencia gráfica
Sistema Light Steel Framing		
Descripción		
<p>Es un sistema constructivo de concepción racional cuya principal característica es una estructura constituida por perfiles formados en frío de acero galvanizado con espesores que varían entre 0.8 y 3.2 mm con anchos de ala entre 30 y 90 mm y alturas desde 35 a 350 mm según sean las exigencias estructurales a que se sometán.</p>		
		<p>Imagen 11. Fuente: https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/a3ba2396-ddf8-4c64-bac6-27c858c99c38/content</p>
Evaluación Requisitos		
Requisitos		Evaluación
Requisitos Básicos	RB.1 – Asequibilidad económica	Depende de la accesibilidad al sitio de producción y el nivel de comercialización. Puede ser asequible a los beneficiarios en el surtido que se oferta en el mercado local.
	RB.2 – Accesibilidad local	En relación directa con la proximidad del punto de fabricación del LFS. Siempre que sea como producción local es totalmente accesible.
	RB.3 – Mínimo impacto ambiental	Acero de calidad, tales como aceros planos y cuadrados de acero puede sobrevivir a duras las condiciones meteorológicas, tales como terremotos, tifones huracanes.
	RB.4 – Mano de obra local	No demanda de M.O. especializada y las habilidades de colocación son asimilables totalmente por fuerza local.
	RB.5 – Coherencia socio-cultural	Con un diseño adecuado puede ser amigable con las tradiciones cubanas.
Requisitos Deseables	RD.1 – Racionalidad energética	Su producción consume cantidades relativamente altas de energía. Su colocación no requiere consumo energético. Los combustibles de transportación dependen de la distancia de aprovisionamiento, pero admite alternativas.
	RD.2 – Desechos y reciclaje	El acero para su fabricación puede ser reciclado y es reciclable también. Esto hace que sea el entorno más amigable. La colocación no genera desechos.
	RD.3 – Aprovechamiento del suelo	Son utilizados en de paneles estructurales y no estructurales, vigas secundarias, vigas de piso, cabios de techo y otros componentes. Permite el crecimiento en altura
Resumen		
<p>No incumple ninguno de los Requisitos Básicos. No obstante, puede ser inapropiada si el punto de producción no tiene carácter local. La asequibilidad económica de la solución depende del costo relativo de este material para los fabricantes. Es una tecnología versátil que puede ser empleada en prácticamente cualquier elemento constructivo de la vivienda. Es altamente reparable y reutilizable.</p>		
EVALUACIÓN INTEGRAL: APROPIADA		

Solución constructiva		Referencia gráfica
Muros de ladrillo de cerámica		 <p style="text-align: center;">Imagen 12. Fuente: https://www.leroymerlin.es/productos/construccion/bloques-de-hormigon-y-ladrillos/</p>
Descripción		
<p>El ladrillo cerámico o ladrillo de arcilla se define como unidades cerámicas, generalmente rectangulares, que son obtenidas por moldeo, secado y cocción a altas temperaturas de una pasta de arcilla. Estas se unen con mortero de colocación se emplean en la composición de muros. Las dimensiones varían de acuerdo al fabricante</p>		
Evaluación Requisitos		
Requisitos		Evaluación
Requisitos Básicos	RB.1 – Asequibilidad económica	Depende de la accesibilidad al sitio de producción y el nivel de comercialización. Por lo general es asequible a los beneficiarios en el surtido que se oferta en el mercado local.
	RB.2 – Accesibilidad local	En relación directa con la proximidad del punto de fabricación del ladrillo. Siempre que sea como producción local es totalmente accesible.
	RB.3 – Mínimo impacto ambiental	Su fabricación no genera emisiones dañinas, salvo niveles controlables de polvo. La colocación en obra es totalmente inocua.
	RB.4 – Mano de obra local	No demanda de M.O. especializada y las habilidades de colocación son asimilables totalmente por fuerza local.
	RB.5 – Coherencia socio-cultural	Es compatible con la cultura y las tradiciones cubanas.
Requisitos Deseables	RD.1 – Racionalidad energética	Su colocación no requiere consumo energético. Los combustibles de transportación dependen de la distancia de aprovisionamiento, pero admite alternativas.
	RD.2 – Desechos y reciclaje	La colocación genera un mínimo de desperdicios los cuales pueden ser reutilizados en otras labores constructivas.
	RD.3 – Aprovechamiento del suelo	En sus distintos formatos, composición y acabados, es aplicable a todo tipo de muros (tanto portantes como no portantes), incluyendo muros simples, fachadas, medianerías y particiones interiores. Permite el crecimiento en altura de la vivienda.
Resumen		
<p>No incumple ninguno de los Requisitos Básicos. No obstante, puede ser inapropiada si el punto de producción no tiene carácter local; pero no es el caso en Cuba. Es un material altamente eficiente energéticamente. Posibilita un crecimiento en altura de la vivienda. Es un material que se adapta fácilmente a diferentes estilos arquitectónicos y climas, lo que lo convierte en una opción versátil y duradera.</p>		
EVALUACIÓN INTEGRAL: APROPIADA		

