

## SISTEMAS DE GESTIÓN Y PRODUCCIÓN EN LA ARQUITECTURA DE TIERRA

**Irene Cecilia Ferreyra**

Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATIC) - Facultad de Arquitectura y Urbanismo –  
Universidad Nacional de Tucumán – Argentina [icferreyra@hotmail.com](mailto:icferreyra@hotmail.com)

**Palabras Claves:** Sistemas de gestión, tecnologías para el desarrollo, arquitectura de tierra

### Resumen

La industria de la construcción presenta particularidades que la distinguen de otras industrias por lo que sus posibilidades de adaptación al nuevo paradigma productivo dependen en gran medida del estudio particularizado de modelos de gestión en tres niveles de impacto: territorial, bienes de capital y mercado de trabajo. El Instituto de Estudios del Hambre (IEH) considera a las tecnologías sociales como el conjunto de productos, técnicas y procedimientos, desarrollados a nivel comunitario, para resolver problemas de vulnerabilidad o exclusión social. Aparece así, como hecho clave, la necesidad de incorporar en la arquitectura de tierra la fusión entre conocimiento científico y técnica tradicional con el objeto de introducir las modificaciones necesarias en las distintas instancias de producción mejorando los niveles de productividad. La búsqueda de respuestas se orienta así a nuevas formas organizativas de la producción, producción flexible, sistema de redes y terciarización. La incorporación de sistemas informacionales de control, la búsqueda de tecnologías apropiadas y la capacitación de mano de obra; se convierten en pilares fundamentales del proceso de reestructuración productiva. El presente trabajo se desarrolla en el Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo – UNT y tiene por objeto estudiar los sistemas de gestión de la arquitectura de tierra en los siguientes niveles de análisis: a) Producción de materia prima, b) Producción de componentes, c) Comercialización en mercado formal, d) Incorporación a obra. Así como, brindar una herramienta metodológica para mejorar los niveles de productividad y competitividad, incorporando materiales y componentes constructivos de tierra en el mercado formal de materiales

### 1. INTRODUCCIÓN: PRODUCCIÓN DEL HÁBITAT Y TECNOLOGÍA

Hablar de producción de hábitat implica abordar, entre otros aspectos, procesos productivos que responden a la lógica de los distintos actores intervinientes y que dan por resultado un conjunto de bienes tangibles e intangibles, signados por una forma colectiva de apropiación de recursos (Panaia, 2006).

El acceso a una vivienda, su materialización y sus vínculos con la vida urbana, dependen en gran medida de un conjunto de valores y expectativas, de la infraestructura y equipamiento colectivo, de su accesibilidad física y económica, de las reglas de mercado y de los recursos culturales y tecnológicos, entre otros.

Una característica significativa en la Argentina es que los sectores populares acceden a una vivienda por medio de la autoconstrucción, en un proceso que se extiende en el tiempo, dependiendo de un mercado de materiales sobrevaluado por la falta de componentes constructivos y sin la posibilidad de contar con tecnologías intermedias que permitan alcanzar un grado de calidad de producto y confort adecuado.

El desarrollo de tecnologías intermedias permite aumentar la productividad a corto plazo, en obras con sistemas tradicionales, iniciando así un proceso de renovación y actualización progresiva del parque tecnológico. En este sentido, un factor importante, lo constituye el avance en el diseño y normalización de componentes y sistemas constructivos que permitan reducir operaciones para el montaje en obra.

La tierra como materia prima para la fabricación de componentes y elementos constructivos, permite dar respuesta al nuevo paradigma productivo, incorporando el aporte del diseño, la adaptación de tecnología existente en el mercado y un patrón de producción flexible generando un modelo tecno-productivo tanto adecuado como eficaz.

