

# Insumos para viviendas progresivas\*

Mercedes Marrero

## RESUMEN

El presente trabajo, tiene por objeto dar a conocer los resultados de las investigaciones realizadas por los estudiantes de la II Maestría en Desarrollo Tecnológico de la Construcción, del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela. A tal fin, se incluye el Marco Referencial en el cual se desarrollan las diferentes líneas de investigación y las conclusiones y recomendaciones para la aplicación de las tecnologías propuestas.

## ABSTRACT

### Inputs for "progressive" housing

The present issue shows the results of Research Works of students of the II Mastery on Technological Development for Construction by the Institute of Experimental Development for Construction from the Architecture and Urbanism School of the Central University of Venezuela. It includes a Referencial Mark, which compends the different Research Themes and Proposed Technologies, and the conclusions and recommendations for their applications.

## DESCRIPTORES

Construcción progresiva  
Desarrollo tecnológico  
Experiencias maestría  
Viviendas

## INTRODUCCION

El presente Trabajo tiene por objeto dar a conocer los resultados de investigaciones realizadas por Estudiantes de la II Maestría en Desarrollo Tecnológico de la Construcción del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela. Dichas investigaciones, parten de la posibilidad de contribuir a dar solución al problema de la escasez de viviendas de bajo costo en Venezuela, mediante propuestas referidas a materiales de construcción más eficientes, concebidos dentro de criterios coherentes con la realidad socio económica y tecnológica del país.

## LA VIVIENDA , PRIORIDAD NACIONAL

En Venezuela, el déficit de viviendas para los sectores de menores ingresos, ha sido un problema que persiste y se agrava, a pesar de ser línea prioritaria de acción de todos los gobiernos de turno. Ante esta situación, fundamentalmente se han generado proposiciones referidas por una parte, a lo que podríamos llamar el ámbito de las decisiones políticas, y por la otra, el ámbito de las decisiones técnicas.

## DECISIONES DE TIPO POLITICO

A partir de 1978, con el incremento de las tasas de interés y la liberación de precios, se inicia un proceso inflacionario que afecta el ahorro y por tanto la disponibilidad de los bancos para otorgar créditos. Ante esta situación, el Estado interviene y dicta una serie de Decretos, los cuales, por la forma en que fueron planteados, es decir, a través de la banca, favorecieron más a los entes financieros que a los compradores, pues permitió mantener los precios de las viviendas y las tasas activas elevadas.

\* Ponencia presentada en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla. Noviembre de 1992

Ahora bien, en vista de la incapacidad de estos planteamientos para la solución del problema habitacional en el entorno económico social actual, a partir de 1990 entra en vigencia la Ley de Política Habitacional, mediante la cual se pretende cubrir un déficit de 3.000.000 de soluciones habitacionales en los siguientes quince años, a través del Programa Nacional de Vivienda<sup>1</sup>.

Obviamente esta política requiere de otras acciones complementarias tendientes a la generación de empleos, incremento de salarios, control financiero, etc., pero constituye una estructura más coherente con la realidad socio-económica que los Decretos anteriores.

### LAS ACCIONES DE TIPO TÉCNICO

El aumento de la inflación y de las tasas de interés a partir de 1978, originaron que por primera vez los costos financieros tengan un peso significativo en los costos de la construcción, por lo cual se generan una serie de acciones, tendientes a disminuir el tiempo de ejecución de las obras, como medio para acelerar la rotación de capital. En este sentido, se recurre a técnicas que requieren de una alta inversión de capital fijo, tales como la prefabricación y los encofrados tipo túnel.