Solución constructiva		Referencia gráfica
Bloques de hormigón		 <p>Imagen 13. Fuente: https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRYtu-drTEuP2CSscFKD74GTvyHucbbXxR3LF3vK0TbgaZPbMFB</p>
Descripción		
<p>Los BH son elementos premoldeados de hormigón compuestos por cemento, arenas gruesas y finas, grancilla, agua y aditivos en proporciones determinadas, sujetos a una acción de vibrado y compresión producida por un equipo de alta potencia. Las dimensiones usuales son 20 x 20 x 40 pero varía dependiendo del fabricante.</p>		
Evaluación Requisitos		
Requisitos		Evaluación
Requisitos Básicos	RB.1 – Asequibilidad económica	Depende de la accesibilidad al sitio de producción y el nivel de comercialización. Por lo general es asequible a los beneficiarios en el surtido que se oferta en el mercado local.
	RB.2 – Accesibilidad local	En relación directa con la proximidad del punto de fabricación de los bloques. Es un material ligero, ya que pesa la mitad que otros materiales parecidos. Esto facilita muchísimo las tareas de transporte. Siempre que sea como producción local es totalmente accesible.
	RB.3 – Mínimo impacto ambiental	Su fabricación no genera emisiones dañinas, salvo niveles controlables de polvo. La colocación en obra es totalmente segura.
	RB.4 – Mano de obra local	No demanda de M.O. especializada y las habilidades de colocación son asimilables totalmente por fuerza local. Se puede trabajar fácilmente porque no es complicado de cortar.
	RB.5 – Coherencia socio-cultural	Si se logra un adecuado diseño del techo inclinado es coherente con la tipología de la teja tradicional cubana.
Requisitos Deseables	RD.1 – Racionalidad energética	Su baja densidad y ligereza permite incrementar la velocidad de instalación de bloques. Su colocación no requiere consumo energético. Los combustibles de transportación dependen de la distancia de aprovisionamiento, pero admite alternativas.
	RD.2 – Desechos y reciclaje	Los reducidos desechos que quedan de la fabricación se pueden reutilizar en un 90%. La fabricación requiere poca energía, y el agua también se reutiliza.
	RD.3 – Aprovechamiento del suelo	Se pueden emplear en muros, tabiques, techos, pavimentos y en revestimientos. Permite el crecimiento en altura.
Resumen		
<p>Cumple todos los Requisitos Básicos. Es un material relativamente económico y muy versátil. Posibilita el crecimiento en altura de la edificación. Puede ser coherente con las tradiciones cubanas si el diseño se lo permite. Su apropiabilidad depende en gran medida de la distancia a la que se encuentra el punto de producción, pero generalmente son asequibles</p>		
EVALUACIÓN INTEGRAL: APROPIADA		