## 2. LA TIERRA: CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL

El Instituto de Estudios del Hambre (IEH) considera a las Tecnologías Sociales como el conjunto de productos, técnicas, procedimientos o procesos metodológicos, desarrollados a nivel comunitario, para resolver problemas de vulnerabilidad o exclusión social.<sup>1</sup>

Es decir, se diferencian de las tecnologías apropiadas fundamentalmente por su capacidad de generar empleo genuino y bienes de cambio en el mercado formal, actuando como motor de desarrollo productivo a escalas intermedias. Aparece así, como hecho clave, la fusión entre conocimiento científico y la técnica tradicional con el objeto de introducir las modificaciones necesarias en las distintas instancias de producción mejorando los niveles de productividad e inserción en el mercado.

La arquitectura de tierra cuenta con significativos ejemplos en la región del Nor Oeste Argentino (NOA), generalmente referidos a edificios patrimoniales, vivienda rural y edificios públicos en zonas áridas y semiáridas. Sin embargo a partir de la década del 80, en parte favorecido por el creciente interés en la geoarquitectura, se inicia un nuevo camino caracterizado por la incorporación de rigor técnico-constructivo permitiendo alcanzar avances en el conocimiento del material y su aplicación en viviendas de interés social.

La tecnología de construcción con tierra presenta respecto de otras, una situación atípica para la industria de la construcción en cuanto permite la gestión del proceso de producción de componentes constructivos *in situ* y, por lo tanto, su regulación, modificación y control.

La fuente de obtención de la materia prima es, naturalmente variable al igual que sus propiedades físicas y mecánicas; consecuentemente, su adecuada utilización para la elaboración de productos, depende de un control sistemático. Lo que en apariencia resulta una limitación para aumentar la productividad en términos cuantitativos, constituye por otro lado una efectiva herramienta para el control de la calidad de producción, aportando una variable de ajuste en la planificación organizativa y financiera de la obra y la localización de capitales en la etapa de fabricación de componentes.

La tierra puede ser utilizada como materia prima para la elaboración de diversos componentes básicos (un ejemplo de ello es la variedad de mampuestos existentes), o bien para la elaboración de elementos constructivos (muros monolíticos de tapial). Existe por lo tanto la posibilidad de planificar en la etapa proyectual, la continuidad de posteriores operaciones en obra, basada en la selección de tecnología apropiada a los recursos humanos y materiales disponibles.

Corrientemente la tierra extraída en áreas urbanas (excavaciones para fundaciones de edificios de envergadura) se destina para relleno de terrenos bajos o bien, transportada a vaciaderos con el correspondiente compromiso ambiental y un importante consumo de combustible, variable en función de las distancias recorridas. En definitiva se trata de un capital que emigra de las ciudades, que no se reproduce y que actúa generalmente en detrimento de áreas de expansión urbana. Son pocos los municipios y ciudades en Argentina que cuentan con regulación al respecto.

---

<sup>1</sup> El Instituto de Estudios del Hambre (IEH) es una organización plural e independiente, sin ánimo de lucro, fundada en España en 2001. El Instituto reúne la experiencia profesional analítica y práctica de investigadores, docentes y técnicos de países en desarrollo y europeos, con una extensa actividad en organismos internacionales de desarrollo (FAO, PNUD, IICA-OEA, Comisión Europea) y emergencia (OCHA, ECHO), en la Cooperación Española, en ONG (Euronaid, Action Aid), centros académicos y empresas agroalimentarias.

La reproducción de este capital, a través de la elaboración de componentes constructivos dentro del área urbana, aparece en primera instancia como una alternativa al menos interesante.

El desarrollo de tecnologías intermedias permite aumentar la productividad a corto plazo, en obras con sistemas tradicionales, iniciando así un proceso de renovación y actualización progresiva del parque tecnológico. En este sentido, un factor importante, lo constituye el avance en el diseño y normalización de componentes y sistemas constructivos que permitan reducir operaciones para el montaje en obra.

La tierra como materia prima para la fabricación de componentes y elementos constructivos, permite dar respuesta al nuevo paradigma productivo, incorporando el aporte del diseño, la adaptación de tecnología existente en el mercado y un patrón de producción flexible generando un modelo tecno-productivo tanto adecuado como eficaz.

