

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ARQUITECTURA



Viabilidad de la prefabricación en acero para la vivienda en el sector 38 de Chiclayo: aspectos arquitectónicos, sostenibles y económicos

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
ARQUITECTO**

AUTOR

Fabrizio Gerardo Paz Guzman

ASESOR

Raul Galvez Tirado

<https://orcid.org/0000-0003-4003-9826>

Chiclayo, 2025

Viabilidad de la prefabricación en acero para la vivienda en el sector 38 de Chiclayo: aspectos arquitectónicos, sostenibles y económicos

PRESENTADA POR

Fabrizio Gerardo Paz Guzman

A LA Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Para optar el título de

ARQUITECTO

APROBADA POR

Carlos Bauza Cortes

PRESIDENTE

Jorge Ivan Guerrero Ramirez

SECRETARIO

Raul Galvez Tirado

VOCAL

Dedicatoria

Esta investigación está dedicada a mis padres, Gerardo Paz y Maribel Guzmán, por su apoyo durante esta etapa académica. A mis abuelos, Alfonso Paz, María Olivera, Teresa Zapata y Eleodoro Guzmán, quienes son el cimiento de mis valores y principios y a mi hermana Zamira. Todos son el motor que me ha impulsado a crecer.

Agradecimiento

Quiero agradecer a mis padres por su ánimo y apoyo al empezar mi carrera.

A mis abuelos por su respaldo y cariño incondicional.

A mis amigos y colegas, por su compañía durante esta etapa académica.

A mis profesores, por enseñarme a valorar la arquitectura en todas sus dimensiones.

A mi asesor de tesis, por su paciencia, guía y dedicación en cada etapa de esta investigación.

A mí, por no rendirme, afrontar cada problema y aprender de ello, tomé tiempo, pero cada esfuerzo valió la pena.

Gracias por creer en mí.

Viabilidad de la prefabricación en acero para la vivienda en el sector 38 de Chiclayo: aspectos arquitectónicos, sostenibles y económicos

INFORME DE ORIGINALIDAD

3%	2%	0%	1%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
4	Submitted to Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo Trabajo del estudiante	<1%
5	biblio.ugent.be Fuente de Internet	<1%
6	www.prnewswire.com Fuente de Internet	<1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 15 words

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción	8
Revisión de literatura	10
Materiales y métodos	17
Población y muestra	18
Resultados y discusión	19
Conclusiones	26
Recomendaciones	27
Referencias	28
Anexos	33

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo evaluar la viabilidad y eficacia de la prefabricación en acero como alternativa al sistema constructivo convencional en viviendas unifamiliares del sector 38 de Chiclayo, considerando aspectos arquitectónicos, económicos y ambientales. Este análisis se realiza mediante un enfoque mixto, combinando análisis documental, levantamiento de datos en campo y comparaciones técnicas, se identificó que el sistema convencional presenta rigidez estructural, mayor costo de ejecución y un elevado impacto ambiental, limitando su capacidad adaptativa para las necesidades habitacionales contemporáneas. En contraste, la prefabricación en acero ofrece una mayor flexibilidad para la reconfiguración de espacios, optimización de tiempos y reducción de costos, tanto en ejecución como en posteriores reconfiguraciones, además de generar una disminución del impacto ambiental, particularmente cuando se usa el acero reciclado. No obstante, persisten barreras culturales y percepciones erróneas sobre su durabilidad las cuales restringen su aceptación. Los resultados demuestran que, con una correcta planificación y respaldo técnico, el sistema constructivo prefabricado puede responder de forma más eficiente a la creciente demanda habitacional, manteniendo su capacidad adaptativa a los modos de habitar contemporáneos, ofreciendo un sistema más asequible y sostenible, en un contexto urbano en expansión como es el de Chiclayo.

Palabras clave: Vivienda unifamiliar, prefabricación en acero, sistema constructivo convencional, flexibilidad espacial, impacto ambiental.

Abstract

The objective of this research is to evaluate the feasibility and effectiveness of steel prefabrication as an alternative to conventional construction systems in single-family homes in Sector 38 of Chiclayo, considering architectural, economic, and environmental aspects. This analysis is carried out using a mixed approach, combining documentary analysis, field data collection, and technical comparisons. It was found that the conventional system presents structural rigidity, higher execution costs, and a high environmental impact, limiting its adaptability to contemporary housing needs. In contrast, steel prefabrication offers greater flexibility for reconfiguring spaces, optimizing time, and reducing costs, both in execution and in subsequent reconfigurations, in addition to generating a decrease in environmental impact, particularly when recycled steel is used. However, cultural barriers and misperceptions about its durability persist, which restrict its acceptance. The results show that, with proper planning and technical support, the prefabricated construction system can respond more efficiently to the growing demand for housing, maintaining its adaptability to contemporary ways of living and offering a more affordable and sustainable system in an expanding urban context such as Chiclayo.

Keywords: Single-family housing, steel prefabrication, conventional construction system, spatial flexibility, environmental impact.

Introducción

La vivienda ha sido, a lo largo de la historia, el refugio esencial del ser humano, un espacio destinado a proteger y mejorar su calidad de vida. Estos espacios se encuentran en constante evolución, reflejando la diversidad de modos de habitar de las personas. En este sentido, la vivienda no puede ser concebida como un modelo único, sino como un concepto dinámico, moldeado por los estilos de vida contemporáneos, propios de cada usuario. Como afirma Carreiro & López (2016), el hogar es un elemento primordial para el hombre, pero no existe un solo modo de crearlo, en el ámbito de viviendas, nada es fijo, todo es voluble.

Sin embargo, esta naturaleza cambiante no se refleja en el modelo constructivo convencional. La vivienda tradicional presenta rigidez estructural y funcional, lo que limita su capacidad adaptativa frente a transformaciones progresivas propios de la vida cotidiana. Bas Gandía (2019) señala que la vivienda actual no sigue el ritmo de dichos cambios. En este contexto, surge la necesidad de buscar alternativas constructivas más versátil, siendo la prefabricación una de las más prometedoras, según Sarmiento Ocampo (2017), este sistema va más allá de producir una arquitectura estereotipada, ya que su nivel de flexibilidad permite crear diseños más adaptables.

En el ámbito de la industrialización de la vivienda, Saiz Sánchez (2015), indica que no se basa en solo repetir una vivienda, sino que debe ser capaz de brindar alternativas ante futuras reconfiguraciones espaciales, de acuerdo a las necesidades del usuario. Entre los materiales utilizados, el acero destaca por sus características. Palomino Durán et al.(2021), señala que entre los materiales usados en la prefabricación, el acero es el que mejor responde a una adaptabilidad estructural requerida en un contexto cambiante.

En base a esto, la presente investigación busca responder a la pregunta: ¿Hasta qué punto la prefabricación en acero representa una solución viable y eficaz frente al sistema convencional de viviendas de material noble en el sector 38 de Chiclayo, considerando los desafíos arquitectónicos, económicos y sostenibles que enfrenta la vivienda actual?

Partiendo del objetivo general el cual es: Evaluar la viabilidad y eficacia de la prefabricación en acero como alternativa constructiva para las viviendas unifamiliares en el sector 38 de Chiclayo, considerando su impacto en aspectos arquitectónicos, económicos y sostenibles. Para ello, la investigación se estructura en tres objetivos específicos:

OE1: Realizar un diagnóstico de las tipologías de vivienda unifamiliares presentes en el sector 38, mediante los aspectos arquitectónicos, económicos y sostenibles

OE2: Analizar las características de la prefabricación en acero teniendo como base las tipologías habitacionales unifamiliares del sector 38; en cuanto a los aspectos arquitectónicos, económicos y sostenibles.

OE3: Comparar de manera detallada el sistema de prefabricación en acero con el sistema convencional del sector 38, basados en aspectos arquitectónicos, económicos y sostenibles.

De este modo, la investigación no solo se limita a responder una necesidad habitacional, sino también proponer un modelo adaptable, eficiente y sobretodo sostenible, el cual pueda aplicarse en contextos de crecimiento urbano, similares.

Revisión de literatura

Bases conceptuales

Hablar de vivienda implica considerar diversos conceptos que la definen. Tomajian & Gyergyák (2024) señalan que la vivienda actual es un conjunto de elementos que reflejan la evolución de las necesidades y preferencias, dando lugar a una reinterpretación del espacio residencial y a la renovación de las técnicas constructivas. Según Pallasma (2016), esta combinación de factores parte de comprender la vivienda como un lugar de resguardo indispensable a lo largo del tiempo, en el cual se desarrolla un estilo de vida propio, también denominado “forma de habitar”.

En este sentido Ortiz & Vieyra (2015) conciben el habitar como un concepto alterable, capaz de modificarse según el uso que se le brinde. Por lo tanto, la vivienda no debe responder a un modelo rígido, sino adaptarse a las necesidades del estilo de vida contemporáneo. Esta postura la comparte Cuevas Cuevas (2021), quien describe la arquitectura residencial como un contenedor vacío, donde el espacio será definido por las necesidades de los ocupantes y el mobiliario.

En un contexto de cambios constantes surge la necesidad de una vivienda flexible y adaptable. Sarmiento Ocampo (2017) enfatiza que los sistemas actuales deben responder a la forma de habita contemporáneo. Con base en ello, Díaz (2017) define la flexibilidad habitacional como la capacidad de transformarse a lo largo de su vida útil, ajustándose a las necesidades variables de los ocupantes sin requerir transformaciones radicales. Así, la edificación residencial no solo satisface las demandas presentes, sino que prevé configuraciones futuras.

Además de la adaptabilidad, las tipologías deben ser asequibles. Akinsulire et al. (2024) destacan que la vivienda asequible desempeña un papel fundamental, especialmente en un contexto de crecimiento urbano y desigualdad de ingresos. Se refuerza así la necesidad de propuestas que combinen adaptabilidad y accesibilidad.

Bajo este enfoque, se requiere un sistema constructivo y un material que permitan alcanzar el nivel de adaptabilidad deseado sin incrementar de forma significativa los costos ni plazos de ejecución. En este punto, la prefabricación en acero se presenta como una alternativa viable. Palomino Durán et al. (2021) en su análisis sobre sistemas constructivos prefabricados, resalta que el acero, además de producirse en masa, posee características que permiten un alto grado de adaptabilidad a la vivienda.

Palomino Durán et al. (2021) no solo evidencian el uso del acero en sistemas prefabricados, sino que establece tres criterios generales para un análisis comparativo: arquitectura, economía y sostenibilidad.

En el aspecto arquitectónico, con el objetivo de evaluar la adaptabilidad en el diseño de viviendas, se identificaron criterios propuestos por Lorenzo (2012), quien plantea tres atributos, que afectan directamente a un espacio, denominados atributos de habitación: versatilidad, elasticidad y permeabilidad. Por su parte, Quijorna Pérez (2022) clasifica la adaptabilidad en 5 conceptos: perfectibilidad, permeabilidad, resiliencia, polivalencia y transformación. Aunque la terminología sea distinta, ambos autores coinciden en que la adaptabilidad constituye un eje fundamental en la vivienda. Para este trabajo se optará por los atributos propuestos por Lorenzo debido a su claridad conceptual y facilidad de aplicación al análisis espacial.

En el aspecto económico, los parámetros se centran en los componentes de mayor incidencia en el presupuesto y el tiempo de ejecución: la estructura y la tabiquería. La versatilidad espacial depende en gran medida de la tabiquería, mientras que la estructura condiciona el crecimiento o las modificaciones según las necesidades del ocupante. Por ello, no puede hablarse de adaptabilidad si estos elementos son rígidos o limitantes.

El tercer ámbito es la sostenibilidad, Yoffe et al. (2024) señala que, frente al crecimiento demográfico y la necesidad de viviendas, no debe olvidarse la reducción del impacto ambiental. Aunque persiste un aumento en la demanda, la contaminación es un problema actual que obliga a las alternativas constructivas a abordar este enfoque. Terrados-Cepeda et al. (2015) afirman que la construcción industrializada debe abarcar aspectos medioambientales y sociales propios de la época, en la cual se busca un ahorro de material y energía, además de generar mayor confort mediante la personalización de diseño. Es la misma línea, Guo et al. (2023) destaca que la reducción de emisiones de carbono en la construcción es prioritaria. Santos Arango (2022) coincide en que uno de los indicadores esenciales de sostenibilidad es la cantidad de emisiones de CO₂ generadas, por lo que este será un parámetro relevante al evaluar, junto con la optimización del material, basada en la eficiencia de los recursos y la reducción de residuos.

Marco teórico

La diversificación de los modos de habitar exige un mayor grado de flexibilidad en la vivienda contemporánea. Eleb (2017) señala que “las formas de vivir en casa se han multiplicado. Hoy ya no es posible contentarse con producir viviendas estereotipadas, pensando que les conviene a todos”. Esta situación se refleja en la realidad chichilayan, particularmente en el sector 38, donde los residentes de viviendas convencionales recurren a ampliaciones y modificaciones para personalizar sus espacios. Siguiendo con esta idea Barrea Puigdollers (2019) sostiene que el individualismo actual ha impulsado a los habitantes a buscar espacios adaptables a cambios constantes, lo que reafirma la teoría de Bas Gandía (2020) advirtiendo que la vivienda actual no puede seguir el ritmo indeterminado de la vida cotidiana, ya que una vivienda contemporánea debe prever usos y ocupaciones futuras.

Estas transformaciones no surgen espontáneamente, sino como resultado de cambios graduales asociados al desarrollo tecnológico. Molina Benavides & Ramos (2020) plantean que el desarrollo del internet ha generado que los habitantes de una vivienda decidan aumentar su estadia, lo que resulta en necesidades no previstas en diseños originales. Esto implica que, si el diseño residencial está limitado a un estilo de vida cotidiano, inevitablemente presentará dificultades para responder a las dinámicas actuales.

A estas limitaciones de diseño se suma la problemática del uso de materiales convencionales. Fernández (2020) explica que la alta dependencia de la mano de obra en este tipo de sistemas genera retrasos y sobrecostos, una situación crítica en contextos de crecimiento poblacional acelerados como el sector 38, donde la velocidad de ejecución y el control presupuestal resultan determinantes. Además de estos problemas Santos Arango (2022) señala que la construcción es la que genera mayor contaminación, por lo que los materiales usados no solo deben responder a criterios arquitectónicos y económicos, sino también sostenibles.

Frente a estas limitaciones del sistema convencional: rigidez estructural que impide reconfiguraciones, dependencia de la mano de obra que afecta tiempo y costos, e impactos ambientales significativos, se plantea la necesidad de explorar alternativas constructivas que satisfagan las demandas actuales de: flexibilidad, rapidez, eficiencia y sostenibilidad. En teoría, la prefabricación en acero cumple con estas características: su ligereza y resistencia estructural permiten espacios adaptables; su producción en fábrica reduciendo plazos y costos; y su alto nivel de reciclabilidad limita la huella de carbono. No obstante, a pesar de ofrecer soluciones a cada una de las problemáticas, su aplicación en el sector 38 sigue siendo principalmente hipotética. ¿Por qué esta alternativa, capaz de resolver los principales desafíos, aún no se

consolida localmente? A continuación, se examinan las barreras culturales con respecto al material.

Esta pregunta se explica, en parte por las barreras culturales y de percepción. Para Hoyos (2012), uno de los principales problemas de las viviendas prefabricadas en acero, radica en su escasa integración con el entorno y paisaje, mientras que Álvarez (2012) señala que persiste la creencia de que este tipo de sistemas presentan estructura ligera, lo cual la hace débil o ineficiente en aspectos como el aislamiento acústico o estructural, frente a los sistemas tradicionales.

La prefabricación en acero ofrece al mercado residencial un nivel superior de flexibilidad espacial y eficiencia estructural, lo cual responde directamente a la necesidad de espacios versátiles identificada en el diagnóstico del sector 38. Según Sarmiento Ocampo (2017), mediante el uso de elementos modulares es posible crear edificaciones que no solo entregan una vivienda, sino que también permitan a esta modificarse sin comprometer su estabilidad estructural. En esta línea, Liu et al. (2021) desarrollaron un diseño prefabricado que separa la estructura portante de los cerramientos, permitiendo un montaje reversible que otorga a la vivienda adaptabilidad y capacidad transformativa. Este proyecto incluyó dos tipos de cerramientos (ligera y denso), que se adaptan a requerimientos de acústica o privacidad, demostrando que la prefabricación en acero pueda responder a identidades diversas y cambios en la densidad poblacional.

La adaptabilidad no solo se sustenta en el montaje reversible, sino también en su capacidad estructural del acero. Su alta resistencia permite luces más amplias y un mejor desempeño frente a cargas, lo que resulta en fáciles reconfiguraciones internas. De igual manera, Baque Galarraga et al. (2024) demuestran que el sistema steel framing cumple con los requerimientos normativos (NSR-10) para zonas de alta actividad sísmica, además de ofrecer resistencia frente a lluvias intensas y vientos fuertes. De manera complementaria, Cuasapaz et al. (2024) en su comparativa entre dos tipos de estructuras metálicas: la convencional y steel framing, deja claro que ambas estructuras cumplen con los requisitos para ser considerados sistemas sismorresistentes, lo cual conlleva a una alta demanda para países como Chile y Nepal, luego de sus terremotos en el año 2015.

En cuanto al cumplimiento normativo, el acero estructural responde a las normativas peruanas vigentes (E 0.90 - estructuras metálicas, E0.20 – cargas, y E0.30 - diseño sismo resistente). Prada et al. (2022) explican que el acero estructural no solo cumple con requisitos sísmicos,

sino también aporta mayores luces, dejando espacios más limpios al reducir el número de columnas o placas respecto al sistema convencional. Esto implica un beneficio tanto estructural como arquitectónico, al ofrecer diseños más abiertos y flexibles.

Otro aspecto fundamental es la rapidez de ejecución y la optimización presupuestal. Aquise (2020) identifica ventajas significativas en tiempos y costos respecto al sistema convencional. En esta misma línea M.A. Bretones, J.A. Chica, F. Rey (2006) mencionan que el sistema OSM permite plazos de ejecución más reducidos, presupuesto no sujeto a variables y menor impacto ambiental. A nivel internacional, López (2021) documenta que en Suecia una construcción pasó de 8h/m² en un sistema convencional a 6h/m² en un sistema prefabricado, mientras que en Japón el plazo se redujo de 6 meses a 2 meses. Estos datos nos reiteran que la construcción en acero permite materializar viviendas en un menor tiempo y con mayor asequibilidad. No obstante, Prada et al. (2022) enfatiza que para alcanzar estas ventajas es necesaria una planificación adecuada desde la fabricación hasta su ensamblaje.

