



**TRABAJO DE ASCENSO A LA CATEGORÍA DE
AGREGADO**

**Modalidad artículos publicados en revistas
arbitradas**

***Sostenibilidad de las edificaciones: desde las
normativas al cambio climático***

**Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela**

Prof. Giovanni Siem

**Instituto de Desarrollo Experimental de las Construcción, Facultad de Arquitectura y
Urbanismo, Universidad Central de Venezuela**

Caracas, 28 de Julio de 2008

ÍNDICE	Pag.
1. MEMORIA	
1.1. Resumen	6
1.2. Introducción	8
1.3. Marco conceptual	9
1.4. Línea de investigación del autor: sostenibilidad de las edificaciones	15
1.5. Análisis de los artículos presentados	19
1.6. Conclusiones	38
1.7. Producción académica del autor	39
2. ARTÍCULOS PRESENTADOS	46
<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de las normas venezolanas referentes a las exigencias térmicas, acústicas y de iluminación bajo una perspectiva de sostenibilidad. • Criterios de Diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes en Venezuela. • Programa de Ahorro de Energía para Edificaciones Publicas. • Diagnóstico de la calidad acústica en espacios de enseñanza en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela (FAU/UCV). • Diagnóstico de la calidad higrotérmica y de ventilación en espacios representativos de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU-UCV). • Simulation of the thermal performance of low cost houses in Venezuela to improve thermal comfort. 	
3. APÉNDICE	
<ul style="list-style-type: none"> • Cambio climático y arquitectura en Canadá. Las organizaciones públicas, privadas, profesionales y comunitarias frente a un gran desafío. 	

1. MEMORIA

1.1. RESUMEN

Este trabajo está basado en seis (6) artículos publicados en revistas especializadas aceptados después de un procedimiento estricto y formal de arbitraje de acuerdo a las normas internacionales. En él se establece una relación entre los diferentes artículos par demostrar la pertenencia a una línea de investigación que persigue unos objetivos sobre los cuales se alinean estos artículos. Se puede expresar como una búsqueda de criterios e instrumentos para un diseño y construcción de edificaciones sostenibles, que comienza con el **Artículo N° 1: Revisión de las normas venezolanas referentes a las exigencias térmicas, acústicas y de iluminación bajo una perspectiva de sostenibilidad; Siem, Geovanni; Sosa G., María Eugenia** que surge del Proyecto **Normativa de Habitabilidad Seguridad y Colectividad y Requisitos para el Financiamiento en Relación a la Vivienda y su Entorno - Diagnóstico e inventario**, financiado por el Consejo Nacional de la Vivienda CONAVI. A este proyecto continúa una propuesta de un **Código Nacional de Habitabilidad**, cuya importancia se patentiza en la obtención del 1° Premio Nacional de Investigación en Vivienda 2001, otorgado por el Consejo Nacional de la Vivienda (CONAVI).

A partir de los resultados de los dos proyectos mencionados anteriormente, se desarrolló una rama muy importante de esta línea de investigación, vinculada al uso racional de la energía impulsada por el interés coyuntural surgido de la crisis causada por la sequía y sus efectos en el funcionamiento de la represa de Guri, principal fuente de energía eléctrica del país. Es así que se refleja en el **Artículo N°2: Criterios de Diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes en Venezuela; Sosa, M.E.; Siem, G.;** y el **Artículo N°3: Programa de Ahorro de Energía para Edificaciones Publicas; Siem, Geovanni; Sosa, María Eugenia.**

Otro aspecto muy importante, relacionado con la calidad de la edificaciones surgida a partir del desarrollo del Código Nacional de Habitabilidad, se puso de manifiesto en el **Artículo N° 4: Diagnóstico de la calidad acústica en espacios de enseñanza en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela (FAU/UCV); Siem, Geovanni; Sosa, María Eugenia;** y en el **Artículo N° 5: Diagnóstico de la calidad higrótérmica y de ventilación en espacios representativos de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU-UCV); Sosa, María Eugenia; Siem, Geovanni; Alizo, Tibisay.** Estos artículos, junto a otros aún no publicados, forman parte de los productos del Proyecto **Diagnóstico de las condiciones de habitabilidad de un edificio patrimonial. Caso: Edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV. CDCH No. PG 02-32-5310-2003 (ETAPA I); Sosa, M.E; Siem, G.; Alizo, T.; Junio 2004-Mayo 2005.** En este caso el objetivo era hacer un estudio de las condiciones de habitabilidad para el momento, y evaluar las posibles variaciones en relación a las condiciones originales establecidas como parámetros de diseño por el Arquitecto Carlos Raúl Villanueva. Es conocido que las exigencias han variado a los largo de más de 50 años de funcionamiento de este edificio, el cual por su categoría de Patrimonio de la Humanidad, debe ser preservado.

Por último otra rama de interés surgida de esta línea de investigación, se vincula con las viviendas sociales, las cuales por su bajo costo adolecen en general de malas condiciones de habitabilidad, lo cual impulsa a los ocupantes a realizar modificaciones en el diseño original para adecuarla a sus necesidades. Este hecho representa una contradicción con el concepto de vivienda de bajo costo, pues el propietario termina haciendo una inversión en materiales y

equipo de aire acondicionado, que encarecen su costo de mantenimiento y actúa en contra de los criterios más básicos de sostenibilidad. En el **Artículo N° 6 Simulation of the thermal performance of low cost houses in venezuela to improve thermal comfort; Siem, Geovanni;** se estudia el comportamiento térmico de un modelo de vivienda de interés social para evaluar su adecuación al clima de tres regiones de diferentes altitudes en Venezuela. Esta publicación forma parte de los resultados parciales de mi Tesis de Doctorado, la cual está enfocada a estudiar el comportamiento térmico de viviendas de bajo costo en Venezuela, y a proporcionar información y herramientas para un diseño adecuado a clima, a los interesados en el área de la construcción: arquitectos, ingenieros, constructores, diseñadores, investigadores, promotores y entes financieros.

Aun cuando no ha sido incluido pues no ha sido publicado, creo necesario mencionar el artículo **Cambio climático y arquitectura en Canadá. Las organizaciones públicas, privadas, profesionales y comunitarias frente a un gran desafío; Siem, Geovanni;** escrito como trabajo final de la Beca Faculty Research Program (FRP), otorgada por el Gobierno de Canadá. Este trabajo está orientado a atender la necesidad de estudiar la vinculación de las exigencias de habitabilidad con el cambio climático. Está escrito para el caso de Canadá pero es un ejemplo útil para comprender al alcance global de este fenómeno y las soluciones que se han intentado para mitigar sus efectos. En consecuencia es una llamada de atención a los investigadores, y a los entes y personalidades responsables de la toma de decisiones para incluir urgentemente este tema en sus agendas.

PALABRAS CLAVES: sostenibilidad, normas, eficiencia energética, comportamiento térmico, climatización pasiva, cambio climático, simulación.

1.2. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presenta el desarrollo de una línea de investigación iniciada por el autor desde su ingreso al Instituto de Desarrollo Experimental de las Construcción (IDEC), bajo la figura de Investigador Contratado en 1997. Esta línea de trabajo se fundamenta en un sentido amplio, en la sostenibilidad de las edificaciones, originando varios proyectos y artículos en eficiencia energética, comportamiento térmico y normativas, para apuntar hacia la definición de guías de diseño de edificaciones, adecuadas al clima cálido húmedo que prevalece en Venezuela. También se puede apreciar el uso de herramientas de simulación para estudiar el comportamiento de las edificaciones y profundizar en la búsqueda de mejoras en el diseño, y en los materiales y elementos constructivos. En un plano más general de esta búsqueda, está la preocupación por una situación de impacto mundial que está representada por el cambio climático.

Los artículos presentados han sido realizados en algunos casos con otros miembros del equipo de investigadores del IDEC, en un trabajo multidisciplinario y en red que incluye a investigadores de la FAU, de otras facultades de la UCV y de otras universidades. Es necesario resaltar que en el desarrollo de esta línea de investigación hemos contando con la colaboración de investigadores de otras instituciones del exterior. Debemos mencionar en particular al Laboratorio de Estudios de Fenómenos de Transferencia Aplicados a las Edificaciones (LEPTAB) de la Universidad de La Rochelle, Francia, con el cual el IDEC ha suscrito un convenio de cooperación que ha significado publicaciones en conjunto y pasantías de investigación; y el Centro de Diseño Sostenible, de la Universidad de Queensland, Australia, bajo la supervisión de su Director, Dr. Richard Hyde, donde participamos en calidad de Visitante Académico, entre 2005 y 2006.

1.3. MARCO CONCEPTUAL

Desarrollo Sostenible

El término “desarrollo sostenible”, o “desarrollo sustentable” o “desarrollo perdurable” aparece primeramente en 1987 en el informe "Nuestro futuro común", de la Comisión de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas, mejor conocido como "Informe Brundtland", debido a la noruega Gro Harlem Brundtland, quien lo coordinó. Allí se acuñó este concepto para compatibilizar los aspectos ambientales, económicos y sociales. Más tarde, en 1992, en la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro de Naciones Unidas, se creó la Comisión para el Desarrollo Sostenible con el propósito de dar fuerza a este cambio de mentalidad. Como resultado se redactó el documento Agenda 21, en el que se definía una estrategia general de desarrollo sostenible para todo el mundo, haciendo especial hincapié en las relaciones Norte-Sur. Allí mismo se elaboró la denominada "Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo", donde se asumía el desarrollo sostenible como "aquel desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades".

En ese mismo año la Unión Europea elaboró el V Programa de acción de la Comunidad en medio ambiente que titulaba "Hacia un desarrollo sostenible", en el cual se declaraba que el medio ambiente depende de las acciones colectivas que se tomen en la actualidad, y reconocía la dificultad que suponía este cambio de mentalidad de los Estados miembros, tanto en el mundo empresarial como en los propios ciudadanos.

Como antecedentes al uso del término desarrollo sostenible, es necesario mencionar a Ignacy Sachs, consultor de Naciones Unidas para temas de medio ambiente y desarrollo, quien propuso la palabra "ecodesarrollo" para tratar de ofrecer una solución al dilema de la satisfacción de las necesidades materiales de los países del Tercer Mundo, y al mismo tiempo respetar y preservar los ecosistemas que garantizaban la vida. Este término no se adoptó y fue reemplazado por el ampliamente conocido "desarrollo sostenible".

Dimensiones del desarrollo sostenible

En numerosos documentos de estudio se considera que el desarrollo sostenible debe abarcar tres aspectos: ambiental, económica y social (ver fig. 1). Algunos autores hablan de las dimensiones tecnológicas y políticas también, pero para efectos de nuestra exposición nos ceñiremos a este esquema tripolar.

