

## Tendencias de investigación y desarrollo en el área de diseño y construcción de edificaciones

Milena Sosa / Geovanni Siem / Maria E. Sosa / Carmen Barrios

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción.

Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela

Gloria Aponte

Asesora

Carmen Marrero

Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela

### Resumen

En este trabajo se presenta un resumen de los resultados alcanzados con la investigación "Sistema de Detección y Monitoreo sobre Tecnologías de Diseño y Construcción en Edificaciones. Diagnóstico de las Tendencias de Investigación y Desarrollo en los últimos 10 años", que tuvo por objeto detectar las tendencias tecnológicas en la investigación, producción y oferta de materiales, componentes y tecnologías para la construcción de edificaciones a través del análisis de los principales centros de I y D de los países que marcan la pauta de desarrollo de nuevas tecnologías: Estados Unidos, Canadá, Francia, Australia, Singapur y España. Así como los de aquellos latinoamericanos con mayor desarrollo e impacto en la economía regional como lo son: Brasil, Argentina, México, y Venezuela. Este sistema ayudará a mantener actualizada la red de investigadores que se desempeñan en el país en el área de estudio.

### Descriptor:

Inteligencia Tecnológica Competitiva; Información sobre actitudes de IyD en tecnología de construcción de edificaciones; Revistas en tecnología de construcción de edificaciones.

### Abstract

*In this essay we present a summary of the results achieved through the research titled: "Identification and Monitoring System of Building Design and Construction Technologies. Diagnosis of Research and Development Trends in the last 10 years", the purpose of which was to identify the technological trends in the research; production; and offer of materials, components, and technologies for the construction of buildings through the analysis of the main R&D centers of the countries that set development guidelines of new technologies: The United States, Canada, France, Australia, Singapore, and Spain; as well as Latin American countries which have the greatest development and impact on regional economies, such as: Brasil, Argentina, Mexico, and Venezuela. This system will aid in maintaining the country's researchers network up to date in this field.*

### Descriptors:

*Competitive Technological Intelligence, Information on R&D attitudes in the construction of buildings; Magazines on building construction technologies.*

Este artículo tiene como objeto presentar los resultados de la primera etapa de una investigación de grupo titulada "Sistema de Detección y Monitoreo sobre Tecnologías de Diseño y Construcción en Edificaciones. Diagnóstico de las Tendencias de Investigación y Desarrollo en los últimos 10 años" [Proyecto de Grupo n° PG02-32-5515-2004 financiado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico-CDCH de la Universidad Central de Venezuela-UCV] desarrollada por investigadores del IDEC-FAU-UCV (período comprendido entre junio 2005 y julio 2006) financiado por el Consejo de Desarrollo Científico y Tecnológico (CDCH-UCV)

La citada investigación, utilizando para su abordaje el Método de la Inteligencia Tecnológica y Competitiva, tuvo por objeto monitorear el entorno para detectar las tendencias tecnológicas en investigación, producción y oferta de materiales, componentes y tecnologías para la construcción de edificaciones.

Para llevar a cabo el estudio se tomó un período de diez años como tiempo de análisis, los años comprendidos entre 1996 y 2006. Para dicho período fueron analizados los principales centros de Investigación y Desarrollo (IyD) de aquellos países que marcan la pauta en el desarrollo de nuevas tecnologías: Estados Unidos, Canadá, Francia, Australia, Singapur y España, así como los de aquellos latinoamericanos con mayor desarrollo e impacto en la economía regional: Brasil, Argentina, México, y Venezuela.

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN | Vol. 24 N° III | 2008 | pp. 27-32 | Recibido el 20/11/06 | Aceptado el 12/02/09

### Enfoque del estudio

El estudio se dividió en dos fases, la primera relacionada con la aplicación de la metodología Inteligencia Tecnológica Competitiva (ITC), la cual permite la búsqueda de información clave con el objeto de disminuir la incertidumbre y soportar una acertada toma de decisiones en diferentes ámbitos, tanto tecnológicos como de mercado. Su aplicación resulta útil en decisiones que permitan apoyar competencias técnicas y estimular los procesos de innovación en las empresas, como asociaciones, inversiones en productos y servicios, entre otros.