La sostenibilidad es otra característica clave de la prefabricación en acero. Fernández (2020) señala que al tratarse de un proceso estandarizado, se optimiza el uso de los materiales, reduce el desperdicio y minimiza la huella de carbono, especialmente si se usa el acero reciclado. De forma complementaria, Martínez (2024), concluye que el sistema prefabricado reduce el consumo de recursos y la generación de residuos, gracias a la optimización del proceso constructivo. Así, este sistema ofrece rapidez y adaptabilidad, sin sacrificar rendimiento ambiental.

Un aspecto diferenciador es la reutilización y reciclaje del acero. Ortiz & Meza (2018, como se citó en Prada et al ,2022) destacan que el acero puede reciclarse las veces que se quiera, sin perder su capacidad estructural, otorgándole una clara ventaja frente al concreto. Esto se aplica también al sistema steel framing, cuyo ciclo de vida contribuye a la reducción de emisiones por las posibilidades de reusar sus componentes. Lei et al. (2023), en un estudio comparativo con enfoque en la gestión integrada, calcularon que en un periodo de 50 años el CSP (carbon **saving** potencial) del acero es de un 76.73%, en comparación con estructuras de concreto. Esto demuestra un aporte significativo a la reducción de emisiones de CO₂, gracias al alto grado de reutilización que presenta el acero al finalizar su vida útil en un edificio.

Tras identificar las necesidades habitacionales contemporáneas en el sector 38 de Chiclayo, así como el desempeño del sistema constructivo convencional y prefabricado frente a dichas demandas, resulta necesario una comparativa detallada entre ambos métodos. Esta comparación busca evaluar con rigurosidad los aspectos arquitectónicos, económicos y sostenibles; dimensiones clave para determinar la viabilidad de implementar la prefabricación en acero como alternativa habitacional en el contexto local.

La metodología empleada se sustenta en un enfoque cuali-cuantitativo, basado en fichas técnicas de viviendas actuales del sector 38 y su equivalente prefabricado, normativa nacional vigente (E-060, E-020, E-030) y sus casos representativos de la prefabricación en acero (Yi-Leng Liu, análisis de Steel framing, etc.). Asimismo, se utilizaron indicadores comparativos que permiten evaluar el desempeño de cada sistema desde una perspectiva integral.

Los criterios se agruparon en 3 dimensiones claves:

Dimension	Criterios específicos a evaluar
Arquitectonica	Flexibilidad espacial, adaptabilidad, eficiencia estructural, respuesta sísmica
Economica	Tiempo de ejecución, costos de obra, dependencia de mano de obra
Sostenible	Vida útil, impacto ambiental, reciclabilidad, emisiones de CO ₂

La primera dimensión, es la arquitectónica, el cual se basa en cómo responde cada sistema a las necesidades de diseño y habitabilidad contemporánea.

Criterio	Sistema Convencional	Prefabricación en Acero
Flexibilidad espacial	Baja. Requiere demoliciones para cambios	Alta. Uso de módulos y estructuras adaptables (Yi-Feng Liu, 2021)
Eficiencia estructural	Estructura masiva y rígida	Ligereza estructural y resistencia a tracción (Prada, 2022)
Respuesta sísmica	Aceptable si bien diseñado	Excelente. Steel framing cumple NSR-10 y E-030 (Análisis de la capacidad, 2024)
Reconfiguración interna	Limitada	Alta. Posibilidad de luces amplias sin pilares intermedios

Dicho análisis demuestra que el sistema prefabricado en acero permite mayor libertad de diseño, facilitando ampliaciones o remodelaciones con una menor intervención física, sin perder las propiedades estructurales ante fenómenos naturales como sismos o lluvias intensas.

La segunda dimensión es, la económica, en ella se analiza tiempo, costos y eficiencia en la ejecución.

Criterio	Sistema Convencional	Prefabricación en Acero
Tiempo de ejecución	Prolongado. Alta dependencia del clima y la mano de obra (Fernández, 2020)	Corto. Fabricación en taller y ensamblaje en obra (Aguise, 2020)
Costos de obra	Variables. Riesgo de sobrecostos	Controlados. Costos fijos desde el diseño (Bretones et al., 2006)
Mano de obra	Alta. Necesita múltiples cuadrillas	Moderada. Ensamble especializado, menor personal

Según los estudios de tiempos de ejecución presentados, el tiempo en países extranjeros se puede reducir de 8h/m² a 6h/m².

La prefabricación en acero en el aspecto económico, representa una clara ventaja significativa en tiempos y costos. Aunque para llegar a dicho resultado es necesario una previa planificación, para reducir riesgos económicos, así como lo recalca Prada et al. (2022), la planificación tiene que estar presente desde la fabricación de las piezas, hasta su ensamblaje.

La tercera dimensión es, la sostenible, analizando la durabilidad del sistema, así como el ciclo de vida de los sistemas.

Criterio	Sistema Convencional	Prefabricación en Acero
Vida útil estimada	30 a 40 años, dependiendo del mantenimiento	Más de 50 años, por resistencia del acero y protección anticorrosiva (Prada, 2022)
Impacto ambiental	Alto. Emisión de residuos, difícil reutilización	Bajo. Optimización de materiales, menos desperdicio (Fernández Beatriz, 2020)
Reciclabilidad	Limitada. Mampostería no reutilizable	Alta. El acero puede reciclarse sin perder propiedades (Ortiz & Meza, 2018, citado en Prada, 2022)
Emisiones de CO ₂ al final del ciclo	Elevadas. Baja recuperación de materiales	Reducción del 76.73% en CSP (Carbon Saving Potential) respecto al concreto (Beneficios de ahorro de carbono, 2023)

En el análisis realizado la prefabricación en acero demuestra un comportamiento ambiental responsable, tanto en el proceso constructivo, debido a la optimización de materiales, y teniendo una vida útil, reutilizando las piezas ya sea de manera estructural o como materia prima para nuevas. Para Guaygua et al. (2024), la construcción prefabricada tiene el potencial de contribuir de manera positiva a un desarrollo sostenible, si se analiza de manera cuidadosa los beneficios tangibles.

En conclusión, la comparativa desarrollada demuestra que el sistema prefabricado en acero ofrece ventajas sustanciales sobre el sistema convencional en el sector 38 de Chiclayo. En términos arquitectónicos, responde mejor a la flexibilidad que requieren los estilos de vida actuales sin comprometer la función estructural. Económicamente, ofrece una reducción de tiempo y costos, permitiendo mayor control presupuestal, siempre y cuando se planifique adecuadamente. Finalmente, en la sostenibilidad, destaca por su menor huella ambiental y capacidad de reciclaje, consolidándose como una alternativa viable y eficiente para atender la creciente demanda habitacional.

Materiales y métodos

La naturaleza de esta investigación se clasifica como básica, ya que se concentra en un análisis comparativo de sistemas constructivos presentes en la vivienda chiclayana. Sin embargo, el aporte radica en la evaluación de dichos sistemas en base a los aspectos arquitectónicos, económicos y sostenibles, proporcionando de esta manera una perspectiva desde la construcción hasta el diseño en el contexto de vivienda unifamiliar. El enfoque es mixto, dado que combina lo cuantitativo como cualitativo, Lo cuantitativo se manifiesta en el procesamiento de datos numéricos relacionados a los costos y emisiones de CO₂, mientras que los valores cualitativos se encuentran en la evaluación de los aspectos arquitectónicos en las tipologías preexistentes del sector.

El nivel de la investigación empleado en este estudio se clasifica como correlacional no experimental. Esta elección se debe a que se realizó una comparativa entre dos tipos de viviendas: Tipologías de viviendas con sistema constructivo convencional ubicadas en el sector 38 y tipologías reinterpretadas de la planimetría típica del lugar, pero con sistema constructivo prefabricado de acero

El diseño es no experimental porque no se propone un nuevo sistema, sino que se analiza y adapta un sistema ya establecido.

Para el esquema metodológico de ejecución se considera lo planteado por Palomino Durán et al. (2021), quien sostiene que, para establecer las posibilidades de uso de un método constructivo es necesario realizarlo mediante una visión general, identificando las limitaciones o aportes, en base a tres aspectos; arquitectónicos, económicos y ecológicos o sostenibles.

De este modo se debe agregar que los materiales aplicados para la investigación son los puestos en el mercado, según Montes et al. (2011) todo material que aparece en el mercado es validado y corroborado, por lo tanto, cumple con los requisitos de calidad y fiabilidad. Esto le da más relevancia a la investigación ya que se aplican los materiales y sistemas existentes y validados.

De este modo se entiende que:

- El análisis se realizó únicamente con planos, diagramas y referencia documentada, aplicado a las limitadas tipologías presentes del sector.
- Los presupuestos económicos provienen del programa S10, basado en la planimetría de las tipologías.
- Las emisiones de CO₂ se calcularon a partir de literatura y datos generales, usando fichas técnicas que distribuidores nacionales.
- Los valores cualitativos del asp. Arquitectónico, serán dictaminados por la interpretación que se le dio a cada variable.

Población y muestra

La población objeto de estudio en esta investigación se delimita a las viviendas ubicadas en el sector 38 de Chiclayo, Lambayeque, Perú. Esta elección se fundamenta en el constante desarrollo de esta zona, caracterizada por la adaptación de las viviendas para incorporar usos adicionales, así como por la diversidad de tipologías que presenta la vivienda unifamiliar del sector.

La investigación se dividió en 3 etapas, que responden a un objetivo respectivamente:

Fase 1: Este primer objetivo se centró en la evaluación de las tipologías de viviendas unifamiliares en el sector 38, tomando como base los aspectos generales previamente definidos. Para llevar a cabo esta evaluación, se optó por la técnica de observación indirecta, enfocada principalmente en la planimetría de las viviendas. En este proceso se examinó detalladamente mediante diagramas y planos. Es importante destacar que, dada la naturaleza del enfoque, el énfasis en la estructura y el diseño de la vivienda, la recopilación de datos que se hizo fue en base a Google earth y visitas al sector. De este modo se consiguió redibujar en Autocad las tipologías de viviendas, para posteriormente ser detalladas y resaltar lo más relevante en Photoshop, donde se incorporó diagramas para un mejor entendimiento.

Fase 2: Este segundo objetivo se enfoca en la concepción y diseño de un módulo prefabricado en acero, explorando su adaptabilidad a la planimetría de las viviendas unifamiliares ya existentes, tomando como punto de partida los aspectos generales ya delineados. Para esto se utilizó la técnica de observación, que comenzó con la herramienta de autocad, donde se redibujó la planimetría usando los módulos prefabricados, con sus respectivas secciones, para posteriormente ser detallados en Photoshop, resaltando lo más relevante; y en la fase final se incorporan diagramas diseñados específicamente para brindar un mejor entendimiento sobre la integración de la prefabricación a la planimetría de viviendas unifamiliares del sector 38.

Fase 3: Este tercer objetivo se plantea como una comparativa entre el sistema constructivo prefabricado en acero y el sistema constructivo presente en Chiclayo. Dicha comparativa se realizó basada en los 3 aspectos generales y sus respectivos indicadores, la tabla se diseñó con la herramienta de Photoshop, la cual se compone de 8 indicadores, que representan las incógnitas planteadas, dichas incógnitas, son planteadas en ambos sistemas, en escala de niveles; si el nivel es alto, medio o bajo con respecto a dicho indicador.

Resultados y discusión

Fase 1: Las viviendas del sector 38 analizadas bajo aspectos generales

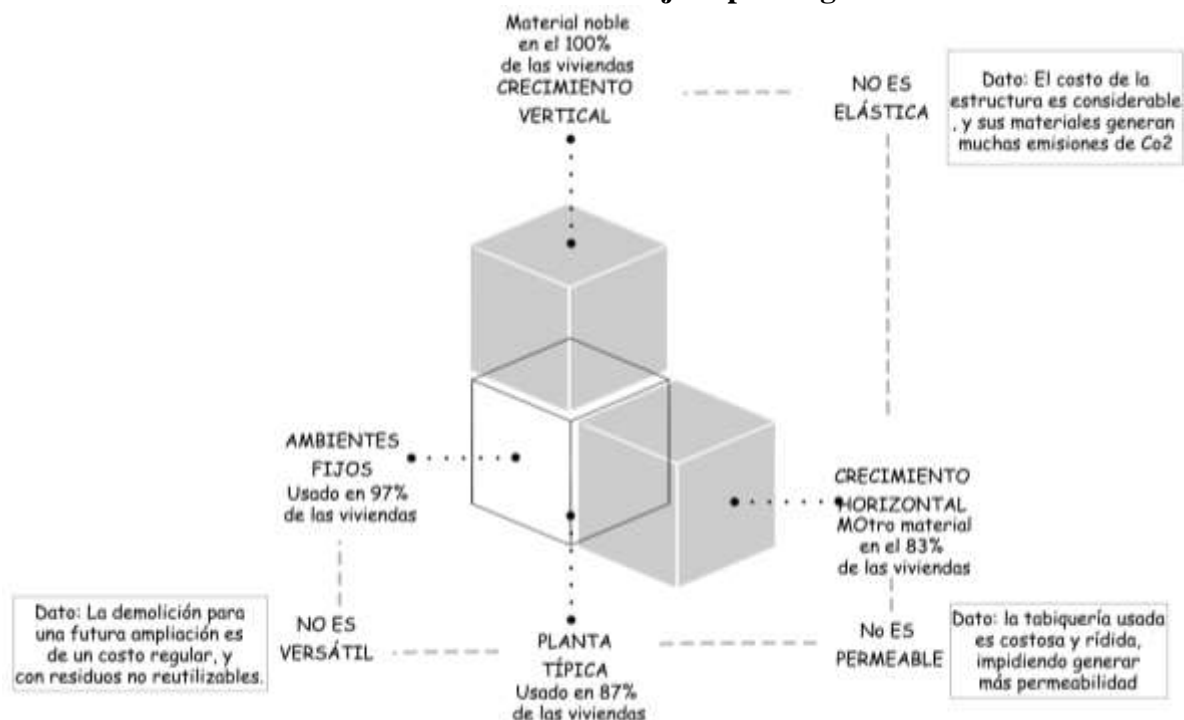


Fig.) Interpretación de la composición de la vivienda bajo los 3 criterios, adaptable, versátil y replicable. Nota: crecimiento fuera del límite y uso de otros materiales para ello.

De acuerdo con Lorenzo (2012), los componentes clave para la adaptabilidad de una vivienda son el cerramiento y la estructura; ambos elementos deben ser capaces de dividir, unir y crecer, permitiendo a los espacios responder mejor a las necesidades cambiantes del habitar contemporáneo. El sector 38 de Chiclayo evidencia que las viviendas unifamiliares construidas bajo un sistema convencional, presentan un elevado grado de rigidez en ambos componentes.

Al desarrollar a ficha planimétrica (ver anexo 9) enfocada en este objetivo. Se observa que la versatilidad presenta una escasa posibilidad de transformación, sin un coste significativo, todo esto se ve limitado por que las intervenciones exigen considerar la estructura portante, las columnas internas condicionan las modificaciones y de este modo se limita el espacio. Respecto a la elasticidad, el crecimiento progresivo observado se orienta principalmente de manera vertical; el sistema no permite la extracción o reubicación de módulos sin demoliciones parciales. Finalmente, la permeabilidad hacia el entorno se encuentra restringida por una envolvente rígida, limitando la relación visual y funcional entre interior y exterior. Estas condiciones contradicen la demanda de adaptabilidad gradual que plantean Eleb (2017) y Barrera Puigdollers (2019) en el marco teórico.

Desde la perspectiva económica, Rangel (2016) señala que el crecimiento progresivo de una vivienda debe realizarse en base a un solo sistema estructural; sin embargo, en el sector 38 se muestra una dependencia de múltiples materiales en el proceso de expansión o crecimiento de una vivienda, ya que existe un gasto considerable para la ejecución, especialmente en ampliaciones no planificadas.

El análisis económico presente en la ficha (ver anexo 15), revela que estas viviendas presentan un sobrecosto por fases debido a su forma de crecer en sectores que se están consolidando, el uso de materiales como el concreto y el ladrillo elevan los plazos de ejecución costos, aumentando la exposición a imprevistos climáticos, los cuales afectarían la predictibilidad presupuestaria, tal y como lo advierte Fernández (2020). Un promedio presupuestal referencial obtenido con el programa S10, indicó un total de S/ 46,839.15 para la estructura convencional (plazo aproximado: 4 semanas). Para una tabiquería de 6m² se estimó un promedio de S/ 583.90 (2 días); y para una modificación posterior el promedio resultante fue de S/ 752.90 (4 días), lo que evidencia el encarecimiento asociado a intervenciones no planificadas.

En ámbito medioambiental, Buriticá et al. (2022), establece que el cemento, materia prima del concreto, es uno de los materiales con mayor huella de carbono en la industria de la construcción. Debido a su demanda, y el sector 38 no es la excepción. Aplicando la ficha técnica de cementos Pacasmayo a una tipología de área 90m², el cálculo de emisiones resultó en 2.558 t CO₂ anuales para la estructura y para un muro de ladrillo de 6m² las emisiones anuales es de 208.494 kg CO₂. Asimismo, no se detectaron prácticas sistematizadas de reutilización o segregación de residuos al final de la vida útil, lo genera un incremento en el impacto ambiental asociado a demoliciones y reformas. Estas evidencias justifican la evaluación de sistemas alternativos que reduzcan la huella de carbono. Así como lo plantea Fernández (2020) y Ortíz & Meza (2018, citado en Prada,2022).

En síntesis, las viviendas del sector 38 de Chiclayo muestran limitaciones sustanciales en cuanto a adaptabilidad arquitectónica, eficiencia económica y sostenibilidad ambiental (ver anexo16). Esta situación refuerza la necesidad de explorar sistemas alternos de construcción, una de las cuales es la expuesta en esta investigación, la prefabricación en acero. La siguiente fase explica cómo responde a los 3 aspectos requeridos en la actualidad.