Solución constructiva		Referencia gráfica
La losa canal de ferrocemento		 <p>Imagen 14. Fuente: https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQ4DGzohWsDyljv6Z-tnUXYQtoovrBqI3VJ5bmME6Nf8DoDIbwF</p>
Descripción		
Se constituye por una matriz de mortero (cemento hidráulico-arena-agua) reforzado por una armadura dividida y distribuida en el área, embebida en masa de mortero, la cual posee una resistencia, compacidad y elasticidad que permite disminuir las dimensiones de las secciones transversales de los muros en un rango de 1-1.5 cm		
Evaluación Requisitos		
Requisitos		Evaluación
Requisitos Básicos	RB.1 – Asequibilidad económica	Depende de la accesibilidad al sitio de producción y el nivel de comercialización. Por lo general es asequible a los beneficiarios en el surtido que se oferta en el mercado local.
	RB.2 – Accesibilidad local	En relación directa con la proximidad del punto de fabricación de la losa. Siempre que sea como producción local es totalmente accesible. También puede ser elaborada in situ.
	RB.3 – Mínimo impacto ambiental	Su fabricación no genera emisiones dañinas, salvo niveles controlables de polvo. La colocación en obra es totalmente inocua.
	RB.4 – Mano de obra local	Es un sistema constructivo con base en M.O. no especializada
	RB.5 – Coherencia socio-cultural	Dependiendo del diseño puede o no, ajustarse a las tradiciones cubanas.
Requisitos Deseables	RD.1 – Racionalidad energética	Se produce a partir de una máquina vibrocompactadora deslizante que garantizaba una mayor calidad y productividad en la producción de paneles. Su colocación no requiere consumo energético. Los combustibles de transportación dependen de la distancia de aprovisionamiento, pero admite alternativas.
	RD.2 – Desechos y reciclaje	La fabricación genera un mínimo de desechos, de posible reúso en el marco del taller de producción. La colocación no genera.
	RD.3 – Aprovechamiento del suelo	Es una solución que puede emplearse tanto en muros como cubiertas y entrepisos. Permite el crecimiento en altura de la vivienda.
Resumen		
No incumple ninguno de los Requisitos Básicos. No obstante, puede ser inapropiada si el punto de producción no tiene carácter local; pero no es el caso en Cuba. Puede emplear cemento de Rbk=20 MPa y la asequibilidad económica de la solución depende del costo relativo de este material para los fabricantes siempre y cuando no se haga in situ. Posibilita un crecimiento en altura de la vivienda.		
EVALUACIÓN INTEGRAL: APROPIADA		

Solución constructiva		Referencia gráfica
Sistema prefabricado Sandino.		 <p>Imagen 15 Fuente: https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRxmhTtXGQCr3TLAMLCM4-Qcabxorf6GUIPcKlJroF2aRfK18ZUi</p>
Descripción		
<p>Se caracteriza por elementos prefabricados de pequeño formato, columnas y paneles de cierres fundamentalmente. La modulación es de 1040 mm entre ejes de columnas y el espacio entre ellos es ocupado por 5 paneles de hormigón o ventanas. Las columnas son de hormigón ligeramente armado tiene una sección de 110 por 110 mm, una altura de 2435 mm, y su peso oscila entre los 63 y 71 kg dependiendo del tipo de sección.</p>		
Evaluación Requisitos		
Requisitos		Evaluación
Requisitos Básicos	RB.1 – Asequibilidad económica	Depende de la accesibilidad al sitio de producción y el nivel de comercialización. Por lo general es asequible a los beneficiarios en el surtido que se oferta en el mercado local.
	RB.2 – Accesibilidad local	El sistema hace énfasis en el uso de materiales disponibles localmente, como la tierra, la cal, la madera y otros recursos naturales presentes en la región. Esto contribuye a la sostenibilidad y a la reducción de los costos asociados con la importación de materiales.
	RB.3 – Mínimo impacto ambiental	Su fabricación no genera emisiones dañinas, salvo niveles controlables de polvo. La colocación en obra es totalmente inocua.
	RB.4 – Mano de obra local	No demanda de M.O. especializada para su correcta implementación.
	RB.5 – Coherencia socio-cultural	Si se logra un adecuado diseño del techo inclinado es coherente con la tipología de la teja tradicional cubana.
Requisitos Deseables	RD.1 – Racionalidad energética	El montaje de sus elementos se realiza de forma manual sin necesidad de equipos de izaje. Los combustibles de transportación dependen de la distancia de aprovisionamiento, pero admite alternativas.
	RD.2 – Desechos y reciclaje	La fabricación genera un mínimo de desechos, de posible reúso en el marco del taller de producción. La colocación no genera.
	RD.3 – Aprovechamiento del suelo	Muy bajo aprovechamiento del suelo, pudiendo crecer solo hasta dos niveles.
Resumen		
<p>No incumple ninguno de los Requisitos Básicos. No obstante, puede ser inapropiada si el punto de producción no tiene carácter local; pero no es el caso en Cuba. La asequibilidad económica de la solución depende del costo relativo de este material para los fabricantes. No influye o posibilita un crecimiento en altura de la vivienda.</p>		
EVALUACIÓN INTEGRAL: APROPIADA		

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la aplicación demostrativa de la propuesta de instrumento de evaluación-selección de tecnologías apropiadas para la construcción de viviendas sociales.