### **3. LA REESTRUCTURACIÓN PRODUCTIVA: NIVELES DE ANÁLISIS**

La industria de la construcción presenta particularidades que la distinguen de otras industrias, por lo que sus posibilidades de adaptación al nuevo paradigma productivo dependen en gran medida del estudio particularizado de modelos de gestión en tres niveles de impacto:

- Territorial
- Bienes de capital
- Mercado de trabajo.

Los problemas de organización del trabajo en la industria de la construcción, tienen un carácter específico, debido a la variabilidad de procesos de producción y a las diferentes especialidades que participan en el mismo producto (Panaia, 1989)

Son tres los ejes donde se puede evaluar el acercamiento a la reestructuración productiva de la industria de la construcción:

- Nuevas formas organizativas de la producción, producción flexible, sistema de redes y terciarización.
- La incorporación de sistemas informacionales de control, la búsqueda de tecnologías apropiadas
- La capacitación de mano de obra.

El análisis de estos tres pilares en la arquitectura de tierra, nos permitirá abordar el tema y lograr una aproximación micro-económica a la problemática planteada.

### **4. FORMAS ORGANIZATIVAS DE LA PRODUCCIÓN**

#### **4.1. Producción de materia prima tierra**

El análisis de la extracción de la tierra, como materia prima para la elaboración de componentes y elementos constructivos, permite profundizar en una de las fases del proceso de producción a fin de proporcionar herramientas conceptuales para mejorar los niveles de productividad.

En las localidades rurales, o en proceso de urbanización la extracción de la tierra como materia prima, se basa en conocimientos empíricos, transmitidos de manera oral. Su extracción es manual y se hace esporádicamente en forma conjunta con vecinos cuando surge la necesidad.

Se percibe como un recurso inagotable y rara vez existe legislación que regule explotación.

Generalmente los procesos de ocupación de suelo urbano no cuentan con regulación estatal alguna y avanzan sobre los puntos de extracción, perdiendo un recurso y reemplazando la

tecnología de tierra por alternativas con mayor grado de industrialización cuya producción se localiza en otros centros.

Uno de los puntos débiles de los centros en consolidación urbana, es la falta de mapas ambientales que den cuenta de los procesos de renovación de las capas superiores y sirvan de herramienta flexible para regular la extracción de la materia prima de forma sustentable.

En definitiva, es posible sostener que existe una extracción de materia prima de la siguiente manera:

- Sin programa de explotación del recurso ni mapas ambientales
- Sin herramientas de control de calidad: La fuente de obtención de la materia prima es variable al igual que sus propiedades físicas y mecánicas; consecuentemente, su adecuada utilización para la elaboración de productos, depende de un control sistemático
- Sin participación de organizaciones intermedias
- Sin normativa local

#### 4.2. Producción de componentes de tierra con valor agregado

Se denomina Valor Agregado o Valor Añadido cuando a un producto se le agregan características extras a las que tiene con el fin de darle mayor valor comercial y lograr cierta diferenciación para el que lo aplica. Se considera producción primaria a todas aquellas acciones que hacen uso o extraen recursos naturales para la obtención de materias primas.

El primer paso en el agregado de valor es obtener materia prima seleccionada y clasificada, con estrictos controles desde el manejo de los insumos, pasando por el control de pérdidas, cuidado ambiental y capacitación permanente de las personas que participan de este proceso primario. La materia prima puede sufrir distintos grados de industrialización lo que se denomina “Cadenas de Valor”<sup>2</sup>. A los efectos del análisis, se puede establecer las siguientes comparaciones expuestas en el cuadro 1.

