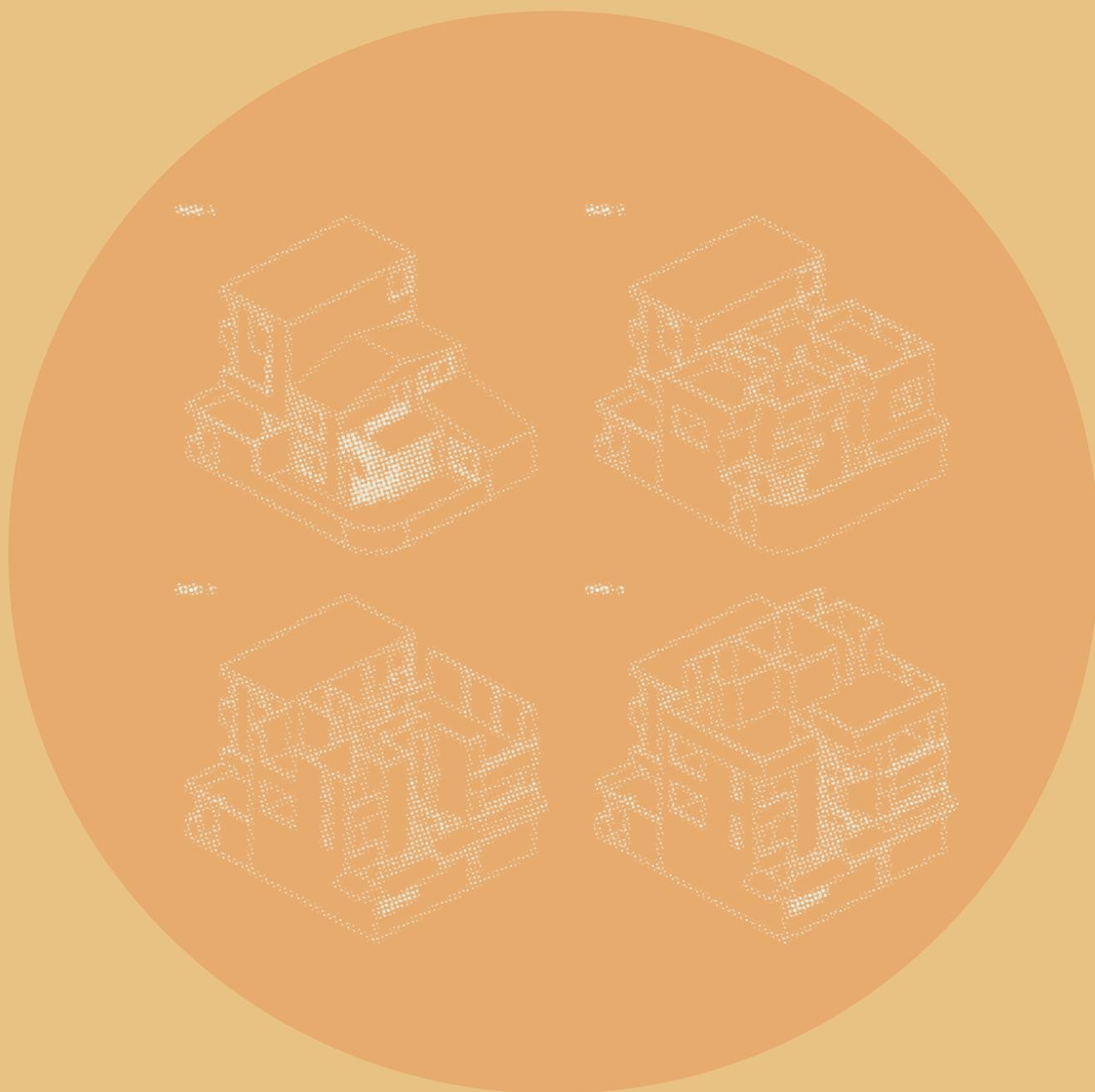


Piezas Populares

*Crterios de diseño de materiales en la
autoconstrucción*



Ficha del proyecto

<u>Título</u>	Piezas Populares <i>Criterios de diseño de materiales en la autoconstrucción</i>
<u>Autores</u>	Betty Chávez Angeles Alejandro Torero Gamero
<u>Fecha</u>	2023
<u>Palabras clave</u>	Materiales de construcción; autoconstrucción; vulnerabilidad constructiva
<u>Contacto</u>	dessiree.chavez@pucp.edu.pe atorero@pucp.edu.pe

