

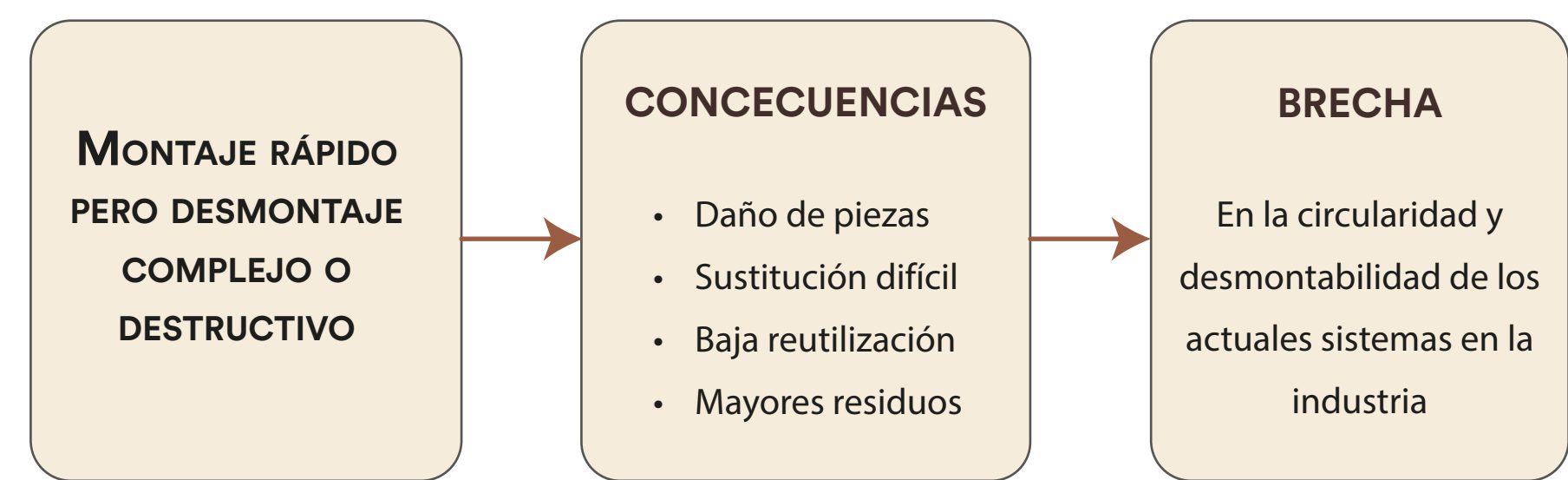
PROTOTIPO DE PANEL PARA VIVIENDA INDUSTRIALIZADA FABRICADO MEDIANTE CARPINTERÍA DE ARMAR ROBOTIZADA

El prototipo se configura a partir de postes, soleras, diagonales y piezas de unión independientes, cuya geometría responde tanto a criterios constructivos como a las capacidades del mecanizado. Su desarrollo permite evaluar la factibilidad de aplicar principios de carpintería de armar a un contexto de producción industrializada, considerando aspectos de repetibilidad, transporte, manipulación y eventual reensamblaje.

PROBLEMA

Chile frente al déficit de viviendas, ha impulsado la incorporación de sistemas industrializados orientados a aumentar la productividad, reducir los plazos de construcción y mejorar el control de los procesos. Sin embargo, muchos sistemas panelizados livianos en madera continúan utilizando clavos, tornillos, placas, adhesivos y otras fijaciones de difícil reversibilidad.