Fase 2: Las viviendas prefabricadas en acero, aspectos generales

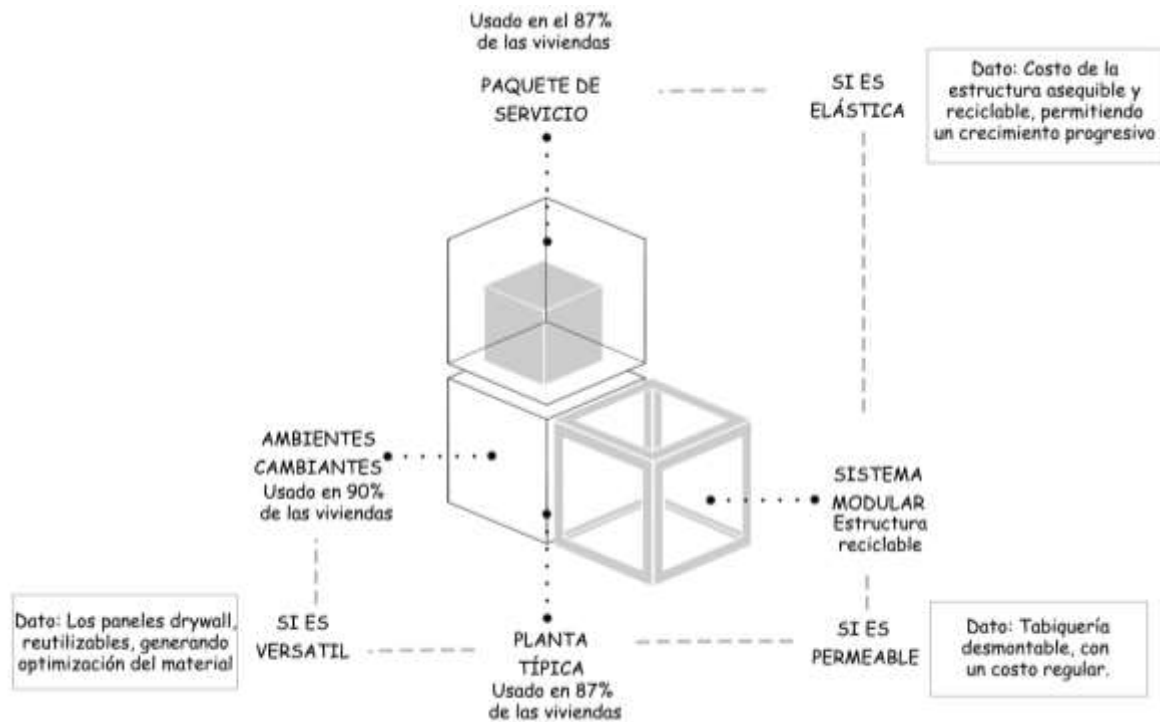


Fig.) Interpretación de las características de prefabricadas de acero. Nota Las características van acompañadas de el aspecto que las cumple en la prefabricación.

Para hablar del aspecto arquitectónico, Palomino Durán et al. (2021) sostiene que uno de los elementos más relevantes en la prefabricación es su adaptabilidad del material, tanto estructural como espacial, este último mediante cerramientos desmontables. Esta cualidad permite la posibilidad de modificar la vivienda sin comprometer su estabilidad ni alterar de forma drástica el sistema estructural.

El desarrollo de la ficha planimétrica (ver anexo17) aplicada en este objetivo, muestra que el modelo modular propuesto en esta investigación exhibe un alto nivel de versatilidad: una estructura con columnas en el borde libera el interior, permitiendo que la tabiquería opere de forma independiente, facilitando reconfiguraciones sin afectar la estabilidad estructural. La elasticidad se materializa en la capacidad de añadir o quitar módulos de manera horizontal o vertical por un carácter montable/desmontable. En cuanto a la permeabilidad, el diseño de fachada por paños posibilita alternar cerramientos porosos y opacos, favoreciendo la integración visual y funcional con el entorno. De esta manera se responde a la demanda local de espacios que evolucionan con el tiempo.

En cuanto al aspecto económico, Aquise (2020) destaca que las viviendas prefabricadas ofrecen ventajas económicas frente a un sistema convencional, los cuales se basan en 3 factores: reducción en el tiempo de ejecución, disminuye la mano de obra y hay un mayor control presupuestal al tratarse de procesos industrializados.

La ficha desarrollada (ver anexo23), muestra que los resultados las piezas usadas en la estructura y tabiquería, en cuanto al presupuesto promedio de acuerdo al programa S10. La estructura de acero es de: S/ 34,335.09 con un plazo de ejecución de 2 a 3 semanas; la tabiquería (6m²) en drywall es de un promedio de S/455.70 con un plazo de 2 días por el secado del material, y para cambios futuros donde se reubica la tabiquería, el presupuesto estimado promedio es de S/645.00 con un plazo de 3 días. El sistema prefabricado en acero muestra costos menores en etapas clave como la cimentación, estructura y tabiquería, debido a la ligereza del material y la precisión en el ensamblaje. Además, evita intervenciones complejas en modificaciones futuras, debido al carácter del sistema de ser desmontable, lo cual reduce gastos a mediano y largo plazo.

Con respecto a la planificación, debido a que gran parte del sistema se fabrica fuera de obra, los márgenes de error son menores y los imprevistos durante la ejecución se reducen, permitiendo una mayor eficiencia de los recursos. Lo cual es un valor importante para contextos como el sector 38 de Chiclayo, donde el crecimiento urbano demanda soluciones más económicas, rápidas y predecibles.

En el aspecto sostenible, Rodríguez (2022) plantea que el uso de acero reciclado puede reducir hasta en un 50% las emisiones de carbono respecto al acero convencional. Considerando este antecedente, se calcularon las emisiones de CO₂, para una vivienda prefabricada de acero de 90m² con sistema aporcado, cuyo diseño es la reinterpretación de las tipologías de material noble presentes en el sector 38. El acero estructural empleado proviene de la empresa Aceros Arequipa, fabricado mediante hornos de arco eléctrico (EAF) que utilizan chatarra reciclada como materia prima. Según Berglund-Brown & Ochsendorf (2025), este método reduce las emisiones de CO₂ entre un 60% y un 83% en comparación con la producción de acero nuevo. Bajo estas condiciones, el resultado obtenido para la vivienda unifamiliar fue de 2.816 t de CO₂ anual, lo que representa un impacto ambiental considerablemente menor frente a otros materiales de uso común en la construcción.

En cuanto a la tabiquería, se evaluó un muro de drywall de 2m de ancho por 3m de alto. Ante la ausencia de especificaciones técnicas nacionales, se aplicaron criterios internacionales (Intertek sustainability), obteniendo una emisión de 228.5kg de CO₂ anual.

Otro punto clave dentro de la sostenibilidad es el ciclo de vida de los sistemas constructivos; desde la durabilidad, alternativas de reutilización tras el fin de su vida útil. En un estudio comparativo entre cuatro sistemas, Lei et al. (2023) concluye que, en un periodo de 50 años, la estructura de acero ligero presenta un CSP (construcciones sostenibles y pasivas) del 76.73%. Bajo estos criterios quien responde mejor a un enfoque de reutilización, desmontaje y reintegración de materiales, el acero reciclado exhibe una ventaja clara respecto a sistemas que no permiten una reincorporación eficiente de sus componentes.

En resumen, el diagrama de síntesis del objetivo 2 (ver anexo 24), señala que la prefabricación en acero no solo cumple las demandas actuales de sostenibilidad, sino que también se integra en un enfoque de economía circular, en el cual los componentes de la vivienda pueden incorporarse al proceso constructivo al término de su vida útil.

Fase 3: Comparativa entre el sistema constructivo convencional y la prefabricación en acero

La presente fase establece una comparativa técnica y contextualizada entre dos sistemas el convencional presente en el sector 38 de Chiclayo y el sistema prefabricado en acero, a través de 3 aspectos centrales: arquitectónico, económico y sostenible. Esta comparativa no se limita a caracteres técnicos de cada sistema, sino también su grado de respuesta ante demandas actuales de vivienda unifamiliar en el contexto urbano del sector en crecimiento, estructurados en una ficha comparativa (ver anexo 25). El diagrama comparativo resultante (ver anexo27) muestra:

En cuanto a lo arquitectónico, Sarmiento Ocampo (2017) explica que la diferencia clave entre el sistema convencional y la prefabricación radica en sus principios estructurales: el primer sistema aporta rigidez y estabilidad; mientras que el segundo se basa en flexibilidad como versatilidad, elasticidad y permeabilidad, siendo estas las cualidades que el usuario prioriza actualmente.

Los hallazgos obtenidos confirman dicha afirmación. La prefabricación en acero tiene como una de sus características permitir tener cerramientos desmontables sin comprometer la estructura principal, permitiendo de esta manera la reconfiguración de los espacios, expansión horizontal o vertical y adaptarse a la identidad propia del ocupante. Esto proporciona una elevada versatilidad y elasticidad y permeabilidad espacial, adaptándose a las necesidades cambiantes del usuario y a sus distintas etapas del ciclo de vida familiar.

En contraste, el sistema convencional observado en el sector 38 muestra una estructura rígida, las cuales impiden alteraciones significativas sin demoliciones parciales. Además, ese sistema solo permite un crecimiento vertical controlado, limitado por aspectos normativos y estructurales, lo que limita su adaptabilidad. De este modo la prefabricación en acero se muestra más coherente con las nuevas formas de habitar, donde la vivienda debe ser un espacio evolutivo.

En cuanto al aspecto económico, Barco & Solis (2019) sostiene que la diferencia de costos entre una vivienda prefabricada y una convencional es significativa, en algunos casos sin superar la mitad del costo total del sistema convencional.

Esta brecha se verifica con los resultados obtenidos, donde se evidencia que el sistema prefabricado en acero genera un gasto de S/ 34,335.09 en un plazo de 3 semanas y S/ 455.70 en un plazo de 2 días, en estructura y tabiquería respectivamente, mientras que el sistema convencional genera un gasto de S/ 46,839.15 en un plazo de 4 semanas y S/ 583.90 en un plazo

de 2 días, en estructura y tabiquería, respectivamente. La diferencia es de S/ 12,504.06 y S/128.2 donde el sistema convencional genera más gastos en un plazo de tiempo más prolongado.

Cabe resaltar que la industrialización de los procesos constructivos genera una mayor previsibilidad presupuestaria, con menores tiempos de ejecución y una reducción significativa en la dependencia de la mano de obra. Esto responde a un contexto urbano donde los recursos económicos son limitados y la eficiencia es prioridad, como es el caso del sector 38.

Sin embargo, este ahorro o reducción de gastos que se plantea sólo es posible, bajo un correcto análisis detallado de cada fase de la construcción, desde la fabricación de las piezas hasta su ensamblaje.

En cuanto al aspecto sostenible, Santos Arango (2022) afirma que el acero puede ser un material viable desde el punto ambiental, siempre que se utilice en su forma reciclada, reduciendo de este modo la huella de carbono.

Al realizar una comparativa entre el prefabricado y el convencional, los resultados demuestran que, efectivamente, el acero reciclado ofrece una reducción considerable de las emisiones de CO₂. Estos valores en el sistema convencional son: 2.558t CO₂ y 208.494 kg Co₂ anuales, en estructura y tabiquería respectivamente, en el sistema prefabricado es de 2.816 t CO₂ y 228.5 kg CO₂ anuales, en estructura y tabiquería, respectivamente. A nivel comparativo la diferencia radica en 9% (estructura) y 8% (muro) de CO₂ extra que genera el acero reciclado.

Esta diferencia puede disminuir aún más si se considera la optimización de los materiales a lo largo de la vida útil de los edificios, como establece Lei et al. (2023), el material no solo se mide por las emisiones de co₂ que genera sino también por el nivel de reutilización o reciclabilidad que tiene, y es así donde el acero gana protagonismo, aumentando su rendimiento ambiental. Es importante mencionar que, aunque existen sistemas constructivos más sostenibles, como es la madera, sin embargo, el acero ofrece una relación más equilibrada entre resistencia, durabilidad, adaptabilidad y sostenibilidad, lo cual hace de este una alternativa viable para contextos urbanos densificados.

En conclusión, la comparativa entre ambos sistemas constructivos (ver anexo 28) demuestra que la prefabricación en acero, ventajas claras y medibles en los aspectos evaluados: mayor adaptabilidad y versatilidad arquitectónica, costos más bajos y controlados y un mejor rendimiento ambiental siempre y cuando se use el acero reciclado. Frente a limitaciones estructurales, económicas y sostenibles del sistema convencional presente en el sector 38.

Conclusiones

Luego del análisis detallado de las viviendas del sector 38 de Chiclayo, se concluye que el sistema convencional presenta limitaciones significativas en los aspectos arquitectónicos, económicos y sostenibles. En el primer aspecto, su rigidez estructural impide un crecimiento progresivo de manera eficiente, lo cual presenta un problema en un contexto urbano en constante expansión. Esta limitación afecta la adaptabilidad de los espacios en un contexto en el cual las necesidades son volubles. En el ámbito económico, se evidencia una elevada dependencia de la mano de obra y una ejecución prolongada, factores que encarecen el proceso constructivo. Finalmente, desde la sostenibilidad, el uso del concreto, trae consigo un aumento considerable en la huella de carbono, así como el no contar con un plan de reutilización o de aprovechamiento de residuos.

Por otro lado, en el análisis de la prefabricación en acero como alternativa constructiva demuestra que este sistema es capaz de integrar con mayor eficacia los aspectos antes mencionados. Desde lo arquitectónico, ofrece flexibilidad espacial mediante el uso de módulos desmontables y cerramientos adaptables, respondiendo mejor a las necesidades cambiantes de los usuarios. En el aspecto económico, los estudios comparativos y resultados obtenidos muestran un costo total inferior respecto al sistema convencional, debido a sus ejecuciones más cortas y su mayor previsibilidad presupuestaria. En lo sostenible, el uso del acero reciclado reduce considerablemente las emisiones de CO₂ y permite reutilizar componentes estructurales, contribuyendo así a un ciclo de vida beneficioso.

Sin embargo, es importante reconocer que existen claros desafíos para su implementación. A nivel local, persisten barreras culturales asociadas a la percepción del acero como material frágil, así como inquietudes respecto al impacto ambiental del acero convencional. Estas preocupaciones pueden ser disueltas mediante educación técnica, normativas claras y la promoción del uso de acero reciclado, lo cual mostraría a la prefabricación como una alternativa ambiental responsable.

Por lo tanto, el análisis comparativo realizado muestra que la prefabricación en acero responde de manera más equilibrada a los 3 aspectos requeridos en el contexto urbano actual, sin dejar de reconocer que el éxito de dicho sistema dependerá de una implementación planificada, adecuada al contexto local y con participación informada de los involucrados.

Recomendaciones

- 1.- Evaluar el sistema constructivo según la proyección del crecimiento urbano y familiar, en el contexto como es el sector 38 de Chiclayo, donde la mayoría de las viviendas se construyen de manera progresiva, se recomienda aplicar procesos constructivos y materiales que permitan ampliaciones o modificaciones en el tiempo. La adaptabilidad arquitectónica debe ser un criterio central en la elección del sistema, donde se considere el uso actual y el crecimiento y uso futuro.
- 2.- Superar los prejuicios técnicos mediante difusión y capacitación, se recomienda implementar programas de capacitación y divulgación técnica para desmitificar las ideas erróneas sobre la prefabricación en acero, especialmente en relación a su resistencia estructural. El acero, pese a su esbeltez visual, tiene unas características excelentes estructuralmente hablando, permitiendo de esta manera manejar mayores luces, menores elementos visibles, lo que da como resultado, un mayor aprovechamiento del espacio.
- 3.- Priorizar criterios técnicos integrales para la toma de decisiones, principalmente al elegir un material o sistema constructivo, se recomienda una comparación objetiva, basada en criterios arquitectónicos, económicos y sostenibles. Esta evaluación parte del costo inicial, desempeño durante la vida útil de la vivienda, tiempos de ejecución, adaptabilidad y el impacto ambiental.
- 4.- Fomentar el uso del acero reciclado, así como la planificación integrada, de este modo se consigue un mínimo impacto de huella ambiental. Cabe recalcar que una buena planificación parte desde la etapa de diseño hasta su ejecución. Lo cual permite una optimización de recursos, reducir residuos, facilitar configuraciones internas y la reutilización de componentes en futuros cambios.
- 5.- Fomentar estudios locales que profundicen la viabilidad del sistema, mediante investigaciones locales que analizan casos reales de viviendas prefabricadas en acero, especialmente en zonas de crecimiento urbano. De este modo se verificará su valía en distintos contextos urbanos, fortaleciendo la toma de decisiones a nivel técnico, económico y comunitario.