Según este esquema, las actividades que sólo contemplen las dimensiones ambiental y económica, son consideradas viables; sin embargo si no se atienden las necesidades

sociales, es decir alimentación, ropa, vivienda y trabajo, la población puede encaminarse a una situación de pobreza que dará al traste con los objetivos económicos y ecológicos. Por otra parte si se atienden las necesidades de bienestar social, pero no se dispone de legislación, recursos económicos y tecnológicos

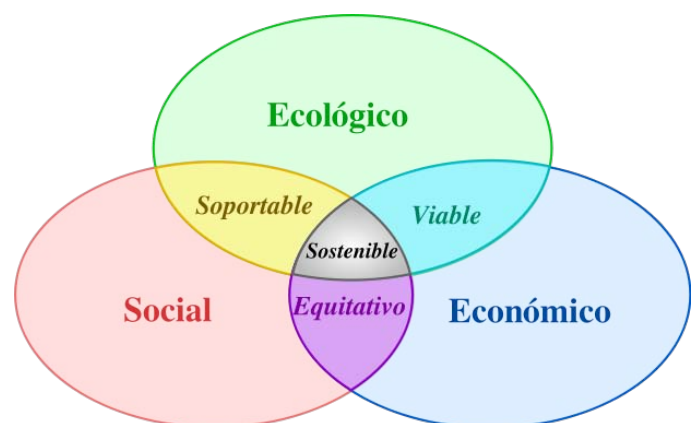


Fig. 1 Dimensiones de la sostenibilidad

para proteger el ambiente, los resultados pueden ser catastróficos, sobre todo cuando se trata de ambientes muy frágiles, de difícil recuperación a los efectos de la acción humana, como se ha comprobado con la actividad minera sin control o las quemas de bosques para obtener tierras cultivables.

Tabla 1 Dimensiones de la sostenibilidad		
Dimensión social <ul style="list-style-type: none"> • Salud y seguridad en el trabajo • Impacto en la calidad de vida de las comunidades. • Beneficios para los más desfavorecidos. 	Dimensión ambiental <ul style="list-style-type: none"> • Reducción de desechos, generación de efluentes y emisiones al ambiente. • Reducción del impacto en la salud. • Uso de materias primas renovables. • Eliminación de sustancias tóxicas. 	Dimensión económica <ul style="list-style-type: none"> • Creación de nuevos mercados y oportunidades para crecimiento. • Reducción de costos a través del mejoramiento de la eficiencia y la reducción de energía y materias primas. • Creación de valor agregado adicional.

Esta visión del desarrollo es tan importante, que ha sido incluido en el Documento Final de la Cumbre Mundial de 2005 de las Naciones Unidas. Allí se refieren a los tres componentes del desarrollo sostenible, que son el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente, como "pilares interdependientes que se refuerzan mutuamente".

En adición a lo expuesto anteriormente, la UNESCO propone la diversidad cultural como el cuarto ámbito del desarrollo sostenible, en su Declaración Universal sobre la Diversidad Cultural (UNESCO, 2001) y señala que "... la diversidad cultural es tan necesaria para el género humano como la diversidad biológica para los organismos vivos". Se convierte en "una de las raíces del desarrollo entendido no sólo en términos de crecimiento económico, sino también como un medio para lograr un balance más satisfactorio intelectual, afectivo, moral y espiritual".

Definiciones relacionadas

En la literatura especializada se encuentran términos que pueden parecer sinónimos, sin embargo o valdría la pena puntualizar las diferencias. Por ejemplo el llamado "desarrollo verde" puede dar prioridad a la "sostenibilidad ambiental" por encima de la "sostenibilidad económica y cultural". No obstante, en algunos casos puede fijarse metas que son inalcanzables a largo plazo. Por ejemplo, una planta industrial de tecnología de punta y respetuosa del ambiente, pero con altos gastos de operación puede ser menos sostenible que una planta de tecnología rudimentaria. Algunas investigaciones parten de esta definición para argumentar que el ambiente es una combinación de naturaleza y cultura, integrando capacidades multidisciplinarias e interpretando la diversidad cultural como un elemento clave de una nueva estrategia para el desarrollo sostenible.

Condiciones para el desarrollo sostenible

Las principales características que debe reunir un desarrollo para que lo podamos considerar sostenible son las siguientes:

- Mantenimiento o mejora del sistema ambiental por parte de la actividad económica, así como la calidad de vida de todos los ciudadanos

- Utilización de los recursos eficientemente, y promoción del reciclaje y la reutilización
- Desarrollo e implantación de tecnologías limpias
- Restauración de los ecosistemas dañados
- Promoción de la autosuficiencia regional
- Reconocimiento de la importancia de la naturaleza para el bienestar humano
- Planteamiento de las actividades humanas "dentro" de un sistema natural que tiene sus leyes, utilizando los recursos sin trastocar los mecanismos básicos del funcionamiento de la naturaleza.

Las ciudades

En las ciudades se concentran y generan buena parte de los problemas ambientales. Ellas, a su vez, son, parcialmente, producto de dos características muy particulares del comportamiento de la población durante el siglo XX: su rápido crecimiento y su excesiva concentración. Muestra de ello es cómo en Estados Unidos de Norteamérica más de la mitad de la población vive concentrada en el 1% de su territorio o cómo en Latinoamérica –que para el año cincuenta apenas contaba con 6 o 7 ciudades con más de un millón de habitantes– cuenta hoy día con 45 ciudades de iguales dimensiones. (Curiel, 2001)

Arquitectura sostenible

Arquitectura Sustentable, también conocida como Arquitectura Sostenible, Arquitectura Verde, Edificios Verdes, Ecoarquitectura y arquitectura ambientalmente consciente, es un modo de concebir el diseño arquitectónico buscando aprovechar los recursos naturales de tal modo de minimizar el impacto ambiental de las construcciones sobre el ambiente natural y sobre los habitantes.

La arquitectura sustentable intenta reducir al mínimo las consecuencias negativas para el medio ambiente de edificios; realizando eficacia y moderación en el uso de materiales de construcción, del consumo de energía, del espacio construido manteniendo el confort higrotérmico.

Construcción sostenible

La construcción es una de las actividades económicas con mayor impacto ambiental. Los edificios y viviendas pueden llegar a consumir hasta la mitad de los recursos naturales del

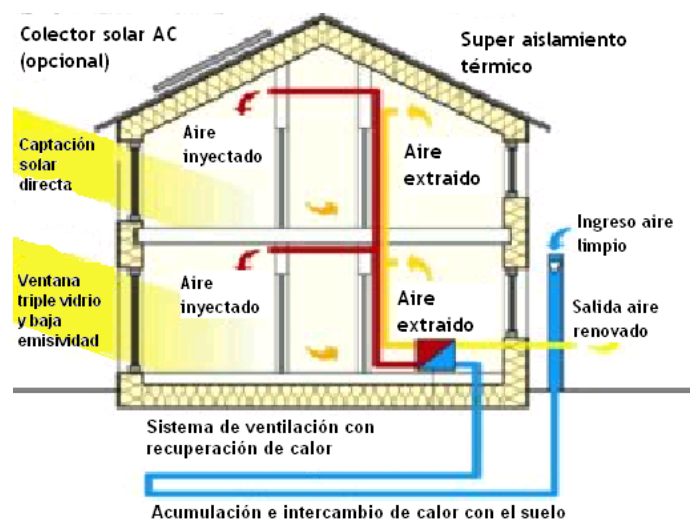


Fig. 2 Casa de diseño sostenible

entorno, y contribuyen en gran manera al aumento de las emisiones contaminantes, tanto durante su construcción como en su vida útil. Por ello, el criterio de sostenibilidad es también clave en este sector, como manera de garantizar la protección del medio ambiente y el desarrollo económico presente y futuro.

La Construcción Sostenible conlleva una gestión eficiente de la energía y del agua y la utilización de recursos y materiales no perjudiciales para el entorno, consiguiendo reducir de esta manera el impacto ambiental causado por los procesos de construcción, uso y derribo de los edificios y por el ambiente urbanizado. Para conseguir este objetivo, es necesario analizar todo el ciclo vital del edificio, desde su diseño arquitectónico y la obtención de las materias primas, hasta su posterior destrucción en forma de residuos. Asimismo, las edificaciones sostenibles deben ser entornos habitables y saludables para los ciudadanos. Sin embargo, muchas construcciones modernas padecen el "síndrome del edificio enfermo", esto es, poseen atmósferas interiores insalubres para sus ocupantes. Por ejemplo, los edificios herméticos con climatización controlada retienen compuestos orgánicos volátiles (COV) que pueden llegar a unas peligrosas concentraciones cientos de veces más altas que en el exterior.

Aunque comienza a notarse una evolución positiva, la experiencia de los últimos veinte años demuestra que no resulta fácil cambiar el sistema de construcción de los edificios y su funcionamiento. En definitiva, se trata de un cambio de mentalidad que debe conducir a la ruptura con los malos hábitos adquiridos durante décadas de derroche de los recursos naturales. Para ello, la Construcción Sostenible necesita, según los expertos, la implicación coordinada y de una forma responsable de todos los agentes responsables en el proceso, como administraciones públicas, ONGs, proveedores energéticos, promotores inmobiliarios y constructores, fabricantes de materiales y por supuesto el usuario final.

La construcción, funcionamiento y mantenimiento de las edificaciones es una de las actividades de mayor impacto ambiental debido a su importante consumo de recursos naturales (minerales, maderas, agua, energía, etc.), y a las alteraciones que introduce en el paisaje inmediato (alteraciones de la topografía, de los suelos, de la vegetación, del microclima, de las escorrentías, etc.). Por otra parte, el uso inadecuado de materiales, el mantenimiento deficiente y el diseño inapropiado puede tener igualmente efectos nocivos sobre los usuarios, constituyendo lo que se ha dado en llamar el "síndrome del edificio enfermo". Esto es así, tanto en los países desarrollados –por el uso intensivo de recursos naturales que demanda cada edificación– como en países del tercer mundo por el número y precariedad de lo construido y por construir. En Venezuela, existen 950.000 viviendas que necesitan ser "habilitadas" (Cilento, 1999) y al déficit habitacional acumulado de 550.000 viviendas es necesario agregarle anualmente una demanda adicional de cien mil viviendas.

Energía y arquitectura

La eficiencia energética es una de las principales metas de la arquitectura sostenible, aunque no la única. Los arquitectos utilizan diversas técnicas para reducir las necesidades energéticas de edificios mediante el ahorro de energía y para aumentar su capacidad de capturar la energía del sol o de generar su propia energía.

Entre estas estrategias de diseño sustentable se encuentran la calefacción solar activa y pasiva, el calentamiento solar de agua activo o pasivo, la generación eléctrica solar, la acumulación freática, y más recientemente la incorporación en los edificios de generadores eólicos.

La casa pasiva estándar combina una variedad de técnicas y tecnologías para alcanzar un uso ultra-bajo de la energía.