En una segunda fase se llevó a cabo un análisis exhaustivo de la información y la presentación final de la misma destacando los aspectos más resaltantes que apuntarán hacia el logro de los objetivos y alcance del proyecto.

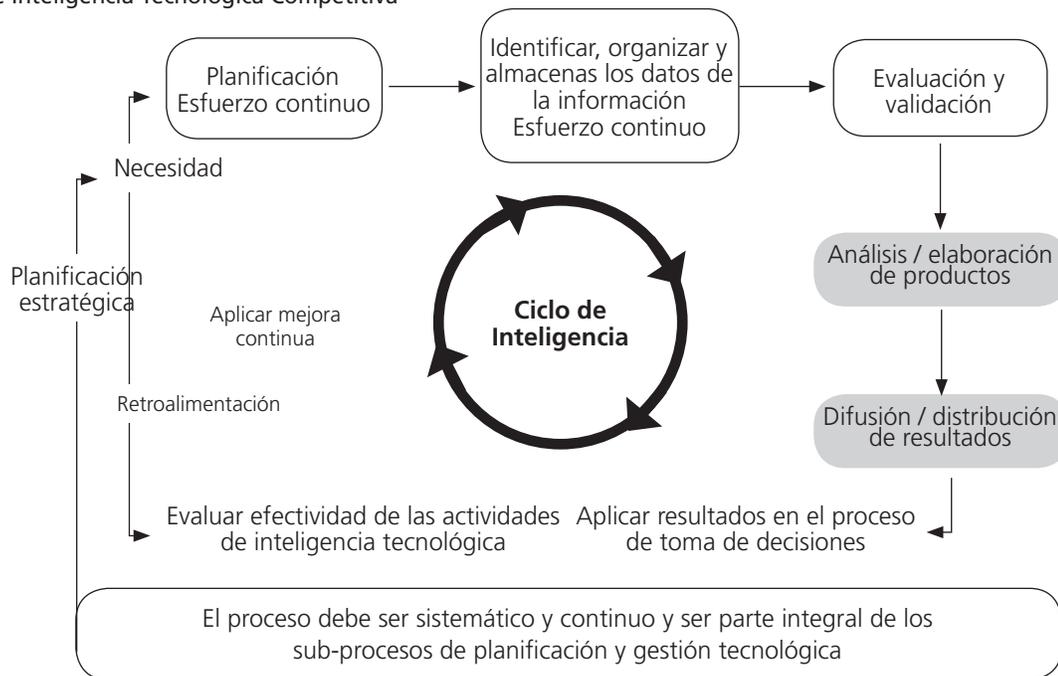
Con relación a la metodología ITC, ésta consta de cuatro fases fundamentales: planificación y dirección (de todas las actividades para llevar el proceso); colección que está relacionada con las etapas de búsqueda y almacenamiento de información; análisis de la información relevante y finalmente la etapa de difusión de los resultados obtenidos (véase gráfico 1).

Cada una de las etapas contiene una serie de actividades que conforman el proceso de ITC y que permiten lograr el éxito del mismo. Es muy importante tener en cuenta que una de las características fundamentales de este proceso es que debe ser sistemático y continuo y formar parte de los procesos de planificación de la institución donde se aplica ya que ello garantiza la aplicación de los resultados y la puesta en práctica de los mismos en la rutina de planificación de actividades dentro de las organizaciones.

Las fuentes de información utilizadas para llevar a cabo las búsquedas de información especializada fueron las siguientes:

- Páginas Web especializadas en el área de tecnologías de construcción en edificaciones; Consultas a las bases de datos internacionales: ICONDA (información en el área de construcción de edificaciones); y la base de datos Architecture DataBase (diferentes áreas relacionadas con la arquitectura).
- Trabajo de campo realizado a través del diseño y aplicación de una encuesta a las principales instituciones o grupos de investigación que realizan IyD en el área de tecnologías de construcción de edificaciones en Venezuela.

