

Tendencias tecnológicas. Desarrollo de espacios arquitectónicos inteligentes y sustentables en el sector construcción de Maracaibo

Carmen Araujo

Instituto de Investigación de la Facultad de Arquitectura y Diseño IFAD / Universidad del Zulia. LUZ

Resumen

Esta investigación, realizada durante el período comprendido entre el mes de abril de 2003 y mayo de 2005, tuvo como objetivo determinar las tendencias tecnológicas en el desarrollo de espacios arquitectónicos inteligentes y sustentables en el sector construcción del municipio Maracaibo. Los resultados obtenidos de las matrices de impacto permitieron establecer las brechas existentes entre las tecnologías aplicadas a nivel mundial y local, debido a la ausencia en el desarrollo, la aplicación y la adaptación de las mismas en Maracaibo. Se concluye la necesidad de formular y aplicar estrategias destinadas al cierre de brechas tecnológicas para la adquisición y adaptación de nuevas tecnologías en este campo.

Abstract

This investigation carried out from April 2003 to May 2005, was aimed at determining the technological tendencies occurring in the development of intelligent and maintainable architectural spaces in the construction sector of the Maracaibo Municipality. The results obtained from the impact matrixes allowed establishing the existing breaches between applied technologies worldwide and locally, due to their absence in the development, application, and adaption in Maracaibo. It concludes the necessity to formulate and apply the destined strategies to the closing of technological breaches for the acquisition and adaptation of new technologies in that field.

Perspectiva teórica

La razón fundamental de los constantes avances tecnológicos radica en la generación del bienestar humano a través de la búsqueda de mejores condiciones de vida. Estos avances están determinados por la gestión de la innovación, pues orienta no sólo la concepción de nuevos productos y procesos, sino también la adaptación, la mejora de tecnologías y la adopción de cambios en la cultura empresarial, por lo cual se puede establecer que la innovación promueve la producción permanente de cambios permitiendo aumentar la productividad, la competitividad de las empresas y la calidad de vida del hombre (COLCIENCIAS, 1998).

En este sentido, Velásquez (2003) expone que la gestión de innovación tecnológica admite la incorporación de nuevas tecnologías a la actividad de una empresa, dando como resultado cambios en los productos o en los procesos de fabricación.

Este escenario se ha colado de forma masiva en todas las disciplinas. Por ejemplo, en la arquitectura, los espacios arquitectónicos inteligentes o tecnológicamente avanzados disponen de dispositivos de última generación, nuevos materiales y sistemas constructivos e instalaciones, proporcionando un incremento en el confort de los usuarios. Las tecnologías aplicadas a los espacios arquitectónicos plantean una mejor gestión de estos con nuevos entornos físicos basados en recursos, aparatos, sensores, controles y comunicaciones que facilitan la interacción

Descriptores

Tendencias tecnológicas de espacios arquitectónicos; Espacios arquitectónicos inteligentes y sustentables; Brechas tecnológicas; Sector construcción de Maracaibo

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN | Vol. 22-III | 2006 | pp. 9-25 | Recibido el 20/06/06 | Aceptado el 24/04/07

de sus habitantes con su entorno doméstico, recreativo, educativo y laboral.

En el área de la arquitectura y la construcción el desarrollo de nuevas tecnologías plantea una mejor gestión de la tecnología en función de todos los elementos constructivos que intervienen en el mismo. Estas tecnologías, tendientes a permitir la creación de espacios arquitectónicos más cómodos y versátiles, deben al mismo tiempo mantener criterios basados en una arquitectura sustentable. Sin embargo, la construcción es una de las causas de mayor impacto en el medio ambiente, pues consume hasta 60% de los materiales extraídos de la tierra y su utilización en la actividad constructiva genera la mitad de las emisiones de CO² hacia la atmósfera (Worldwatch Institute de Washington).

Estos factores se incrementan cuando se levantan edificaciones que inmediatamente se revelan como edificios enfermos, donde los materiales y los sistemas constructivos no cumplen con las condiciones de sustentabilidad necesarias para evitar daños al medio ambiente, de donde resulta sumamente complejo crear un espacio arquitectónico que además de considerar aspectos técnicos, estéticos y funcionales ofrezca condiciones de salud y bienestar. Por tal motivo, las tecnologías también deben tender a garantizar la existencia de un medio ecológico y el permanente contacto con él, aportando la calidad de vida requerida.

Las edificaciones inteligentes o de avanzada presentan plataformas tecnológicas que se comportan como el sistema nervioso central del edificio ofreciendo sistemas de seguridad y control de acceso, climatización integral, ascensores con sistemas de optimización de flujo, servicios de datos, voz, seguridad o entretenimiento de forma integrada, e incorporan en esa estructura dispositivos y terminales de comunicaciones, audiovisuales y de teleasistencia, que facilitan al usuario la utilización de todos los servicios.

Por el lado de la sustentabilidad como búsqueda constante del bienestar humano sin dañar el equilibrio del ambiente y sus recursos naturales se debe considerar lo importante que es mantener en la construcción de las edificaciones estos criterios: antes, durante y después, para garantizar la calidad de los espacios construidos, la racionalidad energética y la disminución del impacto medioambiental, creando arquitectura sustentable.

Roser, citado por Ruano (1999), expresa que aun cuando el sector construcción ha trabajado a lo largo de las últimas décadas en la búsqueda de nuevas soluciones predestinadas a mejorar la calidad medioambiental de las edificaciones, son muy pocos los resultados que se han obtenido.

Jordi (2002) señala que las edificaciones herméticas y totalmente equipadas de aparatos eléctricos, construidas además a base de cristal y con materiales sintéticos muy electrostáticos, son proclives a la contaminación electromagnética. Aunado a esto, existen otras fuentes de contaminación electromagnéticas las cuales tienen sus orígenes en las líneas eléctricas de alta tensión muy cercanas a las edificaciones y/o en las conducciones eléctricas enterradas debajo de la acera.

Igual sucede con las domopatías (alteraciones del medio ambiente natural que se dan en el interior de los edificios y que afectan el confort y la salud de sus habitantes) de origen geofísico natural producidas por corrientes de agua subterránea y/o yacimientos minerales, además de las domopatías atmosféricas, producto del sometimiento a fuertes cambios de presión y de tensión eléctrica en la atmósfera. A este respecto, la revista *Perspectiva Ambiental* indica que muchos edificios presentan altos índices de campo magnético a partir del cual se detectan los efectos sobre las células humanas (Requero, 2005).

Por su parte, Yeang (1994) sugiere que un diseño arquitectónico debe estar basado en la estimulación o inhibición implícita de ciertos comportamientos del individuo e igualmente debe considerar los riesgos para la salud o el efecto sanador y terapéutico que estos espacios generan.