Muchas empresas, gracias a una moneda sobrevaluada frente al dólar, importaron maquinarias equipos y plantas completas de prefabricados, que una vez instaladas, se encontraron con una economía deprimida en la que no tienen cabida, debido a la disminución de los proyectos, el aumento de los costos de producción y la dificultad de estas técnicas para adaptarse a los cambios<sup>2</sup>. Ahora bien, si consideramos que en el ámbito de las decisiones políticas se ha sustituido el sistema tradicional del subsidio por un nuevo concepto más adecuado a la realidad económica del país, donde los beneficios puedan ser disfrutados por las familias y no por el sector financiero, se requiere que la solución técnica tenga coherencia con las condiciones socio-económicas del medio donde pretende insertarse ya que aparentemente, el camino de la prefabricación no ha sido todo lo eficiente que se esperaba, lo cual ha llevado a su menor utilización.

De hecho, entre los años 79 al 83 del total de viviendas construidas por el INAVI, sólo un 5,27% se realizó con sistemas prefabricados<sup>3</sup>.

### UNA VIA A TRAVÉS DEL PROMAT

Frente al poco éxito de las decisiones técnicas adoptadas, surge por parte de los Investigadores del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, IDEC una nueva propuesta, mediante el *Programa de incentivos a la innovación en la producción y comercialización de materiales y componentes para la habitación popular (PROMAT)*, la cual tiene por objeto disminuir los costos de construcción de las viviendas por la vía de los materiales y componentes, ya que el peso de los insumos (62,97%) en relación a los factores de mano de obra y maquinaria, así lo justifica<sup>4</sup>.

Este proyecto conjuntamente a la incorporación del concepto de "Vivienda Progresiva" que plantea la consolidación y crecimiento de la construcción en un largo periodo de tiempo según la disponibilidad de recurso de los usuarios, pretende atacar el problema de la vivienda de bajo costo con una estrategia más coherente con las decisiones políticas adoptadas y sustituye el concepto de "Vivienda Terminada", actualmente inoperante por la escasez de recursos económicos del país.

### TECNOLOGÍAS PROPUESTAS DENTRO DE LA LÍNEA DEL PROMAT

Con el PROMAT y el concepto de Construcción Progresiva como Marco Referencial, se desarrollaron seis Tesis de grado en la II Maestría en Desarrollo Tecnológico de la Construcción, realizada en el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela. Como resultado se obtuvo una serie de componentes que introducen importantes innovaciones en el campo de los insumos para la construcción.

Los conceptos manejados dieron como resultado materiales versátiles, compatibles con los productos del mercado, que en lugar de requerir ser sustituidos para lograr la consolidación de las viviendas, preven en su diseño, aspectos que hacen posible su transformación en construcciones terminadas.

Las proposiciones se realizaron considerando la disponibilidad de la materia prima existente en el país, la capacidad instalada de la Industria, la simplificación de los procesos de producción y de montaje y el estudio preliminar de mercado.

1 Congreso de la República de Venezuela. Ley de Política Habitacional. Gaceta Oficial N° 4.124 Ext. 14/09/89. Título I.

2 CILENTO, ALFREDO. Innovación Tecnológica, Sector Construcción y Viviendas de Bajo Costo. Ponencia 1er Simposium Iberoamericano sobre Técnicas Constructivas Industrializadas para Viviendas de Bajo Costo. Maracaibo, Venezuela, 1990. Pág. 8.

3 INAVI, 60 años de Experiencia en Desarrollos Urbanísticos de bajo costo en Venezuela. 1989. Pág. 402/404.

4 TECNIDEC S.A. Informe Final Programa de Promoción Industrial. Mimeo. Venezuela. Dic. 1986. Pág. 3.

Los trabajos plantean la utilización de tres tipos de materiales, cuya disponibilidad, posibilidad de producción y tradición en técnicas constructivas similares en nuestro país, avalan su factibilidad de aplicación.

Con cada tipo de material, se desarrollaron dos investigaciones, tal y como se señala a continuación:

### Material 1

#### Lámina de acero galvanizado:

1.1. Sistema de techo de lámina y perfiles metálicos para construcción progresiva, desarrollado por la Arq. Beatriz Hernández.

1.2. Componente para techo y entrepiso de lámina metálica para construcción progresiva, desarrollado por la Arq. Rebeca Velasco.