Resumen

Descripción general

Piezas Populares es una investigación que se desprende del tercer eje, «sistemas autoconstructivos», comprendido en la agenda de investigación sobre autoconstrucción desarrollada en el dossier *Mapas de la Autoconstrucción*¹. Dentro del amplio ecosistema de la realidad de la autoconstrucción en Lima, este proyecto se enfoca en la vulnerabilidad material y constructiva de las viviendas autoconstruidas y la relación de dependencia económica existente de la industria de materiales con este sector. Desde este punto de partida, se estudia el rol del diseño de los materiales constructivos del mercado y la necesidad de ofrecer productos específicamente diseñados para el sector autoconstrucción. Actualmente, el proyecto se encuentra en una fase inicial de investigación sobre casos de estudio. Más adelante, se entrará a la fase de diseño y propuesta.

Preguntas de investigación

1. ¿Cuáles son las condiciones singulares de la autoconstrucción que influyen en los indicadores de vulnerabilidad constructiva, a diferencia de la construcción empresarial?

2. ¿Qué criterios de diseño deben tomarse en cuenta para producir piezas enfocadas en el sector autoconstrucción?
3. ¿Puede la industria contribuir a disminuir el índice de vulnerabilidad constructiva de las viviendas del sector a partir del rediseño de los materiales que se ofrecen en el mercado?

Metodología

El proyecto plantea un estudio comparativo entre las prácticas constructivas difundidas por las industrias a partir de sus manuales y las prácticas constructivas llevadas a cabo en contextos de autoconstrucción a partir de los casos documentados en el curso *Mapas de la Autoconstrucción* de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la PUCP.

Objetivos

1. Identificar las características singulares de los escenarios de autoconstrucción que contribuyen a la vulnerabilidad de sus edificaciones, en contraste con las prácticas constructivas recomendadas.
2. Formular criterios de diseño que deben ser incorporados en el

¹ Ver Torero, Alejandro, y Chávez, Betty (2023). *Mapas de la Autoconstrucción. Hacia una agenda de investigación*. CIAC PUCP.

diseño de piezas y en los sistemas constructivos orientados al sector autoconstrucción.

La autoconstrucción, como parte del sector construcción, es el principal cliente de la industria de materiales. Aproximadamente dos tercios de los materiales que produce la industria se destinan a la autoconstrucción (Banco Interamericano de Desarrollo, 2015). Gracias a su permanente actividad, la industria ha sobrevivido a fuertes crisis económicas (Gestión, 2023) como la pandemia por la COVID-19. A su vez, la industria de materiales contribuye fuertemente en los indicadores macroeconómicos del PBI nacional con un aproximado de siete puntos porcentuales anuales (Sociedad Nacional de Industrias, 2021). La autoconstrucción, a diferencia de la construcción empresarial, es un proceso económicamente activo a largo plazo. Esto se debe a que sus proyectos se mantienen en construcción durante varias décadas, alimentando economías locales.

A pesar de sus contribuciones al sector, la gran debilidad de la autoconstrucción se encuentra en la calidad constructiva y la seguridad de sus edificaciones, dado que 1,5 millones de viviendas a nivel nacional presentan alta vulnerabilidad (Asociación de Productos de Cemento,

2022). Los materiales que la industria pone a disposición del mercado y que son consumidos por el sector autoconstrucción no están produciendo edificaciones adecuadas tras atravesar el proceso constructivo.

Esta realidad establece una relación unidireccional y de depredación de recursos entre ambos sectores, donde la industria de materiales se beneficia económicamente mientras que el sector autoconstrucción adolece en los ámbitos de lo material y constructivo.

