

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

**PROGRAMA ACADÉMICO DE
ARQUITECTURA, URBANISMO Y ARTES**



Trabajo de Investigación

**“ UN NUEVO SISTEMA
CONSTRUCTIVO ”**

**GERMAN GORDILLO PACHECO
EDGAR DIAZ HERNANDEZ**

LIMA — PERU — 1983

P R E F A C I O

El problema agobiante por la adquisición de una vivienda propia, a nivel nacional, debido a los bajos ingresos; a traído como consecuencia el ensayo y experimentación de muchos sistemas constructivos no convencionales, conocidos entre los más importantes como; el muro de adobe estabilizado, el tabique de madera prensada, techos a base de estera con mortero, y últimamente el uso de la caña brava en tabiques prefabricados.

La falta de difusión y su posterior continuidad, el fluctuante aumento de costos y salarios; hace que la vivienda como producto final sea encarecida y contradictoria en su origen, colocando nuevamente en una situación desventajosa a los pobladores menos favorecidos.

La idea plantea dos alternativas. La participación del usuario a nivel de autoconstrucción, y la participación del constructor como industria intermedia.

I N D I C E

- I - TECNOLOGIA Y AUTONOMIA
 - El Proceso Hacia la Industrialización Parcial
 - El Producto: Hacia Tecnologías Intermedias
 - . Conclusiones
- II - TECNOLOGIA DE MATERIALES
- III.- ELEMENTOS, COMPONENTES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS
- IV .- EL BAMBU
 - Aspectos Arquitectónicos
 - Aspectos Físicos
 - Preservación
 - Silvicultura
 - . Uso del Bambú en la Construcción
 - . La Construcción de Paredes
 - Pisos de Hormigón Armado
 - . Propiedades Sismoresistentes
 - . El Bambú como refuerzo del concreto
- V - PROPUESTA
- VI - CONCLUSIONES
- VII.- Apendice
- VIII- BIBLIOGRAFIA

TECNOLOGIA Y AUTONOMIA

Muchas personas consideran los sistemas industrializados o de fabricación en masa de viviendas como un modo de que la tecnología contemporánea sirva para satisfacer necesidades de vivienda hasta ahora desatendida, en especial los de la familia de bajos ingresos. La industrialización ha producido un gran incremento en la creación de casi todos los demás bienes materiales: ropa, vehículos, aparatos, libros, medicinas, artículos para el hogar, y aún alimentos. Pero hay un campo muy importante donde la demanda de industrialización sigue insatisfecha, incluso en los países muy desarrollados y de altos ingresos: la industria de la construcción sobre todo la de casas.

Es difícil imaginar otro campo donde se busque ampliamente un progreso "salto" en la fabricación; los proyectos de industrialización, desde la Operation Breakthrough en los Estados Unidos hasta la importación de fábricas automatizadas de viviendas en las naciones del Tercer mundo, ciñen virtualmente el globo terráqueo.

Casi todas las sociedades se enfrentan a la acuciante necesidad de "hacer algo" por mejorar las pobres y a veces inhumanas condiciones en que vive en 20 o el 30% de la población mundial. Además, todo indica que este porcentaje sigue aumentando.

Por eso se ha manifestado un intenso interés por los conceptos tecnología e industrialización en su aplicación a la construcción de viviendas. En este capítulo se intenta distinguir entre los mitos y las trivialidades de moda que prometen mucho pero pueden dar poco, y las conquistas reales—incluso en autonomía de los moradores—que de hecho podrían lograrse mediante la industrialización y la innovación tecnológica. Con tal fin se exploran diversas estrategias para industrializar y simplificar el proceso de la construcción y se ofrece una "agenda de innovaciones" provisional o una lista de zonas de prioridad don-

de son más necesarios los adelantos para incrementar el control de la construcción de viviendas por el morador.

Ante todo, conviene separar el mito de la realidad en el campo de los sistemas industrializados de construcción de viviendas. El no hacerlo -sobre todo en los países subdesarrollados o en las naciones industrializadas en situaciones de pobreza y escasez¹ evoca el peligro de que los funcionarios de la vivienda acosados sigan montando o importando grandes plantas manufactureras, sofisticadas y costosas que nunca resuelven el problema de una gran escasez de vivienda. En muchos casos, la creencia en el mito de que los módulos de habitación producidos en masa industrialmente puedan reducir bastante los costos y en cierto modo deducir el déficit mundial de oferta de alojamiento seguro y decente ha reducido a resultados directamente contrarios: el empeoramiento de las condiciones habitacionales.

"Aunque los casos pueden parecer extremos, no es único. Como apunta con cierto sarcasmo Charles Abrams, las técnicas industrializadas de la vivienda han sido probadas por las naciones poco desarrolladas con no mucho éxito y algunas veces han resultado casi desastrosas. En Ghana, en 1952, se llevaron de Holanda paredes de concreto precolada atravesando los mares, hasta el promontorio de Aomra, de donde se bajaron a oscilantes canoas, que intrépidos indígenas llevaron precariamente remando sobre rompientes desatados hasta la distante costa, donde erigieron kilómetros más allá para componer unos cuantos monumentos solitarios a la era industrial. En Beersheba, donde Elías buscara otrora refugio de la venganza de Jezabel, una estratificadora Tourneau formó toneladas de cemento en un enorme buche de hierro; la losa endurecida fue llevada luego por una grúa a su emplazamiento, pero solo para que se revelara sus altos costos y sus imperfecciones. En Karachi, pequeñas construcciones prefabricadas de aluminio fueron ampliadas con adiciones de adobe y madera de desechos para integrar así los primeros tugurios prefabricados.

En el mundo subdesarrollado, donde la mano de obra abunda y es barata y en donde las normas y los materiales son simples, la casa prefabricada es innecesaria y prematura..Apesar del parloteo desenfadado de los agentes vendedores de toda clase de cosas prefabricadas del extranjero, el producto artesanal sigue siendo más barato, más adaptable, y más realista."

"Hay tres problemas inherentes en el reconocimiento de la pauta de estos fracasos:

1.-El impresionante gesto de montar una gran planta para hacer viviendas nuevas puede distraer la atención de la necesidad de cambios de política y de reformas fundamentales en materia de vivienda, sobre todo cuando son vagas las respuestas a cuestiones como éstas: quién debe ser alojado? en qué terreno? con qué servicios e infraestructuras? con que forma de crédito y financiamiento?.

2.-El aprovisionamiento de plantas altamente industrializadas, que suele justificarse con bases exageradas declaraciones promocionales, puede seguir dilapidando grandes cantidades de un material escaso y de recursos humanos, con la promesa de lograr grandes eficiencias y economías al mismo tiempo que ignorando la necesidad de contar con un apoyo en la sociedad en general.

3.-La provisión de equipo habitacional industrializado muy automatizado, perfeccionado y costoso puede distraer la atención de una serie de medidas relativamente simples, poco costosas y muy fructíferas con vistas a la industrialización de la vivienda que podrían realizarse sin semejante desembolso y que prometen ventajas habitacionales iguales o mayores. Además la provisión de plantas grandes puede contribuir a disminuir, no a aumentar, la autonomía y la capacidad de darse habitación de los moradores de ingresos bajos.

Este último punto requiere alguna aclaración, ya que para muchos el tema de la autonomía del morador o la capacidad propia para proveerse -

de vivienda es algo extremado, innecesario e impráctico. Sin embargo los sectores actuantes tradicionales de la sociedad, o sea el comercial privado tienen un buen historial de insuficiente rendimiento en ese campo desde siempre.