Referencias

- Akinsulire, A. A., Idemudia, C., Okwandu, A. C., & Iwuanyanwu, O. (2024). Economic and social impact of affordable housing policies: A comparative review. *International Journal of Applied Research in Social Sciences*, 6(7), 1433–1448. <https://doi.org/10.51594/ijarss.v6i7.1333>
- Álvarez, E. C. (2012). Sistema c.- vivienda colectiva a la carta. *Revista Proyecto, Progreso, Arquitectura*, 6, 94–113. <https://doi.org/10.12795/ppa.2012.i6.06>
- Aquise, G. (2020). Comparison of prefabricated single-family housing construction and confined masonry systems [Proceedings]. *LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*.
- Barco, A., & Solís, K. (2019). Análisis comparativo de costos entre una vivienda prefabricada de acero con fibrocemento y una vivienda convencional [Tesis de licenciatura]. Repositorio Universidad Laica Vicente Rocafuerte. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/218/1/T-ULVR-0197.pdf>
- Baque Galarraga, E. J., Asifuela Cisneros, C. P., Barba Barba, K. J., & Bustamante Sánchez, S. I. (2024). Análisis de la capacidad de absorción de vibraciones y sismo-resistencia de las estructuras steel framing. *Revista Social Fronteriza*, 4(4), e44350. [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(4\)350](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(4)350)
- Barrea Puigdollers, J. M. (2019). *La vivienda transformable. [Obra y docencia sobre vivienda transformable]*. 1–129.
- Bas Gandía, D. (2020). *La vivienda transformable* [Trabajo final de grado, Universidad Politécnica de Valencia]. Repositorio UPV
- Berglund-Brown, J., & Ochsendorf, J. (2025). Reusing Heavy-Section Steel in Buildings: Carbon Reduction Potential and Material Availability. *Journal of Architectural Engineering*, 31(2), 1–14. <https://doi.org/10.1061/jaeied.aeeng-1918>
- Buriticá, Y., Cataño, W., & Arbeláez, O. (2022). Estimación de las emisiones de co2 de concretos modificados con residuos de vidrio. *Revista Politécnica*, 18(35), 52–70. <https://www.redalyc.org/journal/6078/607870799004/607870799004.pdf>

- Carreiro, M., & López, C. (2016). *La casa: piezas, ensambles y estrategias*.
http://cataleg.upc.edu/record=b1480505~S1*cat
- Cuevas Cuevas, E. (2021). *El mueble. Elemento articulador del espacio*. [Trabajo académico].
Repositorio académico (TFG)
- Molina Benavides, L., & Ramos, E. V. (2020). Habitar en la era digital. Modelos colaborativos y su respuesta en tiempos de crisis. *Rita Revista Indexada de Textos Academicos*, 94–101.
[https://doi.org/10.24192/2386-7027\(2020\)\(v14\)\(04\)1](https://doi.org/10.24192/2386-7027(2020)(v14)(04)1)
- Díaz, D. J. (2017). *Arquitectura Flexible : Open Building En Viviendas*. [Trabajo final de grado, Universidad Politécnica de Madrid].
- Eleb, M. (2017). Vivienda hoy y mañana: ¿Flexible, adaptable y reversible? *Proyecto , Progreso, Arquitectura*, 16(Prácticas domésticas contemporáneas), 19.
<http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2016.i15.01>
- F. J. Terrados-Cepeda, F. J., Baco-Castro, L., & Moreno-Rangel, D. (2015). Patio 2.12: Vivienda prefabricada, sostenible, autosuficiente y energéticamente eficiente. Participación en la competición Solar Decathlon Europe 2012. *Informes de la Construcción*.
<https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/4231>
- Fernández, B. (2020). El proceso del cambio: la industrialización en la arquitectura [Trabajo académico]. Repositorio UPM.
- Guo, Y., Shi, E., & Yan, R. (2023). System based greenhouse emission analysis of off-site prefabrication: A comparative study of residential projects. *Scientific Reports*, 13, 10689.
<https://doi.org/10.1038/s41598-023-37782-x>
- Guaygua, B., Sánchez-Garrido, A. J., & Yepes, V. (2024). Life cycle assessment of seismic resistant prefabricated modular buildings. *Heliyon*, 10(20).
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39458>

- Guerrero Cuasapaz, D., Guerrón Figueroa, M., Lalangui García, J., Chavez Amaguaña, E., & Paz Zambrano, C. (2024). Análisis técnico comparativo entre sistemas constructivos de steel framing y estructuras metálicas para viviendas regulares. *Green World Journal*, 7(2), 128–128. <https://doi.org/10.53313/gwj72128>
- Hoyos, C. G. (2012). Habitar y tecnología en la vivienda prefabricada contemporánea. *Revista Proyecto, Progreso, Arquitectura*, 6, 16–33. <https://doi.org/10.12795/ppa.2012.i6.01>
- Lei, B., Yang, W., Yan, Y., Zaland, S., Tang, Z., & Dong, W. (2023). Carbon-saving benefits of various end-of-life strategies for different types of building structures. *Developments in the Built Environment*, 16, 100264. <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2023.100264>
- Liu, Y.-F., Luo, S.-S., & Wang, H. (2021). Research on a complete set of technologies for assembled residential buildings with steel-structure based on house type modularization and component standardization. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 719(2), 022063. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/719/2/022063>
- López, P. G. (2021). *La industrialización de la Arquitectura. Cuando las casas vienen de fábrica*.
- Lorenzo, F. (2012). *La casa abierta: hacia una vivienda variable y sostenible concebida como si el habitante importara* (Tesis/Documento). <http://www.dart-europe.eu/full.php?id=845670>
- Martínez-Laya, M. A. (2024). *Grado de industrialización: construcción en residencial colectiva* [Trabajo final de grado, UPM].
- Molina Benavides, L., & Ramos, E. V. (2020). Habitar en la era digital: modelos colaborativos y su respuesta en tiempos de crisis. *RITA Revista Indexada de Textos Académicos*, (v14), 94–101. [https://doi.org/10.24192/2386-7027\(2020\)\(v14\)\(04\)1](https://doi.org/10.24192/2386-7027(2020)(v14)(04)1)
- Montes, J., Camps, I. P., & Fúster, A. (2011). Industrialización en la vivienda social de Madrid. *Informes de La Construcción*, 63(522), 5–19. <https://doi.org/10.3989/ic.10.054>
- Ortiz, F. E., & Vieyra, A. (2015). Narrativas sobre el lugar, habitar una vivienda de interés social en la periferia urbana. *Revista Invi*, n°84(August 2015), 59–86. revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/download/905/1201
- Pallasmaa, J. (2016). *Habitar* (Ensayos). Editorial Gustavo Gili (ed.) 44, 295–298.

- Palomino Durán, C. (2021). *Construcción modular de vivienda unifamiliar en España (2015–2021)* [Trabajo fin de grado, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio UPM. <https://oa.upm.es/67576/>
- Prada Conde, G. C., Malca Valderrama, O. J., Lira Vargas, G. A., Olarte Bustinza, J. F., & Díaz Cobeña, M. E. (2022). Análisis de factibilidad del uso del acero en sistemas estructurales de edificios [Trabajo de investigación, PUCP]. Repositorio PUCP.
- Quijorna Pérez, A. (2022). *Hard & soft-flexibility: (Des)montando la vivienda* [Trabajo final de grado, UPC]. Repositorio UPC.
- Rangel, B. (2016). Estrategia metodológica para el diseño de la vivienda incremental. *Aus*, 2016(20), 48–55. <https://doi.org/10.4206/aus.2016.n20-08>
- Rodríguez Seijas, X. (2022). Estimación de huella ecológica en soluciones estructurales de acero [Tesis]. Repositorio institucional. <http://hdl.handle.net/2183/30838>
- Saiz Sánchez, P. (2015). La casa industrializada: seis propuestas para este milenio [Tesis doctoral, UPM]. Repositorio UPM.
- Salazar Lozano, M. del P., & Cidoncha Pérez, A. J. (2021). Habitar una bóveda metálica. Quonset Huts en la Base Aeronaval de Rota. *VLC Arquitectura. Research Journal*, 8(2), 91–116. <https://doi.org/10.4995/vlc.2021.13423>
- Saldarriaga Roa, A. (2019). ¿Cómo se habita el hábitat? Los modos de habitar. *Procesos Urbanos*, 6, 22–33. <https://doi.org/10.21892/2422085x.454>
- Sánchez, M. A., & Melendo, J. M. A. (2020). La vivienda vernácula en Burkina Faso: transformaciones de los modos de habitar de las culturas del Sahel. *Estudios de Asia y África*, 56(1), 37–73. <https://doi.org/10.24201/eea.v56i1.2591>
- Santos Arango, C. (2022). *La prefabricación como modelo sostenible de construcción: análisis de los materiales de las casas prefabricadas* [Trabajo final de grado, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio UPM. <https://oa.upm.es/69702/>
- Sarmiento Ocampo, J. (2017). Vivienda industrializada: antecedentes en el mundo y propuesta al déficit de vivienda social en Colombia. *Vivienda Industrializada: Antecedentes En El Mundo y Propues Al Déficit de Vivienda Social En Colombia.*, 10, 79–96.
- Tomajian, H., & Gyergyák, J. (2024). Urban Housing Typologies Through Modern History.

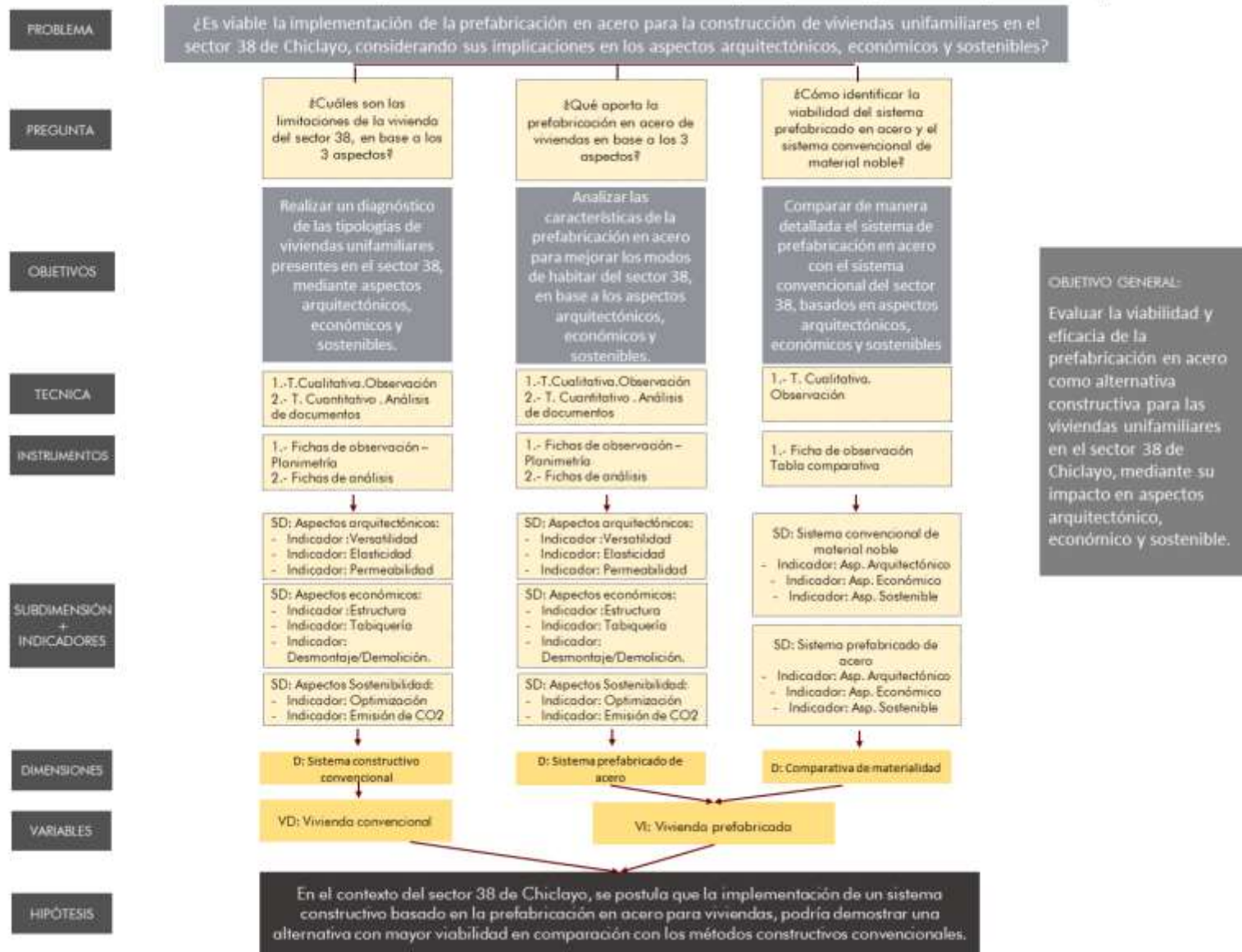
YBL Journal of Built Environment, 9(1), 127–140. <https://doi.org/10.2478/jbe-2024-0013>

Yoffe, H., Rankin, K. H., Bachmann, C., Posen, I. D., & Saxe, S. (2024). Mapping construction sector greenhouse gas emissions: a crucial step in sustainably meeting increasing housing demands. *Environmental Research: Infrastructure and Sustainability*, 4(2), 025006. <https://doi.org/10.1088/2634-4505/ad546a>

Anexos

Anexo 1: Organizador visual de tema de investigación

Viabilidad de la prefabricación en acero para la vivienda en el sector 38 de Chiclayo: aspectos arquitectónicos, sostenibles y económicos



Anexo 2: Cuadro de coherencia

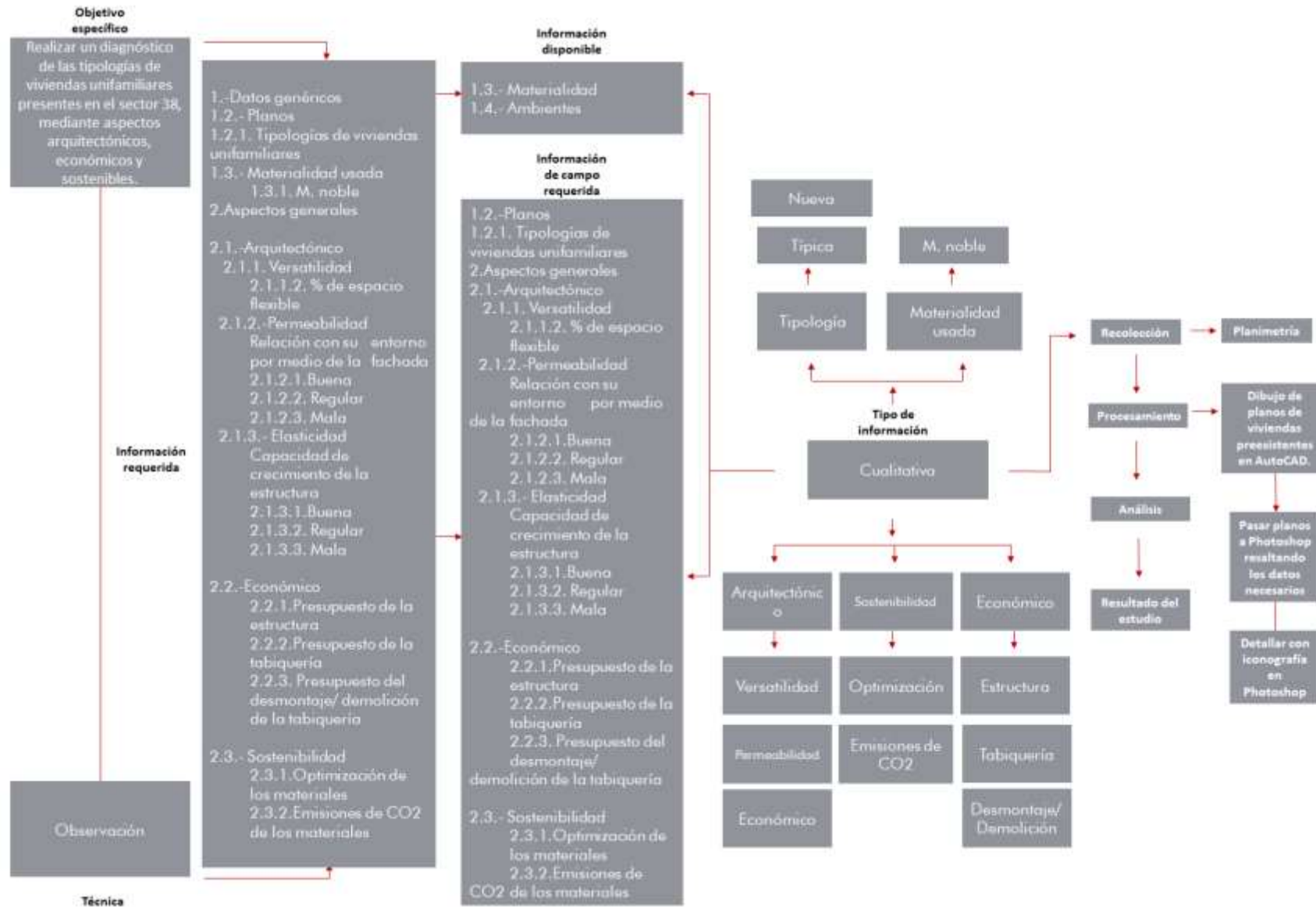
CUADRO DE COHERENCIAS - ASPECTOS METODOLÓGICOS

Nombres y Apellidos	Fabrizio Gerardo Paz Guzmán
Título del trabajo de investigación	Viabilidad de la prefabricación en acero para la vivienda en el sector 38 de Chiclayo: aspectos arquitectónicos, sostenibles y económicos
Línea de investigación	
Población	Chiclayo
Muestra	Sector 38

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	PREGUNTAS DE INVESTIGACIONES relevantes, ligadas a objetos específicos		HIPÓTESIS - posible respuesta a la pregunta de investigación	RESPUESTAS A PREGUNTAS DE INVESTIGACIONES relevantes, ligadas a objetos específicos		OBJETIVOS GENERAL. Debe tener las siguientes características: Objetivo = verbo en infinitivo + Enunciado 1 + Enunciado 2 Ejm: Describir, Analizar, Comparar + El qué + Responder al para qué	OBJETIVOS ESPECÍFICOS Y LOGROS ASOCIADOS. Debe tener las siguientes características: Objetivo = verbo en infinitivo + Enunciado 1 + Enunciado 2 Ejm: Describir, Analizar, Comparar + El qué + Responder al para qué		TÉCNICA	INSTRUMENTO
	PE 01	PE 02		H01	H02		OE1	OE2		
¿Es viable la implementación de la prefabricación en acero para la construcción de viviendas unifamiliares en el sector 38 de Chiclayo, considerando sus implicaciones en los aspectos arquitectónicos, económicos y sostenibles?	¿Cuáles son las limitaciones de la vivienda del sector 38, en base a los 3 aspectos?		En el contexto del sector 38 de Chiclayo, se postula que la implementación de un sistema constructivo basado en la prefabricación en acero para viviendas, podría demostrar una alternativa con mayor viabilidad en comparación con los métodos constructivos convencionales.	Actualmente las viviendas no solo deben abastecer la demanda habitacional, sino adaptarse al uso de cada ocupante.	Evaluar la viabilidad y eficacia de la prefabricación en acero como alternativa constructiva para las viviendas unifamiliares en el sector 38 de Chiclayo, mediante su impacto en aspectos arquitectónico, económico y sostenible.		Realizar un diagnóstico de las tipologías de viviendas unifamiliares presentes en el sector 38, mediante aspectos arquitectónicos, económicos y sostenibles.	T.Cualitativa: Observación	Ficha de observación (planimetría)	
	¿Qué aporta la prefabricación en acero de viviendas en base a los 3 aspectos?			La prefabricación es una alternativa si se quiere construir a nivel masivo, y como adicional, la mayoría de diseños pueden ser versátiles.			Análisis las características de la prefabricación en acero para mejorar los modos de habitar del sector 38, en base a los aspectos arquitectónicos, económicos y sostenibles.	T.Cualitativa: Observación	Ficha de observación (planimetría)	
	¿Cómo identificar la viabilidad del sistema prefabricado en acero y el sistema convencional de material noble?			Si se cuenta con datos en base a los mismos parámetros de cada estudio, es necesario plantear una comparativa e identificar sus cualidades de cada material			Comparar de manera detallada el sistema de prefabricación en acero con el sistema convencional del sector 38, basados en aspectos arquitectónicos, económicos y sostenibles	T.Cualitativa: Observación	Ficha de observación (tabla comparativa)	

