



**INSTITUTO DE DESARROLLO
EXPERIMENTAL DE LA
CONSTRUCCION / IDEC**
FACULTAD DE
ARQUITECTURA
Y URBANISMO
UNIVERSIDAD CENTRAL
DE VENEZUELA
**INSTITUTO DE
INVESTIGACIONES
DE LA FACULTAD DE
ARQUITECTURA / IFA**
FACULTAD DE
ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DEL ZULIA

Indizada en

REVENCYT. Apdo. 234. CP 5101-A.
Mérida, Venezuela

Suscripciones

Dos números anuales (incluido envío)

Venezuela: Institucional Bs. 6.000
Personal Bs. 5.000
Estudiantes Bs. 4.000

Extranjero: Institucional US\$ 50
Personal US\$ 40
Estudiantes US\$ 30

Ejemplares atrasados

Nº 1 al 13/1 (cada uno, incluido envío):

Venezuela Bs. 3.000

Extranjero US\$ 25,00

**Envío de materiales,
correspondencia, canje,
suscripciones y administración
IDEC/UCV**

Apartado Postal 47.169.

Caracas 1041-A. Venezuela.

Telfs.: 605.2046 / 605.2048 / 662.9995

662.5684. Fax: (58-2) 605.2048.

Central: 605.4050 Ext: 2030 y 2031

Enviar cheque a nombre de:

IDEC Facultad de Arquitectura UCV

Pago por tarjeta de crédito,

a nombre de: TECNIDEC S.A.

MASTERCARD ó VISA

**Envío de materiales,
correspondencia y suscripciones
IFA/LUZ**

Apdo. Postal 526. Correo electrónico:

revista_TyC@luz.ve

Telfs.: (061) 52.0063 / 52.4992.

Fax: (58-61) 52.00.63.

Maracaibo, Venezuela.

Enviar cheque a nombre de:

IFA Facultad de Arquitectura LUZ

Comité Consultivo

Editorial Internacional:

Alemania

Hans Harms

Argentina

John M. Evans

Silvia Schiller

Brasil

Paulo Eduardo Fonseca de Campos

Gerardo Gómez Serra

Carlos Eduardo de Siqueira Tango

Colombia

María Clara Echeverría

Samuel Jaramillo

Urbano Ripoll

Costa Rica

Juan Pastor

Cuba

Maximino Boccalandro

Chile

Ricardo Hempel

Alfredo Rodríguez

El Salvador

Mario Lungo

Estados Unidos de América

W. Hilbert

Waclaw P. Zalewski

España

Julián Salas

Felix Scrig Pallarés

Francia

Francis Allard

Gerard Blachère

Henri Coing

Jacques Rilling

Inglaterra

Henri Morris

John Sudgen

Israel

Mariano Golberg

Italia

Giorgio Ceragioli

Nicaragua

Ninette Morales

México

Heraclio Esqueda Huidobro

Emilio Pradilla Cobos

Perú

Gustavo Riofrío

Venezuela

Juan Borges Ramos

Alfredo Cilento S.

Celso Fortoul

Baudilio González

Henrique Hernández

Gustavo Legórburu

Joaquín Martín

Marco Negrón

Ignacio de Oteiza

José Adolfo Peña U.

Héctor Silva Michelena

Fruto Vivas

Página en el Internet

<http://www.luz.ve/Arq/TyC.New/tycindi.htm>

e-mail: mbaldi@server1.ucv.edu.ve

tyc@villanueva.arq.ucv.ve



PLANILLA DE SUSCRIPCIÓN

Nombre y Apellido: _____

Profesión: _____

Dirección: _____

Apartado Postal: _____

Teléfono/Fax: _____

2 Adjunto cheque por la cantidad de (Bs. US\$): _____

correspondiente a suscripción anual:

Venezuela: Institucional Bs. 6.000

Personal Bs. 5.000

Estudiantes Bs. 4.000

Extranjero: Institucional US\$ 50

Personal US\$ 40

Estudiantes US\$ 30

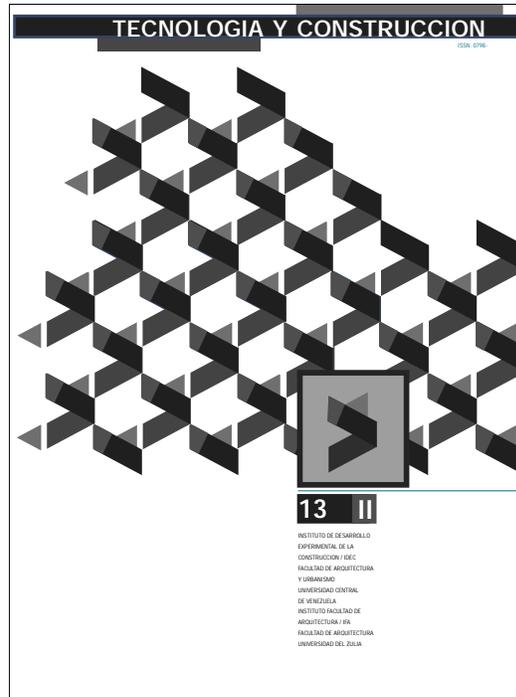
Cheque a nombre de: **IDEC Facultad de Arquitectura UCV** o **IFA Facultad de Arquitectura LUZ**

Pago por tarjeta de crédito, a nombre de: TECNIDEC, S.A Mastercard Visa N° _____

Favor enviar esta planilla a:

• **IDEC/UCV** Apartado Postal 47.169, Caracas 1041-A, Venezuela. Fax: (58-2) 605.20.48 / 605.20.46 ó

• **IFA/LUZ** Apartado Postal 526, Maracaibo, Venezuela. Fax: (58-61) 52.00.63.



TECNOLOGIA Y CONSTRUCCION

Volumen 13. Número II

Julio - diciembre 1997

Depósito Legal: pp. 85-0252

ISSN: 0798-9601

Editor

IDEC/UCV

Coeditor

IFA/LUZ

Director

Alberto Lovera

Co-Director

Andrés Echeverría

Directores Asociados

Milena Sosa G.

Pablo La Roche

Michela Baldi

Consejo Editorial

Enrique Arnal

Carlos Becerra

Oscar Olinto Camacho

Eduardo González

Carlos Quirós

Irene Layrisse de Niculescu

Luis Marcano González

Ignacio de Oteiza

Alfredo Roffé

Editor

Alberto Lovera

Coeditor

Pablo La Roche

Coordinación Editorial

Michela Baldi

Diagramación y montaje

Jesús Yépez

Diseño de Portada

Catherine Goalard / Marta Sanabria

Corrección de textos

María Enriqueta Gallegos

Traducciones

Federico Lang

Impresión

Unesco / Cresalco

ESTA PUBLICACIÓN CONTÓ CON EL APOYO FINANCIERO DE LAS SIGUIENTES INSTITUCIONES

CONSEJO DE DESARROLLO
CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA



CONDES
CONSEJO DE DESARROLLO
CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO
LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA



CONSEJO NACIONAL
DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO
DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA
EN LA REGIÓN ZULIANA



Tecnología y Construcción

es una publicación que recoge textos inscritos dentro del campo de la *Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Construcción*:

- sistemas de producción;
- métodos de diseño;
- requerimientos de habitabilidad y de los usuarios de las edificaciones
- equipamiento de las edificaciones;
- nuevos materiales de construcción, mejoramiento de productos existentes y hallazgo de nuevos usos;
- aspectos históricos, económicos, sociales y administrativos de la construcción;
- análisis sobre ciencia y tecnología asociados a los problemas de la I&D en el campo de la construcción;
- informática aplicada al diseño y la construcción;
- análisis de proyectos de arquitectura;
- reseñas bibliográficas y de eventos.

Tecnología y Construcción

is a publication that compiles documents inscribed in the field of *Research and Technological Development of Construction*:

- production systems;
- design methods;
- habitability and human requirements for buildings;
- building equipment;
- new materials for construction, improvement and study of new uses of existing products;
- historical, economic, social and administrative aspects of construction;
- analysis of science and technology associated with research and development problems in the field of construction;
- computers applied to design and construction;
- analysis of architectural projects;
- bibliographic briefs and events calendar.

notas biográficas

José A. Peña U.

Ingeniero Civil (Universidad de Los Andes, 1963). Profesor Asistente de la Universidad Central de Venezuela. Asesor de Estructuras FAU-UCV (1967-1974). Asesor de Estructuras del IDEC desde 1975. Profesor de la Maestría del IDEC desde 1986. Área de Especialidad: Diseño de Estructuras y de Tecnología para la Construcción. Director de OTIP, C.A.
e-mail: otipjapu@telcel.net.ve

Carmen Yanés

Arquitecto (UCV, 1972). Profesor Asistente de la Universidad Central de Venezuela. Investigador en el Área Programación de Edificaciones del IDEC, desde 1976. Profesora de la Maestría del IDEC desde 1986. Área de Especialidad: Programación y Diseño de Edificios y Obras Civiles, Tecnología para la Construcción. Experiencia profesional: OTIP, C.A.
e-mail: otipjapu@telcel.net.ve

Ane Lise Pereira Da Costa Dalcul

Ingeniero Civil. Profesora Adjunta de PUCRS y UCSRS. Doctorado del PPGA/UFRGS en Administración de Recursos Humanos. Rua Casemiro de Abreu, 205/201-Bairro Rio Branco. Porto Alegre/RS - Brasil.
CEP 90.420-001.
Telf. (051) 3308035. Fax: (051) 3412520
e-mail: anedalcul@music.pucrs.br

Rodrigo García Alvarado

Arquitecto (Universidad Católica de Chile), Master en Informática (Universidad Politécnica de Madrid). Docente del Departamento de Diseño y Teoría de la Arquitectura. Universidad del Bío-Bío, Avda. Collao 1202, Concepción, Chile.

Fernando Goycoolea Pardo

Arquitecto (Universidad del Bío-Bío). Jefe Oficina de proyectos. Docente del Departamento de Ciencias de la Construcción. Universidad del Bío-Bío, Avda. Collao 1202, Concepción, Chile.

Carlos Otárola

Ayudante de proyecto. Estudiante de la Escuela de Arquitectura. Universidad del Bío-Bío, Avda. Collao 1202, Concepción, Chile.

Sergio Hernández

Ayudante de proyecto. Estudiante de la Escuela de Arquitectura. Universidad del Bío-Bío, Avda. Collao 1202, Concepción, Chile.

Holmer Savastano Jr.

Doctor en Ingeniería. Profesor de la Universidad de São Paulo. Área de trabajo: Desarrollo de materiales de construcción alternativos a base de residuos agroindustriales. Apartado Postal 23, 13630-000 Pirassununga SP Brasil. Telf: (00-55-19) 561-2385 / 2406 / 6712. Ext. 218 ó 216 (fax).

Eduardo González

Arquitecto (Universidad del Zulia, 1975). Programa de Formación Docente e Investigación, Facultad de Arquitectura, LUZ, 1976-77. Diploma en Acondicionamiento Ambiental, 1977-78. CEAA Arquitectura, Ambientes y Energía. Marsella, Francia, 1990-91. 1er. Premio de Investigación "Leopoldo Martínez Olavarria", Vivienda 1997. Doctor en Energética de la Escuela de Minas de París. Diciembre, 1997. Profesor Titular de la Facultad de Arquitectura de LUZ.

Nastia Almao

Ingeniero Químico (Universidad del Zulia, 1974). MSc en Ingeniería Mecánica, Universidad de Texas, en Austin, 1981. 1er Premio de Investigación "Leopoldo Martínez Olavarria", Vivienda 1997. Jefe del Departamento de Energía, Escuela de Ing. Mecánica, LUZ. Profesor Titular de la Facultad de Ingeniería de LUZ.

contenido

Housing subsidy satanisation	EDITORIAL	Satanización del subsidio habitacional Alberto Lovera 6
Compound structures design and construction: Housing buildings	ARTÍCULOS	Diseño y construcción de estructuras compuestas: edificios para viviendas José Adolfo Peña U. / Carmen Yanes M. 9
New technologies and work relationships in construction industry		Novas tecnologias e relações de trabalho na construção civil Ane Lise Pereira Da Costa Dalcul 17
Plans electronic scanning for corporate facilities administration		Metodología de digitalización de planos por computador para la administración de infraestructura corporativa Rodrigo García Alvarado / Fernando Goycoolea Pardo / Carlos Otárola / Sergio Hernández 27
A study on compound materials microstructure: a way to optimise their performance		Estudo da microestrutura de materiais compósitos: um caminho para otimizar seu desempenho Holmer Savastano Jr. / Vahan Agopyan 35
Energy conservation on dwellings with passive cooling systems; experimental and numerical study		Ahorro de energía en viviendas con sistemas de enfriamiento pasivo; estudio experimental y numérico Eduardo González / Nastia Almao 41
Housing construction innovations: a look into the future	HÁBITAT	Innovaciones en la producción de viviendas: una mirada al futuro Alfredo Cilento Sarli 51
Automatized documentation and planning for design of our cities: experiences at the Researcher Institute of Faculty of Architecture - LUZ	INFORMÁTICA	Documentación y planificación automatizada para el diseño de nuestras ciudades: experiencias en el IFA Ricardo Cuberos Mejía 57
Development and research	DOCUMENTOS	Desarrollo e investigación Henry Petroski 63
About Architectonic Design Magister studies	POSTGRADO	En torno a la Maestría en Diseño Arquitectónico Edgar R. Aponte 68
Educational sector hemispheric conference on social-natural disasters mitigation	EVENTOS	Conferencia hemisférica del sector educativo para la mitigación de los desastres siconaturales Mercedes Marrero 71
Theoretical-practical course on roof compounds design for low-cost housing		Curso teórico-práctico de diseño de componentes de techos para la vivienda de bajo costo Milena Sosa Griffin 72
IV National housing encounter		IV Encuentro Nacional de la Vivienda Ignacio de Oteiza / Marina G. de Kauffman / María Eugenia Ortigosa 74
Expo 98. Lisbon, seas capital city		Expo 98. Lisboa, capital de los océanos 76
MejorHab 97		MejorHab 97 78
XI architecture biennial - Quito.		XI Bienal de Arquitectura de Quito 79
Science and technology in the national development	RESEÑAS	La ciencia y la técnica en el desarrollo nacional Alberto Lovera. 80
Norms for authors		Normas para autores 83

Satanización del subsidio habitacional

En estos tiempos en los cuales se ha puesto en evidencia los despropósitos a los que llevaron los extremos del intervencionismo estatal, como en otras épocas –que no suelen recordarse ahora–, en las cuales se requirió ponerle cortapisas al libre juego del mercado, lo que sigue siendo un tema presente, ha tomado fuerza considerar el subsidio como una perversión. Como todo absolutismo, olvida el panorama variopinto de la realidad.

Ciertamente, el mercado es un buen asignador de recursos, siempre y cuando se cumplan algunas condiciones que no siempre están presentes, como nos alertan todos los manuales de microeconomía, después de hablarlos del «mercado perfecto», el del equilibrio de la oferta y la demanda, lo que existen son los mercados imperfectos, donde por diferentes razones la ley de la oferta y la demanda no opera según sus parámetros teóricos, lo cual obliga a la intervención de fuerzas extraeconómicas para corregir las «imperfecciones del mercado».

Si hay un mercado donde esto es evidente es en el mercado habitacional, por lo cual es necesario que la sociedad a través del Estado intervenga para moderar las distorsiones que se producen, para que se introduzcan correctivos para moderar resultados indeseables si se dejara a la propia lógica del mercado (imperfecto).

El largo periodo de utilización generalizada e indiscriminada del subsidio en las más variadas áreas de la economía, y el predominio del subsidio indirecto como único expediente, condujo ciertamente a distorsiones que en muchos casos se alejaban de los objetivos buscados, garantizando buenos negocios a los productores, pero con respuestas inadecuadas a la demanda.

De la crítica de este periodo se han obtenido enseñanzas, sólo en determinadas áreas el subsidio indirecto es eficiente, en aquellos casos en los cuales se trata de bienes y servicios de consumo mayoritario por los sectores de bajos ingresos. Cuando se está en presencia de submercados altamente estratificados para que el subsidio llegue sólo a quienes realmente lo requieren para convertirse en demanda solvente, lo adecuado es la utilización del subsidio directo; haciendo lo más transparente su utilización, estableciéndole temporalidad y condicionalidad, focalizando su aplicación.

Si la generalización indiscriminada del subsidio en la economía generó distorsiones tanto en los submercados como en la operación misma de los agentes económicos, ello no puede conducirnos a defenestrarlo de manera absoluta como un instrumento que usado con prudencia y transparencia es una necesidad, máxime en sociedades como las nuestras con una estructura de la distribución del ingreso que deja fuera del mercado solvente a amplios sectores de la población que deben poder satisfacer sus necesidades básicas, y éstas no pueden esperar a que se concreten las promesas de las transformaciones y beneficios de la esfera macroeconómica.

El mercado habitacional, particularmente el submercado de bajos ingresos, requiere para garantizar una oferta adecuada del auxilio de la sociedad, del excedente social. Hay que destinar una parte a convertir en demanda solvente a ciertos sectores que de otra forma estarían condenados a vivir en una situación de precariedad tal que conspiraría para la elevación de la producción y la productividad de la economía como un todo, más allá de consideraciones éticas de justicia.

En los tiempos de transición, como son los actuales, suelen ponerse en evidencia distorsiones y errores cometidos en el manejo de la economía y la sociedad que fueron utilizados por el modo de gestión que hace aguas, pero hay que estar alertas porque se corre el riesgo de no ponderar adecuadamente dónde reside la clave de los problemas y no descartar, sin más, ciertos instrumentos utilizados, entre ellos el subsidio.

Un mercado tan imperfecto como el habitacional, en formaciones sociales como las nuestras con una tan desigual distribución del ingreso, requiere del uso del subsidio para asegurarse que una parte sustancial de la población pueda acceder al menos a lo mínimo necesario para asegurar una vivienda digna y sana.

El análisis del mercado de la vivienda, especialmente el segmento que atiende a los sectores de bajos ingresos, nos lleva a la conclusión que eliminar por completo toda forma de subsidio en este campo sería condenar a densos sectores de la población a condiciones aún más precarias que las que sufren hoy en día. Otra cosa muy distinta es poner bajo el lente crítico las formas de subsidio del pasado (la mayoría de las veces indirecto), que con mucha frecuencia perdieron su norte en el camino, no llegando a sus destinatarios. De manera que lo que hay que determinar es a qué segmentos del mercado le es indispensable el subsidio (y destinarlo sólo a ellos), en qué monto, con qué temporalidad y bajo qué mecanismo es más transparente y más focalizado (mientras más cerca del usuario final y con menos intermediaciones, mejor).

Satanizar de manera generalizada el uso del subsidio para determinados submercados y estratos de la población puede ser tan pernicioso como lo fue su glorificación indiscriminada en el pasado. Los tiempos del fundamentalismo neoliberal ante todas sus insuficiencias están dando paso a una visión más equilibrada del funcionamiento de las sociedades y de la economía. A fuerza de tropiezos parece que volvemos entender aquello que Karl Polanyi nos recordaba: el mercado es un gran sirviente, pero un amo desastroso.

Alberto Lovera



Conferencia Internacional de Urbanización y Vivienda

Barquisimeto, Venezuela, 05 al 08 de octubre de 1998, Hotel Barquisimeto Hilton

Objetivos

- Disertar sobre la vivienda en el contexto socioeconómico del desarrollo de las naciones
- Intercambiar experiencias mundiales sobre la producción de la vivienda y las opciones adecuadas al problema
- Analizar el desarrollo urbano sustentable y su impacto en la calidad de vida de las ciudades
- Promover la vinculación de redes de comunicación relacionadas con vivienda entre países latinoamericanos

Temario

1. La vivienda en el contexto del desarrollo de las naciones

- Inserción de la vivienda en el contexto socioeconómico.
- Papel del Estado. Las políticas públicas.
- Papel de los actores no gubernamentales (promotores, entes financieros, ONG's).

2. La vivienda asequible y las opciones posibles

- Urbanización de tierras, infraestructura y rehabilitación.
- Tecnologías: sistemas y materiales.
- Financiamiento, arrendamiento y subsidios.
- La participación del Estado en el mercado.
- La autogestión comunitaria.
- Cooperación internacional.

3. Desarrollo urbano y ambiente en contextos de creciente urbanización y metropolización

- Asentamientos humanos y desarrollo sostenible y sustentable.
- Tratamiento de asentamientos ilegales.
- Calidad de vida en las áreas residenciales (servicios, seguridad, recreación e integración plena a la vida urbana).

Idiomas: Español e inglés.

Inscripción:	Hasta 31/05/98	Hasta 30/06/98	Desde 01/07/98
Participante	200 US\$	250 US\$	300 US\$
Estudiante (max. 20)	80 US\$	100 US\$	120 US\$
Acompañantes	100 US\$	100 US\$	100 US\$
Inscripción en el momento del evento 350 US\$			

Promotores:

UCLA, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado.

ALEMO, Asociación para la Investigación en Vivienda Leopoldo Martínez Olavarría.

SHIMBERG CENTER, Rinker School of Building Construction, University of Florida.

CIB, Consejo Internacional para los Estudios y la Documentación sobre Investigación de la Construcción.

Auspiciadores

Nacionales: Conavi; Fondur; Inavi; Banap; Conicit; FVP; Fveap; Fundacomun; Pdvs; CSB; IDEC / UCV; ULA; Gobernación del Estado Lara; Alcaldía de Iribarren; Banco Mercantil; Banco de Lara; Banco capital; Casa Propia.
Internacionales: PNUD; Centro Internacional de Huracanes, Florida.

Comité Organizador

DIC-UCLA, Decanato de Ingeniería Civil, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado.

ALEMO, Asociación para la Investigación en Vivienda Leopoldo Martínez Olavarría.

CJL, Centro Jacinto Lara, Empresa Pública de Gestión Urbana.

FUDECO, Fundación para el Desarrollo de la Región Centro Occidental.

Información e Inscripción

COMITÉ ORGANIZADOR URVI 98.

Atención: Ing. Liana de Bustillos, Directora Ejecutiva.

Ing. Emilia de Partidas, Secretaria Ejecutiva.

Sra. Ligia Cardozo, Secretaria.

Dirección: Fudeco, Av. Libertador, Barquisimeto, Venezuela,

Teléfonos: (58-51) 538022 Ext. 219. Telefax: (58-51) 521766

e-mail: urvi98@telcel.net.ve

SHIMBERG CENTER, Rinker School, University of Florida Gainesvilles, Florida, Estados Unidos.

Atención: Dr. Robert C. Stroh.

Teléfono: 352-392-7697. Fax: 352-392-4364.

e-mail: stroh@nervm.nerdc.ufl.edu

<http://www.bcn.ufl.edu/shimberg/w63conf.htm>

ALEMO, Asociación para la Investigación en Vivienda Leopoldo Martínez Olavarría.

Teléfonos: (58-2) 5772010 - 5775142. Fax: 5779582.

e-mail: alemo@reacciun.ve

Entre los requerimientos esenciales y legítimos de las familias surge la vivienda como prioritaria, particularmente en los países donde la migración de la población rural a las áreas urbanas hacen que el suministro de una vivienda segura y digna se convierta en un importante reto social. Por estas razones, estamos convocando a todos los hombres y mujeres preocupados por este problema, instituciones y empresas vinculadas al sector, organismos gubernamentales y no gubernamentales dedicados a la investigación, planificación, ejecución y promoción de viviendas, a presentar sus prácticas y experiencias en URVI 98.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS COMPUESTAS: EDIFICIOS PARA VIVIENDAS¹

José Adolfo Peña U. / Carmen Yanes M.

INTRODUCCIÓN

El déficit de viviendas en América Latina alcanza, en las postrimerías del siglo XX, la cifra de los 50 millones de unidades, lo que representa una carencia avasalladora que engloba no sólo la vivienda, sino también la infraestructura y el equipamiento social, creando un profundo deterioro del hábitat del hombre latinoamericano.

No es posible seguir actuando con la sola alternativa de la construcción tradicional, en la cual no se ha realizado siquiera un proceso de racionalización que nos plante la posibilidad de obtener una mayor productividad de los recursos de que disponemos, en cuanto a mano de obra, equipos y materiales. Continuamos trabajando con un margen de desperdicio y subutilización de los recursos, que no permite avizorar a corto plazo la satisfacción del «hambre de vivienda» a la cual están sometidos nuestros pueblos. Por los procesos tradicionales que conocemos en la construcción civil, difícilmente llegaremos a una solución que cumpla con planes emergentes y reales.

No hay duda de que la vivienda es un problema complejo: político, cultural, social, económico y técnico. Este trabajo pretende enfocar el problema sólo desde el punto de vista de los recursos de insumos que intervienen en su solución.

En cuanto a la mano de obra, no podemos ignorar el gran contingente humano que no cuenta con empleo en nuestros países y que, en muchos casos, no está preparado para incorporarse a los medios de producción. De ahí que no le es posible a América Latina, exportar como «ganado humano» su población a los mercados mundiales, en los cuales se mantiene una lucha por restringir la incorporación de mano de obra barata externa. En esa lucha han llegado a plantearse casos de racismo, por el temor de la

ABSTRACT
COMPOUND
STRUCTURES DESIGN AND
CONSTRUCTION: HOUSING
BUILDINGS

The fundamental objective of designing composite structures is to integrate various materials in a structural complex which has the required rigidity and resistance, each one participating with the inherent features characterizing their form of functioning.

The constructive process for the erection of the structure has relevant importance; said process has influence on the conception of the structural form so that it may respond satisfactorily to the force flow present at the set of components integrating it during execution. Other considerations of importance are the distortions obtained during the production stage. It is desirable to obtain a structure that, being integrated by a set of components and various materials, satisfies both the requirements during the constructive process intermediate stages and the requirements during the service stage, without needing to increase any expense in materials.

Steel producer countries that also have materials for concrete elaboration, with a tradition of usage of both materials, may find in composite structure (steel-concrete) an extraordinary potential for the construction sector. Concepts such as force flows, resistance and rigidity, among others, analyzed as a whole of new structure proposal which combined with the constructive duty can lead to a solution of lots of problems in this area; particularly in Latin America where the foreign influence technology has been applied without intellectual and technical knowledge, creating more problems than solutions. A Venezuelan experience based on this principles is presented in this paper.

RESUMEN

El diseño de estructuras compuestas tiene como objetivo fundamental la integración de diferentes materiales, en un conjunto estructural en el cual cada uno participa con las bondades intrínsecas que caracterizan su forma de trabajo.

El proceso constructivo para la elaboración de la estructura es de primordial importancia; influye en la concepción de la forma estructural para que ésta responda satisfactoriamente al flujo de las fuerzas que se presentan en el conjunto de componentes que la integran, durante su ejecución; de igual importancia es la consideración de las deformaciones que se tendrán en las fases de producción de la misma. Lo deseable es obtener una estructura, que estando integrada por un conjunto de componentes y materiales diferentes, cuente con la rigidez y la resistencia necesarias, y satisfaga los requerimientos tanto en las fases intermedias del proceso constructivo, como en su etapa de servicio, sin que para ello sea necesario incrementar el gasto de los materiales.

Los países productores de acero, con disponibilidad de insumos para la elaboración de concreto, y con tradición en el uso del acero y del concreto, tienen en las estructuras compuestas de acero-concreto, un potencial extraordinario para el desarrollo del sector construcción. Conceptos tales como flujo de fuerzas, resistencia y rigidez, entre otras, analizados en conjunto, en nuevas proposiciones estructurales, aunados al planteamiento del quehacer constructivo, pueden conducir a la solución de muchos de los problemas que el sector construcción presenta, y muy particularmente en América Latina, donde la influencia de tecnologías foráneas, aplicadas sin el dominio intelectual y técnico de las mismas, han creado más problemas que soluciones. En el presente trabajo se presenta una experiencia venezolana en la cual se aplican estos principios.

DESCRIPTORES:

Acero, Concreto, Estructuras compuestas, Prefabricación, Tecnología no convencional, Vivienda.

¹ Versión en español del artículo «Diseño y construcción de estructuras compuestas: edificios para viviendas» publicado por: Council on Tall Building, ed. 1997, International Conference on High Technology (Proceedings of the 2nd. International Conference held in São Paulo, oct. 30-31, 1997).

gente aglomerada en los países receptores, donde cuentan con una buena manera de vivir, de aceptar un contingente humano que en los primeros tiempos es mano de obra oprimida, pero que más adelante pueden reclamar derechos y sublevarse en la exigencia de los mismos.

Si tenemos un problema de desempleo aunado a un déficit dramático de viviendas, lo que nos queda es establecer planes que conlleven a acciones reales, para incorporar esa mano de obra a los medios de producción de viviendas, con la conciencia de que gran parte de esa mano de obra no está capacitada para el desempeño de funciones específicas. De ahí que los medios de producción tienen que permitir su incorporación, mediante el adiestramiento a través de la repetición de operaciones en manera rutinaria, en una primera etapa. Posteriormente estos trabajadores serán capaces de realizar operaciones de otra índole, donde su actividad se vea reconocida por la coparticipación en la producción y por la mejora de salario.

La «industrialización apropiada», que envuelve indudablemente tecnologías apropiables, es útil en la medida en que siendo gestadas a partir de nuestras capacidades, hagan posible su materialización con los medios de que disponemos en nuestros países, y uno de esos medios es el hombre.

La industrialización que requieren los países de América Latina en el sector construcción y en general, es aquella que le permita a todos tener un empleo, que le permita a todos comer todos los días, que le permita al trabajador enviar sus hijos a buenas escuelas donde reciba la enseñanza que él no pudo alcanzar. Los calificativos de moderno, avanzado, neoliberal, o cualquier otro epíteto en estado de fragua, no nos pueden distraer en una discusión inocua. Debemos ser socialmente responsables, servir con lo mejor de nuestros conocimientos, y obrar con sensibilidad para disminuir la injusticia social en la cual están sumidos nuestros pueblos; ello nos exige cada día de mayores y mejores actitudes y aptitudes, para disfrutar la libertad de vivir con dignidad y en paz social.

Una de las tareas más arduas y persistentes es la de racionalizar, o utilizar en forma no convencional, los materiales de que disponemos en una región. Hay una resistencia latente en el medio profesional, que obedece en algunos casos a falsos teoricismos, al amparo en códigos y normas para disfrazar la pereza mental que produce el uso continuo y repetido de un proceso o de una forma específica de actuación.

En Venezuela, los materiales más conocidos y utilizados en la industria de la construcción son el cemento y sus derivados; el acero en forma de cabillas, laminados planos, perfiles en series limitadas y mallas electrosoldadas; la arcilla en forma de bloques para tabiques y losas; y, por último, la cerámica.

El cemento es usado fundamentalmente para el concreto armado: el acero, para estructuras de acero en forma de esqueleto (vigas y columnas), como láminas dobladas planas para el uso de cubiertas de techos o como parte de la armadura en entresijos.

En la tarea de crear nuevas tecnologías de producción de componentes para la construcción de edificaciones, en los últimos treinta años, hemos hecho uso del concreto armado que, vaciado en formaletas metálicas en su posición definitiva de trabajo, y prefabricado en planta fija o a pie de obra, nos ha permitido acrisolar conocimientos tanto sobre el uso del concreto armado en el trópico –nuestro concreto caribeño– como en el manejo de la ingeniería del detalle, indispensable para el diseño de herramientas y encofrados metálicos de acero (figura 1). Esta experiencia nos ha brindado la oportunidad de desarrollar, en forma ecléctica, sistemas mixtos para la producción de componentes utilizando el acero como armadura rígida y el concreto como diafragma.

Aplicando estos conceptos hemos obtenido una economía sustancial en el uso de los materiales, que conjuntamente con el diseño de procesos repetitivos y fáciles de controlar, nos han conducido a lograr edificaciones livianas, económicas y resistentes a las solicitaciones.

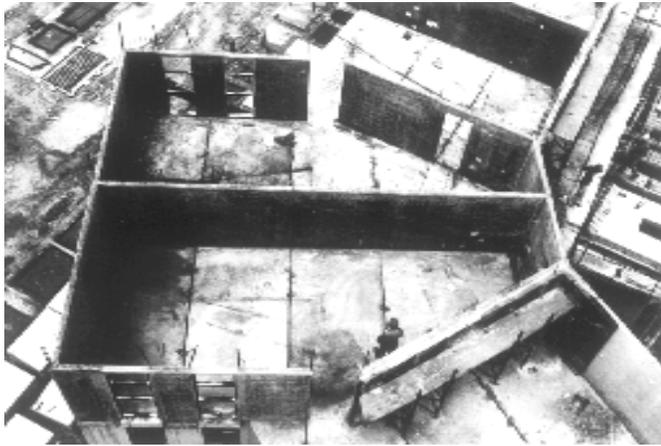
El habernos liberado desde nuestros inicios, de preceptos teóricos o de teorías no claramente fundamentadas en el desarrollo y puesta en marcha de nuevas tecnologías, y el apego al conocimiento adquirido y demostrado en sus fundamentos a través de las aplicaciones, nos permite hoy afirmar que lo importante y fundamental en la tarea emprendida es lo constante, lo consecuente y lo tenaz que se pueda ser ante el aprendizaje de los aciertos y desaciertos obtenidos. Constancia en la labor cotidiana, consecuencia con las premisas establecidas y tenacidad frente a los principios éticos y morales, es nuestro compromiso con la sociedad.

DISEÑO ESTRUCTURAL

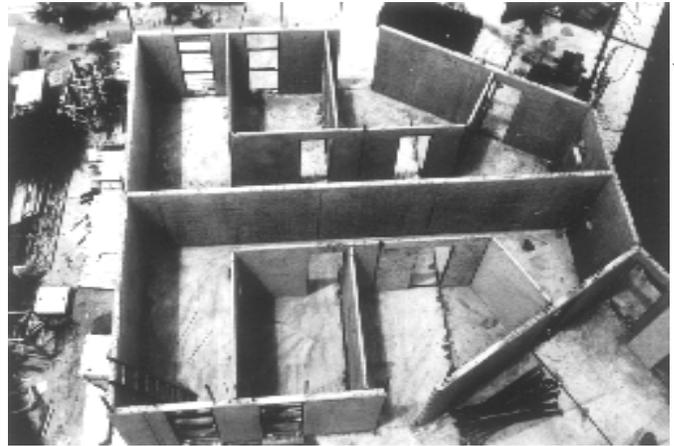
El diseño estructural, concebido con creatividad y ejecutado con destreza en el manejo de los conocimientos, hace posible el estudio del comportamiento de las edificaciones sometidas a un determinado estado de cargas desde una óptica no convencional, lo que implica analizar en el espacio un complejo esquema de fuerzas que actúan en tres dimensiones y que tienen un flujo tanto en dirección horizontal como en vertical. Este flujo de fuerzas está condicionado, por supuesto, a la ubicación y tamaño de los elementos componentes de la edificación, sean o no estructurales, y puede verse obstaculizado al interrumpirse un elemento constructivo o al establecerse un cambio brusco de sección.

FIGURA 1

SISTEMA CONSTRUCTIVO "SEL". (a) Paredes portantes en tres direcciones vaciadas en sitio con formaletas metálicas; (b) Tabiquería no estructural, prefabricada a pie de obra; (c) Proceso de construcción; (d) Conjunto de edificios de vivienda de 20 pisos en Maracaibo, estado Zulia, Venezuela; (e) Distribución estructural de las paredes portantes; doce apartamentos por piso.



A



FOTOGRAFÍAS: OTIP

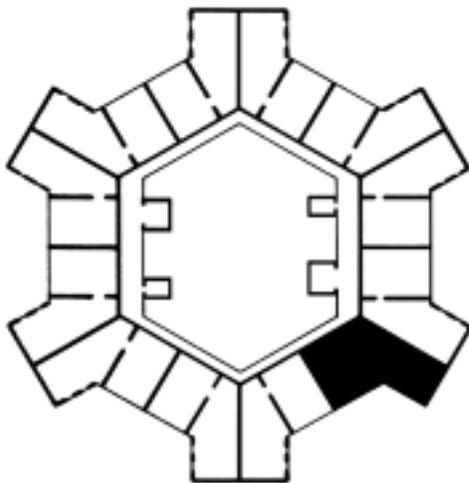
B



C



D



E

El transporte de ese flujo de fuerzas a las fundaciones sólo podrá ser solucionado satisfactoriamente si el diseñador tiene, desde el inicio del proceso de diseño, una visión clara del conjunto de la edificación y busca que en la transmisión de fuerzas, el conjunto estructural se comporte satisfactoriamente en cuanto a rigidez y resistencia se refiere, manteniendo a su vez homogeneidad con los elementos no estructurales que conforman la edificación.

La distribución de los elementos estructurales en líneas resistentes nítidas, la continuidad entre ellos, basada en una clara interacción de los mismos a través de uniones bien detalladas, obviará dificultades para comprobar de manera fehaciente, mediante el análisis estructural, su comportamiento bajo un estado de cargas. Lograda una estructura según estos principios, se simplificará su construcción, y al tener la continuidad descrita, podrá la edificación como un todo, soportar los efectos consecuentes del estado de cargas en forma armónica; las cargas se distribuirán a través de sus partes en la forma prevista y cada elemento compo-

nente realizará la fracción de trabajo que le corresponde. En cambio, si la trabazón mecánica de las partes o elementos estructurales es deficiente, o no integran líneas de resistencia, la acción de las cargas se manifestará separadamente sobre cada uno de ellos, en forma proporcional a sus masas, lo que se traduce en un peligro evidente.

Un edificio bien concebido, aunado a la correcta aplicación de lo prescrito en las normas, tendrá una "resistencia adicional" que le permitirá soportar la acción de las cargas con un factor de seguridad mayor que el contemplado en dichas normas. Pero, si en cambio, el edificio se configura con geometrías irregulares, tanto verticales como horizontales, se establecen cambios bruscos de rigidez de un piso a otro, o se diseñan detalles o conexiones de manera inadecuada, la "resistencia adicional" se verá anulada por el efecto de torsiones excesivas, que además demandarán niveles elevados de ductilidad y de resistencia.

Hay que insistir en que la estimación de la respuesta estructural de los edificios, no sólo es fruto de la aplicación de lo pautado en los códigos o normas y su posterior análisis, haciendo uso de un programa predeterminado en una computadora; se trata de algo más complejo, de saber intuir y deducir el comportamiento de la edificación, conociendo cómo se deben repartir las sollicitaciones entre los diferentes elementos que la componen, cómo es su interacción, y qué ductilidad se espera en su comportamiento, cómo actúan los elementos no estructurales, tales como las paredes divisorias de mampostería que se encuentran unidas a la estructura.

El hecho de diseñar estructuras rígidas no debe lograrse aumentando el peso de las mismas. La rigidez puede lograrse, por ejemplo, haciendo uso de paredes portantes, alrededor de los núcleos de circulación vertical, o incorporando las fachadas como elementos portantes, o mediante la diagonalización de algunos de los pórticos que integran la estructura, unidos de manera coherente y armónica con otros elementos estructurales.

En cuanto a construir estructuras más livianas, una opción posible son las estructuras compuestas de perfiles de acero y concreto armado, que ofrecen un buen comportamiento ante cualquier estado de cargas.

Las "edificaciones honestas", entendiendo como tales, aquellas que no esconden defectos de la estructura con falsos plafones, recubrimientos o fachadas espectaculares, cuya patología puede ser controlada durante los procesos de diseño y construcción de las mismas, pueden lograrse teniendo como marco de referencia la responsabilidad compartida entre quienes hacen las normas y reglamentos, las autoridades que las aprueban y les dan carácter legal, los propietarios, arquitectos, ingenieros de suelos, ingenieros estructurales, geólogos, ingenieros inspectores y constructores. Estos, en definitiva, son los actores

fundamentales en la tarea de determinar en cada región, las características de las edificaciones, de lo cual dependerá su comportamiento futuro.

ESTRUCTURAS COMPUESTAS

El diseño de estructuras compuestas tiene como objetivo fundamental la integración de diferentes materiales, en un conjunto estructural en el cual cada uno participa con las bondades intrínsecas que caracterizan su forma de trabajo.

Las estructuras compuestas tienden a tener su expresión propia, y de acuerdo con la destreza y con el conocimiento del diseñador, se puede lograr la armonía necesaria entre los requerimientos de la edificación en la cual se aplican. Los requerimientos son de variada índole, destacando entre otros: los funcionales, los de rigidez y resistencia, los económicos, los estéticos y la eficiencia del proceso constructivo. El proceso constructivo para la elaboración de la estructura es de primordial importancia; influye en la concepción de la forma estructural para que ésta responda satisfactoriamente al flujo de las fuerzas que se presentan en el conjunto de componentes que la integran, durante su ejecución. De igual importancia es la consideración de las deformaciones que se tendrán en las fases de producción de la misma. Lo deseable es obtener una estructura, que estando integrada por un conjunto de componentes y materiales diferentes, cuente con la rigidez y la resistencia necesarias, y satisfaga los requerimientos tanto en las fases intermedias del proceso constructivo, como en su etapa de servicio, sin que para ello sea necesario incrementar el gasto de los materiales.

Un planteamiento ecléctico como éste, permite obtener ventajas en lo económico, en los tiempos de construcción y en la expresión plástica de los espacios exigidos para el funcionamiento de la edificación; es lo equivalente a decir, que hace posible la máxima productividad de los recursos a nuestro alcance: calidad total.

TECNOLOGÍA NO CONVENCIONAL BASADA EN ESTRUCTURAS COMPUESTAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS DE VIVIENDA

La vivienda, por su carácter de producto de consumo masivo, a diferencia de otras edificaciones de carácter particular, permite plantear procesos de construcción susceptibles de ser industrializados sin que ello signifique que se trata de series repetidas de edificaciones, sino de la producción industrializada de componentes con los cuales se pueden obtener diferentes soluciones.

La tecnología que aquí se presenta se aplica a la construcción de edificaciones de vivienda multifamiliar hasta de ocho pisos, utilizando elementos prefabricados, compuestos de acero y concreto armado.

Los elementos compuestos son de dos tipos:

a) Elementos planos cuyos bordes son de acero, conformando un bastidor que se rigidiza mediante un diafragma de concreto armado; entre ellos podemos distinguir las paredes portantes, los elementos que conforman la tabiquería interna, las losas de entrepiso y las losas de techo; b) Elementos lineales, como son las vigas, producidas en forma similar a los elementos planos, y las columnas que son tubulares de acero rellenos de concreto.

La circunstancia del riesgo sísmico existente en el 80 por ciento de las poblaciones de Venezuela, y el análisis sistemático del comportamiento de las edificaciones ante estos eventos, nos han inducido a identificar el sistema de paredes portantes en dos o más direcciones, como uno de los esquemas estructurales que ofrece mayores ventajas desde el punto de vista de la rigidez y la resistencia necesarias para soportar la acción de las fuerzas horizontales.