Una agenda para la sostenibilidad

La obligación de atender, e intentar resolver los problemas que afectan la calidad de vida de los actuales habitantes del planeta, sin comprometer la posibilidad de que las futuras generaciones puedan disponer de recursos para resolver los suyos, es una referencia directa a la modificación del medio ambiente natural, que es lo que hacemos arquitectos e ingenieros, y señala la característica fundamental del concepto: la sostenibilidad es un enfoque de carácter holístico, que implica aspectos tecnológicos, políticos, sociales, económicos, ecológicos y éticos. Lo anterior quiere decir que no basta con proyectar edificaciones respetuosas del ambiente, sino que es necesario considerar el conjunto de los aspectos para que la naturaleza múltiple de la sostenibilidad pueda ser reconocida. El tema es complejo, pero las exigencias actuales, vinculadas a los fenómenos ambientales globales y al interés que ellos suscitan en las naciones y pueblos, así como la creciente vulnerabilidad de los grandes centros urbanos, hace perentorio abordar el asunto con seriedad científica y técnica. (Cilento, 2005)

Investigación y Desarrollo

Se deberían orientar los programas de investigación y desarrollo (I&D), en el campo industrial y de la construcción, bajo las premisas del desarrollo sostenible. Las principales orientaciones serían (Acosta, Cilento, 2005):

- 1) I&D en nuevas técnicas que utilicen residuos y desechos provenientes de las actividades agrícolas y agro industriales, mineras, de la industria manufacturera y de la propia construcción;
- 2) I&D para la producción local de materiales de construcción utilizando recursos locales o regionales; así como para el mejoramiento de las características técnicas de materiales tradicionales o autóctonos;
- 3) I&D en los campos de ahorro energético en todas las fases del ciclo de vida de materiales, componente y obras de construcción; igualmente en lo relativo al ahorro en el consumo de agua;

- 4) I&D sobre las propiedades y comportamiento de materiales de baja energía incorporada para estimular su especificación (uso) por parte de proyectistas y constructores;
- 5) I&D en técnicas que mejoren la eficiencia energética de las edificaciones mediante el uso de medios pasivos que propicien la eliminación de ventilación mecánica y aire acondicionado;
- 6) I&D de nuevas normas de comportamiento para la producción y utilización de nuevos materiales y productos de construcción bajo parámetros de sostenibilidad;
- 7) hacer accesible más información y conocimientos sobre sostenibilidad de la construcción, mediante campañas, proyectos de demostración, programas experimentales, concursos de mejores prácticas y similares;
- 8) revisar las normas de construcción, especificaciones y códigos de práctica de manera de permitir y estimular el uso de materiales de baja energía incorporada; y
- 9) profundizar los mecanismos de transferencia de conocimientos, información e innovaciones entre el sector educativo y el sector productivo.

REFERENCIAS

1. Acosta, D., Cilento Sarli, A., Edificaciones sostenibles: estrategias de investigación y desarrollo, Tecnología y Construcción, nº 21-I, pp. 15-30, 2005.
2. Cilento, A., Una agenda para la arquitectura y construcción sostenibles, presentación, Cátedra Holcim Andina de Construcción Sostenible, 26 de septiembre a 2 de octubre de 2005,
3. Cuchí Burgos, A., ¿En qué consiste la edificación sostenible?, conferencia, Escuela de Arquitectura del Vallés, Universidad Politécnica de Cataluña, Toledo, 14 de abril de 2005
4. Curiel Carias, E., La Arquitectura en regiones de Venezuela. Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU), Universidad Central de Venezuela (UCV). Trabajo de ascenso a la categoría de profesor asistente, 1982.
5. Curiel Carías, E., Las construcciones sustentables: de lo general a lo particular, Tecnología y Construcción. Vol. 17-II, pp. 35-42, 2001.
6. Kammerbauer, J., Las dimensiones de las sostenibilidad: fundamentos ecológicos, modelo paradigmático y senderos. Interciencia, vol. 26, N° 008, pp. 353-359, 2001.
7. Unesco, Declaración universal sobre la diversidad cultural, París, 2002
8. Usón Guardiola, E., Dimensiones de la sostenibilidad, Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya, 2004.

1.4. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DEL AUTOR: SOSTENIBILIDAD DE LAS EDIFICACIONES

En el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) adscrito a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela; se ha venido consolidando desde hace varios años una línea de investigación enfocada en la sostenibilidad de las edificaciones, como una vía de integración de los diferentes áreas de trabajo, pues este enfoque permite abarcar muchas visiones y aproximaciones a la vez. En el IDEC se han conformado desde su creación tres (3) áreas de trabajo: Requerimientos de Habitabilidad, Desarrollo Tecnológico y Economía de la Construcción. El autor pertenece a la primera de las mencionadas áreas y desde allí a consolidado su propio espacio de trabajo enmarcado principalmente en la sostenibilidad de las edificaciones. Este enfoque fue promovido y alentado por el Prof. Alfredo Cilento, autor de varios artículos, proyectos de investigación y libros sobre la materia.

En lo que respecta a la contribución particular de autor al desarrollo de esta línea de investigación, se puede señalar la Figura 3, donde se establecen las relaciones entre las diferentes acciones, proyectos y productos donde ha estado involucrado. Tal como se señala allí hay dos grandes temas: SOSTENIBILIDAD DE LAS EDIFICACIONES, que constituye la línea de investigación en si misma; y CAMBIO CLIMÁTICO, el cual representa el gran desafío que enfrenta actualmente la humanidad, para el cual la arquitectura debe tener una respuesta urgente y sólida. Este tema provee nuevos insumos que condiciona y modifica prácticamente cualquier investigación actualmente y por esa razón aparece encima de todas las demás acciones, como si actuara como una gran sombrilla que arroja sombras sobre todo el resto.

Desde un punto de vista cronológico, los primeros esfuerzos para realizar un diagnóstico de las normas existentes en Venezuela, que pudieran determinar o influir en la implantación de los requerimientos de habitabilidad donde participó el autor fue el proyecto "Normativa de Habitabilidad Seguridad y Colectividad y Requisitos para el Financiamiento en Relación a la Vivienda y su Entorno-Diagnostico e inventario", promovido por Conavi, en 1998. Una de las conclusiones más importantes de este trabajo fue la escasez e inadecuación de normas, lo cual llevó a plantear al Conavi un proyecto, coordinado por el autor, titulado Código Nacional de Habitabilidad para la Vivienda y su entorno, el cual se hizo acreedor al 1° Premio Nacional de Investigación en Vivienda CONAVI 2001.

Estos resultados nos orientaron a profundizar en el tema de la calidad interior de los espacios habitados, en particular los aspectos de confort térmico, confort lumínico, confort acústico, calidad del aire y racionalidad del uso de la energía. De esta manera se desarrollaron acciones para continuar estos estudios en los propios espacios de la Facultad de Arquitectura de la UCV, dada su importancia única como edificio emblemático del creador de la Ciudad Universitaria, Patrimonio Cultural de la Humanidad. Como producto de estas iniciativas se realizaron dos (2) proyectos financiados por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la UCV:

- Desarrollo de Metodología par Auditoria Energética de Edificaciones Universitarias. CDCH No. PG 02-32-5309-2003 (ETAPA I); Mayo 2004 – Abril 2005, coordinado por el autor.

- Diagnóstico de las condiciones de habitabilidad de un edificio patrimonial. Caso: Edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV. CDCH No. PG 02-32-5310-2003 (ETAPA I); Junio 2004-Mayo 2005, donde el autor participa como investigador.

Una situación de emergencia nacional en el suministro de energía eléctrica originada por la sequía que afectó el nivel de las represas de las centrales hidroeléctricas, llevó al gobierno nacional a dictar un decreto para garantizar un ahorro de 20 % en las edificaciones públicas en 1999. El Ministerio de Energía y Minas de entonces solicitó la participación del equipo de investigadores del IDEC en un programa de trabajo que incluía una Guía de Operaciones de Ahorro de Energía Eléctrica para Edificaciones Públicas, cuya realización fue coordinada por el autor y editada conjuntamente por el MEM y el IDEC/UCV, en julio 2002. Además nuestro equipo de investigadores participó como instructores en un Taller de Ahorro de Energía para Funcionarios y como consultores en la realización de auditorías energéticas a edificaciones públicas en diferentes regiones del país así como también en la elaboración de planes de ahorro de energía.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, a través de la Agenda Ciudad, apoyó y financió el proyecto Técnicas de Reducción del Gasto Energético de Edificaciones, realizado en colaboración con la Electricidad de Caracas, entre Septiembre de 2000 y Abril de 2002. Como productos de este proyecto se editaron los documentos:

- Manual de Diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico; autores: Sosa, María Eugenia; Siem, Geovanni, IDEC / EDC / FONACIT, ISBN: 980-00-2184-1; Caracas 2004.
- Guía del consumidor de energía eléctrica en viviendas y oficinas; autores: Sosa, María Eugenia; Siem, Geovanni; IDEC / EDC / FONACIT; Caracas 2004

La experiencia adquirida y los resultados obtenidos en la investigación referida anteriormente, fueron algunos elementos de peso para la consolidación de un proyecto realizado con la cooperación del Laboratoire d'Etude des Phénomènes de Transfert Appliqués au Bâtiment (LEPTAB), de la Universidad de La Rochelle, en Francia, a través de programa EcosNord. Este proyecto titulado Integración de Sistemas Pasivos de Acondicionamiento Térmico en Venezuela – ISPAVen, busca la incorporación de los investigadores del IDEC y de otras universidades venezolanas, al reforzamiento de las capacidades de investigación y a la agregación de información relevante para el diseño bioclimático de edificaciones en Venezuela. Cada investigador hace su aporte particular basado en sus propias líneas y trabajos de investigación, enriquecido con el intercambio de experiencias con los investigadores del LEPTAB, durante las pasantías de investigación y los eventos realizados en conjunto.

A partir de la experiencia recabada en los dos proyectos centrados en las condiciones de habitabilidad y eficiencia energética del edificio de la FAU; surgió la necesidad de crear un laboratorio para ofrecer las fortalezas de la UCV en esta área a través de un proyecto multidisciplinario de servicio, apoyado por el CDCH como una Unidad de Servicio Integrado (USI) denominado Laboratorio de Habitabilidad y Energía, el cual comenzará a funcionar en el último trimestre de 2008.