Gráfico 1  
Proceso de Inteligencia Tecnológica Competitiva



Fuente: Marrero, C.; Aponte, G. "Inteligencia Tecnológica Competitiva: Proceso Clave para la Toma de Decisiones". VI Coloquio de Tecnologías Aplicadas a los Servicios de Información. Margarita, Venezuela. 2002.

## Evolución de las actividades de investigación y desarrollo en tecnologías de construcción de edificaciones

Los parámetros estudiados para evaluar las tendencias en I+D en el sector de la construcción de edificaciones fueron: el número de publicaciones realizadas en el período de tiempo considerado, los tipos de fuentes de información utilizados para divulgar los trabajos técnicos-científicos, las revistas especializadas más importantes, los países principales donde se lleva a cabo la mayor cantidad de investigaciones y que las difunden a sus pares a través de la revistas especializadas en el tópico.

Para detectar cómo han evolucionado las actividades de I+D en el área de tecnologías de construcción de edificaciones se recuperó la documentación relevante publicada a nivel internacional en los últimos 10 años. Para ello fueron diseñadas las estrategias de búsquedas adecuadas que permitieran recuperar con las palabras claves más importantes del área la documentación publicada por las instituciones que realizan investigación y desarrollo en el área.

La evolución de las publicaciones en estos últimos 10 años se muestra en el gráfico 2 en el cual se observa que el número de publicaciones se mantiene prácticamente constante a lo largo del período analizado.

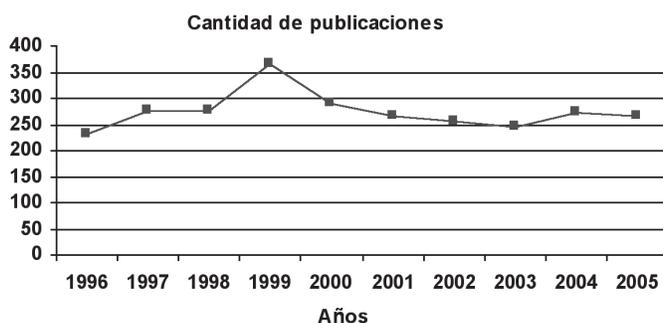
El tipo de publicación más utilizada para divulgar los trabajos técnicos en el área son los artículos técnicos,

tal como se observa en el gráfico 3; los artículos técnicos representan un 93% del total aproximado de 2.747 documentos.

Revistas de reconocido prestigio en el área de estudio son las siguientes: *Automation in Construction, Building, Building Design, Bauwelt, Cement and Concrete Research, Building & Environment, Building Research and Information, Construction and Building Materials, Durability of Building Materials, Energy and Buildings, INTRA, Architecture Ireland, D'Architecture, Canadian Architecture, Architecture'Journal, GA Document, AJ Focus, Architecture Asia, Advances in Cement Research, Material and Design, Landscape and Urban Planning, Architectural Design, Advanced Cement Based Materials, Building Science, Cement and Concrete Composites, Composite Structures, Design Studies, International Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete, International Journal of Materials in Engineering Applications, Journal of Constructional Steel Research, Materials & Design.*

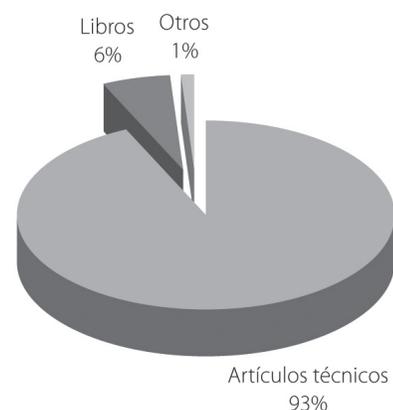
En el gráfico 4 se observa que el principal país en divulgar los trabajos de I+D en el área de estudio es Estados Unidos; entre los europeos destacan Alemania, Italia y España, así como dos países asiáticos: Australia y Nueva Zelanda. Es de destacar que el único país latinoamericano que se encuentra en este ranking es Brasil, cuya política en Investigación y Desarrollo estimula la difusión de los resultados de las investigaciones por medio de publicaciones.