Existen múltiples variables que contribuyen a la vulnerabilidad de las viviendas autoconstruidas. Esta investigación se enfoca en el diseño y aplicación de los materiales constructivos de amplia distribución y su relación con la producción de vulnerabilidad física en la vivienda autoconstruida.

De todo el abanico de sistemas constructivos empleados en la autoconstrucción, el proyecto se concentra en la albañilería confinada por ser el sistema más empleado en Lima Metropolitana (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018). Las piezas constructivas analizadas en este estudio son los ladrillos de arcilla cocida de mayor distribución, así como las vigas, viguetas y columnetas de concreto armado.

Desde la industria de materiales hay una preocupación por difundir buenas prácticas constructivas a través de manuales de construcción de amplia y libre distribución. Las empresas e instituciones representativas de la industria que cuentan con manuales de este tipo son: Aceros Arequipa, Cemento Sol, Empresa Siderúrgica del Perú – SIDERPERU, Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO y la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Enfoque

A pesar de estos esfuerzos, los manuales no parecen tener un impacto significativo en la reducción de la vulnerabilidad en viviendas autoconstruidas.

A partir de esta realidad, el proyecto analiza la relación entre el diseño de los materiales de construcción y la existencia de las vulnerabilidades mencionadas. Para ello, se plantea la siguiente hipótesis: de acuerdo con lo observado y documentado en el curso *Mapas de la Autoconstrucción*, el fenómeno de la autoconstrucción presenta condiciones propias, muy distintas a la construcción empresarial o convencional. En ese sentido, las piezas que la industria ofrece no están diseñadas para ser utilizadas bajo las condiciones específicas de la autoconstrucción.

A partir de ese enfoque se desprenden las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las **condiciones particulares** de la autoconstrucción en comparación con la construcción empresarial que deben tomarse en cuenta para el diseño de materiales específicos para el sector? ¿Cuáles son esos **criterios de diseño** que deben incorporarse en la producción de piezas constructivas para que estén orientadas a disminuir la probabilidad de resultar en construcciones vulnerables material y constructivamente?

Estudio Comparativo: Construcción planificada vs. Construcción contingente

Para evidenciar las singularidades del sector autoconstrucción, se plantea un estudio comparativo entre las prácticas constructivas descritas por los manuales de mayor distribución y casos específicos de autoconstrucción.

Los manuales de construcción usados para el estudio son los de las empresas Aceros Arequipa (2022) y Cemento Sol (2012). Por otro lado, la información respecto a la autoconstrucción proviene de los seis casos de viviendas autoconstruidas que han sido estudiados a profundidad en el curso *Mapas de la Autoconstrucción*. Asimismo, se toma en cuenta la experiencia familiar de los propios investigadores en los casos de autoconstrucción.

Una de las principales divergencias halladas está relacionada con la planificación del proyecto de vivienda. Por un lado, los manuales proponen como requisito indispensable contar con una planificación total de la edificación antes de iniciar la obra (Aceros Arequipa, 2022, p. 53). Esto tiene el objetivo de distribuir y dimensionar todos los elementos estructurales de acuerdo con la geometría del edificio y la cantidad de pisos proyectados. A partir de ello, se definen las dimensiones y las características de las piezas, como el acero, el cemento, los

ladrillos y otros. Por otro lado, en los casos de autoconstrucción no es posible conocer con anticipación el producto total de la obra. Las edificaciones autoconstruidas son definidas de forma progresiva a lo largo de todo el tiempo de vida de la edificación y presentan una reformulación constante en su geometría, pisos y usos.