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	SUBDIMENSIÓN + INDICADORES	TÉCNICA	INSTRUMENTO
DEPENDIENTE	Vivienda convencional	Según Pallasmaa (2018), cuando se habla de la casa se refiere a esta como un lugar de resguardo que ha sido indispensable a lo largo del tiempo, en el cual se desarrolla un estilo de vida propio o también llamada forma de habitar.	Modo de habitar será medido a través del análisis sobre como el hombre decide ocupar un espacio actualmente, es decir como es que logra materializar las ideas sobre como mejorar su modo de habitar.	SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL	Asp.Arquitectónico: Versatilidad - Elasticidad - Permeabilidad Asp. Sostenible: Optimización - Emisiones de CO2 Asp.Económico: Estructura - Tabiquería - Desmontaje/Desmolición	Observación	Ficha de observación (Planimetría)
	INDEPENDIENTE	Vivienda prefabricada	Santos Arango (2022), la vivienda prefabricada se caracteriza por ser una composición de módulos construidos en fábricas que son transportados hasta el lugar de la edificación para su posterior montaje.	El estudio de la vivienda prefabricada se analizará en un material específico y como este a evolucionado en su uso residencial.	SISTEMA PREFABRICADO DE ACERO	Asp.Arquitectónico: Versatilidad - Elasticidad - Permeabilidad Asp. Sostenible: Optimización - Emisiones de CO2 Asp.Económico: Estructura - Tabiquería - Desmontaje/Desmolición	Observación
				COMPARATIVA DE MATERIALIDAD	Sist. Convencional de material noble: Arquitectura-economía-sostenibilidad Sist. prefabricado en acero: Arquitectura-economía-sostenibilidad	Observación	Ficha de observación (tabla comparativa)

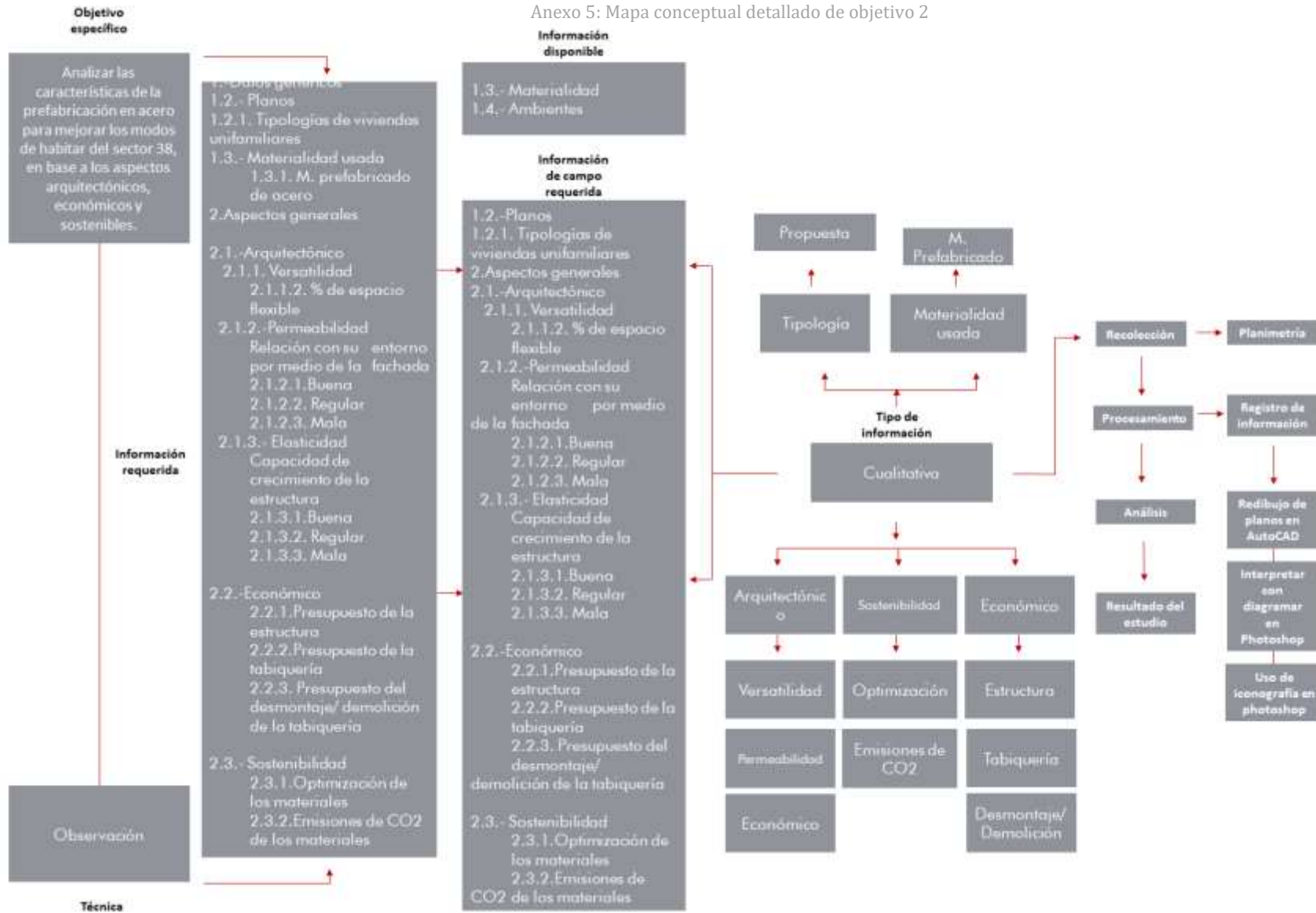
Anexo 3: Mapa conceptual detallado de objetivo 1



Anexo 4: Cuadro de indicadores del objetivo 1 y su finalidad por indicador

Cualitativa - Planimetría						
Realizar un diagnóstico de las tipologías de viviendas unifamiliares presentes en el sector 38, mediante aspectos arquitectónicos, económicos y sostenibles.						
OE1	Planos	Asp. Arquitectónico	Asp. Sostenible	Asp. Económico		
Planos		A	B	C	A	Tipologías de vivienda encontradas en el sector 38 y su comportamiento en cuanto a versatilidad, permeabilidad y elasticidad.
Asp. Arquitectónico	A				B	Aplicación de la optimización y emisiones de CO2 presentes en cada tipología de vivienda unifamiliar.
Asp. Sostenible	B				C	Presupuestos por cada tipología, en base a estructura, tabiquería y desmontaje/demolición.
Asp. Económico	C					

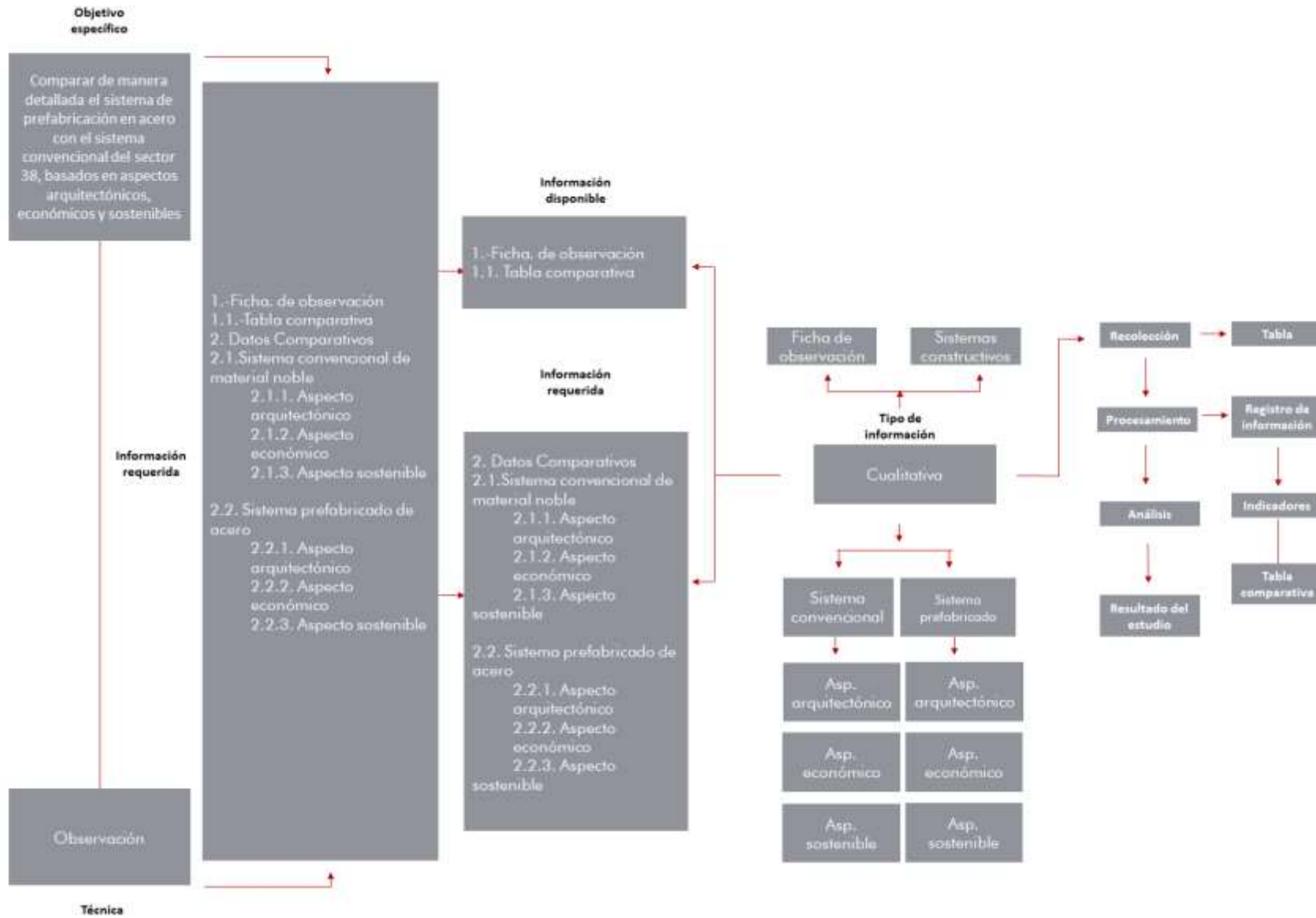
Anexo 5: Mapa conceptual detallado de objetivo 2



Anexo 6: Cuadro de indicadores del objetivo 2 y su finalidad por indicador

Cualitativa - Planimetría						
Analizar las características de la prefabricación en acero para mejorar los modos de habitar del sector 38, en base a los aspectos arquitectónicos, económicos y sostenibles.						
OE2	Planos	Asp. Arquitectónico	Asp. Sostenible	Asp. Económico		
Planos		A	B	C	A	Tipologías de vivienda con un sistema prefabricado de acero y su comportamiento en cuanto a versatilidad, permeabilidad y elasticidad.
Asp. Arquitectónico	A				B	Aplicación de la optimización y emisiones de CO2 presentes en cada tipología prefabricada.
Asp. Sostenible	B				C	Presupuestos por cada tipología prefabricada, en base a estructura, tabiquería y desmontaje/demolición.
Asp. Económico	C					

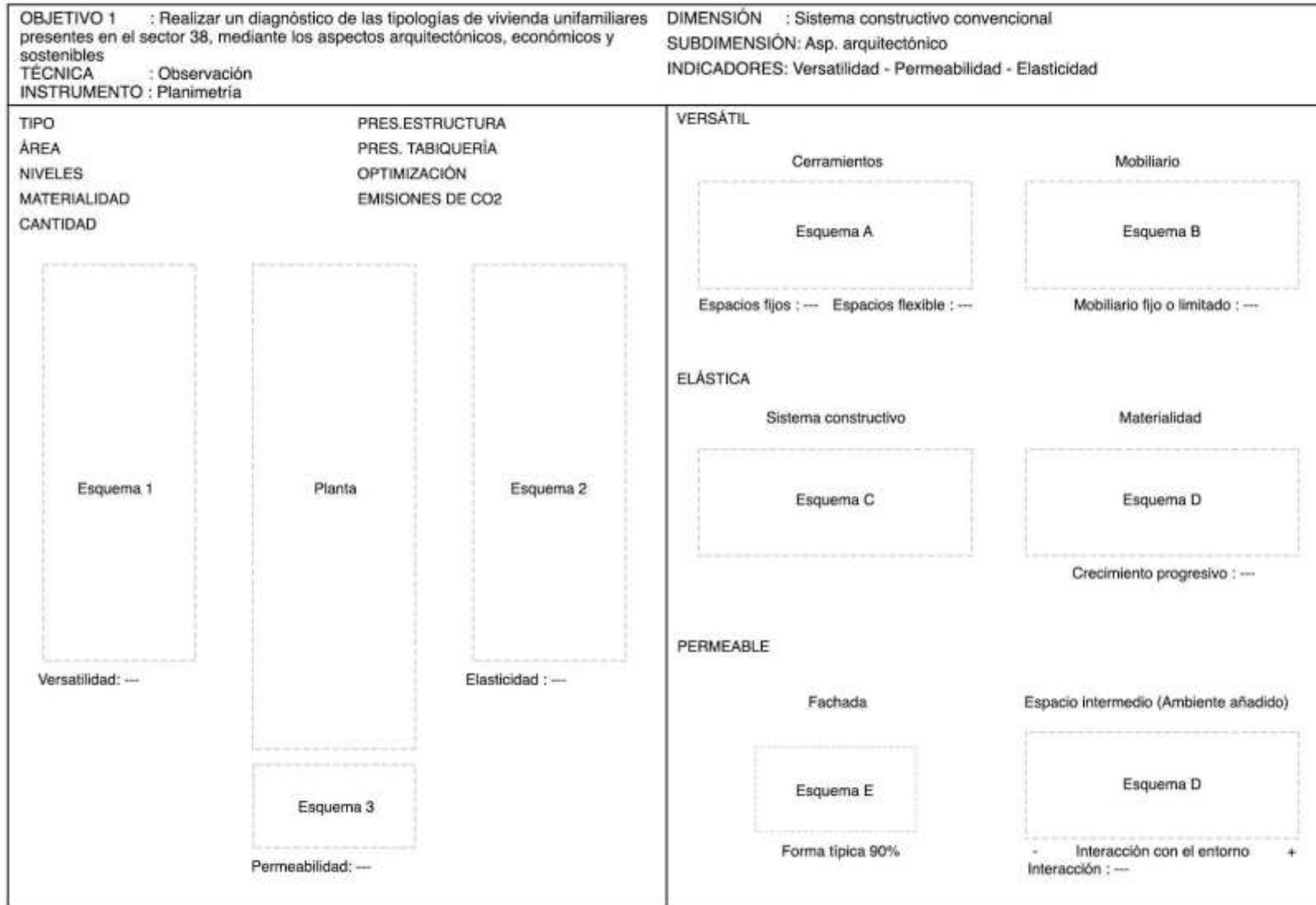
Anexo 7: Mapa conceptual detallado de objetivo 3



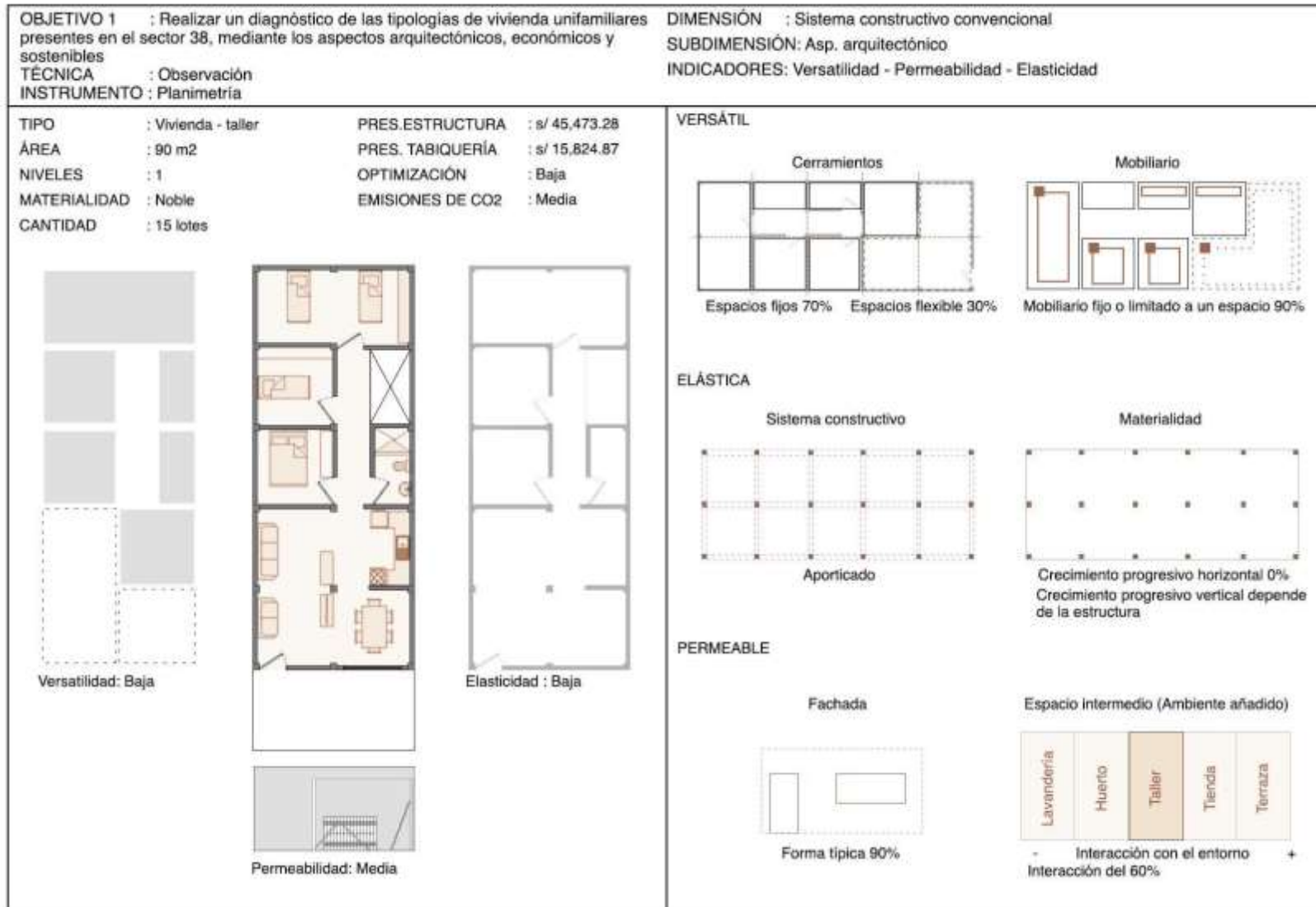
Anexo 8: Cuadro de indicadores del objetivo 3 y su finalidad por indicador