Las acciones del sector privado y comercial no han sido efectivas debido a que los pobres no tienen capacidad para comprar u obtener financiamiento para obtener viviendas hechas por negocio y no subvencionada. En el caso de los arrendatarios de más bajos ingresos, las actividades del sector privado son particularmente notorias, desde los conocidos caseros extorsionadores de las zonas urbanas norteamericanas hasta los explotadores comerciales incontrolados de Nairobi o de la ciudad de México, que suelen cobrar rentas exorbitantes por unidades positivamente inhabitables. A veces, el ingreso rental anual supera al valor total de capital de esas unidades.

En cuanto al sector oficial y público, con algunas excepciones de importancia, no tiene mucho mejor historial. Los gobiernos han solido caracte rizarse por la falta de recursos y voluntad política para hacer provee dores efectivos de viviendas. Constituyen excepciones calificadas los países como la URSS, Suecia, Israel, donde no se considera un privilegio económico sino más bien una prioridad ideológica del Estado el contar con una vivienda decente para todos.

En estos países, la necesidad práctica de mayor autonomía (aunque no ne cesariamente las necesidades teóricas expuestas en el cap. 7 de ése libro) no hace tanto al caso. Pero en la inmensa mayoría de las naciones del orbe, el argumento de la autonomía es una necesidad pragmática, a la que se ha llegado por defecto debido a la torpe inactividad del sector privado y el público. En los países más pobres, el problema básico suele ser la gran escasez de recursos; en los más ricos, como los EEUU, es evidente que hay recursos, pero también que es escasa la voluntad de dedi carlas a suministrar vivienda adecuada a los pobres.

Entonces, ¿adónde mirar en busca de mejoramiento de la vivienda?. Como ya se ha indicado, una premisa fundamental de esta obra es que una respuesta importante a la cuestión está en las acciones autónomas de los propietarios constructores, los propietarios rehabilitadores y los habitantes constructores intrusos. Pero hasta la fecha, la relación entre las acciones autónomas de esos grupos y la tecnología emergente de la construcción industrializada de viviendas ha sido remota y limitada, y con demasiada frecuencia contraproducente, como el caso antes estudiado. De hecho, la orientación actual de la industrialización parece rídicula indicar que la zona de la construcción industrializada de viviendas y de la construcción autónomas de viviendas tienden más a ser divergentes que convergentes.

Los intentos más importantes y decididos de industrialización, con mucho, que se realizan actualmente, se basan en una estrategia general de reemplazar la obra de mano relativamente costosa e incontrolada in situ por un trabajo más controlado y esencialmente más intensificado en una fábrica. La estrategia se basa en el modelo de otras industrias manufactureras en países como los EEUU, donde los obreros de fábrica han incrementado su productividad más rápidamente que los obreros de la construcción y al mismo tiempo ganan menos que de la construcción (véanse figuras 17 y 18). Al aumentar los salarios en las regiones de desarrollo, la misma presión por minimizar la mano de obra en la construcción in situ se hace cada vez más importante.

Un estudio reciente de once innovaciones parcialmente industrializadas adoptadas en el Perú indican que todas reducían los costos—sobre todo por ahorros en la obra de mano in situ—a pesar del hecho de que ocho de las once fueran simultáneamente causa de aumento de costos en los materiales. Esto es un extremo significativo, ya que si bien podía haberse esperado en los EEUU o Europa con sus espirales en los salarios de la construcción, era menos probable en el Perú, que se caracteriza por-

salarios muy bajos y un subempleo crónico. Pero en ocho de once casos, se consiguieron ahorros netos, aunque los precios de los materiales subían, y así se basaron exclusivamente en rebajas a la mano de obra para compensar los aumentos del material y lograr así los ahorros netos. Luego, tenemos aquí cuando menos una prueba preliminar de que las naciones en desarrollo están siguiendo la norma de las industrializadas - en el intento de reducir la obra de mano en la construcción in situ, - lo que, claro está, va directamente en contra de otras metas declaradas como el más pleno empleo.

Tal vez el epítome de la tendencia al ahorro en obra de mano se evidencie en la industria del hogar móvil norteamericano, donde el trabajo in situ a quedado virtualmente eliminado.

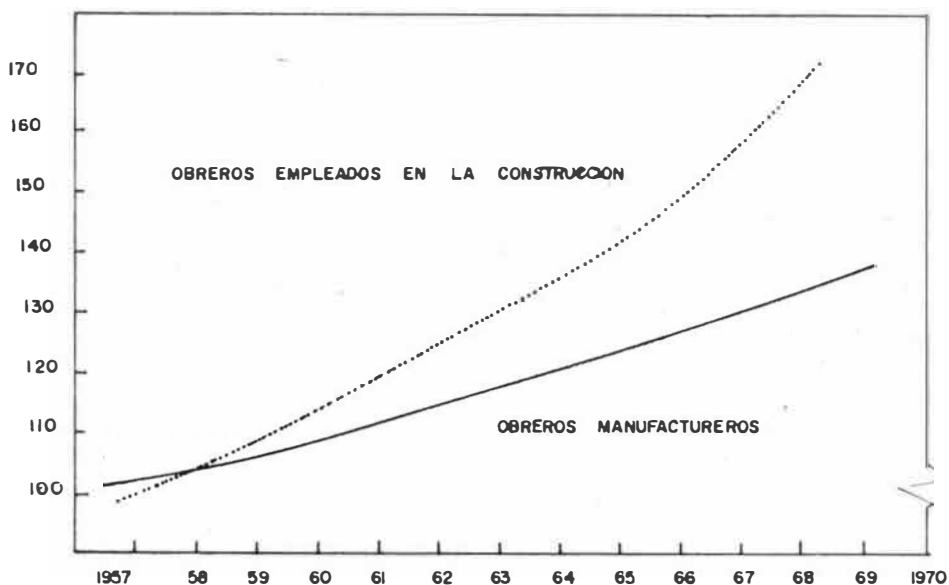


FIG. 17

Diferencial de salarios: Los salarios para los obreros de la construcción, comparados con los de los obreros empleados en la producción manufacturera, muestran una tendencia creciente a aumentar. (Índices salariales en dólares constantes; h.cia 1957-1958 ambos estaban en 100) Fuente: Libertad para construir. J.F. Turner

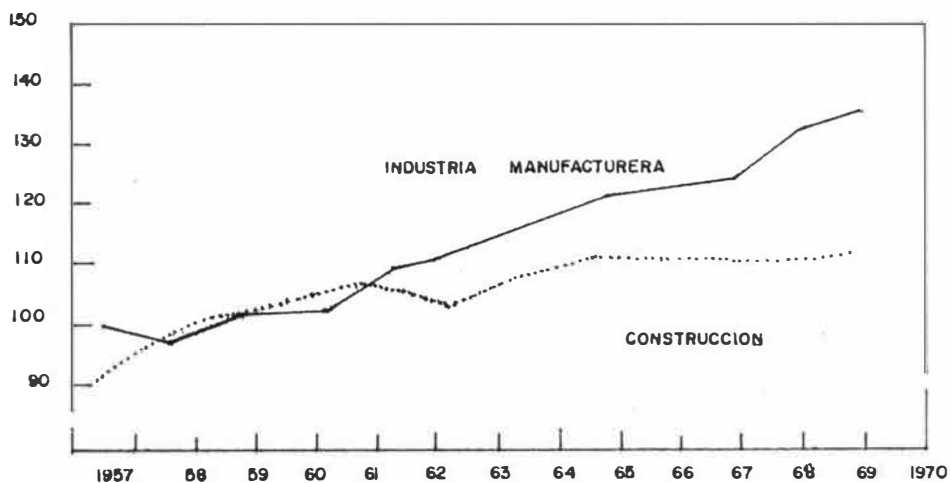


FIG. 18

Productividad: De 1957 a 1962, la productividad entre los obreros de la construcción y los de la industria manufacturera fue aproximadamente comparable; pero en 1962 a la actualidad, la productividad manufacturera ha aumentado con mayor rapidez, a pesar de los niveles salariales inferiores. Estas tendencias están estimulando una mayor inversión en el sector de la construcción, y por ende una mayor industrialización. (Índice de productividad en rendimiento por hora hombre; 1957-59 igual a 100)

Fuente: Daniel Hedes. "The modular housing industry", *Financial Analyst's Journal*, mayo-junio de 1970.