A pesar de lo expuesto, estas dos tendencias: arquitectura inteligente que hace uso de los nuevos avances tecnológicos y arquitectura sustentable que trabaja en pro de la optimización de energías y disminución del impacto medio ambiental trabajan de forma divergente. Esto se debe en gran parte al peso adquirido por algunas tecnologías en la destrucción del ecosistema, así como también la falta de empatía de entes asociados a la construcción respecto a la innovación y los avances tecnológicos.

Dentro de este marco, vale resaltar los esfuerzos considerables por engranar la arquitectura sustentable con las tecnologías asociadas a los edificios inteligentes, innovando cada vez en las técnicas constructivas, los procesos y los materiales involucrados en la construcción, permitiendo

la generación de productos que den respuesta a los planteamientos antes descritos, de donde se desprende una nueva corriente arquitectónica denominada eco-tech, la cual busca utilizar formas y materiales de alta tecnología para los medios ambientalmente inteligentes.

Esta corriente se caracteriza por materiales, sistemas constructivos, instalaciones y equipos de alta tecnología, diseñados especialmente para optimizar el impacto medioambiental, minimizar el consumo de energías, reciclar residuos y responder a las demandas del usuario sobre el bienestar y mejoramiento de su calidad de vida, la cual representa nuevos nichos de mercado que permiten al sector construcción apalancarse en los mismos alterando el estado del arte en la construcción y ofreciendo nuevas oportunidades de negocios.

Bajo este contexto, se plantea como objetivo principal en esta investigación identificar tendencias tecnológicas para el desarrollo de espacios arquitectónicos inteligentes en función de una arquitectura sustentable dirigida al cierre de brechas tecnológicas en el sector construcción de Maracaibo para lo cual es necesario:

- Identificar tecnologías empleadas a nivel mundial para el desarrollo de espacios arquitectónicos inteligentes en función de una arquitectura sustentable.
- Identificar tecnologías utilizadas en la actualidad por el sector construcción de Maracaibo para el desarrollo de espacios arquitectónicos inteligentes en función de una arquitectura sustentable.

- Determinar brechas tecnológicas en el desarrollo de espacios arquitectónicos inteligentes para una arquitectura sustentable en el sector construcción de Maracaibo.

El estudio está enmarcado dentro del campo de conocimiento sobre gestión tecnológica, específicamente en el área de la planeación estratégica y tecnológica en lo concerniente a las tendencias tecnológicas y al análisis de brechas. Para ello se hará uso de una revisión bibliográfica basada en investigaciones previas, publicaciones, trabajos y libros asociados a la gestión tecnológica y a la arquitectura.

Operacionalización de la Variable

Las tendencias tecnológicas se conciben como la evolución tecnológica y la detección de oportunidades de negocio en el desarrollo de espacios arquitectónicos inteligentes y sustentables en función de los materiales, los sistemas constructivos, la aplicación de sistemas de energías renovables y controles automatizados utilizados a lo largo del tiempo a nivel mundial y aplicables al sector construcción del municipio Maracaibo, así como también se considera la aplicabilidad de la tecnología en función de la disponibilidad, la necesidad y el acceso a ella y su impacto.

La variable fue desglosada en dimensiones e indicadores que se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1

Operacionalización de la variable

Objetivo General: Determinar tendencias tecnológicas para el desarrollo de espacios arquitectónicos inteligentes en función de una arquitectura sustentable dirigida al cierre de brechas tecnológicas en el sector construcción de Maracaibo.

Objetivos	Variable	Dimensiones	Indicadores
Identificar las tecnologías empleadas a nivel mundial para el desarrollo de espacios arquitectónicos inteligentes en función de una arquitectura sustentable.	Tendencias tecnológicas	Tecnologías utilizadas y comercializadas mundialmente (Tecnologías Ecotech)	Campos de aplicación Madurez tecnológica Dominio tecnológico Impacto tecnológico
Identificar las tecnologías utilizadas en la actualidad por el sector construcción del municipio Maracaibo para el desarrollo de espacios arquitectónicos inteligentes en función de una arquitectura sustentable.		Tecnologías utilizadas localmente	Madurez Dominio Impacto tecnológico
Determinar las brechas tecnológicas en el desarrollo de espacios arquitectónicos inteligentes para una arquitectura sustentable en el sector construcción del municipio Maracaibo.		Brechas tecnológicas	Mapa situacional del sector construcción de Maracaibo, en función de las tecnologías analizadas. Divergencias en madurez y dominio de tecnologías.

Fuente: elaboración propia.

Aspectos metodológicos

Tipo y Diseño

Para la investigación, además de la revisión de las fuentes bibliográficas y la identificación de los actores, sus relaciones y las tendencias, se diseñó un instrumento que fue aplicado a profesores, investigadores y profesionales todos con dedicación en el área de la construcción. También fueron visitadas algunas empresas constructoras ubicadas en el municipio Maracaibo del estado Zulia de donde se tomó información sobre los materiales y sistemas constructivos utilizados en sus obras a las que también se les aplicó el instrumento.

Población y Muestra

Para efectos de esta investigación y en concordancia con los objetivos formulados, la población se dividió en cuatro (4) grupos diferentes, denominados: Población "A", Población "B", Población "C" y Población "D".

Para estas poblaciones se obtuvieron muestras bajo el enfoque no probabilístico las cuales suponen un procedimiento de selección informal; en este tipo de muestras "no se requiere no tanto de representatividad de los elementos de la población, sino una cuidadosa y controlada elección de sujetos con ciertas características especificadas previamente en el planteamiento del problema" (Hernández, Fernández y Baptista, 2003, p. 326).

Es este sentido, la población "A" estuvo constituida por los espacios arquitectónicos inteligentes en función de una arquitectura sustentable, construidos o en proceso de construcción, cuya muestra se conformó de acuerdo con la información obtenida a través de la navegación en Internet sobre cinco portales relacionados con arquitectura y tecnología de la construcción así como la revisión de 78 revistas técnicas dentro de la área de arquitectura consultadas en la hemeroteca de la Facultad de Arquitectura y Diseño de LUZ; específicamente las publicadas entre enero de 2002 hasta abril de 2005.

La población "B" se estratificó y constituyó en tres categorías fundamentales, seleccionadas a criterio del investigador, a saber: a) materiales, b) sistemas constructivos, de instalaciones y de acondicionamiento, y c) sistemas energéticos o alternativos para la construcción de espacios arquitectónicos inteligentes y sustentables con base en la información obtenida en las revistas indexadas, los portales WEB sobre arquitectura y construcción, los portales

de compañías comercializadoras de los productos investigados y el portal de la oficina de patentes y marcas registradas de Estados Unidos (www.uspto.gov).

Para la población "C", cuyo total es de 173 empresas inscritas en la Cámara de la Construcción del estado Zulia, se tomó una muestra conformada por empresas con más de 12 años de constituidas, ubicadas en el municipio Maracaibo y relacionadas directamente con la construcción civil y con el desarrollo directo en viviendas, edificios, oficinas, centros comerciales. La muestra poblacional perteneciente a la población C fue conformada por diez (10) empresas constructoras, las cuales fueron visitadas y evaluadas durante la ejecución del estudio.