Cualitativa - Planimetría					
Comparar de manera detallada el sistema de prefabricación en acero con el sistema convencional del sector 38, basados en aspectos arquitectónicos, económicos y sostenibles					
OE3	Fichas de observación	Plantas	Sistema prefabricado		
Fichas de observación		A	B		A Comparativa de la planimetría preexiste desarrollada con un sistema convencional y la planimetría propuesta con un sistema prefabricado de acero.
Sistema convencional	A				B Que sistema constructivo responde mejor a los aspectos: arquitectónicos, económicos y sostenibles.
Sistema prefabricado	B				

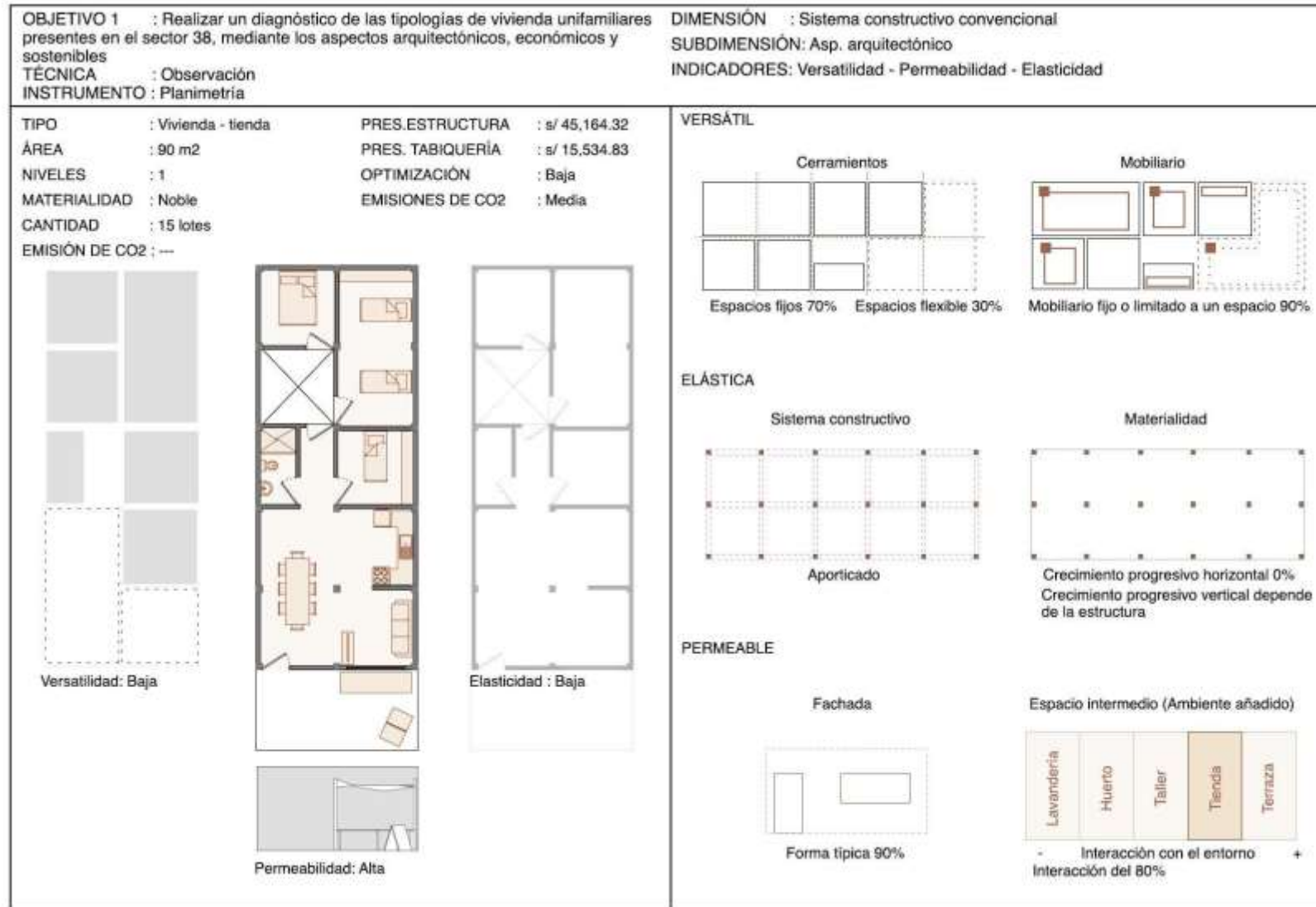
Anexo 9: Ficha planimétrica y datos generales para el Objetivo 1



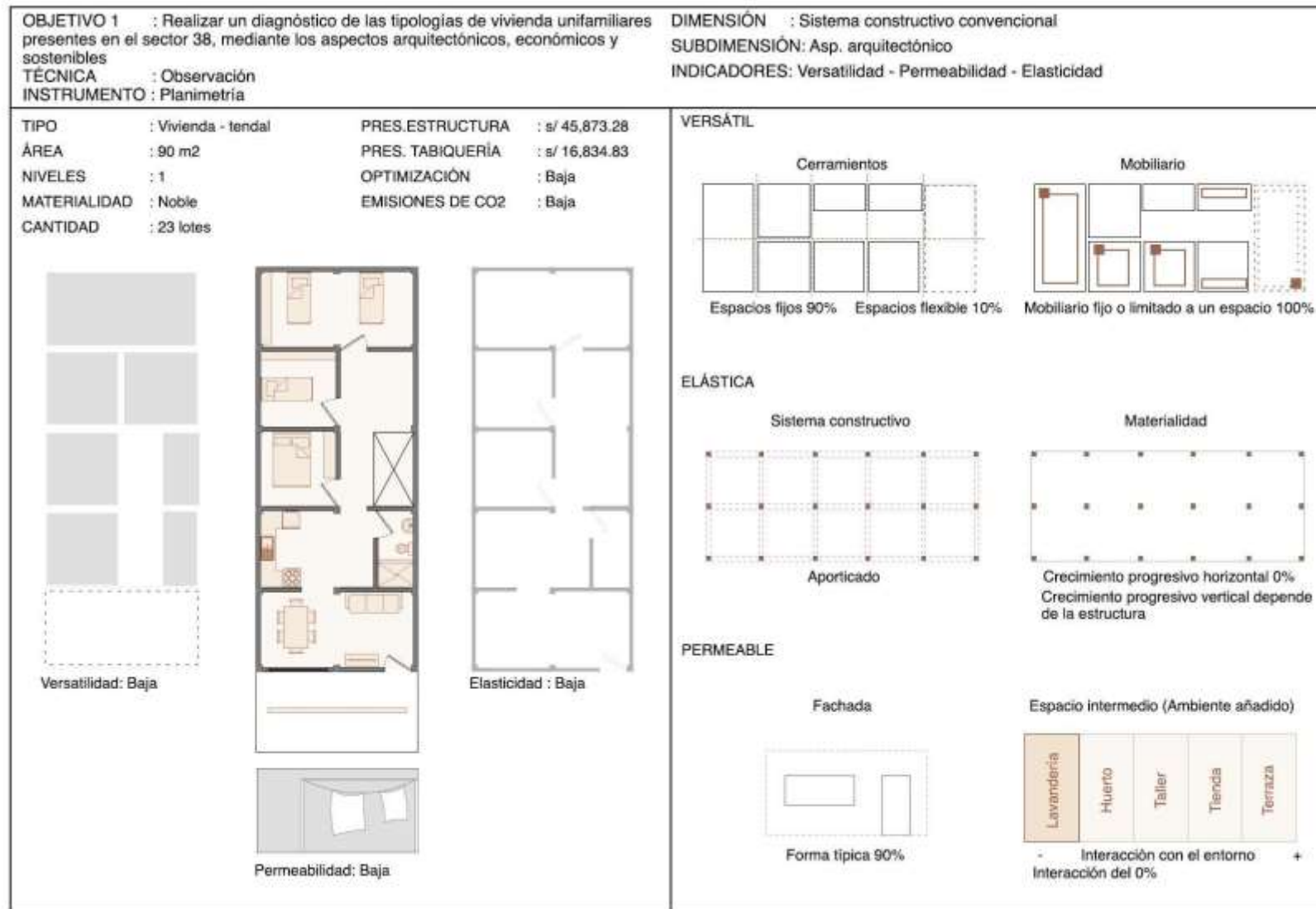
Anexo 10: Ficha planimétrica desarrollada con tipología residencial N°1 del sector 38



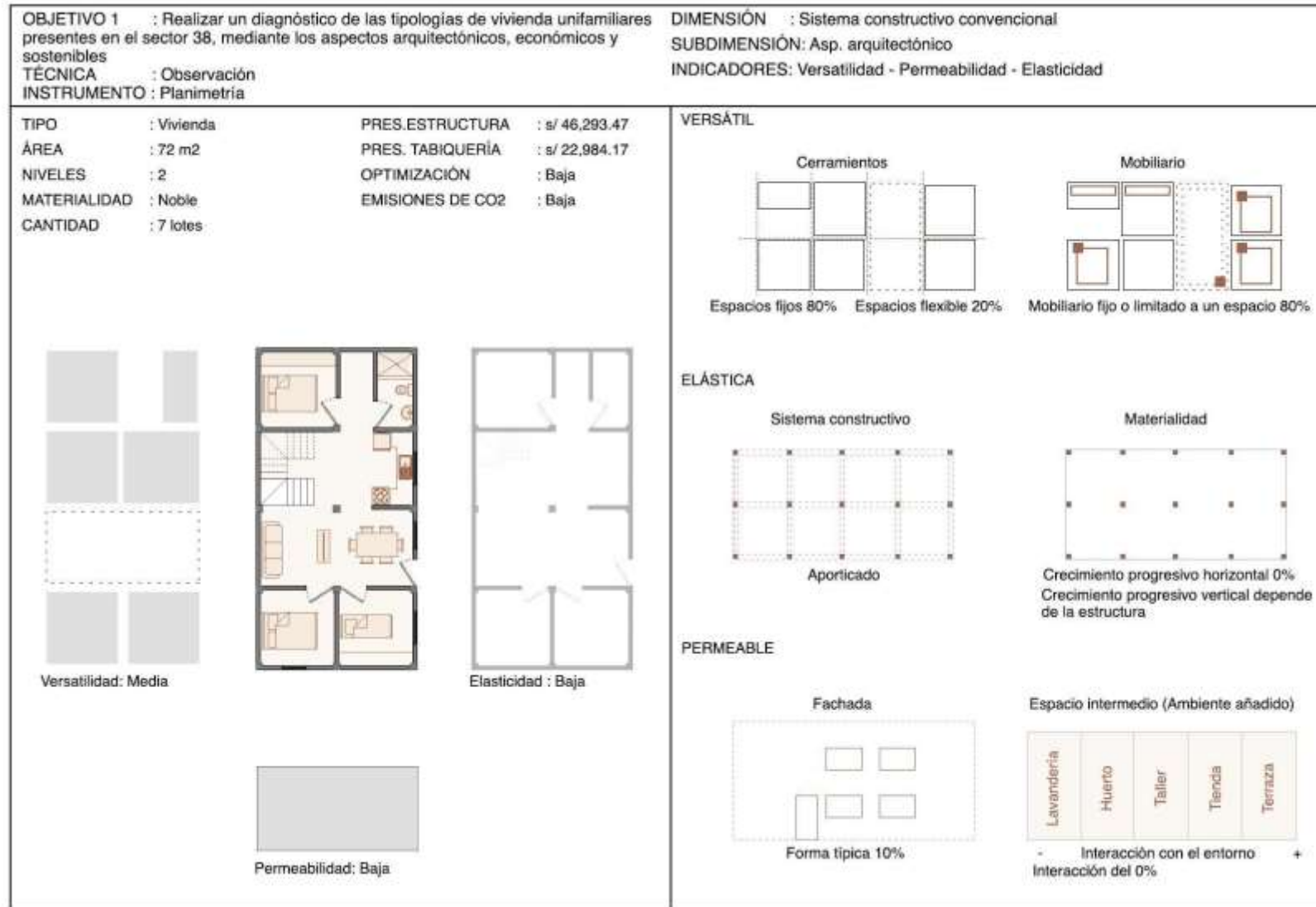
Anexo 11: Ficha planimétrica desarrollada con tipología residencial N°2 del sector 38



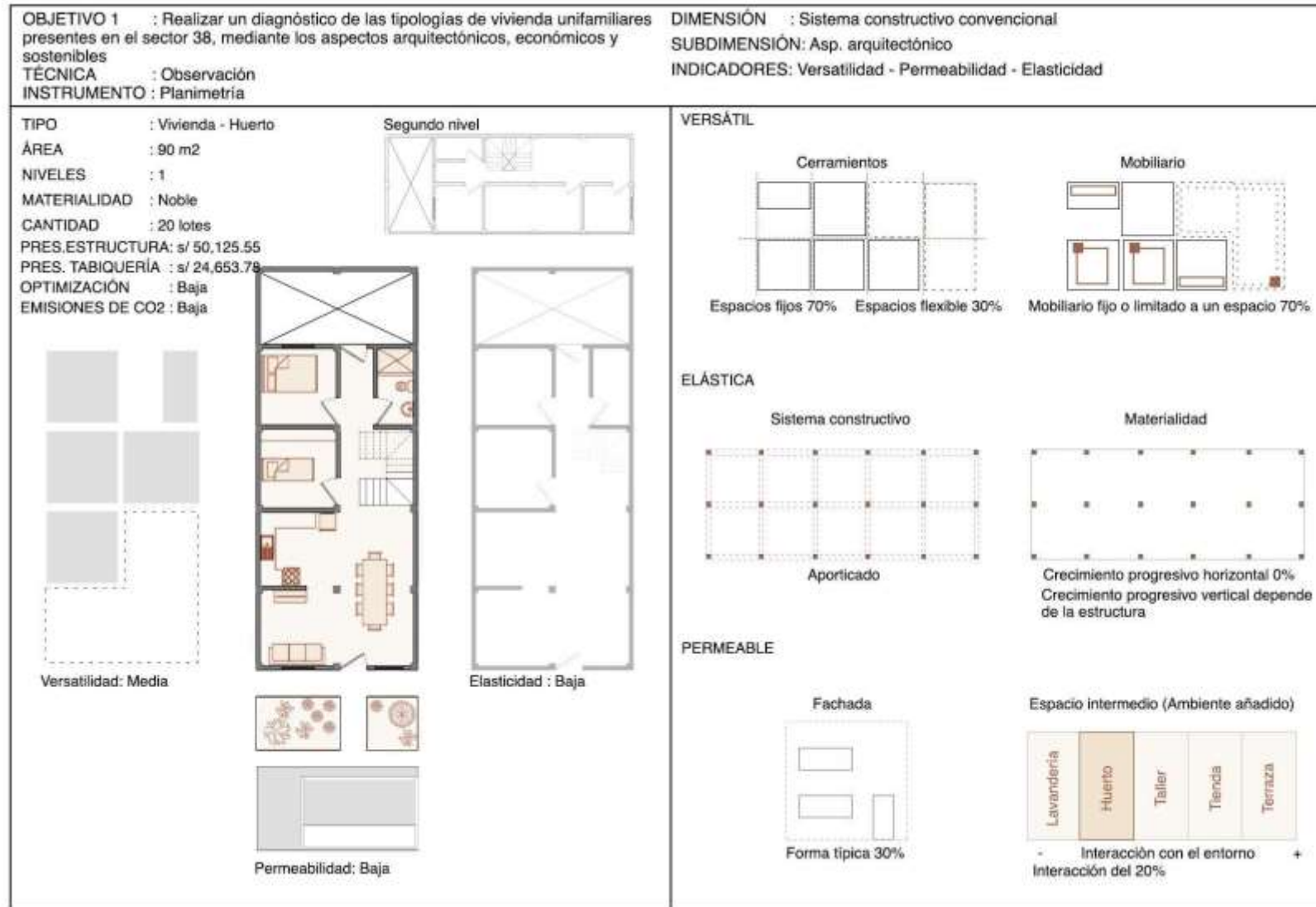
Anexo 12: Ficha planimétrica desarrollada con tipología residencial N°3 del sector 38



Anexo 13: Ficha planimétrica desarrollada con tipología residencial N°4 del sector 38



Anexo 14: Ficha planimétrica desarrollada con tipología residencial N°5 del sector 38



Anexo 15: Ficha planimétrica síntesis para el Objetivo 1

OBJETIVO 1 : Realizar un diagnóstico de las tipologías de vivienda unifamiliares presentes en el sector 38, mediante los aspectos arquitectónicos, económicos y sostenibles

TÉCNICA : Análisis de documentos

INSTRUMENTO : Fichas de análisis (Fichas técnicas)

DIMENSIÓN : Sistema constructivo convencional

SUBDIMENSIÓN: Asp. económico - Asp. sostenible

INDICADORES: Estructura - Tabiquería - Desmontaje - Optimización - Emisión de CO2

Presupuestos de estructuras : *Se consideró en base a las viviendas preexistentes.*

Item	Descripción	Parcial \$/.
01	ESTRUCTURAS	45,473.26
01.01	OBRAS PRELIMINARES	20.00
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	6,232.94
01.03	CONCRETO SIMPLE	11,462.80
01.04	CONCRETO ARMADO	27,817.54
01.04.01	ZAPATAS Y VIGAS DE CIMENTACION	5,578.30
01.04.02	COLUMNAS	8,383.71
01.04.03	VIGAS	8,289.73
01.04.04	LOSAS ALIGERADAS	9,555.80

TIPO : Vivienda - taller
ÁREA : 90 m2

Item	Descripción	Parcial \$/.
01	ESTRUCTURAS	46,293.47
01.01	OBRAS PRELIMINARES	20.00
01.04	MOVIMIENTO DE TIERRAS	5,835.82
01.06	CONCRETO SIMPLE	10,157.10
01.06	CONCRETO ARMADO	30,480.45
01.06.01	ZAPATAS Y VIGAS DE CIMENTACION	3,933.26
01.06.02	COLUMNAS	7,847.81
01.06.03	VIGAS	8,262.44
01.06.04	LOSAS ALIGERADAS	10,351.56
01.06.05	ESCALERAS	885.44

TIPO : Vivienda
ÁREA : 72 m2

Item	Descripción	Parcial \$/.
01	ESTRUCTURAS	45,164.32
01.01	OBRAS PRELIMINARES	20.00
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	6,232.94
01.03	CONCRETO SIMPLE	11,462.80
01.04	CONCRETO ARMADO	27,588.58
01.04.01	ZAPATAS Y VIGAS DE CIMENTACION	5,578.30
01.04.02	COLUMNAS	8,383.71
01.04.03	VIGAS	8,289.73
01.04.04	LOSAS ALIGERADAS	8,246.84

TIPO : Vivienda - tienda
ÁREA : 90 m2

Item	Descripción	Parcial \$/.
01	ESTRUCTURAS	50,425.55
01.01	OBRAS PRELIMINARES	20.00
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	5,951.94
01.03	CONCRETO SIMPLE	18,408.83
01.04	CONCRETO ARMADO	34,145.88
01.04.01	ZAPATAS Y VIGAS DE CIMENTACION	3,933.26
01.04.02	COLUMNAS	8,308.77
01.04.03	VIGAS	9,542.48
01.04.04	LOSAS ALIGERADAS	11,575.07
01.04.05	ESCALERAS	835.44

TIPO : Vivienda - huerto
ÁREA : 90 m2

Presupuestos de tabiquería : *Se consideró en base a una area de 6m2*

Item	Descripción	Unid.	Medida	Precio \$/.	Parcial \$/.
01	MURO DE LADRILLO				883.83
01.01	ALBAÑILERIA				368.84
01.01.01	MURO LADRILLO K.K. DE ARROLLA 18 H 1.6 mx MORTERO 1:1.5	m2	6.00	61.47	368.84
01.02	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS				187.28
01.02.01	TARRAJEO PRIMARIO	m2	6.00	31.07	187.28
01.02.02	TARRAJEO DE MURAS INTERIORES	m2	6.00	31.07	187.28

TIPO : Vivienda - huerto
ÁREA : 90 m2

Presupuestos de demolición : *Se consideró en base a una area de 6m2*

Item	Descripción	Unid.	Medida	Precio \$/.	Parcial \$/.
01.01	DEMOLICION DE LADRILLO DE BOGA	m2	6.00	30.00	180.00

Interpretación de aspectos sostenibles, basados en lo indicado por Rodríguez Seña , con su investigación: La sustentabilidad del acero y las estructuras metálicas.