Fig. 19 Zona objetivo: En el diagrama esquemático de arriba, el proceso de manufactura (eje vertical) está dividido en tres categorías de producción: trabajo a mano, industrialización parcial y producción plenamente industrializada. De modo análogo, la tecnología del producto (eje horizontal) se ha dividido en tres partes: tradicional, intermedia y alta tecnología. La casilla central del diagrama indica las características de producto y proceso más necesarias en las zonas en desarrollo. Fuente: Turner y Turner, op. cit.

Este trabajo arguye en favor de una alternativa al sostenido reemplazo de la obra de mano in situ. Arguye en favor de más obra de mano in situ, si bien de un tipo muy especial. Se basa en la conclusión de que si la producción en las fábricas a reducido ciertamente los costos - en algunos casos (y principalmente en las casa móviles), el proceso es poco probable que llegue a la vida de los millones de familias que en todo el mundo necesitan con suma urgencia mejores viviendas.

La estrategia alternativa propuesta aquí tal vez fuera incluso prometedora para las familias de ingresos bajos de EEUU, que por el momento consideran exclusivamente la casa sobre ruedas como el único medio comercialmente disponible de tener una vivienda nueva por un precio bajo.

Una estrategia general para lograr éstos fines podría formularse distinguiendo primero entre proceso y producto. Como se advierte en la figura 19, el proceso de fabricación puede verse como un continuo que va de los procedimientos artesanales a mano a los plenamente industrializados. De modo análogo, el producto tecnológico puede considerarse un continuo que va de lo tradicional a lo más adelantado. La tabla esquemática de nueve casillas divide arbitrariamente estos continuos en tres segmentos cada uno.

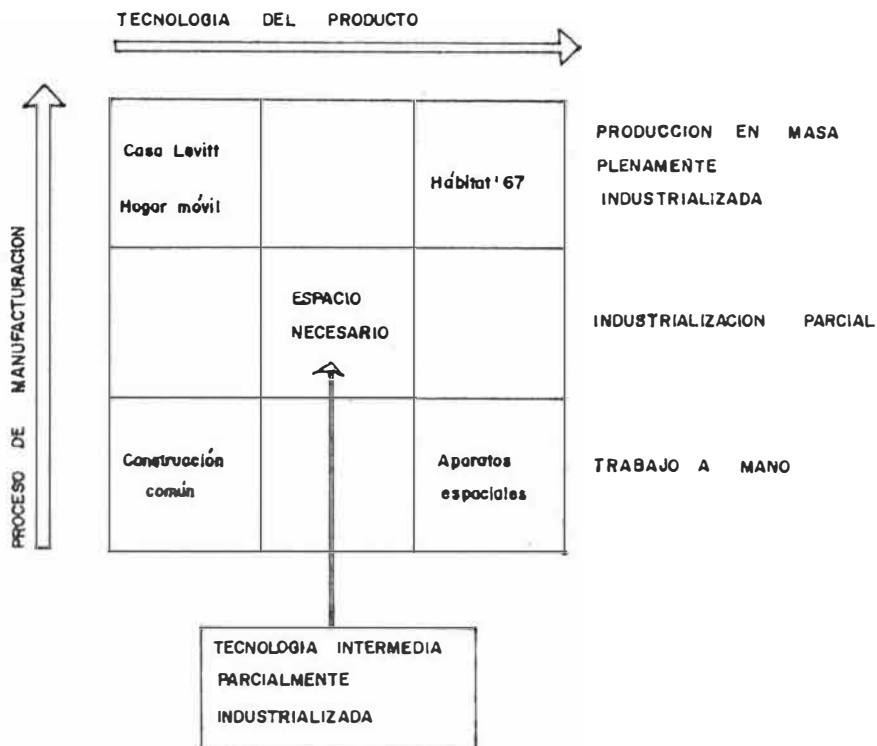


FIG. 19

En la primera casilla, el producto plenamente industrializado pero tradicional puede tipificarse con las famosas casas producidas en serie - de William T. Levitt and Son, que fueron parte de la reacción norteamericana a su escasez de viviendas después de la segunda guerra mundial.

Como producto, la casa en sí era un extremo tradicional, tanto de aspecto como de construcción. La arquitectura era la norteamericana tradicional de tipo "Cape Cod" y la unidad utilizaba una construcción clásica de elementos de madera a la "balloon frame". Pero el proceso de construcción estaba altamente industrializado. El producto final era un artículo estandarizado producido en serie, hasta el punto de emplear procedimientos de cadena de montajes, en el caso de las casa Levitt se sabía que en la "cadena" lo que se movían eran los trabajadores, no los productos. Los obreros formaban equipos bien dirigidos y altamente organizados que avanzaban de edificio en edificio con precisa sincronización y coordinación.

Las destrezas también estaban especializadas, hasta el punto de subdividir la carpintería tradicional en muchas subtarear minuciosamente definidas. Las operaciones estaban concentradas; compra, construcción y mercadeo se enfocaban sobre proyectos de ciudades enteras - las llamadas "Levittowns" - que arracimaban centenares de casas.

La mecanización era tal vez el aspecto menos desarrollado de la industrialización en la operación Levitt. El estilo de la compañía, de operaciones industrializadas, rehúsa la maquinaria grande y costosa que troquelaba componentes pesados o complejos y en cambio tenía multitud de pequeñas herramientas eléctricas de mano para reducir y acelerar la gran calidad de trabajo de rutina realizado manualmente.

En contraste con la casa Levitt, tradicional pero muy industrializada, en la última casilla del diagrama hay un producto hecho a mano y de alta tecnología, cuyo compendio tal vez sea uno de los tipos más adelantados.

tados y complejos de habitación producidos hasta ahora: la nave espacial.

Como la demanda de naves espaciales es relativamente pequeña y los aparatos espaciales constantemente están cambiando y evolucionando las técnicas de producción en serie son casi totalmente innecesarias. Actualmente cada nave es hecha a mano por técnicos y artesanos maestros en su oficio.

Las otras casillas del diagrama son representativas de diversas mezclas de industrialización del proceso y tecnología del producto. La inferior de la izquierda representa los métodos corrientes de construcción con que se producen las casas tradicionales, típicas de la construcción residencial solita en muchos países del mundo.

La casilla superior derecha representa un producto de alta tecnología y un medio muy industrializado de producirlos. Habitat '67, la conocida exhibición de la vivienda industrializada en la Feria Mundial de Montreal de 1967, es típica de este género de solución, como lo son algunos de los experimentos de alta tecnología en el actual programa Operation Breakthrough como el módulo de vivienda de hilos trenzados y otros.