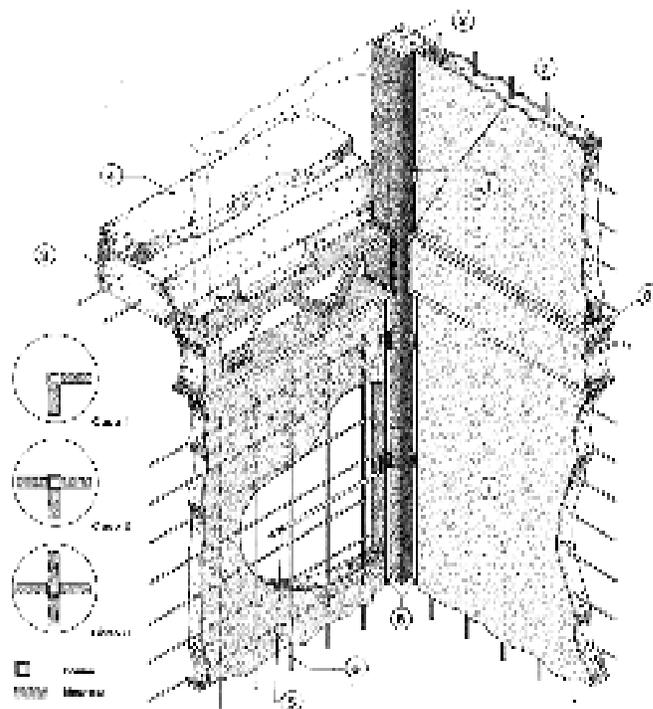
Por otra parte, en el proceso de diseño de viviendas, es factible determinar cuáles partes de la edificación son susceptibles de modificaciones en el tiempo y cuáles son permanentes, de manera tal que estas últimas pueden ser incorporadas a la estructura. En ese sentido, en la fase inicial del proceso de diseño, la tendencia es a conformar los edificios como un conjunto de paredes portantes que se ubican en el perímetro del edificio y que interactúan con pórticos internos. En función del esquema funcional de la edificación y de sus posibilidades de evolución se sustituyen pórticos internos por paredes portantes, conformando "cajas" o núcleos rígidos, todos interconectados entre sí. La estructura, así configurada, constituye un todo que se integra en un conjunto monolítico mediante uniones por soldadura, y con el vaciado adicional de un *topping* sobre las losas de entrepiso (figura 2).

Mediante este proceso es posible obtener múltiples soluciones de diseño adaptadas a las circunstancias particulares de cada obra (figuras 3, 4 y 5).

En cuanto a los procesos constructivos, éstos se ejecutan en dos fases fundamentales: la fabricación de los componentes, lo cual se realiza en una planta fija de producción, y el ensamblaje o montaje de los mismos, que se realiza en el sitio donde se ubica la obra.

La fabricación de componentes se realiza en dos etapas: 1) la elaboración de los bastidores de acero, en un taller metalmeccánico; 2) el vaciado de concreto sobre mesas metálicas de producción, que se realiza en una pista de prefabricación. Los bastidores de acero actúan como encofrado lateral, reduciéndose así la complejidad de las formaletas usualmente utilizadas para el vaciado de com-

FIGURA 2
ESTRUCTURAS COMPUESTAS: Isometría de la unión entre elementos prefabricados del Sistema CONCAPREGO. (1) Pared portante; (2) Columna tubular rellena de concreto, (3) Losa de entrepiso; (4) *Topping* estructural; (5) Conector entre el bastidor de la pared y el concreto de la misma; (6) Armadura de refuerzo del concreto de la pared; (7) Soldadura de unión entre elementos prefabricados; (8) Pletinas de acero que conforman el bastidor de la pared.



ponentes de concreto armado, debiendo centrarse el diseño de herramientas en los elementos de fijación, que constituyen un mínimo porcentaje del total de los medios de producción.

La independencia de las formaletas le imprime a los medios de producción una flexibilidad tal que permite al diseñador de la edificación una gran libertad de expresión desde el punto de vista formal, toda vez que el diseño del componente no está determinado por las características de la herramienta.

El ensamblaje de los componentes constructivos plantea dos alternativas: el manejo manual de elementos o el uso de equipos de izamiento. En función de características de la obra, tales como la localización, la disponibilidad de equipos y mano de obra se establecen algunos parámetros que rigen el diseño de los componentes, a saber: formas, dimensiones y pesos, entre otras.

En el plan de ejecución de cada obra se detalla la secuencia de operaciones a realizar, la organización y participación de los equipos y de la mano de obra en cada actividad, y los tiempos de ejecución de cada etapa. Ello permite hacer el seguimiento de la obra, el control de calidad y el control de costos de la misma, tareas necesarias para la evaluación sistemática de los procesos, lo que conduce a la retroalimentación de la tecnología.

FIGURA 3
SISTEMA CONCAPREGO: Parque Residencial "La Quinta", Los Teques, Venezuela. (a, b, y c) Proceso constructivo de un edificio de cinco pisos; (d) Detalle del montaje de elementos prefabricados de acero-concreto; (e y f) Vista exterior del conjunto de edificios.

FOTOGRAFÍAS: OTIP



A (28/11/96)



D



B (07/12/96)



E



C (20/12/96)



F

FIGURA 4

SISTEMA CONCAPREGO: Edificio de viviendas "Portillo I", Caracas, Venezuela. (a) Inicio del proceso de montaje de la planta baja de un edificio de viviendas de sustitución para los moradores de viviendas precarias ubicadas sobre el lecho de una quebrada; (b) Estructura terminada de un edificio de seis pisos. El montaje se realiza con grúa y el peso máximo de los elementos es de 1.500 kg.



A



B

FOTOGRAFÍAS: OTIP

FIGURA 5

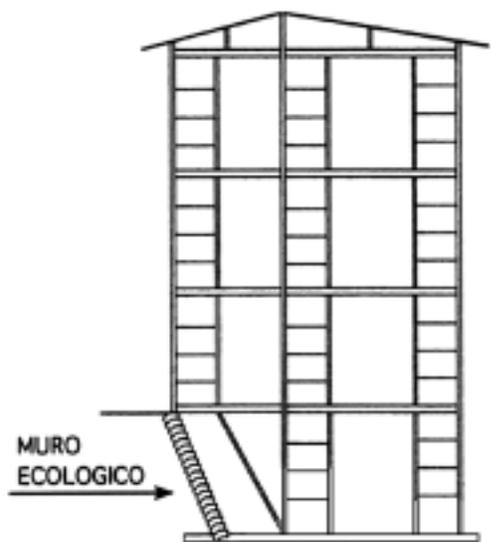
SISTEMA SANCOCHO: Edificio de viviendas "Aguachina". Caracas, Venezuela. (a) Edificio de cuatro plantas, que usa elementos de acero-concreto de manejo manual; (b) Sección transversal del edificio. (c) El muro de contención de la vía se integra a la estructura; (d) Detalle de la estructura terminada. Los componentes tienen un peso máximo de 70 kg.



A



C



B



D

FIGURA 6

Centro de Estudios de la Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.
 (a) Estructura mixta de acero-concreto, de 25 m de diámetro, de marcos rígidos colocados en forma radial con 3.7 m de volado; (b) Edificio completamente ensamblado.



FOTOGRAFÍAS: OTIP

A título de ejemplo, la figura 6 muestra una obra de servicios educacionales proyectada en forma convencional, en la cual, mediante la aplicación de los principios de las estructuras compuestas, se logró una reducción del 40 por ciento en el costo y del 10 por ciento en el tiempo de ejecución, sin afectar las características espaciales propuestas en el proyecto arquitectónico.

CONCLUSIÓN

Los países productores de acero, con disponibilidad de insumos para la elaboración de concreto, y con tradición en el uso del acero y del concreto, tienen en las estructuras compuestas de acero-concreto, un potencial extraordinario para el desarrollo del sector construcción. El aprovechamiento de ese potencial sólo puede ser obtenido mediante la investigación permanente de las posibilidades que estos materiales ofrecen, mediante el estudio de sus propiedades como material mancomunado, el planteamiento de propuestas estructurales integrales, no convencionales, en las cuales el comportamiento total sea el punto de partida y no el análisis separado de las partes. Conceptos tales como flujo de fuerzas, resistencia y rigidez, entre otras, analizados en conjunto, en nuevas proposiciones estructurales, aunados al planteamiento del quehacer constructivo, pueden conducir a la solución de muchos de los problemas que el sector construcción presenta, y muy particularmente en América Latina, donde la influencia de tecnologías foráneas, aplicadas sin el dominio intelectual y técnico de las mismas, han creado más problemas que soluciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PEÑA U., José A.; DEMBO, Nancy; DÍAZ P., Carlos; MAGGI, Luisa y YANES, Carmen. «CONCACERO I Sistem. A solution for education buildings». *Informes de la Construcción*, Vol. 38, No. 386, pp. 71- 83. Instituto Eduardo Torroja, España, diciembre 1986.

YANES M., Carmen. «El diseño de sistemas constructivos». *Revista Construcción y Tecnología* del IMCYC, Vol. IV, No. 46, pp. 6-16. México, marzo 1992.

BATONI, José A.; BATONI, Carmen V.; PEÑA U., José A. y YANES M., Carmen. «Sistema constructivo sancocho». Anales del *II Curso Iberoamericano de Técnicas Constructivas Industrializadas para Vivienda de Interés Social*. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). Montevideo, Uruguay, 1993.

PEÑA U., José Adolfo. «Arquitectura, ingeniería y sismorresistencia». Actas del *Seminario «La arquitectura en zonas sísmicas»*, pp. 139-140. Sept. 11 al 15, 1995, San Juan, Argentina.

PEÑA U., José Adolfo. «Technology for Simultaneously Buildings Upwards and Downwards». Proceedings of *International Conference, High Technology Buildings*, CTBUH. São Paulo, Brazil, oct 25-26, 1995.

NOVAS TECNOLOGIAS E RELAÇÕES DE TRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL¹

Ane Lise Pereira Da Costa Dalcul

RESUMEN

El principal

objetivo de este trabajo consiste en presentar una conceptualización que aborda las políticas de gestión y patrones de las relaciones de trabajo para poder entender mejor su desenvolvimiento. También analizar la evolución de la clase obrera, de los sindicatos de trabajadores, los empresarios y el papel del Estado, enfatizando en la construcción civil.

Mediante una investigación se intentó identificar cómo las empresas constructoras de Porto Alegre (Brasil) buscaban su desarrollo así como caracterizar los aspectos relevantes concernientes a competitividad, innovaciones tecnológicas y relaciones de trabajo.

DESCRIPTORES:

Brasil,

Construcción civil,
Innovación, Porto Alegre,
Relaciones de trabajo,
Tecnología.

ABSTRACT
NEW TECHNOLOGIES AND WORK RELATIONSHIPS IN CONSTRUCTION INDUSTRY

The main point on this work is to introduce a conceptualisation on public policies and work relationships patterns in order to understand more its development. It is also to analyse the evolution of working class, of the workers syndicates and the owners and to analyse the role of the state in the construction industry.

An attempt to realise how would the construction companies in Porto Alegre, Brazil, would reach their development was allowed by an investigation. Relevant aspects concerning competitiveness, technological innovations and work relationships were studied too.

1. INTRODUÇÃO

1.1 A importância do estudo no setor

Considerado um dos mais importantes setores industriais, a construção civil possibilita atividades de vários outros setores, produtores dos insumos necessários nas edificações como também, de empresas fornecedoras de materiais e serviços. Esta gama de "intervenientes", por outro lado, dificulta a organização das empresas, principalmente, de seus canteiros de obras.

As empresas de construção civil lutam, incessantemente, para que seu processo produtivo, se torne menos complexo e para diminuir os atrasos na execução de obras, desperdícios de materiais e, principalmente, o índice de rotatividade aliado a falta de qualificação da mão-de-obra.

Esta preocupação, cada vez mais acentuada com a qualidade e com a produtividade leva à busca de Novas Tecnologias que possam integrar mais administração/ produção.

É mister, portanto, abordar as políticas de gestão e de padrões de relações de trabalho do setor para que se possa entender o seu desenvolvimiento. No entanto, nos parece pertinente analisar a evolução de classe operária, dos sindicatos de trabalhadores e patronal e o papel do Estado.

Muitos são os enfoques que versam sobre as relações de trabalho em todos seus aspectos, tanto políticos quanto jurídicos organizacionais e culturais, mas apenas nos últimos anos tem-se realizado estudos que mostram a importância dos aspectos relacionados directamente às políticas de recursos humanos. Na indústria da construção civil, estes estudos são escassos, justifica-se, portanto o desenvolvimiento deste estudo neste setor, tendo em vista a influência das Novas Tecnologias nas mudanças nas relações de trabalho.

¹ Este texto fue presentado en el «XVIII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica». 24 al 26 de octubre de 1994, São Paulo, Brasil. Se reproduce con autorización del autor.

1.2. Objetivos

O principal objetivo do trabalho consiste em apresentar uma conceituação que aborda as políticas de gestão e padrões de relações de trabalho para que se possa melhor entender seu desenvolvimento.

Tem-se, ainda como objetivos específicos analisar a evolução de classe operária, dos sindicatos de trabalhadores e patronal e o papel do Estado enfatizando-se o setor da construção civil.

2. PROCESSO DE TRABALHO

2.1 A evolução do proceso de trabalho no Brasil e no Mundo

Ao longo das últimas duas décadas verificou-se, mundialmente, uma maior conscientização da significativa importância dos aspectos ligados à qualidade em termos de sociedade e de mercado consumidor. Tal fato foi motivado, principalmente, pelo aumento da competitividade internacional e pela acentuada evolução tecnológica além das pressões e conflitos sociais e da recessão econômica (Juran, apud Dalcul et al., 1992).

Mills (1986), mais especificamente destaca o "aumento contínuo da atenção dispensada pela administração das empresas americanas ao fator humano da produção de bens e serviços". Tal fato foi firmado com o agravamento da depressão econômica dos Estados Unidos e o surgimento de uma profunda preocupação em modificar a filosofia administrativa "ao contrário do fascínio superficial e efêmero do movimento de 'relações humanas' de uma década atrás".

Mais adiante o autor descreve:

«A oportunidade e o profundo enraizamento deste movimento podem estar relacionados entre si. À medida que a depressão econômica se acentua, o interesse e a atividade neste novo setor se ampliam também. À medida que o capital se torna mais escasso, os empresários em todo o país talvez estejam começando a desconfiar que o alcance potencial de contribuição humana à produção (em contraposição à contribuição do capital) pode ser bem amplamente compreendido e desenvolvido do que tradicionalmente tem sido em tempos mais prósperos. O clássico chavão de mundo dos negócios de que qualquer operário produzirá mais e melhor se se aplicar o capital suficiente para apoiá-lo, de repente parece estar sofrendo de uma grande transformação (op. cit. p. 69)."¹

Juran (Apud Dalcul et al., 1992) descreve o processo de trabalho do ponto de vista da qualidade, tomando como marco inicial a época do início das atividades comerciais que se caracterizou pela confiança e reputação adquiridas pelos artesãos no meio em que atuavam.

Os períodos que se seguiram destacavam os artesãos reunidos em corporações monopolísticas (pré-industrial), passando-se, na revolução industrial, as atividades fabris oriundas em grande volume de produção de fábricas.

No início do século XX, com a implantação do sistema Taylor de "administração científica" a produtividade teve ganhos significativos e ao mesmo tempo as atividades de planejamento e execução de produção foram separadas. Isto acarretou certa perda de importância do artesão em relação ao aspecto produtividade.

Com a segunda guerra mundial foi desenvolvido, pela War Production Board/USA, o CEP-Controle Estatístico de Processo, com o intuito de melhorar a qualidade dos produtos militares.

O pós-guerra permitiu o direcionamento maciço da produção para a indústria bélica, caracterizando-se em um período de demanda bastante superior a oferta de bens e produtos e a verificação da acentuada escassez de produtos civis. Esta situação, pela busca de uma produtividade que permitisse equilibrar oferta e demanda, necessitou cerca de vinte anos para ser atingida.

Com o final do conflito internacional o Japão busca reconstituir o seu país e reverter a reputação de baixo custo e má qualidade dos produtos japoneses no exterior. Isto foi feito através de uma nova estratégia, que levou a uma revolução nas relações econômicas e comerciais do século (liderança na busca da qualidade pelos gerentes de alto nível; treinamento em todos os níveis no gerenciamento para a qualidade; aperfeiçoamento da qualidade em ritmo contínuo e progressivo e, participação ativa e integrada da força de trabalho).

Nota-se que, hodiernamente, a qualidade tem se apresentado como um dos marcos divisórios fundamentais das relações comerciais competitivas e, conseqüente desenvolvimento sócio-econômico dos segmentos por ela afetados (Juran ibidem, p. 21). Assim, mais empresas incluem em seus planos, metas sobre qualidade e que, não somente as modanças na política da qualidade mas também, evoluções na própria estrutura do controle de qualidade acontecerão no decorrer dos próximos anos.

2.2 O processo de trabalho da construção civil

Considerado um dos mais importantes setores industriais, a construção civil é responsável por atividades de vários outros setores, produtores dos insumos ne-

¹ Grifo nosso.

cessários nas edificações como também, de empresas fornecedoras de materiais e serviços².

A indústria da construção civil possui uma produção, feita sob encomenda e realizada no próprio local de seu consumo (Meseguer, 1989a), não seguindo nenhum planejamento urbanístico mas, apenas as necessidades da demanda (Fee, 1982).

O processo produtivo na construção civil envolve um grande número de responsáveis pelas atividades necessárias à execução do produto final, principalmente, devido aos avanços tecnológicos (Calavera, 1991) evolução dos materiais, dos métodos e processos construtivos (Meseguer, 1989b).

Mesmo tendo uma tradição de incorporar modernas técnicas de projeto e construção, a engenharia brasileira se encontra atrasada tecnologicamente (Vargas, 1988). O setor da construção civil ainda conserva as características de uma atividade manufatureira de produção com uso intensivo da mão-de-obra e pouca utilização de mecanização e, ainda, a falta de higiene, ausência de segurança no trabalho e até mesmo uma falta de planejamento e programação da construção (Farah, 1988). A incorporação de equipamentos no processo de produção, mesmo com certa perda de produtividade de mão-de-obra mostrou um aumento na produtividade global da construção civil (Grandi, 1985).

Com outro enfoque:

«Não raras vezes o operário é obrigado a 'virar' ou dobrar a jornada de trabalho. O aumento da produtividade (não buscado) foi substituído por uma intensificação da exploração da força de trabalho (Maricato, 1984)».

Este aumento de produtividade envolve interesses diversos que atuam tanto como freios (capital comercial, renda da terra) quando como fatores de progresso tecnológico (indústria de materiais de construção e equipamentos, capital financeiro, força de trabalho quando se organiza e os consumidores quando reivindicam). A indústria da construção pode atuar como freio ou impulso conforme a conjuntura, assim como o capital industrial mesmo que, este, tenha a tendência de um grande freio em virtude de um maior interesse, de nossa realidade, na baixa remuneração da força de trabalho (Maricato op. cit. p. 177).

As características peculiares da construção civil, tais como falta de padronização dos projetos, fluxo descontinuo de produção e a rotatividade de mão-de-obra e que, podem de certa forma ser controladas em alguns de seus aspectos, mas não podem ser eliminadas, devem ser levadas em conta quando da utilização de Novas Tecnologias (Vargas et al., 1984).

3. NOVAS TECNOLOGIAS

3.1. Inovações tecnológicas

Nos trabalhos realizados nas últimas décadas, por cientistas, engenheiros e outros técnicos, presencia-se uma "explosão de conhecimentos" no campo tecnológico (Silva, 1989).

Sobre as mudanças que vem ocorrendo com a introdução de Novas Tecnologias, Fischer & Fleury (1992) mostram as tendências de novos padrões de relações de trabalho a partir da qualificação do comprometimento de todos os empregados.

«...os padrões da relação de trabalho em contexto organizacional são definidos tanto a partir da relação com instâncias macropolítico-econômicas (na relação com o Estado, com os movimentos sociais, com o próprio mercado) como a partir de instâncias internas à administração de recursos humanos e da instâncias do simbólico (que em sua capacidade de ordenar, atribuir significações, construir a identidade organizacional age como o elemento de comunicação e consenso, assim como oculta e instrumentaliza as relações de dominação entre agentes).»

Segundo Juran inovação é um sinônimo de melhoramento da qualidade, ou seja "criação organizada de mudanças benéficas: a obtenção de níveis inéditos de desempenho". Ele afirma que maiores impactos, críticas e restrições às mudanças necessárias são evitados com a implantação da qualidade como prioridade máxima.

Erber (1982) ao mencionar a importante contribuição de Marx destaca as principais etapas das modificações ocorridas no processo de trabalho. Quais sejam:

- 1) a subordinação de grande número de trabalhadores a um capitalista, sem alterar os meios de produção anteriormente utilizados e mantendo o controle da técnica de produção nas mãos dos trabalhadores,...;
- 2) o processo de trabalho passa a ser subdividido e as tarefas individuais simplificadas e sistematizadas, ao mesmo tempo que desenvolvem-se instrumentos especiais para casa operação.
- 3) finalmente, os instrumentos manuais são substituídos por máquinas..., que vão servir de elemento organizador da produção, transformando o trabalhador num 'apêndice e servidor da máquina'.

Em virtude das rápidas transformações por que vem passando a sociedade, de onde podemos destacar a globalização das economias, rápida divulgação das novas

²Sobre o tema ler: Mascaró (1982), Fee (1988).

tecnologias, como a automatização e a informatização e a crise econômica que atinge tanto os países pobres como os ricos, o processo de trabalho também sofre certas transformações que refletem, principalmente, na qualificação dos trabalhadores (Piccinini, 1993).

A partir das considerações apresentadas, demonstra-se o caráter relevante das Novas Tecnologias que permitiu o estabelecimento de um conceito próprio para este trabalho, abrange *todo e qualquer método ou ação com vistas a melhoria da qualidade e produtividade relacionados tanto a equipamentos e processos assim como, a serviços e organizações de trabalho.*

A partir de agora quando se mencionar a sigla NT se estará referindo à Novas Tecnologias conforme conceito acima destacado.

3.2. Tecnologia e qualificação

A introdução de "inovações modernizantes"³, incluindo as novas técnicas organizacionais (CCQ, JIT, técnicas de controle de qualidade), incentiva as empresas ao investimento em treinamento. Por outro lado o aumento de pessoal qualificado acarreta uma queda no nível de emprego de pessoal não-qualificado (Rusch & Ferraz, 1991).

Sobre estes aspectos e com enfoque no emprego, Leite (op. cit.) relata que:

«... o emprego é antes uma função do ritmo de investimento que da tecnologia. Desse modo, o efeito potencialmente depressivo das NTs sobre o emprego poderia, em tese, ser compensado pela expansão da atividade econômica, estimulada, em certa medida, pela própria inovação».

Não menos complexa que a abordagem sobre emprego, a qualificação é tratada sob uma gama variada de conceitos e muitas vezes até é abordada sem uma precisa definição de tais conceitos (ver item 2.2.1.). Leite destaca que estes se encontram envolvidos por duas dimensões:

"a do saber teórico e prático do trabalhador sobre o processo de trabalho, e a da autonomia possível na condução/execução desse processo. Essas duas dimensões se cruzam, teoricamente, em dois níveis: o da qualificação formalmente necessária para uma ocupação ou posto de trabalho, do ponto de vista dos requisitos fixados pela empresa, e o da qualificação real do trabalhador que efetivamente desempenha a ocupação."

Nota-se a importante atribuição às empresas, dos diferentes setores da economia, de uma responsabilidade maior na compatibilização entre qualidade de mão-de-

obra e exigências tecnológicas assim como, o destaque que passa a assumir a formação profissional dos trabalhadores em todo os níveis da estrutura ocupacional das empresas (VIII CONAP).

Cabe aqui lembrar mais uma vez que muitas empresas não se encontram devidamente preparadas e, conseqüentemente, tornam-se ineficientes frente a tentativa de escolher uma determinada tecnologia.

3.3. A escolha de tecnologia

Foster (1971) propõem um modelo facilitador para as empresas adquirirem inovações tecnológicas que apresenta as seguintes etapas:

- 1) Caracterização dos recursos internos o externos da empresas.
- 2) Identificação dos problemas de mercado com relação a clientes e/ou a novas tecnologias.
- 3) Identificação das abordagens relevantes para os problemas analisados.
- 4) Avaliação dos alternativas e seleção da mais adequada.
- 5) Desenvolvimento e implantação da tecnologia escolhida.

Em estudo realizado, junto a empresas brasileiras de médio porte, Silva (1989) observou que os processos decisórios organizacionais para escolha de tecnologias caracterizavam-se como do tipo "orientados pelo mercado e não estimulados por algum desenvolvimento tecnológico, sendo também contingentes de variáveis externas situacionais".

O autor destaca que o fator dominante na escolha da fonte de tecnologia é o conhecimento e o contato prévio das empresas com tal tecnologia e que, isto poderia dever-se a alguns pontos tais como: vínculos informais e pessoais entre seus membros; credibilidade atribuída a fonte; simple disponibilidade e conveniência da fonte e até mesmo ao desconhecimento de outras alternativas.

Fleury (1978) antes mesmo de examinar completamente os dados coletados referentes a organização do trabalho de um conjunto de empresas industriais, formalizou a hipótese de que tais empresas utilizavam uma única forma para organizar o trabalho e que esta era independente de tecnologia empregada.

O tipo de cultura brasileira é "adversa à implantação de novas formas de organização do trabalho, que implicam em padrões de relacionamento entre patrões e empregados menos autoritários que no fordismo (Eboli, 1992)".

3.4. Novas formas de organização de trabalho na Construção civil

O redirecionamento da evolução tecnológica e organizacional do subsetor edificações, a partir dos anos

³Sobre o tema ler também: Rusch & Ferraz, 1991; Leite, 1990.

80 "... têm levado a novas formas de relacionamento entre o setor privado e o Estado no que diz respeito à produção, a alterações nas relações de consumo e nas relações entre capital e trabalho (Silva, 1991)".

A indústria de materiais e componentes de construção, também passa por alterações impulsionadas pela diversidade de materiais e componentes produzidos, além da tecnologia utilizada. Isto permitiu a instalação de grandes indústrias até mesmo estrangeiras e muitas empresas de pequenos produtores de materiais tradicionais. Porém a autora alerta que:

"Esse impulso se deu a princípio de uma forma não especificamente direcionada para a racionalização em si, mas direcionada no sentido de cobrir as necessidades quantitativas que se impuseram. As tipologia a serem produzidas ... as necessidades de redução dos prazos tradicionais de produção ... estimularam a indústria ao desenvolvimento de novos materiais e componentes que de alguma forma alteravam o processo de produção e visavam à redução de custos."

4. RELAÇÕES DE TRABALHO

Conforme Gonçalves (1990) "...o setor de construção e engenharia (SCE) é um dos alicerces da capacitação tecnológica e, simultaneamente, tem um impacto importante sobre o nível de emprego". E, ainda que, é necessário não só a introdução de inovações tecnológicas e organizacionais no setor, como também uma melhor formação de mão-de-obra com o objetivo de eliminar o desperdício, a ociosidade, a desorganização e a baixa qualidade em geral.

Observa-se desta forma que, ao se mencionar modernização deve-se referir tanto às inovações tecnológicas como, fundamentalmente, à modernização das relações de trabalho que implicam em mudanças profundas dos padrões culturais (Eboli, 1992) de nossa sociedade.

4.1. A evolução

"As relações de trabalho⁴ nascem das relações sociais de produção, constituindo forma particular de integração entre agentes sociais que ocupam posições opostas e complementares no processo produtivo: trabalhadores e empregadores⁵".

A partir do conceito acima vamos observar como evoluiu as políticas de gestão e os padrões de relações⁶ em períodos determinados de nossa história.

O Século XIX é o de formação da classe operária liderada por anarquistas que efendem a coletização dos meios de produção. As reivindicações dos trabalhadores são, não só por melhores condições de trabalho, como também, aumentos salariais, redução da jornada de trabalho, descanso semanal e a regulamentação do trabalho da mulher e do menor (Leme, 1978b).

No Século XX o patronato torna-se mais unido formando uma entidade de classe para fazer frente as greves dos operários e para defender seus interesses econômicos mais imediatos (Leme, 1978a). Neste período o Estado tem pouca interferência na regulamentação das relações capital-trabalho (Fausto, 1977).

Verifica-se a formação de identidade do operariado e intensifica-se o controle sobre os empregados por parte das empresas, com a criação das vilas operárias ao redor das fábricas (Signini, 1982).

As políticas de gestão variam conforme o setor, dependendo das características do processo produtivo. Esta mesma variação sofre o movimento operário tornando-se mais ou menos intenso, destacando-se os trabalhadores da construção civil (em virtude do nível de qualificação da força de trabalho e da dependência dos pequenos empresários com relação aos empregados) por buscarem melhores condições de trabalho e salário e por sua força associativista (Fleury & Fischer, 1992).

No período de 1930 à 1945 estabelece-se o Estado de Compromisso em busca da complementação dos interesses das classes dominantes (Fausto, 1970) e verifica-se a participação do operariado na política do país inserindo-se em partidos de classes médias ou criando seu próprio partido (Leme, 1978).

A imigração de trabalhadores do campo para as cidades coincide com uma brusca redução do contingente vindo da Europa alterando bastante as características da classe operária. O trabalhador mais qualificado e politizado vai sendo substituído pelo trabalhador não qualificado do campo e praticamente não politizado (Fleury & Fischer, 1992).

Com a Revolução de 30 o governo federal passa a intervir diretamente nas relações de trabalho, criando o Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio que passa a atuar tanto política, econômica e socialmente, regulamentando as condições de trabalho, as organizações sindicais e a previdência social (Leme, 1978a).

Verifica-se o fortalecimento do Estado nas relações de trabalho, com a criação da Justiça do Trabalho e da CLT (Consolidação das Leis do Trabalho) em 1943 e a maior poder do Ministério do Trabalho.

Os movimentos sindicais autônomos passam a clandestinidade. São criadas secções de pessoal, principalmente nas empresas do setor industrial, com o intuito de normatizar os aspectos jurídicos-legais das relações empre-

⁴ Sobre o tema ler também: Fischer, 1985; Fleury, 1986 e 1988 et al., 1989.

⁵ Fischer e Fleury (1992). Grifo nosso.

⁶ Sobre o tema ler também Souza, F.A.S. (1985).

gáticas (Humphrey, 1982; Leme, 1978b e Viana, 1978). Intensifica-se a divisão das atividades de concepção e de planejamento e há ênfase no treinamento de várias categorias profissionais.

A intervenção direta do Estado⁷ sobre a formação profissional se concretiza A criação do Serviço nacional de Seleção, Aperfeiçoamento e Formação dos Industriários-SENAFI (Leme, 1978b) e do Serviço Nacional da Indústria-SENAI. Tais serviços objetivam a organização e administração das escolas industriais e o treinamento para a indústria e para construção civil.

Com o fim do Estado novo (1945) consolida-se o papel do Estado com investimentos diretos em setores produtivos e é estabelecido o monopólio estatal do petróleo (Petrobrás).

Abre-se espaço para atuação e alianças entre o capital estatal, privados e multinacionais. No engenharia são realizadas obras de barragens, hidroelétricas, estradas de rodagem e a construção de Brasília⁸ (Vargas, 1988).

Os padrões de relações de trabalho são específicos para cada setor e processo produtivo, dependendo também das características das classes trabalhadoras e da força dos movimentos sindicais (Fleury & Fischer, 1992).

Na construção civil as atividades de gestão se caracterizavam por relações formais com grande utilização de mão-de-obra não-qualificada e condições e relações de trabalho "predatórias"; sistemas tayloristas e fordistas de gestão de recursos humanos.

A partir de 1964 a concentração de recursos e a centralização de decisões caracterizaram o novo padrão no relacionamento entre governo central e estaduais. Neste período intensifica-se a intervenção direta do Estado nos investimentos privados alcançados pela modernização de práticas e técnicas administrativas no contexto institucional.

A intensificação do crescimento populacional reflete-se no conseqüente aumento de absorção de mão-de-obra pela indústria de transformação, pela construção civil e pelo setor de serviços com o aumento do nível de desemprego e da participação de mão-de-obra feminina.

Manifestações de insatisfação do trabalhador com as condições de vida e de trabalho e reivindicações a favor da abertura política são observadas em vários setores sociais.

Após 1980 verificam-se discussões mais aprofundadas sobre os direitos sociais dos trabalhadores que tornam-se mais reivindicativos com a elevação de seu grau de informação e nível de educação formal.

A adoção de inovações tecnológicas favorecem o desenvolvimento profissional dos trabalhadores e do no-

vos padrões de relações de trabalho, pela necessidade de comprometimento e de qualificação do trabalhador. Constatada-se, então, o despreparo da gestão de recursos humanos para as mudanças, decorrentes das inovações tecnológicas, que limitam-se, praticamente, às atividades relacionadas à organização do processo de trabalho.

A competitividade internacional e nacional levam as empresas, diante das conjunturas econômicas e políticas vigentes à buscarem apoio para as necessárias mudanças organizacionais e do processo produtivo.

4.2. O trabalhador da construção civil

Segundo Motta (1983), não existe registro na História de trabalhador de maior ou menor capacidade em qualquer parte do mundo.

«Entrementes, existe um grupo de homens que nascem com uma capacidade sui generis, o artesão, distribuído na face da Terra, sem privilégio para essa ou aquela região; todas as tabelas que reúnem a sua produtividade dizem de valores médios, iguais em toda parte; desses homens, são os oficiais, nome do trabalhador da Construção, que emprestam a essa atividade o caráter particular da arte. Desde o nascedouro, até hoje, esses trabalhadores apresentam produtividade sem qualquer variação substantiva possível; portanto, é invariável, e depende exclusivamente do homem». Através da iconografia da Idade Média descobriu-se que, há cinco mil anos, nas margens do Nilo, surgiram *os primeiros trabalhadores na área da construção**: o oleiro e o pedreiro. Um fabricando e outro assentando tijolos hoje, conhecidos como operário da indústria de materiais de construção e o outro o próprio artesão da construção (op. cit, p. 21).

Motta destaca o lado reivindicativo do oficial e relaciona o trabalhador da construção civil com o operário.

«O oficial ao reivindicar aumento de salário face ao aumento de produtividade está negando a substrato e sua atividade, pois, a produtividade constitui para ele um compromisso com as gerações pretéritas e uma dívida de honra com as gerações futuras... Na construções civil... há uma atividade que mutatis mutandis, se assemelha a do operário, a atividade terraplenagem; primitivamente ele escavava com instrumentos primeiro de pedras, depois de ferro e por último de aço; transportava sobre ombros; depois sobre carrinho de mão; a produtividade era mínima; com o advento do scraper a produtividade aumentou muitíssimo; no primeiro caso a produtividade depende exclusi-

⁷Sobre isto ler também Viana (op. cit. pg. 38).

⁸ As grandes obras de construção civil e empreendimentos industriais, atraíram os trabalhadores rurais, em busca de trabalho definitivo ou de recursos para retornarem ao campo (Fleury, 1986/1988; Morel, 1988; Rodrigues, 1970).

vamente dele e no segundo 80% da máquina (op. cit., p. 30)⁹.

Não é somente Motta que defende este ponto de vista. Ortega y Gasset (1963) defendem a idéia de que a produtividade para atividades como as dos oficiais da construção não se alteram, e jamais se alterarão.

Atualmente a diversidade apresentada pela mão-de-obra na construção civil torna-se uma das grandes dificuldades de maiores investimentos na força de trabalho.

É mister a abordagem sobre a mão-de-obra¹⁰ originária de outros segmentos industriais ou mesmo do setor primário que, encontra sua primeira oportunidade de emprego na construção civil, sobretudo por esta não exigir maiores qualificações.

Várias são as definições e conceitos atribuídos à "qualificação" que, muitas vezes, tornam-se ambíguos (Buonfiglio) por se estabelecerem a partir de pontos comuns tais como a escolaridade do trabalhador, as características do posto de trabalho e a experiência da função.

Destaca-se um conceito, adotado para este trabalho, do que se entende por qualificação e que será:

«É um conjunto de procedimentos que sanciona a autonomia do trabalhador, sua experiência e seu saber». (Pierre Rolle)

5. A PESQUISA DE CAMPO

5.1. Metodologia

Como foi mencionado anteriormente, a pesquisa em questão procurou identificar como as empresas construtoras de Porto Alegre buscam o seu desenvolvimento assim como caracterizar os aspectos relevantes concernentes a competitividade, inovações tecnológicas e relações de trabalho. Por isto a pesquisa abordou quatro tópicos:

Quadro I - Empresa

Para identificar características específicas das empresas tais como o porte, estrutura organizacional e metas de desempenho.

Quadro II - Tecnologia

Para identificar os tipos de inovações tecnológicas utilizadas, as razões e implicações para o seu uso, metas, condições de trabalho após o uso de NTs e em que setores são empregadas.

Quadro III - Qualidade e produtividade

Para identificar o que determina a qualidade e a produtividade na empresa.

Quadro IV - Relações de trabalho

Para avaliar a participação dos funcionários, os

problemas existentes nas empresas, caracterização e reivindicações dos operários dos canteiros, a existência de departamento de RH, causas do baixo investimento em RH nas empresas, etc.

A pesquisa foi realizada, por questionários aplicados nas empresas através de pessoa de seus diretores responsáveis ou sócios, pessoalmente pela pesquisadora.

Com base em uma mescla das listagens oferecidas pelo SEBRAE/RS e pelo CREA/RS foram relacionadas 396 empresas que pertenciam ou pareciam pertencer (somente a razão social de muitas empresas não permitia identificar o sub-setor pois constavam apenas como empresas de engenharia ou com o nome dos sócios) ao sub-setor de edificações em Porto Alegre. Destas empresas foram contactadas 60 das quais 31 não participaram da pesquisa por vários motivos dentre os quais podemos destacar:

- endereços e telefones desatualizados;
- o diretor ou responsável achou que a empresa não teria como ajudar em virtude da situação atual em que esta se encontrava no momento;
- se recusaram a participar sem motivos e
- incompatibilidade de horários como os responsáveis.

Por tanto restaram 29 empresas que participaram do levantamento, perfazendo-se uma amostra de 7,32% do total. Valor este bastante significativo uma vez se tratar de um pesquisa, basicamente qualitativa e não quantitativa e a amostra ser bastante aleatória em suas características.

5.2 Alguns Resultados Encontrados

O setor da construção civil do Rio grande do Sul caracteriza-se por um grande volume de micro e pequenas empresas (SINDUSCON/92) cuja avaliação de seu porte é feita segundo o número de empregados; neste caso até 100 funcionários. No entanto, observou-se que, na pesquisa em questão, há uma grande concentração de empresas (48,28%) cujo este número é excedido. Isto talvez possa ser traduzido por um maior investimento, por parte das empresas, em pessoal próprio em detrimento da mão-de-obra sub-empregada uma vez que 62,07% das empresas tem despesas apenas de 35% ou menos do total gasto em mão-de-obra (em um empreendimento) com este tipo de trabalhador.

Talvez se possa também justificar esta redução de gastos com mão-de-obra subempregada pelas exigências cada vez mais frequentes e decisivas de melhorias desta mão-de-obra por parte das empresas contratantes. Verificou-se que este ponto, juntamente com a informatização e exigências de melhorias de fornecedores, tem sido o ponto de partida na reestruturação das empresas. Mas o que as

⁹ Grifo nosso.

¹⁰ Esta mão-de-obra representa cerca de 1/4 quarto do emprego do Setor Secundário. Número bastante significativo destes trabalhadores é constituído de chefe de família, cujo baixo salário é, quase sempre, a parcela mais importante da renda familiar (Fee-1982).

empresas pensam sobre esta reestruturação, sobre seu desenvolvimento? De fato agem pensam ou agem conforme “o andar carroça”?

Podemos responder a estas questões sobre dois aspectos:

Primeiro aspecto: As empresas tem agido atualmente de forma distinta do que priorizam para seu desenvolvimento, como pode ser analisado pelo esquema abaixo:

Prioridade	Organização	Pessoas	Trabalho
	44.83%	37.93%	17.24%
Ação Actual	37.93%	20.69%	41.38%

Ação atual = Prioridade = 37.93%

Poucas empresas (17,24%) tem como prioridade para seu desenvolvimento o trabalho, no entanto sofre um acréscimo de 140% em importância atual para as empresas, em quanto que a organização e as pessoas sofrem uma diminuição de 15,37% e 45,45% respectivamente. Isto mostra que a grande maioria não pensa como o sócio de uma das empresas pesquisadas que afirma: “Para se ter uma boa organização e trabalho é preciso investir nas pessoas”.

Segundo aspecto: Constatou-se que apenas 37,93% das empresas tem como preocupação atualmente os mesmos pontos que julgam importantes para seu desenvolvimento.

De certa forma o questionamento sobre a reestruturação das empresas é respondido e uma justificativa bastante plausível pode-se observar: a diferenciação existente entre importância e ação atual das empresas se deve ao fato de estas deixarem de dar tanta atenção ao cliente passando a se preocuparem mais com a competitividade. Fator este, que já mencionado anteriormente, ser de extrema importância no setor, e que comprovamos na da pesquisa através de pouca e de carácter eventual, troca de informações de qualquer espécie entre as empresas caracterizando-se especial atenção por parte das mesmas com suas particulares atitudes para melhorar seu desenvolvimento.

Mas e estas atitudes quais seriam? As empresas foram questionadas sobre qual seria a primeira atitude que gostaria de tomar, independente das condições apresentadas, para melhorar o seu desempenho. Só que isto foi feito de duas maneiras distintas para se poder avaliar a relevância das respostas. Primeiro através de uma questão onde se pedia para que tal atitude fosse “citada” e posteriormente através outra onde foi pedido para que se “marcasse” tal atitude dentre as relacionadas, conforme importância. Em ambos os casos destacarem-se por ordem de importância:

- 1) Mudança de filosofia da empresa
- 2) Qualificação e valorização da mão-de-obra
- 3) Investir em inovações tecnológicas
- 4) Reduzir a ação do chamado mercado informal

Um ponto importante a destacar é de que mesmo sendo considerada importantíssima por apenas 27,59% das empresas a atitude de “integrar mais o trabalhador ao seu serviço mostrando sua importância no contexto global do empreendimento” foi considerada mais importante no geral do que a atitude de “melhorar a integração entre as áreas de administração e de produção” que foi considerada importantíssima por 34,48% das empresas.

Foram destacadas algumas atitudes que as empresas deveriam tomar para melhorar os índices tanto de analfabetismo quanto absenteísmo e rotatividade. Por ordem de importância, são elas:

- 1) Treinamento do trabalhador
- 2) Maior comprometimento com o trabalhador
- 3) Melhorias salariais
- 4) Incentivos governamentais
- 5) Mudança de mentalidade dos empresários

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com a passar dos anos falar em qualidade se tornou parte de nosso cotidiano, seja qual for o setor de nossa economia. E quando falamos em qualidade na construção civil estamos automaticamente lembrando de produtividade. Para melhorar a qualidade e aumentar a produtividade é que observamos, pelo trabalho apresentado, a preocupação das empresas na busca de inovações tecnológicas que possam ajudar seu desenvolvimento. Salientando que inovações estas relacionadas tanto a equipamentos, processos quanto a serviços e a organização do trabalho em geral.

No entanto, quando o setor da construção civil abriu seus olhos para as mudanças que se faziam acontecer em todos seus aspectos relativos as novas formas de organização do trabalho se viu, como costumamos dizer, “correndo atrás da máquina”. Este fato se deve, principalmente, por nossa economia instável que cada vez mais se torna responsável por medidas de redução de custos, pela competitividade mais acirrada e conseqüentemente pela tentativa de tornar o processo produtivo menos complexo, com menores índices de desperdício.

Porém é de se frisar que, na busca desenfreada, o ponto fundamental está sendo deixado para segundo plano e até mesmo esquecido: “que as necessárias mudanças devem vir acompanhada de **novos padrões de relações de trabalho i.é., qualificação e comprometimento** de todos dentro de uma organização”.

Na realidade este fator deveria ser um incentivo para que as empresas investissem inicialmente e de forma continua no seu Fator Humano. Mas, no entanto, não é assim que funciona e na construção é mais grave uma vez que observou-se no levantamento realizado que 100% da empresas concordam que estes investimentos são realmente

muito baixos e mais, que as perspectivas de mudar este quadro é praticamente inexistente por se "culpar" a falta de recursos financeiros das empresas e a existência de outras prioridades.

Pela pesquisa pode-se constatar que ainda existem muitos pontos em desalinhamento que mostram a inconsistência de alguns aspectos importantes nas empresas que mostram o quanto o setor precisa se preparar melhor, saber realmente o que deseja, quais são seus verdadeiros problemas e suas reais condições tanto econômicas quanto organizacionais.