Cuadro 1 – Comparación de materiales

	<p><b>SISTEMA TRADICIONAL DE EXTRACCIÓN DE ARIDOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Localización de canteras reguladas y bajo normas de impacto ambiental</li> <li>• Clasificación según granulometría</li> <li>• Selección del materia prima bajo normas</li> <li>• Comercialización standart</li> </ul>
	<p><b>SISTEMA TRADICIONAL DE EXTRACCIÓN DE TIERRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Localización de canteras sin control ni regulación</li> <li>• Entrega de materia prima sin clasificación granulométrica o identificación</li> <li>• Selección de materia prima sin normativa ni protocolos de comercialización por volumen.</li> </ul>
	<p><b>MORTEROS TRADICIONALES PREELABORADOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración de pre – mezclas con valor agregado</li> <li>• Incorporación de tecnologías que permiten modificación de sus propiedades</li> <li>• Plantas productoras y comercialización en mercado formal</li> <li>• Productos empaquetados con sistema específico de acopio e incorporación a obra</li> <li>• Especificaciones técnicas del proveedor</li> </ul>

<sup>2</sup> INTA – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina

	<p><b>MORTEROS DE TIERRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración in situ, sin valor agregado</li> <li>• Tecnología tradicional con tiempos extendidos de preparación</li> <li>• inexistentes en el mercado formal por falta de desarrollo de tecnologías intermedias</li> <li>• Acopio de materia prima en obra sin controles de contaminación</li> </ul>
---	--

La producción de componentes constructivos de tierra presenta, frecuentemente, las siguientes características:

- Producción *in situ*. Sin controles técnicos y con materia prima variable en sus propiedades
- Producción sujeta a condiciones estacionales: fundamentalmente lluvias y heladas
- Sistema de secado y acopio al aire libre.
- Producción sin protocolos operacionales de:
  - Incorporación de materia prima al espacio de producción
  - Control de calidad de materia prima
  - Flujo, continuidad y costos de traslado
  - Análisis de laboratorio
  - Mecánica de registro de resultados
  - Estabilización de tierras
  - Estudio de insumos y costos de materiales
  - Control y mantenimiento de herramientas y maquinarias para la producción de componentes
  - Toma de muestras testigos
  - Acopio, traslado e incorporación del componente en obra
  - Programas informáticos de recopilación de información y construcción de datos:
  - Normativa de soporte, específica

#### **4.3. Análisis comparativo de elementos constructivos: Debilidades y fortalezas. Tecnologías para el desarrollo.**

Tecnología social (TS) es una forma de diseñar, desarrollar y gestionar tecnología orientada a resolver problemas sociales y ambientales, generando dinámicas sociales y económicas de inclusión social y de desarrollo sustentable”.

Para mejorar los niveles de productividad, resulta necesario abordar y analizar en detalle las fases del proceso de producción. Considerar sus fortalezas y debilidades, así como los mecanismos de control necesarios a lo largo del proceso.

##### **4.3.1. Muro de mampostería de bloques de suelo-cemento (producción in situ de componentes).**

La primera fase corresponde a la resolución teórica funcional, formal, estructural y tecnológica del edificio, así como la concepción del modelo de producción y sus herramientas de concreción y control.

Salvo raras excepciones, la producción de bloques de suelo cemento se realizan a pie de obra, convirtiéndose la misma en centro productivo que presentan las siguientes características:

- a) Producción *in situ*. Sin controles técnicos y con materia prima variable en sus propiedades
- b) Sujeta a condiciones estacionales: fundamentalmente lluvias y heladas
- c) Sistema de secado y acopio al aire libre.
- d) Producción sin protocolos operacionales de:
  - Incorporación de materia prima al espacio de producción
  - Control de calidad de materia prima
  - Flujo, continuidad y costos de traslado
  - Análisis de laboratorio
  - Mecánica de registro de resultados
  - Estabilización de tierras
  - Estudio de insumos y costos de materiales
  - Control y mantenimiento de herramientas y maquinarias para la producción de componentes
  - Toma de muestras testigos
  - Acopio, traslado e incorporación del componente en obra
  - Programas informáticos de recopilación de información y construcción de datos:
  - Normativa de soporte, específica

Para la concreción de muros de bloques de suelo-cemento, con producción *in situ* de componentes, se puede distinguir tres fases diferentes en el proceso de producción:

- Fase 1: Proceso de concepción

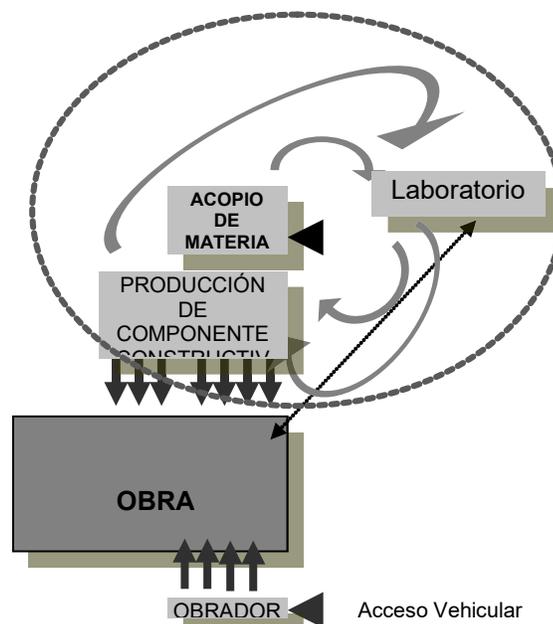


Figura 1. Modelo teórico de producción *in situ*

Esta instancia depende fundamentalmente de la disponibilidad de recursos humanos, experiencia profesional y capacidad de articulación entre áreas de conocimientos diferentes.

En el planteo de tecnologías sociales resulta indispensable abandonar el paradigma de proyectista unipersonal convirtiéndolo en una etapa de discusión y transferencia de conocimiento intradisciplinario. Esta nueva forma de abordaje permite obtener resultados ricos en experiencias y saberes adquiridos, pero presenta al mismo tiempo algunos problemas de tipo operativo:

- Requiere un plan de trabajo estricto y un modelo de coordinación flexible de las distintas áreas intervinientes. Se obtienen resultados efectivos cuando el equipo de trabajo está consolidado y sus miembros tienen experiencia previa en trabajos grupales de idéntica o menor escala.
- Los tiempos y objetivos del equipo no siempre son coincidentes con los requerimientos de las instituciones que financian el proyecto. Esto representa generalmente el primer conflicto en el proceso de gestión.

Es en esta fase donde la resolución formal, funcional, estructural y tecnológica, permiten en mayor o menor medida, la repetición tecnológica y la producción seriada de elementos *in situ*. El modelo de producción deberá contemplar por lo tanto la demanda del espacio destinado al control de calidad de los materiales y producto elaborado, su acopio y traslado en obra

En el pasaje hacia la concepción de la arquitectura de tierra, como motor de desarrollo técnico productivo, surgen necesidades de tipo operacionales que permitan un monitoreo sistemático y aumento de productividad. Algunas de las herramientas efectivas a tal fin, son:

a) Debates teóricos y guías metodológicas

b) Protocolos operacionales de:

- Incorporación de materia prima al espacio de producción
- Control de calidad de materia prima
- Flujo, incorporación a obra, continuidad y costos de traslado
- Análisis de laboratorio
- Mecánica de registro de resultados
- Estabilización de tierras
- Estudio de insumos y costos de materiales
- Control y mantenimiento de herramientas y maquinarias para la producción de componentes
- Toma de muestras testigos
- Acopio, traslado e incorporación del componente en obra

c) Programas informáticos de recopilación de información y construcción de datos:

d) Normativa de soporte, específica

- Fase 2: Producción de componentes

Esta fase, de carácter operacional, en el caso de los muros de mampostería de bloque suelo-cemento (BSC), se diferencia del sistema monolítico por contar con una instancia previa a la ejecución del elemento constructivo: la producción del componente. Esta etapa define en gran medida las propiedades físico-mecánicas del elemento constructivo final

En el caso de una producción *in situ* se hace indispensable el control de dos puntos clave: la incorporación de la materia prima *just in time* y la articulación obra-laboratorio para el control de calidad y cumplimiento de normas técnicas. Dado que las propiedades físicas, mecánicas y químicas de la tierra empleada varían con cada partida recibida, resulta indispensable la realización de pruebas de campo y ensayos de laboratorio de manera sistemática,

tendientes a establecer en cada caso, las dosificaciones más convenientes para su estabilización.