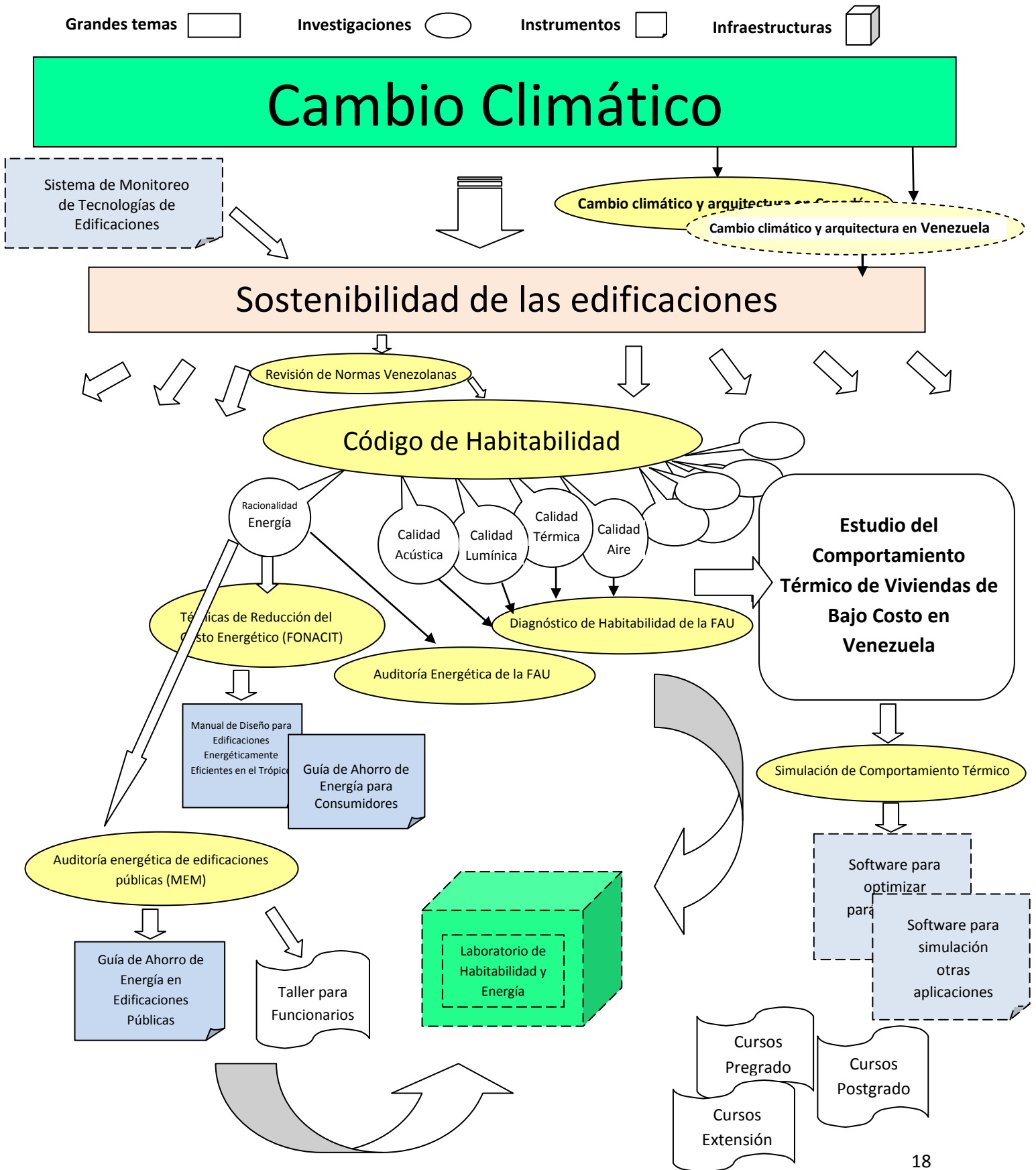
Dentro de la variedad de temas que pueden incluirse en esta línea de investigación, al autor escogió el estudio del comportamiento térmico de las viviendas de bajo costo en Venezuela, con el fin de conocer las variables arquitectónicas y científicas que están vinculadas a la calidad térmica de este tipo particular de edificaciones. La motivación principal que llevo a escoger este tema para desarrollarlo como tesis de Doctorado es la hipótesis de que están diseñadas y construidas bajo criterios fundamentalmente económicos, para cumplir los objetivos oficiales de proveer de vivienda a las familias de menos recursos, pero que los criterios de calidad, contemplados en el Código de Habitabilidad para la Vivienda y su Entorno, son dejados de lado. Por esta razón, este tema del Doctorado propone una evaluación de los criterios de diseño enfocados en el comportamiento térmico de viviendas de bajo costo, mediante el apoyo de software de simulación para proponer una optimización de parámetros de diseño, y ofrecer una herramienta informática que pueda ser utilizada por arquitectos, ingenieros y constructores para evaluar las características térmicas de las viviendas en la etapa de diseño.

Finalmente, el autor ha incluido el tema del cambio climático como un aspecto fundamental para tener en cuenta en las propuestas que de generen en esta línea de investigación, dada la importancia mundial de este tópico y el alcance global de sus efectos. Como información complementaria a este trabajo de ascenso el autor ha incluido dentro de la información anexa, un artículo, el cual a pesar de que aún no ha sido publicado formalmente, resume un trabajo de investigación financiado por el Gobierno de Canadá, a través de la beca Faculty Research Program (FRP). El título de este trabajo es:

- Cambio climático y arquitectura en Canadá. Las organizaciones públicas, privadas, profesionales y comunitarias frente a un gran desafío; Siem, Geovanni.

Como puede observarse, el orden en que se realizaron los artículos que conforman este trabajo de ascenso, no corresponde necesariamente al orden lógico en el cual debería estar planteada la investigación. La razón es que esto sucedió en la secuencia y tiempo en que se materializaron los proyectos, y no en el que hubiéramos planificado.

Fig. 3 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: SOSTENIBILIDAD DE LAS EDIFICACIONES



1.5. ANÁLISIS DE LOS ARTÍCULOS PRESENTADOS

Artículo N° 1

Revisión de las normas venezolanas referentes a las exigencias térmicas, acústicas y de iluminación bajo una perspectiva de sostenibilidad; Siem, Geovanni; Sosa G., María Eugenia; Revista Tecnología y Construcción. Instituto del Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC). Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, Vol. 17-II, Mayo-agosto 2001 pp. 29-34. Caracas, Venezuela. 2001.
http://www.arq.ucv.ve/idec/indiceacumulado/paginas/indiceautor_1.html

RESUMEN

En este trabajo se destacan los resultados obtenidos principalmente de los proyectos:

- “Normas de Habitabilidad, Seguridad y Colectividad en Relación a la Vivienda y su Entorno. Inventario y Diagnóstico”. Proyecto de Investigación para el Consejo Nacional de la Vivienda (Conavi). Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC), Instituto de Urbanismo (IU), Centro de Estudios del Espacio Arquitectónico (CEEA), Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UCV; 1999.
- “Código Nacional de Habitabilidad para la Vivienda y su Entorno. Informe de Avance N° 1” Proyecto de Investigación para el Consejo Nacional de la Vivienda (Conavi). Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC), Instituto de Urbanismo (IU), Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela (UCV); 2000.

Tal como lo anuncia el título del Trabajo de Ascenso, ***Sostenibilidad de las edificaciones: desde las normativas al cambio climático***, este artículo que se presenta en primer lugar, ofrece una idea del desarrollo de esta línea de investigación por el autor, que se inició con el diagnóstico de las normas venezolanas referidas a la habitabilidad de la vivienda. A partir de las conclusiones de este estudio, que reveló la escasez de normas, se continuó con la proposición de un Código de Habitabilidad para la Vivienda y su entorno, el cual contiene un esquema conceptual y organizativo desarrollado hasta un nivel general, pero que aún espera por su desarrollo en detalles para cada exigencia de habitabilidad y cada componente de la vivienda y su entorno.

PROBLEMA PLANTEADO

La normativa vigente en Venezuela se ha originado principalmente como una adaptación de las normas extranjeras. En efecto, es muy poco lo que se ha hecho para producir o seleccionar normas de habitabilidad de las viviendas y de los espacios urbanos que ellas generan, adecuadas a las condiciones climáticas, socioculturales y tecnológicas.

En general, las construcciones siguen criterios arquitectónicos inadecuados que no responden al clima, lo cual impone sistemas de acondicionamiento activo sobrediseñados para alcanzar los niveles de calidad térmica. Ello trae como consecuencias un uso irracional de la energía y mayores costos por funcionamiento.

Frente a esta situación resulta prioritario disponer de un sistema adecuado y flexible de normas, que propicie una mejor calidad de los ambientes, basado en el empleo de criterios de comportamiento, el uso racional de los recursos y el ahorro energético.

En este trabajo se propone un diagnóstico de las normas existentes en relación al confort térmico, acústico y de iluminación, y establece una jerarquía identificadas por las letras A, B o C, según se manifieste la relación de interdependencia entre Exigencias Humanas y Componentes de la vivienda.

Tabla 1 – Relación entre exigencias humanas y componentes de la vivienda

		Componentes de la vivienda														
		Espaciales					Constructivos									
Exigencias Humanas		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
		Espacios	Espacios Privados	Divisiones Interiores	Envolvente Externa.	Estructuras	Instalaciones	Equipos Sanitarios	Instalaciones Energéticas	Equipos Energéticos	Instalaciones de Telecomunicación	Equipos de Telecomunicación	Instalaciones de Seguridad	Equipos de Seguridad	Instalaciones	Equipos
Confort Térmico		A	A	A	A	A	C	C	B	B	C	C	C	C	A	A
Confort Acústico		A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	C	C	B	B
Confort Lumínico		A	A	A	A	A	C	B	A	A	C	C	A	A	C	C

COHERENCIA CON LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: SOSTENIBILIDAD DE LAS EDIFICACIONES

Este artículo presenta una propuesta de normativa de habitabilidad para la vivienda y su entorno, basada en criterios de sostenibilidad, por lo cual tanto en el análisis como en la propuesta se evidencia el énfasis en la búsqueda de soluciones armónicas con la naturaleza tal como se expresa en el párrafo: .
“Este artículo presenta los resultados obtenidos a partir del estudio de las normas nacionales vigentes que regulan los requerimientos de habitabilidad en relación al confort (térmico, acústico y lumínico), bajo una óptica de sostenibilidad.”

“Mediante este estudio se busca efectuar un diagnóstico a partir del cual se actualicen y/o se adecúen las normas que afectan la producción de viviendas ajustadas a exigencias acordes con las necesidades reales de la población. Por lo tanto deben permitir responder a los objetivos siguientes:

- *Propiciar la innovación y el desarrollo tecnológico*

- *Garantizar el mejoramiento progresivo de la calidad de la vivienda*
- *Racionalizar los costos de construcción*
- *Racionalizar el consumo energético”*

APORTE PERSONAL AL ARTÍCULO

En este artículo, presentado junto a la Profesora María Eugenia Sosa, el autor contribuyó con los conocimientos de su profesión de Ingeniero Mecánico, para los aspectos relacionados con el diagnóstico de normas relacionadas con los equipos y accesorios, mecánicos, eléctrico e hidráulicos. También fue de gran ayuda su experiencia en las tareas de revisión, corrección y aprobación de normas COVENIN, como integrante designado por INTEVEP S.A., y también en las tareas de evaluación de sistemas de control de calidad de empresas proveedoras para la industria petrolera. Ambas actividades del ejercicio profesional permitieron al autor aportar su visión particular y complementaria a la contribución de la Arquitecta María Eugenia Sosa.

Artículo N° 2

Criterios de Diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes en Venezuela; Sosa, M.E.; Siem, G.; Revista de la facultad de ingeniería, Vol. 19 -N 3, Pág. 21, UCV, 2005.
<http://revele.com.ve/programas/indice/ria.php?id=13146&rev=fiucv>

RESUMEN

En este trabajo se describen las principales estrategias y criterios que deben servir de orientación a los arquitectos, ingenieros y afines, para concebir y construir edificaciones en el trópico con un comportamiento eficiente en el uso de la energía eléctrica principalmente, aunque también implica a otros tipos de energía, dentro de un concepto de sostenibilidad.

Una interacción adecuada entre la arquitectura y el ambiente debe extraer beneficios de las condiciones climáticas particulares y de los recursos naturales para elaborar soluciones propias, en función de un mayor ahorro de energía sin menoscabo de la calidad de vida. Los criterios de diseño para concebir edificaciones con alta eficiencia energética deben estar dirigidos a privilegiar el acondicionamiento pasivo y la iluminación natural, así como a usar racionalmente el acondicionamiento mecánico cuando las necesidades de uso así lo requieran. Las recomendaciones están basadas fundamentalmente en tres estrategias principales para eliminar o reducir el uso de la energía eléctrica: ventilación natural, iluminación natural y bloqueo solar. Cada una de ellas y también su combinación deben conducir a resultados donde el confort y la eficiencia energética sean el objetivo común.

Los criterios iniciales de diseño de una edificación definirán su comportamiento futuro en relación a la demanda de energía. La potencialidad de establecer este comportamiento es mayor al inicio del proceso de diseño, disminuye a medida que se avanza en el proceso y se hace casi nula al finalizar la construcción y el equipamiento.