Em suma ainda existe um grande caminho a ser percorrido e, se as empresas não se prepararem adequadamente, não envolverem de fato

todos que trabalham em todos os níveis existentes (desde o dono da empresa passando pelos administrativos, engenheiros até o servente de obra) de forma a se engajarem para uma mudança que é principalmente cultural correm o risco de "Nadar e morrer na praia".

Esta é a base de toda e qualquer estrutura que se deseja sólida: **O fator humano**, pois ele é quem detém os valores necessários para se alcançar qualquer tipo de melhoria: responsabilidade, criatividade e iniciativa própria este é o verdadeiro suporte, a verdadeira "fundação" da empresa que deseja se manter firme, e portanto, o seu desafio maior é trazê-lo ao topo de suas prioridades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, Luis Antero Soares. «Novas tecnologias versus relações no trabalho». In: *Recursos Humanos e Sociedade*. Cortez Editora/São Paulo, ano II, nº 4, pp. 65-67, dezembro 1987.
- BRAVERMAN, H. *Trabalho e capital monopolista*. Rio de Janeiro, Ed. Zahar, 1977.
- BOUNFIGLIO, MARIA C. *Qualificação, desqualificação da força de trabalho*.
- CALAVERA, J. «Human and psychological aspects of the implementation of quality control in construction». In: European symposium on management, quality and economics in housing and other building sectors. Lisboa, 1991. *Transactions*. Londres, Spon, 1991. pp. 484-494.
- DALCUL, A.L.; BERCHT, M.; HANSEN, P.B. *Juran: Um enfoque para a qualidade*. Porto Alegre, UFRGS, 1992, 25 pg./ Apresentado ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PPGEP), na disciplina Tópicos Especiais em Engenharia de Produção Gerenciamento da Qualidade Total (TQC).
- EBOLI, Maria P. Cultura organizacional e a modernização da gestão de R.H. In: XVI ENAPAD, Canela/RS, 1992. *Anais*. Recursos Humanos, v. 8, pp. 9-18.
- ERBER, Fabio Stefano. A importância do Estado do Processo de Trabalho: Uma Introdução. In: *Processo de trabalho e estratégias de Classe*. Rio de Janeiro, Zahar Editores, 1982, i-ix.
- ERICKSON, Kenneth Paul. *Sindicalismo no Processo político no Brasil*. Editora Brasiliense/São Paulo. 1979. 244 p.
- FARAH, M. Alterações na organização do trabalho na construção habitacional. In: *XII Encontro Anual Da Anpocs*. Águas de São Pedro, 1988.
- FAUSTO, B. *A revolução de 30*. São Paulo. De. Brasiliense, 1970.
- FAUSTO B. *Trabalho urbano e conflito social*. São Paulo. Ed. Difel, 1977.
- FEE - Fundação de Economia e Estatística. *Evolução recente da indústria da construção civil no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, 1982, 74 p.
- FEE - Fundação de Economia e Estatística. *Desempenho recente da indústria da construção civil no Rio grande do Sul*. Porto Alegre, 1988, 32 p.
- FISCHER, R.M. Pondo os pingos nos iis sobre as relações de trabalho e políticas de administração de recursos humanos. In: FLEURY & FISCHER, R.M. *Processo e relações do trabalho no Brasil*. São Paulo, Atlas, 1987. pp. 19-51.
- FLEURY, A.C.C. *Organização do trabalho industrial: um confronto entre tecnologia e realidade*. São Paulo, 1978. Tese (Doutorado) EPUSP.
- FLEURY, M.T. *O simbólico nas relações de trabalho: um estudo sobre as relações de trabalho na empresa estatal*. São Paulo, 1986, 237 p. Tese (Livre-Docência). Faculdade de Economia e Administração. Universidade de São Paulo.
- FLEURY, M.T. A questão da relações de trabalho na estatal. *Revista de Administração*. São Paulo, v. 22, nº 3, pp. 3-11, jul/set., 1987.
- FLEURY, A. et alli. *Recursos humanos e a difusão e adaptação de novos métodos para a qualidade no Brasil*. Rio de Janeiro, IPEA, 1992.
- FLEURY, M.T. Leme; FISCHER, R. Maria Relações de trabalho e políticas de gestão: uma história das questões atuais. *Revista de Administração*. São Paulo, v. 27, nº 4, pp. 5-15, out/dez, 1992.

- FORD, Henry. *Minha vida e minha obra*. São Paulo. Ed. Monteiro, 1925.
- FORMOSO, et. alli. *Perfil da construção civil: diagnóstico e perspectivas das empresas do SINDUSCON no Estado do Rio Grande do Sul*. (Relatório Final, UFRGS/NORIE), 1992, 41 p.
- GONÇALVES, Reinaldo. O setor de Construção e Engenharia e a Inserção do Brasil na Economia Nacional. *Estudos Econômicos*. São Paulo, V. 20. nº 1, pp. 29-58, jan/abr 1990.
- GRANDI Y., Sonia. *Desenvolvimento da indústria da construção no Brasil*. Tese (Doutoramento). São Paulo. FFLCH. Universidade de São Paulo, 1985.
- HUMPHREY, J. O desenvolvimento do sistema brasileiro de organização do trabalho. In: *Fazendo o milagre*. Cap. 1, pp. 17-33. São Paulo, Ed. Vozes, 1982.
- LEIGHTON, Robert. Restructuring for quality management. In: 47th Annual Quality Congress Transactions. ASQC-American Society For Quality Control, pp. 64-70. Boston, maio/1993.
- LEITE, Elenice Monteiro. *Inovação Tecnológica, Emprego e Qualificação: um estudo sobre os impactos da MFCN em indústrias de bens de capital*. Senai-Departamento Nacional. Coleção Albano Franco 18. Rio de Janeiro, 1990. 148 p.
- LEME, Marisa S. Formas e características da organização dos industriais. In: *A ideologia dos industriais brasileiros 1919-1945*. Cap. I, pp. 9-34. Ed. Vozes. Petrópolis, 1978.
- LEME, Marisa, S. A atitude dos industriais brasileiros em gace do operariado. In: *A ideologia dos industriais brasileiros 1919-1945*. Cap. III, pp. 98-158. Ed. Vozes. Petrópolis, 1978.
- MARICATO, ERMÁNIA. *Indústria da construção e política habitacional*. Tese (Doutoramento). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1984.
- MARX, Karl. *Conseqüências sociais do avanço tecnológico*. Apresentação de Rudi Supek 1º ed. São Paulo. Edições Populares. 1980 (Obras Completas, vol. 1).
- MASCARÓ, L.R. *As condições de vida e de trabalho dos operários da construção no Rio Gande do Sul*. Porto Alegre, 1982, 441 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Ciências Humanas e Filosofia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- MESEGUER, Álvaro Garcia. *Control de calidad en construcción (C.Q.C.)*. ANCOPI-Agrupación Nacional de Constructores de Obras/ Madrid, 1989, 77 p.
- MESEGUER, Álvaro Garcia. *Garantía de calidad en construcción (G.Q.C.)*. ANCOPI-Agrupación Nacional de Constructores de Obras/ Madrid, 1989, 102 p.
- MOREL, R. Empresa estatal e gestão da força de trabalho: trabalhadores da CSN entre a dádiva e os direitos. In: *Anais padrões tecnológicos e políticos de gestão*, 1988.
- MOTTA, Lidenor de Mello. *Produtividade*. Rio de Janeiro. Autor e Editor, 1983. 184 p.
- ORTEGA Y GASSET. *Medição da técnica*. 1º Ed. em português. Livro Ibero-Americano Ltda. Rio de Janeiro, 1963.
- PALOIX, Christian. O processo de trabalho: Do fordismo ao Neofordismo. In: *Processo de trabalho e estratégias de classe*. Rio de Janeiro, Zahar Editores, 1982, pp. 69-97.
- PICCININI, Valmira C. Tecnologia, processo de trabalho e qualificação profissional. In: *Série Documentos para Estudos*. PPGA/UFRGS. Porto Alegre, Junho/1993. 21p.
- RODRIGUES, L.M. *Industrialização e atitudes operárias*. São Paulo. Ed. Brasiliense, 1970.
- RUAS, Roberto. *Notas Acerca da Implantação de Programas de Qualidade e Produtividade em Setores Industriais Brasileiros*. - B. Aires, 1992. 16p. Trabalho apresentado na reunião da rede Franco-Latinoamericana de estudos sobre inovação tecnológica e trabalho.
- RUSCH, H & FERRAZ, J.C. *Cenários da indústria brasileira e a formação profissional*. Rio de Janeiro. SENAI, 1991.
- SIGNINI, L. *Ferrovias e ferroviários*. São Paulo, De. Cortez, 1982.
- SILVA, M.A.C. Racionalização da construção: a evolução tecnologica e gerencial no Brasil. In: *Simpósio a pesquisa em construção no sul doo Brasil: balanço e tendências*. Porto Alegre, 1991. *Anais*. Porto Alegre, 1991, pg. 177-189.
- SILVA, Nilton L. da. A Escolha da Tecnologia pelas Empresas. In: Seminário Apresentado na Sociedade des Engenharia do Porto Alegre/RS. 1989. 10 p.
- SOUZA, FRANCISCO A.S. *Relações de trabalho no Brasil: um enfoque didático*. IBRART. São Paulo, 137 p.
- VARGAS, Nilton. *Organização do trabalho e capital - um estudo do construção habitacional*. Rio de Janeiro, 1979. 142 p. Tese (Mestrado) - COOPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- VARGAS, Nilton et al. *A prática da franqueza e da "discordância": a participação dos trabalhadores na gestão de uma construtora*. PROJETO DE PESQUISA FINEP-COPPE-WROBEL-HILF. COOPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro. 212 p. Rio de Janeiro, 1984.
- VIANA, L. Wernerck. *Liberalismo e Sindicalismo no Brasil*. Cap. 1, pp. 31-62. Ed. Paz e Terra. 1978.
- VIANA, Marco Aurélio Ferreira. Novas tecnologias versus relações no trabalho. In: *Recursos Humanos e Sociedade*. Cortez Editora/ São Paulo, ano II, nº 4, pp. 67-72, dezembro 1987.
- VIII CONAP - Congresso Nacional de Administração de Pessoal. In: *R.I. A revista dos recursos humanos na empresa*. Associação Brasileira de Administração de Pessoal. ABAPe. ano IV. nº 22, 1977. 32 p.

METODOLOGÍA DE DIGITALIZACIÓN DE PLANOS POR COMPUTADOR PARA LA ADMINISTRACIÓN DE INFRAESTRUCTURA CORPORATIVA

Rodrigo García Alvarado / Fernando Goycoolea Pardo

Carlos Otárola / Sergio Hernández

INTRODUCCIÓN

La infraestructura de una empresa o institución la constituyen sus propiedades, edificios, instalaciones, equipos y mobiliarios, todos los recursos físicos utilizados en sus operaciones. Estos recursos son indispensables para desarrollar las actividades propias de la corporación y constituyen habitualmente más de un tercio de sus activos. Involucran personal permanente en manutención, vigilancia, aseo, adquisiciones, coordinación de construcciones, etc., además de voluminosos gastos fijos y frecuentes inversiones.

A pesar de la magnitud de la infraestructura, normalmente es criticada como insuficiente e inadecuada para las actividades que se realizan, y su administración está dispersa, escasamente sistematizada y carente de información necesaria. Mejorar la gestión de la infraestructura significa optimizar los recursos físicos de la institución, contribuir a su desarrollo estratégico y racionalizar gastos. Por ejemplo, distribuyendo equipos o espacios más racionalmente, reduciendo las inversiones solicitadas, optimizando los consumos, aprovechando instalaciones subutilizadas, mejorando el ambiente para la productividad de la corporación, etc.

Esta tarea requiere coordinación administrativa e información detallada de la planta física de la entidad. Sin embargo, normalmente se dispone de planos incompletos, anticuados o deteriorados, y desvinculados de los sistemas de inventarios o bases de datos corporativas. Disponer de los planos de la infraestructura en medios digitales permite su mejor manutención, almacenamiento, consulta y actualización permanente. Pero además, constituyen un componente fundamental en la informatización y racionalización de la infraestructura, permitiendo montar sistemas de gestión de la planta física con información gráfica detallada y completa.

RESUMEN

Primeramente, el trabajo presenta el problema de administración de las grandes infraestructuras de las corporaciones públicas y privadas, y las nuevas técnicas de gestión computarizada basadas en planos digitalizados. Luego se expone el desarrollo de una metodología de trabajo al respecto, que plantea inicialmente el análisis de las actividades y planta física de la corporación para detectar su infraestructura más relevante. Posteriormente se indican las alternativas de desarrollo técnico de la digitalización de planos y, finalmente, se formulan estrategias de implementación en la entidad y evaluación de la infraestructura corporativa.

ABSTRACT PLANS

ELECTRONIC SCANNING FOR CORPORATE FACILITIES ADMINISTRATION

The article begins the management problem of huge facilities in public and private corporations, and new techniques for automated management based on digitized plans. Then, it exposes the development of a work-methodology, beginning with analysis of corporate activities and physical resources to detect more important facilities. After that, it mentions alternatives for technical development of digitized plans. Finally, deals strategies to implement it in the entity and to evaluate corporate facilities.

DESCRIPTORES:

Computación, Dibujo, Digitalización, Planos, Tecnología.

En los países desarrollados ya existe una amplia conciencia empresarial sobre la gestión de la infraestructura (denominado "FACILITIES MANAGEMENT"), y que ha impulsado nuevas organizaciones administrativas y mayor eficiencia de los recursos físicos. Las grandes instituciones han montado completos sistemas computacionales sobre la infraestructura (denominados CAFM: computer-aided facilities management) que trabajan sobre planos digitalizados de los edificios e instalaciones.

Nuestro desarrollo económico e institucional exige también un mejor aprovechamiento de los recursos y debemos avanzar progresivamente en la informatización de la planta física, con prioridades económicas y aplicaciones técnicas adecuadas a nuestra realidad. Por tanto es relevante estudiar una metodología de digitalización de planos por computador, destinada a apoyar la administración de infraestructura de entidades locales, para optimizar el manejo de su planta física. Este fue el objetivo central del proyecto PD-9501 que en adelante se expone, llevado a cabo en el "Centro de Desarrollo en Arquitectura y Construcción" de la Universidad del Bío-Bío, Chile, y experimentado sobre la infraestructura del propio Campus Concepción de la Universidad.

La metodología formulada contempló tres etapas principales: análisis preliminares, desarrollo de la digitalización de planos, y su implementación en la entidad.

FIGURA 1



1. ANÁLISIS PRELIMINARES

La digitalización de los planos de la corporación es un esfuerzo significativo que debe ser eficazmente aprovechado, tanto para documentar la planta física, como para la gestión administrativa, dirigiéndolo hacia los aspectos que produzcan mayores beneficios. Esta focalización del trabajo requiere un análisis previo de la entidad y su infraestructura, que además es un antecedente fundamental para racionalizar la ocupación de los recursos físicos.

Se definieron cinco análisis preliminares, en general destinados a caracterizar la entidad y su infraestructura, y en particular, dirigidos a identificar los aspectos más prioritarios a digitalizar y evaluar posteriormente. Cada análisis constituye una recopilación selectiva de información (habitualmente dentro de la misma entidad) y su síntesis y análisis breve.

1.1. Análisis de actividad

Se refiere a aclarar la **función** de la corporación, basado en lo que dicen sus estatutos y su definición

de mercado, pero también precisando cuáles son las actividades que efectivamente producen los mayores ingresos o funciones sociales relevantes (que mantienen realmente la entidad). Además, revisar sus expectativas de crecimiento (hacia qué zona o actividad espera desarrollarse a futuro). La infraestructura que está directamente dedicada a las funciones principales o sostenedoras de la entidad (salas de ventas, áreas de servicios, líneas de producción, etc.), debería ser considerada inicialmente como más prioritaria.

También este análisis pretende identificar la **cuantificación general** de la entidad (en personal, movimiento, etc.) y su infraestructura (número de locales, superficie en m²) para identificar la magnitud global de la planta física y, por ende, la magnitud de los esfuerzos de digitalización.

Además, se pretende recopilar los **gastos** generales de la corporación, específicamente los relacionados con la infraestructura (cuánto se gasta anualmente en personal de mantenimientos y administración física, en nuevas construcciones, en las cuentas fijas, etc.). Determinar los gastos más voluminosos permite una segunda identificación de aspectos relevantes, los que su racionalización lograría mayores beneficios.

La **correlación** entre actividades principales y los gastos en infraestructura, indica los aspectos más importantes de administrar y la eficiencia de la infraestructura para el desarrollo de la corporación (¿Están los mayores gastos físicos destinados a las funciones más rentables?). Habitualmente los gastos se distribuyen sin prestar mayor atención a las actividades críticas de la entidad. Por ejemplo, en una empresa de venta al detalle, se debe atender prioritariamente las áreas públicas y exhibidores (las bodegas, oficinas y muebles son también necesarios e indispensables, pero no prioritarios).

FIGURA 2



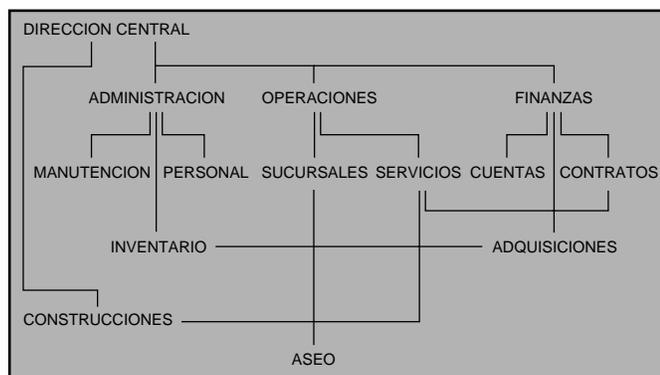
1.2. Análisis de gestión

Se refiere a presentar sucintamente la organización administrativa de la corporación (organigrama), en particular la relacionada con la infraestructura; indicando brevemente atribuciones, delegaciones, líneas de mando y contratos de servicios.

Esto revelará en principio el grado de fragmentación o coordinación de la gestión, la duplicidad o desatención de actividades y la precisión de los contratos. Detectando de manera preliminar aspectos débiles de la gestión que requieren información detallada.

Habitualmente no existe una dirección coordinada de la infraestructura, hay escasa relación con el desarrollo estratégico de la corporación (con las decisiones principales) y muchos aspectos relevantes de la infraestructura (como las adquisiciones de inmuebles, nuevas construcciones y mantenimientos importantes) son enfrentadas de una manera ocasional, recargándole tareas a personal no-especializado.

FIGURA 3



1.3. Análisis de competencia

Se refiere a identificar las entidades cercanas dedicadas a actividades similares y recopilar indicadores globales de magnitud, infraestructura y gastos específicos. Esta información es naturalmente difícil de obtener, pero existen algunas fuentes corporativas o estatales disponibles e incluso, colaboración gremial. Aunque también las entidades difieren significativamente y los parámetros de medición suelen ser distintos, por tanto, la información tampoco es del todo confiable.

Efectuar una comparación general con otras instituciones permite obtener promedios generales, definidos en unidades comparables (por ejemplo, superficie x personal, gastos en manutención por volumen de ventas, construcciones anuales, etc.). Desarrollando los mismos indicadores para la corporación analizada se puede obtener una visión **comparativa** de la infraestructura para la actividad realizada. En la medida en que la recopilación de información sea más detallada, se podrá precisar mejor las diferencias específicas.

FIGURA 4

	A	B	C	PROMEDIO	ENTIDAD
LOCALES					
SUPERFICIES					
SERVICIOS					
PERSONAL					
GASTOS					
INVERSIONES ANUALES					

1.4. Análisis de estándares

Se refiere a sintetizar requisitos de la infraestructura. Por ejemplo, lo establecido en la Ordenanza General de Construcciones, las normas correspondientes de las compañías eléctricas, empresas sanitarias, servicio de salud, educacionales, deportivos, empresas de distribución, cadenas comerciales y otras entidades públicas o privadas que regulen a la corporación. Así como lo recomendado en publicaciones generales (Neufert u otros) e indicaciones de los proveedores de equipos, instalaciones y mobiliarios. Esta recopilación naturalmente debe ser priorizada y resumida a los aspectos ya definidos como relevantes y de mayor magnitud.

Aunque estos estándares suelen ser mínimos y parciales, efectuar una tabulación general para la propia corporación permite identificar algunos ítems especialmente deficitarios. Habitualmente gran parte de éstos estarán cumplidos (ya que son requisitos de iniciación de actividades o inferiores a un trabajo confortable), pero eventualmente se pueden detectar problemas particulares (por ejemplo, carencias sanitarias o instalaciones inadecuadas).

1.5. Análisis de requerimientos de infraestructura

Se refiere a efectuar una tabulación teórica y general de la dotación adecuada de infraestructura, especialmente en los aspectos ya definidos como relevantes. Con base en los estándares previos, pero generalizados entre las distintas fuentes, corregidos a niveles confortables, y discutido (de la manera más amplia posible) con los directivos y/o usuarios, para determinar requerimientos adecuados según la experiencia específica (por ejemplo: cuánta superficie y equipamiento se requiere por persona).

Esto permite obtener una tabla general, cuyos resultados pueden ser comparables con los indicadores globales de infraestructura, para evaluar preliminarmente ésta. También los valores específicos se pueden comparar con los indicadores que se obtengan posteriormente a la digitalización. La experiencia y conocimiento de la entidad puede obviar estos análisis preliminares, pero es importante realizar alguna reflexión sobre las actividades realizadas y su infraestructura.

FIGURA 5

	SUPERFICIES	INSTALACIONES	EQUIPOS
DIRECCIÓN			
DEPTO. A			
DEPTO. B			
SUCURSAL			
BODEGA			
PLANTA			

2. DIGITALIZACIÓN

La digitalización de los planos de infraestructura implica diversas tareas: recopilación de antecedentes, definición de estrategias técnicas y pautas de digitalización, y naturalmente el desarrollo del trabajo y su revisión final.

2.1. Antecedentes

Definidos los aspectos relevantes de la infraestructura, ya sea ciertos edificios, operaciones, gastos o sucursales, se deben obtener los antecedentes necesarios para digitalizar la planta física. En primer lugar, recopilar planos originales en el estado y lugar que se encuentren, dentro de la institución, en las oficinas profesionales que realizaron los proyectos o en los servicios públicos que normalmente quedan con copias (direcciones de obras municipales, empresas sanitarias, servicios eléctricos, etc.). Reuniendo también inventarios o informes internos, en el caso de equipos y muebles. Naturalmente todos los antecedentes deben ser verificados en terreno y a veces completados.

En algunos casos que definitivamente no se dispone de antecedentes, deberán realizarse levantamientos con mediciones en las propiedades (incluyendo los viajes necesarios), correlación de los datos tomados y habitualmente retorno a terreno para resolver discrepancias. Esta situación debe estar meridianamente aclarada previo a la contratación o planificación de la digitalización, porque redundará significativamente en su duración y costo de personal. Para esto no se requiere equipamiento muy especializado, pero sí personal medianamente experimentado en levantamientos (excepto cuando implica recopilación topográfica o aérea, que naturalmente exige equipos y personal bien especializado).

A veces, se dispone ya de algunos planos por computador que han sido provistos por un profesional externo o desarrollados internamente, que puedan incorporarse directamente al archivo digital previsto. Sin embargo, como se expondrá más adelante, éstos deben estar en una estructura determinada para servir adecuadamente a la gestión, por lo tanto se requerirá necesariamente alguna labor de modificación, completación o en algunos casos resultará más eficiente realizarlos de nuevo.

2.2. Estrategias técnicas

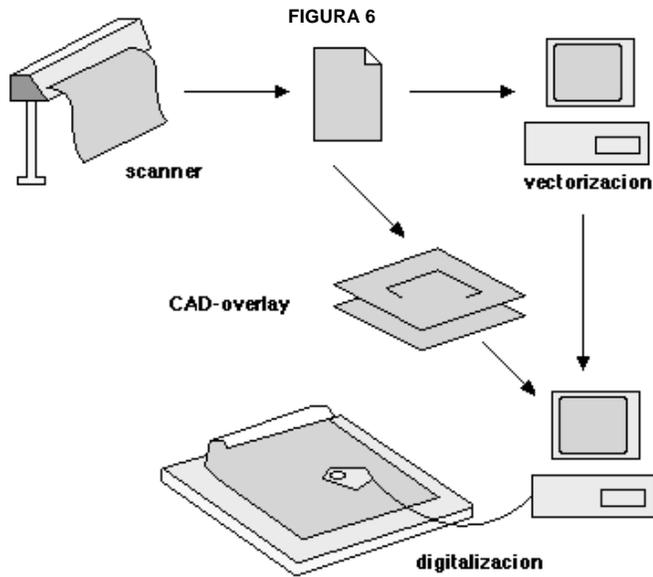
El objetivo básico de la digitalización es disponer los planos en programas CAD de dibujo computacional como AutoCad, DesignCad, MiniCad u otro, para aprovechar su archivo reducido (en disquetes), la ordenación y manejo electrónico, y especialmente sus facilidades de modificación para mantenerlos actualizados. Además, los planos en CAD constituyen la parte central de sistemas mayores de gestión de la infraestructura (CAFM).

Para digitalizar planos existen dos estrategias técnicas principales:

- **Por Scanner.** El *scanner* es un dispositivo para la lectura óptica de fotografías o dibujos, que automáticamente produce un archivo computacional de la imagen gráfica. Existen *scanners* de formato pequeño, mediano o grande, de lectura en blanco/negro o color. Los *scanners* blanco/negro de formato grande, que permiten leer planos, son de un costo importante (aprox. US\$ 4.000), demoran unos 20 minutos en leer un plano promedio y convertirlo en un archivo computacional. Sin embargo, reciben una imagen de puntos, que no reconoce las figuras geométricas y como tal no pueden manipularlos los programas CAD. Esto se puede resolver con *software* adicional de "vectorización" que traduce automáticamente la imagen en figuras geométricas, con un error normal del 50 por ciento (interpretan una mancha como figura, etc.), lo que obliga a corregir varios detalles a mano en el programa CAD. Por la naturaleza de la inversión y la necesaria completación manual, la utilización del *scanner* y vectorización, sólo se justifica en grandes volúmenes de planos similares bien mantenidos y codificados (como el archivo de una empresa eléctrica).

- **Re-dibujo.** La estrategia más habitual es redibujar los planos existentes, incluso aunque ya estén realizados en CAD, porque se van organizando y codificando de una manera apropiada para la infraestructura. Una ayuda eficiente son las grandes tabletas digitalizadoras que permiten ir calcando directamente los planos, o también se puede utilizar la imagen de *scanner* como base en la pantalla (*overlay*). Normalmente entonces basta digitalizar directamente con un programa CAD.

La elección del programa CAD es importante porque establece la utilidad futura de la información (si el programa se queda obsoleto o si después se utiliza otro programa, los planos digitalizados pueden no servir porterior-



mente). A su vez, los sistemas computacionales CAFM de gestión de infraestructura, están conformados por una base de datos asociada a un cierto programa CAD (AutoCad-Archibus, Arris-FM o MiniCad-FileMaker). En general, es recomendable que el programa elegido pueda guardar los planos en "formatos de intercambio", que permitan trasladarlos a otros programas. En este sentido, el formato DXF (archivo de intercambio de AutoCad) es el más utilizado, lo producen y reconocen la mayoría de los programas CAD, y se utiliza mucho entre las oficinas profesionales (aunque hay que considerar que los próximos años se pretende imponer STEP).

2.3. Pautas de digitalización

La realización de cualquier dibujo en CAD implica tomar algunas decisiones de organización del documento gráfico, por lo cual es indispensable definir pautas comunes para toda la digitalización de planos de la corporación, dejando estas pautas establecidas para la continuación y actualización de los planos. Además, frecuentemente estas pautas son remitidas a los proyectistas de futuras infraestructuras de la corporación (oficinas de arquitectura, ingeniería, instaladores o diseñadores de interiores), con el fin de que entreguen los planos de proyecto en disquetes de acuerdo con la estructura de archivo establecida, para poder ser incorporados luego en el archivo de la planta física.

Solicitar los planos de proyecto en disquetes es especialmente conveniente porque son una fuente "económica" de planos digitalizados. Igualmente, los proyectistas tienen que dibujar los proyectos y la mayoría utiliza programas CAD (aunque en los países desarrollados existe una discusión acerca del sobre costo y responsabilidad profesional por la entrega de los proyectos en disquetes). También, las nuevas obras suelen ser más prioritarias o fáciles de incorporar a nuevos sistemas administrativos (muchas empresas han redefinido su gestión de infraestructura cuando se

trasladan a un nuevo edificio o se abre una nueva planta).

Las **pautas** generales consisten en: el formato computacional (usualmente DXF), la denominación de los documentos (codificación por edificio, por sede, etc.), escala, unidades de medida y características típicas de presentación como distribución de las vistas (plantas, elevaciones, etc.), espesores de línea, tipografías, tamaño de las láminas, márgenes y viñetas.

Unas pautas específicas en CAD son las **capas (layers)**, que es una subdivisión de la información como planos transparentes superpuestos (por ejemplo, en muros, muebles, cotas, nombres, etc.) con ciertos colores y tipos de líneas. Permiten manejar mejor documentos complejos porque cada capa puede ser visualizada o modificada independientemente. Normalmente cada oficina técnica establece la lista de capas con que organiza sus planos en el computador. En algunos casos, relacionados con una codificación administrativa o especificación técnica, distribución de especialidades o atribuciones. También, a veces se repiten las capas por cada piso, se establecen algunas capas auxiliares de dibujo y en algunos programas se puede establecer una organización jerárquica de capas.

Las **librerías de símbolos** son otro recurso gráfico de los CAD que es extensivamente utilizado en planos de infraestructura donde muchos elementos se repiten (muebles, accesorios, equipos, etc.). Se puede preparar una librería o desarrollarla durante la propia digitalización. Usualmente se utilizan los elementos gráficos normalizados del dibujo de especialidad o se definen algunos nuevos.

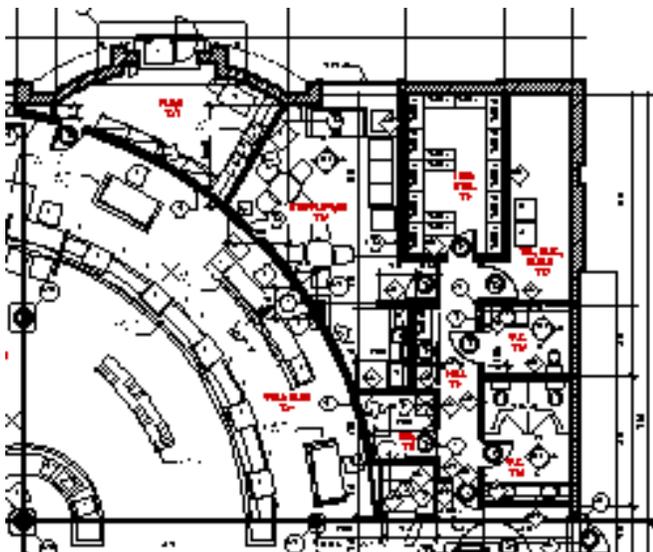
Estas pautas (simplificadas de acuerdo con la mayor eficiencia del trabajo), deben ser previamente discutidas y publicadas, y naturalmente durante el proceso de digitalización son revisadas y modificadas. También se pueden preparar y distribuir dibujos en blanco o plantillas (**template**) con las condiciones y librerías definidas. Normalmente cada plano utiliza o modifica específicamente la estructura de capas o símbolos y es recomendable dejar esto consignado en las viñetas y/o en **fichas** asociadas (donde indicar además su contenido, fecha, autor, dimensión, etc.).

2.4. Desarrollo

La digitalización de planos requiere computadores normales, de preferencia dotados para gráfica (con memoria RAM sobre 4Mb, disco duro amplio, monitor SVGA de 17", tableta digitalizadora, etc.) y el programa CAD seleccionado. Por la relevancia del trabajo es importante comprar legalmente el programa con sus manuales de operación, considerando alternativas económicas como licencias para redes o programas sencillos (como AutoCad LT, DataCad, DrafixCad, MacDrawPro, etc.). A su vez, los operadores o dibujantes deben estar básicamente experimentados en el programa.

A su vez, los operadores o dibujantes deben estar básicamente experimentados en el programa. Esto requiere un entrenamiento previo, pero más que nada experiencia en dibujo computacional, ya que está comprobado que más allá de la capacitación formal en el uso de *software* (o adicionalmente a esto), lo revelante es el tiempo de trabajo personal en el programa. Lo cual, indudablemente, al principio por el desconocimiento técnico, es frustrante e improductivo, pero prontamente eficaz al alcanzar sus propios logros y métodos de trabajo. Por tanto, la corporación o el consultor externo debe considerar tanto la especialización de su personal como valorar la iniciativa individual y el tiempo de práctica en nuevas tecnologías de trabajo.

FIGURA 7



La digitalización de planos consume una importante magnitud de tiempo (aprox. 5 a 6 horas por documento) que redunda en aprox. el 50 por ciento del costo total de esta actividad. La mayor complejidad, diversidad y densidad de información implica naturalmente mayor demora y costo. La estandarización de símbolos y rutinas de dibujo permitirá un mejor rendimiento de los operadores. Naturalmente, los primeros planos demoran más tiempo y frecuencia de errores, adecuando las pautas establecidas.

Habitualmente, los planos son *plantas* de los edificios que resumen mejor la localización y cantidad de espacios, instalaciones, mobiliarios y equipos. Se pueden utilizar capas para trazar ejes principales de dibujo (que luego se ocultan) y definir símbolos o insertarlos de librerías (puertas y ventanas de distintos tamaños, muebles, etc.). A veces se requieren detalles o tablas propias de alguna instalación o maquinaria; éstos se pueden incorporar en una capa propia o como un dibujo asociado (Xref en AutoCad) que se relaciona automáticamente con el plano principal. Lo mismo se puede realizar cuando la planta general involucra va-

rios edificios; éstos pueden dibujarse aparte y reunirse de manera automática en un plano "maestro" que los referencia directamente. Información de cotas, niveles topográficos, rótulos y mensajes deben ser incorporados en capas específicas y sintetizados para las utilidades específicas de la gestión de infraestructura.

El trabajo de digitalización debe ser concentrado en la información gráfica indispensable para la gestión de infraestructura. Además se debe revisar ocasionalmente la fidelidad de los antecedentes y algunos dibujos específicos para comprobar la digitalización. Considerar el tamaño de los archivos computacionales producidos es importante para seleccionar algunos criterios gráficos (por ejemplo, la complejidad de la tipografía o los símbolos pueden incrementar tanto un dibujo que se hace muy lento para trabajar).

3. IMPLEMENTACIÓN

La digitalización de planos nos permite tener estos documentos en medios electrónicos, pero deben ser incorporados en el trabajo corporativo para que contribuyan efectivamente a la optimización de la infraestructura. Lo que justifica finalmente el esfuerzo de digitalización es obtener beneficios concretos en la gestión de la planta física. Para esto, primeramente se debe montar un archivo gráfico de los planos, de preferencia integrados en un sistema administrativo y realizando una evaluación, a lo menos, preliminar de la infraestructura.

3.1. Archivo gráfico

Luego de la digitalización se dispone de los planos en un programa CAD o en DXF, debidamente grabados en disquetes (o en cintas o disco compacto). Cada documento suele tener de 200 a 2.000 KB y normalmente son de 20 a 100 documentos. Lamentablemente, el gran tamaño e información geométrica de los planos digitalizados impide que sean visualizados en computador con programas generales (como TeachText o Acrobat) o en bases de datos corrientes (Dbase, Clipper, etc.). Es decir, normalmente los planos digitalizados no se pueden ver directamente en los computadores de la empresa, ni tampoco integrarlos en los programas administrativos existentes.

Sin embargo, se pueden utilizar fácilmente *programas de visualización de planos*. Estos programas son baratos (aprox. US\$ 200), sencillos de usar y funcionan en redes de trabajo. Se componen de una ficha por plano que cualquier usuario de computador puede completar, con un ágil sistema de búsqueda, vista reducidas de los planos, permiten imprimir, consultar información, fechas de actualización, tamaño, etc., pero normalmente no permiten realizar modificaciones. Por lo cual es una alternativa práctica

como archivo gráfico para la consulta de la infraestructura, disponible para todo el personal de la corporación.

En la oficina de administración de la planta física usualmente se consultan detalles y se estudian modificaciones, que requieren manejar los planos directamente, dibujar alternativas y actualizar los cambios. Para esto se puede utilizar el *programa CAD* con que se digitalizaron los planos o algún programa que reciba los formatos de intercambio, lo cual exige conocimiento de operación de estos programas, lo que es crecientemente frecuente en los profesionales y técnicos de infraestructura, que además utilizan (o deben comenzar a utilizar) estos programas para desarrollar los trabajos internos. Por lo cual ésta es la alternativa principal de manejo de los planos digitalizados en la oficina técnica.

Pero, normalmente, los programas CAD no están preparados para manejar conjuntos de dibujos y presentan muchas instrucciones innecesarias para modificaciones específicas, lo cual puede ser optimizado *adaptando el programa* al trabajo propio de la corporación (lo que se denomina personalización o *customization* del programa). Consiste fundamentalmente en la definición de menús específicos (por ejemplo modificando el archivo ACAD.MNU de AutoCad), para incorporar un listado de los planos digitalizados e invocarlos eligiendo su nombre, y presentar además la lista de capas para seleccionar directamente la información necesaria. También normalmente se definen algunas instrucciones en español para consultar los planos (ampliar o reducir la vista, tomar medidas, etc.) y realizar algunas modificaciones sencillas (como cambiar muros o trasladar partes), incluyendo la utilización de la librería de símbolos de digitalización, para colocar o cambiar elementos fácilmente. Esta adaptación requiere algún conocimiento avanzado del programa y una programación sencilla, pero mejora significativamente la utilización de la información gráfica.

Esto representa distintos grados de conocimiento técnico del personal de la corporación. En general, todos los que tengan que consultar planos (incluyendo directivos y capataces de producción) deben contar con charlas demostrativas del programa de visualización y alguna asistencia directa en sus primeras consultas. El personal de desarrollo técnico de la infraestructura debe contar a su vez con un conocimiento específico en los programas CAD de diseño computacional y en las pautas de gestión de la infraestructura, a través de cursos de capacitación y el tiempo de práctica correspondiente. Finalmente la adaptación del programa o la implementación de un sistema de información de la infraestructura, aunque se realice con profesionales externos, debe contar con un «especialista interno» que disponga del conocimiento más detallado de la operación, posibilidades y limitaciones del sistema, para administrar la gestión técnica y otorgar un soporte inmediato a sus cole-

gas, definiendo el tiempo y los procedimientos necesarios para asumir esta responsabilidad.

3.2. Sistemas de administración de la infraestructura

Como se mencionó previamente, existen programas completos para la gestión de la planta física (CAFM) que están basados en los planos digitalizados. Estos programas están constituidos básicamente por un CAD y una base de datos asociada. Una implementación de esta magnitud debe estar adecuadamente integrada a la realidad de la empresa y a su gestión informática, porque será un sistema que debe ser mantenido permanentemente y vinculado a los sistemas corporativos, por lo cual es recomendable que sea desarrollado o implementado por el mismo personal informático de la entidad, en sus propios planes y estrategias informáticas.

Sin embargo, caben algunos desarrollos iniciales que permiten producir progresivamente este sistema administrativo y evaluar preliminarmente aspectos críticos de la infraestructura. Agregar algunos datos a elementos del plano, por ejemplo, el código de inventario a los muebles, el área a un recinto, la fecha de instalación a una maquinaria, etc. Esto se realiza en los programas CAD asignando *atributos* a los elementos gráficos definidos como símbolos, o a figuras "invisibles" (como el área de un recinto definido por un polígono interior). Los atributos se establecen permanentemente para el símbolo o figura-tipo, en AutoCad; con un nombre (*tag*), una pregunta (*prompt*) y un valor base (*default*), en otros programas CAD con distintos registros y campos alfanuméricos (como se define habitualmente una base de datos). Naturalmente la escritura o "digitación" de estos atributos es una labor extensa y adicional a la digitalización y debe ser precisamente concentrada en aspectos productivos. Los atributos se pueden presentar en el plano, pero su función principal es ser "extraídos", produciendo un archivo de texto en un formato (CDF o SDF) legible por los programas de bases de datos. Con lo cual se puede montar una base de datos que reciba esta información para realizar conteos o consultas; sin embargo, la información no puede "retornar" al CAD, por lo tanto, la actualización debe realizarse en el plano y efectuar la extracción completa de datos cada vez. En este sentido, la función usual de los atributos es listar en una base de datos los componentes del plano (por ejemplo, el inventario de un edificio).

Algunos *módulos adicionales* para programas CAD (como el ADE: AutoCad-Data-Extension) permiten manejar de una manera más completa la información de los planos. Por ejemplo, ADE en AutoCad es un menú para visualizar zonas y capas específicas en varios planos a la vez (como el ver el mobiliario de las oficinas de todos los edificios), permite efectuar consultas o *queries* a los atributos,

combinando condiciones (todas las máquinas compradas antes de una fecha determinada) o producir tablas de los atributos en formato SQL para integrarse a bases de datos relacionales (actualizándose simultáneamente en ambos programas). Por otro lado, en el programa MiniCad para Macintosh, se dispone de una planilla de cálculo interna que permite listar elementos y atributos, y efectuar operaciones entre éstos (presupuestos, resúmenes, valores máximos, etc.), que se actualizan automáticamente con el dibujo o se extraen hacia bases administrativas. En el programa ARRIS para computadores UNIX, el módulo FM permite efectuar completos "reportes" de los elementos y atributos, que se definen permanentemente para distintos tipos de usuarios en una red de trabajo.

3.3. Evaluación preliminar de la infraestructura

Dentro del trabajo de implementación de los planos digitalizados de la planta física se puede realizar una evaluación de los aspectos detectados como relevantes (como la distribución de consumos eléctricos o los planes de nuevas construcciones), porque dirige adecuadamente la implementación y contribuye a su utilización práctica. Considerando (especialmente si es realizada por personal externo a la entidad) que deberá ser interpretada dentro de la situación de la corporación. Es sólo por tanto una contribución *preliminar* a la toma de decisiones internas.

Se deben *tabular* indicadores clave, en lo posible utilizando la implementación de atributos y bases de datos asociadas a los planos, lo que permitirá sistematizar

esta evaluación. Por ejemplo, para calcular la ocupación de espacios por departamentos (lo que presenta frecuentes cambios y nuevas inversiones), se puede medir y sumar automáticamente las áreas utilizadas por función y por unidad operativa. Definiendo condiciones generales (medir por los ejes de los muros, descontar circulaciones y servicios comunes) y tabular un resumen general. Esta información permitirá efectuar algunas comparaciones con promedios internos ($m^2/persona$) o con estándares externos (aportados por los análisis previos). Detectando desviaciones relevantes, que probablemente tengan una justificación, pero que contribuyen a las futuras decisiones en estos aspectos.

Estas evaluaciones permiten determinar progresivamente ciertos parámetros internos o lineamientos administrativos. La optimización de la infraestructura debe ser establecida como procedimientos de *gestión* ampliamente conocidos y discutidos por las distintas unidades (por ejemplo, requisitos y costos de abrir una nueva sucursal, niveles adecuados de consumos por departamento, asignación temporal de equipos, etc.).

Finalmente, mantener los planos actualizados en el computador, incorporando regularmente todas las modificaciones y adquisiciones, es importante para una administración eficaz de la infraestructura. Esto exige una tarea permanente, con personal dedicado y rigurosos procedimientos internos. Pero permite alcanzar racionalizaciones significativas en el largo plazo y apoyar una gestión coordinada de la infraestructura dirigida al desarrollo estratégico de la corporación.