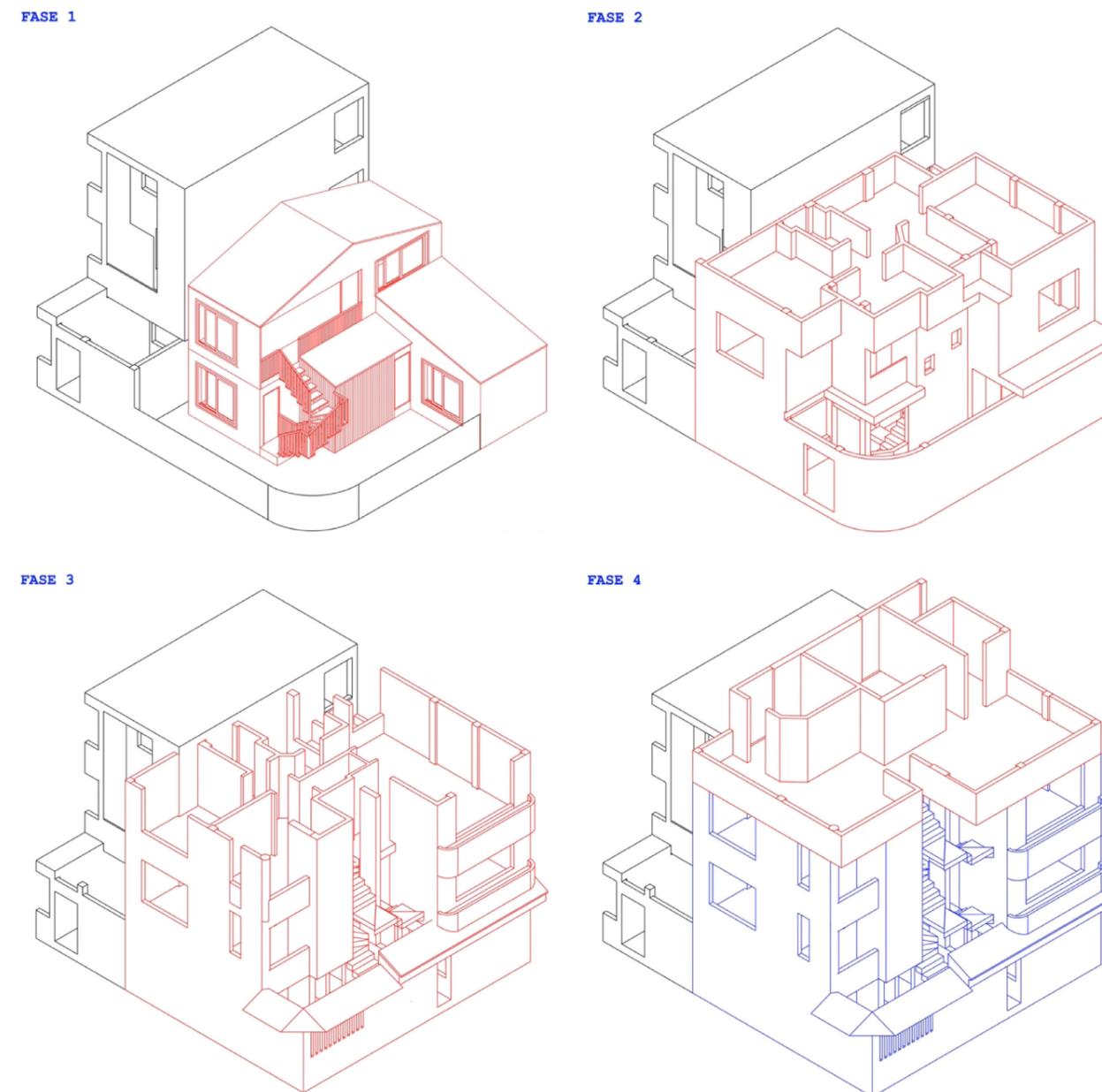
Esta brecha entre las prácticas recomendadas y la dinámica propia de la autoconstrucción genera los siguientes puntos de vulnerabilidad material y constructiva en las edificaciones:

a. Variación geométrica y volumétrica

La geometría total de la edificación autoconstruida es variable en el tiempo. Estas variaciones —nuevas áreas techadas, incremento irregular en los pisos, elementos pesados focalizados como tanques elevados— afectan el comportamiento estructural de los elementos construidos en etapas anteriores. Si bien en casos de autoconstrucción se suele sobredimensionar los elementos estructurales en los primeros niveles, su distribución en la superficie techada y sus áreas tributarias² son variables de acuerdo con la evolución de la vivienda. Como consecuencia, ciertos elementos estructurales pueden estar sometidos a mayores esfuerzos de lo previsto.

geometría del cuadrante estructural y la cantidad de pisos que tendrá la edificación.