En cuanto a la población "D", estuvo constituida por informantes claves entre los cuales se encuentran diez (10) profesionales representantes de los constructores visitados, cinco (5) profesionales e investigadores independientes y ocho (8) profesores universitarios con desarrollo en el área de la construcción basado en el uso de nuevas tecnologías aplicadas a la construcción, la demanda tecnológica en la construcción, las investigaciones y estudios realizados en esa materia.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Como técnicas de recolección de datos se emplearon tres formas diferentes en concordancia con los objetivos planteados: observación documental de presentación resumida; observación directa y observación indirecta.

Se emplearon dos instrumentos de recolección de datos: las fichas de trabajo o matriz de análisis de datos y la encuesta estructurada.

Para llevar una relación de las fuentes de información consultadas durante el estudio bibliométrico fueron diseñadas matrices de datos basadas en revistas técnicas especializadas impresas, revistas técnicas especializadas electrónicas y portales WEB relacionados con el área de estudio (ver cuadros 2, 3 y 4).

Así mismo y para efectos de esta investigación, fueron elaboradas cuatro matrices de análisis en las cuales se registró la información que se obtuvo luego de las revisiones bibliográficas en el área de edificaciones inteligentes y sustentables realizada por medio de la revisión de las revistas técnicas indexadas sobre arquitectura y de la navegación por los portales de Internet seleccionados.

En este sentido, se definieron matrices relacionadas con cuatro campos macros de acción, a saber: a) edifi-

Cuadro 2
Revistas impresas

Nombre de la revista	Nº de Registro	Editorial	Números revisados
<i>Architectural Record</i>	ISSN 0003-858X	McGraw Hill Construction	Año 2005 1,2,3,4 Año 2003 1,2,3,4,5,6,7,8,9, 10,11,12
<i>Landscape Architecture</i>		Asla	Año 2005 1,2,3,4 Año 2004 9,10, 11,12
<i>The Architecture Review</i>	ISSN 0003-861X	Emap Construct	Año 2005 Volúmenes 1295 al 1298 Año 2004 Volúmenes 1283 al 1294 Año 2003 Volúmenes 1271 al 1282 Año 2002 Volúmenes 1259 al 1270
<i>Diseño Interior Interiorismo Arquitectura y Diseño</i>	ISSN 1130-9458		Año 2005 No. 150 al 153 Año 2004 No. 146 al 149 Año 2002 No. 114 al 116 Año 2001 No. 111
<i>Le Monteur Architecture AMC</i>	ISSN 0998-4194		Dic 2004 Amenagement 2005
<i>Architectural Design AD. The Architecture of Ecology</i>	ISBN 1-85490-260-1		1997 Vol 17 No. ½

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 3
Revistas electrónicas

Nombre de la revista	URL
Domoviva, SL	http://www.domoticaviva.com/temas.htm
Domótica News	http://www.domotica.net/

Fuente: elaboración propia

Cuadro 4
Portales de arquitectura

Nombre del portal	URL
Todo Arquitectura	http://www.todoarquitectura.com
e-architect	http://www.e-architect.com/ www.greenbuildingstore.co.uk
Ecología práctica	http://www.terra.org/html/s/servicios/ficha.php?id=127
Materiales de construcción ecológica	http://www.biohaus.es/portada.htm

Fuente: elaboración propia.

cios inteligentes y sustentables construidos o en proceso de construcción; b) especificaciones de edificaciones inteligentes y sustentables construidas o en proceso de construcción a nivel mundial; c) nuevos materiales constructivos; d) nuevos sistemas constructivos, de acondicionamiento e instalaciones (ver cuadros 5, 6 y 7).

El otro instrumento diseñado para esta investigación fue la encuesta estructurada, dirigido a la población D del estudio (profesionales en el área de la construcción, profesores e investigadores independientes), y estuvo con-

formada por 22 ítems basados en preguntas cerradas o de selección tanto sencilla o múltiple, la cual permitió obtener información relevante sobre el uso y dominio de algunas tecnologías aplicadas en el área de la construcción, el grado de interés sobre el racionamiento energético, su participación y experiencia con la incorporación de nuevos materiales y sistemas constructivos, así como también las gestiones ejercidas por la empresa que representa para la incorporación de nuevas tecnologías en el sector construcción.

Cuadro 5
Materiales Ecotech (inteligentes y sustentables) aplicados al campo de la construcción

Material	Empresa promotora	Aplicación	Características especiales
Afumex®	Pirelli	Electricidad, electrónica y comunicaciones	Cables para instalaciones eléctricas, electrónicas y comunicaciones. Libre de gases halógenos. Pueden ser procesados y/o reciclados de forma más simple, económica y limpia.
Climacell®	BIOHAUS GOIERRI S.L.	Cubiertas, paredes, revestimiento	Aislante de papel reciclado. Está protegido contra el fuego y los parásitos, añadiéndole en el proceso de elaboración sales bóricas.
Biofa®	BIOFA Naturprodukte W. Hahn GMBH	Revestimiento	Pinturas a partir de materias primas naturales. Libre de solventes. Resistente a los cambios climáticos.
Cemento verde	Ecocemento S.A	Construcción en general	Cemento elaborado con escoria de alto horno (subproducto de la industria siderúrgica, disminuyendo de este modo la utilización de los recursos no renovables y del consumo de energía en relación al cemento común) tiene excelentes características, ya que posee mayor resistencia final y gran durabilidad, lo que lo constituye en el producto más indicado para aquellas obras en las que el hormigón puede verse sometido a condiciones agresivas, como son los pavimentos, las fundaciones, los emprendimientos hidráulicos, y las estructuras portuarias, entre otras. Menor calor de hidratación, con lo cual se evita la fisura por causas de origen térmico.
Cemento puzolámico	S/I	Construcción en general	Se obtiene de la molienda conjunta del clínker, puzolana y yeso. La puzolana es el material sílico-aluminoso que, aunque no posee propiedades aglomerantes por si solo, las desarrolla cuando está finamente dividido y en presencia de agua, por reacción química con el hidróxido de calcio, a la temperatura ambiente.
Linóleo	Inventado en 1863	Láminas de piso o pavimento	Fabricado a partir de materias primas naturales, renovables, y los desechos de producción (corcho en polvo, aceite de linaza, resina y harina de madera, mezclados con masillas de tierra caliza y arcilla y se fija a un yute) son reutilizados para alimentar el proceso de producción, previene la propagación de microorganismos (incluido las bacterias). No emite vapores tóxicos y es resistente a los arañazos y a las quemaduras.
Nanocerámica	S/I	S/I	Elementos de cerámicas auto-replicantes, auto-reparables, auto-destructibles.
Polipropileno	S/I	Instalaciones Tuberías	Termoplástico de altas prestaciones, capacidad elástica y alto reciclaje.
Surolita	S/I	S/I	Hormigón donde se sustituye la grava por corcho triturado consiguiendo al mismo tiempo un material ligero, y un aislamiento de corcho.
Termoarcilla® o bioblock	S/I	S/I	Arcilla aligerada, obtenida mediante adición a la pasta arcillosa de materias varias, que desaparecen durante la cocción, produciendo una porosidad añadida y característica en la pieza cocida de arcilla aligerada. Consigue una alta resistencia a la compresión.
MDF	S/I	S/I	MDF (Medium Density Fibreboard) son las siglas en inglés de "tableros de fibra de madera de media densidad". Compuesto de fibra y agregado de resinas sintéticas.
IPLUS®	S/I	Vidrio de avanzada	Una capa micro de plata y de bismuto en la superficie interior del cristal; un relleno de un gas inerte, normalmente argón, desemejante de una unidad ordinaria de la doble vidriera que tiene aire en el espacio entre las capas de cristal.
HAGA®	S/I	Mortero para termoarcilla	Preparado en fábrica a base de hidrato-blanco de cal con cemento y aditivos como arcilla expandida y perlita de 0,4 mm según DIN 4226 T/2. Este mortero seco contiene también aditivos de celulosa con el fin de facilitar su aplicación.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 6
Sistemas constructivos, de acondicionamiento e instalaciones inteligentes y sustentables