ESTUDO DA MICROESTRUTURA DE MATERIAIS COMPÓSITOS: UM CAMINHO PARA OTIMIZAR SEU DESEMPENHO

Holmer Savastano Jr. / Vahan Agopyan

1. INTRODUÇÃO

RESUMO

As fibras vegetais de coco, sisal e malva, comparativamente às de amianto e polipropileno, são alvos deste estudo do desenvolvimento de materiais de construção compostos. A análise microestrutural é apresentada como uma ferramenta de trabalho complementar, para correlação com o desempenho mecânico desses materiais. A investigação demonstrou que os compósitos com fibras vegetais apresentam deficiências de resistência à tração e durabilidade, apesar da boa ductilidade. É possível identificar fatores microestruturais da zona de transição fibra-matriz que, uma vez otimizados, possibilitarão o melhor desempenho desses compósitos fibrosos.

ABSTRACT MICROSTRUC-

TURE ANALYSIS AS A
METHOD FOR IMPROVING
COMPOSITE MATERIALS
PERFORMANCE

Studies of composite materials reinforced with vegetable fibres (coir, sisal and malva) are compared with those containing asbestos and polypropylene fibres. Microstructure analysis is presented as an additional method for correlation with mechanical performance of these construction materials. The vegetable composites showed deficiencies in tensile strength and durability although they had high ductility. It is possible to identify microstructural elements at the fibre-matrix transition zone which once optimized would improve the performance of such fibrous composites.

Esta pesquisa teve por objetivo a caracterização da zona de transição em diversos compósitos fibrosos, bem como a avaliação do desempenho macroscópico desses materiais. O conhecimento da microestrutura, paralelamente ao do comportamento mecânico, tem a finalidade de fornecer subsídios ao desenvolvimento de materiais de construção reforçados com fibras, para obtenção do melhor desempenho possível.

No caso específico dos compósitos com fibras vegetais, o interesse recaiu na resistência a esforços dinâmicos e na durabilidade desses materiais, conforme parte das conclusões apresentadas por Sosa Griffin (1994).

Morrison et al. (1984) propuseram que a maior aderência fibra-matriz é conseguida por meio do melhor funcionamento da zona de transição. Essa zona ou auréola de transição é a região da pasta de cimento próxima à fibra, com espessura entre 10 e 100 micrometros, que apresenta propriedades diferenciadas do restante da matriz. Bentur et al. (1985) também estudaram a microestrutura da zona de transição entre fibra de aço e pasta de cimento e admitiram a existência de um filme duplo na superfície da fibra, porém como fase descontínua e de difícil reconhecimento por meio de microscopia. Segue-se a auréola de portlandita (hidróxido de cálcio), com aproximadamente 10 micrometros de espessura e, após, a zona de transição (10 a 20 micrometros) bastante porosa. A figura 1 ilustra o comportamento das fissuras, que acompanham essa região mais porosa, à distância aproximada de 30 micrometros da superfície das fibras.

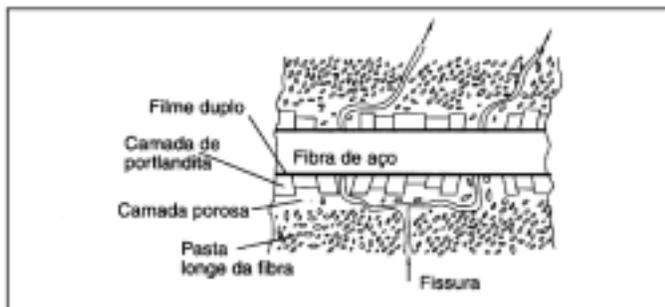
DESCRIPTORES:

Fibras

vegetales, Fibro-cemento,
Materiales compuestos,
Microestructura, Propiedades
mecánicas, Zona de
transición.

FIGURA 1

Esquema da progressão de fissura na zona de transição de compósitos fibrosos (Bentur et al., 1985).



2. TRABALHO EXPERIMENTAL

O experimento empregou cimento portland comum sem adição de material carbonático. Foram selecionadas fibras de amianto crisotila, malva (*Urena lobata* Linn.), sisal (*Agave sisalana* Perrine), coco (*Cocos nucifera* Linn.) e polipropileno, todas isentas de tratamento químico.

As fibras vegetais e de polipropileno foram utilizadas em comprimentos de 15 a 30 mm, para distribuição aleatória na matriz; as de amianto mediam cerca de 5 mm. A absorção de água pelas fibras vegetais foi superior a 90% em massa, sendo que mais da metade dessa absorção ocorreu nos primeiros 5 minutos de imersão.

Os compósitos foram preparados com relações água-cimento em massa de 0,30, 0,38 e 0,46 e as idades de ruptura dos ensaios mecânicos foram 7, 28, 90 e 180 dias. A partir das características físicas das cinco fibras em estudo e tendências ao embolamento durante a mistura com a matriz, optou-se por teores em volume diferenciados para os compósitos: 4% para as fibras vegetais e 1% para polipropileno e amianto.

3. PROPRIEDADES DOS COMPÓSITOS

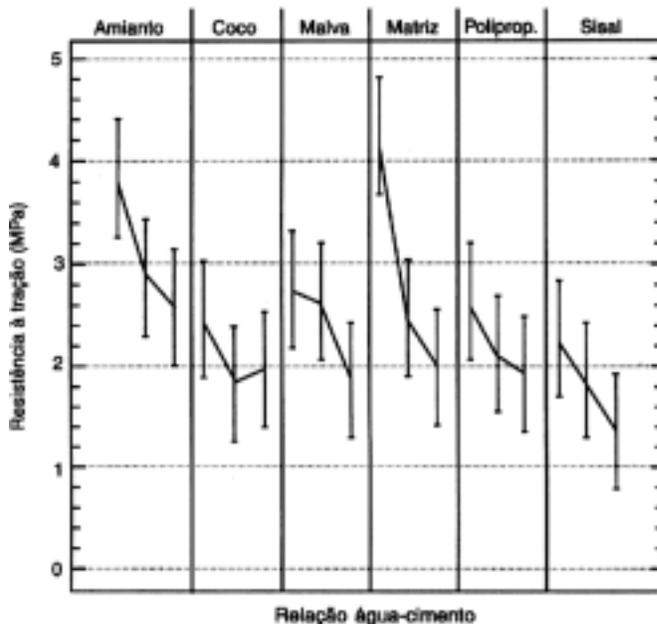
O estudo se dividiu paralelamente em duas frentes de trabalho: a primeira direcionada ao estudo do comportamento mecânico, em especial no que se refere à resistência à tração e ductilidade dos materiais; a segunda voltada para a microestrutura, com interesse específico na zona de transição entre as fibras e a matriz cimentícia.

3.1 Comportamento mecânico

O tipo de fibra empregado, a relação água-cimento e a idade de hidratação exerceram influência estatisticamente significativa sobre as principais propriedades es-

FIGURA 2

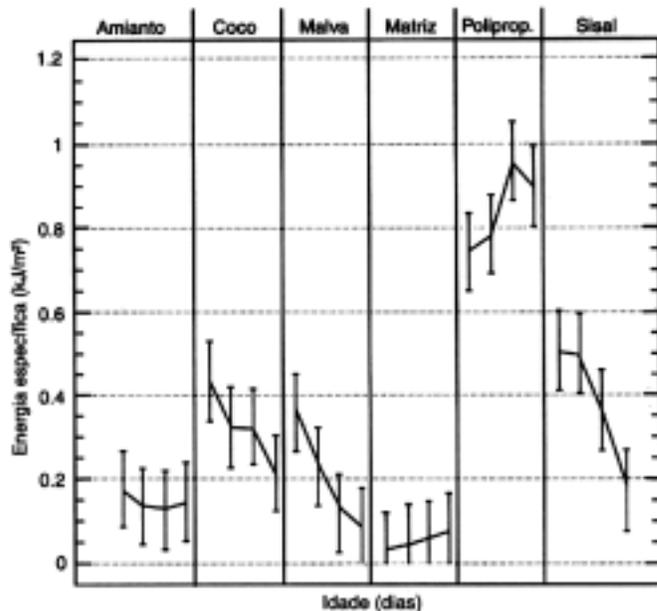
Resistência à tração do compósito com várias relações água-cimento. Idade = 28 dias, intervalo de confiança = 95%. Ensaio de tração direta (ASTM C-190/85).



Legenda: para cada tipo de fibra, as relações água-cimento se repetem na seqüência de 0,30, 0,38 e 0,46.

FIGURA 3

Energia específica do compósito em diversas idades. $x = 0,38$, intervalo de confiança = 95%. Ensaio de tração na flexão.



Legenda: para cada tipo de fibra, as idades se repetem na seqüência de 7, 28, 90 e 180 dias.

FIGURA 4

Imagem de elétrons retroespalhados. Compósito com fibras de amianto, $x = 0,38$, 7 dias. Seta: filme de hidróxido de cálcio com espessura média de 5 micrometros sobre a superfície da fibra.

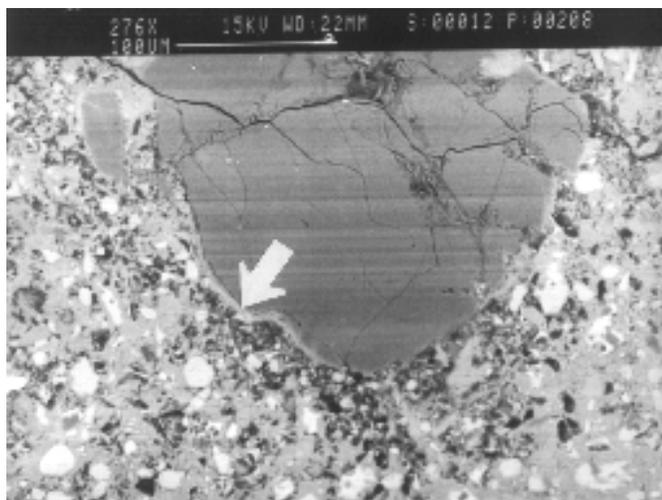
**FIGURA 5**

Imagem de elétrons retroespalhados. Compósito com fibras de sisal, $x = 0,38$, 180 dias. Seta 1: cristal de portlandita; setas 2 e 3: regiões da zona de transição ricas em hidróxido de cálcio.



tudadas: resistência à tração e energia específica (energia total absorvida dividida pela área de fratura). Os ensaios mecânicos empregados nesta pesquisa estão expostos com maiores detalhes por Savastano Jr. et al. (1994) e foram adaptados para a investigação de materiais reforçados com fibras, sobretudo aquelas de baixo módulo de elasticidade.

O ensaio de tração direta teve a vantagem de submeter o corpo-de-prova à tração pura. As fibras de cimento amianto foram as que conferiram maior resistência aos compósitos, enquanto aquelas com fibras de sisal e de coco foram as de pior desempenho. Como ilustra a figura 2, a relação água-cimento mais baixa proporcionou os melhores resultados de resistência.

O ensaio de tração na flexão utilizou equipamento de quatro cutelos e seguiu as recomendações de RILEM (1984). A energia absorvida pelo corpo-de-prova equivale à área delimitada pelo gráfico carga x deformação, em especial após a fissuração da matriz. A figura 3 mostra o comportamento da energia específica: percebe-se como foi significativa a queda dessa propriedade aos 180 dias de idade, para compósitos com fibras vegetais, em decorrência da degradação dessas fibras em condições severas de exposição (umidade relativa superior a 95%). O compósito que absorve a maior quantidade de energia é aquele com fibras de polipropileno, que chega a atingir aproximadamente o dobro dos resultados obtidos com fibras de sisal e de coco. Os compósitos com fibras de amianto e de malva apresentam valores ainda menores, em consequência do pequeno comprimento de ancoragem dessas fibras. A matriz sem fibras, obviamente, absorve menos energia que todos os compósitos.

3.2 Análise microestrutural

As amostras foram submetidas aos ensaios de microscopia eletrônica de varredura (MEV), com imagem de elétrons retroespalhados e de elétrons secundários. Conjuntamente, foram realizadas análises por espectroscopia de raios X por energia dispersiva (EDS), para identificação dos elementos químicos constituintes das micro-regiões analisadas.

A figura 4 ilustra o acúmulo de macrocristais ricos em cálcio e pequeno aumento da porosidade nas proximidades da fibra de amianto. Trata-se de cristais de hidróxido de cálcio, também conhecido como portlandita, de cor cinza-clara e com formato semelhante ao relatado por outros pesquisadores (Scrivener & Bentur, 1988). Embora o cálcio tenha aparecido em toda a matriz, confirmou-se sua presença acentuada em toda a superfície da fibra. Durante a mistura do compósito, as fibras são envolvidas por película de água, fenômeno chamado de efeito parede, formando-se uma camada de hidróxido de cálcio.

A elevada porosidade atrai grande quantidade de água para as proximidades das fibras vegetais, o que favorece o aparecimento de macrocristais de portlandita, dificilmente juntos à superfície da fibra, mas sim no interior da zona de transição. Isso se comprova na figura 5, que mostra zona de transição bastante espessa (da ordem de 200 micrometros) e porosa, de compósito com fibras de sisal. Além de um cristal de portlandita, em forma de lamelas empilhadas e com dimensão superior a 70 micrometros (seta 1), duas análises por EDS (setas 2 e 3) indicam relações cálcio/silício superiores a 4, com fortes indícios de concentração de hidróxido de cálcio.

Figura 6

Imagem de elétrons retroespalhados. Compósito com fibras de coco, $x = 0,46$, 28 dias. Zona de transição com espessura média de 30 micrometros. Seta 1: portlandita; seta 2: microfissuras e seta 3: descolamentos.

**Figura 7**

Imagem de elétrons secundários em compósito com fibras de coco, $x = 0,38$, 180 dias. A seta indica descolamento da fibra.

**Figura 8**

Imagem de elétrons retroespalhados. Compósito com fibras de polipropileno, $x = 0,30$, 28 dias. A seta indica filme de produtos hidratados.



O compósito com fibras de coco e relação água-cimento elevada ($x = 0,46$) também denota grande acúmulo de portlandita, conforme indicado pela seta 1 da figura 6. São típicas as fissuras nas proximidades da zona de transição (seta 2), originadas pela retração por secagem da matriz, e o descolamento das fibras (seta 3), devido a sua alteração volumétrica.

A figura 7 traz a imagem de elétrons secundários de superfície fraturada do compósito com fibras de coco, aos 180 dias. Observa-se que os produtos hidratados ficam aderidos à superfície bastante rugosa da fibra e com as fibrilas parcialmente expostas, sinal da decomposição da lignina.

Como se observa na figura 8, são quase inexistentes os descolamentos da fibra de polipropileno, pois ela não sofre variação dimensional no interior da matriz, o que faz aumentar a aderência e a energia absorvida durante a fissuração do compósito. A fibra é vista de topo, circundada por filme de produtos hidratados, com espessura da ordem de 1 micrometro, processo típico do efeito parede anteriormente relatado para os compósitos com fibras de amianto.

4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstram a potencialidade das fibras vegetais, nas aplicações em que a ductilidade do material é importante, desde que superadas as deficiências de resistência à tração e durabilidade do compósito. Para tanto, o método de investigação microestrutural pareceu bastante adequado, por identificar a causa dessas características do desempenho dos compósitos reforçados com fibras vegetais.

Os compósitos com fibras impermeáveis de amianto e polipropileno atingem resistências e energias específicas respectivamente maiores, por apresentarem zona de transição menos porosas e de menor espessura.

A ductilidade é significativamente inferior nas idades de 90 e 180 dias, para a média de todos os compósitos. Contribuem para essa redução: (i) menor porosidade da zona de transição; (ii) decomposição e/ou petrificação das fibras vegetais; (iii) reação química entre a superfície da fibra de amianto crisotila e o hidróxido de cálcio, presente em excesso na interface fibra-matriz.

O modelo de formação da zona de transição segundo o efeito parede (película de água que adere à fibra durante a mistura com a matriz) não é válido para compósitos com fibras vegetais. A elevada porosidade dessas fibras explica a atração exercida sobre a água com a conseqüente redução da aderência entre fibra e matriz. Relações água-cimento maiores acentuam essa tendência, o que se

reverte em maior porosidade e acúmulo de portlandita junto à superfície das fibras.

Como conclusão principal, comprova-se a existência de correlação direta entre o desempenho macroestrutural dos compósitos fibrosos e a zona de transição fibra-matriz. Isso ocorre para os diversos tipos de fibra, relações água-cimento e idades de hidratação estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENTUR, A.; DIAMOND, S.; MINDESS, S. (1985): «Cracking processes in steel fiber reinforced cement paste». *Cement and Concrete Research*, v. 15, n. 2, pp. 331-42, 1985.

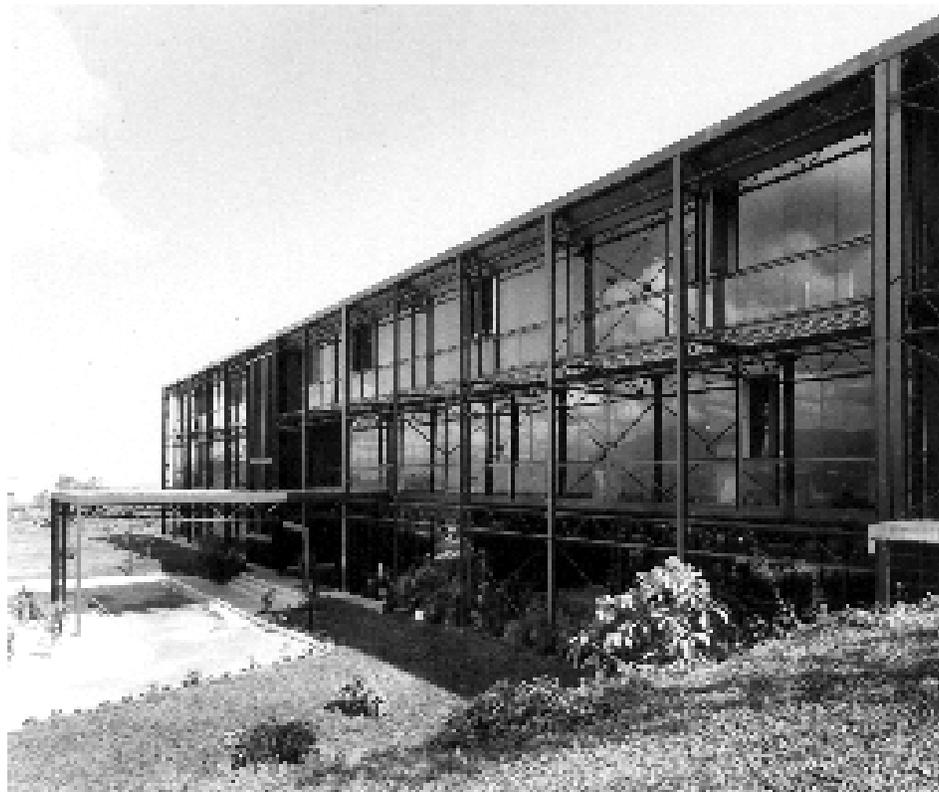
MORRISON, J.K.; SHAH, S.P.; JENQ, Y.S. (1988): «Analysis of fiber debonding and pullout in composites». *Journal of Engineering Mechanics*, v. 114, n. 2, pp. 277-94, Feb. 1988.

REUNION INTERNATIONALE DES LABORATOIRES D'ESSAIS ET DES RECHERCHES SUR LES MATERIAUX ET LES CONSTRUCTIONS (RILEM). «Testing methods for fibre reinforced cement-based composites». *Matériaux et Constructions*, v. 17, n. 102, pp. 441-56, nov./dec. 1984. (RILEM Draft Recommendations, Technical Committee 49 TFR).

SAVASTANO JR., H.; DANTAS, F.A.S.; AGOPYAN, V. (1994): *Materiais reforçados com fibras*: correlação entre a zona de transição fibra-matriz e as propriedades mecânicas. São Paulo, IPT/ Pini. (Publicação IPT 2158 - Boletim 67).

SCRIVENER, K.L.; BENTUR, A. (1988): Qualitative characterization of the transition zone in high strength concretes. *Advances in Cement Research*, v.1, n. 4, pp. 230-7, 1988.

SOSA GRIFFIN, M. (1994): *Utilización de materias primas vegetales para la producción de materiales de construcción: análisis crítico*. Caracas, IDEC-FAU-UCV. (Trabajo presentado para ascender a la categoría de agregado).



EDIFICIO INSTITUTO DE INGENIERIA. CARACAS. TECNOLOGIA SIEMA.

IDECONIDEC

LA PRIMERA EMPRESA UNIVERSITARIA

INNOVACIONES TECNOLOGICAS EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES

- materiales, componentes, procesos y sistemas constructivos.
- estudios y asistencia técnica en desarrollo experimental, economía de la construcción, habitabilidad.
- cursos de extensión

**Tecnología desarrollada por el
Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción**

IDEC Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción.
PB, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UCV.
Apartado Postal 47.169 Caracas 1041-A. Venezuela.
Telfs.: (58-2) 605.2046 / 605.2048. Fax 605.2048. E-mail: idec@villanueva.arq.ucv.ve

AHORRO DE ENERGÍA EN VIVIENDAS CON SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO PASIVO; ESTUDIO EXPERIMENTAL Y NUMÉRICO

Eduardo González / Nastia Almao

1. INTRODUCCIÓN

RESUMEN
La problemática arquitectónica y energética de la vivienda tradicional de las zonas bajas, calientes y húmedas venezolanas está caracterizada por la desatención de criterios bioclimáticos apropiados, la baja calidad térmica y la ineficiencia energética. En este trabajo se reportan los resultados del estudio experimental y numérico de dos Sistemas Pasivos de Enfriamiento (SPE) para la climatización natural de viviendas. Se ha establecido una metodología de caracterización del comportamiento térmico de SPE. Para ello, se ha construido una plataforma experimental constituida por: dos edificaciones a escala real, una estación meteorológica y un sistema automatizado de adquisición de datos. La aplicación de un modelo numérico denominado EVITA, es validado a partir de resultados experimentales. Los resultados del estudio experimental son discutidos en términos del Potencial de Enfriamiento Medio (PEM) y del Índice de Performance de Enfriamiento (IPE) de cada SPE. Han resultado especialmente eficientes el sistema donde el enfriamiento evaporativo indirecto se combina con enfriamiento radiante nocturno, y el sistema donde el enfriamiento evaporativo indirecto es aprovechado en forma continua.

DESCRIPTORES:

Climatización natural, Confort térmico, Clima tropical húmedo, Enfriamiento pasivo, Experimental, Simulación numérica.

ABSTRACT
ENERGY CONSERVATION ON DWELLINGS WITH PASSIVE COOLING SYSTEMS; EXPERIMENTAL AND NUMERICAL STUDY

The problematic about energetic and architectural design of the traditional housing in low, hot and humid zones of Venezuela is characterized by low thermal quality and the disregard of proper bioclimatic criteria. In this work, the results of an experimental and numerical study of two Passive Cooling Systems (PCS) for the conditioning of exterior air in buildings are presented. It has been established a methodology to characterize the PCS thermal performance. For this purpose, it has been built an experimental platform constituted by: two test cells at natural scale, a meteorological station and a computerized data acquisition system. The experimental data has been used to validate the application of the numerical model (EVITA). The experimental results are discussed in terms of the Average Cooling Potential and the Cooling Performance Index of each PCS. Two PCS have shown to be specially efficient: one, where cooling is achieved by nocturnal radiation combined with indirect evaporation; and the other one, where cooling is achieved by continuous evaporation.

La arquitectura tiene como rol principal crear las condiciones de habitabilidad adecuadas para el desarrollo de la actividad humana. Por siglos, los pobladores de las regiones calientes y húmedas de Venezuela construyeron sus viviendas protegiéndose del sol y aprovechando la ventilación natural. Generar sombra y maximizar el enfriamiento fisiológico-convectivo han sido las acciones tradicionales para el acondicionamiento natural de las edificaciones en estas zonas.

En las regiones costeras, cálidas y húmedas, como Maracaibo, no es posible alcanzar los estándares de confort actuales haciendo uso tan sólo de la ventilación natural y de los criterios de diseño tradicionales (González, 1997). Por otro lado, la arquitectura de las últimas décadas ha sido incapaz de entablar un diálogo apropiado con el ambiente y ha desconsiderado los criterios de diseño bioclimático adecuados. Con la energía más barata de América, y quizás del mundo, y la falta de normas que regulen el desempeño energético de las edificaciones en nuestras ciudades, el uso de sistemas mecánicos de climatización se ha masificado, sin que la arquitectura haya evolucionado paralelamente. Se ha creado una problemática arquitectónica y energética caracterizada por: el deterioro de la calidad visual del espacio urbano; la pérdida de valores arquitectónicos; la falta de utilización de estrategias de climatización natural y criterios de diseño que consideren las condiciones climáticas del lugar; la incorrecta utilización de materiales de construcción y acabados exteriores desde el punto de vista térmico; el deterioro de las condiciones microclimáticas de los espacios públicos; un alto consumo de energía y una alta ineficiencia en el uso de la misma. El habitante promedio venezolano consume aproximadamente dos veces más energía eléctrica que el habitante promedio latinoame-

ricano, mientras que, en el sector residencial, la región zuliana presenta el mayor consumo por suscriptor residencial de toda Venezuela (Villanueva, 1994). En la ciudad de Maracaibo, el 36 por ciento de los suscriptores residenciales cuentan con aire acondicionado. Este sector de la población consume aproximadamente el 75 por ciento de la energía eléctrica del sector residencial, de la cual, entre el 70 y el 80 por ciento es utilizada para el funcionamiento de los sistemas de aire acondicionado (Enelven, 1994).

Los objetivos de este trabajo se enmarcan en la búsqueda de alternativas viables para la climatización natural de viviendas y la economía de energía en el sector edificado. Se trata de contribuir al logro de diseños donde se integren la aplicación de SPE y la selección correcta de materiales para la construcción de viviendas: "eficientes" desde el punto de vista energético; "confortables" desde el punto de vista del ambiente térmico; "económicas" desde el punto de vista del costo global; "respetuosas del ambiente" desde el punto de vista del impacto ambiental; y "bioclimáticas" desde el punto de vista arquitectónico.

En Maracaibo, algunas de las técnicas basadas en el enfriamiento radiante nocturno, el enfriamiento evaporativo, la inercia térmica y el control solar, han sido experimental y numéricamente evaluadas por González (1989, 1990, 1994) y Almao (1993). Los resultados han mostrado importantes capacidades de enfriamiento y porcentajes de reducción de carga. Los SPE estudiados en este trabajo se basan en estas experiencias previas y en la utilización de los Depósitos Energéticos (DE) de mayor potencial de enfriamiento en nuestra región: el aire, el cielo y el agua (González, 1997). El techo juega el rol protagónico en estos sistemas. Está constituido por un recipiente metálico con agua que sirve como intercambiador de calor con los DE y es el almacenamiento térmico necesario para regular la temperatura del ambiente a enfriar. Si bien estas técnicas de enfriamiento han sido utilizadas en otros países, su aplicación en condiciones climáticas como las locales, y en viviendas con el sistema constructivo tradicionalmente utilizado en Venezuela, no ha sido estudiado.

Se ha concebido un programa de investigación para el estudio de los SPE a escala real. Para ello se ha establecido una metodología de caracterización, basada en los resultados experimentales obtenidos a partir de una plataforma experimental constituida por dos edificaciones de iguales características, una estación meteorológica de carácter urbano, una red de sensores y equipos de medición, y un sistema de adquisición y procesamiento de información que integra todo el conjunto.

Se presentan y analizan dos SPE, entre los estudiados en el marco del proyecto de investigación financiado por el Consejo de Desarrollo Científico de la Universidad del Zulia (LUZ) y la C.A. Energía Eléctrica de Venezuela

(ENELVEN). Así mismo, los resultados experimentales permiten validar el programa de simulación térmica EVITA que ha sido desarrollado en la Escuela de Ingeniería Mecánica de LUZ como una herramienta de ayuda a la concepción, el estudio y la optimización térmica de viviendas.

2. METODOLOGÍA

2.1. El dispositivo experimental

Se ha concebido y construido una plataforma para la evaluación experimental de SPE. Ella está constituida por una serie de elementos que se encuentran espacialmente distribuidos en tres zonas definidas como: a) el área experimental, donde se localizan los módulos de referencia y experimental provistos de los sensores y equipos necesarios para conocer su comportamiento térmico durante el período de evaluación; b) el área meteorológica, donde se encuentran los dispositivos de medición de las variables ambientales requeridas para la evaluación de los SPE y la validación de modelos matemáticos y c) el área de control, donde se recibe, registra y procesa la información que proviene de las áreas experimental y meteorológica.

El dispositivo experimental ha sido concebido de acuerdo con una serie de criterios de diseño que aseguran la calidad de los resultados de las mediciones y la posibilidad de ser éstos utilizados para caracterizar el comportamiento térmico de los SPE estudiados. Entre sus características están las de: permitir la evaluación de los SPE bajo condiciones de operación muy próximas a las reales; mostrar la evolución, en tiempo real, del comportamiento de los SPE en relación con el ambiente exterior y con el módulo de referencia y disponer de las condiciones climáticas precisas a las que se ven expuestos los módulos de referencia y experimental durante los períodos de pruebas.

Módulos de referencia y experimental

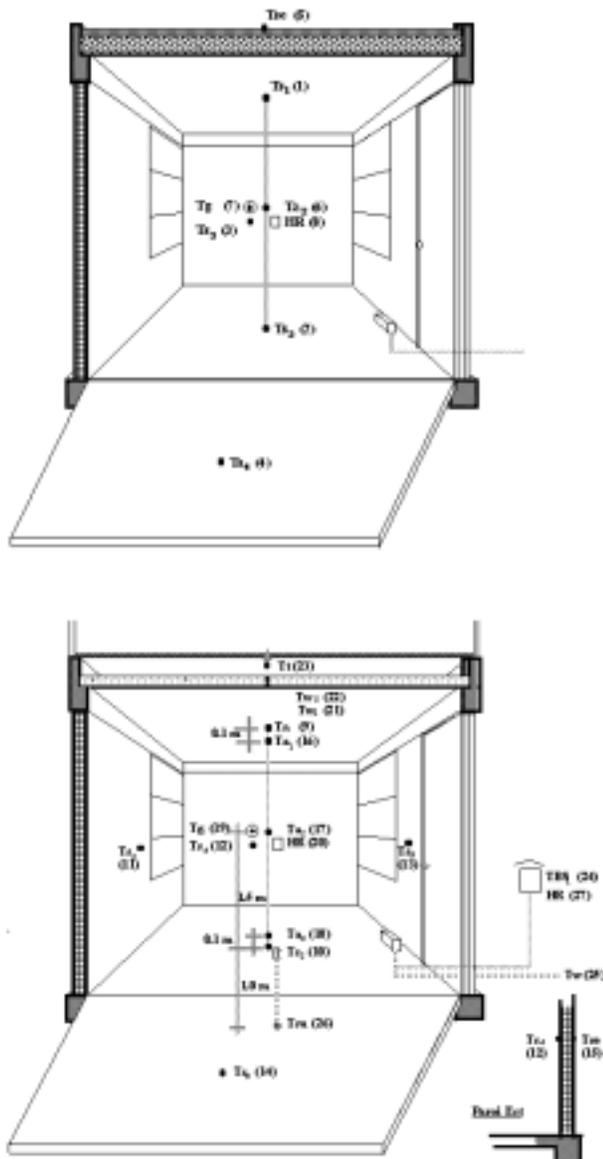
Para realizar el estudio en las condiciones requeridas, se han construido dos edificaciones idénticas denominadas "Módulo de Referencia" (MR) y "Módulo Experimental" (ME) (figura 1); únicamente el techo las diferencia. Tienen una superficie de piso de 9 m² (3m x 3m) y una altura interior de 2.45 m cada uno. Su estructura en concreto armado y sus paredes en bloques de arcilla de 15 cm de espesor, frisadas por ambas caras, representan las características típicas de una construcción tradicional del lugar.

La cubierta del módulo de referencia ha sido concebida, por razones metodológicas, como un elemento muy aislante a fin de limitar de manera importante la transferencia de calor a través del techo. En su composición, una capa de poliestireno de 25 cm de espesor y la superficie exterior pintada de color blanco, garantizan transferencia de calor a través del techo de magnitud despreciable [UA, (cal-

FIGURA 1
Módulos de Referencia (MR) y Experimental (ME)



FIGURA 2
Localización de sensores de temperatura y humedad en el MR y en el ME



culado) = 1.24W/K] con respecto al de las paredes.

El techo del módulo experimental, en los dos SPE aquí estudiados, está constituido por un contenedor de agua fabricado con láminas metálicas, de 1.2 mm de espesor, cubierto por dos paneles abatibles, de poliestireno, revestidos con fibra de vidrio y pintados de color blanco. Una cámara de aire, de 0,25 m de altura, separa la superficie del agua de los paneles aislantes. El conjunto está apoyado en la estructura perimetral de concreto y en tres vigas de acero tipo PTN 10, de la misma forma que el techo en el módulo de referencia.

El conjunto de sensores e instrumentos de medición instalados en los módulos puede observarse en forma esquemática en la figura 2. Cada sensor está identificado por un número que corresponde a uno de los canales de entrada del registrador YOKOGAWA HR2300, y por unas siglas que indican el parámetro medido. Para el Módulo de Referencia fueron reservados 8 canales de registro de información (1... 8) mientras que en el Módulo Experimental fueron dispuestos 15 sensores (9... 23).

Estación meteorológica

La Estación Meteorológica Urbana IFA-LUZ (figura 3) está ubicada sobre el techo del edificio donde funciona el Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura, justo al lado del área experimental. Ella ha sido concebida con varios propósitos, siendo el primero, el de suministrar la información meteorológica precisa y confiable que permita el estudio de los SPE y la validación de modelos de simulación. En este lugar son medidas la temperatura y humedad del aire, la presión atmosférica, la velocidad y dirección del viento, la precipitación y la radiación solar global y difusa; otros parámetros requeridos se obtienen a partir de estas variables registradas.

FIGURA 3
Estación Meteorológica Urbana IFA-LUZ



El Sistema de Adquisición y Procesamiento de Datos

El Sistema de Adquisición y Procesamiento de Datos (SATD) comprende los equipos y programas de computación que hacen posible las tareas de control, registro y procesamiento de las señales emitidas por los sensores o instrumentos de medición. El funcionamiento del SATD se basa en la utilización de dos centrales de adquisición de datos (un Registrador Híbrido de 30 canales YOKOGAWA HR2300 y una Consola Meteorológica RainWise WS-1000) configuradas en torno de un computador PC-486 EPSON DX2, provisto de un sistema operativo multitareas y un computador PC-386 IBM. El sistema permite observar en pantalla la información de las últimas 24 h de los parámetros seleccionados, y seguir su evolución en tiempo real (minuto a minuto). También se tiene acceso permanente a los archivos de datos diarios que crean los programas en forma automática.

2.2. Método de determinación de performances

¿Qué cantidad de energía es capaz de retirar el sistema de enfriamiento? ¿Qué representa la utilización de estos sistemas, en términos de ahorro de energía? Dar respuesta a estas preguntas a partir del análisis del Potencial de Enfriamiento Medio (PEM) y del Índice de Performance de Enfriamiento (IPE) obtenidos experimentalmente en cada sistema (González, 1997), permite caracterizar el comportamiento térmico de los SPE seleccionados en este estudio.

El Potencial de Enfriamiento Medio (PEM) de un SPE es definido como la cantidad de energía retirada por el sistema por unidad de tiempo y de área, obtenido como valor medio durante un período de 24 h. El PEM puede ser calculado a partir del coeficiente global de transferencia de calor del módulo de referencia UA(p), de las diferencias entre las temperaturas promedios diarias del aire interior de los módulos de referencia y experimental, y de la superficie de enfriamiento del sistema.

$$PEM = \frac{UA_{(p)}(\bar{T}i_{MR} - \bar{T}i_{ME})}{A_t} \quad (W/m^2) \quad (1)$$

donde: A_t = Superficie interior del techo (9 m²)
 $UA_{(p)}$ = Coeficiente global de transferencia de calor del MR, determinado experimentalmente (73.6 W/K).

La energía retirada por el sistema de enfriamiento, por unidad de área, en un período de 24 h, corresponde a lo que denominamos Energía de Enfriamiento Diario (EED). Esta representa al producto del potencial de enfriamiento medio por el intervalo de tiempo en segundos.

$$EED = PEM \times 8.64 \cdot 10^4 / 1000 \quad (KJ/m^2)$$

donde: $8.64 \cdot 10^4$ es la duración del período en segundos (24 x 3.600 s).

La eficiencia de los SPE estudiados es caracterizada también a partir del Índice de Performance de Enfriamiento (IPE). Este índice relaciona las temperaturas medias del MR y del ME con una temperatura de consigna, y puede expresarse como:

$$IPR = \frac{(\bar{T}i_{MR} - \bar{T}i_{ME})}{(\bar{T}i_{MR} - \bar{T}r)} \quad (2)$$

donde: $\bar{T}r = 25^\circ C$, por considerarse la temperatura neutral de la zona de confort y base para el diseño de los sistemas de climatización. Este índice expresa en cierta manera la economía de energía que representa el SPE sobre la total requerida. Puede ser entendido, porcentualmente hablando, como el porcentaje de reducción de carga de enfriamiento necesaria para mantener el sistema a la temperatura de consigna.

2.3. Descripción de los casos de estudio

El propósito general que se persigue con la aplicación de los SPE es reducir la temperatura del aire interior del ME respecto a la del MR y a la del ambiente exterior. Para ello es necesario que la temperatura del agua del techo sea lo más baja posible a efecto de que el flujo de calor, producto de la diferencia de temperatura entre el aire interior y el agua, sea lo más grande posible. De los SPE evaluados, dos se presentan en este trabajo; éstos corresponden a las series experimentales ESULIB.AC2 y ESULIB.SV.

En la serie ESULIB.AC2, realizada entre el 14 y el 27 de enero de 1997, se evalúa la superficie libre con el techo abierto durante la noche (19:00 h-07:00 h) y cerrado durante el día. En este SPE, el techo está constituido por un recipiente metálico lleno de agua hasta una altura de 15 cm y cubierto con dos paneles aislantes abatibles (figura 4). La operación diaria de abrir y cerrar el techo permite: enfriar el

FIGURA 4
ME en la serie ESULIB.AC2

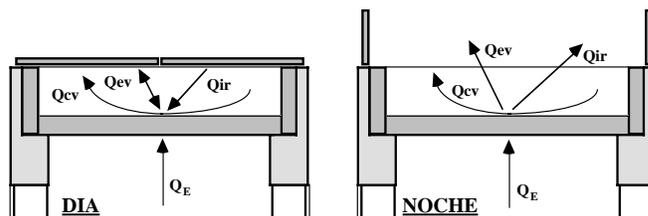


FIGURA 5
ME en la serie ESULIB.SV

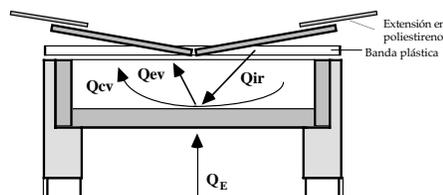
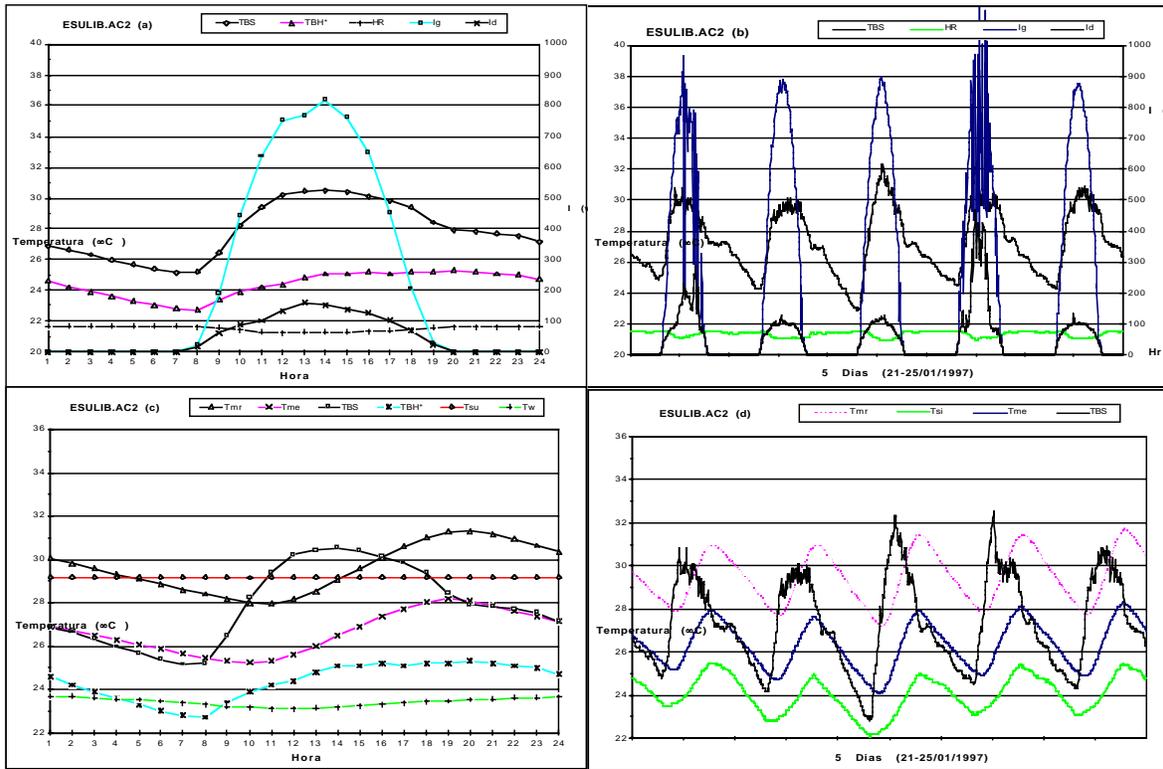


FIGURA 6
Evolución media diaria de las condiciones climáticas (a) y de los módulos (c) en la serie ESULIB.AC2. Secuencia de cinco días de registros climáticos (b) y de los módulos (d).



agua por evaporación y por intercambio radiante de onda larga con el cielo durante toda la noche, y aislarla durante el día, para reducir su calentamiento.

En la serie ESULIB.SV, realizada entre el 1 y el 24 de febrero de 1997, se evalúa el comportamiento térmico del ME provisto del estanque de agua con la superficie libre, ventilado de manera natural y protegido de la bóveda celeste, durante todo el día (figura 5). En este caso, gracias a la ventilación natural continua, se aprovecha el enfriamiento evaporativo las 24 horas del día, mientras que, el enfriamiento radiante nocturno queda eliminado debido a la presencia permanente de los paneles aislantes sobre el estanque de agua.

3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS EXPERIMENTALES

A continuación se presentan los resultados de las series experimentales ESULIB.AC2 y ESULIB.SV. Las condiciones medias del ambiente durante la serie ESULIB.AC2, y una secuencia de cinco días de ese período (21-25/01/97) se observan en las figuras 6a y 6b. La evolución media de las temperaturas internas de los módulos, bajo estas condiciones climáticas, se observa en las figuras 6c y 6d. Un resumen de las temperaturas características se presenta en la tabla 1.