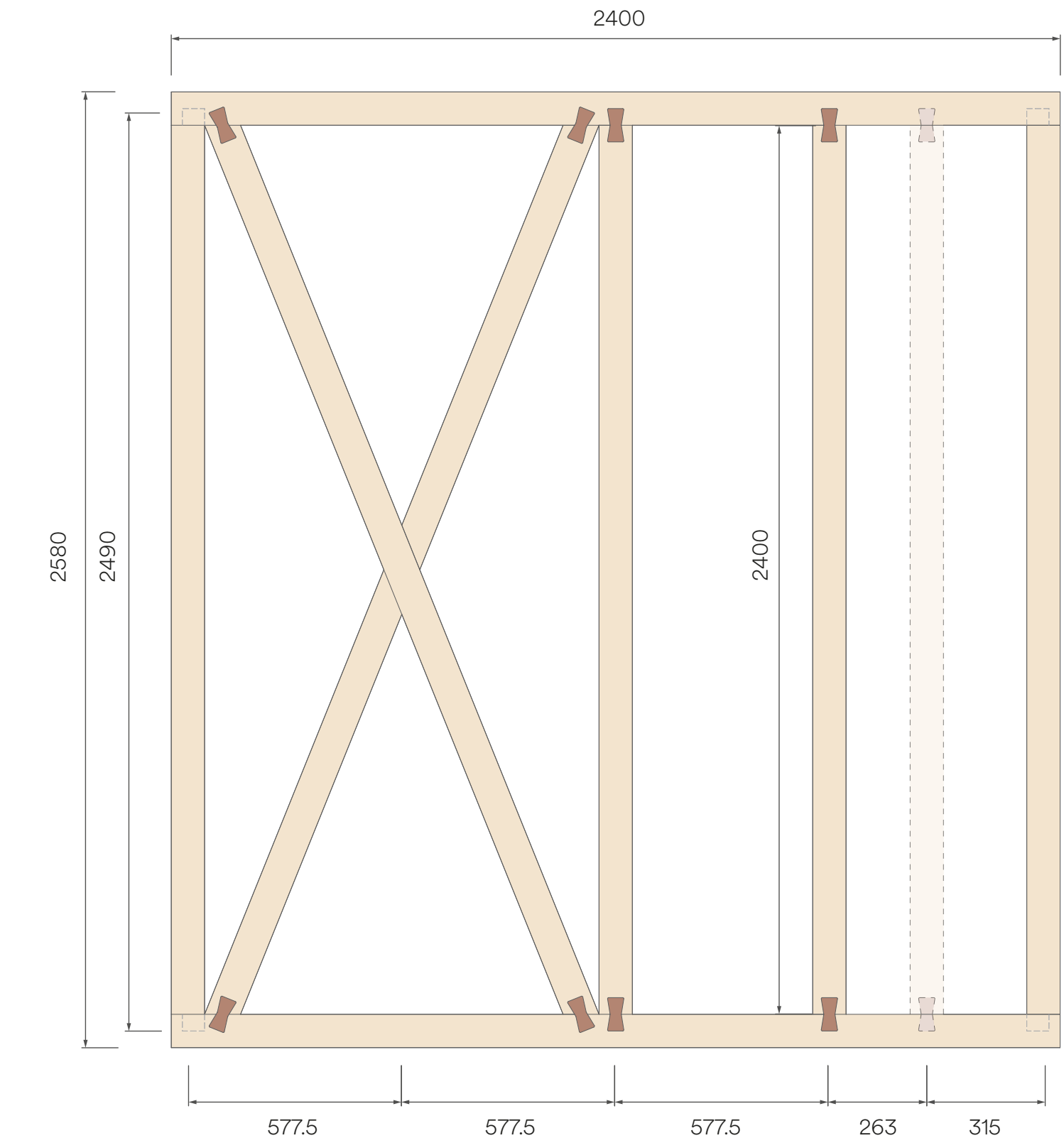
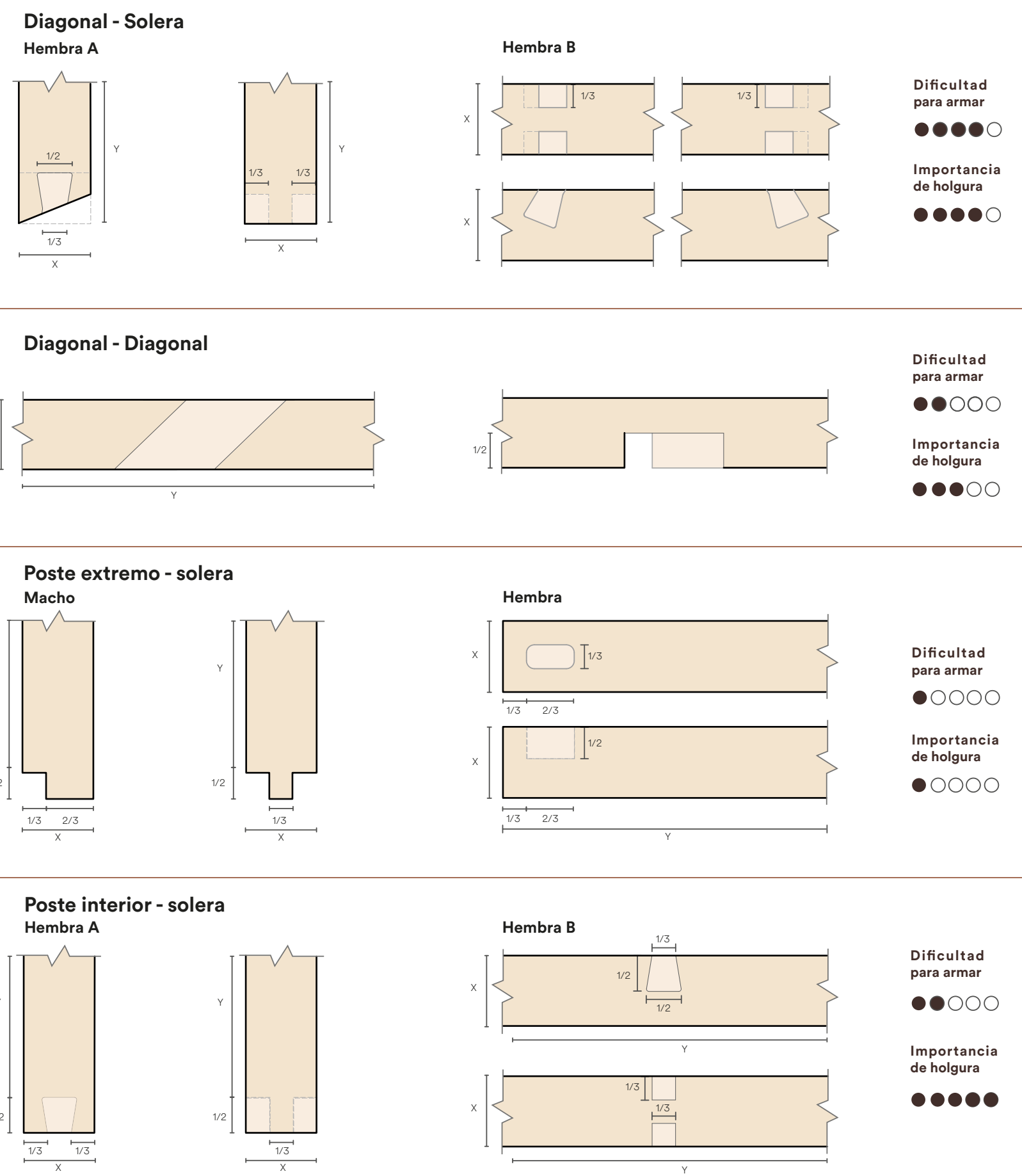
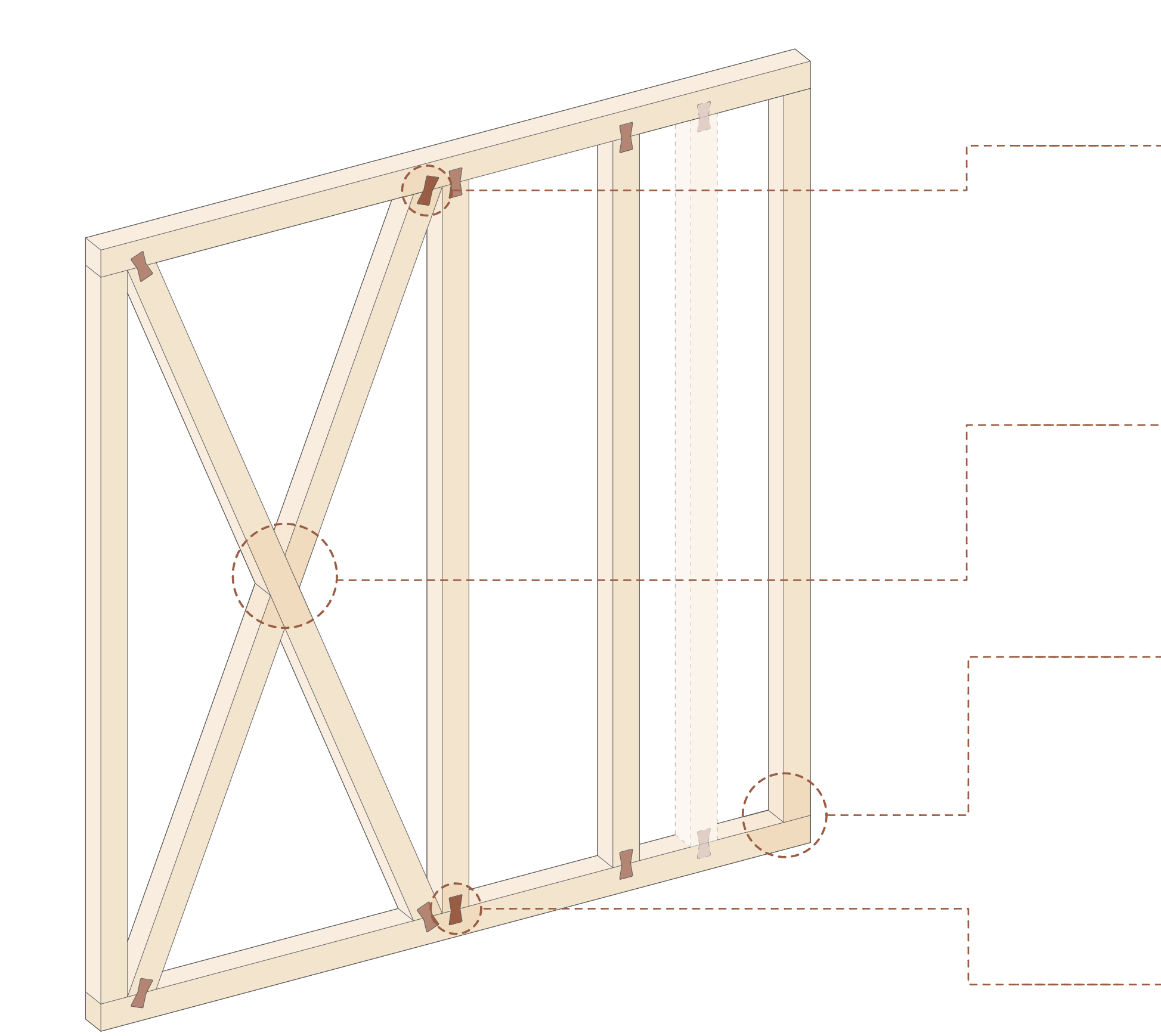
Aunque estas soluciones facilitan el montaje, dificultan el desmontaje limpio, la sustitución de piezas, la reutilización de componentes y la adaptación futura de las viviendas. Se identifica así una brecha entre la eficiencia productiva de la construcción industrializada y los principios contemporáneos de desmontabilidad, flexibilidad y circularidad.