² El área tributaria es el área de losa que se apoya en un elemento estructural vertical como una columna o una placa. A partir de ella se puede calcular el área de superficie de apoyo que debe tener este elemento estructural. El cálculo depende de la



¹ Fases constructivas de la Casa Rojas Oliveros. Evolución morfológica de la vivienda en un periodo de 43 años.

Fuente: Curso *Mapas de la Autoconstrucción*. Elaborado por Susana Chía, Alejandra Muñoz y Nicole Rivera, 2022.

b. Operaciones de contingencia

En casos de autoconstrucción, la edificación está sujeta a ampliaciones y reformulaciones en el tiempo. Durante estos eventos, los elementos construidos previamente se ven modificados e intervenidos. Esto está directamente relacionado con la naturaleza contingente de la autoconstrucción ya que las intervenciones suelen ocurrir en contextos de urgencia o necesidad. Estos escenarios dejan poco margen para planificar las operaciones de forma coordinada con la totalidad del proyecto. Por ejemplo, la perforación de una losa para introducir una escalera que habilite un piso superior, la apertura de pozos de luz o ventilación para pisos inferiores. Estos escenarios afectan la integridad material de las losas. Respecto a los muros, se han observado casos de perforaciones de muros portantes para la habilitación de vanos de ventanas o puertas. Si bien los propietarios suelen evitar modificar los elementos estructurales como vigas y columnas, las losas y los muros suelen ser los elementos más afectados tras los procesos de transformación.

c. Habilitación de servicios

En muchos casos de autoconstrucción, las instalaciones eléctricas y sanitarias

del proyecto se deciden posteriormente al levantamiento de estructuras, muros y vaciado de techos. Esto se debe a que existe un factor de urgencia por acelerar la obra y contar con espacios techados ocupables. Para ello, se le otorga prioridad al levantamiento de muros y losas, dejando las instalaciones para el final. En el caso de edificaciones de albañilería confinada, las instalaciones se colocan empotradas en los elementos constructivos verticales y horizontales. Como consecuencia, la integridad de elementos constructivos como losas y muros se ven afectados. Es importante resaltar que en la mayoría de los casos estudiados se evita intervenir columnas, sin embargo, sí se perforan vigas, muros y losas.