El SPE ha logrado mantener en 26,6°C la temperatura interna media del ME (Tme), 3°C por debajo de la

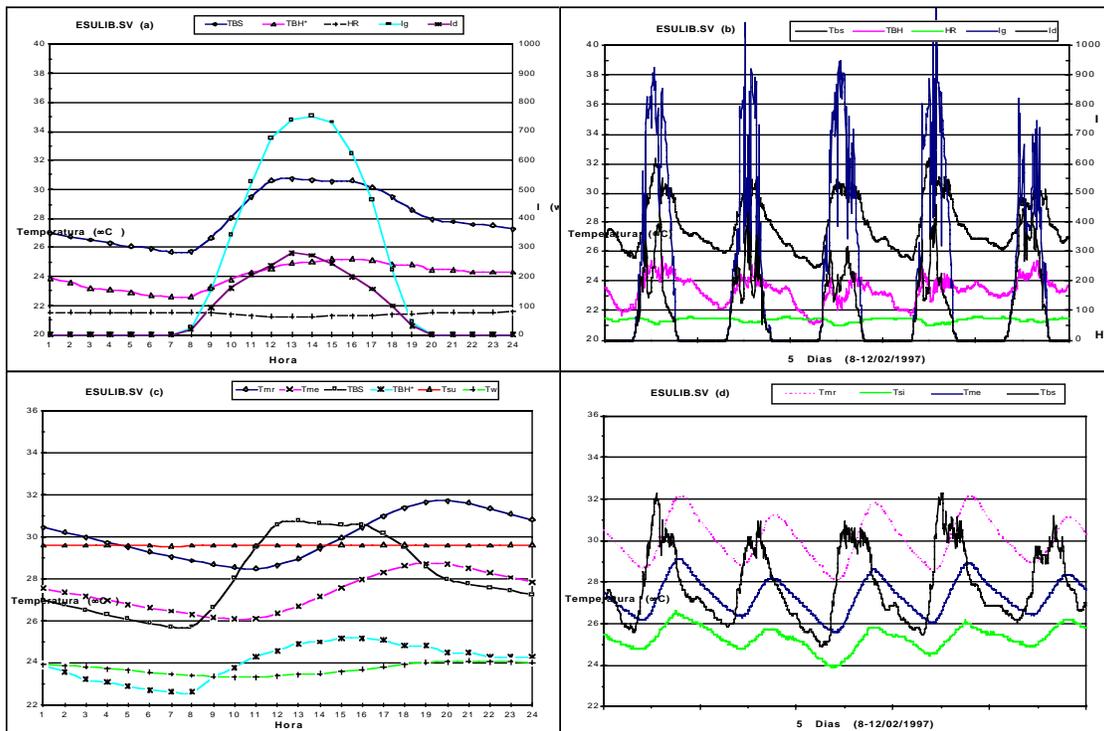
del MR y 0,9°C inferior a la temperatura media del ambiente (Ta, TBS). Durante la noche, la temperatura interna es prácticamente igual a la del ambiente, la cual se alcanza sin necesidad de ventilación nocturna. No se observa condensación en la superficie interior del techo. La temperatura del agua en el techo (Tw) es todo el tiempo inferior a TBS. Su temperatura mínima llega a ser de 23°C (2°C inferior a TBS).

La temperatura de la superficie interior del techo (Ts1) es inferior a TBS desde 1.5°C a 6.5°C, e inferior a la temperatura interior en 2°C. Esta "bomba de extracción de calor", que representa el techo, permite que la temperatura interior permanezca casi continuamente inferior a TBS. Se constata que existe un flujo de calor permanente desde el aire interior hacia el agua. Es aconsejable ventilar natural o mecánicamente durante la noche con el doble propósito de aprovechar el enfriamiento convectivo y de disminuir los niveles de humedad internos.

TABLA 1
Temperaturas características en la serie ESULIB.AC2

	ESULIB.AC2 (14-27/01/97)						
	Ta	Tmr	Tgmr	Tme	Tgme	Tmr-Tme	Ta-Tme
Max	30,2	31,3	31,0	28,2	28,0	3,1	2,0
Min	24,9	27,9	27,7	25,2	25,0	2,7	-0,3
Écart	5,3	3,4	3,3	3,0	3,0	0,4	2,3
Moy	27,5	29,6	29,3	26,6	26,4	3,0	0,9

FIGURA 7
Evolución media diaria de las condiciones climáticas (a) y de los módulos (c) en la serie ESULIB.SV. Secuencia de cinco días de registros climáticos (b) y de los módulos (d).



En relación con la serie ESULIB.SV, en las figuras 7a y 7b se presentan las condiciones medias del ambiente durante la serie y una secuencia de cinco días de ese período (08-12/02/97). La evolución de las temperaturas internas de los módulos bajo estas condiciones climáticas se observa en las figuras 7c y 7d. Un resumen de las temperaturas características se presenta en la tabla 2. Bajo este SPE se evidencia un menor enfriamiento de la masa de agua, sobre el techo, que en ESULIB.AC2. Esto se debe a la eliminación de la transferencia de calor por radiación durante la noche. Sin embargo, como en la serie anterior, se ha logrado un enfriamiento tanto respecto al MR como al ambiente exterior. La temperatura interna media es de 27,4°C, 2,6°C inferior al MR y 0,5°C inferior a TBS.

La Tme se mantiene durante la noche entre 0,5°C y 0,8°C superior a TBS; este valor podría reducirse al ventilar el interior del local cuando TBS sea menor que la

temperatura interna. Al mismo tiempo, la temperatura del agua del techo es de 2°C a 3,5°C inferior a la interior. Como en el caso anterior no se observan signos de condensación en la superficie interior del techo, cuya temperatura es entre 0,8°C y 6°C inferior a TBS, y entre 1,5°C a 2,5°C inferior a la temperatura del aire. Se constata también, que existe un flujo de calor permanente desde el aire interior hacia el agua.

El resumen de los valores de PEM y EED calculados para cada serie se presenta en las tablas 3 y 4. Se observan los mayores valores de PEM en la serie ESULIB.AC2, los cuales oscilan entre 21.3 y 27.8 W/m², y un valor medio de 24 W/m². Estos valores representan promedios diarios de energía retirada de 510 a 667 Wh/m²d. Otra serie realizada con el mismo SPE, bajo condiciones climáticas más desfavorables (agosto 1996), arrojó valores 20 por ciento inferiores a los anteriores. En la serie ESULIB.SV, los valores de PEM varían entre 19.6 W/m² y 23.7 W/m² y su valor medio de 22 W/m² es tan sólo 8 por ciento menor que en ESULIB.AC2. En este caso, la energía retirada diariamente varía entre 471 y 570 Wh/m²d.

Los IPE calculados a partir de los resultados experimentales indican, consecuentemente con las temperaturas características, que la eficiencia del sistema en la serie ESULIB.AC2 es superior a la de la serie ESULIB.SV. Los índices determinados con una temperatura de referencia de 25°C representan ahorros de energía promedio diario de 64 por ciento y 53 por ciento, respectivamente.

TABLA 2
Temperaturas características en la serie ESULIB.SV

	ESULIB.SV (01-24/02/97)						
	Ta	Tmr	Tgmr	Tme	Tgme	Tmr-Tme	Ta-Tme
Max	30,6	31,7	31,5	28,8	28,5	2,9	1,8
Min	25,5	28,5	28,3	26,1	25,8	2,4	-0,6
Écart	5,1	3,2	3,2	2,7	2,7	0,5	2,4
Moy	27,9	30,0	29,8	27,4	27,1	2,6	0,5

TABLA 3
Cálculos de PEM y EED en la serie ESULIB.AC2

	ESULIB.AC2		ΔT (K)	UAg (W/K):	73,6
	Tm (Mr)	Tm (Me)		PEM (W/m2)	EED (Wh/m2d)
Max	30,00	27,30	3,40	27,80	667,31
Min	29,30	25,90	2,60	21,26	510,29
Ampl	0,70	1,40	0,80	6,54	157,01
Med	29,59	26,65	2,94	24,01	576,18

TABLA 4
Cálculos de PEM y EED en la serie ESULIB.SV

	ESULIB.SV		ΔT (K)	UAg (W/K):	73,6
	Tm (Mr)	Tm (Me)		PEM (W/m2)	EED (Wh/m2d)
Max	30,50	27,90	2,90	23,72	569,17
Min	29,40	26,70	2,40	19,63	471,04
Ampl	1,10	1,20	0,50	4,09	98,13
Med	30,05	27,36	2,69	22,03	528,83

4. VALIDACIÓN DEL MODELO EVITA

El código de cálculo EVITA "Evaluación de Viviendas Térmicamente Adaptadas" (Almao, 1997), desarrollado en la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad del Zulia, en Maracaibo, Venezuela, ha sido utilizado para simular el comportamiento térmico de los módulos de referencia y experimental bajo las mismas configuraciones y condiciones climáticas de las series experimentales ESULIB.AC2 y ESULIB.SV. Este código de cálculo, que fue concebido como un medio para evaluar y optimizar el diseño de viviendas desde el punto de vista térmico, ha sido preparado para tomar en consideración los fenómenos de enfriamiento radiante y evaporativo aplicados durante las experiencias.

4.1. El modelo matemático

Se trata de un modelo bidimensional basado en el método de los volúmenes de control, con malla no desplazada, y tratamiento acotado de alto orden para los términos convectivos, que permite resolver las ecuaciones de continuidad, cantidad de movimiento y energía, bajo régimen transitorio. El dominio de cálculo es una sección rectangular de una edificación. Se construye la malla de tal forma, que considere cualquier composición de materiales para las paredes, techo y piso; bajo condiciones transitorias de contorno que incluyen la temperatura ambiente, humedad relativa, radiación solar global sobre las superficies para el período de asoleamiento, intercambio radiactivo de onda larga entre las superficies externas y el cielo en el período de asoleamiento y no asoleamiento, temperatura del suelo y la velocidad del viento. Se utiliza la aproximación de Bousinesq para el tratamiento del movimiento convectivo del aire contenido en el interior de la sección.

Ecuaciones gobernantes

Las ecuaciones que gobiernan el movimiento de un fluido y la transferencia de calor son las ecuaciones de conservación de masa, cantidad de movimiento, y energía, aplicadas a un flujo bidimensional transitorio de un fluido no isotérmico, viscoso e incompresible, con propiedades físicas constantes, las cuales vienen dadas por:

Cantidad de movimiento

$$\frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + (\vec{u} \cdot \nabla) \vec{u} = -\frac{1}{\rho} \nabla P + \vec{g} \tag{3}$$

Energía

$$\frac{\partial T}{\partial t} + (\vec{u} \cdot \nabla) T = \alpha \nabla^2 T + \frac{s}{\rho c_p} \tag{4}$$

Masa

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + (\vec{u} \cdot \nabla) \rho = 0 \tag{5}$$

Estas ecuaciones de conservación se pueden escribir como una ecuación diferencial general, de la forma:

$$\frac{\partial(\rho\phi)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i \phi) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[\Gamma_\phi \frac{\partial \phi}{\partial x_i} \right] + s_\phi \tag{6}$$

donde: Φ = es la variable dependiente que puede ser u, v, h ó T , energía cinética turbulenta, etc.
 $\Gamma\Phi$ = es el coeficiente de difusión correspondiente a la variable f en consideración
 $S\Phi$ = es el término fuente.

El método de resolución, que utiliza la técnica de las diferencias finitas basada en la aproximación de los volúmenes de control, se encuentra descrito en el manual del usuario del código EVITA (Rincón, 1997).

Características del programa

El programa de computación EVITA está elaborado en lenguaje de programación FORTRAN. Utiliza el esquema computacional general descrito por Patankar (1991) que consta principalmente de dos partes: una parte invariable que es común a todas las aplicaciones, donde está el esquema de solución de las ecuaciones diferenciales gobernantes del fenómeno estudiado, y otra parte adaptable, de acceso al usuario, que depende del problema físico a resolver. Esta parte adaptable permite suministrar los datos geométricos de la sección; introducir las propiedades de los materiales y algunas constantes requeridas para la simulación de temperatura ambiente, irradiancia sobre techo y paredes, y presión del vapor de agua; introducir los valores iniciales de las variables principales e inicializar las condiciones de contorno; realizar los cálculos de las condiciones de

contorno que varían con el tiempo; organizar la salida de los resultados y determinar cualquier cantidad requerida por posprocesamiento de los resultados del programa; establecer el número de iteraciones e introducir los coeficientes de difusión, los coeficientes de los términos fuente y la información de las condiciones de contorno.

Condiciones en los límites del sistema

En los casos estudiados se tienen dos tipos de condiciones de bordes del sistema: flujos de calor (en todos los bordes excepto en el piso) y el valor conocido de la temperatura del suelo a 1 m de profundidad. En paredes y techo se tienen flujos de radiación solar, flujos de calor por convección debido al viento, intercambio radiactivo de onda larga entre las superficies y el cielo, y para el sistema pasivo implementado sobre el techo, transferencia de calor por evaporación o condensación de agua desde o hacia la superficie del estanque de agua. Por lo tanto, como sólo se está considerando la carga térmica a través de la superficie exterior y el piso, y el movimiento del aire interior por diferencia de densidades, las condiciones de contorno involucran: funciones dependientes del tiempo, de la temperatura ambiente y de la irradiancia global sobre la superficie horizontal y las verticales orientadas; valores medios horarios de la velocidad del viento y de la humedad relativa, correspondientes al mes o día durante el cual se realiza la simulación; propiedades ópticas y térmicas constantes de los materiales de construcción y la temperatura del subsuelo a un metro de profundidad, correspondiente a los valores medidos en el periodo de experimentación de los módulos.

4.2. Simulación numérica

A continuación se compara la evolución de las temperaturas medias horarias registradas durante las series

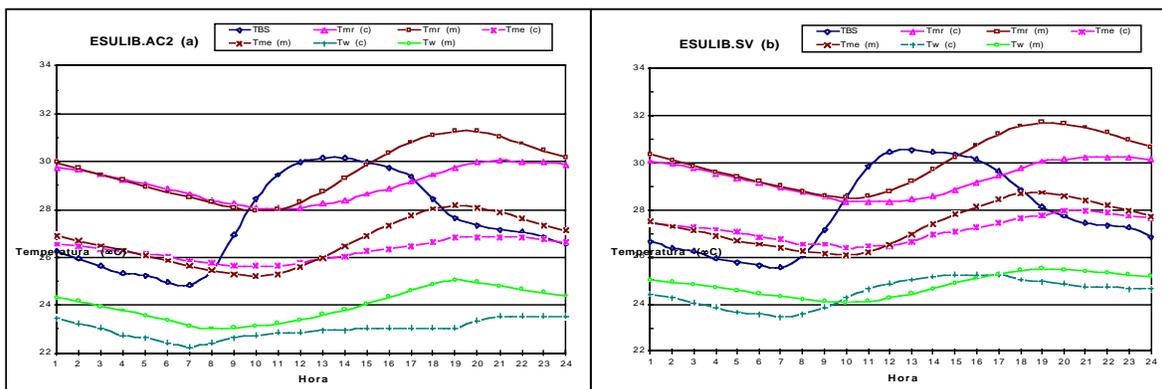
experimentales ESULIB.AC2 y ESULIB.SV, con las temperaturas calculadas con EVITA, correspondientes al tercer día de simulación cuando se alcanza la estabilización del sistema. Los ME de estas series han sido simulados bajo las mismas condiciones climáticas promedio de cada periodo.

En el caso ESULIB.AC2 (figura 8a) se ve que en las primeras 12 h del día los resultados calculados, tanto del MR como del ME, son prácticamente iguales a los valores medidos, mientras que el proceso de calentamiento es más lento que en la realidad. El error medio absoluto es de 0,35°C en el ME, y la amplitud calculada es de 1,7°C inferior a la medida. Estas diferencias se deben, en parte, a que en la simulación, la infiltración de aire atmosférico en el espacio sobre el estanque de agua, durante el día, se ha considerado nula, mientras que en realidad los paneles que cubrían el estanque de agua no cerraban herméticamente y el aire circulaba con cierta libertad. La temperatura del agua del estanque resulta inferior a la medida. Se observan errores medios aproximados de 1°C. Esto hace suponer una sobrestimación del enfriamiento radiante nocturno en el agua, que concuerda con el hecho de no haber considerado la nubosidad en el enfriamiento radiante neto a nivel del techo.

Un aspecto importante a retener es la diferencia entre las temperaturas medias de los módulos de referencia y experimental. Durante las mediciones, esta diferencia fue de 2,94°C y en la simulación de 2,75°C. Como puede verse, los resultados de la simulación se ajustan muy bien en condiciones de cielo claro y sin precipitación.

Puede concluirse que, aun cuando se trata de un modelo bidimensional, EVITA, concebido para estudios comparativos, simula de manera bastante acertada la evolución de la temperatura interna del ME de la serie ESULIB.AC2. Sin embargo, es notable el efecto de algunos de los criterios manejados en la simulación como son: la infiltración nula en

FIGURA 8
Evolución de temperaturas medidas y calculadas en las series: ESULIB.AC2 (a) y ESULIB.SV (b)



el interior del local y sobre el estanque de agua, y la no consideración de la nubosidad en el intercambio radiante de onda larga entre el techo y el cielo.

La simulación del ME en la serie ESULIB.SV se ha realizado partiendo de la misma discretización espacial que en el caso recién analizado. Para ello, se bloquearon los nodos de la superficie del techo, haciendo nula la radiación solar durante el día. Los resultados de esta simulación, en términos de la temperatura media diaria, son aún más cercanos a los medidos que los de la serie ESULIB.AC2 (figura 8b). El error medio es de tan sólo 0,19°C y el error máximo de 1,05°C. Un aspecto a remarcar es que las temperaturas del agua (medida y calculada) son casi iguales. La temperatura media calculada es tan sólo 0,3°C inferior a la medida, mientras que en ESULIB.AC2 la diferencia era de 1°C inferior a las medidas. Estos resultados parecen indicar que la estimación del enfriamiento evaporativo es bastante acertada, mientras que el enfriamiento radiante es sobrestimado.

Otras razones que podrían justificar las pequeñas discrepancias entre los valores calculados y los medidos son: la relación entre la superficie exterior y el volumen interior (S_{ext}/V_{int}) del modelo matemático es prácticamente la mitad del módulo de referencia (1,25 contra 2,31); la relación entre la superficie del techo y el volumen interior (S_t/V_{int}), es de 0,46 en el modelo matemático contra 0,52 en la realidad y, por último, debido a la latitud del lugar, durante los meses de enero y febrero la radiación sobre la fachada sur del ME es importante, sin embargo, ésta no es considerada en el modelo bidimensional dada su orientación este-oeste.

5. CONCLUSIÓN GENERAL

Las características físicas de la arquitectura desarrollada en las últimas décadas en ciudades como Maracaibo, han creado un problemática arquitectónica y energética que reclama el desarrollo de nuevos modelos de construcción adaptados al medio y energéticamente eficientes.

Se ha puesto a punto una plataforma experimental para la evaluación de SPE. Esta infraestructura de investigación compuesta por dos módulos (MR y ME), una estación meteorológica y un sistema automatizado de adquisición y procesamiento de datos ha permitido observar la evolución de los sistemas estudiados en tiempo real y obtener la información necesaria para su caracterización.

Se ha observado la mayor capacidad de enfriamiento ($PEM=24W/m^2$), las temperaturas características más favorables y los mayores índices de performance de enfriamiento ($IPE=0.65$) en el SPE donde se combinan el enfriamiento radiante nocturno y el enfriamiento evaporativo indirecto (ESULIB.AC2). Se ha comprobado que, bajo las condiciones climáticas calientes y húmedas de esta región, es posible enfriar los espacios habitables por medios naturales, reduciendo la carga de enfriamiento hasta en 65 por ciento. Así mismo, se ha verificado que es más conveniente ventilar el estanque de agua durante el día que mantenerlo aislado. De este modo se puede optimizar la eficiencia del SPE de la serie ESULIB.AC2, aprovechando el enfriamiento evaporativo indirecto de manera continua.

La comparación de los resultados experimentales con los resultados numéricos respectivos han permitido validar el programa de simulación térmica EVITA. Con las limitaciones propias de un modelo bidimensional, EVITA es una herramienta de simulación del comportamiento térmico de alto nivel de precisión que puede ser utilizada en estudios de sensibilidad paramétrica, optimización térmica para el ahorro de energía en viviendas y aplicación de sistemas pasivos para el enfriamiento de edificaciones. Se recomienda introducir, en el código de cálculo, la consideración de la nubosidad y del intercambio radiante entre las superficies interiores, así como aplicar criterios más acertados, en cuanto a la infiltración de aire del ambiente, lo que debe traducirse en resultados más acordes a los observados experimentalmente.

La utilización de estos SPE en viviendas de una o dos plantas permite reducir el consumo de energía en el sector residencial, minimizando el problema de generación de electricidad a nivel nacional; favorecer las economías familiares al reducir el costo global de la edificación y contribuir con el desarrollo de una arquitectura bioclimática.

Las conclusiones antes señaladas permiten recomendar la concepción y construcción de un prototipo de vivienda de interés social (bajo costo) donde se evalúe de manera integral, además de la performance térmica, otros aspectos relacionados con: aceptación y conducta del usuario; la relación costo-beneficio; la optimización del SPE y del sistema constructivo y el mantenimiento del sistema.

AGRADECIMIENTO

Este proyecto de investigación ha sido financiado por el Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura, el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de LUZ y la C.A. Energía Eléctrica de Venezuela. Nuestro agradecimiento a estas instituciones y particularmente al equipo de colegas y auxiliares de investigación que han colaborado en el mismo a lo largo de esta experiencia.

SIMBOLOGÍA

Símbolo	Magnitud	Unidad			
A_t	Superficie interior del techo	m^2	Tg	Temperatura de globo en el interior del local	K, °C
Cp	Calor específico	J/kgK	Tr	Temperatura de referencia (25°C)	°C
DE	Depósito energético		Trm	Temperatura radiante media	K, °C
EED	Energía de Enfriamiento Diario	Wh/m ² d	$Ts_{1..n}$	Temperatura de la superficie	K, °C
HR	Humedad relativa	%	Tsu	Temperatura del suelo a 1m de profundidad	K, °C
Id	Radiación difusa sobre la superficie horizontal	W/m ²	$Tw_{1,2}$	Temperatura del agua en el techo	K, °C
Ig	Radiación global sobre la superficie horizontal	W/m ²	UA_p	Coefficiente de transmisión global de las paredes	W/K
IPE	Índice de performance de enfriamiento		UA_t	Coefficiente de transmisión global del techo	W/K
ME	Módulo Experimental		ΔT	Amplitud o diferencia de temperatura	K, °C
MR	Módulo de Referencia		∇P	Gradiente de presión del fluido	
PEM	Potencial de Enfriamiento Medio	W/m ²	$\nabla^2 T$	laplaciano de la temperatura	
Q_{cv}	Flujo de calor convectivo	W	\rightarrow		
Q_E	Flujo neto de enfriamiento	W	g	Vector aceleración de la gravedad	
Q_{ev}	Flujo de calor evaporativo	W	\rightarrow		
Q_{ir}	Flujo de calor radiactivo de onda larga	W	u	Vector velocidad del fluido	
$SATD$	Sistema de Adquisición y Procesamiento de Datos		α	Difusividad térmica	m ² /s
SPE	Sistemas Pasivos de Enfriamiento		Φ	Variable dependiente, puede ser u, v, h, T, etc.	
$Ta_{1..n}$	Temperatura interior del local	K, °C	$\Gamma\Phi$	Coefficiente de difusión correspondiente a la variable F	
TBH	Temperatura de Bulbo Húmedo	K, °C	λ	Conductividad térmica	W/mK
TBS	Temperatura de Bulbo Seco (ambiente)	K, °C	ρ	Densidad	Kg/m ³
Ta	Temperatura ambiente	K, °C	$S\Phi$	Término fuente (tasa volumétrica de generación de calor)	

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMAO, N.; RINCÓN, J. (1993). «Alternative Designs for Passive Cooling Homes for Venezuela». *ASME Journal of Solar Energy Engineering*. Vol. 115, pp. 161-168.
- C.A. ENELVEN (1994). *Estadísticas de la empresa*. Maracaibo.
- CAVEINEL (1994). «Necesidad de programas de uso racional de la energía en países en vías de desarrollo». *XXVIII Mesa Redonda sobre la Industria Eléctrica*. Nov. 1994.
- GONZÁLEZ, E. (1989). *Hacia una vivienda climatizada por medios pasivos*. Informe de investigación. Facultad de Arquitectura, LUZ.
- GONZÁLEZ, E. (1990). *Evaluación de sistemas pasivos de enfriamiento y su aplicación en el diseño de viviendas. 1ra Parte*. Informe de investigación CONDES. Facultad de Arquitectura, LUZ.
- GONZÁLEZ, E. (1995). «Passive Cooling Techniques: Experimental Results in the Hot-Humid Climate of Maracaibo, Venezuela». *Proceedings of the III International Congress, "Energy, Environment and Technological Innovation"*, Vol. 1. Caracas, Venezuela.
- GONZÁLEZ, Eduardo (1997). *Étude de matériaux et de techniques du bâtiment pour la conception architecturale bioclimatique en climat chaud et humide*. Tesis Doctoral en Energética de la Escuela de Minas de París. Diciembre, 1997.
- PATANKAR, S.V. (1991). *Computation of Conduction and Duct Flow Heat Transfer*. Innovative Research, Inc.
- RINCÓN, J.; Almao, N. (1997). *EVITA, manual del usuario*. Manuscrito en preparación.
- VILLANUEVA M., L. A. (1994). «La política energética y el uso racional de la energía eléctrica». *XXVIII Mesa Redonda sobre la Industria Eléctrica*. Barquisimeto.

INNOVACIONES EN LA PRODUCCIÓN DE VIVIENDAS: UNA MIRADA AL FUTURO¹

Alfredo Cilento Sarli*

¿HOGARES O VIVIENDAS?

Fue apenas en este siglo cuando se profesionalizó e institucionalizó la producción de viviendas y, de hecho, cuando el concepto de “hogar” se transformó en el de “vivienda”. Con la creación de dispositivos gubernamentales para la construcción de “viviendas públicas”, la producción de éstas se asimiló a la de “obras públicas”: número de viviendas construidas o kilómetros de carreteras inaugurados. La aparición de las instituciones de financiamiento hipotecario –crédito de largo plazo– y de la promoción inmobiliaria mercantil, transformó la producción de hogares en producción de mercancías: la “vivienda-mercancía” (Cilento, 1980). De esta manera se suplantó la milenaria tradición de que la familia construyera su propio hogar de forma progresiva. A ello contribuyó, lógicamente, la acelerada urbanización de la población y el crecimiento de pueblos y ciudades, con su secuela de presión sobre la tierra urbana y subsecuente crecimiento de precios por escasez y calidad de localización. La producción de viviendas-mercancía incorporó el negocio de la plusvalía de la tierra al de la construcción de viviendas y desde entonces las familias perdieron su capacidad de decidir sobre la calidad y ubicación de sus hogares. Desapareció entonces la forma capitalista previa, de construcción de parcelamientos y urbanizaciones para la venta de lotes o parcelas, que permitió originalmente incorporar los predios suburbanos a la estructura de las ciudades, rescatando para los propietarios, medianos y terratenientes, las plusvalías originadas por el cambio de uso de rural a urbano. Las instituciones estatales de vivienda, dependientes del poder central o federal, asumieron lo que Turner (1977) llamó una actitud “heterónoma”, la de decidir qué tipos de viviendas necesitaba la gente, dónde debían ser construidas y a quiénes se asignaban. Así, en todas partes los entes públicos de vivienda se transformaron en grandes caseros francamente

ineficientes; y, más precisamente, en repartidores deseudoviviendas con fines clientelares políticos, aunque tampoco con logros efectivos. Ahora cada vez más la gente está tomando conciencia de que la construcción de sus hogares depende más de la gestión de la comunidad y del apoyo de las autoridades locales, que del paternalismo clientelar de las instituciones del gobierno central.

SUSTENTABILIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN

“La sustentabilidad de los asentamientos humanos depende de la creación de un mejor ambiente para la salud y el bienestar humano, que pueda mejorar las condiciones de vida de la gente y disminuir las disparidades en la calidad de sus vidas” (UNCHS, 1996). El concepto de sustentabilidad (o sostenibilidad) abarca los aspectos económicos, sociales, tecnológicos y ambientales vinculados a la producción del medio ambiente construido. Esto implica el reconocimiento de que para mejorar las condiciones de vida en las ciudades será necesario mejorar prioritariamente las condiciones del patrimonio existente, que representa el componente mayor de la oferta de espacio habitable. La calidad de vida, por otra parte, no está solamente asociada a la calidad de la vivienda y al nivel de los ingresos de la familia, como muchos todavía sostienen, más importante aún es el nivel de los servicios de infraestructura y transporte, de los servicios comunales y de la seguridad de personas y bienes. Y esto es particularmente importante porque todo el crecimiento poblacional de Venezuela, desde 1980, se ha concentrado en las áreas urbanas, alcanzando en 1990 al 84 por ciento de la población total; mientras tanto, la población rural se ha mantenido alrededor de los 4 millones de habitantes, sin crecimiento en cifras absolutas. Por otra parte más de la mitad de las viviendas existentes, es decir, del *stock*, están ubicadas en zonas de barrios con severos niveles de “infraurbanización”, lo que nos señala que la calidad de vida de las ciudades no podrá ser mejorada si no se mejoran las condiciones de vida de esa parte, que se hace progresivamente mayoritaria, del espacio urbano. La rehabilitación de los barrios es una condición indispensable para el mejoramiento de la calidad de vida de la población del país, y para el logro

¹ Conferencia inaugural del *IV Encuentro Nacional de la Vivienda*, Maracaibo, octubre de 1997.

*Arquitecto (UCV, 1957). Profesor Titular-Investigador del IDEC-FAU-UCV. Investigador III, PPI-CONICIT. Decano de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV, 1984-1987. Profesor de la Maestría en Desarrollo Tecnológico de la Construcción del IDEC desde 1987. Miembro del Comité de Doctorado de la FAU-UCV desde 1989. Orden Andrés Bello en Primera Clase. Premio Nacional del Hábitat 1995.

de una verdadera redistribución de los beneficios del desarrollo posible, de la Venezuela del próximo siglo.

Una condición básica para la sustentabilidad de la construcción está representada por la necesidad de garantizar la viabilidad técnica, social, económica y ecológica de las actuaciones porque, como lo he señalado muchas veces, lo técnicamente factible es muchas veces mayor que lo económica, social o ecológicamente aceptable.

PREMISAS PARA LA SUSTENTABILIDAD

Por todo lo anterior, las premisas básicas de sustentabilidad o sostenibilidad en la producción de viviendas están básicamente relacionadas con la vinculación entre la gente y su medio ambiente natural o modificado. Desde mi punto de vista, estas premisas son:

- Políticas, programas y prácticas constructivas que sean compatibles ambientalmente.
- Refuerzo al papel normativo y facilitador del poder nacional.
- Descentralización hasta el nivel local-municipal de las fases de programación, diseño, construcción, mantenimiento y rehabilitación de los programas de vivienda y equipamiento urbano.
- Drástica reducción de la vulnerabilidad urbana.
- Vigilancia del uso del suelo: consideraciones y determinaciones ambientales para la fijación de variables urbanas y para la extracción de materiales básicos.
- Evaluación y refuerzo de los factores locales de producción: impulso a materiales y técnicas locales y a la producción en pequeña escala.
- Establecimiento de una normativa simple y estimulante.
- Contribuir a la lucha contra la pobreza: resolver la contradicción de construir empleando más gente y, al mismo tiempo, con más productividad.
- Aumento de la accesibilidad a materiales y componentes ambientalmente compatibles.
- Prolongación de la vida de materiales, componentes y edificaciones: reciclaje, reuso y "deconstrucción".
- Diseñar para el cambio y la transformación: viviendas de desarrollo progresivo y facilidades para las mejoras, ampliaciones y transformaciones.
- Gestión integral de los desechos de la construcción.
- Información y difusión: materiales y técnicas ambientalmente eficientes.

- Investigación y desarrollo: incorporar la variable ecológica, los impactos ambientales y la reducción del consumo energético a lo largo del ciclo de vida.

- Garantizar la calidad: certificación de idoneidad técnica y "sello" de calidad técnica y ecológica.
- Asociaciones, convenios y consorcios entre el sector público, el sector privado, el sector académico, ONG's y las comunidades: cooperación y complementación.

Este conjunto de premisas constituye los componentes básicos que, según mi particular visión y conocimiento del problema, son el fundamento real de una estrategia de sustentabilidad de las actividades de construcción.

UNA VISIÓN OPTIMISTA

Una visión optimista me permitiría asegurar que en los próximos años se acentuará el proceso de descentralización de la producción de viviendas con una mayor participación de las autoridades locales y de las organizaciones de las comunidades y las propias familias. La falsa idea de que en las ciudades sólo los edificios altos son viables por los altos costos de la tierra, será sustituida por la generalización de distintas formas de desarrollos de media y alta densidad y baja altura, de crecimiento progresivo. La eficiencia en el uso del suelo residencial se manifestará por una más eficiente relación entre los espacios públicos, semipúblicos, semiprivados (o comunes) y privados, y la propia organización de las comunidades, vecindarios y familias. Todos los espacios residenciales estarán bajo dominio del municipio, la comunidad o las familias y desaparecerán terrenos ociosos o bajo dominio de nadie. Las zonas residenciales de nuestras ciudades en el siglo venidero rescatarán muchos de los valores urbanos asociados a las ciudades medievales y a los conjuntos de viviendas de baja altura, tan apreciados por viajeros, turistas y sus propios habitantes. Entre ellos: edificaciones delgadas, con todos los espacios con contacto directo interior-exterior; uniformidad en las alturas de las edificaciones, hasta 6-7 pisos; edificaciones adosadas en agrupaciones tipo *cluster* o con "patios" comunes semiprivados, como los *hoffen* de las *siedlungen* vienesas de los años veinte; las vías de acceso también serán espacios semiprivados bajo dominio de los vecinos y con tráfico vehicular restringido, como las calles tipo *woonerf* holandesas; el transporte público se hará imprescindible y tendrá que mejorar necesariamente; las comunidades y vecinos tendrán que hacerse cargo del mantenimiento y equipamiento de los espacios semiprivados, que crecerán a costa de los espacios estrictamente públicos bajo dominio del poder nacional o el municipio, pero con dificultades para su mantenimiento apropiado.

TENDENCIAS EN NUEVOS MATERIALES Y PROCESOS²

Si bien la tendencia a reforzar los enfoques anteriormente señalados –construcción sustentable, viviendas de desarrollo progresivo, sincretismo tecnológico– llevan a un uso más racional de las técnicas tradicionales de construcción y a su mejoramiento y actualización, no es posible ignorar las tendencias tecnológicas y las innovaciones en la construcción que, provenientes principalmente del mundo desarrollado, están a la vuelta de la esquina e influenciarán, quíerose o no, a arquitectos, ingenieros, promotores, constructores e incluso a los consumidores, particularmente en los países latinoamericanos.

En concordancia con lo anterior revisaremos distintas tendencias específicas en el campo de la construcción, que ilustran la dirección de las innovaciones, en productos y procesos, que podrán dar respuestas a los planteamientos de producción en pequeña escala y al aprovechamiento máximo de los recursos locales, sin obviar las posibilidades que ofrecen los cambios tecnológicos, e inclusive algunas tecnologías de punta, que incidirán directamente en la producción de viviendas, dentro del enfoque sincrético que he planteado en múltiples ocasiones (Cilento, 1996).

1. Organización de la producción

1.1. Manufactura y plantas de pequeña escala y no sólo procesos continuos y largas series de producción. Las estrategias de descentralización conducen a un incremento de las demandas locales y a calificar esa demanda en función de recursos obtenibles localmente. El resultado es el de la necesidad de producir en pequeña escala y no en largas series de producción, lo cual tiene implicaciones adicionales relacionadas con el ahorro de energía, la preservación del medio y el reciclaje de residuos de procesos agrícolas, industriales o domiciliarios, que se encuentran o pueden encontrarse localmente. Esto está asociado a la capacidad innovadora de la pequeña empresa y a su disposición para incorporar tecnología y conocimientos en forma progresiva, lo que se dificulta en las grandes empresas por la inercia administrativa que implica el manejo de grandes volúmenes de negocios, y la burocratización creciente que genera la necesidad de una reproducción ampliada de las operaciones.

1.2. Organización de redes locales de productores que se complementan, cooperación con clientes y pro-

veedores, alianzas estratégicas con socios o rivales: cooperación como base para la competencia.

1.3. Los procesos de diseño y construcción también cambiarán. Diseñadores, artesanos y trabajadores trasladarán sus destrezas al sitio de la obra, a través y con la ayuda de poderosas computadoras y *software*, que permitirán visualizar todo el proceso de construcción: ver y operar, en lugar de “leer” planos. La realidad virtual permitirá “visitar” la vivienda y los conjuntos habitacionales, antes de iniciar su construcción. Este despliegue tecnológico será accesible a profesionales, pequeños empresarios y clientes, tanto en costos como en facilidad de uso.

2. Materiales y componentes

2.1. Materiales provenientes de desechos y residuos industriales serán competitivos. Al mismo tiempo se desarrollarán materiales de construcción que podrán ser fácilmente reusados o reciclados cuando se requiera. También un variado rango de subsistemas de construcción, con componentes que podrán ser fácilmente ensamblados y removidos, sin daños, cuando sea necesario cambiar las facilidades de la vivienda. Se impondrá la construcción “por vía seca” combinando diversas técnicas industriales con componentes mixtos, asociando el acero, el aluminio, el yeso, el concreto, la madera, los plásticos y nuevos materiales provenientes del reciclaje. En los próximos años muchas viviendas podrán ser deconstruidas (en lugar de demolidas), y esta tendencia será creciente, debido a las características de la construcción progresiva, la creciente escasez de materiales tradicionales, la necesidad de eliminar al máximo los desperdicios y de reutilizar materiales y componentes usados, así como por razones ambientales.

2.2. Se producirá una gran evolución en los materiales tradicionalmente utilizados en la construcción; por ejemplo: nuevos materiales sintéticos de refuerzo; nuevas generaciones de concretos de mayor trabajabilidad y muy alta resistencia (hasta 120 MPa), con propiedades sorprendentes como alta flexibilidad con pequeñas secciones y excelente comportamiento sísmico; lo que cambiaría dramáticamente la forma de producir las estructuras. También el uso de productos cerámicos de muy alta resistencia con mínimos espesores, en algunos componentes estructurales, en cerramientos y en otros componentes y accesorios de las edificaciones. Un enfoque sincrético en las técnicas tradicionales con base en tierra, en sus distintas variantes, permitirá mejorar el comportamiento y durabilidad de las construcciones.

2.3. La tendencia a la utilización de materiales complejos (aleaciones, compuestos, laminados y multimateriales) será creciente, en la búsqueda de componentes que den respuesta al mismo tiempo a varios requerimientos de comportamiento (característica multifuncional), para mejo-

² En la preparación de este capítulo se ha utilizado información proveniente de los documentos correspondientes a las siguientes referencias: Ajdari y Lieber (1991), Aitcin (1995), Barquer (1995), Cilento (1995), Da Silva (1994), Lemer (1992), Mouaci (1996), Ofori (1993), Ota (1992), Pérez (1992, 1995), Souza (1992, 1993), Toffler (1990). Este capítulo ha sido tomado del artículo titulado “Tendencias tecnológicas en la producción de viviendas” aceptado para ser publicado en la revista *Interciencia*.

rar las propiedades físicas del material básico y para la optimización de materiales de reciclaje. Esta tendencia permitirá facilitar la adopción de especificaciones de comportamiento en sustitución de las tradicionales especificaciones prescriptivas.

2.4. Entrarán al mercado, entre muchas otras innovaciones en materiales y componentes, nuevas resinas poliméricas, vidrios electro-sensitivos y foto-sensitivos, materiales producidos en plantas de bioingeniería, nuevas familias de pegamentos estructurales, nuevos productos para el revestimiento de exteriores y protección de materiales tradicionales; también crecerá la oferta de tableros, cartones y láminas de cartón-yeso resistentes a la intemperie.

2.5. Procesos basados en tecnologías de conocimiento e información (TCI) y no sólo en materia prima o materiales básicos. La existencia de materia prima no es condición suficiente, en la actualidad, para garantizar el desarrollo de nuevos materiales y procesos productivos competitivos. Un elemento clave es la existencia de mecanismos que faciliten el desarrollo de un flujo continuo de conocimientos e información, que permita evaluar las posibilidades potenciales de materia prima existente, pero cuyos usos no son conocidos en el momento. Y esto es más importante aún, cuando se trata de las posibilidades potenciales de aprovechamiento de desechos y residuos de procesos productivos, valorizables en su reuso, por la existencia de conocimientos sobre métodos y técnicas de reciclaje. Al mismo tiempo, el desarrollo de nuevos materiales y nuevos usos de materiales existentes, así como su mejoramiento en cuanto a comportamiento, depende más del flujo de conocimientos e información, que de la búsqueda de nuevas fuentes de materia prima.

2.6. Materiales concebidos y diseñados en escala atómica y no sólo meras mercancías. Esto implica que nuevos materiales, para aplicaciones específicas, serán diseñados y producidos, a partir de procesos en escala atómica, para generar un producto –el material– que satisfará las características y especificaciones solicitadas. Por lo tanto, los materiales dentro de esta concepción, no estarán en el mercado como meras mercancías y serán, más bien, el producto de un proceso de altísima eficiencia, ahorrador de materia prima, que permitirá incorporar insumos materiales, a procesos productivos, que garanticen el cumplimiento de los requerimientos técnicos y de calidad exigidos al producto final.

En el campo de los plásticos para la construcción existe un enorme potencial de productos diseñados bajo esta concepción. Los polímeros combinan bajo peso con la superioridad funcional de poder ser concebidos para el fin buscado, lo que garantiza una relación peso-resistencia superior a casi todos los materiales de construcción conocidos. Es potencialmente importante el campo de los plásticos heterogéneos o copolímeros. La cascada de innovaciones que vendrá con los plásticos se extenderá a todas las

industrias y a todo el mundo. Igualmente hay avances muy importantes en lo referente a telas, membranas y geomembranas de alta resistencia y durabilidad.

2.7. Materiales y componentes concebidos y diseñados para funcionar con sistemas alternativos de generación de energía al nivel doméstico: componentes de techo para operar adicionalmente como captadores de energía solar, tejas laminadas de acrílicos y láminas metálicas captoras, tejas plásticas combinadas con células fotovoltaicas, persianas que evitan la entrada del sol y actúan al mismo tiempo como captoras de energía solar, y muchos otros componentes y accesorios destinados a reducir el consumo de energía proveniente de fuentes tradicionales.

3. Maquinaria y equipo

3.1. Desarrollo de procesos tecnológicos que buscarán acuciosamente reducir la energía incorporada en las viviendas, buena parte de la cual está representada por el consumo de energía de la maquinaria y equipos utilizados a lo largo de todo el ciclo de vida: en la fabricación de materiales y componentes, en la construcción en sitio y de manera muy importante en el transporte. Este último renglón: transporte de materiales, componentes, fuerza de trabajo, etc., tiene un peso muy alto en la estructura de costos, lo que ha sido señalado antes, y es una razón adicional para la descentralización y el máximo aprovechamiento de recursos locales.

3.2. Plantas diseñadas para manufactura flexible. Esto implica la concepción de una planta dirigida a la producción versátil y no sólo de productos y procesos únicos. En general puede decirse que la producción en pequeña escala es una producción versátil, pues al no demandar grandes series de producción de productos únicos, pueden operar con pequeñas series de productos variados. Las largas series de productos únicos implican su distribución en mercados de mayor tamaño, lo que se traduce en mayores distancias y costos de transporte y de energía incorporada; y esto pudiera ser factible sólo en aquellos productos y componentes en los que la relación peso-volumen transportado sea óptima, garantizando la utilización de la máxima capacidad de carga de los vehículos de transporte.

En el caso de una planta de pequeña escala, de alta versatilidad, los factores determinantes son las características de las familias de productos, la disponibilidad de insumos, los tipos de procesos de producción, y el diseño de la planta, equipos y herramientas. También en este caso, como se ha señalado antes, la producción es más dependiente de las TCI, que de grandes inversiones de capital.