Sistema constructivo, acondicionamiento e instalaciones	Marca registrada ®	Aplicación
Sistema Constructivo	Gyptone Quattro	Aislamiento térmico
Sistema Constructivo	Heraklith-	Aislamiento térmico
Sistema Constructivo	Pladur	Cubiertas
Sistema Constructivo	Teccound	Aislamiento acústico
Sistemas de energía solar térmica	Velux	Energía solar
Sistema Constructivo	Alucobond	Revestimiento
Sistema Constructivo	Armourcoat	S/I
Sistema Constructivo	Colorcoat HPS200	S/I
Sistema Constructivo	Comar	S/I
Sistema Constructivo	Duragloss 5000	S/I
Sistema Constructivo	Fiberrockbrand	S/I
Sistema Constructivo	InterAct Fire	S/I
Sistema Constructivo	Kalzip	S/I
Sistema Constructivo	Reynobowl	S/I
Sistema Constructivo	Tecu	S/I
Sistema Constructivo	Trulok	S/I
Sistema Constructivo	Ecoplus System	Sistemas de Puertas y Ventanas
Instalaciones	AIRFLUSH	Sistema Urinario
Instalaciones	Ifö Cera ES4	Sistema Urinario
Instalaciones	Lindab Rainline	Sistema para aguas de lluvia
Sistemas de energía solar térmica	HelioPack	Energía solar

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 7
Edificaciones Ecotech (inteligentes y sustentables)

Edificio	Ubicación	Función	Arquitecto
Trump's new Chicago Tower	Chicago USA	Hotel y Oficinas	Adrian Smith, FAIA Owings&Merril
Beijing Embassy State Department	USA	Government	Skidmor, Owings& Merril
Town Huses	Duisburg Germany	Home	Thomas Spiegelhalter
Solar Cultural Center	Breisach Germany	Centro cultural	Thomas Spiegelhalter
Malana Learning Center	Maui, Hawaii	Centro de enseñanza - High School	Thomas Spiegelhalter
Casa bioclimática	Cataluña	Vivienda	Por fferdaGUer Germans
Colegio Ergüin	Arrsate Mondragon	Educacion	
Casa Ecológica	España	Vivienda	Javier Segarra

Fuente: elaboración propia.

Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de datos se empleó el análisis de contenido, a través del análisis bibliométrico, después de lo cual se procedió a visitar las empresas del sector construcción y se aplicó la encuesta.

Los datos obtenidos por medio de la encuesta fueron tabulados mediante el análisis estadístico descriptivo, calculándose medidas de frecuencias, en este caso expresadas como porcentajes.

Posteriormente, para identificar las tendencias tecnológicas a nivel mundial, se procedió a comparar las matrices utilizadas con los datos obtenidos de la encuesta con la finalidad de determinar las divergencias existentes entre las tecnologías utilizadas por las empresas del sector construcción y las tendencias analizadas, lo que permitió identificar las brechas tecnológicas.

Análisis de los resultados

La identificación de las tecnologías a nivel mundial para el desarrollo de espacios arquitectónicos inteligentes y sustentables, arrojó los siguientes datos:

*Dimensión: tecnologías mundiales**Indicador: Campos de aplicación*

Los cuadros 5, 6 y 7 revelan algunas de las tecnologías aplicadas al sector construcción identificadas durante el estudio.

Indicador: Madurez tecnológica

Del análisis bibliométrico se desprende que, en las tecnologías recabadas en las diferentes categorías varía su nivel de madurez tecnológica, encontrándose un alto porcentaje en la categoría de materiales y sistemas energéticos en la etapa "madura" de la tecnología.

Indicador: Dominio tecnológico

Con respecto a este indicador, se observó que la mayoría de las tecnologías identificadas en cada categoría están comercialmente disponibles con un dominio de uso masivo o bien se encuentran ya en etapa madura con dominio de experto.

Esto representa a nivel mundial una ventaja competitiva para las organizaciones promotoras de las diferen-

tes tecnologías, pues se dispone de suficiente información y esto permite minimizar el grado de incertidumbre en el momento de la ejecución de proyectos basados en estas tecnologías.

Indicador: Impacto tecnológico

El análisis documental permitió realizar una evaluación sobre el impacto tecnológico, pudiéndose percibir a nivel mundial un incremento en el uso de nuevas tecnologías en función de nuevos materiales en la construcción, sistemas constructivos, de instalaciones y acondicionamiento, además del incremento en el desarrollo y la aplicación de tecnologías basadas en fuentes de energías renovables o alternativas aplicadas al sector construcción, que a pesar de no ser novedosas presentan en algunos casos cierto grado de innovación por tratarse de tecnologías adaptadas para el sector construcción.

Dimensión: tecnologías usadas localmente

Con respecto a las tecnologías empleadas a nivel local para el desarrollo de espacios inteligentes en función de una arquitectura sustentable, los resultados obtenidos fueron:

Indicador: Dominio tecnológico

Previo a la identificación de las principales tecnologías aplicadas en la ciudad de Maracaibo se consideró necesario hacer un diagnóstico del nivel de conocimiento que los actores de la muestra poseen sobre estas tecnologías midiendo el dominio tecnológico que se posee.

El primer diagnóstico se basó en medir el nivel de conocimiento que se tiene sobre la definición de edificaciones inteligentes y de sustentabilidad. En el primero de los casos, los resultados arrojaron que 37% (8) de los informantes considera que las edificaciones inteligentes son edificios capaces de suministrar servicios de seguridad, privacidad y confort, que pueden ser controlados desde centrales de inteligencia artificial local o remotamente.