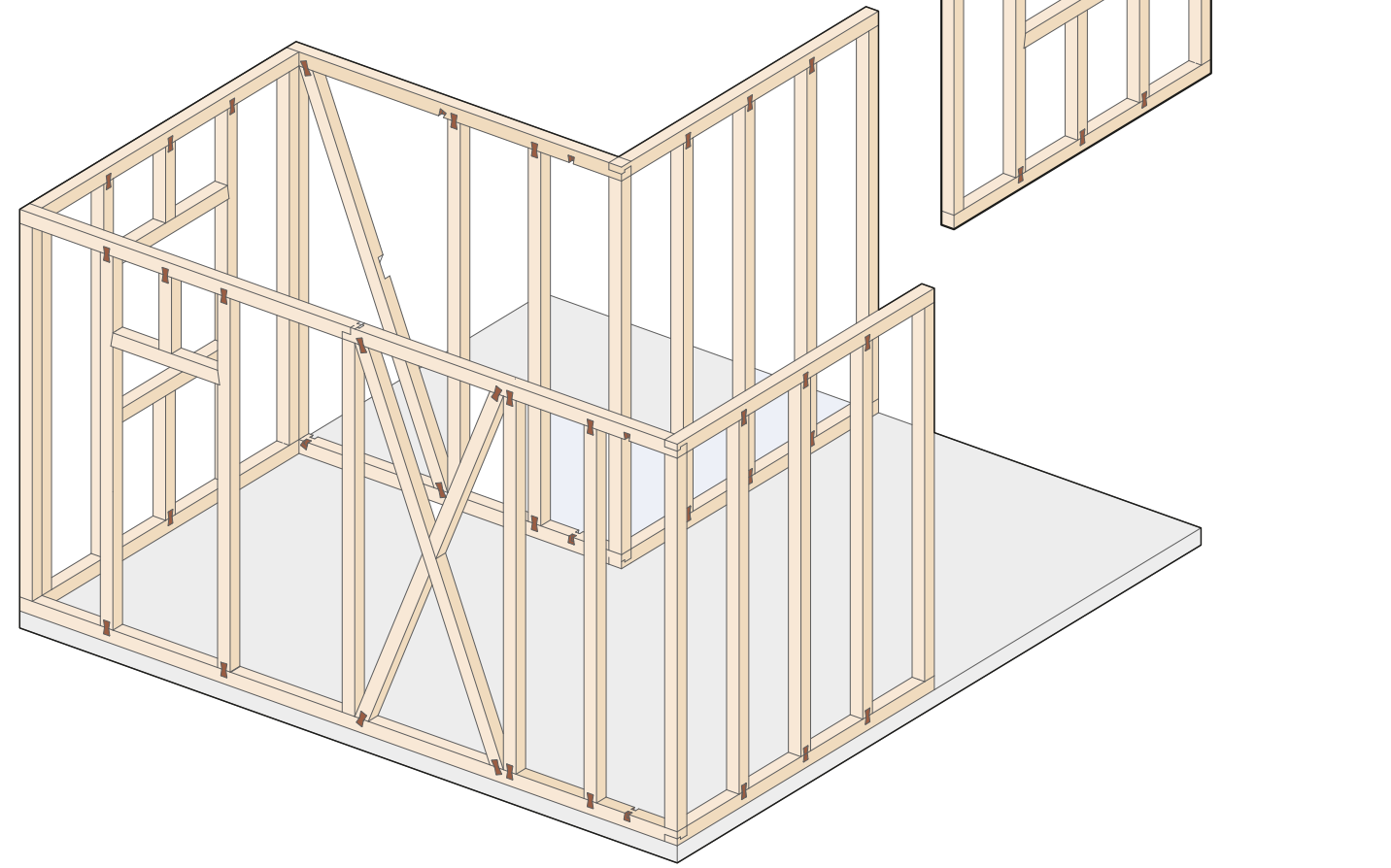
SOLUCIÓN PROPUESTA

La investigación desarrolla un prototipo de panel de madera para vivienda industrializada, fabricado mediante carpintería de armar robotizada. Sus componentes se conectan a través de uniones carpinteras mecanizadas entre postes, soleras y diagonales, reduciendo la dependencia de fijaciones metálicas convencionales.