	TECNOLOGÍAS APROPIADAS	TECNOLOGÍAS INAPROPIADAS
Cubiertas y entresijos	Teja de Micro Concreto (TMC)	Chapa de acero galvanizada de zinc
	Cubierta de teja cerámica	Solución de losa canal en cubierta
	Losa de hormigón armado	Sistema de vigueta y bovedilla
Muros	Bloques de Tierra Comprimida (BTC)	Sistema de vigueta y plaqueta
	Losa canal de ferrocemento	Planchas de asbesto cemento
	Bloques de hormigón	
	Ladrillo cerámico	
Sistemas constructivos	Sistema Light Steel Framing	
	Sistema constructivo DURAPANEL	
	Sistema Sandino	

Tabla 3: Resultado de la evaluación. Fuente: Elaboración propia

Del total de soluciones constructivas analizadas (15), 10 resultaron APROPIADAS lo que representa el 66.6 % y 5 INAPROPIADAS para un 33.3 %.

- De las soluciones de cubierta analizadas resultaron APROPIADAS 3 tecnologías (37.5 %) y 5 INAPROPIADAS (62.5 %)
- En el caso de las soluciones para muros el 100 % resultó ser APROPIADO al igual que los sistemas constructivos.

Tomando como referencia los Requisitos Básicos:

- Todas las tecnologías, aprobaron el Requisito Básico número 1. Las soluciones, en el marco de asequibilidad económica, dependen de la accesibilidad al sitio de producción y el nivel de comercialización. Las soluciones por sí mismas son relativamente económicas. En un caso real puede que alguna resulte INAPROPIADA.
- El Requisito Básico número 2, concerniente a la accesibilidad local, también se notó afectado por el carácter hipotético de la evaluación y todas las soluciones tecnológicas se vieron favorecidas.
- El Requisito Básico número 3, relacionado con el impacto medio ambiental a corto y largo plazo, también fue determinante de desaprobación, en este caso se vieron afectadas las soluciones de cubierta de Chapas de acero galvanizado de zinc y las Planchas de asbesto

cemento. La primera lo incumplió debido a su mal aislamiento térmico, lo que impide considerarla recomendable para climas tropicales como el cubano y la segunda, por las afectaciones que provoca el asbesto a la salud de no tratarse correctamente.

- Ninguna de las soluciones constructivas evaluadas demanda M.O. especializada, cumpliendo el Requisito Básico número 4. Sin embargo, es posible que requieran algún grado de supervisión para garantizar la correcta su aplicación tecnológica.
- La causa principal de desaprobación fue el incumplimiento del Requisito Básico 5, referente a la coherencia con la cultura y las tradiciones cubanas, siendo el caso de la Solución con losa canal para cubierta, el Sistema de vigueta y bovedilla y el Sistema de vigueta y plaqueta, pues por sus cualidades estéticas no logran adaptarse del todo a la idiosincrasia constructiva cubana.

En el caso de los Requisitos Deseables:

- En el Requisito Deseable número 1 referido a la racionalidad energética, se ven más afectadas las soluciones como la Losa de hormigón armado, aunque puede realizarse in situ, en muchas ocasiones su ejecución requiere grandes cantidades de combustible debido a la utilización de maquinaria específica como las mezcladoras de concreto. En este aspecto las más aceptadas son las soluciones como las tejas de cerámica y los Bloques de Tierra Comprimida.
- En el Requisito Deseable número 2 se destacan soluciones como el sistema constructivo Light Steel Framing y las Chapas de acero galvanizado de zinc, debido al alto nivel de reparabilidad, reúso y reciclaje que posee el acero, y la reparabilidad de las cubiertas de teja tanto de Micro Concreto como las tradicionales.
- En el caso del Requisito Deseable número 3, aprovechamiento del suelo, son relevantes las soluciones que viabilizan el crecimiento en altura de la edificación como la losa de hormigón armado, los ladrillos cerámicos, los bloques de hormigón, las cubiertas de vigueta y plaqueta y vigueta y bovedilla. Por otro lado, las soluciones más afectadas son las cubiertas ligeras como las tejas de Micro Concreto, la Chapas de acero galvanizado de zinc y las tejas tradicionales que no posibilitan el crecimiento en altura.

La aplicación del método permite identificar los requisitos con mayor incidencia negativa en la no apropiabilidad de las soluciones, así como aquellos que era posible modificar su comportamiento y a partir de estos, emitir recomendaciones que eleven los niveles de apropiabilidad de las soluciones evaluadas.

3.3.1. Utilidad práctica del esquema de evaluación-selección

El esquema aporta múltiples beneficios prácticos que inciden directamente en la calidad, la sostenibilidad y la eficacia de los proyectos de vivienda social. Al priorizar tecnologías apropiadas, el esquema contribuye a la creación de viviendas sociales más seguras, duraderas y confortables para los habitantes.