Un segundo grupo que representa el 29% (6) de la muestra consideró que una edificación inteligente es la que posee un diseño adecuado que maximiza la funcionalidad y eficiencia a favor de los ocupantes, permitiendo la incorporación y/o modificación de los elementos necesarios para el desarrollo de la actividad cotidiana con la

finalidad de lograr un costo mínimo de ocupación, extender su ciclo de vida y garantizar una mayor productividad estimulada por un ambiente de máximo confort aplicando tecnologías de punta.

En este sentido se puede apreciar que la mayoría de los informantes considera que un edificio inteligente se mide por el grado de automatización de sus elementos, lo cual no representa las características principales de la edificación inteligente que incluye funcionalidad, modularidad y eficiencia. Aun así, el segundo grupo más representativo sí identificó estos elementos en la opción seleccionada (cuadro 8).

Con respecto a la definición de sustentabilidad, los resultados arrojaron que 43% (9) de los informantes definen sustentabilidad como el mantenimiento de las características ecosistémicas que permiten la vida y la base material de la economía; 19% (4) consideran que ésta se define como la gestión adecuada de los bienes ambientales congruentes con las metas ecológicas. Es importante destacar cómo apenas 10% (2) de las personas encuestadas seleccionó "todas las anteriores"; esto evidencia la falta de precisión con respecto a este término, ya que, en conjunto, todas las opciones que ofrecía el instrumento

representaban el concepto de sustentabilidad, por lo tanto, los resultados debieron mostrar un mayor porcentaje en la opción "todas las anteriores" (cuadro 9).

Estos pequeños indicios reflejan la falta de conocimiento con respecto a estos términos y se complementa con la evidencia de escasa asistencia a eventos a nivel regional y nacional por parte de los informantes así como también una deficiente intervención a nivel de capacitación, consultoría e investigación (cuadros 10 y 11).

También se intentó identificar los elementos que probablemente incidían en la falta de dominio tecnológico en el entorno tanto interno como externo de las instituciones seleccionadas. A nivel interno, 66,66% de los informantes perciben como una debilidad su capital de trabajo; 71,42% considera como debilidad el bajo nivel de conocimiento sobre nuevas tecnologías en materia de construcción. Igualmente, 66,66% piensa que hay un bajo interés por la investigación en el área. Con respecto a la carencia de recursos para la investigación, 76,19% de los informantes considera que es una debilidad que poseen las instituciones y 52,38% considera que hay un manejo y uso de tecnologías obsoletas y/o tradicionales (cuadro 12).

Cuadro 8
Definición de edificios inteligentes

	Nº informantes	%
Opción A	0	0
Opción B	6	29
Opción C	2	10
Opción D	8	37
Todas las anteriores	4	19
Sin información	1	5
Total	21	100

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 9
Definición de sustentabilidad

	Nº informantes	%
Opción A	9	43
Opción B	4	19
Opción C	3	14
Opción D	0	0
Todas las anteriores	2	10
Sin información	3	14
Total	21	100

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 10
Asistencia a foros, jornadas, talleres

Ubicación	Asistió	No asistió	Total
Regional			
Tecnologías emergentes	6	15	21
Nuevos materiales constructivos	13	8	21
Sistemas constructivos sustentables	4	17	21
Fuentes de energías renovables aplicadas a la construcción	1	20	21
Impacto ambiental de los sistemas constructivos	5	16	21
Sustentabilidad en las edificaciones	4	17	21
Arquitectura Ecotech	0	21	21
Nacional			
Tecnologías emergentes	3	18	21
Nuevos materiales constructivos	7	14	21
Sistemas constructivos sustentables	0	21	21
Fuentes de energías renovables aplicadas a la construcción	0	21	21
Impacto ambiental de los sistemas constructivos	1	20	21
Sustentabilidad en las edificaciones	0	21	21
Arquitectura Ecotech	0	21	21
Internacional			
Tecnologías emergentes	1	20	21
Nuevos materiales constructivos	0	21	21
Sistemas constructivos sustentables	0	21	21
Fuentes de energías renovables aplicadas a la construcción	1	21	21

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 11
Formas de participación

Participación	Capacitación	Investigación	Consultoría	No ha participado	Total
Nuevos materiales constructivos sustentables	3	2	0	16	21
Sistemas constructivos de alta tecnología y sustentables (ecotech)	0	0	0	21	21
Sistemas de acondicionamiento de alta tecnología y sustentables (ecotech)	0	0	1	20	21
Energías renovables o alternas aplicadas al sector construcción	2	0	1	18	21

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 12
Fortalezas y debilidades

	Fortaleza	Debilidad	Sin Información	No Aplica	Total
Calidad y precios de los productos que usted ofrece	10	7	3	1	21
Capital de trabajo	4	14	2	1	21
Nivel bajo de conocimiento sobre nuevas tecnologías en materia de construcción	2	15	3	1	21
Bajo interés en la investigación y desarrollo tecnológico en el área	1	14	5	1	21
Carencia de recursos para la investigación	0	16	4	1	21
Manejo y uso de tecnologías obsoletas y tradicionales	1	11	7	2	21

Fuente: elaboración propia.

Con respecto a la vigilancia tecnológica que deben desarrollar estas organizaciones, 57,14% planteó que sí son monitoreadas las tecnologías disponibles o que acaban de aparecer y sus posibilidades de utilización, lo cual contradice los resultados obtenidos con respecto al nivel de dominio tecnológico que tienen las organizaciones entrevistadas y los resultados que se mostrarán en los análisis subsiguientes al evaluar el nivel de conocimiento que sobre los materiales y las tecnologías que actualmente se están utilizando a nivel mundial (cuadro 13).

Lo expuesto evidencia los bajos niveles de gestión que han desarrollado estas organizaciones para la ejecución de proyectos de espacios arquitectónicos ecotech y sustentables así como limitaciones para establecer alianzas estratégicas con otras instituciones nacionales y/o internacionales, lo cual demuestra la crítica situación existente tanto a nivel interno de estas organizaciones como a

nivel de las relaciones estratégicas con el entorno (cuadro 14 y 15).

Indicador: Madurez tecnológica

Evidentemente, los resultados previos inciden sobre el nivel de madurez tecnológica que poseen las organizaciones seleccionadas con respecto a los materiales y sistemas constructivos sustentables y las fuentes de energías renovables ya que, en su totalidad, los entrevistados no han comercializado ni aplicado estos elementos en ninguna de las fases que implica toda innovación desde su gestación, pasando por el crecimiento (adopción y aplicación), hasta llegar a la madurez (desarrollo).