Esta discusión plantea que la aplicación razonable y productiva de la ciencia y las tecnologías modernas destinadas a mitigar los problemas habitacionales de los pobres debería concentrarse en la casilla central de la figura 19, o sea en la zona de tecnologías intermedias, parcialmente industrializadas. Para definir mejor las características de esta casilla es preciso examinar más de cerca los ejes del proceso y el producto.

EL PROCESO: HACIA LA INDUSTRIALIZACION PARCIAL

Puede considerarse a la industrialización como un proceso compuesto.

Como apuntamos en el ejemplo de la casa Levitt, realizada industrialmente, resaltan cuatro aspectos del proceso: 1. la sistematización y la estandarización de los productos; 2. la especialización de la mano de obra; 3. la concentración de la producción y el mercadeo; y 4. la mecanización de la producción.

De la naturaleza compuesta de la industrialización se deduce que puede haber diferentes "grados" o "tipos" de industrialización, según los aspectos incluidos y combinados en cualquier esquema dado.

La tesis primaria es aquí que algunas de éstas combinaciones, que para nuestros fines pueden calificarse de "tecnologías parcialmente industrializadas", pueden ser inmediatamente apropiadas y útiles, aun en las economías de escasez de las regiones en desarrollo. Este es así tanto desde el punto de vista del coste como desde el de la autonomía y la libertad de acción.

El concepto de industrialización parcial se basa en una estrategia de producción que aplica selectivamente algunos aspectos de la industrialización al mismo tiempo que evita o pospone la aplicación de otros. Está específicamente ideado para las regiones en desarrollo.

La base para una estrategia de industrialización parcial es una combinación de diseño de sistemas y especialización de la mano de obra, ya que estos dos aspectos contienen menos riesgos de contraproduktividad. El aspecto de riesgo algo más elevado de las operaciones concentradas en gran escala se considera entonces un potencial adjunto a la estrategia inicial; y finalmente; se considera el aspecto de riesgo máximo de la mecanización (tal como la empleada prematuramente en el caso latinoamericano), y así se completa el ciclo para volver a la plena industrialización.

Diseño de sistemas y especialización de la mano de obra

El diseño de sistemas, primero de los aspectos de industrialización -

aquí considerados, es una expresión amplia y general, pero entraña directamente el empleo de componentes estandarizados que repercuten unos sobre otros en forma regularizada y compatible.

En las regiones en desarrollo de todo el mundo, el diseño de sistemas es a todas luces el aspecto más importante y relevante de la industrialización, ya que como una función del diseño no necesita sino de una inversión de capital relativamente pequeña, sin equipo ni maquinaria importantes y virtualmente ninguna de los servicios e instalaciones públicas institucionalizadas, que suelen faltar o ser pocos seguros en una economía de desarrollo menor. Todo cuanto se requiere es dedicar tiempo al diseño; y cuando los aspectos de mayor riesgo de la industrialización no sean los más inmediatos o los más apropiados, el proceso de diseño de sistemas en sí pueden rendir importantes ventajas en el proceso de la construcción. Un caso a propósito es la tradicional e histórica casa japonesa tatami. La esterilla tatami misma es la parte componente sistematizada, y debido a su normalización, los medios de producirla se hacen de índole altamente repetitivas. Esto puede a su vez favorecer la especialización de la mano de obra, debido a que la repetición que entra en la producción suele dar origen a una pericia especializada, que a su vez puede reflejarse en la mayor velocidad y calidad de la producción. Históricamente, la repetición sostenida en la fabricación de un componente discreto a dado origen a la mecanización, desde que el hombre ha tendido siempre a inventar maneras de liberar sus manos y mente de la infinita monotonía del trabajo excesivamente repetido.

Pero independientemente de que el diseño de los componentes estandarizados conduzca o no a una industrialización plena y mecanizada, es su primer paso decisivo hacia la industrialización parcial y está particularmente indicado en las regiones de menor desarrollo, a que se necesita poca inversión y se corre poco riesgo para su ejecución. Además, la especialización de las destrezas, como la industrialización vista desde

el aspecto diseño de sistemas, requiere también relativamente poca inversión y entraña poco riesgo. La mayor parte de éste pequeño riesgo se debe al hecho de que una vez aumentado el número de empleados y gestores de una operación, cada quien realizando una tarea especializada más estrechamente definida y concreta los costes fijos, en términos de salario y de planta o instalación física donde acomodar a los obreros, aumentan directamente. Y así, a menos que la producción aumente proporcionalmente, los costes unitarios aumentarán. El atractivo de la especialización, al estar, reside en que la producción aumentará más que proporcionalmente, ya que se prebable que con tareas definidas más estrictamente la índole repetitivas del trabajo produzca mayor pericia y velocidad, que rendirán incrementos en cantidad y calidad y a caso también innovaciones y mejoramientos en el diseño del producto o el proceso de fabricación. El riesgo que entraña eso depende del peligro, siempre posible, de los embotellamientos en que un gran número de obreros esté ocioso debido alguna contingencia ocurrida en una de las fases de la producción. Pero estos riesgos pueden reducirse en parte manteniendo una fuerza flexible de trabajo de tiempo parcial con horas extraordinarias para ayuda, que pueda aumentarse o reducirse rápidamente.

La combinación de la especialización de la mano de obra y del diseño racionalizado o de sistemas puede ser particularmente poderosa para definir una forma parcial de industrialización. Es importante reconocer que el proceso de diseño racionalizado, para ser verdaderamente beneficioso, no debe de tenerse en el mero diseño de la parte componente. El diseño de la producción es también importante, y cuando puede diseñarse específicamente un componente pensado en técnicas de mano de obra especializada, aumentan las probabilidades de lograr las eficiencias y ventajas deseadas.

Concentración y mecanización

Los pasos tercero y cuarto en el camino hacia la industrialización completa entrañan los conceptos de producción concentrada y mecanizada. Pero estos dos aspectos implican una inversión y un riesgo relativamente mayores que el diseño de sistemas o la especialización de aptitudes, y de ahí descansan mucho más pesadamente en el cabal apoyo de las instituciones y de los servicios públicos de una sociedad industrializada.

Los servicios de producción concentrados, a diferencia de los dispersos dependen más y más del transporte y la red de comunicaciones de una sociedad. Las materias primas tienen que llegar a la planta en forma continua y segura; y el producto final ha de salir de la planta de acuerdo con el programa para llegar a los mercados.

El tamaño es otro rasgo de la centralización. Una contingencia paralizante como una inundación o la falta de corriente eléctrica que cierra una planta con capacidad de mil unidades es mucho más grave que si hace cerrar sólo una de diez plantas dispersas, cada una con una capacidad de cien unidades. La dispersión dispersa el riesgo, la concentración lo acumula. Como en el ejemplo latinoamericano, cuando el factor de riesgo y el de contingencia tienen sus raíces en los servicios y en los medios de la sociedad en general, las zonas de mucho riesgo recomiendan una estrategia de dispersión de operaciones en escala menor para prevenir las fallas. Por otra parte, las zonas de poco riesgo—en los lugares donde hay servicios y medios de apoyo confiables—pueden alentar una estrategia de concentración diseñada para aprovechar eficiencias técnicas y economías de escala.