La adopción de tecnologías sostenibles y eficientes desde una etapa temprana no solo reduce el impacto ambiental de los proyectos de vivienda, sino que también puede disminuir los costos a largo plazo asociados con el mantenimiento y la operación de las mismas. Además, el uso de métodos y materiales sostenibles puede contribuir a una menor huella de carbono y a la preservación de los recursos naturales.

Al seleccionar tecnologías apropiadas, se pueden optimizar los costos de construcción y operación, lo que resulta en viviendas más asequibles, teniendo un impacto significativo en la capacidad de las comunidades y los gobiernos para proporcionar viviendas sociales de calidad de manera sostenible.

El uso continuo del esquema puede impulsar la adopción de tecnologías apropiadas en el ámbito de la construcción de viviendas sociales, fomentando el incremento de las buenas prácticas.

3.3.2. Requisitos de aplicación y alcance

El esquema de evaluación y selección es fácil de aplicar y comprender por parte de los usuarios, incluyendo a los habitantes de las comunidades y a los técnicos encargados de la construcción. El instrumento también es aplicable por los gobiernos locales, por comisiones institucionales y no institucionales, interesadas en supervisar y evaluar decisiones relativas a la selección de tecnologías, agencias internacionales y gobiernos de otros países que decidan colaborar con soluciones de edificios para la construcción de viviendas de interés social.

Es crucial que tanto los habitantes de las comunidades como los técnicos encargados de la construcción tengan la capacidad de utilizar este esquema de manera efectiva. Esto probablemente implicaría la elaboración de guías claras y capacitación adecuada para garantizar que todos los usuarios comprendan cómo aplicar el esquema en diferentes contextos.

3.3.3. Recomendaciones para su generalización

Generalizar el método a otros contextos que no respondan a las condicionantes específicas para el cual fue diseñado es posible debido a su estructuración. Para ello, se sugiere la realización de capacitaciones y talleres que difundan el uso del instrumento entre los profesionales del sector

construcción, así como la elaboración de manuales y guías prácticas que faciliten su aplicación en diferentes contextos. También se pueden establecer alianzas con instituciones gubernamentales y no gubernamentales para promover su utilización en programas de vivienda social y proyectos de desarrollo sostenible.

Fue diseñado para las condiciones socio-económicas propias de Cuba de manera general, por lo tanto, es posible que su aplicación en contextos específicos tenga implicaciones en el nivel de importancia relativa de los requisitos planteados, o surja la necesidad de crear uno nuevo bajo el criterio de actores locales según se modifiquen las condicionantes del contexto.

Además, se recomienda involucrar a los habitantes en el proceso de selección y evaluación de tecnologías apropiadas para la construcción de viviendas sociales, ya que sus necesidades y opiniones son fundamentales para garantizar soluciones adecuadas y sostenibles.

3.4. Conclusiones del capítulo

Se ratifica que es importante pasar de criterios limitados de selección de tecnologías para la vivienda social, basados solamente en el costo mínimo inicial y su disponibilidad coyuntural, a otros factores no menos importantes que permitan enfocar apropiadamente. Es cierto que en momento actual, donde el alza de los precios de materias primas, equipos e insumos es un fenómeno mundial y su repercusión en Cuba es fuerte, se trabaja de forma emergente para no interrumpir la construcción de nuevas viviendas; pero tampoco puede absolutizarse la situación a corto y medio plazo, pues el costo global de la vivienda social se incrementará si hay que incurrir en gastos diferidos por concepto de reposición, sustitución y reparaciones ante problemas tempranos que tuvieron su origen en una selección inadecuada en la fase de inversión.

Los instrumentos de análisis y selección que se aportan en el trabajo tampoco pueden darse por completos ni únicos, pero constituyen una herramienta más que se pone a disposición de la evaluación de las tecnologías a utilizar en planes de producción de viviendas. Una tecnología apropiada no es precisamente, aquella que está más a la mano en el momento de decidir, sino la que integre racionalmente los elementos descritos en el trabajo, incluyendo la economía.

Si bien fue limitada la consulta a especialistas, llama la atención que todos coinciden en ir a un proceso integrado para evaluar y sistematizar las tecnologías y coincidieron en su apreciación correcta de lo que es una tecnología apropiada para Cuba.

La identificación y definición de criterios relevantes para la evaluación de tecnologías apropiadas es esencial para establecer una base sólida que guíe la selección y evaluación de las tecnologías en cuestión, permitiendo así una toma de decisiones fundamentada.

La importancia de considerar la participación de la comunidad en el proceso de evaluación, es evidente, pues contribuye a la pertinencia cultural y social de las tecnologías seleccionadas. Es necesario incorporar perspectivas locales e involucrar a los beneficiarios directos en la evaluación de las tecnologías.