Indicador: Materiales, sistemas constructivos y energías renovables

Este indicador se evaluó en función del nivel de conocimiento y de aplicación que poseían los informan-

Cuadro 13
Vigilancia tecnológica

	Si la aplican	No la Aplican	Sin Información	Total
Vigilancia Competitiva	9	11	1	21
Vigilancia Comercial	12	8	1	21
Vigilancia Tecnológica	12	9	0	21
Vigilancia del Entorno	8	13	0	21
Vigilancia Interna	8	13	0	21

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 14
Oportunidades y amenazas

	Oportunidad	Amenaza	Sin Información	No Aplica	Total
Carencia de apoyo de entes gubernamentales	2	12	6	1	21
Monopolización del mercado por parte de los proveedores	3	6	11	1	21
Uso de altas tecnologías constructivas y nuevos materiales sustentables	14	0	6	1	21
Patrones culturales con respecto a la utilización de materiales y sistemas constructivos	3	12	5	1	21

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 15
Gestión y alianzas estratégicas

	Si	No	Sin Información	Total
Gestión de la ejecución de proyectos de espacios arquitectónicos ecotech y sustentables con otras instituciones	0	20	1	21

Fuente: elaboración propia.

tes sobre una serie de materiales, sistemas constructivos y energéticos que son utilizados a nivel mundial y que fueron definidos a través del proceso aplicado para la consecución del objetivo número uno. Los resultados a nivel de materiales constructivos arrojaron que el material más conocido por los informantes es el MDF, 85,71% de la muestra. No obstante, cuando se evaluó el nivel de aplicación del mismo sólo 47,61% lo ha aplicado en un período de 1 a 10 años.

En segundo lugar quedó el Polipropileno, conocido por 61,90% de la muestra, pero aplicado igualmente por apenas el 23,81%. También uno de los materiales más conocidos fue Linoleum, conocido por 57,14% de los informantes pero aplicado por apenas 4,76%, 1 persona de la muestra.

De un total de 12 materiales constructivos sustentables, sólo 3 fueron reconocidos, con un porcentaje mayor a 50% de los informantes, mientras que los otros materiales sólo llegaron a alcanzar entre 4,76% y 19,05% de nivel de conocimiento (cuadro 16).

En el caso de los sistemas constructivos evaluados, de un total de 12 sistemas constructivos sustentables, apenas uno de ellos (Alucobond) es conocido por 52,36% de los informantes; el resto no obtuvo un nivel de conocimiento significativo. Igual que los materiales constructivos, al relacionar el reconocimiento del sistema con su aplicación se puede observar que el 80,95% no lo ha aplicado en sus construcciones, lo cual indica el bajo nivel de conoci-

miento y de aplicación de sistemas constructivos sustentables en la ciudad de Maracaibo.

Es también importante destacar que, a nivel de los sistemas energéticos, 2 de 4 sistemas energéticos evaluados fueron reconocidos por los informantes, los cuales fueron: cargadores, celdas y lámparas solares y las plantas de tratamiento de aguas servidas, con 71,43% y 76,19%, respectivamente, pero con un nivel de no aplicación de 95,24% y de 80,95%, respectivamente.

Indicador: Impacto tecnológico

Para medir el nivel de impacto tecnológico se aplicó la matriz de análisis de impacto, la cual arrojó los siguientes resultados:

1. Matriz de Impacto Tecnológico: Nuevos Materiales Constructivos Ecotech (alta tecnología)

	B	MB	M	MA	A
I			■		
U			■		
R			■		
V			■		

Cuadro 16
Conocimiento de materiales de construcción

Materiales de construcción	Conoce	No conoce	Total
Afumex	14,3	85,7	100,0
Climacell	9,5	90,5	100,0
Biofa	19,0	81,0	100,0
Cemento Verde	10,0	90,0	100,0
Cemento Puzolánico	19,0	81,0	100,0
Linoleum	57,1	42,9	100,0
Nanocerámica	4,8	95,2	100,0
Polibutileno	9,5	90,5	100,0
Polipropileno	61,9	38,1	100,0
Surolita	9,5	90,5	100,0
Termoarcilla	19,0	81,0	100,0
MDF	85,7	14,3	100,0

Fuente: elaboración propia.

La matriz que permite medir el nivel de impacto tecnológico referente a los nuevos materiales constructivos ecotech (alta tecnología y sustentabilidad), demostró que los informantes perciben como “medio (M)” el nivel de impacto tecnológico a nivel de los indicadores manejados (Importancia, Urgencia, Riesgo y Creación de valor). Esto significa que el impacto tecnológico no es suficientemente significativo, lo cual refuerza los resultados alcanzados al evaluar los niveles de dominio y de madurez tecnológica con respecto a estos materiales en las organizaciones que desarrollan proyectos constructivos dentro de la ciudad de Maracaibo.

Por lo tanto, es poco creíble el nivel de conocimiento sobre los materiales y sistemas que actualmente estas organizaciones utilizan en la región, puesto que consideran en 61,90% y 80,95%, respectivamente, que son adecuados los materiales y sistemas constructivos manejados por ellos (cuadro 17). No obstante, cuando estos datos se cruzan con el grado de conocimiento que se tiene sobre los materiales contaminantes, se puede inferir el nivel de desconocimiento que poseen los expertos al respecto (cuadro 18).

2. Matriz de Impacto Tecnológico: Sistemas Constructivos Ecotech (alta tecnología y sustentabilidad):

	B	MB	M	MA	A
Importancia			■		
Urgencia			■		
Riesgo			■	■	
Valor			■		

En el caso de los sistemas constructivos Ecotech, al igual que los materiales de la construcción, la mayoría de los informantes consideró como de nivel medio la importancia, urgencia, riesgo y creación de valor. No obstante, es importante destacar cómo a nivel de riesgo se presentó una división en la información suministrada, ya que algu-

Cuadro 17
Percepción sobre los materiales y sistemas constructivos usados en la región

	Son adecuados	No son adecuados	No Aplica	Sin Información	Total
Materiales	13	7	1	0	21
Sistemas Constructivos	17	3	0	1	21

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 18
Materiales altamente contaminantes

	Altamente contaminante	No es altamente contaminante	No conoce	Total
Bloque de arcilla	0	21	0	21
PVC	10	11	0	21
Polipropileno	8	13	0	21
Aluminio	3	18	0	21
MDF	2	19	0	21
Corcho aglomerado	1	20	0	21
Asbesto	20	1	0	21
Fibra de vidrio	5	16	0	21
Ladrillos refractarios	1	19	1	21
Cemento puzolánico	1	19	1	21

Fuente: elaboración propia.

nos informantes consideraron como de riesgo medio alto la implantación de estos sistemas constructivos debido al bajo nivel de madurez y de dominio de los mismos.