### Material 2

#### Mortero armado:

2.1. Elementos para cerramiento vertical de mortero armado para construcción progresiva, desarrollado por la Arq. Cecilia Saloni.

2.2. Elementos para techo y entrepiso de mortero armado para construcción progresiva, desarrollado por el Arq. Antonio Méndez.

### Material 3

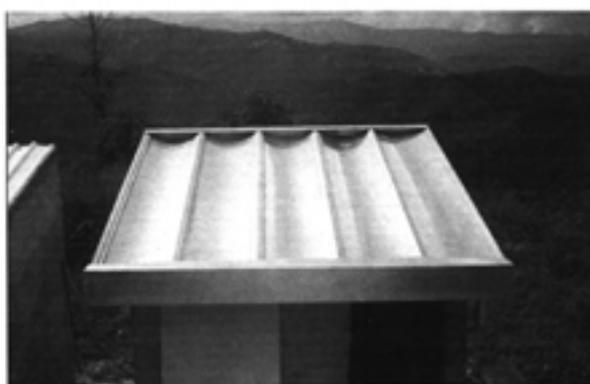
#### Concreto:

3.1.- Componentes de concreto de poco peso y bajo costo para construcción progresiva, desarrollado por el Arq. Luis Carlos Calzadilla.

3.2.- Sistema de bloques de concreto para construcción progresiva, desarrollado por la Arq. Mercedes Marrero.

Cada informe ha sido preparado a fin de brindar una visión global de la propuesta e incluye referencias acerca de la línea de investigación adoptada, estado del arte, identificación de los problemas a resolver, características del componente propuesto y reivindicaciones que ofrece en relación a los productos existentes.

El contenido y los gráficos de cada uno de ellos fue preparado por sus autores, como parte del material presentado en los Concursos "Premio Eugenio Mendoza para la Vivienda" 1992, y "Concurso de Informes del Instituto Eduardo Torrojas" 1992.



### TECHO DE LÁMINA Y PERFILES METÁLICOS PARA CONSTRUCCIÓN PROGRESIVA

Autor: Arq. Beatriz Hernández

Esta línea de investigación propone el desarrollo de una alternativa para la solución de techos de láminas metálicas en viviendas de bajo costo de carácter progresivo, para el clima tropical húmedo de Venezuela. El proyecto contempla como objetivos:

a) Dar respuesta adecuada a los requerimientos de habitabilidad de nuestro clima.

b) Proponer elementos de bajo costo y altamente industrializados, considerando las formas de producción existentes en el país.

c) Desarrollar una técnica sencilla para el ensamblaje de los componentes, donde se precinda de personal calificado para la mano de obra.

El sistema lo constituye una pieza básica que trabaja como Correa de Techo en acero laminado en frío o aluminio extruido (en un rango no mayor de 2 mm de espesor), colocada en sentido paralelo a la pendiente del techo. Cada correa en su función de soporte permite en su sección superior el anclaje de láminas metálicas planas provenientes de bobinas, de poco espesor (0,44 mm), en forma colgada con sujeción de unas pestañas que contienen las correas y para lo cual no se requiere de tornillos o soldaduras. Para finalizar la fijación se coloca un tapajunta a presión que impide el paso de la humedad y da mayor rigidez a su conjunto. La correa en su sección inferior, permite colocar a manera de gaveta, una lámina de material aislante, con lo cual se conforma una cámara de aire. Esta alternativa, además de ofrecer condiciones efectivas para el mejoramiento del confort térmico, permite cubrir estructuralmente hasta 9,00 mts. de longitud entre apoyos, estimándose que sus costos están un 40% por debajo de las láminas metálicas existentes.