La producción de componentes en obra, implica un esquema transversal de planificación y la discontinuidad en la fabricación de componentes puede paralizar la obra o bajar los rendimientos finales de la misma. El uso de sistemas mixtos (bloqueras de accionamiento manual y semi-automáticas), permiten una producción continua aun durante el periodo de mantenimiento o reparación de la maquinaria.

Un aspecto importante a destacar en esta etapa, es la previa organización y capacitación de la mano de obra. Contemplar la articulación con un centro abierto de formación permanente, puede aportar una respuesta flexible y eficiente para el régimen temporal de los trabajadores de la construcción.

Cuadro 2 – Comparación de la producción de componentes

PRODUCCIÓN DE BSC CON BOLQUERAS DE ACCIONAMIENTO MANUAL	PRODUCCIÓN DE BSC CON BLOQUERAS SEMI-AUTOMÁTICAS
Producción a escala artesanal, entre 600 y 800 unidades por máquina, por jornada de trabajo de 8 horas. Estos valores pueden variar en función de modificaciones de diseño de la maquina bloquera.	Producción a escala de pequeña industria, entre 3000 y 5000 bloques (valor que varia según el grado de complejidad de la maquinaria y la cantidad de operaciones automatizadas)
Generadora de mayor empleo de mano de obra poco calificada	Generadora de empleo de mano de obra calificada. Requiere servicios técnicos tercerizados.
Por su movilidad permite variar el espacio físico de producción	Por sus dimensiones y peso, requiere de un centro de producción fijo, con capacidad de acopio, carga y descarga de materiales.
Sin consumo de energías no renovables	Alto consumo energético
Producción variable. Requiere mayor cantidad de instancias de control y regulación de la calidad de bloques	Producción continua y precisa. Aumenta los niveles de productividad no solo desde lo cuantitativo, sino que mejora la relación tiempo/costo de producción/ propiedades del componente constructivo.
	
Foto: CRIATIC – FAU – UNT	Foto: <a href="http://www.ecomaquinarias.com.br">www.ecomaquinarias.com.br</a>
<p>Tecnologías para el desarrollo: Incorporación de conocimiento científico para aumentar los niveles de productividad</p> <p>Mejorar niveles de productividad → Competitividad → Incorporación al mercado formal de materiales</p>	

### - Fase 3: Producción del elemento constructivo

Como todo sistema de mampostería, el alzado de muro depende de una serie de operaciones reiteradas que en todos los casos deben garantizar las especificaciones técnicas concebidas en la fase 1 (etapa proyectual).

Para su análisis, resulta conveniente, diferenciar dos grandes grupos:

- Sistema de mampostería tradicional con mortero de intrajuntas
- Sistema de mampuestos sin mortero de intrajuntas.

La reducción de operaciones de aplomado, nivelado, llenado de juntas, etc, permite la reducción de tiempos de ejecución y consecuentemente al aumento de los niveles de productividad.

Un ejemplo de ello lo constituyen los muros de bloques articulados de suelo cemento desarrollados en el CRIAtiC que por su diseño de “encastre” permite su incorporación en seco garantizando la estabilidad y uniformidad del muro

El sistema tradicional de mampostería, por su característica heterogénea requiere tiempos de ejecución vinculados no solo a la capacitación de los operarios, sino también a los tiempos de fragüe del mortero, por lo que la simplificación en las operaciones de alzado del elemento constructivo aporta no solo la reducción de tiempos de ejecución, sino también a la mejor distribución de operaciones calificadas dentro de la obra (Alderete et al, 2006).

#### 4.3.2. Muro monolítico de suelo cemento: tapial

El sistema monolítico de tapial estabilizado se diferencia de los sistemas tradicionales de mampostería por no requerir componentes básicos para su alzado. La técnica consiste en la incorporación de mezcla de tierra y cemento en moldes (tapialeras), la que mediante la compactación por apisonado manual o mecánico de sucesivas capas (tongadas), da cuerpo al elemento constructivo muro (Latina et al, 2006).