Gráfico 2  
Evolución de las publicaciones científicas en el área de la construcción



Fuente: elaboración propia con base en los datos obtenidos en la investigación.

Gráfico 3  
Tipo de publicación



Fuente: elaboración propia con base en los datos obtenidos en la investigación.

Resulta importante indicar que las investigaciones desarrolladas en países latinoamericanos –más allá de su importancia científica– se difunden en revistas no reseñadas en bases de datos internacionales. Situación que perjudica a los centros de investigación de la región que no logran difundir sus resultados a un mayor universo científico.

Con relación a las áreas de investigación que generan mayor cantidad de publicaciones (ver gráfico 5) destacan aquellas vinculadas con las Tecnologías y Materiales de Construcción (38%), seguidas por publicaciones sobre Sistemas de Ventilación (31%).

Tendencias de investigación y desarrollo en el área de tecnologías de construcción de edificaciones por país

A continuación se presentan los rasgos principales que se desprenden del examen de algunos de los grandes problemas del sector construcción así como de las líneas de investigación en desarrollo de los principales centros de IyD.

a) Con relación a la evolución de las actividades de investigación y desarrollo a través de las publicaciones en el área de tecnologías de construcción de edificaciones:

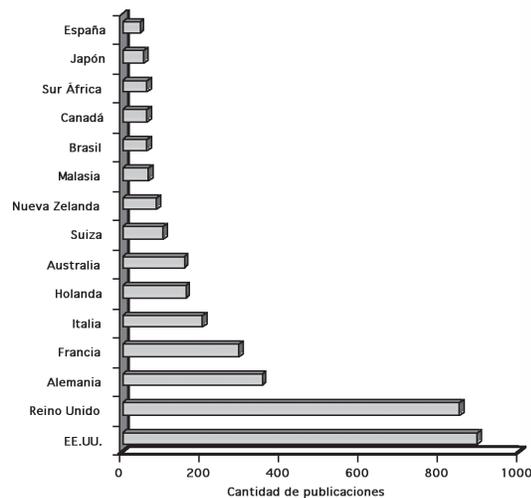
- Tendencia prácticamente constante de los trabajos técnicos científicos publicados durante el período estudio (1996-2005).

- El tipo de fuente de información más empleado para divulgar los trabajos técnicos-científicos es por medio de artículos publicados en revistas especializadas.
- Las revistas más utilizadas para publicar los trabajos técnicos científicos que son fácilmente accesibles a un mayor número de usuarios a través de las bases de datos internacionales provienen principalmente de los países desarrollados.
- Los países que han hecho un mayor esfuerzo para divulgar los trabajos de de IyD en el área son principalmente aquellos más desarrollados.
- Las investigaciones realizadas en los centros de IyD de los países latinoamericanos estudiados tienen reducidas oportunidades de ser publicadas ya que no cuentan con suficientes revistas técnicas especializadas y la mayoría de las que se editan no están indexadas en las principales bases de datos internacionales.

b) Con relación a las características más relevantes de los principales centros de investigación:

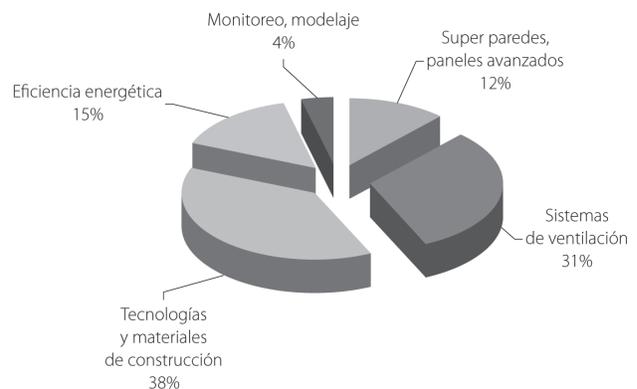
- Gran parte de los centros y/o instituciones de investigación y desarrollo en el área de estudio están adscritos a centros universitarios de educación superior.
- Un elevado número de los centros de investigación que tienen como misión investigar y desarrollar tecnologías para la construcción utilizan como estrategias para transferir el conocimiento generado a través

Gráfico 4  
Publicaciones científicas por país



Fuente: elaboración propia con base en los datos obtenidos en la investigación.