En la producción de edificaciones en Venezuela con mucha frecuencia se desatienden las exigencias climáticas propias como criterio fundamental de diseño, para darle posteriormente una solución que en la mayoría de los casos, desemboca en la instalación de potentes sistemas de aire acondicionado con alto consumo a lo largo de su ciclo de vida. Aún más grave ocurre en los casos de acondicionamiento pasivo, donde se obtienen ambientes interiores con bajos niveles de confort térmico. Esta situación lleva a proponer recomendaciones de diseño arquitectónico que engloben los componentes constructivos, las instalaciones y el equipamiento, dirigidas a incidir en una adecuada formación y práctica profesional con un planteamiento de sostenibilidad enfocada a la eficiencia energética. Una exposición detallada sobre estas recomendaciones pueden encontrarse en el Manual de Diseño de Edificaciones Energéticamente Eficientes indicado en las referencias bibliográficas

PROBLEMA PLANTEADO

El principal problema que ha motivado la redacción de este artículo, es colocar la atención de los arquitectos en la racionalidad energética de las edificaciones como un elemento muy importante del diseño, pues es un requerimiento que cada vez se hace indispensable en un mundo amenazado por el cambio climático, en la dimensión ambiental, y por el costo de la

energía convencional, en la dimensión económica. Un enfoque de racionalidad energética nos conduce a formular recomendaciones de diseño basadas en tres estrategias fundamentales:

- Mitigación de las cargas de calor solar
- Aprovechamiento de la ventilación natural
- Control de la iluminación natural

Estas estrategias servirán de guía para ser aplicadas a cada uno de los diferentes componentes arquitectónicos, sin embargo, su aplicación dentro del proyecto debe responder a una concepción integradora, coherente y funcional.

COHERENCIA CON LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: SOSTENIBILIDAD DE LAS EDIFICACIONES.

Este artículo plantea uno de los mayores requerimientos actuales a una edificación sostenible: la eficiencia energética, la cual debe incorporarse en los criterios básicos de diseño. No se trata sólo de razones economicistas, sino que significa una reducción importante en el impacto ambiental, por la reducción de fuentes emisoras de CO₂, que están relacionadas con el calentamiento global. El planteamiento central de la propuesta está contenido en los siguientes párrafos extraídos del artículo:

“La obra arquitectónica debe concebirse en armonía con el clima y con las características socioculturales, económicas y tecnológicas del país, pues sus efectos se reflejan en la calidad de los espacios habitables, el uso racional de la energía y el impacto ambiental.”



Fuente: Elaboración propia a partir de ENSAR Group, aparecido en Sosa, M.E., Siem, G.; Manual de Diseño de Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico; <http://www.arq.ucv.ve/idec/habitabilidad/racionalidad/>

“Los criterios iniciales de diseño de una edificación definirán su comportamiento futuro, en relación a la demanda de energía. Tal como lo muestra el gráfico N° 1, la potencialidad de establecer este comportamiento es mayor al inicio del proceso de diseño, disminuye a medida que se avanza en el proceso y se hace casi nula al finalizar la construcción y el equipamiento”

“Una edificación de alta calidad arquitectónica puede representar una inversión importante durante el proyecto y la construcción, pero esos no son los únicos elementos a considerar en el costo global. Un criterio amplio de sostenibilidad también toma en cuenta los costos de operación y mantenimiento a lo largo del ciclo de vida de la edificación.”

APORTES PERSONAL AL ARTÍCULO

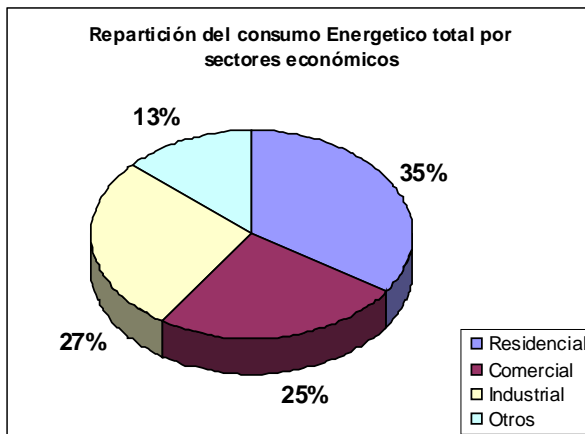
Al aporte personal del autor en este artículo, realizado en colaboración con la Profa. María Eugenia Sosa, se reflejó principalmente en el trabajo integrado de arquitectura e ingeniería para definir la estructura y elaboración del MANUAL. Por otra parte, y con base en la formación de Ingeniero Mecánico del autor, su participación se acentuó en el análisis de las funciones y eficiencia de los equipos mecánicos, eléctricos, sanitarios y de emergencia, que acompañan al edificio.

Artículo N° 3

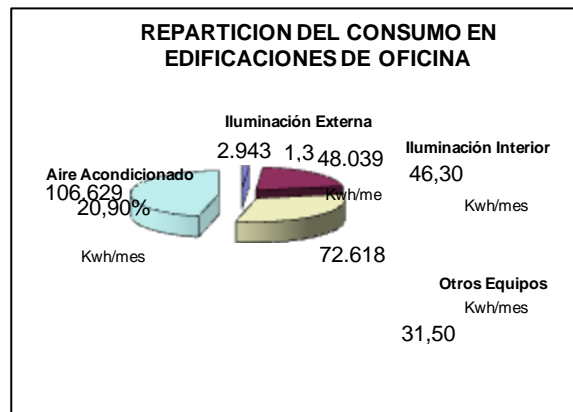
Programa de Ahorro de Energía para Edificaciones Publicas; Siem, Geovanni; Sosa, María Eugenia; Revista de la Facultad de Ingeniería, Vol. 19 -N 3. Pág. 69, UCV, 2005.<http://revele.com.ve/programas/indice/ria.php?id=13144&rev=fiucv>

RESUMEN

En este trabajo se exponen los alcances del **Programa de ahorro de energía eléctrica para edificaciones públicas** contenido en el Decreto Presidencial 1.629, de la Gaceta Oficial N° 37.377, de fecha 01 de febrero de 2.002, para enfrentar la emergencia surgida por la sequía prolongada la cual afectó la disponibilidad de energía eléctrica de la represa del Guri, la principal fuente de generación de Venezuela. Considerando que el sector público representa aproximadamente 13% de la demanda de energía eléctrica a nivel nacional, este programa planteó como meta de obligatorio cumplimiento la reducción de 20% en el consumo en edificaciones públicas en el plazo de un año. Para llevar a cabo este programa se requirió la elaboración de una Guía de Operaciones de Ahorro de Energía Eléctrica para Edificaciones Públicas¹, un Taller de Capacitación en Ahorro de Energía Eléctrica² para Funcionarios Públicos y un Plan de Visitas Técnicas a las organizaciones adscritas al Programa para orientar y evaluar las medidas de ahorro implantadas. Esta experiencia que duró casi un año fue descontinuada pues las condiciones climatológicas cambiaron y desapareció la emergencia como principal motivador; sin embargo es necesario replantear esta iniciativa desde otras perspectivas más amplias y de mayor alcance en el tiempo debido al impacto en el ambiente. En este artículo se describen las medidas de ahorro contempladas en la Guía de Operaciones de Ahorro de Energía Eléctrica para Edificaciones Públicas y los resultados de algunas experiencias piloto. Finalmente se hacen algunas proposiciones relacionadas con la educación, la regulación y la acción conjunta de organismos públicos y privados.



Fis.1 Distribución del consumo por sector



Fis.2 Distribución del consumo por equipos

PROBLEMA PLANTEADO

A través del programa de ahorro de energía, se propuso atacar y solventar el grave problema de la disminución del suministro de electricidad en todo el país a raíz de la emergencia ocasionada

por una larga sequía de graves consecuencias. La participación del cuerpo de investigadores del IDEC, al cual pertenece el autor, estuvo enfocada a asistir en la elaboración de una guía de ahorro, la formación de personal especializado para hacer cumplir las directrices de ahorro de energía en las empresas públicas y la elaboración y seguimiento de planes de auditoría energética.

COHERENCIA CON LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: SOSTENIBILIDAD DE LAS EDIFICACIONES

El ahorro de energía es uno de los objetivos más preciados en un proyecto de desarrollo sostenible. En Venezuela la principal fuente de energía proviene de fuentes hidráulicas, la cual es menos productora de gases de invernadero en comparación con las plantas termoeléctricas. No obstante una organización que haga un uso racional de la energía está orientada a un proyecto de sostenibilidad social (produce mayor bienestar y confort a la población, proporciona seguridad personal y comunitaria), sostenibilidad económica (mejor uso de los recursos, posibilidad de más y mejores fuentes de trabajo, menos costos por mantenimiento y reparación) y sostenibilidad ambiental (menos desperdicio de energía y recursos, procesos más limpios, menos uso de otras energías más contaminantes para complementar las fallas y deficiencias del servicio de energía hidroeléctrica).

APORTE PERSONAL AL ARTÍCULO

El aporte personal del autor surge en primer lugar por haber sido el Coordinador del proyecto para la elaboración de la Guía de Operaciones de Ahorro de Energía Eléctrica para Edificaciones Públicas, solicitada por el Ministerio de Energía y Minas. También participó en dos actividades adicionales que acompañaron la elaboración de la Guía: instructor en el Taller de Capacitación en Ahorro de Energía Eléctrica para Funcionarios Públicos y consultor en el Plan de Visitas Técnicas a las organizaciones adscritas al Programa para orientar y evaluar las medidas de ahorro implantadas. La experiencia recabada en estas actividades sirvieron para enriquecer el contenido del artículo.

Tal como ocurrió en otros artículos, en este las tareas fueron compartidas con la Profa. María Eugenia Sosa, quien con su formación de Arquitecta ha complementado el trabajo del autor, de profesión Ingeniero Mecánico. A partir de su formación profesional, su experiencia en proyectos mecánicos, en Sistemas de Control de Calidad en la industria petrolera, análisis de fallas en equipos mecánicos, y su experiencia en la revisión y aprobación de Normas Covenin, y la experiencia desarrollada en el IDEC, a través de la participación en diferentes actividades docentes y de investigación, relacionadas con el área de requerimientos de habitabilidad de las edificaciones. En el caso particular de este artículo, su contribución se extendió a todo el trabajo, y en especial al conocimiento de los sistemas mecánicos y eléctricos.

Artículo N° 4

Diagnóstico de la calidad acústica en espacios de enseñanza en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela (FAU/UCV); Siem, Geovanni; Sosa, María Eugenia; Revista Tecnología y Construcción. Vol. 22-II, 2006, pp. 15-22.

<http://fau.ucv.ve/idec/paginas/revista.html>

RESUMEN

La Universidad Central de Venezuela, en tanto que Patrimonio de la Humanidad, según declaración de la UNESCO en 2000, debe preservarse como obra arquitectónica de la modernidad y cumplir a la vez con su función de enseñanza y producción de conocimientos. El edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, emblema de este importante conjunto arquitectónico, desde su apertura en 1957 se ha visto obligada a modificar el uso de los espacios para atender la creciente demanda de matrícula estudiantil y adaptarse a los cambios tecnológicos, afectando la habitabilidad del diseño original. Este trabajo está dedicado al estudio de las exigencias acústicas en algunos espacios intervenidos, seleccionados por sus deficiencias conocidas a través de las opiniones de los usuarios y a la constatación previa por parte de los investigadores, con el objetivo de controlar los ruidos indeseables, para garantizar el rendimiento estudiantil y la productividad laboral, de acuerdo a las normas venezolanas COVENIN. Los resultados muestran que la calidad acústica de estos espacios es inadecuada, por lo cual se recomienda: medidas urgentes de mantenimiento correctivo y preventivo de los equipos de aire acondicionado, generadores de altos niveles de ruido y atención a la estanqueidad de puertas y ventanas, que afectan la durabilidad de estos equipos y aumentan el consumo de energía. También se sugiere evaluar soluciones alternativas más sostenibles para el acondicionamiento de estos espacios. Se propone extender la metodología y experiencia surgida de este estudio a otros espacios de la FAU, y otras edificaciones educativas dentro y fuera de la UCV.