3. *Matriz de Impacto Tecnológico: Sistemas de Energía Alternativa o Renovable (alta tecnología y sustentabilidad):*

	B	MB	M	MA	A
Importancia			■		
Urgencia			■		
Riesgo		■			
Valor			■		

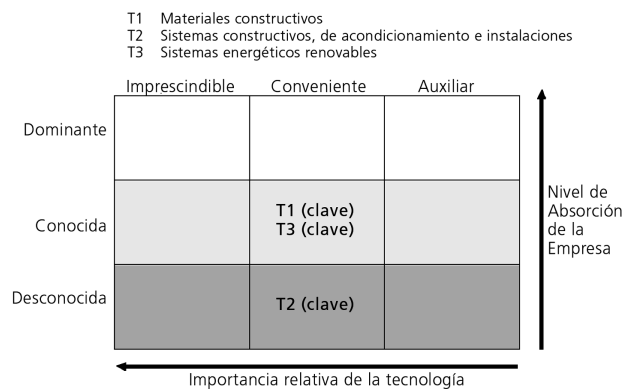
En este caso se puede observar el bajo nivel de significación y valor que le dan a los sistemas de energía alternativa o renovable, puesto que a los niveles de importancia, urgencia y creación de valor de los mismos les dan un valor "medio". En el caso de la variable Riesgo, los informantes le asignan un valor "medio bajo".

Esta falta de conocimiento sobre el impacto tecnológico que generan los materiales y sistemas constructivos y energéticos ecotech se puede relacionar con los resultados obtenidos al evaluar los niveles de conocimiento sobre las ordenanzas y normativas vigentes asociadas al nivel construcción, ya que de un total de 13 normativas, la mayoría de los expertos apenas conocen 4, que son normativas a nivel nacional: Ordenanza sobre Calidad Térmica de las Edificaciones del Municipio Maracaibo; Normas Sanitarias; Normas Covenin para el sector Construcción, y Normas Covenin para el Ambiente. Y cuando se analiza el nivel de aplicación de las mismas, en su mayoría escasamente aplican dos: Normas Sanitarias y Normas Covenin para la Construcción.

Cabe destacar que a pesar de los resultados obtenidos en la investigación, la mayoría de los informantes (71,43%) considera que posee un grado de sensibilidad sobre los problemas de impacto ambiental y 61,90% dice haber tomado acciones para mitigar esos impactos (cuadro 19).

Dimensión: Brechas tecnológicas

Indicador: Mapa situacional del sector construcción de Maracaibo, en función de las tecnologías analizadas



Fuente: elaboración propia con base en Getec, 2003.

Basado en el esquema de Getec (2003), el nivel de absorción de las tecnologías diferenciadas según sean desconocida, conocida y dominada, indica que en el estudio las tecnologías identificadas como T1 y T3 son conocidas, mientras que la T2 es desconocida.

En cuanto a la importancia relativa de una tecnología para la realización de un proyecto concreto, se diagnosticó que las T1, T2 y T3 son tecnologías convenientes.

Por último, en función de la situación estratégica de la tecnología en el sector construcción, puede acotarse que estas tecnologías son básicas y emergentes pues no suponen ninguna ventaja competitiva porque también

Cuadro 19
Toma de acciones y grado sensibilización sobre el impacto ambiental generado por el sector construcción

	Sí	No	Sin Información	Total
Sensibilización	15	1	5	21
Acciones	13	4	4	21

Fuente: elaboración propia.

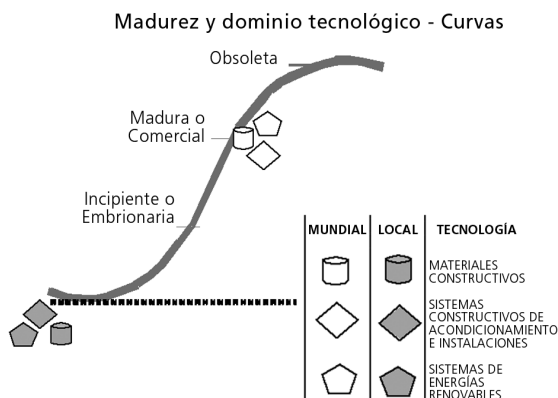
son perfectamente conocidas por los competidores, y son inmaduras (posiblemente en las primeras fases de su desarrollo), por cuanto el sector construcción toma como base para constituirse en tecnologías clave si sus desarrollos satisfacen las expectativas puestas en ellas, asumiendo que tienen un riesgo elevado (Getec, 2003).

Indicador: Divergencias en Madurez y Dominio tecnológico

Los resultados obtenidos a través de la encuesta y el análisis de los resultados ponen de manifiesto que existe un brecha tanto en la madurez como en el dominio tecnológico, pues la mayoría de las tecnologías identificadas a nivel mundial no están disponibles en el mercado local ni en el nacional, a pesar de que ya se encuentran en etapa de comercialización y con niveles de dominio de uso masivo en el ámbito internacional. En la siguiente figura se puede observar la ubicación de estas tecnologías en la curva S y la elevada divergencia existente entre la tecnología mundial y la local (gráfico 1).

Al realizar el análisis de brechas (gráfico 2), se encontró una brecha tecnológica alta con una brecha de competencia baja, ubicando estas tecnologías en el área sombreada de la matriz de donde se puede inferir que queda en alerta el posicionamiento de estas tecnologías cuando oportunamente entre en el mercado futuro, además de que existe un alto riesgo de aumento de la brecha de competencia.

Gráfico 1
Análisis de tipos de tecnologías



Fuente: elaboración propia con base en Getec, 2003.

Conclusiones

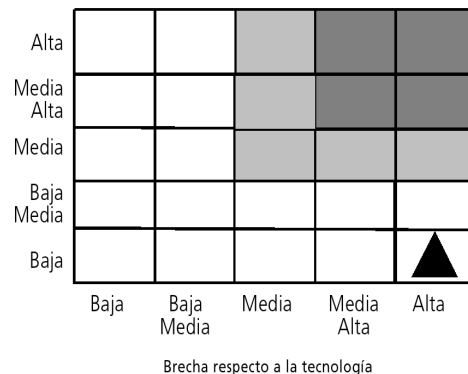
A pesar de la relevancia y la importancia de este tipo de construcciones, en Venezuela y particularmente en la ciudad de Maracaibo se percibe con claridad la poca incidencia de la innovación tecnológica y el escaso uso de las tecnologías emergentes asociadas al diseño de espacios arquitectónicos inteligentes en función de una arquitectura sustentable. Esto ha conducido a la existencia de divergencias o brechas tecnológicas en la construcción de este tipo de edificaciones, lo cual finalmente no sólo repercute sobre el urbanismo de la ciudad, sino también en la productividad del sector construcción y, lo más importante, sobre la calidad de vida de sus habitantes.

Sin embargo, este sector ha dejado a un lado estas premisas de diseño y se ha abocado a construir de forma masiva edificaciones que no poseen condiciones mínimas sobre eficiencia energética, desmejorando la calidad térmica de los ambientes exteriores, incurriendo en un gasto elevado de energía y en la generación de daños severos al medio ambiente.

Para insertar nuevas tecnologías y/o adaptarlas localmente, se hace necesario que el proceso de desarrollo en el sector construcción y las innovaciones se rijan por diferentes normativas para cubrir las exigencias de los usuarios y minimizar el impacto medioambiental.