Las técnicas de producción automatizadas y mecanizada guardan una gran relación con las estrategias de concentración, ya que los grandes volúmenes de producción casi siempre son necesarios para justificar la adquisición e instalación de una maquinaria costosa. No es normalmente

factible considerar un artículo que requiera de gran inversión para cada uno de un gran número de emplazamientos dispersos, no solamente debido a los menores requerimientos de producción de cada uno de ellos sino también a la magnitud absoluta de la inversión.

Como la mecanización en general implica el factor del máximo riesgo en costos de los cuatro aspectos de la industrialización, se presenta como fase final de una serie estratégica que abarca desde la industrialización parcial hasta la total. Los otros aspectos, en particular el diseño de sistemas y la especialización de la mano de obra -y en menor grado la concentración- pueden suplementarse con un capital relativamente pequeño. Ahora podemos trazar un diagrama en que se relacione esquemáticamente el riesgo (que aumenta de abajo arriba a lo largo del eje vertical) con el grado de desarrollo económico -de una región o sociedad dada (que avanza de izquierda a derecha a lo largo del eje horizontal). Cada elemento de la industrialización puede marcarse en el diagrama de la forma que se ve en la figura 20. La progresión horizontal de izquierda a derecha indica esquemáticamente la mayor capacidad de sustentación en términos de instalaciones y servicios de la economía o la sociedad. A medida que esta in -

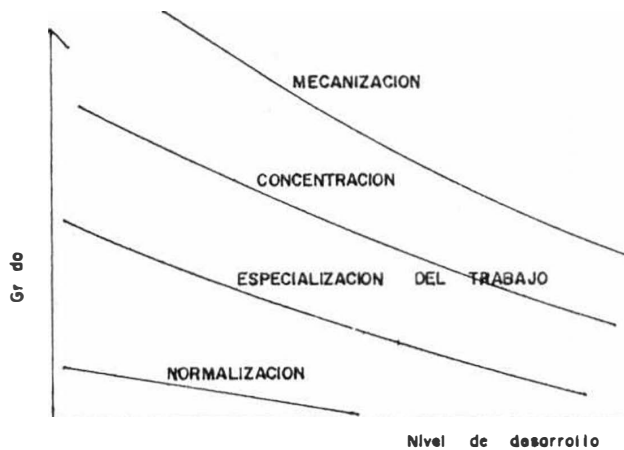


FIG. 20

El desarrollo disminuye el riesgo; el diagrama relaciona esquemáticamente el riesgo (que aumenta de abajo arriba a lo largo del eje vertical) con el grado de desarrollo económico (que avanza de izquierda a derecha a lo largo del eje horizontal) para cada aspecto de la industrialización. De ahí que el riesgo de contraproduktividad para una inversión en mecanización sea máximo en todos los niveles, aunque ese riesgo se reduce a medida que aumenta la capacidad de sustentación de una sociedad al aumentar el desarrollo económico. Por otra parte, el riesgo de normalización es siempre relativamente bajo, pero también decae algo al aumentar el desarrollo.

Fuente: Turner y Turner, op, cit.

infraestructura sustentante se hace más cabal, se reducen los crecientes riesgos de los aspectos de inversión mayor de la industrialización.

De este modo, la figura 20 es una especie de "plano estratégico" para las regiones menos desarrolladas, y señala una secuencia de la industrialización parcial a la total, ligada al crecimiento de la infraestructura sustentante de la sociedad y previene contra la adopción prematura de modos que requieran una reproducción simultánea de la sociedad industrializada en miniatura para su apoyo. De este modo se plantea la argumentación de que las técnicas industrializadas de manufactura no tienen por qué aplicarse sobre una base de "este o este" que impenga una desdichada elección entre la fábrica plenamente industrializada de viviendas y la inacción. La primera como ya vimos en el caso estudiado, es tal vez uno de los engaños más flagrantes y característicos que se perpetúan en nombre de la "tecnología de la vivienda". En contraste, se han mostrado formas parciales de industrialización que favorecen operaciones descentralizadas menores y evitan o posponen la mecanización y automatización.

EL PRODUCTO: HACIA TECNOLOGIAS INTERMEDIAS

De todos modos, queda la cuestión de que tipo de producto deberán de arrojarse esas operaciones menores, o en caso de las economías plenamente industrializadas, que tipo de producto podrían sacar los fabricantes mayores, a caso automatizados. Además, está bien la cuestión del efecto que esos productos puedan tener en el proceso habitacional en general, y si promoverán o no a la causa de la autonomía del morador. También aquí nos proporciona una analogía la casa tatami japonesa. En tanto que producto, la esterilla tatami es un componente estandarizado, prefabricado, parte de un sistema total de componentes explícitamente diseñados para ser compatibles pero suficientemente flexibles en la producción de una gran variedad de tipos y tamaños de casas. La

esterilla en sí es de tamaño, forma, textura y aplicaciones bastante conocida como para ser intercambiable con otras; es tan empleada que se halla fácilmente en gran número de proveedores y especializados y competidores. El tatami también llegó a ser y en cierto modo todavía sigue siendo, la base de cierto grado de coordinación modular en las casas japonesas. Piezas y edificios suelen planearse en múltiplos enteros de las dimensiones del tatami, con lo que se evita el esfuerzo extra y el desperdicio que implica el cortar y acomodar fracciones de esterilla.

Aunque no pueda considerarse industrializada la casa tatami, es un ejemplo excepcional de un producto racionalizado basado en las técnicas de la estandarización y de la componentización. Y es este proceso racionalizado e de diseño de sistemas el que se asume un especial significado en la secuencias de la industrialización, ya que, como vimos antes, puede emprenderse con peqúisima inversión en riesgo. Básicamente lo que se requiere es dedicar tiempo al diseño para crear un componente modular para la construcción de viviendas flexible y apropiado a las necesidades de una zona dada. Aunque esta no es una tarea nada fácil ni sencilla, el lograrlo sería inmensamente importante, como en el caso del tatami, donde el fracaso sería relativamente inocuo y por lo menos no consumiría ni desviaría grandes cantidades de unos recursos habitacionales sumamente necesarios.

Los intentos de diseño racionalizado e de sistemas han abarcado muchas estrategias del producto entre ellas varios tipos de sistemas de paneles, de estructuración y volumétricos. El tamaño y la complejidad de los componentes que en ellos entran van del tabique relativamente pequeño, simple y estandarizado, el bloque y componente como la esterilla, a los módulos bastante más grandes y complejos, de la dimensión de un cuarto y aún de una casa.

La tendencia a los productos en paquete

Por desgracia, la tendencia en muchas partes es hacia una creciente infatuación por componentes y módulos más grandes y complejos dados

en paquete, con menos interés en los componentes pequeños e sencillos nuevos e mejorados sucesivamente. Pero es este último tipo el que con frecuencia resulta más de capital importancia sobre todo en las zonas donde las tradiciones de construcción familiar con ayuda propia son o pueden ser más fuertes. La ONU subrayó este punto en un informe reciente y anotaba que en algunas naciones hasta un 80% de todas las viviendas ha sido construido con ayuda propia. La ONU concluía que la política oficial debe dirigirse "por eso hacia la preservación, el fomento y el mejoramiento de este tipo de producción".

Y así los componentes producidos en grandes cantidades, ligeros, poco costosos y fáciles de manejar - y que pueden utilizar sin problemas - los que construyan con ayuda propia - tienen un impacto potencialmente mucho mayor que los componentes que requieren ser manejados por constructores y contratistas experimentados.