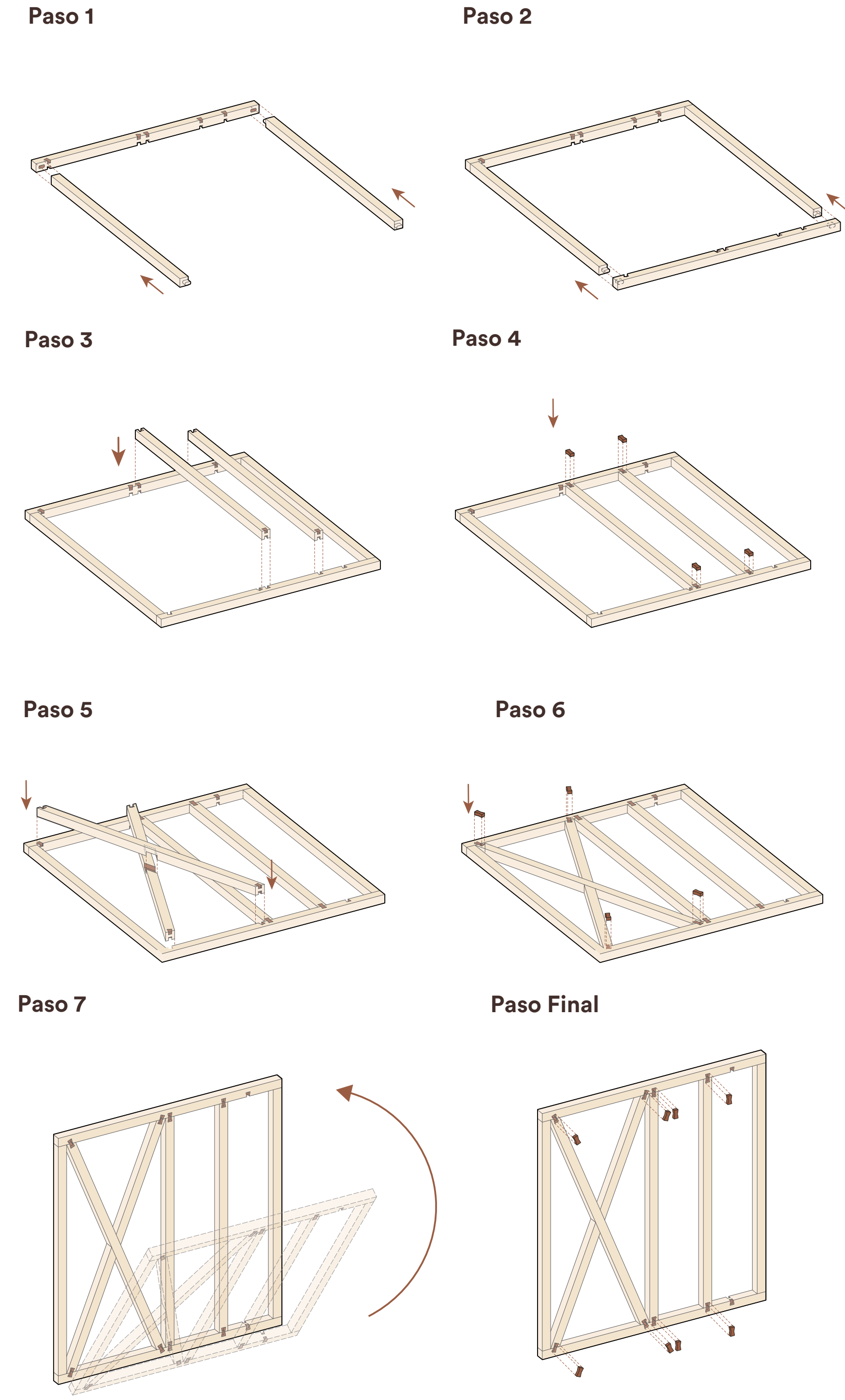
La propuesta combina la precisión y repetibilidad de la prefabricación con una lógica de montaje, desmontaje y reensamblaje, integrando diseño digital, control de tolerancias y fabricación robotizada.



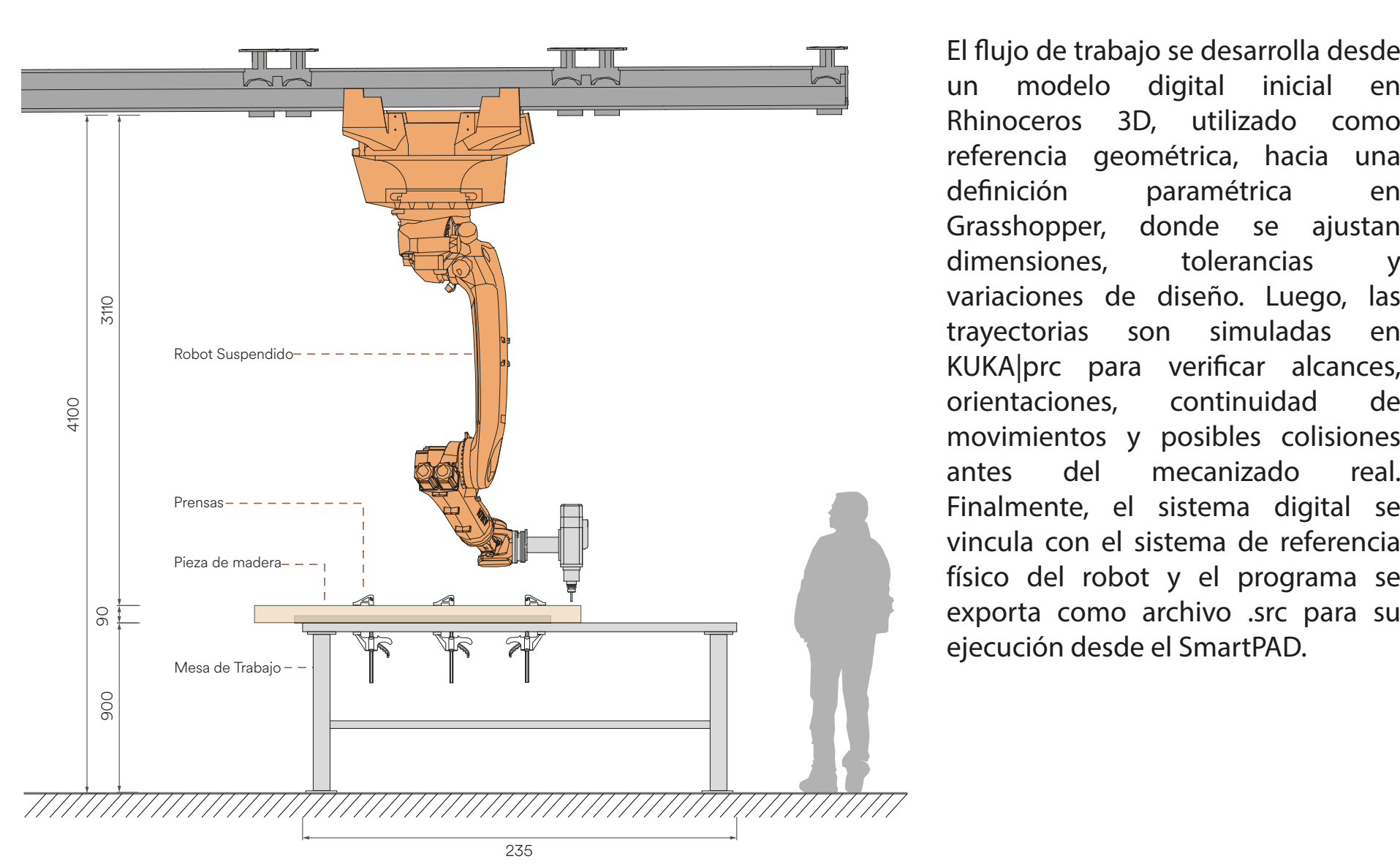
La propuesta está orientada a edificaciones industrializadas en madera de baja y mediana altura, especialmente en contextos donde se requiere rapidez de montaje, ligereza y posibilidad de desmontaje. Entre sus aplicaciones potenciales se encuentran la vivienda social, la vivienda de emergencia, los campamentos mineros y otras construcciones prefabricadas.