### TECHO Y ENTREPISO DE LAMINA METALICA PARA CONSTRUCCION PROGRESIVA

Autor: Arq. Rebeca Velasco

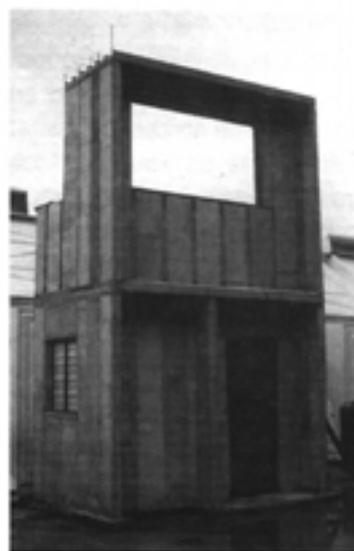
Las láminas metálicas para cubiertas son componentes altamente industrializados en nuestro país, lo que ha permitido su utilización masiva en los estratos sociales de más bajos ingresos, por ser uno de los materiales más económicos. Sin embargo, carecen de respuestas físicas y técnicas acordes a nuestro clima y modo de uso; teniendo limitaciones en su aspecto estructural.

Por tanto la investigación pretende:

- Conformar una lámina estructural rígida por su geometría, tanto para techo como para entrepiso.
- Reducir la cantidad de concreto ( $m^3$ ) en el entrepiso.
- Reducir peso por  $m^2$  de entrepiso.
- Conformar una cámara de aire efectiva en el techo.
- Reducir los costos en la 1ra. etapa de la vivienda.
- Proporcionar factibilidad de crecimiento y consolidación.
- Conformar un sistema abierto de techo y entrepiso.

Como resultado de la investigación, se propone un componente básico para techo y entrepiso, de lámina metálica (acero galvanizado), perfilada de 60 cms. de ancho útil, la cual es compatible con cualquier sistema constructivo y materiales existentes en el mercado, permitiendo la creación de una cámara de aire efectiva que garantice el confort térmico de las áreas techadas, y un ahorro a nivel de estructuras de apoyo y amarre de la lámina, cubriendo mayores luces.

Además de las ventajas ya descritas, el componente propuesto permite la consolidación y crecimiento progresivo de techos y entrepisos con una reducción de costos directos hasta de un 60% en comparación a otras láminas existentes en el mercado.



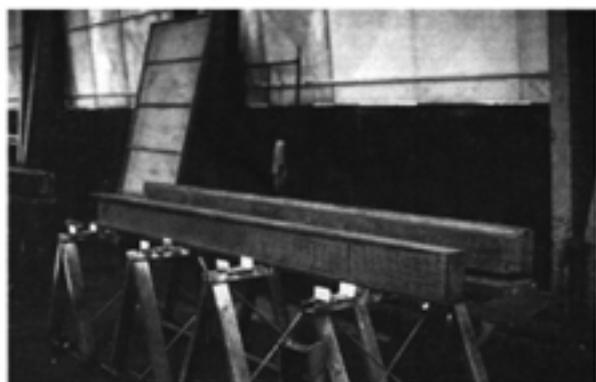
### ELEMENTOS DE CERRAMIENTO VERTICAL DE MORTERO ARMADO PARA CONSTRUCCION PROGRESIVA.

Autor: Arq. Cecilia Saloni

Se entiende por mortero armado, aquel material constructivo en el cual el mortero (arena-cemento) y el refuerzo metálico trabajan conjuntamente para conformar estructuras rígidas de espesores delgados, donde la resistencia y la rigidez se desarrollan mediante la forma del elemento. Con base a la potencialidad de este material, para conformar componentes constructivos de poco espesor, mínimo peso y alta resistencia, se estudió en detalle la ejecución de la técnica y se obtuvo como resultado un componente constructivo portante para la construcción progresiva de paredes, que permite racionalizar el proceso constructivo y mejorar la calidad de la vivienda para los sectores de bajos recursos.