CONCRETO

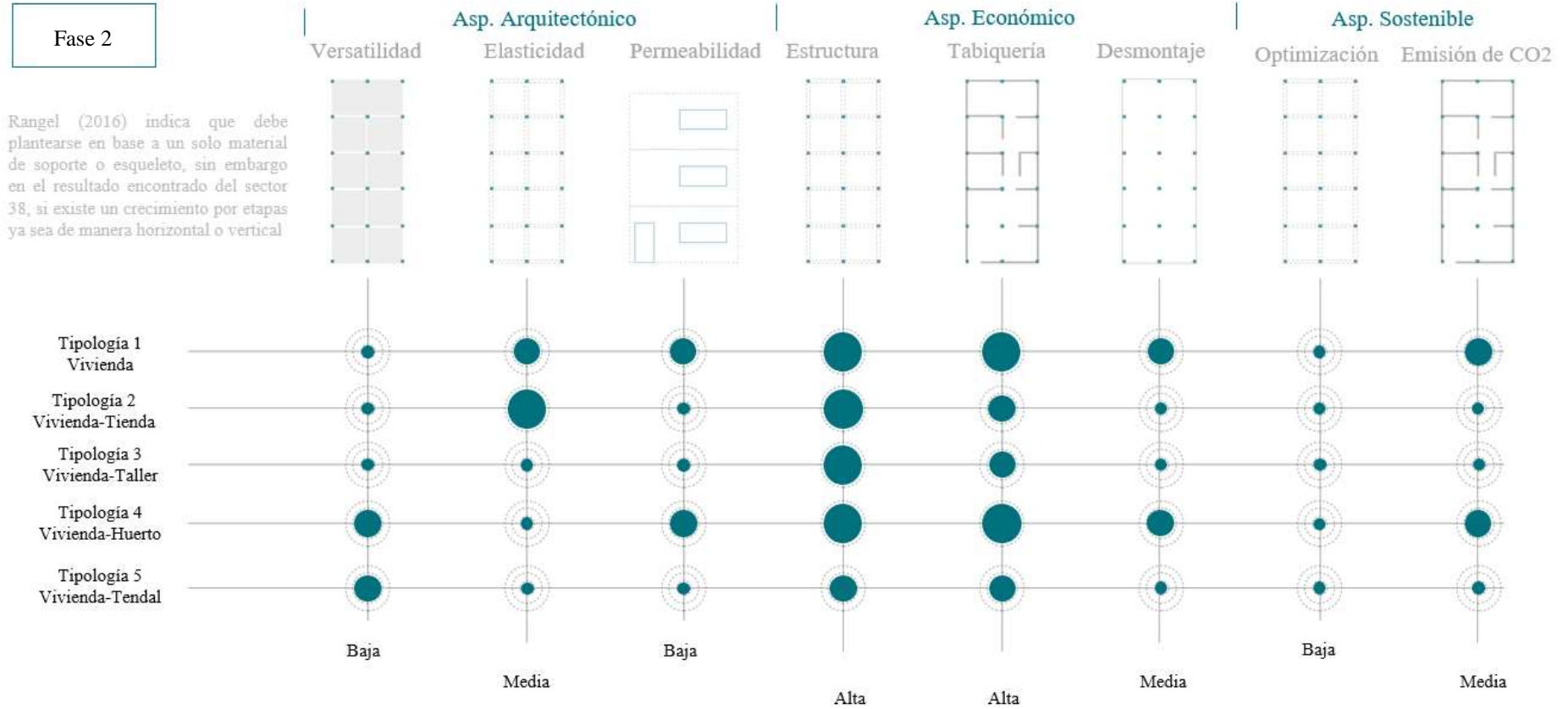
Emisiones de CO2 por categoría

Emisiones de CO2 por categoría

Optimización del consumo de recursos

1. Consumo de agua
2. Smog
3. Capa de ozono
4. Calidad de aire interior
5. Bienestar humano
6. Alteración del hábitat
7. Calentamiento global
8. Combustibles fósiles
9. Eutrofización
10. Toxicidad ecológica
11. Contaminación del aire
12. Acidificación

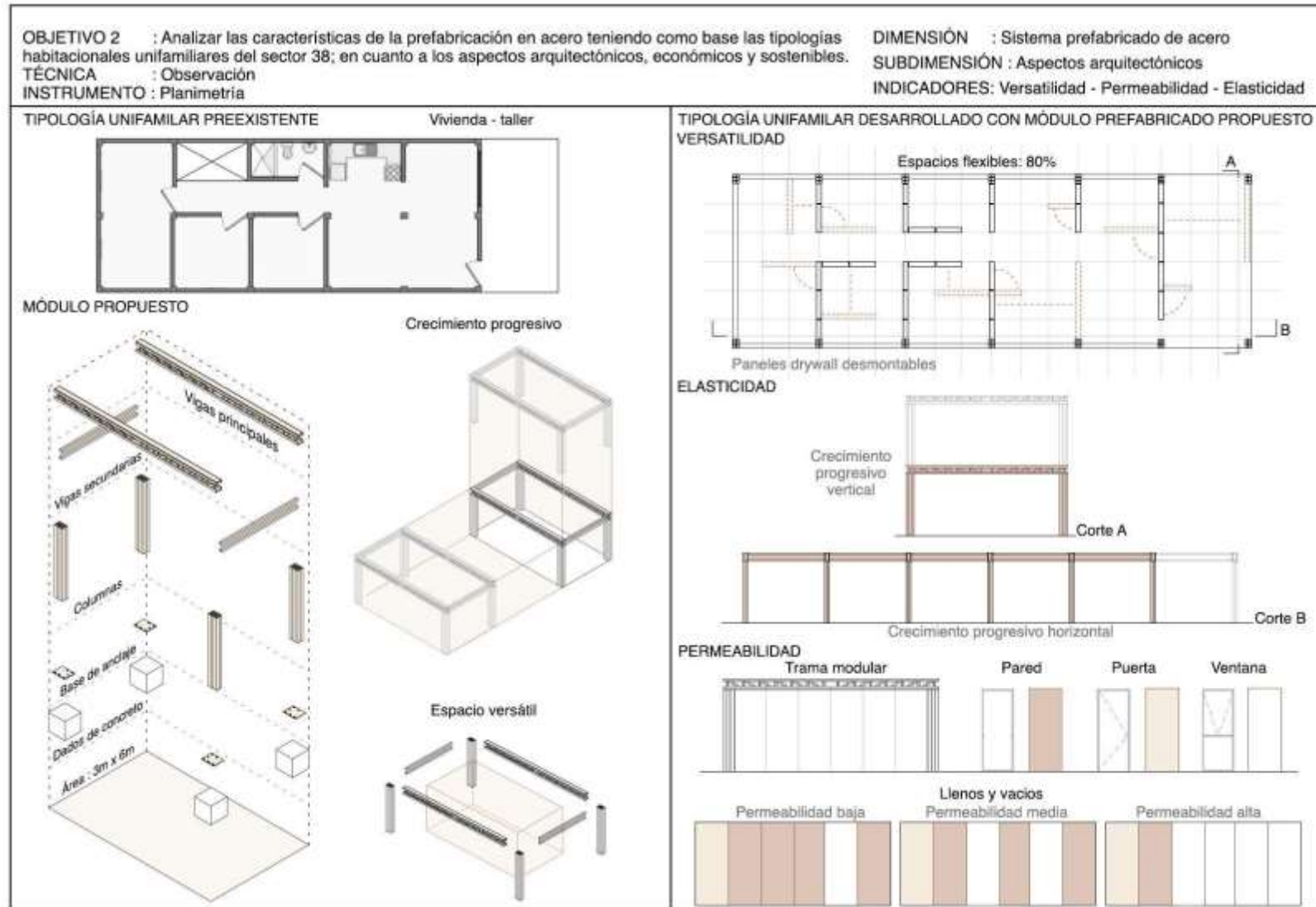
Anexo 16: Diagrama de síntesis de indicadores – Objetivo 2



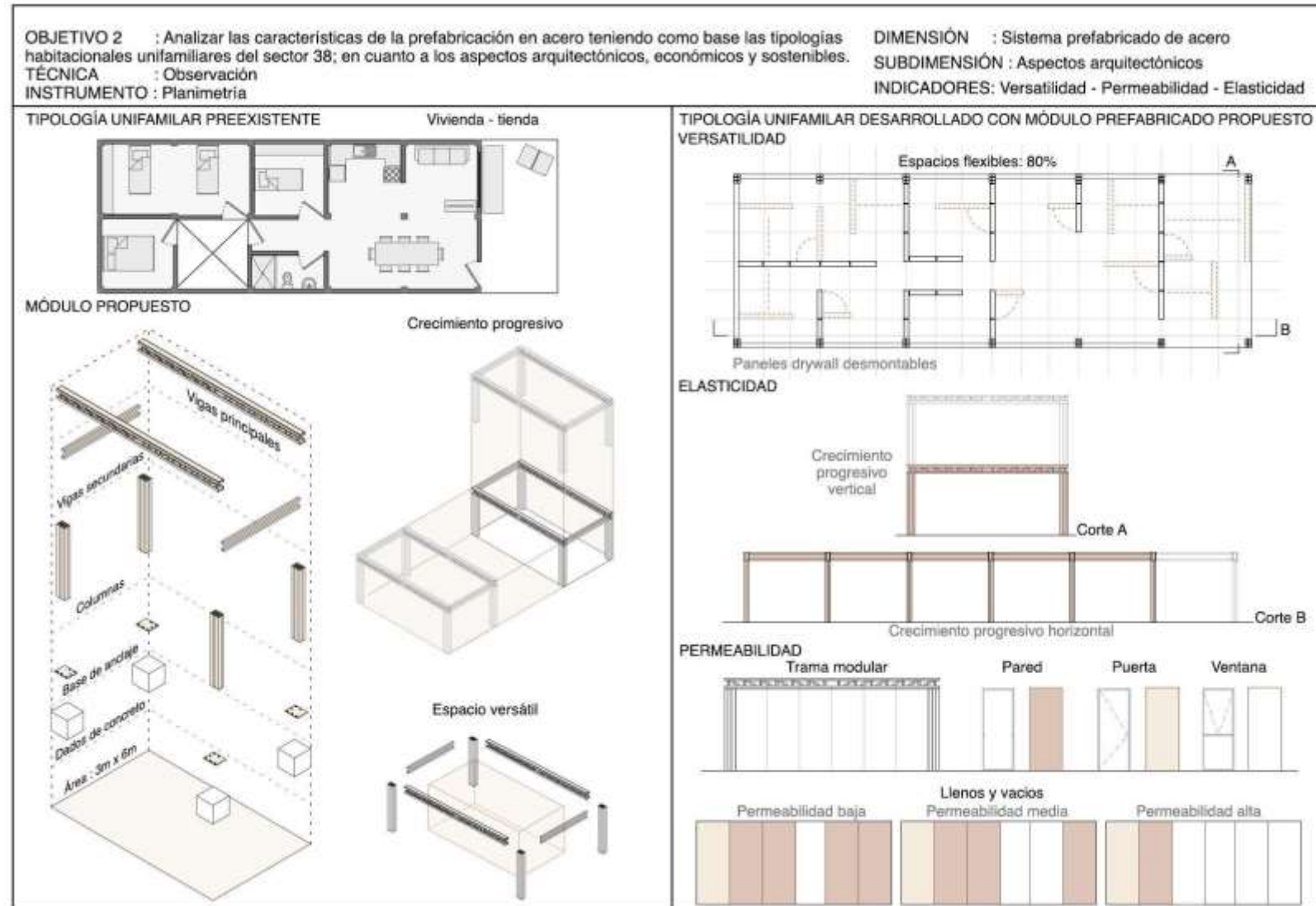
Anexo 17: Ficha planimétrica y datos generales para el Objetivo 2

<p>OBJETIVO 2 : Analizar las características de la prefabricación en acero teniendo como base las tipologías habitacionales unifamiliares del sector 38; en cuanto a los aspectos arquitectónicos, económicos y sostenibles.</p> <p>TÉCNICA : Observación</p> <p>INSTRUMENTO : Planimetría</p>		<p>DIMENSIÓN : Sistema prefabricado de acero</p> <p>SUBDIMENSIÓN : Aspectos arquitectónicos</p> <p>INDICADORES: Versatilidad - Permeabilidad - Elasticidad</p>	
<p>TIPOLOGÍA UNIFAMILIAR PREEXISTENTE Tipología de vivienda</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>Planta de tipología de vivienda unifamiliar preexistente.</p> </div>		<p>TIPOLOGÍA UNIFAMILIAR DESARROLLADO CON MÓDULO PREFABRICADO PROPUESTO VERSATILIDAD</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>Planta de tipología de vivienda unifamiliar, desarrollada mediante el sistema propuesto.</p> </div>	
<p>MÓDULO PROPUESTO</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px; width: 45%;"> <p style="text-align: center;">Axonometría de módulo prefabricado en acero propuesto.</p> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px; width: 45%;"> <p style="text-align: center;">Diagrama 1</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px; width: 45%;"> <p style="text-align: center;">Diagrama 2</p> </div> </div>		<p>ELASTICIDAD</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px; text-align: center; margin-bottom: 10px;"> <p>Corte A</p> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px; text-align: center; margin-bottom: 10px;"> <p>Corte B</p> </div> <p>PERMEABILIDAD</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px; text-align: center; margin-bottom: 10px;"> <p>Esquema 1</p> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>Diagrama 3</p> </div>	

Anexo 18: Ficha planimétrica desarrollada con propuesta prefabricada para la tipología residencial N°1 del sector 38



Anexo 19: Ficha planimétrica desarrollada con propuesta prefabricada para la tipología residencial N°2 del sector 38



OBJETIVO 2 : Analizar las características de la prefabricación en acero teniendo como base las tipologías habitacionales unifamiliares del sector 38; en cuanto a los aspectos arquitectónicos, económicos y sostenibles.

TÉCNICA : Observación


INSTRUMENTO : Planimetría

DIMENSIÓN : Sistema prefabricado de acero

SUBDIMENSIÓN : Aspectos arquitectónicos

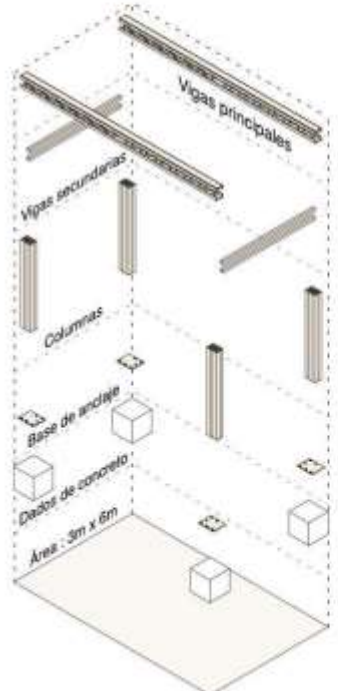
INDICADORES: Versatilidad - Permeabilidad - Elasticidad