PROBLEMA PLANTEADO

La calidad acústica es una exigencia fundamental en la planta física de la FAU por ser una edificación educativa con aulas de clases, talleres de diseño, salones de conferencias, salas anfiteátricas y auditorio, en los cuales es importante mantener controlados los niveles de sonidos para no afectar el rendimiento estudiantil y la productividad laboral en las áreas de oficina, investigación o de apoyo.

Las modificaciones de la estructura funcional, académica y administrativa de la FAU, para adaptarlo a las exigencias de crecimiento poblacional en casi 50 años de funcionamiento, han producido cambios de usos de los espacios, atendiendo en algunas ocasiones más a la necesidad que a la calidad.

El edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU), es una de las edificaciones emblemáticas de la Universidad Central de Venezuela (UCV), diseñada por el Arquitecto Carlos Raúl Villanueva, la cual ha sido declarada como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en Noviembre de 2000. Esta es una razón adicional para estudiar las condiciones actuales de habitabilidad de este importante edificio, además de las señaladas anteriormente.

En el presente artículo se recogen los resultados de las mediciones in situ de la calidad acústica de algunos espacios seleccionados como casos de estudio por su importancia en el actividad docente, de investigación o administrativa. Además se proponen medidas correctivas donde fuese menester a la luz de las normativas nacionales y/o internacionales vigentes.

Tabla de recomendaciones de niveles de ruido para locales de trabajo típicos - norma Covenin 1565:1965

Locales típicos	Curva recomendada RNR	Nivel de ruido Aprox. en dBA
Salas de conciertos	20	30
Pequeños auditorios, grandes salas de conferencias y reuniones.	35	Menos de 42
Oficinas privadas, semi-privadas, oficinas de ingeniería.	40 a 45	Entre 50 y 55
Salones de clase	35 a 45	Entre 40 y 55
Lugares de trabajo donde se requiera comunicación telefónica, diferentes a los anteriores.	55 a 60	Entre 65 y 70

COHERENCIA CON LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN SOSTENIBILIDAD DE LAS EDIFICACIONES

En este trabajo se tocan importantes problemas relacionados con la sostenibilidad de las edificaciones. Los aspectos de confort térmico y calidad del aire en los espacios académicos de enseñanza garantizan condiciones adecuadas para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje, preservan la salud de los ocupantes, lo cual es condición necesaria para promover la productividad; lo cual está relacionado con la dimensión social y económica de la sostenibilidad; por otra parte está también relacionado con el uso racional de los recursos pues enfoca a atención hacia el uso eficiente de la energía, a través del uso de equipos adecuados y del mantenimiento de los equipos se reducen los costos y el desperdicio de energía y recursos. La clave de este trabajo sería conocer cómo contribuye a una acción más sostenible el confort térmico y la calidad del aire interior. La respuesta está en los beneficios que trae tanto para los ocupantes, cuasi – permanentes o transitorios.

APOORTE PERSONAL AL ARTÍCULO

El aporte personal en este caso específico, residió en participar en la concepción, formulación y realización de las actividades del proyecto de investigación Diagnóstico de las condiciones de habitabilidad de un edificio patrimonial. Caso: Edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV. CDCH No. PG 02-32-5310-2003 (ETAPA I); Junio 2004-Mayo 2005 junto a las investigadoras María Eugenia Sosa (Coordinadora) y Tibusay Alizo. En el caso específico del estudio de la calidad acústica, que dio origen a este artículo, al autor le correspondió coordinar las actividades de planificación, instalación, medición, supervisión, lectura e interpretación de los resultados.

Artículo N° 5

Diagnóstico de la calidad higrotérmica y de ventilación en espacios representativos de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU-UCV); Sosa, María Eugenia; Siem, Geovanni; Alizo, Tibisay; Revista Tecnología y Construcción. Vol. 22-I, 2006, pp. 55-65.

<http://fau.ucv.ve/idec/paginas/revista.html>

RESUMEN

Las modificaciones en la estructura funcional, académica y administrativa de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la Universidad Central de Venezuela (UCV), ocurridas a lo largo de casi 50 años de actividad, han producido intervenciones en la planta física, lo cual ha obligado a instalar equipos de aire acondicionado y de iluminación artificial para compensar las alteraciones en el diseño original. Estas y otras medidas similares invitan a plantear la interrogante sobre el impacto que han podido tener estas modificaciones en las condiciones de habitabilidad de la edificación, en especial en el confort térmico, lumínico y acústico de los usuarios.

En este artículo se presentan los resultados del diagnóstico de las exigencias higrotérmicas y de ventilación de la FAU. A lo largo del trabajo se desarrolla una metodología, que incluye inspección ocular, selección de los espacios con evidentes problemas de habitabilidad, experimentación en sitio de los casos de estudio y encuestas de confort. El procesamiento de los resultados a la luz de las normativas nacionales y/o internacionales permite realizar un diagnóstico de la habitabilidad y además proponer medidas correctivas donde fuese menester. Los resultados de las encuestas de confort muestran que los salones de clases con mayor aceptación son las aulas que conservan el diseño original.

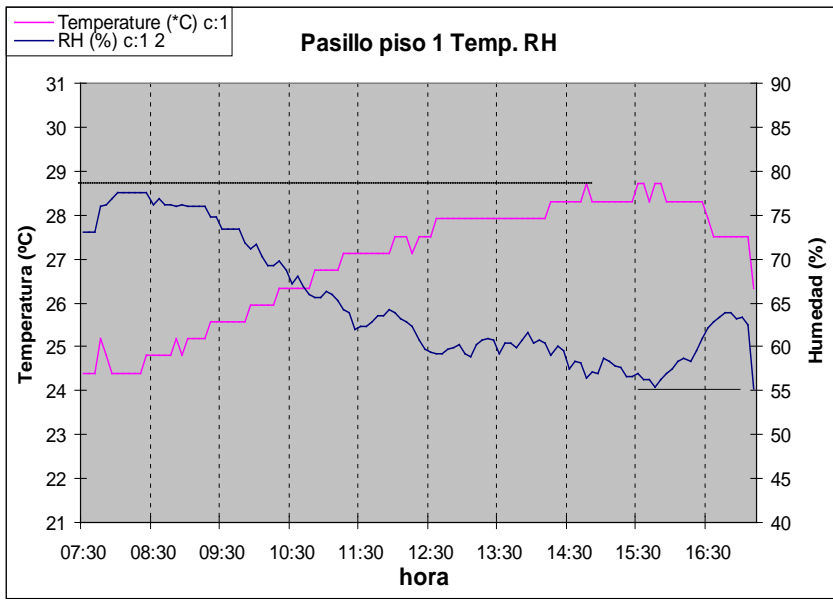
PROBLEMA PLANTEADO

El edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, funciona hoy en día, interrelacionando espacios originales con espacios intervenidos, combinado usos docentes, con área de investigación, de oficinas administrativas y/o de apoyo. En algunos casos se han remodelado zonas incorporando sistemas de aire acondicionado que han desmejorado la ventilación e iluminación natural de los espacios colindantes. Esta y otras medidas similares invitan a plantear la interrogante sobre el impacto que han podido tener estas modificaciones en las condiciones de habitabilidad de la edificación, en especial en el confort térmico, lumínico y acústico de los usuarios.

A partir de esta inquietud se desarrolló un proyecto de investigación, con el apoyo del CDCH para diagnosticar las condiciones actuales de habitabilidad del edificio de la FAU, que tiene un particular interés por ser una edificación de un valor icónico dentro del conjunto de la Ciudad Universitaria diseñada por el Arq. Carlos Raúl Villanueva, la cual además sustenta el nombramiento de Patrimonio Cultural de la Humanidad.

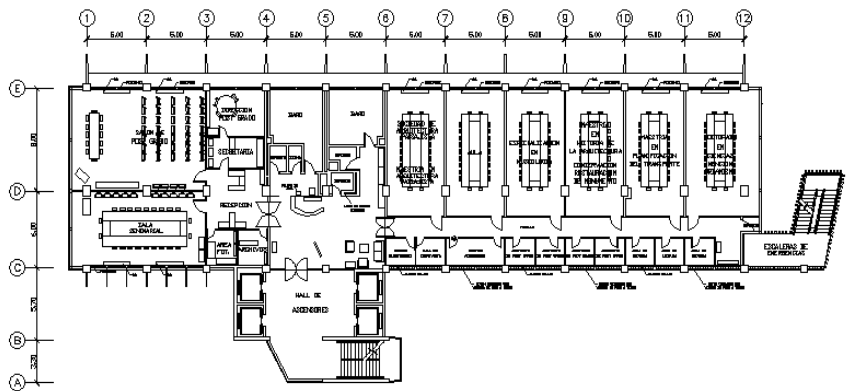
Este trabajo incluyó actividades de inspección ocular, selección de los espacios con evidentes problemas de habitabilidad, y experimentación en sitio de los casos de estudio. El procesamiento de los resultados a la luz de las normativas nacionales y/o internacionales

permitió hacer un diagnóstico de la FAU en cada uno de los aspectos que conforman la habitabilidad y además proponer medidas correctivas donde fuese menester.



OFICINA DE PASILLO DE POSTGRADO. PISO 1. FAU-UCV

El pasillo de postgrado, presenta modificaciones a nivel espacial debido a un cambio de uso en el área de circulación, donde fueron instalados módulos de oficinas y ventanas que se mantienen cerradas e impiden la ventilación natural, alterando el paso del aire al resto de los salones de esa área, lo cual afecta otras variables como temperatura y humedad, que son indispensables para el confort interno.



En la grafica se observa un aumento progresivo de temperatura que va de 24 hasta 29°C a las 3 de tarde. Por otro lado, la humedad relativa es alta en horas de la mañana y va descendiendo hasta acercarse al medida día cuando se reduce a 55%. Esto indica que las condiciones climáticas han sido afectadas por la

COHERENCIA CON LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN SOSTENIBILIDAD DE LAS EDIFICACIONES

En este trabajo se tocan importantes problemas relacionados con la sostenibilidad de las edificaciones. Los aspectos de confort térmico y calidad del aire en los espacios académicos de enseñanza garantizan condiciones adecuadas para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje, preservan la salud de los ocupantes, lo cual es condición necesaria para promover la productividad; lo cual está relacionado con la dimensión social y económica de la sostenibilidad; por otra parte está también relacionado con el uso racional de los recursos pues enfoca a atención hacia el uso eficiente de la energía, a través del uso de equipos adecuados y del mantenimiento de los equipos se reducen los costos y el desperdicio de energía y recursos. La clave de este trabajo sería conocer cómo contribuye a una acción más sostenible el confort térmico y la calidad del aire interior. La respuesta está en los beneficios que trae tanto para los ocupantes, cuasi – permanentes o transitorios.

APORTE PERSONAL AL ARTÍCULO

El aporte personal en este caso específico, residió en participar, en la concepción, formulación y realización de las actividades del proyecto de investigación Proyecto Diagnóstico de las condiciones de habitabilidad de un edificio patrimonial. Caso: Edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV. CDCH No. PG 02-32-5310-2003 (ETAPA I); Junio 2004-Mayo 2005. En el caso específico del estudio de la calidad higrotérmica y de ventilación, que dio origen a este artículo, al autor le correspondió participar en las actividades de planificación, instalación, medición, supervisión, lectura e interpretación de los resultados.