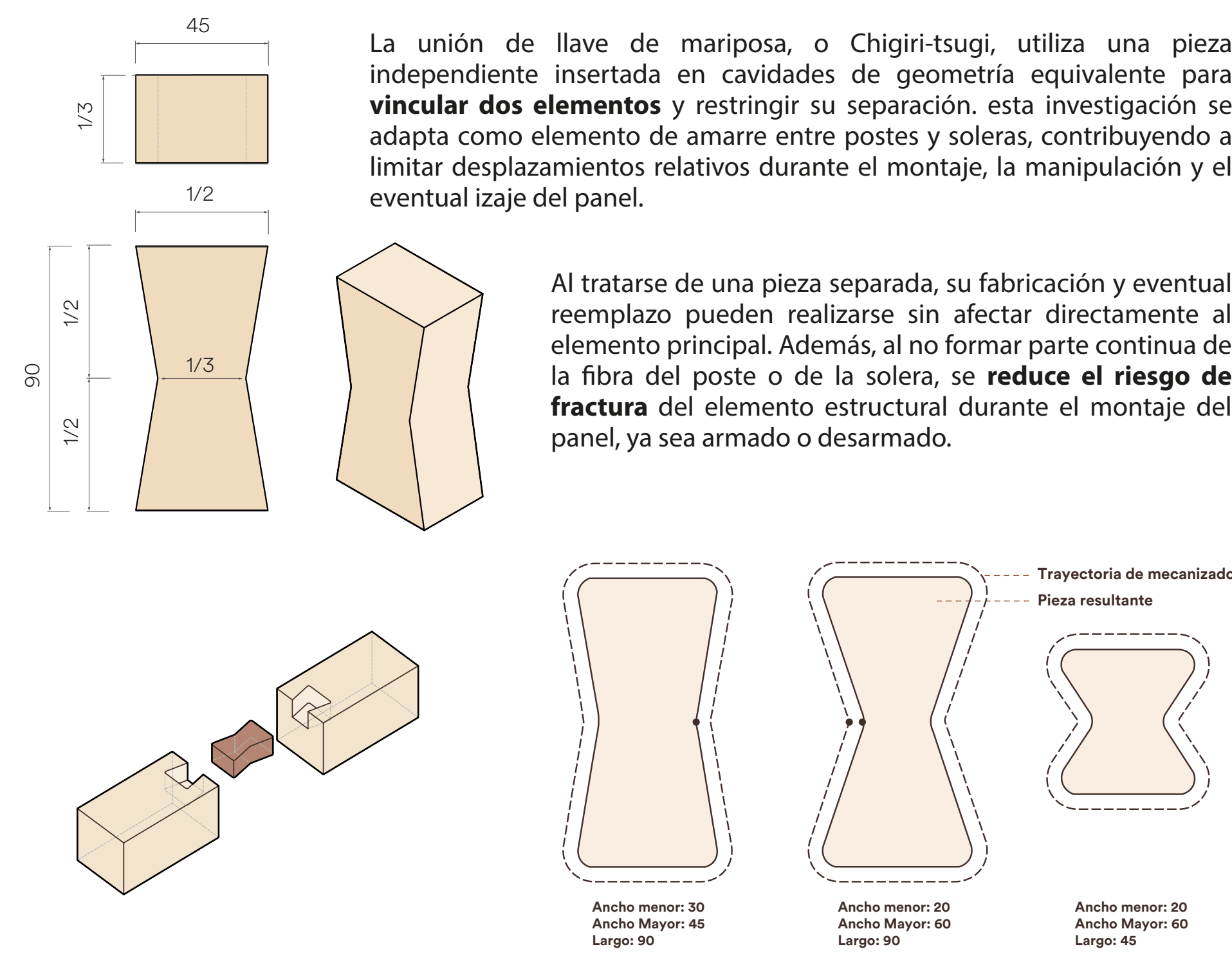
MONTAJE Y DESMONTAJE



FABRICACIÓN DIGITAL



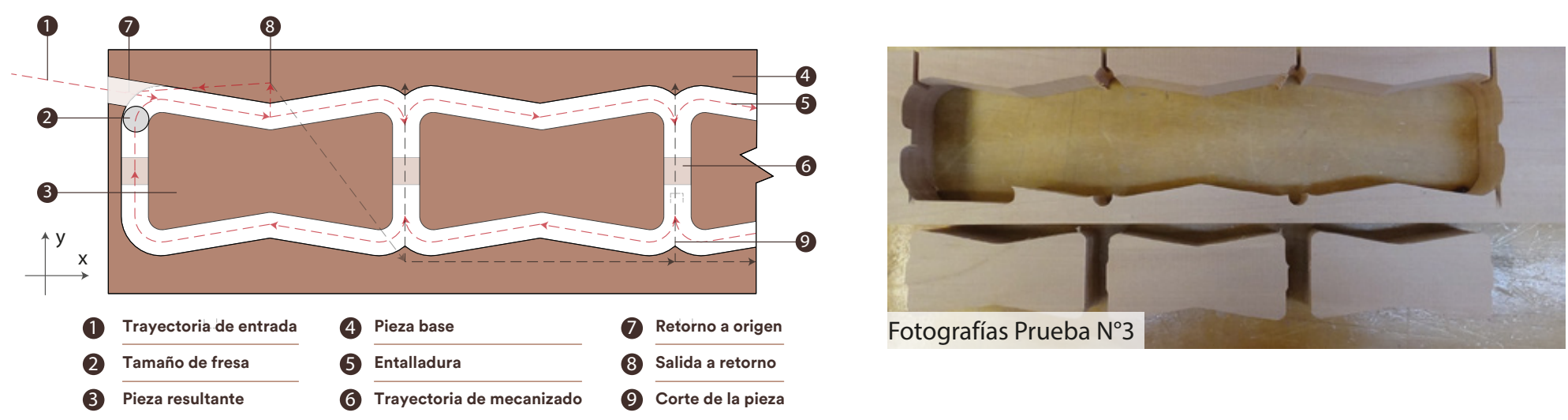
ESPECIE EN ROBLE: LLAVE DE MARIPOSA



MECANIZADO LLAVES

Para corregir la situación indeseada en la prueba N°2, se ajustaron los distanciamientos asociados a las trayectorias 7 y 8, posicionándolo por **dentro del perímetro de la pieza**, aumentando la cantidad de material disponible para asegurar la estabilidad de la pieza durante el proceso. Además, como medida preventiva se redujo la distancia transversal de la trayectoria de corte de pieza (9) para que la pieza conservara más material disponible para su fijación.

El proceso iterativo permitió pasar de una geometría mecanizable a una estrategia de fabricación estable. Las pruebas demostraron que, en carpintería robotizada, el diseño de la unión debe desarrollarse conjuntamente con su fijación, trayectoria de herramienta y secuencia de montaje.



TIEMPOS REGISTRADOS

Parámetro	Cantidad (unidades)	Tiempo unitario (minutos)	Tiempo total (minutos)
Mecanizado	6	6,00	36,00
Cambio de pieza	6	3,00	18,00
Corte y lijado	18	2,00	36,00
Total			90,00

Tipo de Mecanizado	Cantidad (unidades)	Tiempo unitario (minutos)	Tiempo total (minutos)
Caja en poste	8	1,40	11,20
Caja en solera	8	1,40	11,20
Caja para empiga	4	1,50	7,20
Curva	4	10,00	40,00
Medida madera	2	15,00	30,00
Caja en diagonal	4	1,40	6,40
Caja diagonal en solera	4	1,40	6,40
Cambio de pieza	34	3,00	102,00
Total			245,20