Desventajas de los componentes en paquete

Es también importante para la autonomía del constructor que los componentes sean discretos y que no hallan sido muy combinados o empaquetados antes de llegar al usuario. Es esta una consideración clave, ya que los paquetes, debido a su naturaleza misma, limitan las opciones del usuario precombinando los componentes. No obstante, muchos usuarios, y en particular los de ingresos bajos en regiones poco desarrolladas, no quieren menos opción. Por el contrario, la misma austeridad de su vida exige un máximo de opciones en la combinación y utilización de los escasos recursos de que puedan disponer para satisfacer lo más directamente posible sus necesidades más críticas. Además, los paquetes consumen más recursos que la suma de sus componentes combinados, pero el proceso mismo de empaquetado requiere mano de obra y capital, y de ahí el mayor costo para el usuario. Por eso si los componentes se diseñan para que su montaje sea sencillo y sin posibilidad de error, el paquete no solo reduce las opciones sino que además

aumenta el costo.

El Hábitat. Uno de los ejemplos más conocidos del enfoque en paquete o muy integrado en la construcción industrializada de viviendas es el proyecto Hábitat que apareció en la Feria Mundial de Montreal de 1967. En ese proyecto, el paquete básico era un módulo de concreto precolado de 90 tn., con dos recámaras. Dos o más de esos módulos formaban una variedad de unidades de habitación. En calidad de prototipos, el Hábitat fue objeto de grandes controversias, muy alabado por su diseño impresionante y radicalmente audaz pero criticado por otros debido a su costo (unos 100,000 dólares por módulo), su irrelevancia social, etc.

Pero aparte de la controversia, y para los fines de la discusión, Hábitat es un compendio de la opción por un diseño de sistemas, con una estrategia de integración o en paquetes. Representa una formulación audaz y duradera de diseño pero apenas tiene flexibilidad para un cambio o para el control individualizado del medio habitacional. Este tipo de estrategia del diseño puede ser válido para la vivienda de una población de ingresos medios o elevados pero pierde su viabilidad para las familias de bajos ingresos por tres razones: primeramente un módulo habitacional normalizado o en paquete es por su naturaleza misma grande y pesado, lo que añade inherentemente costos extras para su manejo especial y transporte. A menudo, hay que utilizar grúas y camiones muy caros de gran capacidad para llevar los módulos a su emplazamiento y lugar de destino, mientras que los componentes menores no montados casi siempre evitan este tipo de costo.

En segundo lugar, al comprar paquetes del tamaño de una pieza o de una casa, el comprador necesita tener una cantidad ahorrada relativamente grande o al menos acceso al crédito, de modo que sus pagos puedan efectuarse en incrementos relativamente pequeños por un largo período de tiempo. Por otra parte, cuando se compran componentes en pe-

queña escala, los ahorros y el crédito sin duda son buenos, pero el proceso no se detiene por su falta, como se ve en todo el mundo el desarrollo, donde las casas de construcción tradicional crece sucesivamente empleando componentes comunes a través de décadas y generaciones.

La tercera desventaja, y acaso la más importante de la estrategia de construcción de viviendas en paquetes y no por componentes es que los paquetes son por naturaleza predefinidos y totales. Las decisiones que afectan directamente al medio habitacional suelen tomarlas diseñadores, ingenieros, empresarios y funcionarios públicos con una gran distancia social y económica entre ellos y las vidas que indefinidamente se verán afectadas por sus decisiones. La ventaja del sistema de partes-componentes simples es que los individuos pueden combinar de muchas maneras un número relativamente pequeño de elementos de construcción estandarizado para satisfacer una gran variedad de necesidades individuales. Con este método, un sistema componentizado puede manipularse para que se adapte a las normas del usuario; con los paquetes predefinidos suele suceder lo contrario.

El correlario de estas tres consideraciones es el hecho de que un requerimiento crítico de desempeño para la vivienda de la población de bajos ingresos sería su capacidad de acomodarse y ajustarse fácilmente a situaciones cambiantes. En muchas situaciones es evidente que la casa inicial que a menudo apenas satisface las necesidades más urgentes difícilmente podría servir para satisfacer también las necesidades futuras. De ahí que las casas deban basarse en la posibilidad de incorporar cambios, y un proceso industrializado destinado a servir a las necesidades de las familias de bajos ingresos en las regiones en desarrollo, por lo menos deberá ser tan receptivo a los cambios como la construcción convencional, que las familias propietarias están ensanchando y mejorando continuamente. El proceso industrializado tiene pues que proporcionar una casa inicialmente austera pero susceptible de cre-

cimiento y de mejoras con el tiempo.

Es en este contexto donde la construcción de viviendas se percibe más claramente como un proceso dinámico y no como un producto estático; el proveimiento de componentes sucesivamente incorporables es crucial para que la tecnología intermedia refleje debidamente este proceso. Allí donde se desea un cambio, e incluso debe convertirse en modo de vida, un sistema de construcción tiene que proveer modificaciones con un desperdicio mínimo. Esto implica no solo un sistema componentizado sino uno en que los componentes, una vez unidos sigan siendo individualmente discretos y reemplazables.

Es posible ahora imaginar una agenda tecnológica o de "innovaciones" o destinadas a producir mejoras en las esferas de la construcción todavía difíciles de emprender sin preparación especial ni experiencia previa.

La agenda de innovaciones podría organizarse en cuatro grandes rubros:

- 1.- Sistema de la estructura y del recubrimiento
- 2.- Sistemas de agua y drenaje
- 3.- Sistema de energía y de electricidad
- 4.- Sistemas de cimentación y de pisos.

Sistema de la Estructura y del Recubrimiento:

Una de las tareas más difíciles de la construcción es la de hacer que un edificio esté derecho, seguro y sin riesgos. Lo más fácil de edificar es una estructura que se apoye contra un objeto ya derecho, erecto y firme como un árbol, un muro, un edificio adyacente o cosa semejante. Un examen en las zonas de celosías intrusos o paracaidistas en su fase primera revela una abundancia de accesorios de este tipo, sencillamente porque son más fáciles de construir que las estructuras que se yerguen sin esas ayudas.

A la vista de todo esto, ha sido un persistente "sueño" tecnológico el de crear para los adultos lo que los fabricantes de juguetes han creado para los niños; sencillas series de componentes de construcción de sistemas fáciles, virtualmente, infalible para unirlos, como los erectos sets, Tinkertoy, Lincoln Logs y Lego. Claramente, ha habido - cierto número de intentos de crear "tecnologías de juego mecánicas" con alguna propaganda comercial en la que se dice que dos adultos, sin equipo especial ni experiencia ni conocimiento previos de la construcción y siguiendo una sencilla serie de instrucciones, podría edificar muchos tipos de estructuras de uno o varios pisos, de la misma manera que un niño arma o monta cosas con su juego de mecánica. Se decía que las estructuras eran seguras resistentes al fuego, al viento y a los terremotos, muy baratas y absolutamente fáciles de montar con pequeño número de componentes estandarizados de poco peso.

Pero hasta ahora, este sueño tecnológico no ha podido realizarse plenamente... aunque tengo para mí que podría hacerse realidad. Muchos son los intentos que se le han acercado bastante, aunque a veces hacerlos fracasar el costo. El progreso tecnológico en el campo de los materiales más baratos ligeros y más fuertes avanza hacia esa realización. Las aplicaciones de esa tecnología son potencialmente enormes, ya que se permitían a los moradores resolver uno de los aspectos más difíciles de la autoconstrucción: la consecución de la integridad estructural.