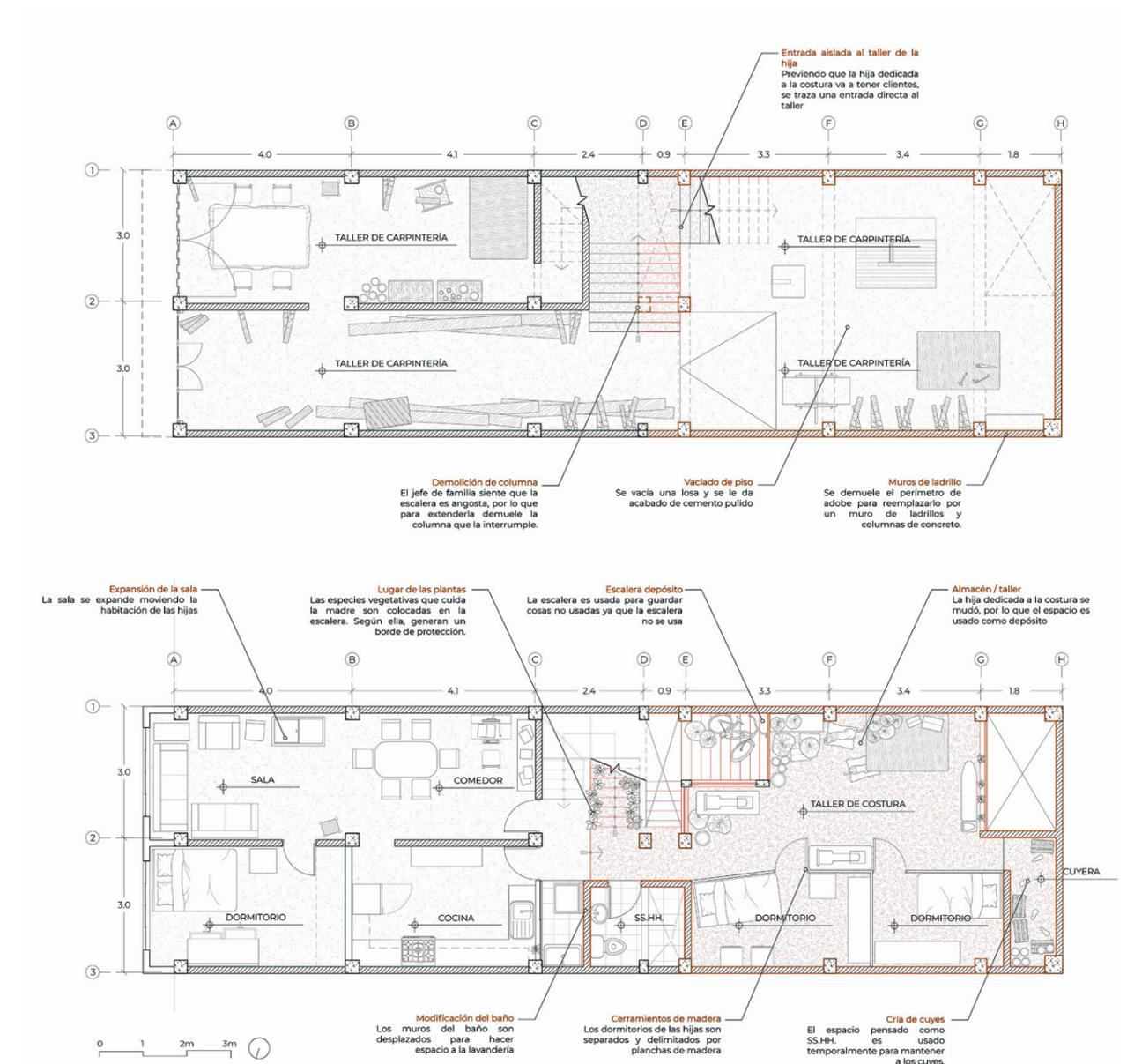
Todos estos conflictos entre las demandas de la albañilería confinada y los escenarios de autoconstrucción, además de incrementar la vulnerabilidad material de las viviendas, representan pérdidas económicas para los propietarios ya que demandan la destrucción de elementos construidos, su reformulación y reedificación.

Actualmente, el proyecto continúa con la elaboración del estudio comparativo en los ejes de planificación, agencias y recursos.

Andrea Zapata, 2022.

2 Modificaciones constructivas en la Vivienda Taller de los Olivos. Operaciones sobre muros, columnas y losas de acuerdo

con las necesidades puntuales de la familia. Fuente: Curso *Mapas de la Autoconstrucción*. Elaborado por Javier Álvarez, Gianni Polo y





3

3 Reparaciones en losas de la Casa Arequipa. Operaciones de refuerzo de techos por pandeo de la estructura. Fallos en la perforación

de la losa que habilita el acceso al techo por una escalera. Fuente: Repositorio personal Betty Chávez, 2023.

4 Cocina y lavandería de la casa Ángeles. Se observa que las instalaciones eléctricas y de gas han sido empotradas en los

muros y losas. Fuente: Repositorio personal Betty Chávez, 2014.



4

3 Reparaciones en losas de la Casa Arequipa. Operaciones de refuerzo de techos por pandeo de la estructura. Fallos en la perforación

de la losa que habilita el acceso al techo por una escalera. Fuente: Repositorio personal Betty Chávez, 2023.

4 Cocina y lavandería de la casa Ángeles. Se observa que las instalaciones eléctricas y de gas han sido empotradas en los

muros y losas. Fuente: Repositorio personal Betty Chávez, 2014.