Figura 2 – Muro monolítico - tapial

### - Fase 1: Proceso de concepción

En esta etapa el diseño del elemento constructivo requiere de especial cuidado en sus aspectos técnicos – estructurales, ya que:

- Al carecer de juntas (presentes en el sistema de mampostería) resulta necesario el estudio y diseño de las uniones verticales y horizontales de los módulos que dan los moldes del tapial, para garantizar la continuidad y uniformidad del elemento constructivo. (Latina et al, 2006)
- El grado de desarrollo y diseño de las tapialeras permiten la simplificación de las operaciones de montaje de las mismas y consecuentemente la reducción de los tiempos de ejecución del elemento constructivo.

- Requiere de herramientas de compactación, pudiendo ser estas manuales o neumáticas. El diseño de los cabezales y la determinación de fuerza de compactación regulan en gran medida la relación final calidad del elemento constructivo/tiempo de ejecución.
- Fase 2: Producción del elemento constructivo

Cuadro 3 - Síntesis

Muro de mampostería de bloques de suelo-cemento	Muro monolítico de suelo cemento: Tapial
Incorpora la instancia de fabricación de componentes	Prescinde de la instancia de fabricación de componente. Con la incorporación de tecnología y el diseño en herramientas de ejecución, es posible reducir los tiempos finales de producción del elemento constructivo
Requiere de espacio físico determinado para acopio de materia prima y producción de componentes	Requiere espacio físico solo para acopio de materia prima.
Permite regular y controlar las características del producto en todas las instancias de producción. Mejora los niveles de productividad a través de la relación "tiempo/calidad"	Reduce las instancias de control de calidad del producto. Requiere de control exhaustivo durante la ejecución del elemento constructivo.
El uso de bloques articulados simplifica el proceso constructivo reduciendo tiempos de ejecución. Introduce la variable de producción en paralelo componente/elemento, lo que acompañado de modificaciones tecnológicas en las herramientas de producción del componente, da flexibilidad al modelo productivo.	Plantea una sola variable de producción: la del elemento constructivo, por lo que las mejoras en los niveles de productividad dependen de las variables tecnológicas introducidas en esta instancia.
	
Foto: CRIATIC – FAU – UNT	Foto: CRIATIC – FAU – UNT

Para su análisis resulta importante considerar algunos aspectos críticos:

- El diseño y las características de la tapialera influyen de manera directa en los tiempos de ejecución del elemento constructivo y las características finales del mismo. Los niveles de productividad disminuyen con la altura del muro, ya que se dificultan las operaciones de movilidad, montaje y fijación del molde. Según el grado de complejidad, peso, sistema de rigidización, etc, requiere del uso de sistemas de elevación mecánicos, complemento de andamios y un mayor número de operarios.
- El uso de sistemas de apisonado neumático, no sólo reducen los tiempos de ejecución, sino que permiten regular con mayor precisión aspectos cualitativos del muro, mejorando la relación calidad/tiempo.

- Requiere una operación posterior a la ejecución del muro: el curado. La masa de suelo cemento requiere un control de la pérdida de agua por evaporación a fin de evitar patologías o la modificación de las propiedades físicas y mecánicas previstas en la fase 1.

#### **4.4- La comercialización en el mercado formal**

La incorporación de un producto al mercado formal, es tal vez uno de los desafíos más complejos que puede asumir, ya que se trata de satisfacer requerimientos cuantitativos técnicos, mecanismos de producción rentables, sistema de traslado y distribución eficiente, así como aspectos cualitativos que cubren las necesidades y expectativas de los consumidores, debiendo incorporarse planes estratégicos de negocio y marketing.