La tarea de recerrar o dar un recubrimiento protector de la interperie a esa estructura es un problema afín. En algunos casos, cuando en el sistema de construcción entran paneles estructurales, la envoltura protectora se combina con la solución estructural. Por otra parte si la estructura es solo un marco los diversos tipos de paredes interiores y exteriores son consideración aparte, aunque su elaboración depende entonces de diversos requerimientos climáticos, pero no estructural. Los muros edificados por uno mismo, cuando no necesitan ser estruc

turales, son muchos más simples de levantar como lo prueban la abundancia de carrizos entre tejidos y paja, adobes, y material delgado en hojas empleados en las zonas de desarrollo. Estas paredes también pueden reemplazarse o mejorarse por iniciativa del morador sin poner en peligro la seguridad estructural de la casa cuando se emplean en el contexto de un marco estructural permanente y seguro.

Sistema de Agua y Drenaje:

El segundo rubro general de una agenda de innovaciones es del sistema de agua y de drenaje. Es posible que la tecnología reduzca las destrezas necesarias para la instalación de sistemas de tuberías y muebles sanitarios a algo tan fácil como conectar una manguera. Hay que plantear la cuestión de porqué deben ser rígidos los tubos. Si fueran flexibles se podrían eliminar muchas conexiones y juntas costosas, y las restantes podrían diseñarse para que pudieran instalarlas los leños. Las destrezas especiales y costosas del plomero algún día acaso resulten tan innecesarias e discutibles como lo son actualmente las del pintor.

Además, no solo en los EEUU sino en todos los países del mundo, la actual obligación que los moradores tienen de contar con sistemas públicos de agua y drenaje podría reducirse con los adelantos de la tecnología. No es ^{im} posible imaginar un sistema independiente y recirculante de agua y drenaje en que una cantidad por lo general finita de agua podría emplearse purificarse y volverse a utilizar. Es concebible que el aparato necesario para ello no sería mucho más grande ni costoso que una lavadora moderna, pengamos per case. Las implicaciones de semejante aparato para las zonas en desarrollo podrían ser ingentes, sobre todo si consideramos los millones de jacales y casas hechas por sus propietarios que hay en esos países y que están, equipados con aparatos eléctricos importantes, como TV y refrigeradores, y que sin embargo no tienen agua corriente. Ni es probable que tengan nunca servicios individuales de a

agua y drenaje. Tres razones hay para esto: 1. Las normas de asentamiento, a menudo caóticas, de estas comunidades impiden el teñido de grandes instalaciones de servicios lineales, como los conductos principales de agua y drenaje, sin importantes y por ende inaceptables demoliciones y remociones; 2. El terreno en que se dan esos poblamientos - suelen ser tan marginal en lo tocante a las condiciones de vertiente y subsuelo que la instalación de conductos principales de agua y drenaje es prohibitivamente costosa y 3. Las mismas comunidades suelen carecer de fuerza política para presionar a las autoridades con la finalidad de que instalen esos sistemas.

En los EEUU podría ser igualmente importante una instalación recicladora de agua y drenaje. Como en los sistemas de servicios municipales - se ven obligados a extenderse de acuerdo con el incremento demográfico, y como aumenta el peligro de la polución, el sector público se enfrenta a nuevas inversiones de mayor cuantía en instalaciones de tratamiento de aguas. Un aparato individual de agua y drenaje podría entonces reducir la necesidad de esa inversión, así como los costos de urbanización de nuevas tierras para recibir en ellas. Ese aparato reduciría la necesidad ahora crítica que tiene el morador de un fraccionador o de una municipalidad que le lleven esos servicios al lugar - donde desea vivir. Semejante tecnología implicaría también la utilización más intensiva de los terrenos hoy poblados, reemplazando en algunas partes la necesidad de parcelas individuales para acomodar un pozo de agua pura y una fosa séptica.

Sistema de Energía y de Electricidad:

Tal vez la analogía más estrecha con el cambio gradual que se observó en la pintura - el cambio del obrero especializado a la mano de obra no profesional - esté en las fases de instalación y electrificación de la construcción. Son muchos los jacales y las casas construidos por sus propietarios, electrificados en las zonas en desarrollo a menudo con

tando ilegalmente y clandestinamente con las líneas del gobierno e privadas. Aun en los EE.UU., donde es técnicamente ilegal y a veces peligroso muchos no profesionales y dueños de casas hacen ese tipo de conexiones con la esperanza de evadir los altos costos del electricista autorizado.

Las innovaciones tecnológicas modernas han desempeñado algún papel en la liberación del morador respecto del electricista, pero es patente que la tecnología puede ir mucho más allá y hacer los aspectos de la electrificación más seguros y cómodos en la vivienda. Por ejemplo, estudios recientes patrocinados por la US National Aeronautics and Space Administration (NASA) han conducido a la creación del "alambrado Duror", sea un alambre con un perfil tan delgado como un cabello humano, que puede fabricarse en una cinta provista de adhesivos por detrás muy parecida a una cinta engomada transparente. Este alambrado puede emplearse con conmutadores también provistos de adhesivos en la parte posterior que se parecen a los ordinarios pero no penetran en la superficie de la pared. Esos alambres y conmutadores "de pegar", y tal vez algún día también las salidas de pared y techo pueden ser de instalación totalmente segura y simple y tener virtualmente el mismo aspecto y aun mejor que el de nuestra instalación acostumbrada que ahora debe enterrarse laboriosamente en paredes pisos y techos, por manos de especialistas autorizados. Es de suponer que en el futuro, la tecnología pueda hacer la conexión de todo el sistema eléctrico de una casa algo fácil seguro y banal como la conexión de un reloj o de una tostadora eléctrica.

La tecnología puede también contribuir a la generación de electricidad y de energía y así como, a su distribución interna. Hoy, por ejemplo las boyas de alta mar y el equipo para uso en el espacio exterior suelen generar su propia energía eléctrica son acumuladores de energía solar. Queda fuera del alcance de este libro averiguar si será alguna

vez económico para las viviendas generar su propia energía eléctrica (acaso mediante materiales de techado con acumuladores de energía solar, pilas electroquímicas o pequeños reactores de fisión o fusión), pero la cuestión está planteada. Es otro campo en que la innovación tecnológica encarna el potencial para apoyar la autonomía del individuo y librarle de las redes de servicio oficiales o privadas, a menudo discriminatorias o renuentes.

Sistemas de Cimentación y Pisos:

Finalmente, veamos con rapidez una cuarta zona de potencial contribución técnica a la autonomía del morador. Una de las tareas más difíciles para el constructor inexperto (y muy relacionada con el problema de la estructura, ya examinada), es el problema de unir la casa al terreno. El problema de disponer y unir un edificio normal y en general bien conocido a la tierra, irregular y de comportamiento difícil de prever, es detallado para el propietario constructor, y aún para el profesional representa un problema considerable. Las variables como la pendiente, la compactación o la solidez, el arenamiento o drenaje las características de la superficie y la capacidad de sustentación del suelo y todo puede afectar al éxito y la seguridad de las bases de un edificio, y las catástrofes que ocasionan trágicas pérdidas de vida sobre todo en las zonas de desarrollo, han resultado de verse muchas veces a la indebida cimentación de las casas construidas. Además, el alineamiento y la estabilidad de los cimientos suelen afectar al mejor o peor ajuste de la superestructura. Diversas innovaciones con artificios sencillos y pocos costosos de recalce anivela - ción, contratraves, zapatas "atornillables", losas de cimentación, etc., serían todas muy útiles. La tecnología podría también aplicarse a desarrollar "sustentaciones" en el aire "para utilizar el espacio por encima de las aguas, los pantanos, las grandes carreteras, etc.. La creciente previsión efectiva de "tierras edificables" por la tecnología puede beneficiar potencialmente a todos los moradores, y no solo a los de ingresos más bajos.