Gráfico 5  
Áreas de investigación por porcentaje de publicaciones



Fuente: elaboración propia con base en los datos obtenidos en la investigación.

del dictado de programas de formación continua de pre y postgrado.

- Los centros de investigación y desarrollo pertenecientes al sector académico en los países desarrollados mantienen convenios con instituciones públicas gubernamentales y reciben financiamiento en contraprestación de los servicios especializados ingresos extraordinarios que pueden llegar a ser mayores que los ordinarios. Así mismo reciben financiamiento de empresas privadas a objeto que desarrollen investigaciones aplicadas a problemas concretos por ellas presentadas.
- Los centros de investigación en los países latinoamericanos estudiados presentan una reducida vinculación económica con instituciones públicas (a parte de lo asignado por presupuesto ordinario). Tampoco establecen vínculos de cooperación empresas privadas.

c) Con relación a las tendencias generales y específicas en la producción de componentes y de técnicas constructivas, de acuerdo a las principales áreas en donde se están publicando trabajos técnicos científicos las tecnologías constructivas y los materiales de construcción son principalmente el objeto de estudio de los investigadores adscritos a los centros de IyD. Las líneas de investigación más representativas tomando en cuenta los centros y/o instituciones de IyD de los países desarrollados están vinculadas con los objetivos de un desarrollo sustentable, ello principalmente generado por las directivas y exigencias gubernamentales. Se determinaron las siguientes tendencias generales:

- Se desarrollan un alto número de investigaciones que buscan la protección del medio ambiente y la lucha contra todas las formas de contaminación.
- Se investiga en la economía de materiales en el proceso productivo sobre todo cuando éstos provienen de reservas no renovables.
- Se trabaja en el reciclaje de los materiales de construcción.
- El ahorro energético tanto en el proceso de producción como a lo largo de la vida del edificio es explicitado desde los objetivos investigativos.
- Se trabaja arduamente en el incremento de la exigencia "calidad" tanto a nivel de vida del producto como de la obra construida.

d) Con relación a los Componentes y Técnicas Constructivas se determinaron las siguientes tendencias:

- El producto fabricado in situ a partir de materias amorfas está prácticamente erradicado de las investigaciones

- Se destaca una marcada e irreversible tendencia a investigar sobre la producción de los componentes constructivos por medios industriales. Con ello, se desea controlar con precisión el proceso de fabricación, la calidad y los costos de producción.
- La búsqueda de componentes constructivos cada vez más especializados específicos para usos bien determinados.
- El diseño de componentes conformados por materiales altamente especializados con el objeto de economizar materias primas y optimizar sus prestaciones técnicas. Componentes multifuncionales que incorporan diversos parámetros tales como: aislamiento térmico y acústico, resistencia, impermeabilización, resistencia al fuego, etc.
- Los componentes constructivos, tema importante de las investigaciones, tienden a ser más "ecológicos" en los materiales que los constituyen, en sus procesos productivos, en su empleo así como en sus ciclos de vidas útiles.
- Desde el momento en que se conciben los componentes se insiste sobre la simplificación de la puesta en obra y el acortamiento de los plazos de construcción como estrategia para reducir costos finales.
- Las investigaciones se orientan a la fabricación "a la medida" de los productos constructivos, esta tendencia es creciente e irreversible debido principalmente a la automatización.
- Se incorpora el factor técnico-económico, se insiste desde la formulación en una determinada relación calidad/costo de producción/costo de instalación/costo de mantenimiento/precio de venta.