El pasaje a “producto comercial de tierra” implica abandonar el viejo paradigma de producción artesanal de la arquitectura de tierra, con visión vernácula y conservadora. Con ello surge la inmediata necesidad de contar con centros profesionales especializados que realicen tareas permanentes, entre ellas:

- Estudios comparativos de rendimiento con sistemas tradicionales
- Estudios de sistemas de producción, acopio, traslado e incorporación a obra
- Estudios comparativos de impacto ambiental y consumo energético
- Adecuación tecnológica
- Difusión y marketing
- Planes estratégicos de negocios

### **5 CONSIDERACIONES FINALES**

La utilización de la tierra para la materialización de la arquitectura constituye una alternativa que reduce los impactos ambientales, permite el aprovechamiento de recursos locales y la localización de capitales a nivel micro-económicos.

Su desarrollo tecnológico permite considerarla como una alternativa de tecnología social, en vista que incentiva el desarrollo permanente de herramientas de producción, permite la especialización de la mano de obra, genera empleo genuino con distinto grado de capacitación y formación, actúa como motor productivo a escalas intermedias en el mercado formal y permite concebir a la obra arquitectónica, en todas las instancias, como objeto con valor de uso y de cambio adecuados al mercado.

La incorporación del estudio científico, conjuntamente con la praxis de obra, permite evaluar la totalidad del proceso y avanzar sobre nuevos modelos de producción y de gestión, de alternativas tecnológicas y de formación y capacitación de la mano de obra.

La incorporación de un laboratorio equipado, como parte activa en el desarrollo de la obra, aporta una efectiva herramienta para el control de calidad de productos y procedimientos, así como la planificación y regulación de los trabajos conexos.

La planificación de un proceso de capacitación teórica, acompañado paralelamente de la experiencia práctica en obra, permite establecer estrategias de formación específica de recursos humanos para alcanzar los parámetros de productividad deseados.

La evaluación de los procesos productivos, con la consecuente identificación de puntos críticos, representa un importante aporte para el desarrollo de nuevos modelos de producción, gestión y desarrollo tecnológico. El desarrollo y la incorporación de protocolos operacionales permitirían un monitoreo sistemático y aumento de productividad, estableciendo parámetros de producción independientes de factores locales y condiciones aisladas.

La producción con valor agregado de materiales y componentes de tierra constituyen:

- Una alternativa de tecnología social, en vista que incentiva el desarrollo permanente de herramientas de producción, permite la especialización de la mano de obra, genera empleo genuino con distinto grado de capacitación y formación
- Actúa como motor productivo a escalas intermedias en el mercado formal y permite concebir a la obra arquitectónica, en todas las instancias, como objeto con valor de uso y de cambio adecuados al mercado.
- La incorporación del estudio científico, conjuntamente con la praxis de obra, permite evaluar la totalidad del proceso y avanzar sobre nuevos modelos de producción y de gestión, de alternativas tecnológicas y de formación y capacitación de la mano de Obra

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Alderete, C.; Arias, L.; Mellace, R.; Latina, S.; Ferreyra, I.; Sosa, M. (2006). Mampostería con tierra estabilizada comprimida. V Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra (SIACOT) / Iº Seminario Argentino de Arquitectura y Construcción con Tierra. (SAACT). Mendoza, Argentina:INCIHUSA/CRICYT.

Latina, S. M.; Mellace, R. F.; Alderete, C. E.; Arias, L. E.; Ferreyra, I. C.; Sosa, M. E. (2006). Muros monolíticos de tierra estabilizada en la construcción del CRIATiC. V Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra (SIACOT) / Iº Seminario Argentino de Arquitectura y Construcción con Tierra. (SAACT). Mendoza, Argentina:INCIHUSA/CRICYT

Panaia, M. (1998). Gestión del proyecto, gestión del proceso productivo y gestión de empresas en el sector de la construcción. *Revista Estudios del Trabajo*, N° 15, ASET

Panaia, M (2006). Reestructuración productiva y organización del trabajo en ramas tradicionales: el caso de la construcción. *Revista Estudios del trabajo*, N°4. Buenos Aires, Argentina.

## AUTORA

Irene Cecilia Ferreyra, maestrando "Hábitat y vivienda" (FADU, UNMP), arquitecta (FAU, UNT 2002), docente e investigador de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional de Tucumán, Argentina. Miembro Fundador del CRIATiC.