3.3. Equipos de medición láser y digitales, combinados con equipos de control electrónicos, harán que el trabajo de excavadoras, grúas y muchos otros equipos se convierta en trabajo inteligente, más seguro y más preciso, lo que redundará en mayor eficiencia energética.

3.4. Sistemas de corte y unión, colocación y acabados, controlados con computadoras, trasladados al sitio de la obra y programados por el diseñador y el constructor, emularán las líneas de ensamblaje robotizado de la industria automovilística. En trabajos peligrosos como en túneles, o en comunes como el acabado de pisos, pintura de fachadas o limpieza de ventanas, colocación de tabiques, etc., se generalizará la robótica. El siglo XXI será el de la robótica en la construcción y esto influenciará incluso la construcción de protoviviendas de desarrollo progresivo.

4. Obras de infraestructura

4.1. La tecnología de infraestructura de obras públicas también cambiará. Rutas para una nueva generación de transporte urbano incluirán dispositivos electrónicos, tanto para distribuir información a conductores y viajeros, como para controlar los vehículos.

4.2. El tratamiento de aguas negras y residuos sólidos dependerá de nuevos procesos biológicos y de productos provenientes del avance de la ingeniería genética. Plantas avanzadas compactas se instalarán en grandes edificios, centros comerciales y sectores residenciales, para pretratamiento de aguas residuales. También habrá tanques individuales, localizados quizás al lado del calentador de agua, conteniendo microorganismos diseñados a la medida, para completar el tratamiento en cada vivienda u oficina.

5. La fuerza de trabajo

5.1. Las estrategias de descentralización y de lucha contra la pobreza propenden a un mayor uso de la mano de obra local y a la participación de los habitantes, en la producción de protoviviendas de desarrollo progresivo y en los procesos de ampliación y consolidación de las mismas, lo que implicará un mayor desarrollo de componentes y técnicas que faciliten esa participación: materiales y componentes para construcción progresiva.

5.2. Por otro lado, los oficios tradicionales de la construcción sufrirán los efectos de importantes cambios. Plomeros y electricistas tendrán que estar preparados para lidiar con procesos biológicos y componentes electrónicos. También cambiará el trabajo de carpinteros y soldadores, a medida que nuevos materiales estructurales y nuevos equipos y técnicas sean introducidos.

6. Educación, investigación y desarrollo

6.1. Educación continua y reentrenamiento. El acento estará en el desarrollo de herramientas y capacidades para aprender y comunicar: aprender a ubicar, usar y comunicar información.

6.2. Informática para el aprendizaje en obra. La educación continua y el entrenamiento ayudarán a profesionales, artesanos y trabajadores a mantener la eficiencia.

La enseñanza tradicional y el aprendizaje en obra serán complementados, con la participación en complejas simulaciones con computadoras, del tipo usado hoy en día para entrenar pilotos para el combate. La enseñanza de la arquitectura y la ingeniería deberá cambiar profundamente.

6.3. Investigación y desarrollo orientado por los intereses de la manufactura de componentes, constructores y usuarios, y no sólo por las reservas de materia prima o por los suplidores. Los suplidores de materiales y componentes, accesorios y herramientas, al actuar como intermediarios entre productores, constructores y usuarios, han neutralizado y constreñido el flujo directo de información, entre la oferta y la demanda, en función de sus preferencias o intereses. De esta manera, la I&D de nuevos materiales y componentes se ha limitado a considerar la sustitución o competencia con productos existentes en el mercado, con poca o nula orientación hacia las verdaderas necesidades de los productores y usuarios. Las nuevas tendencias reflejan la influencia de un mayor flujo de información de la demanda de productores y usuarios; y la I&D se deberá orientar más bien a satisfacer las necesidades de la manufactura, de la construcción, del mantenimiento, del reciclaje, así como a las necesidades específicas de los usuarios.

6.4. Equipos interdisciplinarios, integrados y cooperativos, y no sólo investigaciones individuales. Los señalamientos efectuados antes, con relación a la innovación y procesos tecnológicos, y las características de manufactura heterogénea de la construcción, evidencian que la I&D en el sector construcción, tendente al logro de innovaciones tecnológicas, más que una actividad individual de laboratorio, es una actividad de equipos interdisciplinarios. La tendencia a la integración de equipos se acentúa por la interrelación de la Ciencia de los Materiales con otras ramas del conocimiento científico-tecnológico como: la Biotecnología, Física de los Estados Sólidos, Química Orgánica e Inorgánica, Química Analítica, Ingeniería de Procesos, Diseño, Ensayos e Inspección Destructiva y no Destructiva, Gerencia e Ingeniería de Producción, y otras áreas interdisciplinarias (Da Silva y Pradilha, 1991).

6.5. Aprovechamiento no sólo de recursos abundantes en el entorno, sino también de recursos escasos. A medida que se racionalice el uso de la materia prima y los recursos naturales, el desarrollo de nuevos productos no dependerá solamente de los recursos más abundantes localmente, sino también del uso optimizado de recursos escasos, dentro de la visión sincrética de la innovación que hemos planteado antes. Hay que tener presente que el dominio o control de un recurso escaso, como lo puede ser el conocimiento técnico especializado o la información oportuna, es un factor básico de competitividad.

6.6. Economía global interdependiente y no sólo economías autosuficientes. Basta mencionar el carác-

ter global de las TCI, para entender que las innovaciones tecnológicas importantes trascienden el ámbito local o regional. Además, las necesidades de la construcción se repiten en regiones y países con economías y culturas diversas y, aunque materiales y componentes constructivos en general, por sus propias características y por las de la demanda, no son fácilmente comercializables internacionalmente, salvo algunos productos, el flujo de conocimientos y de asistencia técnica se está haciendo cada vez más global. Un factor determinante para América Latina será el incremento sustancial de los flujos Sur-Sur.

La pregunta que me hago, y la respuesta que esperaría, es la de si los profesionales, promotores y constructores estarán preparados para acceder a las nuevas tecnologías, con más responsabilidad y ética que la que han demostrado en estos últimos años, durante los cuales ha habido pocas excepciones a la regla, casi general, de aceptar las innovaciones tecnológicas sólo como una moda o un componente de prestigio para la empresa, las instituciones y los profesionales pues, al fin y al cabo, el mayor costo resultante lo pagarán finalmente los usuarios, directa o indirectamente. El siglo que viene tendría que ser también el de la reeducación de los arquitectos e ingenieros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADJARI, A y LIEBER, L. (1991) "Les plastiques hétérogènes". *La Recherche*. Nº 233. Vol. 22: 732-735.
- AÏTCIN, P. (1995) "Developments in Application of High-performance Concretes". *Construction and Building Materials*. Vol. 9, Nº 1: 13-17.
- CILENTO, Alfredo (1980). *La mercancía vivienda en Venezuela: su producción, circulación y consumo*. IDEC-FAU-UCV. Caracas.
- CILENTO, Alfredo (1995). "Sincretism and Technological Innovation in Housing Production". *III International Congress Energy, Environment and Technological Innovation*. UCV-Univ. La Sapienza. Caracas. Proceedings. Vol. 1: 411-415. Versión en español en: *Tecnología y Construcción*. Nº 12/I: 15-19. 1996.
- MOUACI, B (1996). "Construire par voi sèche: changer la chantier". *CSTB Magazine*, Nº 96: 21-25.
- NACIONES UNIDAS.(1997) *Habitat agenda and Istanbul declaration*. DPI/1859/HAB/CON-96-25546-1997.
- LEMER, A. (1992) "Construction Research for the 21st Century". *Building Research and Information*. 0961-3218: 28-34.
- OFORI, G. (1993). "Research on Construction Industry Development at the Crossroads". *Construction Management and Economics*. 11: 175-185.
- OTA, T. (1992). "Social Responsibility and Contribution: R&D for the Construction Industry in the 21st. Century. *Building and Environment*. Vol. 26. Nº 3: 295-300.
- PÉREZ, C. (1992). "Cambio técnico, reestructuración competitiva y reforma institucional en los países en desarrollo". *El Trimestre Económico*. Nº 233: 23-41. México.
- PÉREZ, C. (1995). *La reforma educativa a la luz del cambio productivo*. Seminario OREALC-UNESCO.
- SOUZA, L. J. (1992). *Toward a New Materials Paradigm*. Mineral Issues Series. U.S. Bureau of Mines. USA.
- SOUZA, L. J. (1993). "Evidence of a New Value Added Materials Paradigm". *The Journal of the Minerals, Metals and Materials Society*. Nº 45: 9-11.
- TOFFLER, A. (1990). *El cambio de poder: powershift*. Plaza y Janés. Madrid.
- TURNER, J. (1977). *Housing by People: Towards Autonomy in Building Environments*.

DOCUMENTACIÓN Y PLANIFICACIÓN AUTOMATIZADA PARA EL DISEÑO DE NUESTRAS CIUDADES: EXPERIENCIAS EN EL IFA

Ricardo Cuberos Mejía*

INTRODUCCIÓN

Con una experiencia de casi treinta años de labores, el Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura de la Universidad del Zulia (IFA) se encuentra desarrollando una amplia producción científica y una multiplicidad de servicios externos de asesoría en el área del diseño arquitectónico y la planificación urbana, con la realización de estudios y proyectos para diferentes organismos públicos y privados.

Desde sus orígenes como centro de estudios urbanos, el IFA ha incorporado herramientas de la informática al proceso de documentación y análisis de procesos urbanos, así como en la generación de alternativas para la toma de decisiones de diseño en arquitectura. Tanto en los primeros proyectos sobre nuevos centros urbanos como Ciudad Guasare a finales de los años '70, en los estudios sobre la adaptación bioclimática de edificaciones a nuestra latitud geográfica, así como en el modelaje de soluciones arquitectónicas ante diversos problemas de diseño, los investigadores y proyectistas del Instituto se han incorporado al desarrollo y aplicación de tres grupos genéricos de sistemas de información :

1. Sistemas de información geo-referenciada en la planificación urbana-regional: comprende la generación de modelos de simulación de ciudades y territorios a los efectos de diagnóstico, prospectiva y evaluación de alternativas de intervención o regulación.

2. Sistemas de documentación y catalogación de bienes y tecnologías: abarca la preparación y aplicación de sistemas de bases de datos para el registro y consulta automatizada

de información atributiva o multimedial acerca de las edificaciones y su significación en el contexto de la ciudad.

3. Sistemas asistentes al proceso de diseño: constituye el desarrollo modular de herramientas automatizadas para la generación y evaluación de alternativas de diseño en arquitectura, y su posterior implementación en casos de estudio.

Dichos sistemas están siendo desarrollados en el Instituto de Investigaciones, contando con una infraestructura de estaciones de computación que combina plataformas Mac OS, Sun Solaris, Windows 95 y Windows NT, enlazados en una red local ethernet de 64 equipos, con integración a dispositivos de registro climático en tiempo real, generados por una estación meteorológica urbana y prototipos constructivos de edificaciones. Tales proyectos de investigación y desarrollo, corresponden a trabajos tecnológicos con reconocimientos en concursos y eventos internacionales, y han sido objeto de amplia divulgación a través de publicaciones y revistas científicas especializadas.

La temática de los sistemas responde a la formulación de líneas de investigación prioritarias en nuestra región, y algunos de ellos corresponden a la solicitud de servicios por parte de entidades como la Petroquímica de Venezuela, el Instituto de Desarrollo Social y la Dirección de Salud de la Gobernación del Estado Zulia, la Energía Eléctrica de Venezuela, la Alcaldía del Municipio Maracaibo, el Instituto para la Conservación de la Cuenca del Lago de Maracaibo, el Instituto del Patrimonio Cultural de la Secretaría de la Presidencia de la República, el Consejo Nacional de la Vivienda y otras organizaciones públicas y privadas de razón social.

A continuación se citan veintisiete proyectos de reciente culminación o en ejecución, que reflejan estas tendencias tipológicas de manejo automatizado de información. En la mayoría de los casos, estos proyectos incorporan dos o tres sistemas, pero a los efectos de su referencia podremos citarlos de acuerdo con su carácter predominante.

El presente texto corresponde a la conferencia homónima dictada dentro del Ciclo de Conferencias "Alternativas Tecnológicas hacia el siglo XIX", presentada el 23 de mayo de 1997 en el marco de la Exposición Internacional Comexpo-Vencom Informatics 97.

* Ricardo Cuberos Mejía. Investigador Agregado, Instituto de Investigaciones, Facultad de Arquitectura, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. E-mail: rcuberos@luz.ve

A. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA EN LA PLANIFICACIÓN URBANA-REGIONAL

A través del uso de herramientas CAAD y SIG, y de su integración con otro tipo de instrumentos de automatización de información, se han desarrollado ocho sistemas de información espacializada completamente integrables a través de una plataforma de gestión general, la cual se encuentra en proceso de preparación:

1. Sistema de información de la cuenca del lago de Maracaibo: Sistema de información geográfica para el registro y análisis de la calidad de las aguas de los efluentes que conforman una cuenca hidrográfica regional, y su relación con variables pluviométricas.

2. Plan de Desarrollo Urbano Local de la ciudad de Maracaibo. Sistema de información geográfica de las condiciones físico-ambientales y la forma de ocupación urbana de la ciudad, para determinar las condicionantes de planificación requeridas para el ordenamiento de su desarrollo.

3. Asentamientos irregulares en el proceso de urbanización de Maracaibo. Sistema de información que permite definir, comparar y evaluar las condiciones físicas y socioeconómicas de las diferentes barriadas con el objeto de caracterizar su condición de marginalidad y exclusión urbana.

4. La circulación de los bienes inmobiliarios en el sector de producción informal. Sistema de registro y caracterización espacial de sectores populares de la ciudad según las modalidades de acceder al suelo y la construcción de viviendas dentro del sector informal.

5. Un modelo habitacional urbano para la periferia. Sistema de análisis geo-referenciado para la determinación de un modelo habitacional oficial urbano de intervención adaptado a las características locales de la periferia de Maracaibo.

6. Plan de Desarrollo Urbano Local de la ciudad de Altavracia. Sistemas de información para el registro, prospectiva y presentación de situaciones urbanas como apoyo al proceso de planificación urbanística, así como herramientas de análisis de datos y de control de proyecto.

7. Sistema de información espacializada de los sitios arqueológicos del estado Zulia. Sis-

tema de localización cartográfica y descripción atributiva de sitios arqueológicos, para la determinación de constantes en la localización de asentamientos urbanos y potencialidad de descubrimiento de nuevos yacimientos.

8. Sistema de información geo-referenciada para el Proyecto Salud - estado Zulia. Sistema de cartografía digitalizada de la región y sus doce principales centros poblados, para la evaluación y el mejoramiento de la calidad de servicio dependiente de la administración sanitaria y asistencial del estado.

Tales proyectos se encuentran en proceso de integración a través de un sistema automatizado, comprensivo de información urbana espacializada, el cual, al contener toda la información atributiva y documental referida a la cartografía digitalizada de la ciudad disponible en el Instituto, puede incorporar paulatinamente módulos de información y análisis urbano.

B. SISTEMAS DE DOCUMENTACIÓN Y CATALOGACIÓN DE BIENES Y TECNOLOGÍAS

Estos sistemas permiten la recopilación, análisis y presentación de información registrada a través de procesos de inventario y caracterización de unidades edificadas, modalidades constructivas y demás tipologías que permiten calificar y clasificar los hechos construidos. Cuatro sistemas participan en esta tipología :

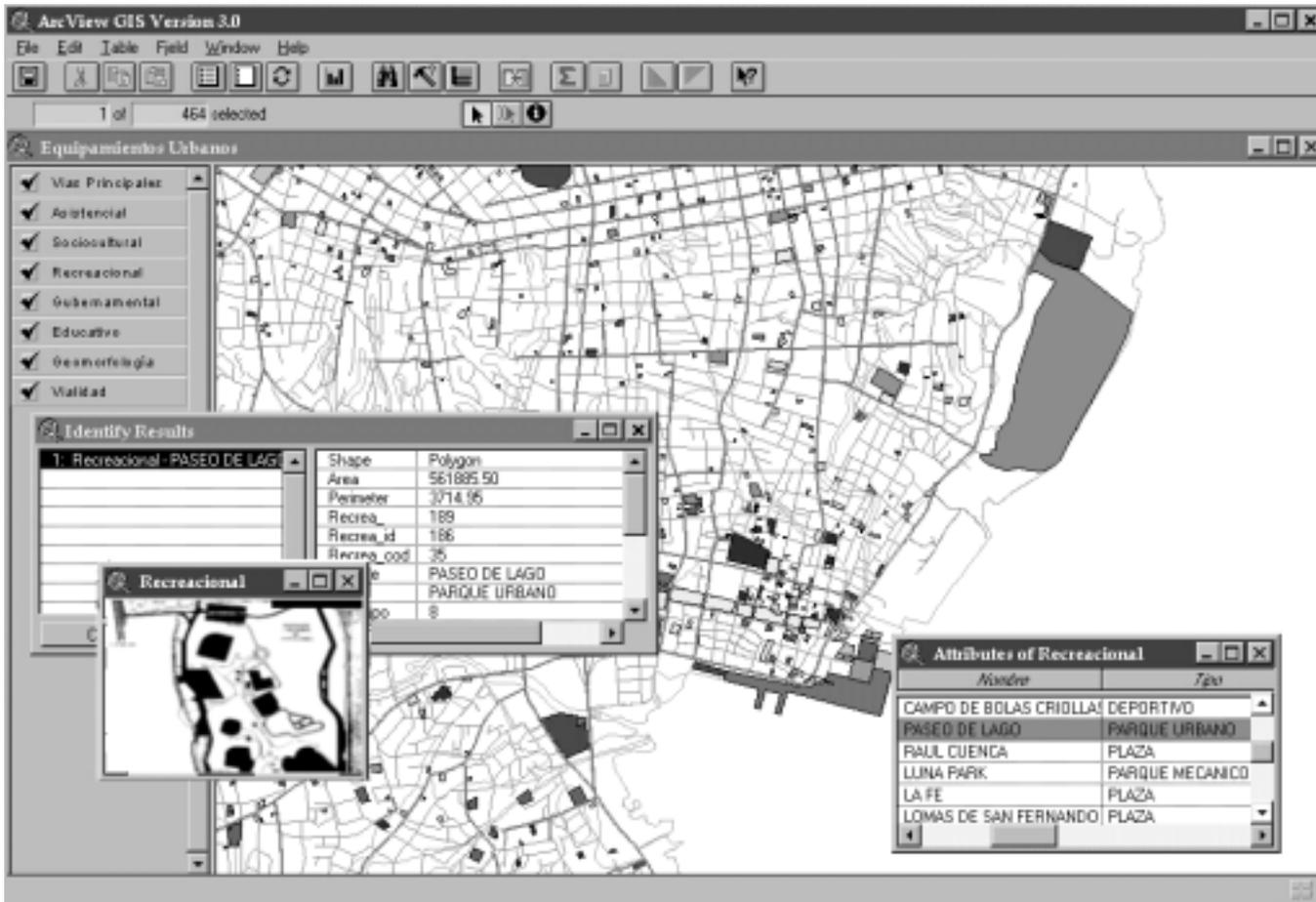
1. Preinventario del patrimonio cultural del estado Zulia. Sistema de registro y consulta automatizada de información atributiva a los bienes muebles e inmuebles que constituyen el patrimonio cultural del estado Zulia.

2. Catalogación del patrimonio edificado. Herramientas para la valoración cuantitativa de bienes patrimoniales edificados dentro de una unidad territorial específica.

3. Materiales, componentes y técnicas de construcción para viviendas de bajo costo. Sistema de información automatizada para el registro y consulta de información de las industrias productoras de materiales, componentes y técnicas de construcción en el estado Zulia.

4. Centro de Información y Documentación del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura. Sistema de servicios automatizados de búsqueda, selección y repre-

FIGURA 1
Pantalla de consulta de Sistema de Información para el Plan de Desarrollo Urbano Local de Maracaibo



sentación impresa de información digitalizada producida por proyectos ejecutados por la Facultad de Arquitectura de LUZ.

Estos sistemas se encuentran en integración, gracias al *sistema de información documental de bienes inmuebles*, el cual conjuga métodos y herramientas de registro y presentación de información sobre la ciudad y sus edificaciones, permitiendo el acceso a datos basados en registros, información geo-referenciada, y exhibiciones multimediales, a través de una interface de hipervínculos accesible a través de redes locales y telemáticas.

C. SISTEMAS ASISTENTES AL PROCESO DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO

Este grupo de proyectos persigue el desarrollo modular de sistemas de análisis técnico-constructivo aplicable a la generación y evaluación de alternativas de diseño. Cada uno de estos ocho módulos han sido concebidos para

ser aplicados en forma independiente, bajo un enfoque de complementariedad en su aplicación dentro del proceso de diseño.

Herramienta automatizada para el diseño bioclimático de edificaciones. Módulo para la evaluación bioclimática de propuestas físico-espaciales y constructivas dentro de proyectos de diseño de edificaciones.

Sistema automatizado para el diseño de viviendas de bajo costo. Módulo para la determinación de condicionantes y generación de alternativas para viviendas de bajo costo, según aspectos formales, espaciales, constructivos y climáticos.

Efecto térmico de los revestimientos exteriores de edificaciones. Módulo de simulación de ganancia de calor por asoleamiento de una edificación, según el empleo de diferentes tipos de revestimiento exterior en uso en el mercado local de la construcción.

Control de la ganancia térmica de las aberturas de la edificación. Módulo de evaluación automatizada de la eficiencia lograda con propuestas específicas de elementos de sombra para la protección solar de las aberturas de edificaciones.

Evaluación de condiciones lumínicas en el recinto arquitectónico. Módulo de evaluación de la distribución de iluminación natural lateral en espacios interiores, considerando el uso de diferentes alternativas de sistemas de control solar.

Cálculo luminotécnico automatizado para espacios interiores. Módulo para el predimensionamiento de iluminación artificial en espacios arquitectónicos interiores, según diferentes alternativas de caracterización de diseño de iluminación.

Acondicionamiento ambiental acústico. Módulo de evaluación del tiempo de reverberación en espacios interiores cerrados según diferentes alternativas de acondicionamiento acústico.

Modelo automatizado asistente del proceso de aprendizaje. Módulo de interpretación multimedia de los principios fundamentales del comportamiento constructivo de las edificaciones, como apoyo del currículo de los estudios en arquitectura.

Algunos de estos módulos han sido incorporados junto con otra serie de métodos específicos, a la resolución de problemas de diseño particulares, tanto en el ámbito de la arquitectura como del urbanismo. En este sentido, podemos citar seis experiencias:

Reubicación de un centro poblado: El Hornito. Métodos de registro, análisis y diseño asistido por computadora, para el desarrollo de proyectos de reubicación de centros urbanos por razones de seguridad y riesgo industrial.

Evaluación de trazados urbanos para viviendas de urbanismo progresivo. Sistemas de análisis de eficiencia dimensional de diferentes tipos de trazados, en la definición de las etapas de progresión en un proyecto de urbanismo de interés social.

Evaluación y aplicación de sistemas pasivos de enfriamiento en viviendas. Validación de modelos de simulación de comportamiento térmico a través del registro experimental en tiempo real de lecturas climáticas dentro de prototipos de edificaciones, frente a las condiciones externas.

Habitar los dispositivos: vivienda bioclimática en Tenerife. Aplicación de herramientas de modelaje arquitectónico asistido por computadora y de módulos de evaluación bioclimática para la definición de propuestas de diseño arquitectónico de viviendas experimentales.

La cuarta vivienda: una propuesta bioclimática para Maracaibo. Aplicación de herramientas de automatización para el diseño de dos prototipos de viviendas de bajo costo adaptadas a las condiciones ambientales de regiones cálido-húmedas como la ciudad de Maracaibo.

Los nuevos templos: el banco como tema. Herramientas automatizadas de documentación, cómputo y dibujo, para proyectos de oficinas bancarias, incluyendo modelaje CAAD de formas libres tridimensionales, programación jerárquica automatizada de relaciones funcionales, y catálogos digitales de paradigmas volumétricos y especificaciones arquitectónicas.

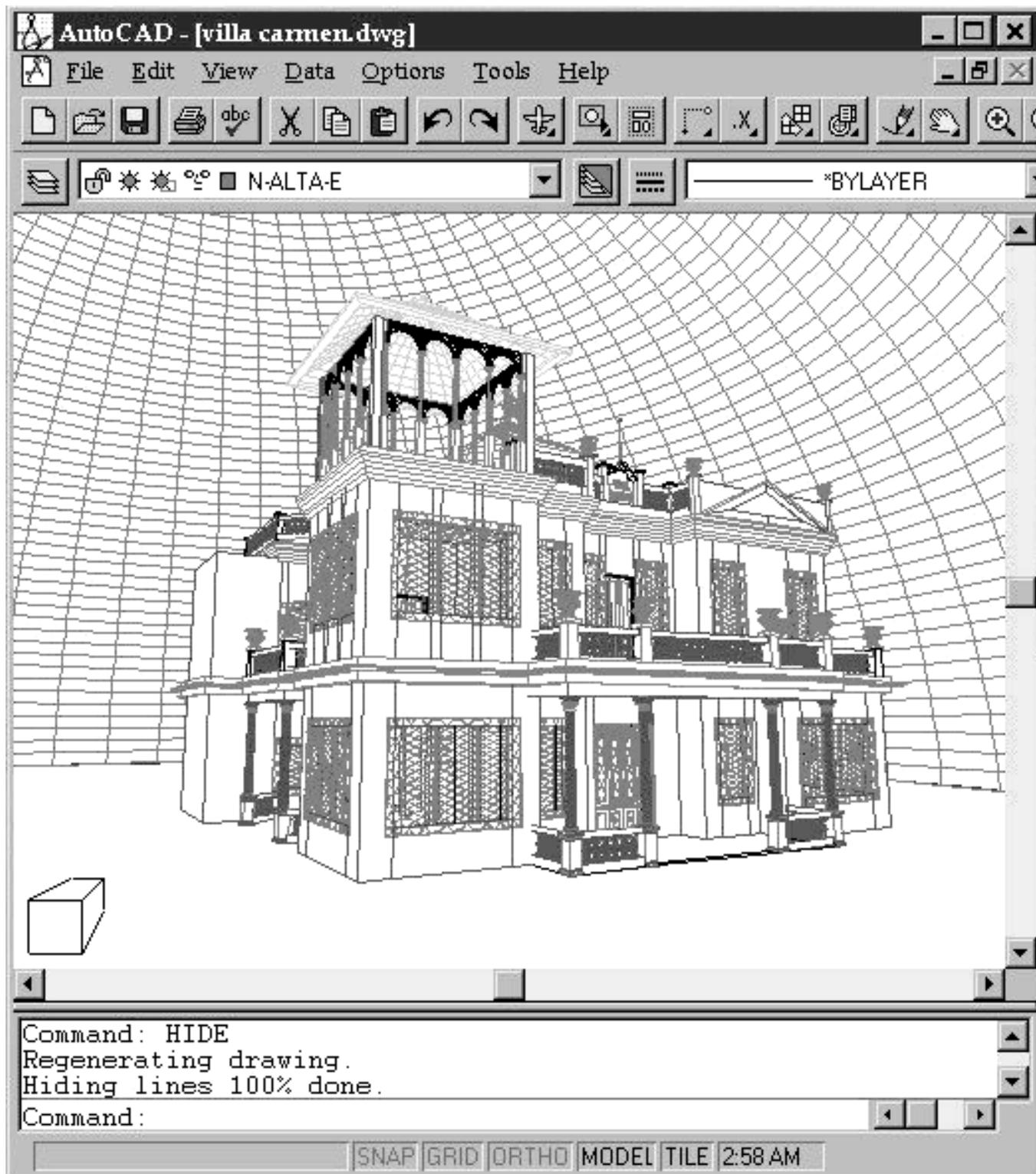
D. DESARROLLO PRESENTE Y FUTURO DE LOS SISTEMAS AUTOMATIZADOS

La **generación modular** de herramientas automatizadas de generación y evaluación de alternativas de diseño arquitectónico adaptadas a nuestro ámbito local, y su integración a través de **sistemas comprehensivos** con herramientas disponibles a nivel internacional, permitirán en el futuro la más fidedigna simulación de situaciones de diseño para la toma de decisiones, disminuyendo las posibilidades de error. La **apreciación virtual** de espacios proyectados, la **evaluación de los atributos constructivos**, y el **reconocimiento estadístico y holístico** en el uso de los espacios, permitirán que las propuestas arquitectónicas más cercanamente garanticen un mayor nivel de satisfacción a sus usuarios potenciales a un mínimo de costo económico y social.

Por otra parte, la popularización de la automatización de información para cualquier proceso relacionado con el diseño y la planificación urbana y arquitectónica, está permitiendo el acceso a tecnologías de punta a una población profesional cada vez mayor y a un menor costo económico. El uso de **sistemas de información** para la gestión urbana, el trabajo académico o el ejercicio profesional del diseño arquitectónico, facilita los procesos de toma de decisiones y reduce su posibilidad de error, al tiempo que permite la integración de cada vez más amplias y disímiles consideraciones en la evaluación de situaciones.

Este proceso de popularización de sistemas, que había estado condicionado a los costos de la instalación de plataformas de acceso y la actualización permanente de

FIGURA 2
Estudio de modelo tridimensional para desarrollo de un módulo multimedia asistente al aprendizaje



actualización de información, se vislumbra dramáticamente impulsado a través del desarrollo de las *redes telemáticas*, las cuales permitirán con una mínima inversión por usuario final, el manejo de información y de herramientas de análisis altamente tecnificadas, a través de simples interfaces amistosas desde cualquier rincón de la telaraña de redes que se encuentra tejiéndose en el mundo.

Para el Instituto de Investigaciones, la relación de su intranet con la Red Académica de la Universidad del Zulia, con la *Red Académica de Centros de Investigación*

y *Universidades Nacionales* (REACCIUN) y con la Internet, viabilizan la labor de divulgación académica y docente de la investigación, al hacer más accesibles las experiencias tecnológicas de la institución a un mayor número de usuarios. La disponibilidad de información atributiva geo-referenciada a través de la Internet, ya sea producida por levantamiento en campo o por registro en tiempo real, gracias a dispositivos de detección climatológica, permitirá impulsar el rol de servicio social de la universidad pública hacia los nuevos horizontes tecnológicos del siglo XXI.

FIGURA 3

Planilla de introducción y consulta de un sistema de información sobre técnicas y materiales para la construcción de viviendas de bajo costo

 		REGISTRO DE EMPRESA Inventario de empresas, materiales y componentes de construcción para viviendas		ID de la empresa: <input type="text" value="1"/>
CONVENIO CONAVI - LUZ - UCV - ULA - UNET Proyecto No 4. Materiales, componentes y técnicas de construcción para viviendas de bajo costo				Encuestador: <input type="text" value="encuestador 1"/> Fecha: <input type="text" value="9/04/97"/>
				Transcriptor: <input type="text" value="transcriptor 1"/> Fecha: <input type="text" value="10/04/97"/>
1. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA				
Nombre:	<input type="text" value="Nombre de la empresa"/>			
Siglas:	<input type="text" value="E M P R E S A ."/>	Años de funcionamiento:	<input type="text" value="222"/>	
Planta:	Dirección: <input type="text" value="Dirección completa donde se ubica la planta"/>	Estado: <input type="text" value="Estado Planta"/>	Tel: <input type="text" value="(área)teléfono1"/>	Fax: <input type="text" value="(área)teléfax1"/>
Municipio:	<input type="text" value="Nombre del Municipio Planta"/>	Parroquia: <input type="text" value="Nombre de Parroquia Planta"/>	e-mail: <input type="text" value="correo1@elec"/>	
Representante:	<input type="text" value="Representante en la Planta"/>	Informante: <input type="text" value="Informante en la Planta"/>		
Oficina:	Dirección: <input type="text" value="Dirección completa donde se ubica la oficina"/>	Estado: <input type="text" value="Estado Oficina"/>	Tel: <input type="text" value="(área)teléfono2"/>	Fax: <input type="text" value="(área)teléfax2"/>
Municipio:	<input type="text" value="Nombre del Municipio Oficina"/>	Parroquia: <input type="text" value="Nombre de la Parroquia Oficina"/>	e-mail: <input type="text" value="correo2@elec"/>	
Representante:	<input type="text" value="Representante en la Oficina"/>	Informante: <input type="text" value="Informante en la Oficina"/>		
Registro Fiscal (RIF):	<input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Sí	Vinculo con universidades o centros de investigación:		
Número RIF / NIT:	<input type="text" value="RIF (número) NIT (número)"/>	<input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Sí	Especifique: <input type="text" value="Nombre de la institución"/>	
2. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS				
Área de parcela:	<input type="text" value="9999 m2"/>	Planta física:	<input checked="" type="checkbox"/> Edificación específica <input type="checkbox"/> Edificación adaptada <input type="checkbox"/> Terreno sin edificación	
Servicios:	<input type="radio"/> Gas metano <input type="radio"/> Acueducto <input type="radio"/> Teléfono <input type="radio"/> Otros servicios: <input type="radio"/> Electricidad <input type="radio"/> Gasoil <input type="radio"/> Cloacas <input type="radio"/> Aseo urbano <input type="text" value="Otro tipo de servicios"/>			
3. INVERSIÓN Y FINANCIAMIENTO				
Valor de los activos Bs.	<input type="text" value="3333"/>	¿Ha recibido financiamiento?	<input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Sí	
Tipo de financiamiento:	<input checked="" type="radio"/> Público Especificar: <input type="text" value="Institución pública"/> <input type="radio"/> Privado Especificar: <input type="text" value="Institución privada"/>			

DESARROLLO E INVESTIGACION¹

Henry Petroski*

Las crecientes demandas por un mejor balance en el presupuesto federal de los EE.UU. han traído un aumento en las exigencias de justificación de los grandes gastos en investigación científica y tecnológica en este país, especialmente luego de la disolución de la URSS. Este clima ha llevado a grupos involucrados en el planeamiento científico y tecnológico, sin mencionar a las autoridades de las universidades e institutos de investigación, a una profunda reflexión acerca de la verdadera naturaleza de la investigación y el desarrollo, R&D (Research & Development) y su financiamiento. ¿Cómo hemos llegado a la forma en que hoy se financia la investigación y el desarrollo?

Es uno de los temas prominentes del creciente debate, el de si la investigación debería o no estar dirigida a alcanzar una meta, es decir, si debería tener algún objetivo distinto de sí misma. En realidad esto no es nada nuevo, ya que ha sido tema del debate político por más de cincuenta años. Para entender porqué no había sido prioritario en todo ese tiempo debemos revisar la historia del financiamiento federal a la investigación, y cómo esa historia ha dado forma a la manera misma en que vemos a la empresa de la investigación y el desarrollo. Esta historia puede ayudarnos también a darnos cuenta que lo que está aconteciendo actualmente tiene tanta relación con la filosofía fundamental del financiamiento de R&D, como la tiene con los asuntos presupuestarios. En estos días, todo esto está, simplemente, pasando a primer plano.

MENTALIDAD DE LA FRONTERA

No es casual que se haya citado a Vannevar Bush y su reporte de 1945 al presidente Truman, *Ciencia-La frontera sin fin*, en prácticamente toda discusión y reporte sobre el asunto del futuro del financiamiento federal al R&D.

Bush y su reporte han influenciado más que nadie, la naturaleza del debate sobre la investigación científica y el desarrollo en EE.UU. en el último medio siglo.

Bush, quien dijera de sí mismo: “no soy un científico, soy un ingeniero”, obtuvo su Doctorado en ingeniería en 1916, de Harvard y MIT conjuntamente. Como miembro de la Facultad de Ingeniería Eléctrica en MIT, desarrolló, entre muchos otros aparatos, el analizador diferencial, un predecesor del computador análogo, para resolver ecuaciones que caracterizan circuitos de energía eléctrica.

Bush llegó a ser Decano de Ingeniería y vicepresidente, antes de dejar el MIT en 1938, para ser presidente del Carnegie Institution of Washington, uno de los más grandes financiadores de la ciencia en la preguerra, en Washington, D.C., Bush también asumió su primera presidencia en una agencia federal; The National Advisory Committee for Aeronautics, NACA, enviaba reportes directamente al presidente, tenía su propio presupuesto y establecía contactos con laboratorios académicos y investigación.

Involucrarse en NACA le proporcionó un enorme contacto con asuntos de defensa, y sus confidentes, entre quienes contaba a los presidentes de Harvard y MIT, el físico Karl Compton y el químico James B. Conant. Ellos supieron por sus experiencias durante la Primera Guerra Mundial que la estructura militar no sería propicia para un desarrollo eficiente de nuevas armas, incluida una posible Bomba Atómica. El Consejo Nacional de Investigación, NRC, de La Academia Nacional de Ciencias, debe haber parecido un coordinador idóneo de tales esfuerzos. Pero Bush creyó que su tradición apolítica y su falta de presupuesto independiente lo harían ineficaz. Por lo que Bush, quien ha sido descrito como quien estuvo “preparado para ser un emprendedor de organización”, concibió una nueva agencia federal: El Consejo de Investigación de Defensa Nacional, NDRC. La NDRC fue aprobada, establecida y financiada directamente por el presidente Roosevelt en Junio de 1940.

Con Bush como su visionario presidente, la NDRC pareció ser una fuerza poderosa, pero su autoridad acabó en la investigación de nuevos equipos militares, y el financiamiento de emergencia del presidente resultó pron-

¹ Artículo publicado en American Scientist, Vol. 85, no. 3, mayo-junio 1997. Se reproduce con autorización del autor.

* Henry Petroski es A. S. Vesic profesor de Ingeniería Civil y profesor de Historia en Duke University, donde también dirige el Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. Dirección: Apartado 90287, Durham NC 27708-0287.

to ser limitante. Bush, a quien el *New York Times* llamara el “zar de la investigación”, concibió entonces una NDRC reestructurada, una que tendría asignaciones directas del Congreso y que tendría además la autoridad, no sólo para llevar a cabo investigaciones sobre nuevas armas, sino también para probarlas y producirlas. La nueva agencia sería la Oficina de Investigación Científica y Desarrollo. Cerca de un 90 por ciento del presupuesto de la OSRD se destinaba a la investigación y el desarrollo en centros académicos, del cual aproximadamente un tercio iba a dar al Laboratorio de Radiación del MIT. Más aún, la vasta mayoría de los contratos, finalmente, dieron los derechos de patente a los contratistas en vez de a aquellos que financiaron el trabajo.

Tales patrones no escaparon a la atención de algunos políticos del New Deal, tales como el senador Herley Kilgore de West Virginia. Poco después de llegar a Washington en 1941, Kilgore comenzó a promover alternativas para el control gubernamental de la ciencia y la tecnología. Cuando se avizoró el fin de la guerra, promovió una fundación nacional de la ciencia que incluiría un planeamiento central para la ciencia y la tecnología, y un patrocinio a la investigación científico-social. Kilgore creía que las actividades federales de investigación deberían servir a propósitos sociales y comerciales, y quería también, distribuir los fondos destinados a la investigación con alguna equidad geográfica. Vannevar Bush, viendo que la propuesta de Kilgore llevaría al gobierno a dirigir la investigación con fines sociales, logró obtener a fines del 44 una carta del presidente Roosevelt solicitándole a Bush que preparara un reporte sobre política de la ciencia en la postguerra. Franklin Roosevelt encargó a Bush un reporte sobre: qué se podía hacer para poner los secretos de guerra al servicio de las necesidades sociales en tiempos de paz; qué tipo de investigación médica debía organizarse; qué debía hacer el gobierno para apoyar la investigación; y cómo podía descubrirse y fomentar el talento científico en la juventud norteamericana.

En julio de 1945, Bush entregó su reporte al presidente Truman, quien para entonces sucedía a Roosevelt. *Ciencia—la frontera sin fin*, esencialmente argumentaba que el proceso científico por medio de la investigación pura y sin restricciones era esencial para dominar enfermedades, para promover nuevos productos, industrias y empleos, y para permitir el desarrollo de nuevas armas para la defensa nacional. «La investigación científica pura es capital científico», escribió Bush. Su paradigma de investigación y desarrollo era claramente lineal, con investigación elemental aplicada precediendo a la tecnología. Propuso una fundación nacional de investigación, que sería en gran parte autogestionada, y que incluiría, entre otros, divisiones de investigación médica, ciencias naturales y defensa nacional.

PENSAMIENTO LINEAL

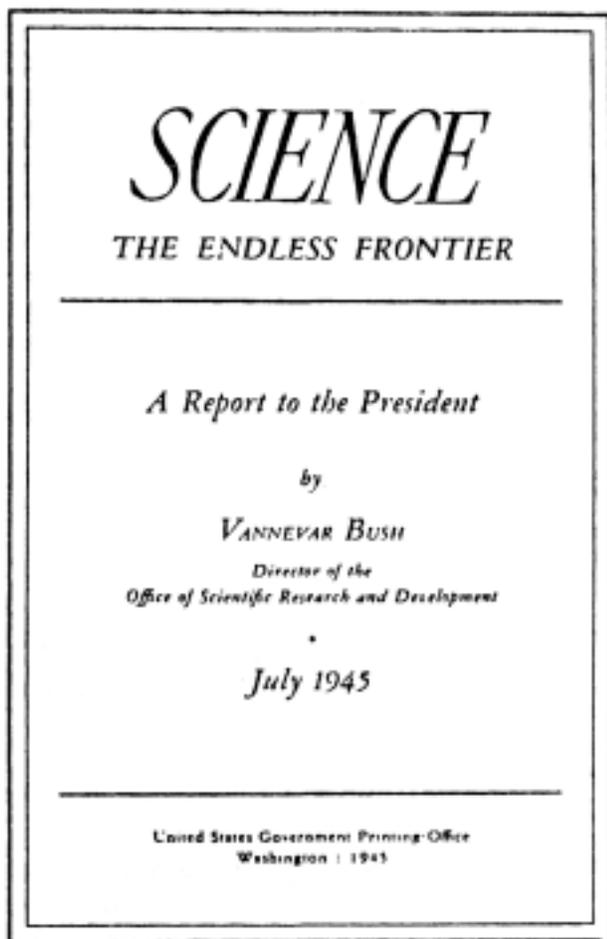
El debate acerca de qué forma debía tomar una fundación nacional de investigación duró cinco años. Durante ese tiempo los institutos nacionales de salud se habían vuelto poderosos, y el Departamento de Defensa y la Comisión de Energía Atómica ya se habían creado. Además, los servicios armados, especialmente la Oficina de Investigación Naval habían ya comenzado a patrocinar ellos mismos cada vez más investigación científica pura en universidades. Lo que finalmente resultó de las recomendaciones y maquinaciones de Bush, y el punto central de la querrela con Kilgore, fue la Fundación Nacional de las Ciencias, NSF, y un modelo para la investigación científica y tecnológica que ponía a la investigación sin restricciones previa al desarrollo: en nombre, estatus, hecho y deber. Así, Ingeniería y Tecnología eran vistas como mera ciencia aplicada. No fue casual que se llamara a la empresa de investigación y desarrollo en R&D, en ese preciso orden. Fue y es una burda y simplista manera de ver una jerarquía entre ciencia y tecnología que retrocedió a los tiempos de la participación de Bush en la Oficina de Investigación Científica y Desarrollo, OSRD. Bush, quizás más que nadie, definió, defendió y promulgó públicamente el modelo lineal de R&D, lo que ha influenciado las políticas y las expectativas públicas desde entonces. Pero, de hecho, la historia de la ciencia y la tecnología no sostiene al modelo bushiano.