El sistema consiste en un componente básico y variantes para resolver las esquinas, antepechos y dinteles. Todos ellos, se producen planos y se doblan antes del montaje, a fin de obtener una pieza en forma de "C", lo que confiere rigidez. El peso promedio de los componentes (55 Kg), su forma y proporciones, permiten su manipulación y traslado por una o dos personas, lo que se traduce en un proceso constructivo sencillo y rápido, que permite la construcción de dos niveles sin requerir de equipos, herramientas ni mano de obra especializada. La propuesta se concibe como un sistema abierto que admite la colocación de techos, entrepisos, puertas, ventanas, escaleras, etc., existentes en el mercado.

Realizado un estudio comparativo entre la propuesta y el sistema constructivo tradicional, se observó una reducción estimada del 20% en costos directos, lo que sumado a la reducción aproximada del 50% del tiempo necesario para el proceso constructivo, se traduce en considerables ventajas frente al sistema constructivo tradicional.



### ELEMENTOS DE TECHO Y ENTREPISO DE MORTERO ARMADO PARA CONSTRUCCION PROGRESIVA.

*Autor: Arq. Antonio Méndez*

Estudios realizados en el proceso de construcción de barrios de ranchos, evidencian que en el proceso de consolidación de la vivienda se produce una sustitución progresiva de materiales de desecho por materiales más duraderos, lo cual significa una doble inversión y en consecuencia mayores costos por pérdida de materiales y esfuerzo.

Sobre esta base, se propone una vía alterna para la conformación de techo y entrepiso mediante un componente de mortero armado que permita, a través de un proceso progresivo, relativamente sencillo, cumplir con los requerimientos de techo y que posteriormente pase a conformar un entrepiso. Con este concepto, se propone un componente en forma de "U", con las siguientes características:

- a) Dimensiones de 20 cms de ancho por 10 cms de alto, con un peso entre 50 y 55 Kgs., para cubrir luces entre 3 y 4 mts.
- b) Presenta el alma inclinada, para solucionar el problema de la pendiente cuando el componente se utiliza como techo.
- c) Posee secciones de cabilla a la vista y timpanos en los extremos del componente para colaborar con el comportamiento estructural y permitir la unión con el cerramiento vertical.
- d) La unión longitudinal se realiza uniéndolo a la malla de refuerzo que se deja a la vista y cubriéndolos con una capa de mortero.
- e) Su consolidación como entrepiso se realiza colocando malla sense en sentido contrario a la dirección de las alas del componente y vaciando una capa de concreto de 3 cms.
- f) El costo directo de esta tecnología resulta un 40% inferior en comparación a lo que costaría la construcción de un techo de lámina y posteriormente su sustitución por un entrepiso de tableros, sin considerar el ahorro en tiempo y esfuerzo.



### COMPONENTES DE CONCRETO DE POCO PESO Y BAJO COSTO PARA CONSTRUCCION PROGRESIVA

*Autor: Arq. Luis Carlos Calzadilla*

La línea de investigación de componentes de concreto de poco peso y bajo costo, reviste de gran interés por las características de nuestro país, en donde la tecnología del concreto es conocida y el peso de los componentes constituye un factor clave para lograr mayor eficiencia en los procesos de transporte y montaje, lo que contribuye a la disminución de los costos.

La propuesta plantea la producción de los componentes con técnicas sencillas, incorporando el concepto de construcción progresiva a su diseño.

El sistema consiste en dos tipos de componentes estructurales lineales que son ensamblados para constituir la osamenta de la edificación, a partir de la cual se procede al montaje construcción de los cerramientos. Adicionalmente, se propone un componente plano, el cual es utilizado como encofrado perdido de entrepisos, como loseta de piso, de techo, o para formar las paredes. Este sistema es compatible con variadas tecnologías, tales como tierra-cemento, mortero sobre malla, láminas planas de fibro-cemento, etc., y permite el montaje de puertas y ventanas de dimensiones estándar.

El crecimiento vertical del sistema, está previsto en esta etapa de la investigación hasta dos niveles.

En los gráficos siguientes, se presentan los aspectos relevantes de la tecnología propuesta.