TIPOLOGÍA UNIFAMILIAR PREEXISTENTE Vivienda - tendal

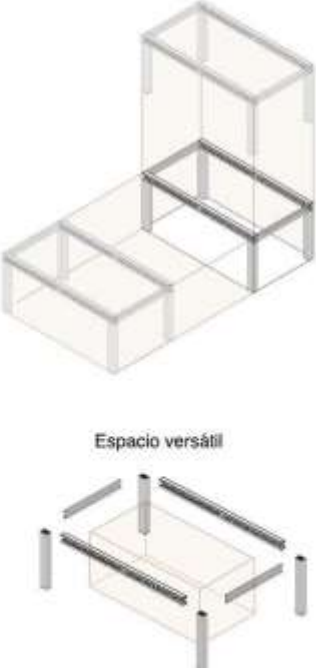


MÓDULO PROPUESTO

Crecimiento progresivo

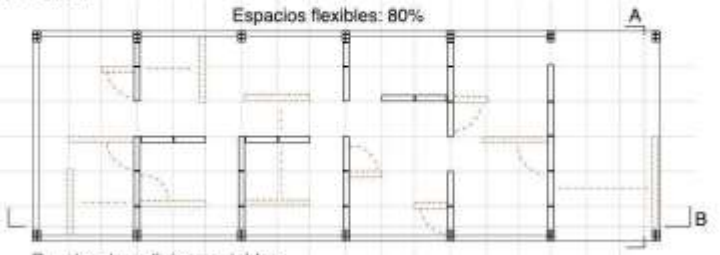


Espacio versátil



TIPOLOGÍA UNIFAMILIAR DESARROLLADO CON MÓDULO PREFABRICADO PROPUESTO VERSATILIDAD

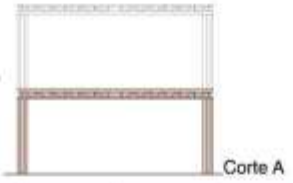
Espacios flexibles: 80%



Panels drywall desmontables


ELASTICIDAD

Crecimiento progresivo vertical



Corte A

Crecimiento progresivo horizontal



Corte B

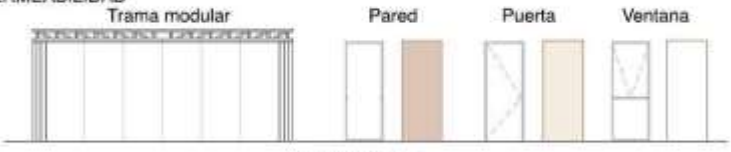
PERMEABILIDAD

Trama modular

Pared

Puerta

Ventana

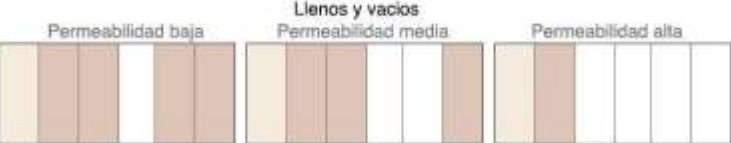


Llenos y vacíos

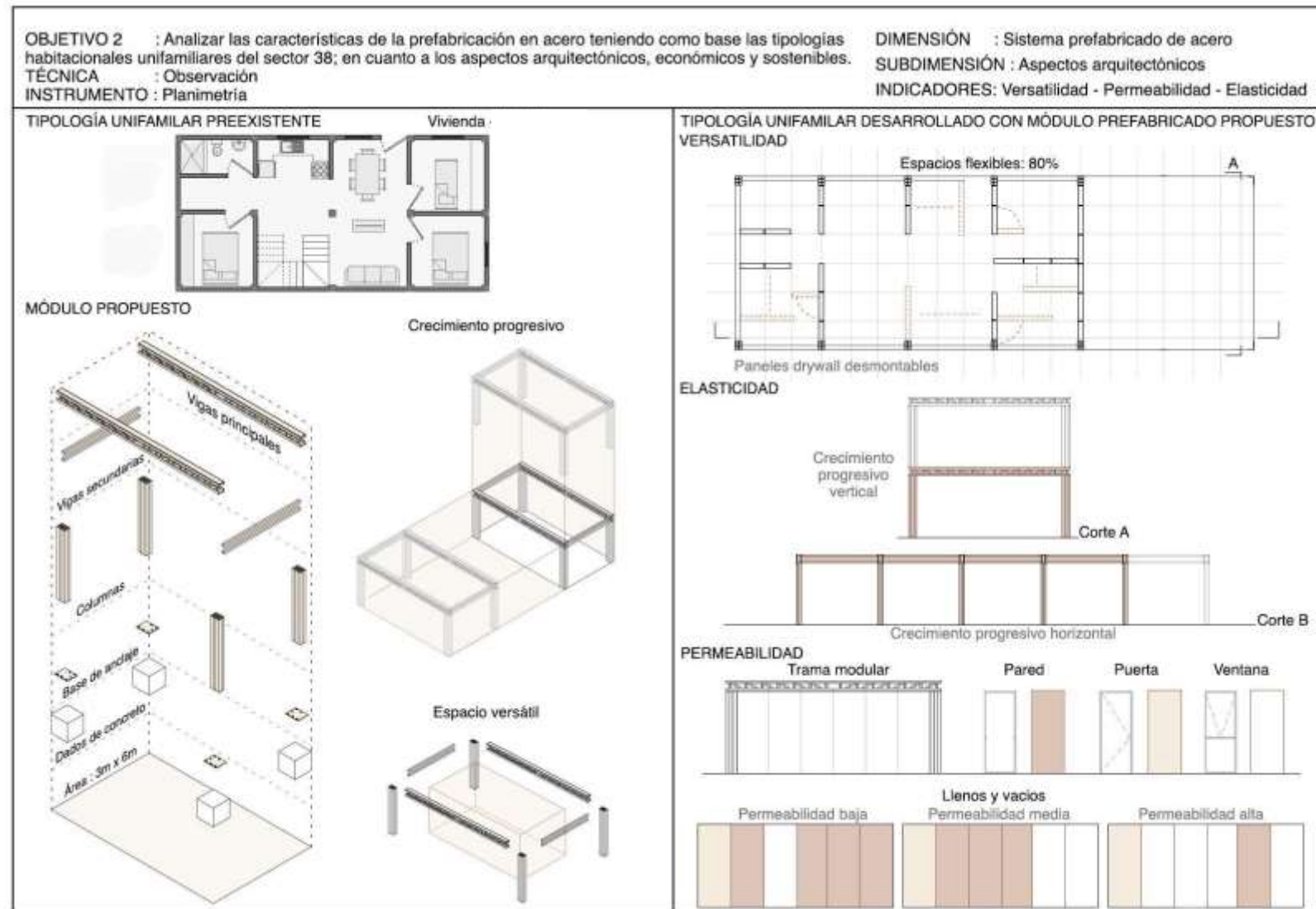
Permeabilidad baja

Permeabilidad media

Permeability alta



Anexo 21: Ficha planimétrica desarrollada con propuesta prefabricada para la tipología residencial N°4 del sector 38



OBJETIVO 2 : Analizar las características de la prefabricación en acero teniendo como base las tipologías habitacionales unifamiliares del sector 38; en cuanto a los aspectos arquitectónicos, económicos y sostenibles.

TÉCNICA : Observación

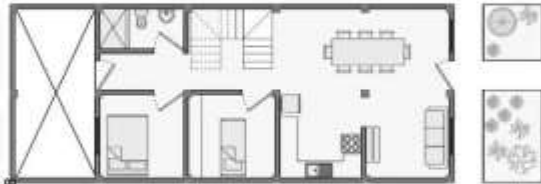
INSTRUMENTO : Planimetría

DIMENSIÓN : Sistema prefabricado de acero

SUBDIMENSIÓN : Aspectos arquitectónicos

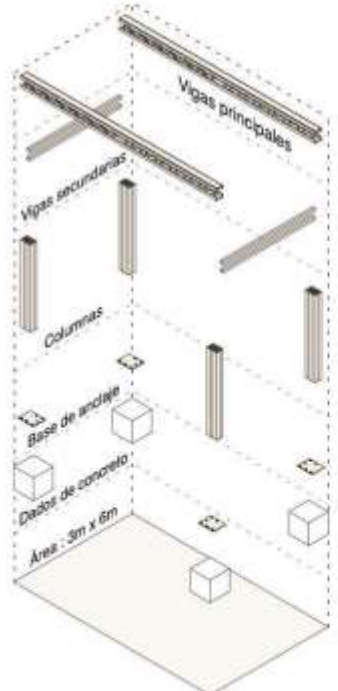
INDICADORES: Versatilidad - Permeabilidad - Elasticidad

TIPOLOGÍA UNIFAMILIAR PREEXISTENTE Vivienda - huerto

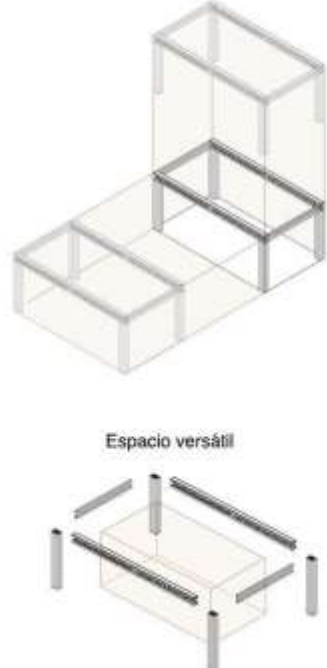


MÓDULO PROPUESTO

Crecimiento progresivo

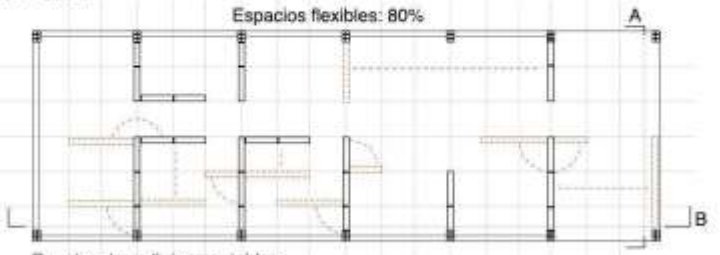


Espacio versátil



TIPOLOGÍA UNIFAMILIAR DESARROLLADO CON MÓDULO PREFABRICADO PROPUESTO VERSATILIDAD

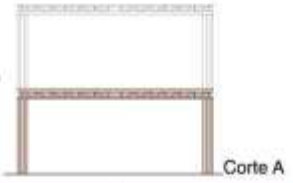
Espacios flexibles: 80%



Panels drywall desmontables


ELASTICIDAD

Crecimiento progresivo vertical



Corte A

Crecimiento progresivo horizontal



Corte B

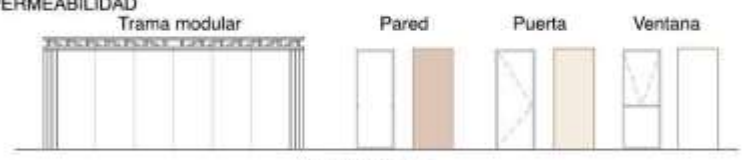
PERMEABILIDAD

Trama modular

Pared

Puerta

Ventana




Llenos y vacíos

Permeabilidad baja

Permeabilidad media

Permeabilidad alta



Anexo 23: Ficha planimétrica síntesis para el Objetivo 2

OBJETIVO 2 : Analizar las características de la prefabricación en acero teniendo como base las tipologías habitacionales unifamiliares del sector 38, mediante los aspectos arquitectónicos, económicos y sostenibles

TECNICA : Análisis de documentos

INSTRUMENTO : Fichas de análisis (Fichas técnicas)

DIMENSIÓN : Sistema prefabricado de acero

SUBDIMENSIÓN: Asp. económico - Asp. sostenible

INDICADORES: Estructura - Tabiquería - Desmontaje - Optimización - Emisión de CO2

Presupuestos de estructuras : *Se consideró en base a las viviendas preexistentes.*

Item	Descripción	Parcial \$.
PROTOTIPO: Vivienda - taller	01 ESTRUCTURAS	7,328.44
ÁREA : 90 m2	01.01 OBRAS PRELIMINARES	20.00
MÓDULO : 18 m2	01.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS	188.56
CANTIDAD DE MÓDULOS USADOS: -5	01.03 CONCRETO SIMPLE	1,360.00
	01.04 ACERO	5,689.82
PRESUPUESTO TOTAL	01.04.01 COLUMNAS	3,296.12
	01.04.02 VIGAS	2,393.70

Item	Descripción	Parcial \$.
PROTOTIPO: Vivienda	01 ESTRUCTURAS	7,328.44
ÁREA : 72 m2	01.01 OBRAS PRELIMINARES	20.00
MÓDULO : 18 m2	01.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS	188.56
CANTIDAD DE MÓDULOS USADOS: -4	01.03 CONCRETO SIMPLE	1,360.00
	01.04 ACERO	5,689.82
PRESUPUESTO TOTAL	01.04.01 COLUMNAS	3,296.12
	01.04.02 VIGAS	2,393.70

Item	Descripción	Parcial \$.
PROTOTIPO: Vivienda - tienda	01 ESTRUCTURAS	7,328.44
ÁREA : 90 m2	01.01 OBRAS PRELIMINARES	20.00
MÓDULO : 18 m2	01.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS	188.56
CANTIDAD DE MÓDULOS USADOS: -5	01.03 CONCRETO SIMPLE	1,360.00
	01.04 ACERO	5,689.82
PRESUPUESTO TOTAL	01.04.01 COLUMNAS	3,296.12
	01.04.02 VIGAS	2,393.70

Item	Descripción	Parcial \$.
PROTOTIPO: Vivienda - huerto	01 ESTRUCTURAS	7,328.44
ÁREA : 90 m2	01.01 OBRAS PRELIMINARES	20.00
MÓDULO : 18 m2	01.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS	188.56
CANTIDAD DE MÓDULOS USADOS: -5	01.03 CONCRETO SIMPLE	1,360.00
	01.04 ACERO	5,689.82
PRESUPUESTO TOTAL	01.04.01 COLUMNAS	3,296.12
	01.04.02 VIGAS	2,393.70

Presupuestos de estructuras \$/ 34,335.09

Presupuestos de tabiquería : *Se consideró en base a una area de 6m2*

Item	Descripción	Unid.	Medido	Precio \$.	Parcial \$.
02	MUROS DE DRYWALL				455.70
02.01	MURO DE DRYWALL	42	0.10	10.85	455.70

Presupuestos de tabiquería \$/ 455.70

Presupuestos de demolición : *Se consideró en base a una area de 6m2*

Item	Descripción	Unid.	Medido	Precio \$.	Parcial \$.
01.02	DEMOLICION DE MUROS DRYWALL	42	2.10	21.00	90.00

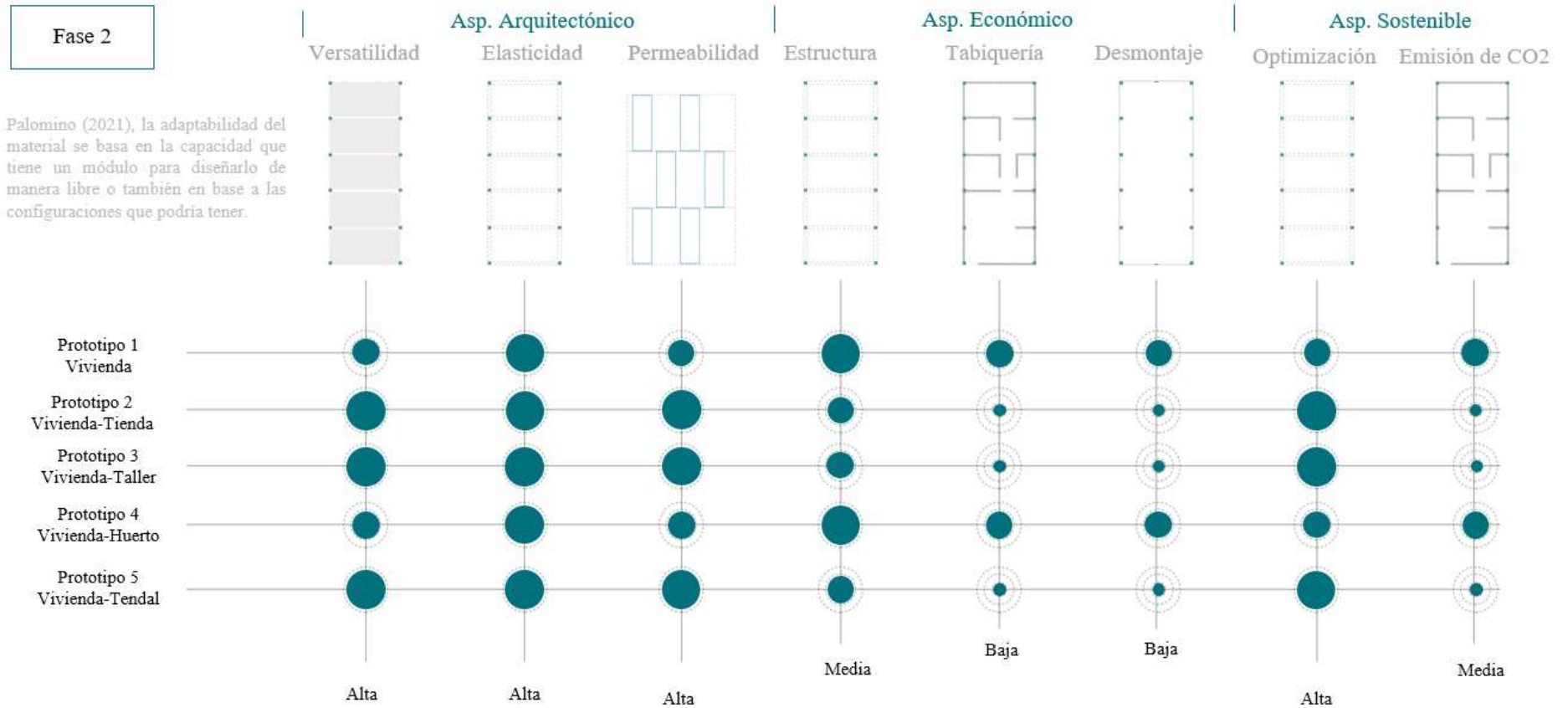
Presupuestos de demolición \$/ 90.00

Interpretación de aspectos sostenibles, basados en lo indicado por Rodríguez Seña , con su investigación: La sustentabilidad del acero y las estructuras metálicas.

ACERO REICLADO
REALIZADO CON HORNO ELÉCTRICO

Emisiones de CO2 por categoría

Anexo 24: Diagrama de síntesis de indicadores – Objetivo 1



Anexo 26: Ficha comparativa (vivienda + indicadores) - Desarrollada

OBJETIVO 3 : Comparar de manera detallada el sistema de prefabricación en acero con el sistema convencional del sector 38, basados en aspectos arquitectónicos, económicos y sostenibles.						DIMENSIÓN : Aspectos generales										
TÉCNICA : Observación						INDICADORES: - Arquitectónicos - Sostenibles										
INSTRUMENTO : Planimetría																
CASO DE ESTUDIO - SECTOR 38						CASO DE ESTUDIO - MÓDULOS PREFABRICADOS EN ACERO PROPUESTO										
						Vivienda unifamiliar - taller	Vivienda unifamiliar - tienda	Vivienda unifamiliar - tendal	Vivienda unifamiliar	Vivienda unifamiliar - huerto	Vivienda unifamiliar prefabricada - taller	Vivienda unifamiliar prefabricada - tienda	Vivienda unifamiliar prefabricada - tendal	Vivienda unifamiliar prefabricada	Vivienda unifamiliar prefabricada - huerto	
ASP ARQUITECTÓNICOS	Nivel de versatilidad de los espacios presentes.	BAJO	BAJO	MEDIO	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO
	Nivel de elasticidad de la estructura para permitir un crecimiento progresivo.	BAJO	ALTO	BAJO	MEDIO	BAJO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
	Nivel de permeabilidad que presenta la fachada.	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO
ASP ECONÓMICOS	Nivel de presupuesto que presenta la estructura implementada.	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Nivel de presupuesto que presenta la tabiquería implementada.	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO
	Nivel de presupuesto que presenta quitar/desmontar la tabiquería.	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO
ASP SOSTENIBLES	Nivel de optimización de los materiales durante la construcción.	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO
	Nivel de emisión de CO2 que genera los materiales de la vivienda.	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO

Anexo 27: Comparativa por medio de planimetría