Galileo, quien puede ser considerado el paradigma del científico moderno, difícilmente parece haber seguido el modelo lineal de pensamiento científico. Él mejoró la tecnología del telescopio antes de estudiar los cielos, y las observaciones resultantes lo llevaron a escribir sus *Diálogos concernientes a los dos principales sistemas mundiales - Tolemaico y Copernicano*, un libro de ciencia elemental que llegó a ser visto como una amenaza para el dogma. Arrestado en su casa por enseñar la doctrina de Copérnico, Galileo anciano, retornó a sus estudios de juventud, más mundanos, y escribió sus *Diálogos concernientes a dos nuevas ciencias*. Las dos nuevas ciencias son las elementales ciencias de la ingeniería que hoy llamamos resistencia de materiales y dinámica. Y cada una fue motivada no por una curiosidad abstracta, sino por una curiosidad práctica.

En las primeras páginas del Primer Día de *Dos Nuevas Ciencias*, Galileo analizaba lo que los ingenieros renacentistas conocían y lo que no conocían acerca del diseño y el comportamiento de los barcos y otras estructuras, aun cuando, claramente, éstas habían sido desarrolladas con un alto nivel de sofisticación. Citó una serie de fallas: la espontánea fractura de los obeliscos de piedra al ser erigidos, y la de los barcos de madera al zarpar. Analizó también cómo las creencias erróneas de la ingeniería condujeron a otras fa-

FIGURA 1

Vannevar Bush cambió el curso de la investigación en los EE.UU. con su reporte en 1945: *Ciencia-la frontera sin fin*.



llas, tales como las misteriosas fracturas de las columnas de mármol que descansan en el depósito. Galileo señaló la existencia de un efecto de medida en componentes estructurales tales como los huesos y notó que la naturaleza no parece diseñar con pura geometría, como lo hacían los constructores de catedrales y barcos para entonces, más bien suplementa la geometría con algún conocimiento esencial de resistencia de materiales. En tiempos de Galileo, al igual que hoy, era un análisis de las fallas en artefactos y teorías existentes, y el deseo de desarrollar sistemas útiles y confiables, lo que motivó y guió la investigación.

La tecnología de disparar misiles y proyectiles con arcos, cañones y otras armas, había venido siendo desarrollada mucho antes de que Galileo estableciera su tratamiento axiomático de la dinámica en el Tercer Día de *Dos Nuevas Ciencias*, y sin duda se benefició enormemente de la observación, sino de la experimentación deliberada, antes de arribar a su ciencia elemental del movimiento. Podría decirse que su desarrollo de dos nuevas ciencias fue conducido por el uso. Esto es, motivado por una comprensión in-

completa del funcionamiento de ciertos sistemas tecnológicos, y a su vez motivado por un deseo de hacerlos funcionar más confiable, predecible y eficientemente. Fue el desarrollo de la tecnología lo que motivó las investigaciones maduras de Galileo, no lo contrario.

De igual manera, existía un desarrollo considerable de los motores de vapor antes de que la ciencia de la termodinámica diera a sus operaciones fundamento teórico. En realidad, uno podría argüir que la ciencia de la termodinámica fue guiada por la tecnología en crecimiento de motores a vapor, más que decir que los motores a vapor no fueron sino aplicaciones de la termodinámica. Incontables otros ejemplos de la historia de la ciencia y la tecnología incluyen el trabajo pionero de Pasteur en la ciencia elemental de la microbiología, que alimentó y fue alimentado por su desarrollo de curas para enfermedades y de otros métodos para prevenir la descomposición de la leche, el vinagre y el vino. Investigaciones elementales, en breve, han sido por mucho tiempo sugeridas, motivadas y han estado intrínsecamente unidas al desarrollo tecnológico.

DESARROLLANDO RESPETO

Una relectura cuidadosa, amplia y receptiva del *Sin Frontera* de Vannevar Bush, revela que fue realmente ésta la situación en tiempos de Bush, aun cuando la palabra "desarrollo" no estuvo tan íntimamente ligada a la investigación, en su libro, como lo estuvo en su prometedor paradigma. Una lectura similar de diversas propuestas de investigación en ciencia pura también revela la promesa, aunque sólo sutil e implícita, de buenos resultados prácticos. La NSF ha justificado su existencia, como lo hiciera Bush a su inicio, con la promesa de que algo práctico resulta de la investigación pura. Pero para no arriesgarse a perder sus apuestas, los científicos prefieren no anticiparse a qué pueda ser exactamente ese algo práctico. Es preferible pronosticar cuando se sabe de antemano lo que sucederá. A pesar de ello, o quizás a causa de ello, su arrogancia en los albores del proyecto Manhattan, y bajo el paradigma bushiano, los científicos, especialmente físicos, pasaron a ser los árbitros de las políticas de R&D federal en los años de la postguerra.

La sorpresa soviética de lanzar el primer satélite artificial de la tierra, Sputnik, en 1957, fue un rudo despertar para los políticos norteamericanos en ciencia y tecnología. El resultado fue la creación de la NASA, y una inyección de nuevos fondos federales para la investigación y desarrollo. Un esfuerzo guiado, no por el deseo de entender al Sputnik en el sentido abstracto de la ciencia pura, sino por el objetivo práctico, tecnológico, de alcanzar y superar tecnológicamente a los soviéticos. El Proyecto Apollo, al igual que el Proyecto Manhattan, fue mucho más un proyecto tecno-

lógico que una empresa científica. Al darse cuenta de ello, los ingenieros comenzaron a exigir algo de paridad con los científicos.

MÁS QUE UN NUEVO NOMBRE

En 1964 fue creada la Academia Nacional de Ingeniería, y en 1970 el Instituto de Medicina. Estos eran signos de que la ciencia pura, especialmente la física, la cual había procurado casi frenéticamente tener influencia política desde el triunfo tecnológico de la bomba atómica, estaba perdiendo prestigio. Los 60 trajeron más y más revisiones de los grupos que controlaban R&D, y el Congreso redefinió las funciones de la NSF para incluir apoyo explícito a investigaciones aplicadas a necesidades nacionales. En los 70, la crisis energética llevó a la reorganización del R&D relacionado con energía, y las crecientes preocupaciones medioambientales presentaron, aún más, nuevos focos de atención para la investigación. La competitividad económica a nivel internacional pasó a primer plano en los 80, la cooperación entre el gobierno, la industria y las universidades comenzó a atraer atención. Particular significado tiene, que a mediados de los 80, el nombre del renombrado reporte de estadísticas del Consejo Nacional de las Ciencias: *Indicadores de las ciencias*, fuera cambiado por: *Indicadores de las Ciencias e Ingeniería*. Ahora, en los 90, los asuntos presupuestarios domésticos no han, sólo precipitado una reflexión fundamental más profunda acerca del R&D, también han propiciado un clima en el cual se puede imaginar una reestructuración drástica sin temor a descuidar los asuntos de defensa nacional. Más aún, cada vez es mayor el número de científicos e ingenieros que buscan compartir recursos, en un período en el que los presupuestos generales para R&D son cuanto más bajos mejores. También crecen las presiones para que la Fundación Nacional de las Ciencias cambie su nombre a Fundación Nacional de las Ciencias y la Ingeniería. Debería uno esperar un cambio de nombre similar para el Consejo Nacional de las Ciencias, reunido por primera vez en 1951.

En el nuevo clima de los 90, el modelo lineal de Vanneva Bush, de una investigación que guía al desarrollo, parece no sólo demasiado simplista, sino también enteramente retrógrado. Las políticas públicas, o quizás las realidades de cómo el mundo de la ciencia y la tecnología realmente funciona, están obligando a repensar cómo y dónde ubicar los fondos. Ciertamente, el paradigma de una investigación sin restricciones que conduzca a aplicaciones beneficiosas, se ha tornado más y más difícil de defender, y vemos aumentar el número de gastos en investigación justificados en propósitos de desarrollo. Así, los presupuestos de investigación y desarrollo, que en algunos casos del pa-

sado pueden haber sido descritos como “investigación y desarrollo para más investigación”, o “Investigación y desarrollo de teorías para posterior investigación”, son vistos hoy como si no hallaran más propósito y justificación que si mismos. La investigación y el desarrollo han pasado a ser vistos cada vez más como desarrollo e investigación. R&D se ha tornado D&R, o quizás más, “desarrollo e investigación para el desarrollo”. Esta última designación quizás sugiera mejor el continuo rizo de retroalimentación que encontramos en la investigación dirigida en el mundo real. No es tan sólo que el péndulo se ha balanceado al otro extremo, es más bien, como si fuera un péndulo de Foucault balanceándose sobre un eje en constante cambio.

Una manifestación de esto se encuentra en la reciente propuesta de l Consejo Nacional de la Investigación, de un Presupuesto Federal de Ciencia y Tecnología. El concepto de FS&T (Federal Science & Technology) nubla la distinción entre ciencia pura, aplicada y tecnología. Aún más, en contraste con el sistema actual de asignación de fondos, en el cual el presupuesto total de R&D es la suma de los presupuestos individuales de R&D de cada departamento y agencia, el presupuesto de FS&T propuesto sería construido, definiendo previamente las áreas de mayor o menor énfasis. Se otorgarían entonces, según lo merezcan, más o menos fondos, no al servicio de departamentos o agencias particulares, sino de prioridades nacionales. Se podría esperar llegar a tener una “empresa científico-técnica a nivel mundial” en áreas escogidas, no al azar. En otras palabras, el desarrollo de áreas de investigación sería, por diseño: una actividad y perspectiva particular de la ingeniería. Bajo esta propuesta, los fragmentados presupuestos tradicionales de investigación y desarrollo serían transformados en niveles unificados de un mismo conjunto, como las capas de un pastel. Obtener un trozo de la torta tendría que ser justificado, no tan sólo trayendo a la mesa el plato vacío y el diente pronto para los fondos de investigación, habría que traer evidencia de que uno ha hecho sus deberes y merece recibir un justo postre.

LA REALIDAD DE D&R

La evolución, o más bien, el retorno, al patrocinio de la ciencia y la tecnología, guiado por las necesidades sociales y nacionales significa, que no se aceptará a quienes busquen fondos, propuestas de simplemente hacer lo que ya puede hacerse. Ya no será suficiente proponer el lógico próximo paso en investigación pura para probar una teoría, para refinar un modelo teórico o para seguir una nueva línea de pensamiento, con la promesa de obtener en algún momento resultados aplicables a algún fin práctico. Desarrollo e investigación debe comenzar con una clara ar-

ticulación del problema de desarrollo y debe justificar cualquier investigación en términos de tal problema. El deseo creciente de financiar agencias para ver diversidad de disciplinas, de instituciones y de investigadores, en equipos de trabajo reunidos en torno a un objetivo, más que para explotar una capacidad o mantener un equipo existente, es una manifestación más del fortalecimiento y madurez de la filosofía del D&R.

De hecho, se puede ver que esto es un concepto ya, de alguna manera, establecido, en la existencia de centros de investigación tecnológica pertenecientes al NSF. Son éstos conducidos por el desarrollo y limitados en sus financiamientos. La investigación pura puede ser para la posteridad, el desarrollo tiene una fecha de embarque más pronta.

Las realidades de D&R han comenzado a sentirse también en la educación, en cursos de ciencia e ingeniería, donde históricamente quienes ostentaban un Ph.D. habían sido moldeados a imagen de sus profesores. Esto se remonta a la 2da. Guerra Mundial, compartiendo raíces con el paradigma de Bush. Ciertamente, una de las preocupaciones tratadas en *Ciencia-la frontera sin fin* era cómo asegurarse la existencia de investigadores (personal para la investigación en universidades e institutos) para llevar a cabo la agenda de investigación de R&D en la postguerra. La realidad del mercado de trabajo en años recientes ha revelado la superpoblación de doctores buscando ser ubicados en puestos de trabajo por vías regulares. Las universidades han visto forzadas a responder reduciendo el número de estudiantes de Ph.D., y, alterando cursos, curricula y expectativas, preparan a los graduados para trabajar en la industria y otros mercados alternativos antes despreciados.

Tan pronto como las viejas generaciones de científicos van pasando, especialmente los físicos, quienes transformaron la manera de financiar la investigación y el desarrollo durante y luego de la 2da. Guerra Mundial, nuevas voces con influencia están cambiando la forma de financiar la ciencia y la tecnología. Es necesario que escuchemos lo que dicen en sus reportes y propuestas. La metáfora de la "frontera sin fin", así como su implícito paradigma de investigación y desarrollo, ha alcanzado los límites de su influencia y el fin de su efectividad.

La terminología de "Investigación y Desarrollo" que se nos cuele por hábito por entre los labios puede haber sido un accidente, puede haber sonado bien al oído, puede haber sido un acto deliberado de apaciguar a los científicos asignados a tareas de ingeniería en tiempos de guerra. Sin embargo, el modelo lineal de investigación de Bush, afectó enormemente la visión consciente y subconsciente que nuestra nación tuvo, desde los inicios, de la empresa científica y tecnológica sostenida por fondos federales.

El repensamiento acerca de qué se trata tal empresa en realidad, hecho a la luz de una nueva situación presupuestaria sin precedentes, por nuevas generaciones de consejeros e investigadores, que no deben lealtad a viejos paradigmas de la ciencia, la tecnología o la defensa nacional, han obligado a la comunidad del R&D a mirarse en el espejo. Aquellos que son honestos consigo mismos ven en ese espejo, no R&D, sino D&R.

Reconocimiento

Esta columna es una adaptación de las notas del discurso presentado por el autor en ocasión de la celebración del 40º aniversario del University of Dayton Research Institute, realizado en Dayton, Ohio, el 5 de diciembre de 1996.

BIBLIOGRAFÍA:

BUSH, Vannevar. 1945. *Science—the endless frontier*. Washington, D.C.: Government Printing Office.

KEVLES, Daniel J. 1978. *The physicists: the history of a scientific community in modern America*. New York: Alfred A. Knopf.

KLEINMAN, Daniel Lee. 1995. *Politics on the endless frontier: post-war research policy in the United States*. Durham, N.C.: Duke University Press.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1995. *Allocating Federal Funds for Science and Technology*. Washington, D.C.: National Academy Press.

NATIONAL SCIENCE BOARD. 1996. *Science and engineering indicators*. Report NSB-96-21. Washington, D.C.: National Science Foundation.

NATIONAL SCIENCE BOARD. 1996. *U.S. Science and Engineering in a changing world*. Report NSB-96-22. Washington, D.C.: National Science Foundation.

SIGMA Xi, The Scientific Research Society. 1995. *Vannevar Bush II: Science for the 21st Century*. Forum Proceedings. Research Triangle Park, N.C.: Sigma Xi.

EN TORNO A LA MAESTRÍA EN DISEÑO ARQUITECTÓNICO

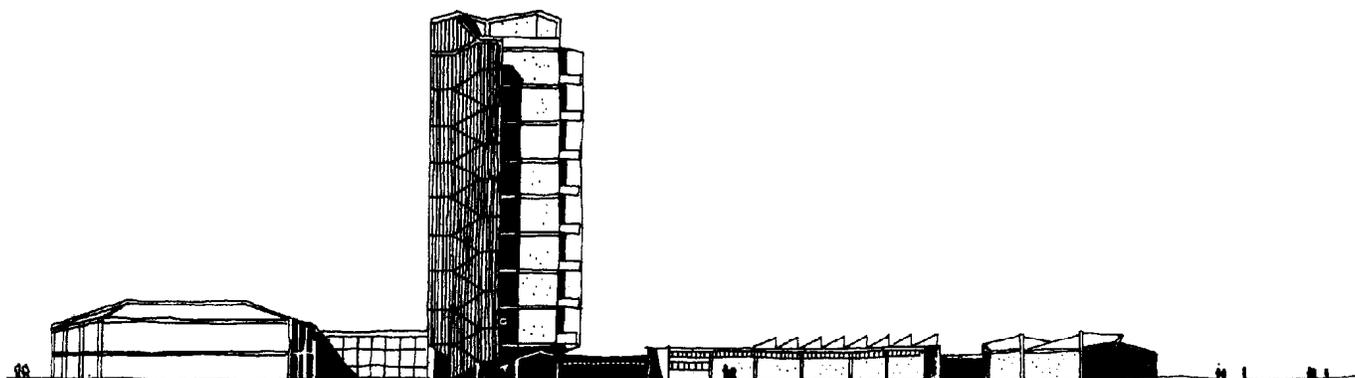
Edgar R. Aponte

Trabajar en un artículo de revista el tema de la *Maestría en Diseño Arquitectónico*, que se desarrolla en su primera versión en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela, nos conmina a disertar sobre un grupo de nociones, a veces antagónicas, por veces incomprendidas, que hacen de la maestría un campo con dimensiones propias. Con miras a repotenciar fuertes y acaloradas posturas que marchan con sus cuotas de silencio y sonoridad; fuertes y acaloradas coincidencias o distanciamientos que lejos de entorpecer afirman la maestría como campo en crecimiento, propongo un grupo de aproximaciones o lecturas inconclusas:

UNA MAESTRÍA EN EL SECTOR DISEÑO DE LA FAU-UCV

La especificidad disciplinar de la profesión: *el proyectar arquitectura*, ha propiciado que la mayoría de las escuelas de arquitectura, por no decir su totalidad (incluyendo la FAU-UCV), posean un sector, departamento, materia o dependencia: *diseño-proyecto-composición*, etc. como eje del proceso de formación. En la FAU-UCV, desde inicios de los 70 es el sector diseño el que tiene la responsabilidad de conducir la formación para la proyectación de arquitectura y, a su vez, este sector es el que agrupa a la gran mayoría del personal docente de la Escuela de Arquitectura. Esta doble condición había propiciado en distintas oportunidades la necesidad de crear una Maestría en Diseño Arquitectónico que incentivara mayor intelectualidad o nivel conceptual en la docencia y en el oficio de proyecto. Así mismo, es de señalar que el Sector Diseño se había quedado en retraso con respecto a otros sectores de conocimiento de la facultad, que con menor grupo profesoral y menor carga curricular en la formación de la disciplina proyectual ya habían implementado tanto maestrías como cursos de especialización.

Concebir una maestría para un sector como el Sector Diseño, puede tener tantas posibilidades de prefiguración como universo de criterios que engloban la especificidad del oficio proyectual. Inclusive algunos se preguntan sobre la pertinencia de una maestría en diseño, sobre el camino que debe tomar, los temas que le deben ser propios, etc. Los que de una u otra forma participamos en el proceso de concepción de esta maestría, nos enfrentamos al inicio de su concepción, a un amplio espectro de campos necesarios y factibles a ser cubiertos por cursos de IV nivel. Sabemos que cada visión o postura de la arquitectura es una construcción que tiende a enfatizar ciertos aspectos y a dejar de un lado otros que pueden ser de interés para otras corrientes. Y esta maestría no está exenta de eso. Una maestría para cualquier sector del conocimiento delimita un campo, delimita un universo posible, modela un tipo de producto; a menos que se pretenda plantear como un genérico campo de trabajo. Creemos, con todo lo controversial que esto pueda sonar, la maestría en Diseño que actualmente se desarrolla en la FAU-UCV, es una de las Maestrías posibles, no es la única maestría que se puede estructurar. Ella, como todo campo, está cargada de inquietudes, de apuestas, de modelos que con toda y su carga de amplitud que pueda tener, siempre bocetea un abanico de inclusiones, con su respectivo respaldo de exclusiones. En el Sector Diseño se pueden y se deben propiciar distintas experiencias que enfrentadas puedan hacer avanzar el mundo de conocimientos necesarios para el oficio de proyectar. Esta Maestría en Diseño, no puede, ni se lo ha planteado, llenar todos los vacíos de la disciplina proyectual. Es tan sólo un campo más.

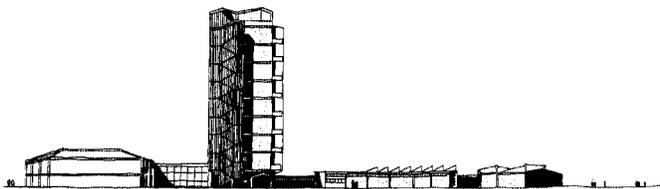


UNA MAESTRÍA EN PROYECTO

Si algo ha causado discusión, inclusive en confrontación con profesores y/o coordinadores de otras maestrías internacionales en el área de la arquitectura, es el hecho que la maestría en Diseño Arquitectónico de la FAU-UCV, tiene como pilar el proyecto arquitectónico (Alberto Saldarriaga, Colombia; Antoine Grunbach, Francia; Rodrigo Pérez de Arce, Chile). A lo largo de la conceptualización de esta maestría nos enfrentamos a observar y revisar los tipos de maestrías que se impartían en otros países latinoamericanos. La mayoría de las mismas, incluso las de Chile y Bogotá con su intencionalidad en lo proyectual, se estructuran como campos de reflexión teórico. Donde lo proyectual no es el centro de interés, lo proyectual es periférico. Por todos es conocido, que las maestrías en arquitectura se organizan a partir de procesos críticos-teóricos-históricos, donde lo proyectual es un hecho ya cumplido: reflexiones teóricas metodológicas a partir de lo proyectado. Campos de trabajo que se articulan la mayoría de las veces tomando prestado métodos y herramientas de otras disciplinas; métodos y herramientas que no legitiman lo propio de una disciplina como la de proyectar arquitectura. La Maestría en Diseño de la FAU-UCV toma como epicentro de indagación el propio proyecto, el oficio de proyectar, con sus herramientas, sus procesos, con sus técnicas, sus idas y regresos, sus dudas, sus conocimientos, etc. Creemos que la praxis de proyectar es un área de trabajo, un campo de acción para la formación del IV nivel, donde la propia dinámica proyectual estimula procesos de reflexión que conducen a la construcción de conocimiento.

UNA MAESTRÍA Y NO UNA ESPECIALIZACIÓN

Los que de una u otra forma hemos participado en procesos de selección de recursos humanos para cursos de IV Nivel en la FAU-UCV, observamos la existencia de una gran confusión en cuanto a la comprensión de los distintos tipos de cursos factibles a ser desarrollados y tomados por los aspirantes. El mercado de ofertas de maestrías a nivel nacional, tanto en el área de la arquitectura como en otras disciplinas, no diferencia las distintas funciones de los cursos de IV Nivel. Bajo la denominación de maestría se cobija una gama de propuestas que van desde cursos de ampliación hasta las maestrías propiamente dichas. Los aspirantes se acercan a optar a una maestría sin conocer, sin saber si es realmente el nivel de maestría lo que desean como curso de IV nivel. En nuestro caso, consideramos que el objeto de esta formación de IV nivel: la maestría en Diseño Arquitectónico FAU-UCV está centrado en la necesidad de formar individuos con capacidad investigativa a partir de un tema de trabajo de su incumbencia. La Maestría en Diseño Arquitectónico de la FAU-UCV, no tiene por objeto llenar vacíos del proceso de formación de pregrado, ni solventar deficiencias de la práctica profesional. Tampoco tiene como objeto, especializar en un área determinada del conocimiento en la arquitectura, ni hacer mejores practicantes. El objeto de esta maestría es formar teórica y metodológicamente a los participantes, como individuos capaces de propiciar y fomentar un área de conocimiento reflexivo, a partir de su oficio proyectual, que tienda en el futuro a consolidar ideas de arquitectura intelectualmente comprometidas. Por ello, una maestría y no una especialización.



LOS TEMAS PERTINENTES DE LA MAESTRÍA

Siendo la maestría un campo definido, con sus inclusiones y exclusiones, un campo definido con sus técnicas y operaciones; cada vez que ella se confronta, surge una discusión que tiende a precisar un universo de temas posibles. Algunos se preguntan por la pertinencia de los temas, los referentes, las teorías, etc. que desarrollan los participantes. Otros se inquietan al observar ciertos temas ausentes: lo tectónico, lo real, el país, el trópico, etc. Las opiniones parecen estar divididas: un grupo exterior que trata de delimitar los temas posibles dentro del campo ya acotado por la maestría; y un grupo interno que ve la posibilidad de no limitar los temas. La maestría se presenta como universo dual, que trata de hacer congeniar lo delimitado de un campo, con lo ilimitado de temas que pueden subsistir. Puede ser riesgoso, de hecho es un camino por veces poco claro; eso de congeniar lo acotado con lo no acotado, de hacer convivir lo que es posible con lo que no lo es. Y es quizás éste el piso o plataforma de la maestría un campo delimitado que propicia un ámbito donde “todos los temas tienen opción”.

INVESTIGAR Y DISEÑAR

Una palabra, un concepto, una actitud o modelo que crea roce, perturbación, disidencia, distancias o acercamientos. Dentro del grupo profesoral y de los participantes de la maestría, la relación Investigación-diseño, lejos de ser un campo de unidad de criterios, es un centro de tensiones y posturas que se repotencian. Hablar de investigación en arquitectura permite que cada quien mire la investigación desde su paradigma. Las propuestas infructuosas de los 60 y 70, el cartesianismo de la investigación como viejo paradigma, la copia de modelos de otras disciplinas, las pseudo nociones de lo científico, etc. hacen de la noción de investigación el verdadero campo de batalla. ¿Se puede ha-

blar de investigación?, ¿la investigación no deslegitima lo disciplinar?, ¿investigación y objetividad?, ¿investigación y subjetividad? etc. La maestría tiene un soporte fundamental: la práctica proyectual, el oficio de producir arquitectura es un campo que hace posible la producción de conocimientos. La relación praxis-proyectual-producción de conocimiento, se toma como campo de reflexión, que puede conducir hacia la estructuración de un campo propio de investigación, con sus propias leyes, procesos y mecanismos. Es quizás éste el mayor reto de la maestría, poder instaurar un dominio propio, un universo de investigaciones con sus propios protocolos legitimadores.

LOS PROCESOS PROPIOS DE PROYECTAR

Cada diseñador engloba dos condiciones en cuanto a su dinámica de proyectar; por un lado, una dinámica de la disciplina, aprendida y reproducida en las escuelas de arquitectura; y por otro, una dinámica propia producto de intereses, inquietudes y posibilidades del diseñador. Esta dualidad de dinámicas consciente o inconsciente que un diseñador transita, hace de su hacer un camino, o caminos con ciertas constancias al momento de dar solución a un problema. Un diseñador no inventa en cada momento su manera de operar, un diseñador organiza sus ideas con base en recurrencias, por lo menos en fases precisas de su vida. Esta posibilidad de rehacer un camino: con sus vueltas, rupturas, vacíos, derivas, subjetividades, temas, etc. hace del oficio de proyectar un campo de miradas en la relación praxis-producción de conocimientos. En la manera de resolver las cosas se encierra un universo de técnicas, operaciones, teorías, etc. factibles de hacer avanzar el conocimiento. Detrás de la actividad proyectual se desarrolla un potencial de conocimientos, la mayoría de las veces desconocidos por quienes los elaboran. Los caminos y procesos propios de cada diseñador, es un campo de miradas para la producción de conocimiento desde la práctica proyectual

Esta sección es auspiciada por la Comisión de Estudios de Postgrado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela.



reseñas

CONFERENCIA HEMISFÉRICA DEL SECTOR EDUCATIVO PARA LA MITIGACIÓN DE LOS DESASTRES SOCIONATURALES Caracas, 15 al 17 de septiembre de 1997

Ante el reconocimiento de la importancia de la educación para propiciar la receptividad de la ciudadanía de las distintas iniciativas existentes en relación con la mitigación de riesgos, y el compromiso de la Universidad Central de Venezuela de establecer una mayor vinculación entre la realidad del país y las distintas actividades que se realizan en nuestra casa de estudio, se creó el 13 de diciembre de 1995, por resolución del Consejo Universitario, la Comisión para la Mitigación de Riesgos, COMIR.

Como una de las actividades más importantes de la Comisión, la Universidad Central de Venezuela fue la sede y patrocinó con el apoyo del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, conjuntamente con la Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente (UDSMA) de la Organización de Estados Americanos (Programa OEA-ECHO), la Organización Panamericana de la Salud OPS/OMS que es la agencia sanitaria del sistema de Naciones Unidas para las Américas y el Departamento de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas (UNDHA), dentro del contexto del Decenio Internacional para la Reduc-

ción de Desastres Naturales, la CONFERENCIA HEMISFÉRICA DEL SECTOR EDUCATIVO PARA LA MITIGACIÓN DE RIESGO DE LOS DESASTRES SOCIONATURALES, donde se trataron temas relacionados con las áreas *académica* (revisión curricular, investigación, extensión, centros de documentación), *espacios físicos* (Proyecto de adecuación y mantenimiento) y *formación ciudadana* (difusión, brigadas voluntarias).

Más de 60 invitados de 15 países, se reunieron a fin de obtener un plan para la reducción de desastres, que sirva de respaldo para conseguir apoyo político, institucional, técnico y financiero, además de permitir el establecimiento de un programa concreto para el cumplimiento de metas. El acto de instalación estuvo a cargo del Rector, profesor Trino Alcides Díaz, como Presidente de la Conferencia, del Decano de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, profesor Abner J. Colmenares y de la Coordinadora de la Conferencia por la UCV, profesora Mercedes Marrero, además contó con la presencia del Vicerrector Académico, profesor Giuseppe Gianneto. Seguidamente se dio inicio al foro *"Concierto de actores en la mitigación de riesgos. El caso de Venezuela"*, donde se expuso el *Proyecto Venezuela*, por parte del Ministerio de Educación, la Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas y de la Universidad Central de Venezuela y en torno a él, los organismos nacionales e internacionales invitados, disertaron sobre la posible interacción para apoyar el proyecto, así como sus implicaciones legales.

En el marco de la conferencia, se elaboró una propuesta con los planes realizados por las dependencias nacionales que rigen la educación preescolar, escolar y media, es decir, el Ministerio de Educación y la Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas, FEDE, y por otra parte, la Universidad Central de Venezuela como proyecto piloto de la educación superior. El documento es una contribución para definir un punto de partida para la conformación del Proyecto Nacional del Sector Educativo para la Mitigación de los Riesgos de los Desastres Socionaturales, lo cual es una iniciativa importante ante la casi absoluta falta de conciencia y conocimiento tanto en las esferas políticas, como en el ciudadano común, acerca de la magnitud real del riesgo de cada región y de lo necesario que es tratar de mitigarlo mediante acciones preventivas.

A pesar del escepticismo, hay indicios que apuntan hacia una consolidación de las iniciativas aisladas a través de una política a nivel nacional. La reciente creación de la Comisión para la Mitigación de Riesgos de la Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, UCLA, y la realización del *Taller de integración del tema desastres socionaturales en los programas escolares venezolanos*, organizado por el Ministerio de Educación y la Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas, FEDE, con la colaboración de organizaciones internacionales y nacionales, son dos motivos que nos alientan a continuar.

Mercedes Marrero

CURSO TEÓRICO-PRÁCTICO DE DISEÑO DE COMPONENTES DE TECHOS PARA LA VIVIENDA DE BAJO COSTO

Técnicas constructivas: ferrocemento y fibrocemento

INTRODUCCIÓN

Del 21 al 25 de julio, bajo los auspicios de la *Comisión de Estudios de Postgrado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo* (FAU) de la Universidad Central de Venezuela (UCV) y del *Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo* (CYTED), se llevaron a cabo simultáneamente dos eventos en la FAU-UCV.

Uno de ellos fue la reunión de coordinadores del Proyecto XIV.3.3 TECHOS, el cual forma parte del Subprograma XIV.3 Tecnologías para Viviendas de Interés Social del CYTED. Así mismo, se aprovechó la oportunidad de la presencia de los especialistas internacionales que vinieron para la citada reunión para dictarse un Curso de Ampliación de Conocimientos. A continuación se desea, reseñar el curso denominado: *Curso teórico-práctico: diseño de componentes de techos para la vivienda de bajo costo. Técnicas constructivas: ferrocemento y fibrocemento».*

Este curso de IV nivel, organizado por el IDEC, fue dictado bajo la responsabilidad académica de la profesora Milena Sosa Griffin. En él participaron como profesores invitados los siguientes miembros integrantes del Sub-Programa XIV. 3 del CYTED: Tecnologías para Viviendas de Bajo Costo, Pro-

yecto XIV.3 Techos.

- Arq. Hector Massuh, Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE), Córdoba, Argentina.
- Dr. Ing. Vahan Agopyan, Profesor-Investigador de la Escuela Politécnica, Universidad de São Paulo, Brasil.
- Dr. Arq. Francisco Montero. Profesor-Investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana de Azcapozalco, México, D.F., México.
- Arq. Mario Moscoso. Profesor-Investigador de la Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.
- Dr. Arq. Ignacio de Oteiza, Profesor-Investigador, Facultad de Arquitectura, Universidad del Zulia.

El curso tenía los siguientes objetivos generales:

- Introducir a los participantes en los fundamentos conceptuales y prácticos de la actividad de innovación y desarrollo tecnológico en la construcción.
- Presentar el contexto en el cual se lleva a cabo la innovación tecnológica en la vivienda de bajo costo.

Así mismo, se tenían como objetivos específicos:

- Proporcionar a los participantes, los conocimientos básicos relativos a la investigación y desarrollo de técnicas constructivas aptas para la vivienda de bajo costo.
- Dotar de herramientas que permitan iniciar a los participantes dentro del



1

campo de la innovación tecnológica.

- Mostrar algunas experiencias desarrolladas y cómo intervienen en éstas los procesos de innovación en la construcción.
- Desarrollar componentes constructivos para techos apropiados para la vivienda de bajo costo.

La estructura de las actividades estuvo conformada por dos módulos:

- Un *módulo teórico*, dictado en el salón de clases del IDEC, en donde se impartieron los conocimientos básicos sobre el diseño de componentes constructivos en ferro y fibrocemento.
- Un *módulo práctico*, realizado en la Planta Experimental Jaime Henao en El Laurel, en el cual los participantes conformaron grupos de trabajo que bajo la dirección de los profesores produjeron los siguientes componentes constructivos:
 - Un panel de techo basado en el empleo del yeso como matriz reforzada con fibras de sisal. Éstas se in-



4



3



2



5



6

rodujeron en la mezcla de manera unidireccional. Este componente fue desarrollado bajo la dirección de los profesores Oteiza, Sosa y Agopyan (figura 1).

- El profesor Francisco Montero y su equipo desarrollaron un techo en ferrocemento, para lo cual en una primera instancia construyeron en plano una estructura en alambón 1/8" cuyos nodos flexibles permitieron su deformación hasta conformar una cúpula. A esta primaria estructura se le ató una malla de gallinero para finalmente proyectarle un mortero de cemento (figuras 2, 3 y 4).
- Se construyó una losa conformada por elementos cerámicos unidos entre ellos con una junta de cemento, reforzado ésta en sentido vertical con dos alambres de 1/8". En sentido horizontal, una junta de por medio fue reforzada con un alambre de igual calibre. Se dejaron algunos alambres terminales para que en obra permitieran la unión de paneles similares entre sí (figuras 5 y 6).
- Así mismo, el grupo de trabajo dirigido por el profesor Moscoso produjo una pequeña cúpula en ferrocemento con estructura en alambre de calibre 1/8" sobre la cual se le "co-

sió" una malla de gallinero. En seguida se le cubrió con una mezcla bastante seca de mortero (figs. 7, 8 y 9).

Al término de las actividades programadas se le entregaron a los participantes dos tipos de certificados:

- Un **Certificado de Asistencia**, al participante que asistió a un mínimo de 80 por ciento de las actividades programadas en el curso.
- Un **Certificado de Aprobación**, otorgado a los participantes que además de haber asistido a las actividades programadas aprobaron los ejercicios de evaluación programados. Éstos comprobaron la capacitación adquirida por el estudiante para tratar los aspectos impartidos durante el curso de forma independiente y sistemática. Este certificado le servirá al poseedor como acreditación para otros cursos receptores de postgrado. Así mismo, constará entre las credenciales necesarias para optar al ingreso de la próxima edición de la Maestría en Desarrollo Tecnológico de la Construcción, curso de IV Nivel que dicta el IDEC.

Esta experiencia permitió a los veinticinco participantes, confor-

mados éstos por los estudiantes de la IV Maestría en Desarrollo Tecnológico de la Construcción, algunos profesores e investigadores del IDEC y de la FAU, así como por otros profesionales relacionados con la actividad de la construcción de edificaciones, contrastar los conceptos teóricos aportados en el módulo teórico con la experiencia del trabajo experimental en campo.

Asimismo, este curso permitió relacionar al participante con las nociones básicas de la vivienda de bajo costo presentándoles experiencias muy valiosas sobre técnicas constructivas que han demostrado su adaptabilidad al contexto.

Milena Sosa G.



10



7



8



9

IV ENCUESTRO NACIONAL DE LA VIVIENDA Maracaibo, 12 al 15 de octubre de 1997

Este encuentro, organizado por la Facultad de Arquitectura de la Universidad del Zulia (LUZ) y la Asociación para la Investigación en Vivienda Leopoldo Martínez Olavarría (ALEMO), tuvo como objetivo intercambiar conocimientos, información y experiencias nacionales, entre todas aquellas personas que trabajamos en el área del hábitat. Así como dar a conocer avances y propuestas sobre distintos tópicos del tema de la vivienda, para lo cual se invitó a los siguientes expertos:

- **Arq. Alfredo Cilento** (Venezuela). «Innovaciones en la producción de viviendas: una mirada al futuro».
- **Dr. Ing. Julián Salas S.** (España). «Industrialización de la vivienda de bajo costo». Conclusiones de Mejor Hab. CYTED Proyecto XIV.4.
- **Arq. César Martín, Sr. Pedro Serrano, Ing. José A. Peña** (Venezuela). «Experiencia de Catuche-Caracas».
- **Dr. Econ. Yves Cabannes** (Francia-Brasil). «Alternativas para el financiamiento de la vivienda».
- **Dr. Arq. Oscar Olinto Camacho** (Venezuela). «La propiedad de la tierra en los barrios».
- **Econ. Irene de Niculescu** (Venezuela). «Estabilidad macroeconómica, crecimiento y financiamiento de la vivienda».
- **Arq. Ramón Yáñez** (Venezuela). «Una política municipal de vivienda y regularización de la tierra».

En el foro final participaron expertos venezolanos en el tema, además de los conferencistas señalados anteriormente: **Arq. Lander Quintana U., Arq. Teolinda Bolívar, Arq. Enrique Hernández**, así como el **Ing. Miguel Rojas N.**, presidente del CONAVI.

Se recibieron 55 trabajos relacionados con el tema de la vivienda, de los cuales 33 fueron investigaciones o ensayos y 22 experiencias. En esta oportunidad se propuso premiar a estas dos categorías, al considerar tan importantes las investigaciones como las buenas prácticas en el campo habitacional. Al final del evento se entregaron los siguientes premios:

- **El Premio a la Investigación «Leopoldo Martínez Olavarría»**, auspiciado por Lagoven-Petróleos de Venezuela

Primer Premio (compartido):

Arq. Eduardo González, Ing. Nastia Almao. Universidad del Zulia, Maracaibo, por el trabajo titulado: "Ahorro de energía con sistemas pasivos de enfriamiento. Estudio experimental y numérico".

Psic. Esther Wiesenfeld. Universidad Central, Caracas por el trabajo "Construyendo la esperanza: una aproximación psicosocial a la autoconstrucción comunitaria de viviendas".

Mención especial para el **Psic. Euclides Sánchez.** Universidad Central, Caracas.

- **El Premio a las Mejores Prácticas «Salvador Suárez Ibarra- Salvy»**, auspiciado por el Consejo Nacional de la Vivienda.

Primer Premio (compartido):

Consorcio Aguachina- Caracas.

FUNDATÁCHIRA- San Cristóbal.

Menciones especiales para: FUNREVI-SUCRE; V. Piñeiro y R. Curiel de INSVIFAL-FOMUCO, Coro; J. M. Menéndez, Caracas; R. Curiel, Y. Arteaga de la Corporación Mariano de Talavera, Coro; CESAP, Barquisimeto.

Los jurados estuvieron integrados por:

- **Jurado de Investigación:**

Arq. Beatriz Hidalgo, Universidad de Los Andes.

Arq. Miguel Sempere, Decano de Arquitectura de la Universidad del Zulia.

Arq. Elisenda Vila, Universidad Central de Venezuela.

Ing. Jesús Garrillo, Profesor Emérito de la Universidad del Zulia.

Arq. Sara Muñoz, Lagoven, Filial de Petróleos de Venezuela.

- **Jurado de Mejores Prácticas**

Arq. Oly Finol de Hernández, de la Universidad del Zulia.

Arq. Aquiles Asprino, Gerente del Instituto Nacional de la Vivienda, Estado Zulia.

Arq. Miren Elorriaga, Empresa Privada. Lic. Rubén Briceño, CESAP.

Arq. Pedro Romero, Director del Consejo Nacional de la Vivienda.

Entre los temas que se discutieron en el encuentro, destaca por la cantidad de trabajos recibidos, tanto en investigación como en experiencias, el tema de la **Participación y gestión de las comunidades**. La participación y organización de las comunidades está mostrando que es posible lograr una mejora y un cambio en la calidad de vida, en especial en los sectores de menores recursos, siempre y cuando el aporte económico previsto por los gobiernos nacionales, regionales y municipales, llegue en su totalidad a estos sectores y no se pierda en burocracia y otras "malas" prácticas comunes en nuestro país. Para profundizar en el tema de la participación, du-

rante el encuentro se llevó a cabo una exposición detallada de una de las experiencias más innovadoras de Venezuela, merecedora de un reconocimiento en la Reunión de Hábitat II en Estambul, la Experiencia del Consorcio Catuche de Caracas. El martes 14/10 los proyectistas (Arq. César Martín y J. A. Peña) y el representante de la Comunidad (Sr. P. Serrano), realizaron una exposición detallada sobre esta experiencia. Asistieron algunos de representantes de comunidades de vecinos de los barrios de Maracaibo, con el fin de conocer la experiencia y modalidad de los consorcios.

Otros temas que tuvieron gran interés en el evento fueron: **Financiamiento de viviendas para los grupos de menores recursos; Regularización de la tierra; y Tecnología e industrialización de la vivienda de bajo costo.**

Destaca también la participación en el evento de casi todos los estados del país, a través de sus institutos regionales y municipales de vivienda, así como de las más destacadas universidades venezolanas. Esto permitió tener una visión global del panorama nacional en cuanto al hábitat.

Este IV Encuentro Nacional fue posible gracias al apoyo de las instituciones:

- Facultad de Arquitectura de la Universidad del Zulia.
- ALEMO.
- Consejo Nacional de la Vivienda (CONAVI).

- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT).
- Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de LUZ.
- CYTED. Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Proyecto XIV.4, Mejoramiento y Reordenamiento de los Asentamientos Urbanos Precarios-MejorHab.
- LAGOVEN, Filial de Petróleos de Venezuela.
- FUNDALUZ, Fundación de la Universidad del Zulia.
- Centro de Arte de Maracaibo "Lía Bermúdez".

Otros cuantos organismos nacionales, regionales y municipales, relacionados con el tema del hábitat, no manifestaron (a pesar de nuestras peticiones) ningún interés en apoyar y participar en el evento, probablemente tengan el mismo interés en resolver el problema de la vivienda en Venezuela.

Los tres días de reuniones, presentación y discusión de trabajos fueron intensos y productivos, no cabe la menor duda de la importancia de estos encuentros nacionales, pues a menudo ignoramos lo que se está haciendo en las regiones vecinas y tenemos más información de lo que se realiza sobre vivienda en otros países.

Se destaca la poca participación de los organismos oficiales fundamentales en la presentación de los trabajos (investigaciones y experiencias), con la excepción del CONAVI, que llevó dos ponencias al evento. Nos pre-

guntamos algunos de los participantes ¿les interesará realmente a los políticos resolver el problema de la vivienda en Venezuela? o ¿será "arar en el mar" el realizar estos encuentros para los que tienen en sus manos las políticas de viviendas del país?, ¿les interesa mejorar la situación del 60 por ciento de nuestra población que está viviendo en condiciones precarias? Muchas son las dudas que seguimos teniendo después del IV Encuentro de Maracaibo.