Rediseñar los productos del mercado

Tras la identificación de estos conflictos, *Piezas Populares* se propone formular una lista de criterios de diseño a tomar en cuenta para alinear los productos del mercado con las dinámicas propias de la autoconstrucción. A partir de estos, se busca estudiar rigurosamente las piezas más comercializadas para proponer ajustes, variantes y cambios orientados a reducir la vulnerabilidad constructiva del sector. De la misma manera, el proyecto propone diseñar y prototipar nuevas piezas que, en coordinación con lo que existe, contribuyan a la mejora del indicador de vulnerabilidad.

El proyecto busca transformar la relación unidireccional entre ambos sectores — industria de materiales de construcción y autoconstrucción— de manera que ambas se vean beneficiadas. El objetivo es que la industria mantenga como cliente fundamental a las familias que autoconstruyen, y estas a su vez encuentren productos en el mercado específicamente diseñados para garantizar construcciones seguras y adecuadas en el sector.

Bibliografía y recursos

- Aceros Arequipa (2022). *Manual de Construcción para Maestros de Obra*. Aceros Arequipa. <https://acerosarequipa.com/manuales/manual-de-construccion-para-maestros-de-obra>
- Asociación de Productos de Cemento (6 de julio de 2022). Más de un millón de viviendas son altamente vulnerables frente a sismos en Perú. *ASOCEM*. <http://www.asocem.org.pe/noticias-nacionales/mas-de-un-millon-de-viviendas-son-altamente-vulnerables>
- Banco Interamericano de Desarrollo (2015). *Un mercado creciente de US \$750 mil millones: Descubriendo oportunidades en la base de la pirámide en América Latina y el Caribe*. BID.
- Benza, Paolo (28 de marzo de 2023). Déficit de vivienda en Perú: el potencial de la autoconstrucción para reducirlo. *Gestión*. <https://gestion.pe/economia/autoconstruccion-deficit-de-vivienda-en-peru-el-potencial-de-la-autoconstruccion-para-reducirlo-noticia/>
- Calderón Cockburn, Julio (2017). El derecho a la ciudad en América Latina y los enfoques sobre la ciudad informal. *Revista De Sociología*, (25), 115–128. <https://doi.org/10.15381/rsoc.v0i25.19013>
- Cemento Sol. (2012). *Manual de construcción*. Cemento Sol.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018). *Perú: Características de las viviendas particulares y los hogares. Acceso a servicios básicos*. INEI. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf
- Ludeña, Wiley (2021). *Ciudad y arquitectura de la República: encuadres 1821-2021*. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Miñán, Whitney (31 de enero de 2023). La autoconstrucción: el inesperado sostén de los grandes proveedores de materiales. *Gestión*. <https://gestion.pe/economia/materiales-construccion-autoconstruccion-proveedores-constructores-la-autoconstruccion-el-inesperado-sosten-de-los-grandes-proveedores-de-materiales-noticia/>

Organización de las Naciones Unidas – Hábitat (abril de 2019). La vivienda en el Centro de los ODS en México. *ONU – Hábitat*. <https://onuhabitat.org.mx/index.php/la-vivienda-en-el-centro-de-los-ods-en-mexico>.

Sociedad Nacional de Industrias (10 de mayo de 2021). SNI: Industria de la construcción habría crecido más de 130 % en marzo. *SNI*. <https://sni.org.pe/sni-industria-de-la-construccion-habria-crecido-mas-de-130-en-marzo/>

Torero, Alejandro, y Chávez, Betty (2023). *Mapas de la Autoconstrucción. Hacia una agenda de investigación*. CIAC PUCP.

Vega Centeno, Pablo (1992). *Autoconstrucción y reciprocidad. Cultura y solución de problemas urbanos*. Instituto de Desarrollo Urbano / FOMCIENCIAS.

Dosieres CIAC

© De los autores, 2023

Editores

Luis Rodríguez Rivero
Gary Leggett Cahuas
Ingrid García Westphalen

Diseño gráfico

Gary Leggett Cahuas

Diagramación

Ingrid García Westphalen
Natalia Talledo Fonken

Revisión de estilo

Lucía Patsías Valle