## Conclusiones

El artículo tiene como objeto presentar el conocimiento generado por obtener un panorama global de las principales tendencias mundiales en cuanto a las líneas de IyD y los centros de investigación principales que dictan las pautas en el área con el objeto de permitir a los centros de investigación nacionales, entre ellos al Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC), acceder a una referencia mundial y un modelo de comparación con la finalidad de diseñar o planificar los programas de investigación y desarrollo acorde con las principales tendencias mundiales que están sucediendo en el área, ajustándose así de una forma más adecuada a los cambios tecnológi-

cos que se avecinan y planificar los recursos adecuados de acuerdo con las líneas de investigación establecidas como de mayor interés o impacto.

Los temas generales que se destacan como objeto de interés investigativo de son los siguientes:

- Nuevas tecnologías y componentes constructivos multifuncionales.
- La eficiencia energética integral desde la producción del componente o técnica constructiva hasta su incorporación en la obra construida.
- Requerimientos de habitabilidad especialmente en lo relacionado con el confort de las edificaciones y con el desempeño eficiente de las edificaciones con relación a la energía.

Entre las conclusiones más relevantes que se desprenden de la información analizada, destacan las siguientes:

- Se evidencia que la evolución de los trabajos publicados en el área presenta una tendencia prácticamente constante siendo los artículos en revistas técnicas especializadas el tipo de fuente de información más importante para divulgar los avances técnicos.
- La mayoría de los más importantes centros de IyD pertenecen a países que destinan un alto porcentaje de su PIB a la investigación.
- Los Estados de los países mayormente desarrollados establecen las áreas prioritarias para el país y es por medio de programas de estímulos e incentivos como logran que los centros de investigación orienten los recursos hacia esas áreas prioritarias.
- Las normativas constructivas establecidas por una gran parte de los países desarrollados obligan a los industriales del sector construcción a asociarse con Centros de IyD con el objeto de adecuar sus productos so pena de perder su cuota de mercado.
- De los países analizados, Estados Unidos es el que presenta la mayor cantidad de centros de IyD en el área y además mantiene programas nacionales financiados por el Estado. Igualmente, Australia y Canadá también

tienen programas nacionales e institutos de investigación financiados por el gobierno nacional realizando trabajos en el área de estudio.

- Las universidades juegan un papel muy importante en la investigación y desarrollo de las tecnologías de construcción de edificaciones ya que gran parte de los centros de investigación del área se encuentran dentro de las universidades.
- El área que presenta la mayor cantidad de trabajos publicados es la de tecnologías y materiales de construcción.

El estudio destaca que los países latinoamericanos se encuentran rezagados en lo que se refiere a la publicación de sus resultados de investigación. Ello podría indicar que se está realizando poca inversión en actividades de IyD; también que el número de revistas especializadas son insuficientes, o que el empleo del español dificulta acceder a los servicios de difusión internacionales y en consecuencia a su indexación, por lo cual se recomienda que los gobiernos de los países en desarrollo destinen mayores recursos para el financiamiento de las investigaciones así como para incentivar la difusión de sus resultados por medio de una política de apoyo económico a las revistas científicas.

Finalmente, se determinó la necesidad de instrumentar un sistema de detección y monitoreo de la información relacionada con las tendencias de I+D en el área del diseño y construcción de edificaciones en tiempo real con el fin de asesorar a los investigadores del país para evaluar sus líneas y proyectos de investigación a la luz de la situación mundial.

Este sistema ayudará a mantener actualizada la red de investigadores que se desempeñan en el país en el área de estudio, y contribuir así a tomar las acciones adecuadas en cuanto a las líneas de investigación más relevantes que deben abordar así como también hacer seguimiento a los nuevos desarrollos.

## Referencias bibliográficas

Marrero, C.; Aponte, G. (2002) Inteligencia Tecnológica Competitiva: proceso clave para la toma de decisiones. VI Coloquio de Tecnologías Aplicadas a los Servicios de Información. Margarita, Venezuela.

### Agradecimientos

Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH) de la UCV, por el apoyo financiero al Proyecto de Investigación N° PG 02-32-5515-2004. Al Centro de Documentación e Información del Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT), por permitir el acceso a las bases de datos internacionales.