Financiamiento:

La estrategia componentizada arriba descrita tiene implicaciones adicionales para otro campo de dependencia del morador: el del financiamiento y el crédito. Esta estrategia permite al morador pagar a medida que construye; una estrategia en paquete exige una cantidad bastante grande de inmediato - lo que significa tener ahorros sustanciales e la solvencia necesaria para obtener un crédito, de modo que los pagos sean "fáciles" y abarquen cierto tiempo. En el caso de la construcción de una vivienda este es crucial, ya que la adquisición de un hogar es la compra más grande que muchas familias harán en toda su vida, y los ahorros acumulados casi nunca bastan para pagar la casa completa.

Por otra parte, la inmensa mayoría de las viviendas construidas por sus propietarios o por colonos intrusos en las regiones en desarrollo se hacen sin acceso al crédito o sin relación de dependencia con un banquero hipotecario. Los ahorros familiares suelen emplearse en construir una casa habitable pero sin acabar, que después se amplía y mejora a medida que los dictan las necesidades de sus habitantes... y su capacidad de pago. Es frecuente que con el correr de los años estas casas acaben por quedar terminadas y a veces se conviertan incluso en casas más complicadas de varios pisos. (Una excepción desafortunada es la casa situada en una venedad marginal, como suele suceder, que podrá ser totalmente "normal" en todo lo demás pero carecerá de agua corriente y drenaje; otro argumento en favor del sistema autónomo).

El hecho de que esos moradores puedan y estén dispuestos a pagar sumas sustanciales por la casa le subrayan las exorbitantes rentas que muchos se ven obligados a pagar sencillamente porque no les son asequibles el terreno y/o los ahorros acumulados para empezar siquiera el proceso de autoconstrucción. En las naciones desarrolladas, el proceso de construcción por el propietario sin crédito hipotecario es mucho más raro, sobre todo porque los precios de la tierra son más altos y resulta más difícil la intrusión en un terreno para "evitarse" este

coste inicial. Además, la autoconstrucción de una casa incompleta pero habitable para reducir los gastos iniciales, es mucho menos frecuente debido a los reglamentos de la construcción, demasiado escritos.

Aunque la tecnología es limitada en lo tocante a aumentar la oferta efectiva de tierras edificables, las innovaciones de la agenda arriba descrita bien podrían contribuir a reducir las necesidades de los créditos para la construcción. Por la misma difusión del proceso de construcción en pequeños incrementos y largos períodos (que es de hecho lo que el crédito tiene por misión hacer para los gastos en efectivo de la construcción), los autoconstructores pueden permitirse pagar justamente a medida que van construyendo.

La tecnología puede afectar también al crédito y al financiamiento - de otro modo es bien sabido que las familias que nunca tendrían de otro modo a recibir un préstamo hipotecario reciben con frecuencia financiamiento para TV, automóviles y aún casas sobre ruedas. ¿Por qué? Porque cuando un producto puede trasladarse, puede repesarse. En el caso de las casas móviles este es importante porque aún cuando raramente se trasladan después del viaje de la fábrica a su primer emplazamiento, el hecho de que puedan trasladarse tienen enorme significado, porque eso les hace un bien mucho más rígido. De ahí que un organismo de crédito considere a la gente de ingresos bajos como un riesgo aceptable para casas móviles aunque no consigan crédito para casas de tipo corriente sujetas al terreno, a una parte de la ciudad y aun manejo de servicios municipales (o de ausencia de ellos, como suele ser el caso para los hogares de ingresos bajos). En este contexto también una tecnología competizada - donde los componentes discretos pueden ser devueltos, reemplazados y aún repesados - puede avanzar mucho en el sentido de hacerse accesible a las familias de ingresos bajos, como los aparatos eléctricos o los automóviles.

CONCLUSIONES

Al examinar el impacto producido por la tecnología y la industrialización aparecen varios puntos críticos. Primeramente, la adquisición de grandes plantas de construcción de viviendas plenamente industrializadas de alta tecnología suele resultar contraproducente. En el futuro cercana es improbable que llegue a mejorar la vida de quienes más necesitan mejoras de vivienda. Este es así sobretodo en las regiones en desarrollo, donde la insuficiencia de los servicios sustentadores de la economía se suma al costo último de la casa. En las naciones plenamente industrializadas este punto se atenúa, a un cuando incluso en esos países las casas así producidas raramente o nunca llegan a las familias de ingresos más bajos sin subsidio oficial masivo... con lo que se refuerza más que se reduce su dependencia respecto de un sistema que a fracasado así una vez más con ellas.

En vista de ello, el autor recomienda se renuncien a las estrategias de grandes inversiones con fuertes riesgos para la plena industrialización en las regiones en desarrollo y se reenfoque el concepto de riesgo menor de los procesos de fabricación parcialmente industrializados, basados primordialmente en la sistematización y en la especialización de la mano de obra.

Finalmente, independientemente del grado de industrialización, la tendencia a los módulos enpaquetados o premontados deberá invertirse para ceder el lugar a una estrategia fuertemente componetizada. Esta recomendación abarca tanto al Tercer Mundo como a las naciones plenamente industrializadas. En unas y otras, sin un cambio radical en el gobierno y en los sectores privados en relación con la vivienda, el concepto de autonomía del morador-servido y reforzado por la nueva tecnología parece ofrecer uno de las pocas esperanzas de mejora verdadera de la construcción de viviendas sobre una base amplia. El problema que así se plantea a la tecnología es de gran embergadura. Se trata nada menos que de transformar la edificación de una casa ahora costosa y difícil, en un proceso fácil y barato.

B I B L I O G R A F I A

BAMBU COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION

Centro Regional de Ayuda Técnica México A.I.D. 1966
Biblioteca Central de la Universidad Nacional Agraria-La Molina

BAMBOO MAILS, THEIR MANUFACTURE AND HOLDING POWER

Indian Forest Recievev Series N°312
Biblioteca Central de ITINTEC

EL BAMBU

Organización de las Naciones Unidas. Secretaría Ecuador
Biblioteca Central de CAPECO

THE BAMBOO

University of Technology, Edindhoven, Netherlands.
Jules Jansen . Biblioteca Central de ITINTEC

CONSTRUCCIONES RURALES

Tesis. Univers. Nac. Agraria. Urbina Barreto
Biblioteca Central de la Univers. Nacional Agraria-La Molina

BAMBU

Estudios Técnicos Colombianos. Oscar Hidalgo
Biblioteca Central de CAPECO

CONSTRUCCIONES RURALES

Tesis. Univers. Nac. Agraria. Quiróz Rivas
Biblioteca Central de la Univ. Nac. Agraria-La Molina

LIBERTAD PARA CONSTRUIR

Siglo XXI Editores S.A. J.F.C. Turner y R. Fichter 1976
Librería Studium

BAMBU

Tesis. Unives. Nac. Agraria .Burgos L.
Biblioteca Central de la Univ. Nac. Agraria -La Molina