Valorar el impacto a largo plazo de las tecnologías evaluadas, incluyendo aspectos como la sostenibilidad, la durabilidad y la eficiencia operativa, es esencial para determinar no solo el beneficio inmediato, sino también la idoneidad a largo plazo de las tecnologías en el contexto de viviendas sociales.

Contar con herramientas claras y metodologías efectivas para llevar a cabo la evaluación de las tecnologías apropiadas enfatiza la necesidad de disponer de recursos que faciliten el proceso de evaluación y selección, garantizando así que la implementación del esquema sea efectiva y significativa.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

Conclusiones finales

La presente investigación presenta un enfoque integral y el abordaje de una hipótesis de trabajo relevante y significativa, que destaca la importancia de superar criterios de economía inicial y factibilidad local en la selección de tecnologías para la vivienda social cubana. Al apoyarse en una base teórica conceptual sólida y en un análisis holístico del contexto local y global, así como al identificar regularidades en las tecnologías apropiadas para la construcción de viviendas urbanas, este informe establece un punto de partida sólido para proponer un instrumento capaz de identificar tecnologías adecuadas para la construcción de edificaciones urbanas de vivienda de hasta tres niveles.

La esencia de esta hipótesis y su posterior confirmación a través del estudio refleja un compromiso con la mejora de los programas habitacionales existentes, reconociendo la necesidad de considerar factores más allá de la economía inicial y la factibilidad local en el proceso de selección de tecnologías. Al proporcionar un enfoque que busca racionalidad económica sin perder de vista la integralidad y la pertinencia social, esta investigación ofrece una contribución significativa hacia la búsqueda de soluciones más apropiadas y sostenibles para la vivienda social en el contexto cubano.

La investigación ha demostrado de manera contundente que es factible establecer principios para definir tecnologías apropiadas que superen criterios de economía inicial y factibilidad local, los cuales actualmente resultan desventajosos tanto para la ciudad como para los beneficiarios de los programas habitacionales. A través del estudio detallado de esta tesis, se ha comprobado la posibilidad de abogar por soluciones más integrales que promuevan una mejor calidad de vida y una mayor sostenibilidad en los entornos urbanos, contrarrestando la tendencia a soluciones tecnológicas poco diversas que han predominado en el contexto cubano.

La tesis ha logrado consolidar un marco conceptual sólido que sirve como base para la formulación de principios que buscan impactar positivamente la selección de tecnologías en la vivienda social urbana cubana.

Mediante un enfoque de racionalidad económica, la investigación ha promovido la adopción de tecnologías más sostenibles y pertinentes culturalmente, buscando superar limitaciones que anteriormente han afectado a los programas habitacionales.

El hecho de que esta investigación haya culminado en la propuesta de un instrumento para identificar tecnologías apropiadas para la construcción de edificaciones urbanas de vivienda de tipo social, sugiere una aplicación práctica y precisa de los hallazgos y los principios establecidos. Este enfoque concreto puede tener un impacto directo en la mejora de los programas habitacionales, al proporcionar un marco para la evaluación y selección de tecnologías que sean más integrales, sostenibles y que conduzcan a una mayor calidad de vida para los beneficiarios finales.

Recomendaciones generales

Se recomienda considerar la continuación de la investigación a través de estudios longitudinales o la exploración de temas relacionados que puedan surgir como extensiones naturales de la tesis. Por ejemplo, podría ser valioso profundizar en el impacto real de la implementación de los principios propuestos en la calidad de las viviendas sociales y la satisfacción de los beneficiarios finales.

Es importante considerar la evaluación continua de la efectividad del instrumento propuesto en un sentido práctico, con el fin de ajustar y mejorar su aplicación en función de los resultados obtenidos. Por ello, se recomienda que desde la Academia se prosiga vinculando trabajos estudiantiles en la investigación e instrumentación de herramientas que ayuden a la decisión sobre las mejores tecnologías para la producción de viviendas sociales, que tanta falta hacen en su sentido de racionalidad.