A nivel local, existe sensibilización de los actores involucrados por el impacto ambiental generado por el sector construcción y la necesidad de innovar en nuevos materiales y sistemas constructivos de carácter sustenta-

Gráfico 2
Análisis de Brechas



Fuente: elaboración propia.

ble, al igual que la necesidad de utilizar sistemas de acondicionamiento e instalaciones de bajo impacto ambiental e implementación de sistemas de energías alternativas. No obstante, se observa una ausencia casi absoluta de nuevas tecnologías lo que se debe en gran parte a la existencia de barreras las que afectan la aplicación de nuevas tecnologías para el desarrollo de espacios arquitectónicos inteligentes y sustentables.

Estas barreras están sostenidas por el perfil tecnológico de la construcción, que ha permanecido tradicionalmente bajo a pesar de los avances tecnológicos experimentados en estos dos últimos siglos. Creemos que la inercia ha arrastrado en este sector ha hecho muy difícil su evolución por diferentes razones: la complejidad del proceso constructivo, la intervención de muchos actores, la conservación relacionada con los productos, la falta de calificación de la mano de obra, entre otros. Otras barreras observadas durante el estudio fueron: escaso desarrollo de hábitos de consumo energético racionado, e ignorancia absoluta sobre la aplicación y adaptación de fuentes renovables de energía.

En líneas generales se puede percibir que el sector de la construcción en el municipio Maracaibo no está

suficientemente desarrollado en cuanto a nuevos conceptos operativos, procesos y nuevas tecnologías. Se evidencia además el uso reinante de tecnologías tradicionales con pequeños focos de introducción del uso de nuevas tecnologías.

Este bajo desarrollo se debe a la escasez de inversión en capacitación de personal calificado y la poca participación en actividades en investigación y desarrollo. Es necesario que el sector experimente un cambio radical para permitir la superación de muchas de las barreras anteriormente señaladas. Innovar y adaptar tecnologías en la construcción son elementos decisivos y juegan un papel fundamental en el desafío de responder a las expectativas de los usuarios y asegurar un desarrollo sostenible, no sólo ecológico sino económico, social y cultural.

Así mismo sería un gran aporte diseñar estrategias para el cierre de estas brechas que den el apoyo y estímulo a la innovación, el desarrollo, a la adaptación y aplicación de nuevas tecnologías, particularmente en industrias tradicionales como la construcción, las cuales deberán ser reforzadas a través de programas de gobierno y alianzas estratégicas con entes tanto internos como externos a la región.

Referencias bibliográficas

- Araujo, C. (2005) Tendencias tecnológicas y oportunidades de negocio para el desarrollo de espacios arquitectónicos inteligentes y sustentables en el sector construcción de Maracaibo. Trabajo especial de grado. Universidad Rafael Belloso Chacín. Maracaibo. Venezuela.
- Arias, F. (1999) *El proyecto de investigación*. Tercera Edición. Editorial Episteme. Caracas.
- Ary, Jacobs y Razavieh; citados por Chávez, 2001, *Introducción a la Investigación Educativa*. Cuarta Edición. Ars Gráfica, S.A. Maracaibo pp. 133
- Balestrini, M. (1998) *Estudios documentales, teóricos, análisis de discursos y las historias de vida*. Primera Edición. Editorial BL. Caracas.
- Bekerman, M.; Rodríguez, S. y Sirlin, P. (2005) Obstáculos al desarrollo de encadenamientos productivos en América Latina [Documento en línea]. Disponible: http://www.ejournal.unam.mx/problemas_des/pde140/PDE14006.pdf [Consulta: 2005, Junio 02].
- Bisquerra, R. (1989) *Métodos de investigación educativa*. Ediciones CEAC, S.A. Caracas.
- COLCIENCIAS (1998) Sistema Nacional de Innovación. Nuevos escenarios de la competitividad. Ciencia y sociedad; Colombia frente al reto del tercer milenio [Documento en línea]. Disponible: <http://www.colciencias.gov.co> [Consulta: 2004, Junio 08].
- Finol, T. y Nava, H. (1993) *Procesos y productos en la investigación*. Editorial de la Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.

- Getec, (2003) Gestión tecnológica y plan de actuación tecnológica (GETEC) [página web en línea] disponible: <http://www.getec.etsit.upm.es/> [Consulta: 2003, Abril 20]
- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (2003) *Metodología de la investigación*. Tercera Edición. Editorial McGraw-Hill. México.
- Jordi, C. (2002) "Electromagnetismo", *Revista Perspectiva Ambiental*. Suplemento de Perspectiva Escolar nº 18. Fundación Terra. Revista Electrónica.
- Larraín, S. (2005) El paradigma de la sustentabilidad: perspectiva ecologista y perspectiva de género [Documento en línea]. Disponible: <http://www.revistapolis.cl/9/parad.doc> [Consulta: 2005, Mayo 02].
- Namhira, Méndez, Sosa y Moreno, citados por Chávez; 2001, *Introducción a la Investigación Educativa*. Cuarta Edición. Ars Gráfica, S.A. Maracaibo p. 134
- Requero, C. (2005) "Domobiótica. Reducción de riesgos en la operación inmobiliaria" [Documento en línea]. Disponible: <http://www.domobiotik.com/red.htm> [Consulta: 2005, Junio 02].
- Rogers, R. (1997) *Cities for a small planet*. London, UK: Great Britain by Faber and Faber Limited.
- Ruano, M. (1999) *Ecourbanismo. Entornos humanos sostenibles: 60 proyectos*. Editorial G.G. Barcelona.
- Sanloz, D. (2000) Tecnología y desarrollo sustentable. El factor 4. Duplicar el bienestar. Usar la mitad de los recursos sociales. Inédito. LUZ.
- SicaNews (2002) Edificios Inteligentes 2002 [Revista en línea]. Disponible: <http://www.paginadigital.com.ar/articulos/2002rest/2002terc/tecnologia/sica98.html> [Consulta: 2004, Abril 04].
- Siem, G. y Sosa, M. (2001) "Revisión de las normas venezolanas referentes a las exigencias térmicas, acústicas y de iluminación bajo una perspectiva de sostenibilidad", *Revista Tecnología y Construcción* 17-II, 2001, pp. 29-34.
- Spinak, E. (2001) *Indicadores cuantitativos*. ACIMED. vol. 9 supl. 4, p. 16-18
- Velásquez, L. (2003) "¿Por qué y cómo innovar en las pequeñas y medianas empresas centroamericanas?", IX Seminario Latino-Americano de Gestión Tecnológica.
- Yeang, K. (1994) *Bioclimatic Skycrapers*. London England: Artemio London Limited.
- Zoltan, S. (1993) La gestión de la innovación tecnológica en biotecnología. Legislación y gestión para América Latina. Colombia.