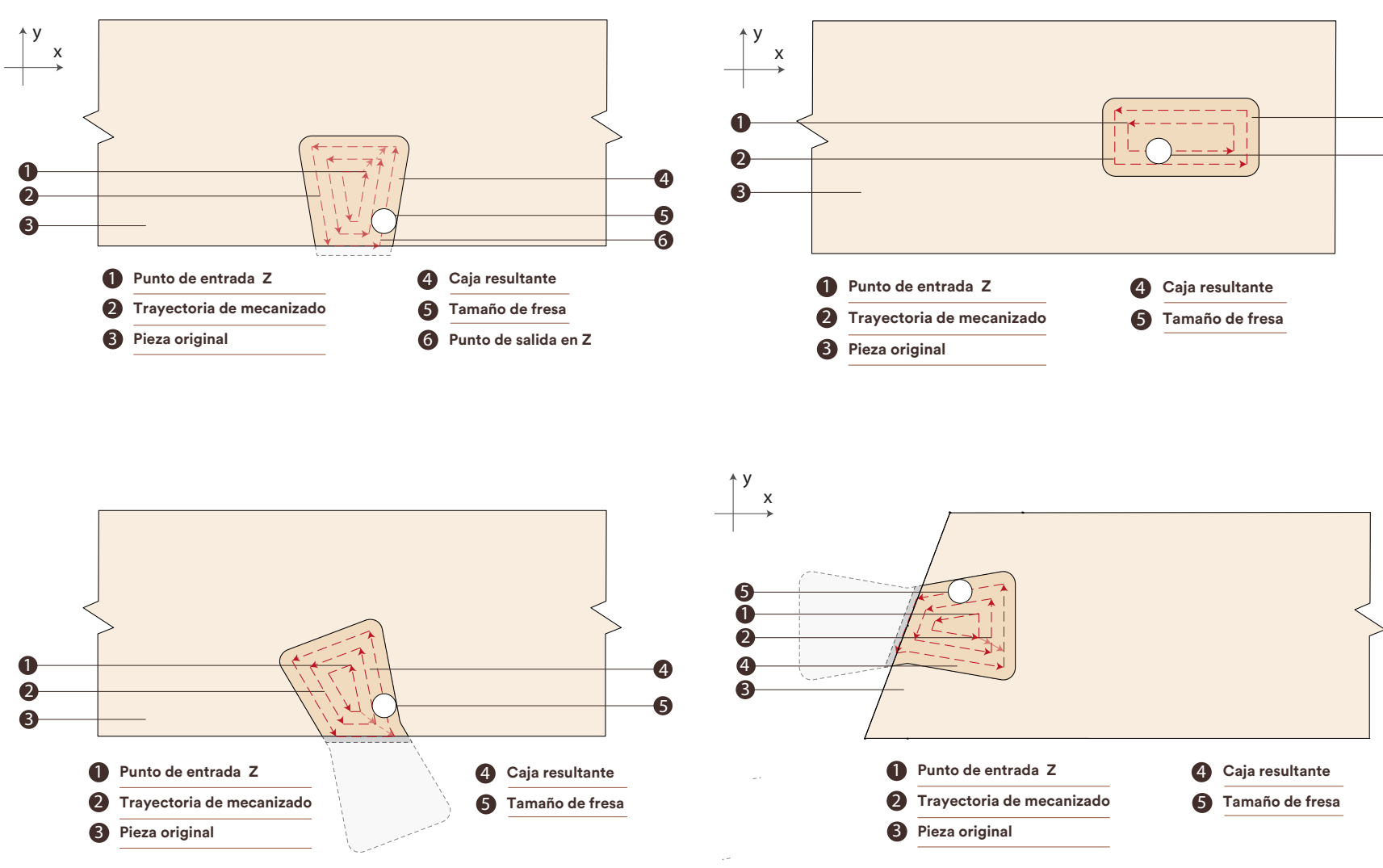
ERRORES Y PROYECCIONES

Las torsiones y curvaturas del pino radiata también dificultaron el calce simultáneo de las piezas. Aunque las holguras permitieron absorber parte de estas desviaciones, en algunos casos fue necesario forzar los elementos, generando esfuerzos no previstos y daños localizados. Frente a esta condición, se recurrió a pino oregon en postes exteriores y diagonales, debido a su mayor estabilidad dimensional dentro del material disponible.



Como proyección futura, el sistema puede abordarse desde una perspectiva más conservadora, combinando la rapidez y eficiencia material de la construcción industrializada con las uniones carpinteras desarrolladas en esta investigación. Su incorporación progresiva permitiría avanzar hacia una solución realista y escalable, manteniendo las ventajas de la prefabricación y mejorando la reversibilidad, adaptabilidad y reutilización de los componentes. Por ejemplo utilizando uniones que contemplen toda la sección de las soleras más placas OSB para entregar arriostramiento.

MECANIZADO CAJAS



CONCLUSIONES

El desarrollo del prototipo permitió comprobar la factibilidad inicial de fabricar, montar, desmontar y reensamblar un panel mediante uniones carpinteras mecanizadas. El mecanizado robotizado alcanzó una precisión suficiente para permitir el calce entre componentes, mientras que las pruebas de armado evidenciaron el potencial de estas uniones como estrategia constructiva orientada a la reversibilidad.

Los resultados corresponden a una validación preliminar de carácter geométrico, constructivo y de montaje, y no a una comprobación estructural o normativa definitiva. Las variaciones dimensionales de la madera, los alabeos, los desfases de mecanizado y la acumulación de pequeños errores incidieron directamente en el comportamiento final del sistema.

En consecuencia, la propuesta puede considerarse técnicamente factible en un nivel experimental inicial. Sin embargo, su aplicación como sistema constructivo replicable requerirá nuevas iteraciones, un mayor control dimensional del material y ensayos específicos que permitan evaluar su desempeño estructural, productivo y normativo.