También es recomendable que los principales resultados del trabajo se lleven a reuniones, talleres o intercambios con actores significativos en el proceso de decisión, aplicación y evaluación de tecnologías.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, D. (2009). Arquitectura y construcción sostenibles. *Dearq*(4), 14-23.
- Alderete Herrera, J. C. (2010). Vivienda de interés social.
- Araque, O. (2006). Evolución normativa de la vivienda de interés social en Colombia.
- Arévalo, A. (2022). *Innovación tecnológica para la construcción de viviendas sostenibles en el Distrito Turístico de Riohacha, departamento de La Guajira* Universidad de La Guajira].
- Belcredi, G., Davoine, F., Ojeda, M. G., Zuñiga, P. P., & Seoane, M. (2011). Tecnologías apropiadas: ¿ construcción social o sólo otro tipo de determinismo. XI Congreso Iberoamericano de Extensión Universitaria,
- Chávez, E. K., & Rengifo, N. L. (2022). Propuesta de guía técnica en base a la factibilidad técnica y económica de la tecnología de impresión 3D de concreto para mejorar la gestión de construcción de viviendas sociales en Lima Metropolitana para los sectores C y D.
- Chavoya, J. I., García Galván, J., & Rendón Contreras, H. J. (2009). Una reflexión sobre el modelo urbano: ciudad dispersa-ciudad compacta. 5th International Conference Virtual City and Territory, Barcelona, 2, 3 and 4 June 2009,
- Couret, D. G. (2023). ¿ Viviendas de bajo consumo material y energético? Crisis de los 90 en Cuba. *Revista Científica de Arquitectura y Urbanismo*, 44(2), 17-33.
- Couret, D. G., & Párraga, J. F. V. (2019). Evolución de la vivienda de interés social en Portoviejo. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 12(23), 71-91.
- de la Vega, M. M. G. (2011). Desarrollo sistémico de la política de vivienda en Cuba. *Arquitectura y Urbanismo*, 32(2), 16-20.
- Española, R. A., & Madrid, E. (1992). Diccionario de la lengua española.
- Fernández-Ordóñez, D., & Gómez, J. F. (2009). Industrialización para la construcción de viviendas. Viviendas asequibles realizadas con prefabricados de hormigón. *Informes de la Construcción*, 61(514), 71-79.
- Galán, J. A. G., Parra, A. L., Ordoñez, F. B., Méndez, X., Navas, V., & Cordero, X. (2014). Vivienda económica sostenible para la región sierra del Ecuador. *ESTOA: Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca*, 3, 7-19.
- Gelabert, D. A. (2014). *Vivienda progresiva como solución alternativa para la ciudad de La Habana*. Universidad Internacional de Andalucía.
- Hiernaux, D., & Lindón, A. (2004). La periferia: voz y sentido en los estudios urbanos. *Papeles de población*, 10(42), 101-123.
- Javi, V. M. (2006). Actualizaciones al concepto de tecnología apropiada. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 10.
- López-Jiménez, J. (2022). Las densidades y la forma urbana resultante en el planeamiento urbanístico para la vida e interacción social: el caso de Alicante.
- López, E., & Ocaranza, M. (2012). La Victoria de Pedro Aguirre Cerda: ideas para una renovación urbana sin gentrificación para Santiago. *Revista de urbanismo*(27), ág. 42-63.
- Lucero, D. E. (2019). *Diseño de una vivienda del programa Casa Para Todos en sistema " Steel Framing " y análisis comparativo económico con sistema de construcción tradicional* [Quito].
- Moliní, F., & Salgado, M. (2012). Los impactos ambientales de la ciudad de baja densidad en relación con los de la ciudad compacta. *Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 17(958).
- Moya, L. (2008). La vivienda social en Europa. *Alemania, Francia y Países Bajos desde*.
- Ocampo, R. S., Blanco, A. T., & Karlik, C. A. (1991). Vivienda social: tecnologías apropiadas y proceso de cambio residencial. *Revista INVI*, 6(11).