Artículo N°6

Simulation of the thermal performance of low cost houses in Venezuela to improve thermal comfort; Siem, Giovanni; Revista de la Facultad de Ingeniería de la U.C.V., Vol. 22, N° 4, pp. 77–88, UCV, 2007. <http://revele.com.ve/programas/indice/>

Simulación del comportamiento térmico de viviendas de bajo costo en Venezuela para mejorar el confort térmico

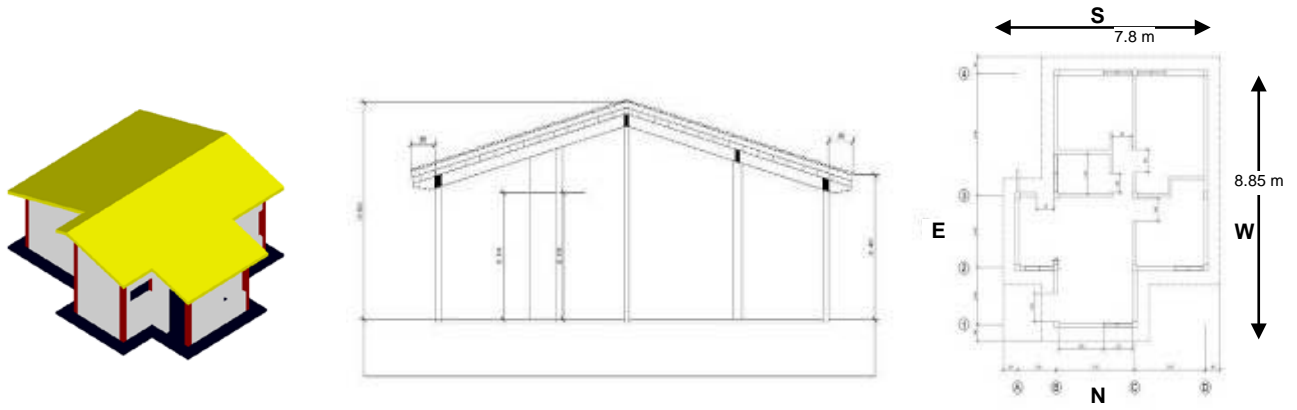
RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo estudiar el comportamiento térmico de viviendas de bajo costo construidas en varias regiones de Venezuela, y discutir su adaptabilidad a las condiciones climáticas. Para ello se realizaron simulaciones en tres importantes ciudades localizadas a diferentes altitudes: Caracas (880 m), Maracaibo (40 m) y Mérida (1500 m), con la ayuda del programa ArchiPak™ desarrollado por el Dr. Steven Szokolay. Con frecuencia los ocupantes de estas viviendas se quejan del bajo nivel de confort térmico, especialmente en las zonas de clima cálido-húmedo, el cual prevalece en las ciudades y regiones más habitadas de Venezuela. Como solución los propietarios realizan modificaciones basadas en la instalación de equipos de aire acondicionado la cual está acompañada de costos adicionales de adquisición y mantenimiento de los equipos, así como también de consumo de energía, que contradice el concepto de vivienda de bajo costo y que además conspira contra la calidad ambiental. Los resultados muestran que a baja altitud la temperatura interior está por encima de la zona de confort casi todo el año. En medias y grandes altitudes la temperatura interior está bastante cerca de la zona de confort y es posible mejorar su comportamiento con estrategias de diseño apropiadas. Las modificaciones que incluyen protección solar en ventanas y una buena orientación mejoran la calidad térmica en cierta medida, y son complementadas favorablemente por el uso de ventilación natural con 1 y 1,5 m/s. En conclusión, se puede decir que se puede mejorar la calidad térmica de estas viviendas con el uso de técnicas pasivas de refrescamiento, pero es necesario profundizar el estudio acerca del uso de materiales en techos y paredes con propiedades térmicas más apropiadas para cada zona climática.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una parte muy importante de la población venezolana vive en regiones de clima cálido húmedo casi todo el año. Uno de los desafíos de los arquitectos y diseñadores, es ofrecer soluciones que garanticen el confort térmico en las viviendas de bajo costo, pues por su misma condición deberían funcionar sin el recurso del aire acondicionado. Este hecho es muy importante pues la población de bajos recursos representa un gran porcentaje de la población total del país, y las decisiones que se tomen en relación al diseño arquitectónico en las organizaciones públicas de planificación y construcción, tendrán un gran impacto en la calidad de vida de las familias que ocuparán estas viviendas. Por otra parte, y en términos globales, la calidad del producto final desde una perspectiva de sostenibilidad, tendrá un impacto también sobre el consumo de electricidad, costos adicionales para reformar las viviendas con el objeto de hacerlas más confortables y un aumento de la producción de gases de invernadero.

En este contexto se plantea este estudio, que no ofrece respuestas de inmediato, pues son resultados parciales que irán a formar parte de un planteamiento más acabado, que aparecerá en la tesis de Doctorado.



Source: (INAVI, 2002)

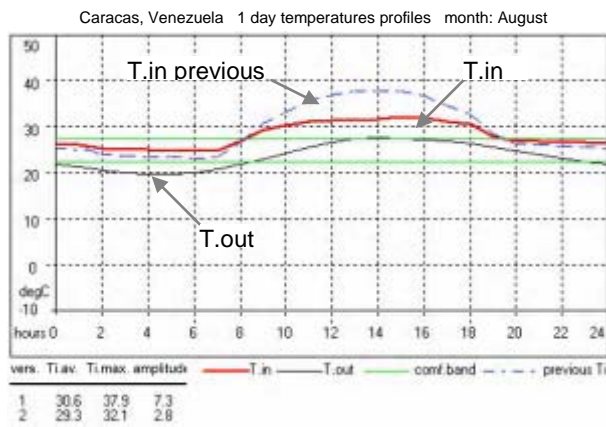


Figure 4: Temperatures profiles for the original house and an improved version in Caracas

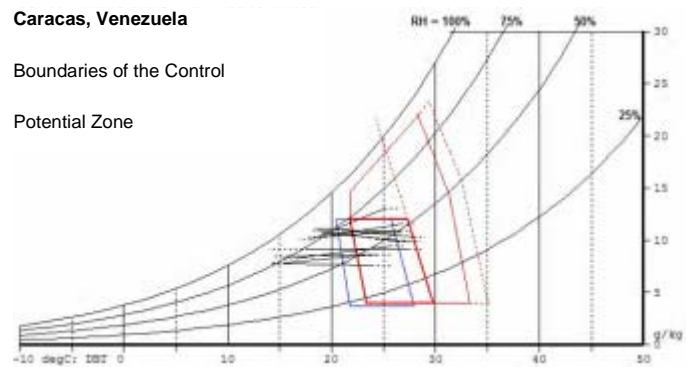


Figure 5: CPZ for the cooling effect of the air movement in Caracas

Table 6: Annual temperatures for Caracas						
Tu= 27.25 °C; T1m/s= 31.05 °C; T1.5m/s= 32.35 °C						
Environmental Temperature			Dry Bulb Temperature			
	Ti.av	Ti.max	Amplitude	Ti.av	Ti.max	Amplitude
Original	30.6	37.9	7.3	27.8	33.3	5.5
Improved	29.3	32.1	2.8	26.9	29.0	2.1
Difference	1.3	5.8	4.5	0.9	4.3	3.4

Table 7: Annual load requirements for Caracas				
Controlled mode (kWh)			Free-running mode (K.h)	
	Heating	Cooling	Underheated	Overheated
Original	4652	4022	1384	11815
Improved	3854	1397	336	4100
Difference	798	2625	1048	7715
%	17	65	76	65

COHERENCIA CON LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN SOSTENIBILIDAD DE LAS EDIFICACIONES

En este artículo se tratan varios aspectos que pretenden mejorar la sostenibilidad de las edificaciones. Por una parte el tema del confort térmico está inmerso dentro de la dimensión social pues significa mejor calidad de vida para los ocupantes. El estudio del comportamiento térmico de las viviendas, apunta hacia la búsqueda de mejoras en el diseño que requieran de menor uso de la energía para refrescar los ambientes habitables; este aspecto está vinculado con la dimensión económica, por el ahorro en inversión y mantenimiento de equipos de aire acondicionado, y también con la dimensión ecológica pues se busca una reducción en la emisión de gases de invernadero.

APORTE PERSONAL EN ESTE ARTÍCULO

Este artículo forma parte del desarrollo de mi tesis de Doctorado, y por lo tanto es un trabajo individual. Fue presentado en el congreso ANZASCA, en Adelaide, Australia, en 2006 y publicado en la Revista de la Facultad de Ingeniería de la UCV en 2007. En este artículo se propone un estudio comparativo del comportamiento de viviendas de bajo costo en tres

ciudades de diferentes altitudes en Venezuela. El desarrollo del tema, las tareas de modelización y simulación, así como la interpretación de resultados forman parte de mi trabajo personal para elaborar la tesis de Doctorado. Se puede decir que este trabajo es la concreción de una preocupación personal del autor por la calidad térmica de las viviendas de bajo costo y por el confort y salud de sus ocupantes.

1.6. CONCLUSIONES

De la exposición que vincula los artículos presentados en este trabajo, se desprenden algunas conclusiones en relación a los resultados de la línea de investigación desarrollada por el autor. En ella se puede apreciar una coherencia en los propósitos de los diferentes artículos presentados, pues están enfocados principalmente a profundizar el tema de la sostenibilidad en relación con las edificaciones. Por una parte se hace un aporte al conocimiento de las bases regulatorias del diseño y construcción de edificaciones en Venezuela, que pueden condicionar o determinar el nivel de sostenibilidad de éstas y al mismo tiempo se emprenden acciones concretas como proyectos pilotos para poner en práctica los objetivos. También se proponen nuevos documentos (manuales, guías, auditorías, etc), herramientas de análisis (simulaciones), posibilidades de diagnóstico y evaluación (laboratorio de habitabilidad y energía) y experiencia para ofrecerla a los potenciales interesados. Adicionalmente es importante señalar que dada la situación de emergencia que vive la humanidad bajo los efectos del cambio climático, se hace imprescindible integrar este tema cardinal a las actividades de investigación, que se debe reflejar en los alcances de todos los proyectos que se propongan a partir de ahora.

El autor, junto a otros investigadores de diferentes disciplinas de la UCV, ha desarrollado una labor de difusión y promoción de actividades y proyectos que contribuyen de manera concreta a reforzar el estudio de la sostenibilidad en diferentes aspectos. Esto se ha realizado a través de la realización de eventos como COTEDI 1998, el Simposio Ambiente y Desarrollo, ediciones 2001, 2003, 2005, y la creación de una Red de Ambiente y Desarrollo, con el apoyo del CDCH.