Realizar un IV Encuentro nos muestra que existe una continuidad e interés sobre el tema, más cuando la participación superó las 400 personas; sin embargo creemos que nos queda mucho por recorrer, dada la magnitud del problema del hábitat en nuestro país. Lamentablemente entre el I Encuentro realizado en Caracas en el año 1986 y este IV Encuentro de Maracaibo, los indicadores sobre necesidad de viviendas, estado de nuestras ciudades, hábitat en general y calidad de vida, debemos reconocer que son peores que hace 11 años, pero a pesar de esto debemos ser optimistas al ver el interés mostrado por la asistencia masiva y la cantidad de trabajos presentados en el IV Encuentro de muchos de los que trabajan en el tema del hábitat.

Se acordó la próxima cita para el **V Encuentro Nacional de Vivienda**. Se realizará en **San Cristóbal en 1999**.

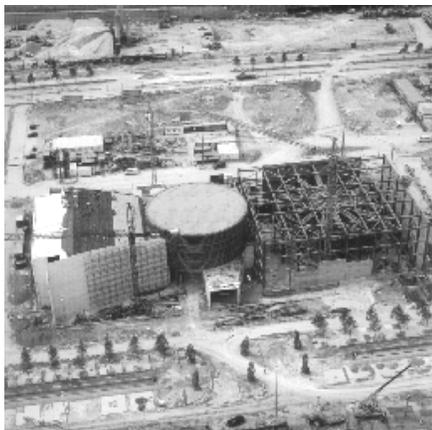
Ignacio de Oteiza, Marina González de Kauffman y María Eugenia Ortigosa Maracaibo, octubre de 1997.



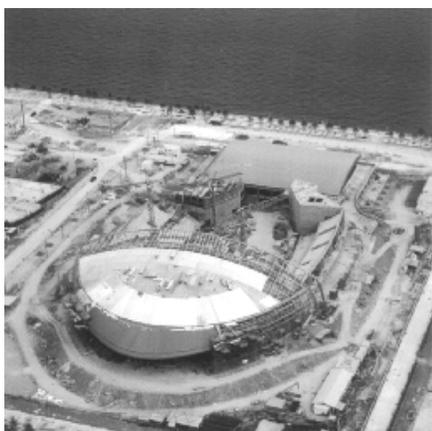
LISBOA, CAPITAL DE LOS OCÉANOS



PABELLÓN DE PORTUGAL



PABELLÓN DE LA UTOPIA



PABELLÓN DEL FUTURO

El tema principal de la Exposición Mundial de Lisboa de 1998 será *"Los océanos, un patrimonio para el futuro"*. Al elegirlo, la EXPO '98 pretende no sólo la celebración de un gran acontecimiento festivo, con la espectacularidad propia de esta clase de celebraciones, sino también señalar la importancia del conocimiento de los océanos y sus recursos, así como estimular a las comunidades internacionales en relación con la necesidad de conservar dicho patrimonio y a la responsabilidad que a todos nos incumbe, de cara a las generaciones venideras, en la realización de dicha tarea.

Se trata de llevar a cabo un ambicioso proyecto de ámbito internacional que permite:

- Dar a conocer al mundo el papel pionero y decisivo jugado por Portugal en los descubrimientos que dieron lugar al proceso de expansión europea de los siglos XV y XVI;
- Constituir un foro en el que se evalúen los conocimientos actuales sobre los océanos y sus recursos;
- Contribuir a la creación de nuevos sistemas de gestión de la masa líquida del planeta y a la preservación del equilibrio ecológico, mediante formas racionales de explotación de los recursos marinos;
- Hacer posible que los océanos vuelvan a ser considerados un espacio de ocio y de inspiración artística.

El tema escogido por Portugal tuvo una importante acogida a nivel internacional. En efecto, como consecuencia de las iniciativas diplomáticas llevadas a cabo por los responsa-

bles de la EXPO '98 y las autoridades portuguesas, la *Asamblea General de la ONU*, realizada en diciembre de 1994 en Nueva York, decidió proclamar 1998 *"Año Internacional de los Océanos"*. Esta decisión fue respaldada por los 185 países miembro de esta organización.

Para llevar a cabo la Exposición Mundial de Lisboa y el proyecto de reconversión urbana relacionado con ésta, se ha constituido, en marzo, la empresa Parque EXPO 98, S.A. Los capitales de la sociedad son exclusivamente públicos, siendo sus accionistas el Estado y el Ayuntamiento de Lisboa.

Con la presencia ya confirmada de más de 130 países y organizaciones internacionales, la EXPO '98 abre sus puertas el día 22 de mayo y su clausura será el 30 de septiembre de 1998. Según los estudios realizados, la exposición recibirá en este período más de 8,5 millones de personas –la mitad de los cuales serán extranjeros– lo que supondrá más de 15 millones de entradas al recinto (se prevé que muchos de los visitantes vayan a la EXPO más de una vez).

PABELLONES DE LA EXPO '98

Los océanos serán el tema que inspirará la arquitectura y el interior de los distintos edificios que se levantan en las más de 60 hectáreas que el recinto de la exposición ocupa alrededor del Muelle de Olivais –un espejo de agua con un área equivalente a 10 campos de fútbol.



VISTA AÉREA (MAYO DE 1997)

Señalamos, sucintamente, los pabellones de carácter histórico, científico, cultural y lúdico que se crean en los principales pabellones de la EXPO.

•El **Pabellón de Portugal** es una de las referencias fundamentales de la EXPO '98. Introduce la temática de los océanos desde un enfoque histórico-cultural que integra la diversidad y la convergencia de culturas, subrayando al mismo tiempo el papel desempeñado por Portugal en el movimiento de apropiación de los océanos. El proyecto es de Alvaro de Siza Vieira, arquitecto portugués de renombre mundial, y tiene una ubicación privilegiada, al lado del Muelle de Olivais.

•El **Pabellón de los Océanos (Oceanario)**: es el mayor acuario de Europa. Representa las regiones oceánicas a través de la fauna y la flora marítimas, con un total superior a 15.000 ejemplares de más de 200 especies. Fue concebido por el arquitecto estadounidense Peter Chemayeff, autor del Oceanario de Osaka, en Japón, entre otros. Constituye un polo especialmente atractivo, que podrá alcanzar más de 60.000 visitas por día durante la EXPO '98 y permanecerá después del acontecimiento.

•El **Pabellón del Conocimiento de los Mares** y el **Pabellón del Futuro**, cuyas áreas expositoras se complementan entre sí: el primero evoca los sucesivos descubrimientos del hombre en el conocimiento de los mares, mientras que el segundo trata de enfocar la ocupación y supervivencia de los océanos.

•El **Pabellón de la Utopía**: presenta una gran puesta en escena de multimedia, inspirada en una propuesta original del grupo francés Rozon, para el Mito de la Creación. Tras la EXPO, el edificio será el pabellón Multiusos de Lisboa. El espectáculo, repetido varias veces al día en un anfiteatro con 10.000 asientos, proporciona también a los visitantes una pausa en el recorrido por el recinto.

•El **Área Internacional** albergará las representaciones de los países participantes, que exhibirán su propio enfoque sobre los océanos. Como novedad, es de subrayar que la EXPO '98 pone a disposición de los países participantes el espacio por ellos ocupado de manera gratuita a fin de que concentren sus esfuerzos monetarios en el interior de sus respectivos pabellones. A partir de 1998, el Área Internacional Norte será el nuevo Centro de



PABELLÓN DE LOS OCEANOS

Exposiciones de Lisboa de la Asociación Industrial Portuguesa.

•Los **Jardines del Agua**: un espacio lúdico y de ocio en donde queda situado el Teatro Camões –Auditorio Julio Verne, el teatro que se destina a recibir los espectáculos programados por los países participantes.

•Las **Áreas de las Empresas y de las Organizaciones**: espacio reservado para la participación de las empresas y organizaciones nacionales e internacionales.

Prácticamente el 70 por ciento de las construcciones edificadas para la Exposición Mundial de Lisboa permanecerá para el futuro.

MEJORHAB '97

Las conclusiones y recomendaciones del "I Seminario Internacional sobre Mejoramiento y Reordenamiento de Asentamientos Urbanos Precarios: *MejorHab*", realizado en la ciudad de Caracas durante los días 8 al 10 de octubre de 1997, contenidas en este documento, se derivan de la presentación del Proyecto Catuche, de las exposiciones de los conferencistas invitados, de la discusión en las mesas de trabajo y de la conferencia de cierre dictada por el doctor. Ing. Julián Salas Serrano.

CONCLUSIONES

1. Las necesidades de reordenamiento y rehabilitación de los asentamientos urbanos precarios muestran en Iberoamérica y en el Caribe, una aproximación alarmante a los déficit de nuevas viviendas, los cuales alcanzan para 1995, según estimaciones de Cepal, a 27.995.000 nuevas construcciones.

Esta situación alerta sobre la necesidad de incorporar el reordenamiento y mejoramiento habitacional, en las acciones y trabajos que deberán enfrentarse en estos países, como nuevas estrategias para atender las crecientes necesidades de una parte importante de la población, que está exigiendo mejorar su nivel de vida y fortalecer su núcleo familiar.

2. La estructura física de las ciudades del continente está reclamando corregir la informalidad y ordenar las "arquitecturas populares", nacidas como respuesta a la falta de ofertas de asentamientos adecuados y a la au-

sencia de facilidades para acceder a las pocas oportunidades que se presentan.

3. La informalidad de estos asentamientos, se acrecienta cada vez más, con la pobreza de sus moradores y su imposibilidad de acceder fácil y expeditamente a los centros de poder y decisión; y se acentúa por la incapacidad de adecuación institucional y de adaptación de nuestras legislaciones a las realidades presentes, que superarán todas las estimaciones en los próximos años del nuevo milenio.

4. Las modalidades de atención físicas, financieras y administrativas con las cuales se han intervenido en América Latina y el Caribe, los problemas de los asentamientos urbanos precarios, se han caracterizado por el "desperdicio" creciente de esfuerzos, tecnologías, voluntades y recursos financieros, que está incidiendo en los crecientes déficit, que de toda naturaleza tienen hoy los países del área en la habitación y en el ordenamiento de su entorno.

5. La apertura para la participación activa y eficiente de la comunidad organizada, no ha sido entendida como una estrategia válida para el financiamiento y gestión en el reordenamiento urbano y se han desperdiciado los beneficios que la gestión concertada comunitaria, no sólo tiene en la corresponsabilidad de costos y cargas de todo el proceso, sino también en la conformación de un nuevo modelo de ciudad, que incorpore estos contingentes de población a la verda-

dera ciudadanía legal y económica de los centros urbanos.

RECOMENDACIONES

1. Solicitar a los países de América Latina y el Caribe, reforzar y canalizar una parte creciente del financiamiento público habitacional hacia las operaciones de reordenamiento y mejoramiento de los asentamientos urbanos precarios, en igualdad de beneficios y subsidios que se apliquen a los programas de nuevas construcciones.

2. Dar cabida en la programación financiera a las prioridades y modalidades de atención integral que incluya desde la preparación y organización de la comunidad para participar en la solución de sus problemas de asentamiento, hasta la integralidad del ordenamiento ambiental y habitacional, la regularización y titularización de las propiedades y la organización de la comunidad para continuar con sus propios medios el mantenimiento sustentable de su hábitat.

3. Reforzar y dar cabida en la programación financiera habitacional y reordenamiento urbano a nuevas formas de gestión, donde la concertación entre los organismos fiscalistas, las comunidades y los grupos profesionales, esté orientada hacia la búsqueda de mejores formas y entornos urbanos aceptables por la comunidad, como actitud alternativa para enfrentar con eficiencia y seguridad, la masificación de problemas que presentaban estos asentamientos.



FOTOGRAFIA: MEJORHAB

Presentación del Proyecto Catuche (8-10-97), (de izquierda a derecha): Arq. César Martín, S.J. José Virtuoso, Ing. José Adolfo Peña, Sr. Pedro Serrano, Lic. Rosalba Gil y Arq. Yuraima Martín

4. Comenzar el proceso de titularización, conjuntamente con los trabajos de reordenamiento, que permita la acreditación de la propiedad, requisito básico para la regularización e incorporación de esta población a la ciudadanía urbana contribuyente.

5. Solicitar a las municipalidades la revisión de sus legislaciones urbanas, a los fines de su modernización y adaptación a las realidades presentes, para facilitar la regularización de la propiedad y la inserción de esta población al orden jurídico y económico de la ciudad.

6. Que los organismos nacionales que se ocupan de la ciencia y la tecnología (Conicit) incorporen en sus áreas de investigación, el tema de reordenamiento de los asentamientos urbanos precarios, como prioridad para la obtención de tecnologías apropiadas y apropiables, que permitan el desarrollo sustentable de los centros urbanos.

7. Que las universidades, tecnológicos y centros de formación y capacitación incluyan dentro de sus pensa de estudios, los programas de formación que les permita a los educandos, insertarse en los procesos del reordenamiento y mejoramiento de áreas urbanas precarias.

Este documento ha sido preparado bajo la responsabilidad del equipo de redacción integrado por César Martín, José Adolfo Peña, Emma Pocaterra y Carmen Yanes, en Caracas, el 12 de octubre de 1997.

XI BIENAL DE ARQUITECTURA DE QUITO 16 al 20 de noviembre de 1998

En el mes de noviembre en Quito, Ciudad Patrimonio de la Humanidad, se desarrollará la *XI Bienal de Arquitectura de Quito*, el evento más importante que realiza el Colegio de Arquitectos del Ecuador Provincial de Pichincha. Cuenta con el auspicio de la Unión Internacional de Arquitectos (UIA), la Federación Panamericana de Asociaciones de Arquitectos (FPAA) y la Regional de Arquitectos del Grupo Andino (RAGA). La Bienal de Arquitectura de Quito nació hace 20 años, con el propósito de que los arquitectos del área andina confronten su obra. Su ámbito ha ido creciendo hasta llegar a ser lo que es hoy: una Bienal Panamericana. La presente Bienal de Arquitectura incorpora como uno de sus objetivos principales el reconocimiento y homenaje a la trayectoria de las grandes personalidades arquitectónicas americanas al igual que el surgimiento de nuevas. En síntesis, la promoción y divulgación de la arquitectura regional dentro de un contexto internacional.

EVENTOS

Confrontación:

La Bienal de Arquitectura ha logrado el reconocimiento nacional e internacional, dada la gran presencia de profesionales que han confrontado lo mejor de su producción en el evento central de ésta. En el concurso podrán competir los trabajos ejecutados en los últimos cuatro años en el continente, dentro de las siguientes categorías:

- Diseño arquitectónico,
- Diseño urbano,
- Teoría, historia y crítica de la arquitectura y el urbanismo,



- Preservación, restauración y rehabilitación arquitectónica, y
- Revistas especializadas.

La participación es ampliamente documentada en el libro de la Bienal de Arquitectura que publica el Colegio de Arquitectos de Pichincha.

Académicos:

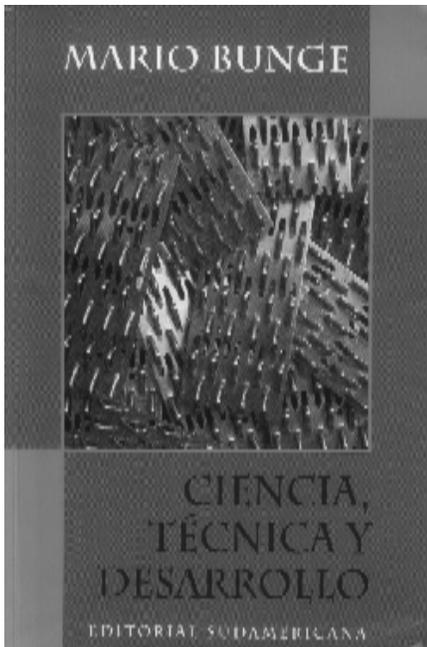
Se desarrollan mediante conferencias magistrales y seminarios temáticos impartidos por expertos de prestigio internacional. Entre otros, han participado en la Bienal de Arquitectura de Quito: Eladio Diestre, Antoine Predok, Jorge Glusberg, Tod Williams, Carlos Ferrater, Carlos Mijares, Luiz Paulo Conde, Francis Soler, Ruy Ohtake, Ken Martin, Miguel Angel Roca, Christian Hauvette, Fruto Vivas, Marina Waisman, Cristian Fernández Cox, Steven Goldberg, Joaquín Guedes, Rogelio Salmona, Juvenal Baracco, etc.

Eventos paralelos:

Una serie de eventos de orden cultural, social y gremial se desarrollarán de manera complementaria a los eventos de confrontación y académicos. Exhibiciones de arquitectura y arte, y muestras editoriales responden a los objetivos y propósito de la Bienal de Arquitectura.

**Mayor información: Arq. Martín Padrón.
E-mail: padnova@telcel.net.ve**

libros

LA CIENCIA Y LA TÉCNICA
EN EL DESARROLLO NACIONAL

Mario Bunge (1997),
Ciencia, técnica y desarrollo,
Editorial Suramericana, Buenos Aires.

El rol de la ciencia y la técnica en el desarrollo es un tema de discusión de larga data; en la actualidad toma lugar central en la llamada «sociedad del conocimiento». Sobre estos tópicos, el conocido filósofo de la ciencia Mario Bunge nos ha ofrecido un libro que, sin perder en agudeza, discute a través de ellos en un lenguaje accesible a un público amplio.

Bunge inicia su texto hablándonos de las distintas concepciones parciales del desarrollo, que al sólo mirar un aspecto del asunto devienen en visiones unidimensionales: biologicismo, economicismo, politicismo y culturalismo. Cada uno de estos puntos de mira nos aporta un aspecto importante, pero incompleto; para tener una visión integral del desarrollo hace falta integrarlos, y ésa es la insistencia de Bunge. A partir de allí aborda el cómo no puede haber desarrollo integral sin desarrollo científico y tecnológico.

El siguiente paso del texto de Bunge es la distinción entre ciencia básica, ciencia aplicada y técnica, y su papel en la economía. Aunque el autor defiende una concepción sistémica del desarrollo científico y tecnológico, no nos resulta muy convincente la distinción que hace de ciencia básica y aplicada, toda vez que esta última se confunde cada vez más con la técnica, como han puesto en evidencia otros analistas del tema. En todo caso,

a partir del análisis de sus elementos, Bunge nos propone un esquema del sistema de producción de conocimientos, artefactos y servicios, donde interactúan: filosofía, ideología, ciencia básica, ciencia aplicada, técnica y economía, en una red compleja dinámica.

La reflexión prosigue analizando los componentes de la investigación científica, reforzando su insistencia en el carácter sistémico del desarrollo científico. A partir de allí plantea las condiciones generales del desarrollo científico entendido como parte del desarrollo integral, y por tanto, con requerimientos de condiciones biológicas, económicas, culturales y políticas que lo hagan posible. En cada una de estas esferas se detiene el autor para mostrar cómo son básicas dichas condiciones.

Otro conjunto de asuntos aborda Bunge en su texto: la relación entre ciencia y los problemas nacionales, mostrando la necesidad de no perder de vista la visión sistémica del desarrollo científico y tecnológico, y la necesidad del universalismo cultural, es decir, poner la interdependencia cultural al servicio del desarrollo nacional. Sin embargo, Bunge alerta frente al pragmatismo que puede llevar a menospreciar la necesidad de cultivar la ciencia básica, que debe ser concebida como una inversión no sólo para el propio

desarrollo de la ciencia sino en tanto que componente del desarrollo cultural de la sociedad. Pero, no se puede eludir el problema de si se puede hacer ciencia básica en el subdesarrollo. Bunge, sin desconocer los obstáculos que ello significa, se pronuncia afirmativamente, señalando algunos campos en los cuales a pesar de ciertas restricciones se puede hacer ciencia básica de primer nivel.

¿En qué tipo de institución es preferible hacer ciencia básica? La mirada de Mario Bunge se dirige al análisis de la universidad, la cual ve en los países subdesarrollados afectada por tres grandes males: preparación insuficiente de sus alumnos, la improvisación de sus profesores y la excesiva politización en el seno de sus comunidades. Sin embargo, nos señala que la opción de centros de investigación independientes de las universidades pocas veces reúnen las condiciones necesarias para que cumplan su papel: reunir investigadores competentes; ofrecer programas de formación de investigadores de maestría y doctorado; garantizar la continuidad. Bunge insiste en que "la separación permanente entre investigación y enseñanza debilita a ambas y puede destruirlas". Su análisis lo lleva a la siguiente conclusión: "la ciencia básica tiene más posibilidades de florecer dentro de la universidad que

fuera de ella, siempre que sea una universidad auténtica y no sólo de nombre", es decir, además de otras condiciones, "que albergue investigadores activos en el área de la ciencia (y de la técnica y las humanidades)". Sólo si las instituciones universitarias no ofrecen condiciones para el trabajo científico serio y sostenido, se justifica buscar otras opciones, sin descartar menospreciar la relación de institutos extraversitarios con las universidades que albergan la actividad científica.

Los últimos capítulos de este libro de Bunge se dedican al análisis de las relaciones entre ciencia e ideología, y entre ciencia y filosofía. En el primer caso, mostrando la influencia de la ideología sobre la ciencia y la técnica; en el segundo caso, insistiendo cómo toda investigación científica tiene supuestos generales que son de orden filosófico.

Las conclusiones generales del libro reafirman la necesidad de concebir el desarrollo como un proceso integral, ello es válido en general y también para el caso del desarrollo del ámbito científico y tecnológico. A partir de allí deriva un conjunto de señalamientos y condiciones que deben reunir políticas y planes científicos y tecnológicos.

En fin, este libro de Mario Bunge es un buen ejemplo de un libro de divulgación científica que aborda un conjunto de aristas que no se pueden ignorar si se quiere ayudar a que la ciencia y la tecnología sean un componente de desarrollo integral, en un mundo donde este último es impensable sin la ciencia y la técnica. Aunque Bunge insiste sobre todo en la ciencia básica, en parte porque tiende a menospreciarse su importancia en ciertas visiones, encontramos importantes reflexiones en este libro que permiten entender el desarrollo en todas sus facetas interrelacionadas y a la ciencia y la tecnología como parte de una red de interacciones, cuyo desarrollo implica una visión sistémica, como se ha venido insistiendo con cada vez más fuerza, mostrando las limitaciones de una visión mecánica de la relación ciencia-tecnología-sociedad.

Alberto Lovera

revistas

ENTRE RAYAS

**entre rayas,**

la revista de arquitectura

Editor: Jesús Yépez

Editor Adjunto: Aida Limardo

Co-editor fundador:

Esperanza T. Zamora

Apartado Postal 47.912,

Caracas 1041-A, Venezuela.

e-mail:

entrerayas@dimensionvirtual.com

Consecuentemente desde hace seis años sigue saliendo la revista **entre rayas**, una revista de arquitectura que nació de una iniciativa estudiantil para permanecer en el tiempo y consolidarse como un vehículo de divulgación de este campo. A lo largo de los años hemos visto cómo esta publicación mejora en calidad tanto en su contenido como en su diagramación. En el último número disponible, el 23 (octubre 97 / enero 98), se le ha agregado color a la portada, lo que le da mayor atractivo.

El número que reseñamos contiene un variado abanico de temas relacionados con la arquitectura: la convocatoria de la XI Bienal de Arquitectura de Quito; la arquitectura guayaquileña; los estudios de arquitectura en el nuevo milenio; artículos sobre el Convento de Santa Clara; sobre la necesidad de la prevención para minimizar la vulnerabilidad de la construcción, así como otros artículos sobre proyectos arquitectónicos y sobre la ciudad.

Alberto Lovera

CUADERNOS DEL
CENDES**Cuadernos del CENDES**

Director Fundador:

José Agustín Silva Michelena

Comité de Redacción:

Carmen García Guadilla

(Coordinadora)

Ramón Casanova

Luis Gómez Calcaño

Editora: Rosa Celi

Apartado Postal 47.604,

Caracas 1040-A, Venezuela

e-mail: cendes@reacciun.ve

Catorce años manteniendo una revista multidisciplinaria en el campo de las ciencias sociales no es poco en nuestras latitudes, donde la tasa de mortalidad de las revistas científicas es tan alta como baja su esperanza de vida. A contrapelo con esta tendencia, la revista **Cuadernos del CENDES** se mantiene como un foro privilegiado para las discusiones más importantes de los problemas sociales, políticos, económicos y culturales de nuestro tiempo, abordados desde diferentes aristas, como corresponde al enfoque de la institución que alberga y edita esta revista: el Centro de Estudios del Desarrollo (CENDES) de la UCV.

El número 36 de **Cuadernos del CENDES** está centrado en la Política Social, aunque también encontramos otros textos que abordan otros tópicos, como la protesta popular en Venezuela, las relaciones laborales en la reestructuración productiva, la legitimación de la investigación científica en Venezuela, entre otros.

Se trata de una revista de calidad, cuyo comité de redacción actual y su editora, Rosa Celi, la han venido mejorando sistemáticamente.

Alberto Lovera

normas para autores

Tecnología y Construcción es una publicación que recoge textos (artículos, ensayos, avances de investigación o revisiones) inscritos dentro del campo de la Arquitectura y de la Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Construcción: sistemas de producción; métodos de diseño; análisis de proyectos de Arquitectura; requerimientos de habitabilidad y de los usuarios de la edificaciones; equipamiento de las edificaciones; nuevos materiales de construcción, mejoramiento de productos existentes y hallazgo de nuevos usos; aspectos económicos, sociales, históricos y administrativos de la construcción, informática aplicada al diseño y la construcción; análisis sobre ciencia y tecnología asociados a los problemas de la I&D en el campo de la construcción, así como reseñas bibliográficas y de eventos referidos a los anteriores temas.

Artículo: Describe resultados de un proyecto de investigación científica o de desarrollo experimental.

Ensayo: Trata aspectos relacionados con el campo de la construcción, pero no está basado en resultados originales de investigación.

Revisión: Comenta la literatura más reciente sobre un tema especializado.

Avances de investigación y desarrollo: Dará cabida a comunicaciones sobre investigaciones y desarrollo, realizadas por estudiantes de postgrado o por aquellos autores que consideren la necesidad de una rápida difusión de sus trabajos de investigación en marcha.

Documentos: Sección destinada a difundir documentos y otros materiales que a juicio del Comité Editorial sean relevantes para los temas abordados por la revista.

Reseña bibliográfica o de eventos: Comentarios sobre libros publicados o comentarios analíticos de eventos científico-técnicos que se hayan realizado en las áreas temáticas de interés de la revista.

Las reseñas bibliográficas o de eventos no deben tener una extensión mayor a las cinco (5) cuartillas a doble espacio, aparte de una (1) copia del texto impreso (y de ser posible una fotocopia nítida de la portada del libro comentado o del logotipo del evento); deberán acompañarse con un diskette con las indicaciones que más adelante se señalan.

Las colaboraciones (que no serán devueltas) deben ser enviadas por triplicado al Comité Editorial, mecanografiadas a doble espacio en papel tamaño carta, páginas numeradas (inclusive aquellas correspondientes a notas, referencias, anexos, etc.). La extensión de las contribuciones no podrá exceder las treinta (30) cuartillas y las copias deberán ser claramente legibles. Serán acompañadas de un diskette (compatible con Macintosh o IBM, indicando el programa utilizado, el número de la versión y el nombre de los archivos). Se aceptarán trabajos escritos en castellano, portugués o inglés. El hecho de someter un trabajo implica que el mismo no ha sido presentado anterior o simultáneamente a otra revista.

El Comité Editorial someterá los textos enviados a revisión crítica de dos árbitros. La identificación de los autores no es comunicada a los árbitros, y viceversa. El dictamen del arbitraje se basará en la calidad del contenido, el cumplimiento de estas normas y la presentación del material. Su resultado será notificado oportunamente por el Comité Editorial al interesado. La revista se reserva el derecho de hacer correcciones de estilo que considere convenientes, una vez que hayan sido aprobados los textos para su publicación.

Los trabajos deben ir acompañados de un breve resumen en español e inglés (máximo 100 palabras). El autor debe indicar un título completo del trabajo y debe indicar igualmente un título más breve para ser utilizado como encabezamiento de cada página. El (los) autor(es) debe(n) anexas también su síntesis curricular no mayor de 50 palabras, que incluya: nombre, título(s) académico(s), institución donde trabaja, cargo, área de investigación, dirección postal, fax o correo electrónico.

Los diagramas y gráficos deben presentarse en hojas aparte en originales nítidos, con las leyendas de cada una; identificando el número que le corresponde, numeradas correlativamente según orden de aparición en el texto (no por número de página). Cada tabla debe también presentarse en hojas aparte, éstas no deben duplicar el material del texto o de las figuras. En caso de artículos que contengan ecuaciones o fórmulas, éstas deberán ser escritas a máquina o dibujarse nítidamente para su reproducción. No se considerarán artículos con fórmulas, ecuaciones, diagramas, figuras o gráficos con caracteres o símbolos escritos a mano o poco legibles.

Las referencias bibliográficas deben estar organizadas alfabéticamente (p.e.: Hernández, H., 1986), y si incluyen notas aclaratorias (que deben ser breves), serán numeradas correlativamente, por orden de aparición en el texto y colocadas antes de las referencias bibliográficas, ambas al final del manuscrito.

Los autores recibirán sin cargo tres (3) ejemplares del número de la revista donde salga su colaboración. El envío de un texto a la revista y su aceptación por el Comité Editorial, representa un contrato por medio del cual se transfiere los derechos de autor a la revista **Tecnología y Construcción**. Esta revista no tiene propósitos comerciales y no produce beneficio alguno a sus editores.

Favor enviar artículos a cualquiera de las siguientes direcciones:

- Revista **Tecnología y Construcción**, Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC), Universidad Central de Venezuela, Apartado Postal 47.169, Caracas 1041-A, Venezuela.
- Revista **Tecnología y Construcción**, Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura (IFA), Universidad del Zulia, Apartado Postal 526, Maracaibo, Venezuela.

índice acumulado

Volumen 10 / I (1994)

- Estudios sobre cemento de escoria de alto forno em painéis para habitação de baixo custo. *Carlos E. de Siqueira Tango, Ernan Silva y Vanderley Moacy John*
 - La edificación preescolar en México, Cuba y Venezuela: estudio de casos. *Ute Wertheim de Romero*
 - Self-help housing in developed and third world countries. *Hans Harms*
 - Los constructores mexicanos en los 90's. *Alicia Ziccardi*
- Documentos:
- La función de Investigación y desarrollo: La mejor es la orientada hacia el negocio. *Peter Drucker*
 - Declaración de Salvador de Bahía. Brasil, 3 de noviembre de 1993. Reunión Internacional promovida y auspiciada por: La Fundación para el Progreso del Hombre (FPH) y el Gobierno brasileño.

Volumen 10 / II (1994)

- La autourbanización y la autoconstrucción en la producción de las ciudades latinoamericanas. Piezas para armar una crítica. *Teolinda Bolívar*
 - La orientación óptima de los edificios en Maracaibo para evitar el soleamiento y aprovechar el viento. *Pilar Oteiza S.*
 - Las fibras naturales y la producción de componentes constructivos. *Milena Sosa Griffin*
 - Insumos para viviendas progresivas. *Mercedes Marrero*
- Documentos:
- Plan Sectorial de Habilitación Física para los barrios del Área Metropolitana de Caracas. *Josefina Baldó A., Federico Villanueva B.*

Volumen 11 / I (1995)

- Los residuos industriales en la producción de viviendas de bajo costo. *Juan Borges Ramos*
 - Herramienta automatizada para el diseño bioclimático de edificaciones: ASICLIMA. *Pablo La Roche*
 - Tendências de mudança na indústria da construção. *Nilton Vargas*
 - Efectos del revestimiento exterior sobre la temperatura interior en un entrepiso de una edificación. *Gaudy C. Bravo Morales y Nastia Almao de Herrera*
- Postgrado:
- Desarrollo Tecnológico de la Construcción / Arquitectura Paisajista / Conservación y Restauración de Monumentos.
- Documentos:
- La vivienda y su terreno: algunos aspectos geotécnicos. *Rodolfo Sancio T.*
 - Experiencia venezolana en la vinculación y repatriación de científicos en el exterior. *Luis F. Marcano González*

Volumen 11 / II (1995)

- Las experiencias facilitadoras de los procesos habitacionales autogestionables en Cuba. (Formalidad e informalidad). *Rosendo Mesías González*
 - Influencia de la ventilación natural en la temperatura del aire interior de viviendas: mediciones experimentales. *María Eugenia Sosa y Luis Rosales*
 - Aprovechamiento de la infraestructura física de salud. *Sonia Cedrés de Bello*
 - Condiciones de trabajo en la industria de la construcción en Venezuela. *Miguel Angel Lacabana*
- Postgrado:
- Conservación y Restauración de Monumentos / Desarrollo Tecnológico de la Construcción.
- Documentos:
- Panorama de la ciencia en Francia. *Michel Callon, Phillippe Larédo y Phillippe Mustar*

Volumen 12 / I (1996)

- Japón: el horizonte de la técnica. *Eiji Muro*
 - Sincretismo e innovación tecnológica. *Alfredo Cilento Sarli*
 - Vivienda bioclimática como dispositivo habitable. *Pablo La Roche, Francisco Mustieles, Ignacio de Oteiza*
 - Vegetación y estabilización de laderas. *Rodolfo Sancio*
 - El bambú en la construcción: nueva técnica. *Milena Sosa Griffin*
 - El sector de la construcción en El Salvador. *Mario Lungo, Francisco Oporto*
- Maestrías:
- I Maestría en Diseño Arquitectónico / Premio Orinoquia a la Investigación Aplicada en Tesis de Postgrado / Informática en Arquitectura.
- Documentos:
- La tecnópolis del mundo: la formación de los complejos industriales del siglo XXI. *Manuel Castells y Peter Hall.*

Volumen 12 / II (1996)

- Métodos experimentales, utilidades informáticas y dispositivos para la iluminación natural de los edificios. *Alfonso Soler y Pilar Oteiza*
 - Teoría tectónica de la arquitectura: una visión tipológica. *Abner J. Colmenares*
 - Eficiencia de los elementos de control solar oblicuos en el sombreado de las aberturas. *Carlos E. Quirós Lacau*
- Hábitat:
- De Vancouver a Estambul en veinte años. *Alfredo Cilento Sarli*
- Documentos:
- Universidad e innovación: nuevas perspectivas. *Ignacio Fernández de Lucio*

- Nuevos materiales en la construcción. *Ignacio de Oteiza*

Pregrado:

- Concurso estudiantil "Vivienda y espacio público en el centro histórico de Barcelona".
- Postgrado:
- I Maestría en Diseño Arquitectónico.

Volumen 13 / I (1997)

- Programa Experimental de Gestión Habitacional Local (PEGHAL). *Alfredo Cilento S., Henrique Hernández, Alejandro López Arocha*
- Las primeras experiencias de prefabricación de la vivienda popular en Venezuela: 1945-1948. *Alfonso Arellano Cárdenas*
- Posibilidades del yeso en la construcción de viviendas de bajo costo. *Ignacio de Oteiza*
- Requerimientos generales para el diseño de edificaciones preescolares. Resultados de la investigación. *Ute Wertheim de Romero*

Documentos:

- Algunas críticas al Programa de Estimulo al Investigador (PEI) de la UCV.

Postgrado:

- Postgrado e Investigación: el Doctorado de la Facultad de Arquitectura de la UCV. *Dyna Guitián y María E. Hobaica*

Volumen 13 / II (1997)

- Diseño y construcción de estructuras compuestas: edificios para viviendas. *José Adolfo Peña U. y Carmen Yanes M.*
- Novas tecnologias e relações de trabalho na construção civil. *Anese Lise P. C. Dalcul*
- Metodología de digitalización de planos por computador para la administración de infraestructura corporativa. *Rodrigo García Alvarado, Fernando Goycoolea Pardo, Carlos Otárola y Sergio Hernández*
- Estudo da microestrutura de materiais compósitos: um caminho para otimizar seu desempenho. *Holmer Savastano Jr. y Vahan Agopyan*
- Ahorro de energía en viviendas con sistemas de enfriamiento pasivo; estudio experimental y numérico. *Eduardo González y Nastia Almao*

Hábitat:

- Innovaciones en la producción de viviendas: una mirada al futuro.

Alfredo Cilento Sarli

Informática:

- Documentación y planificación automatizada para el diseño de nuestras ciudades: Experiencias en el IFA.

Ricardo Cuberos Mejía

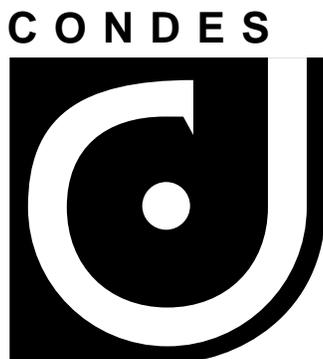
Documentos

- Desarrollo e investigación.

Henry Petroski

Postgrado

- En torno a la Maestría en Diseño Arquitectónico. *Edgar R. Aponte*



LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO

El Vicerrectorado Académico y el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, en el marco de su trigésimo quinto aniversario celebrado en el mes de mayo de 1997, han conferido por tercera vez el Botón de la Ciencia como estímulo y reconocimiento público a los profesores de la Universidad del Zulia adscritos al programa de Promoción al Investigador.

El incremento en el número de investigadores adscritos al Programa de Promoción al Investigador ha sido significativo (de 73 en 1994 a 177 en 1997) y esto es revelador de la principal política de gestión que, como organismo coordinador y promotor de esta actividades, ha desenvuelto el CONDES: la siembra de la Cultura Científica.

Se está cumpliendo la meta de elevar el nivel de nuestros profesores y de nuestras revistas científicas a través de estrategias de financiamiento de proyectos y de publicaciones.

REVISTA DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y HUMANÍSTICAS

CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO UCV
40 AÑOS CREANDO FUTURO PARA VENEZUELA

TÍTULOS EDITADOS 1997

1. Facultad de Ciencias

1. **El desarrollo científico y humano en la Universidad y el siglo XXI**
 Ed. por: **Alfonso**

2. **Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**

3. **Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**
 Ed. por: **Alfonso**

4. **Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**
 Ed. por: **Alfonso**

5. **Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**
 Ed. por: **Alfonso**

6. (CIENAS)

7. **Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**
 Ed. por: **Alfonso**

8. **Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**
 Ed. por: **Alfonso**

9. **Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**
 Ed. por: **Alfonso**

10. **Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**
 Ed. por: **Alfonso**

11. **Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**
 Ed. por: **Alfonso**

12. **Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**
 Ed. por: **Alfonso**

13. **Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**
 Ed. por: **Alfonso**

OBRAS EN FONDO

14. **Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**
 Ed. por: **Alfonso**

15. **Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**
 Ed. por: **Alfonso**

16. **Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**
 Ed. por: **Alfonso**

17. **Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**
 Ed. por: **Alfonso**

18. **Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**
 Ed. por: **Alfonso**

19. **Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**
 Ed. por: **Alfonso**

20. **Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**
 Ed. por: **Alfonso**

21. **Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**
 Ed. por: **Alfonso**

22. **Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**
 Ed. por: **Alfonso**

23. **Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**
 Ed. por: **Alfonso**

24. **Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**
 Ed. por: **Alfonso**

25. **Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**
 Ed. por: **Alfonso**

26. **Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**
 Ed. por: **Alfonso**

El Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela, en el marco de su política de desarrollo científico y humanístico, publica esta revista con el fin de difundir los resultados de las investigaciones realizadas en el ámbito de las ciencias exactas y naturales, así como en el de las ciencias humanas y sociales.



Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico UCV
Oficina de Edición e Impresión



CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO UCY

El CDCHH es el órgano de desarrollo científico y humanístico de la UCY. Tiene como misión promover el desarrollo científico y humanístico de la institución, así como la vinculación de la ciencia y la tecnología con la sociedad venezolana, a través de la investigación, la innovación y la transferencia de tecnología.

El CDCHH es el órgano de desarrollo científico y humanístico de la UCY. Tiene como misión promover el desarrollo científico y humanístico de la institución, así como la vinculación de la ciencia y la tecnología con la sociedad venezolana, a través de la investigación, la innovación y la transferencia de tecnología.

ALTERNATIVAS PARA EL DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO

CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO

El CDCHH es el órgano de desarrollo científico y humanístico de la UCY. Tiene como misión promover el desarrollo científico y humanístico de la institución, así como la vinculación de la ciencia y la tecnología con la sociedad venezolana, a través de la investigación, la innovación y la transferencia de tecnología.

CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO

El CDCHH es el órgano de desarrollo científico y humanístico de la UCY. Tiene como misión promover el desarrollo científico y humanístico de la institución, así como la vinculación de la ciencia y la tecnología con la sociedad venezolana, a través de la investigación, la innovación y la transferencia de tecnología.

CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO

El CDCHH es el órgano de desarrollo científico y humanístico de la UCY. Tiene como misión promover el desarrollo científico y humanístico de la institución, así como la vinculación de la ciencia y la tecnología con la sociedad venezolana, a través de la investigación, la innovación y la transferencia de tecnología.

CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO

El CDCHH es el órgano de desarrollo científico y humanístico de la UCY. Tiene como misión promover el desarrollo científico y humanístico de la institución, así como la vinculación de la ciencia y la tecnología con la sociedad venezolana, a través de la investigación, la innovación y la transferencia de tecnología.

CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO

El CDCHH es el órgano de desarrollo científico y humanístico de la UCY. Tiene como misión promover el desarrollo científico y humanístico de la institución, así como la vinculación de la ciencia y la tecnología con la sociedad venezolana, a través de la investigación, la innovación y la transferencia de tecnología.



El Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la UCY es el órgano de desarrollo científico y humanístico de la institución. Tiene como misión promover el desarrollo científico y humanístico de la institución, así como la vinculación de la ciencia y la tecnología con la sociedad venezolana, a través de la investigación, la innovación y la transferencia de tecnología.



40

CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO UCY
1988-1998.
AÑOS CREANDO FUTURO PARA VENEZUELA



Rector

Trino Alcides Díaz

Vice-Rector Académico

Giuseppe Giannetto

Vice-Rector Administrativo

Julio Corredor

Secretario

Ocarina Castillo

CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO

Coordinador

Nelson Merentes

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

Decano

Abner J. Colmenares

Directora de la Escuela de Arquitectura

Paulina Villanueva

Director Adjunto de la Escuela de Arquitectura

Juan Cámara

Directora del Instituto de Urbanismo

Marta Vallmitjana

Director del

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción

Alberto Lovera

Directora-Coordinadora de la

Comisión de Estudios de Postgrado

Carmen Dyna Guitián

Coordinadora General

Lourdes Meléndez

Coordinadora del Centro de Información y Documentación

Ana María Marín

INSTITUTO DE DESARROLLO

EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCION / IDEC

Director

Alberto Lovera

Coordinación de Investigación

Milena Sosa Griffin

María Eugenia Sosa

Daniel Valero

Coordinador Docente

Domingo Acosta

Coordinadora de Extensión

Ana María Floreani

Consejo Técnico

Miembros Principales

Alfredo Cilento

Henrique Hernández

Renato Valdivieso

Carlos Seaton

Gaspere Lavegas

Jorge Cordido

Miembros Suplentes

Carlos Becerra

Gustavo Flores

Carlos Genatios

Tomás Páez

Alexis Méndez

Nayib Ablan



Rector

Neuro Villalobos

Vice-Rector Académico

Domingo Bracho

Vice-Rector Administrativo

Oscar Naveda

Secretario

Teresa Alvarez

CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO

Coordinador Secretario

Juliana Ferrer de Romero

FACULTAD DE ARQUITECTURA

Decano

Miguel Sempere

Director de la Escuela de Arquitectura

Humberto Blanco

Director de la Escuela de Diseño Gráfico

Roberto Urdaneta

Directora de la Dirección de Estudios para Graduados

Anaida Meléndez

Directora de la Dirección de Extensión

Mercedes Ferrer

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA

FACULTAD DE ARQUITECTURA / IFA

Director

Andrés Echeverría

Subdirector

Pablo La Roche

Consejo Técnico

Miembros

Carlos Quirós

María Martínez

Andrés Echeverría

Francisco Mustieles

Jaqueline Alcalá

Marina González