- Palomares, J. C. G., & Puebla, J. G. (2007). La ciudad dispersa: cambios recientes en los espacios residenciales de la Comunidad de Madrid1/The dispersed city: recent changes in the residential spaces of the Community of Madrid. *Anales de geografía de la Universidad Complutense*,
- Parra, O., López Mares, L. M., Pérez Pozos, O. N., & Alva Fuentes, B. (2022). Modelo dinámico para analizar el ciclo de construcción de vivienda económica de la zona metropolitana de San Luis Potosí, México. *Estudios Geográficos*.
- Pascual, M. O. (2020). Los beneficios de la industrialización en la construcción. *Journal Bim & Construction Management*, 2(2), 11-19.
- Penazzi, M. E. (2022). SISTEMA CONSTRUTIVO E ESTRUTURAL MODULAR EM AÇO: ASPECTOS DE VIABILIDADE E DE SUSTENTABILIDADE. *Estudos Avançados em Engenharia Civil*.
- Provisor, H. (1982). Desarrollo, tecnologías apropiadas y prácticas en la producción de viviendas de bajo costo. *Informes de la Construcción*, 34(344-345), 77-80.
- Rey, G. (2012). Los retos del hábitat social en Cuba. *La Habana, Cuba*.
- Reyes, E. A. (2017). *MÉTODO DE SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS INDUSTRIALIZADAS APROPIADAS PARA LA SOLUCIÓN DE EDIFICIOS DE VIVIENDAS EN LA ETAPA DE RECONSTRUCCIÓN POST-DESASTRE* Universidad de Oriente].
- Reyes, E. A., & Suárez, C. V. (2016). Tecnologías industrializadas con carácter apropiado para la reconstrucción post-desastre de viviendas: caso Santiago de Cuba. *Arquitectura y Urbanismo*, 37(3), 1-19.
- Sánchez, J. C. (2016). *Construcción modular ligera energéticamente eficiente* [Arquitectura].
- Schumacher, E. F. (2011). *Lo pequeño es hermoso* (Vol. 7). Ediciones Akal.
- Urriza, G., & Garriz, E. (2014). ¿ Expansión urbana o desarrollo compacto? Estado de situación en una ciudad intermedia: Bahía Blanca, Argentina. *Revista Universitaria de Geografía*, 23(2), 97-123.
- Valtierra-Guevara, J. A., & Honorato, L. A. V. (2022). La vivienda informal y su impacto ambiental desde la sustentabilidad. *Rinderesu*, 6(1-2).
- Vásquez, S. I. J. M. (2017). Análisis de segregación socioespacial en ciudad dormitorio de Chiguayante, Chile, mediante técnicas coremáticas. *Espacio y Desarrollo*(30), 85-99.
- Vega-Forero, D. H. (2019). Arquitectura apilada, resignificando la vivienda social en Yomasa, Bogotá.
- Vilchez, D. L. (2020). Conjunto de viviendas de interés social en Villa el Salvador.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados primarios de la encuesta

Dimensiones	Variables	Cantidad de votos - Importancia relativa					Nivel de aceptación
		5	4	3	2	1	
ECONÓMICA	1. Mínimo costo financiero	2	6	3			Aceptado
	2. Bajo consumo material	2	2	5	1	1	Aceptado
	3. Mínimo consumo de insumos y materiales importados	7	3		1		Aceptado
	4. Consumo racional de portadores energéticos	8	2	1			Aceptado
	5. Máximo aprovechamiento del recurso suelo	1					Propuesto
	6. Acceso a fuentes de crédito		1				Propuesto
TECNOLÓGICA	1. Baja complejidad tecnológica	4	4	2	1		Aceptado
	2. Mínimo requerimiento de equipos de izaje	4	3	3	1		Aceptado
	3. Bajo peso de sus elementos componentes	4	5	2			Aceptado
	4. Posibilidad de crecimiento en altura de la edificación	4	6		1		Aceptado
	5. Baja demanda de recursos humanos especializados	4	3	3	1		Aceptado
	6. Uso de materiales y materias primas locales	6	4				Aceptado
	7. Introducción de la innovación y la ciencia para tecnologías apropiadas	1					Propuesto
	8. Acceso a herramientas y	1					Propuesto

	medios accesorios para el trabajo. Además, madera y suministros importados						
SOCIO-CULTURAL	1. Posibilidad de uso de recursos humanos locales	7	2	2			Aceptado
	2. Coherencia con las tradiciones y cultura locales	8	2	1			Aceptado
	3. Aplicación de principios culturales de diseño de la arquitectura tradicional cubana	1					Propuesto
	4. Empleo de materiales y técnicas más genuinas de la cultura y las tradiciones constructivas cubanas	1					Propuesto
	5. Participación del usuario en el proceso de diseño y ejecución		1				Propuesto
AMBIENTAL	1. Mínimo impacto al entorno ambiental	8	3				Aceptado
	2. Reducida generación de desechos	6	4	1			Aceptado
	3. Posibilidades de reciclaje o reúso de desechos	7	3	1			Aceptado
	4. Contribución a la reducción de riesgos	7	3	1			Aceptado
	5. Máxima disponibilidad de infraestructuras técnicas y servicios urbanos	1					Propuesto
	6. Cumplimiento de regulaciones urbanas	1					Propuesto

	7. Adaptación a las características del entorno	1					Propuesto
GESTIÓN	1. Máxima eficiencia de la gestión organizacional para producción de vivienda social	1					Propuesto
	2. Acceso al suelo de construcción	1					Propuesto

Fuente: Elaboración propia

Nota: Las variables que se presentan en color rojo fueron propuestas por los expertos y se consideraron como aceptadas.