### SISTEMA DE BLOQUES DE CONCRETO PARA CONSTRUCCION PROGRESIVA.

Autor: Arq. Mercedes Marrero

La tecnología propuesta se basa en los siguientes aspectos:

- a) Se apoya en una práctica constructiva tradicional, lo que facilita su aceptación por parte de los usuarios.
- b) Plantea la concepción de la Mampostería como un sistema integral de cerramiento portante, para construir paredes y losas, compatible con los bloques existentes.
- c) La producción de los componentes se plantea con la tecnología y los materiales existentes en el país.
- d) Los componentes permiten efectuar la consolidación progresiva de la construcción, mediante la incorporación de refuerzos y la introducción de tuberías en las celdas internas de la pared, sin producir daños en la misma.

El sistema propuesto consta de un componente básico y uno complementario. El componente básico, presenta ranuras de precorte que permiten la obtención de piezas modulares de longitudes diferentes, según se requiera. Estas ranuras, también permiten que las caras del bloque puedan ser removidas para la incorporación de refuerzos o tuberías. El componente complementario, produce al ser partido por las ranuras que tiene incorporadas, elementos para conformar vigas de corona, dinteles o remates de pared. Las principales ventajas de la tecnología propuesta, son su mayor eficiencia en términos de producción, por ser sólo dos componentes de múltiples usos, y su concepción de componentes diseñados para ser utilizados en construcciones progresivas. En cuanto a sus costos directos, éstos son un 13% menores que los de las paredes de bloques convencionales y un 26% menores que los de las losas de perfiles y tabelones.

### NUEVAS PROPUESTAS FRENTE A NUEVAS REALIDADES

Las tecnologías antes expuestas pretenden aportar alternativas en el campo de los materiales de construcción, dentro de una nueva realidad cada vez más restringida desde el punto de vista de la disponibilidad de recursos.

Estos insumos, tienen la particularidad de haber sido concebidos para ser utilizados en construcciones de tipo progresivo, lo que los ubica en una posición favorable frente a los materiales que podían ser realizadas de una sola vez. Esta característica de los componentes propuestos, permiten el crecimiento y consolidación de la construcción con un mínimo desperdicio, sin tener que recurrir a la práctica del continuo proceso de construcción y demolición, que está presente a lo largo de la vida útil de las viviendas, con la consiguiente pérdida de esfuerzo y dinero.

Es importante señalar, que los insumos propuestos son compatibles con los materiales existentes en el mercado y pueden producirse con la tecnología existente en Venezuela. Actualmente se han elaborado probetas en escala natural, para su comprobación experimental y en algunos casos se ha iniciado el proceso para su producción industrializada. El grupo de componentes presentados, no pretende cubrir un amplio espectro dentro de los insumos de construcción, pero presenta opciones que pueden ser utilizados según las características propias de cada obra a ejecutar. En nuestro país, estas propuestas podrían brindar soluciones de acuerdo a nuestras necesidades y en función a los recursos disponibles, ya que como se ha expresado al inicio del presente informe, las tecnologías y materiales importados, no representan en la actualidad, una vía factible para solucionar el déficit de construcciones habitacionales.

#### Agradecimiento

La autora agradece a los arquitectos Luis Carlos Calzadilla, Beatriz Hernández, Antonio Méndez, Cecilia Saloni y Rebeca Velasco, la preparación del material correspondiente a sus propuestas tecnológicas.

La presentación de la Ponencia en la Universidad de Sevilla, fue presentada gracias a la colaboración de CONICIT, CDCH y el Vicerrectorado Administrativo de la UCV.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALZADILLA, Luis Carlos; HERNANDEZ, Beatriz; MARRERO, Mercedes; MENDEZ, Antonio; SALONI, Cecilia; VELASCO, Rebeca: *Informes Parciales Tesis de Grado II Maestría en Desarrollo Tecnológico de la Construcción*. Mimeo. Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela. Caracas, 1990/1992.