1.7. PRODUCCIÓN ACADÉMICA DEL AUTOR

Artículos en revistas arbitradas

- Cambio climático y arquitectura en Canadá. Las organizaciones públicas, privadas, profesionales y comunitarias frente a un gran desafío; Siem, Geovanni; artículo escrito como trabajo final de la Beca FRP, otorgada por el Gobierno de Canadá; sin publicar en espera de arbitraje.
- Simulation of the thermal performance of low cost houses in venezuela to improve thermal comfort; Siem, Geovanni; Revista de la Facultad de Ingeniería de la U.C.V., Vol. 22, N° 4, pp. 77–88, UCV, 2007.
<http://revele.com.ve/programas/indice/>
- Diagnóstico de la calidad acústica en espacios de enseñanza en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela (FAU/UCV); Siem, Geovanni; Sosa, María Eugenia; Revista Tecnología y Construcción. Vol. 22-II, 2006, pp. 15-22.
<http://fau.ucv.ve/idec/paginas/revista.html>
- Diagnóstico de la calidad higrotérmica y de ventilación en espacios representativos de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU-UCV); Sosa, María Eugenia; Siem, Geovanni; Alizo, Tibisay; Revista Tecnología y Construcción. Vol. 22-I, 2006, pp. 55-65.
<http://fau.ucv.ve/idec/paginas/revista.html>
- Programa de Ahorro de Energía para Edificaciones Publicas; Siem, Geovanni; Sosa, María Eugenia; Revista de la Facultad de Ingeniería, Vol. 19 -N 3. Pág. 69, UCV, 2005.
<http://revele.com.ve/programas/indice/ria.php?id=13144&rev=fiucv>
- Criterios de Diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes en Venezuela; Sosa, M.E.; Siem, G.; Revista de la facultad de ingeniería, Vol. 19 -N 3, Pág. 21, UCV, 2005.
<http://revele.com.ve/programas/indice/ria.php?id=13146&rev=fiucv>
- Revisión de las normas venezolanas referentes a las exigencias térmicas, acústicas y de iluminación bajo una perspectiva de sostenibilidad; Siem, Geovanni; Sosa G., María Eugenia; Revista Tecnología y Construcción. Instituto del Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC). Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, Vol. 17-II, Mayo-agosto 2001 pp. 29-34. Caracas, Venezuela. 2001.
http://www.arq.ucv.ve/idec/indiceacumulado/paginas/indiceautor_1.html

Artículos en resúmenes de congresos internacionales

- Simulation of the thermal performance of low cost houses in Venezuela to improve thermal comfort; ANZAScA 40th Annual Conference of the Architectural Science Association “Challenges for architectural science in changing climates”, The University of Adelaide, Adelaide, South Australia, 22-25 November 2006.
<http://www.adelaide.edu.au/anzasca2006/>

- Simulación de Varios Tipos de Vidrio en Caja Caliente; Siem, Geovanni; Nediani, Giuseppe; Sosa, María Eugenia; VII Encuentro Nacional y IV Encuentro Latinoamericano sobre Confort y Ambiente Construido (ENCAC), I Congreso Internacional COTEDI, Curitiba, Brasil, noviembre 2003. <http://150.162.76.35/encac-cotedi/i-login.htm>
- Normas Venezolanas sobre Exigencias Térmicas, Acústicas y de Iluminación bajo una Perspectiva de Sostenibilidad; Siem, Geovanni; Sosa, María Eugenia; VI Encuentro Nacional y III Encuentro Latinoamericano sobre Confort y Ambiente Construido (ENCAC), Sao Pedro, Brasil, noviembre 2001. <http://www.fec.unicamp.br/%7Eencac/principal.htm>
- Reflexiones sobre la Arquitectura Contemporánea Venezolana y su Inadecuación al Clima Tropical; Sosa, María Eugenia; Siem, Geovanni; VI Encuentro Nacional y III Encuentro Latinoamericano sobre Confort y Ambiente Construido (ENCAC), Sao Pedro, Brasil, noviembre 2001. <http://www.fec.unicamp.br/%7Eencac/principal.htm>
- Diagnóstico de la normativa venezolana vigente en relación a las exigencias térmicas, acústicas y de iluminación; Siem, Geovanni; Sosa, María Eugenia; Conferencia Internacional sobre Confort y Comportamiento Térmico, COTEDI 2000; Maracaibo, 21 a 23 de junio de 2000. <http://www.arg.luz.ve/cotedi2000/>
- Las normativas energéticas para edificaciones y sus posibles aplicaciones en Venezuela; Nediani G.; Sosa, M. E.; Siem, Geovanni; Conferencia internacional sobre Confort y Comportamiento Térmico, COTEDI 2000; Maracaibo, 21 al 23 de junio de 2000. <http://www.arg.luz.ve/cotedi2000/>

Ponencias en eventos nacionales

- Cambio climático y arquitectura en Canadá. Las organizaciones públicas, privadas, profesionales y comunitarias frente a un gran desafío; Siem, Geovanni; enviado a JIFI 2008; esperando respuesta.
- Simulación del comportamiento térmico de viviendas de bajo costo en Venezuela; Siem, Geovanni; XXVI Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción; Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, Caracas; Noviembre de 2007.
- Auditoria energética de una edificación universitaria. Caso edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV; Siem, Geovanni; Sosa, María Eugenia; XXVI Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción; Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, Caracas; Noviembre de 2007.
- Diagnóstico de las condiciones de habitabilidad de un edificio patrimonial. Caso edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV; Sosa, María Eugenia; Siem, Geovanni; Alizo, Tibisay; XXVI Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción; Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, Caracas; Noviembre de 2007.

- Tendencias en Investigación y Desarrollo en el Área de Diseño y Construcción de Edificaciones (Informe Final); Sosa, Milena; Siem, Geovanni; Sosa, María Eugenia; Barrios, Carmen,; Aponte, Gloria; Marrero, Carmen; XXV Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción; Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, Caracas; Noviembre de 2006.
- Principales Tendencias en Investigación y Desarrollo en el Área de Diseño y Construcción de Edificaciones (Resultados preliminares); Sosa, Milena; Barrios, Carmen; Aponte, Gloria; Marrero, Carmen; Siem, Geovanni; Sosa, María Eugenia; XXIV Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción; Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, Caracas; 23, 24 y 25 de Noviembre de 2005
- Desarrollo e Implantación de un Red Interdisciplinaria de Intercambio e Información para el Tratamiento de Problemas Ambientales y Desarrollo en Venezuela; Siem, Geovanni; Sosa, María Eugenia; II Simposio Ambiente y Desarrollo en el marco de las Jornadas de Investigación de la Facultad de Ingeniería JIFI 2004, UCV, del 29 de Noviembre al 3 de Diciembre del 2004.
- Los Componentes Traslúcidos en fachadas y su efecto en la Racionalidad Energética de Edificios en el Trópico; Sosa, María Eugenia; Siem, Geovanni; II Simposio Ambiente y Desarrollo en el marco de JIFI 2004 Jornadas de Investigación de la Facultad de Ingeniería UCV, del 29 de Noviembre al 3 de Diciembre del 2004.
- Proyecto Técnicas de Reducción del Gasto Energético en Edificaciones: resultados y productos; Sosa, María Eugenia; Siem, Geovanni; Hobaica, María Elena; Rosales, Luis; XXIII Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, Caracas; 24, 25 y 26 de Noviembre de 2004
- Proyecto Conjunto en el marco de la Cooperación Internacional: Ecosnord/Pcu Ispaven. Integración De Sistemas Pasivos de Acondicionamiento Térmico en Venezuela; Hobaica, María Elena; Sosa, María Eugenia; Rosales, Luis; Siem, Geovanni; XXIII Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción; Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, Caracas; 24,25 y 26 de Noviembre de 2004.
- Manual de Diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes; Sosa, María Eugenia; Siem, Geovanni; Hobaica, María Elena; XXII Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción; Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, Caracas; 12, 13 y 14 de Noviembre de 2003
- Guía del Consumidor de Energía Eléctrica; Sosa, María Eugenia; Siem, Geovanni; Hobaica, María Elena; XXII Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción; Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, Caracas; 12, 13 y 14 de Noviembre de 2003

- Simulación del Comportamiento de Diferentes Tipos de Vidrios en Clima Tropical, en una Caja Caliente; Siem, Geovanni; Nediani, Giuseppe; Sosa, María Eugenia; XXII Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción; Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, Caracas; 12, 13 y 14 de Noviembre de 2003.
- Criterios de Diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes en Venezuela; Sosa, María Eugenia, Siem, Geovanni; I Simposio de Ambiente y Desarrollo, JIFI 2002, noviembre 2002
- Programa Nacional de Ahorro de Energía para Edificaciones Públicas; Siem, Geovanni, Sosa, María Eugenia; I Simposio de Ambiente y Desarrollo, JIFI 2002, noviembre 2002
- Software de Simulación para Edificaciones: Estado del Arte; Siem, Geovanni; XXI Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción; Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, Caracas, 12, 13 y 14 de Noviembre de 2002.
- Programa Nacional de Ahorro de Energía Eléctrica para edificaciones públicas; Siem, Geovanni; Sosa, María Eugenia Sosa; XXI Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción; Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, Caracas, 12, 13 y 14 de Noviembre de 2002.
- Técnicas de Reducción del Gasto Energético en Edificaciones; Sosa, María Eugenia; Hobaica, María Elena; Rosales, Luis; Siem, Geovanni; XXI Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción; Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, Caracas, 12, 13 y 14 de Noviembre de 2002.
- Técnicas de Reducción del Gasto Energético en Edificaciones; Sosa, María Eugenia; Hobaica, María Elena; Siem, Geovanni; Charla Magistral para el Comité de Ahorro de Energía de la C.A. Metro de Caracas; Caracas, Marzo de 2002.
- Normas Venezolanas sobre Exigencias Térmicas, Acústicas y de Iluminación bajo una Perspectiva de Sostenibilidad; Siem, Geovanni; Sosa, María Eugenia; VI Encuentro Nacional y III Encuentro Latinoamericano obre Confort y Ambiente Construido (ENCAC), Sao Pedro, Brasil, noviembre 2001
- Reflexiones sobre la Arquitectura Contemporánea Venezolana y su Inadecuación al Clima Tropical; Sosa, María Eugenia; Siem, Geovanni; VI Encuentro Nacional y III Encuentro Latinoamericano obre Confort y Ambiente Construido (ENCAC), Sao Pedro, Brasil, noviembre 2001
- Código Nacional de Habitabilidad para la Vivienda y su (informe final); Siem, Geovanni; Sosa; María Eugenia; Pasquali, Carlota; Grimaldi, Lindolfo; Sarevnik, Jacobo; XX Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción; Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, Caracas; Del 19 al 26 de Octubre y 02 de Noviembre de 2001

- Propuesta de Auditoria Energética de Edificaciones; Siem, Geovanni; Sosa, María Eugenia; XX Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción; Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, Caracas; Del 19 al 26 de Octubre y 02 de Noviembre de 2001.
- Diagnóstico de la normativa venezolana vigente en relación a las exigencias térmicas, acústicas y de iluminación; Siem, Geovanni; Sosa, María Eugenia; Conferencia Internacional sobre Confort y Comportamiento Térmico, COTEDI 2000; Maracaibo, 21 a 23 de junio de 2000.
- Las normativas energéticas para edificaciones y sus posibles aplicaciones en Venezuela; Nediani G.; Sosa, M. E.; Siem, Geovanni; Conferencia internacional sobre Confort y Comportamiento Térmico, COTEDI 2000; Maracaibo, 21 al 23 de junio de 2000.
- Código Nacional de Habitabilidad para la Vivienda y su Entorno (informe de avance); Siem, Geovanni; Sosa; María Eugenia; Pasquali, Carlota; Grimaldi, Lindolfo; Sarevnik, Jacobo; XIX Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción; Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, Caracas; 08 al 10 de Noviembre de 2000
- La Búsqueda de un Confort Térmico Adecuado en Edificaciones; Siem, Geovanni; Sosa, María Eugenia; I Jornadas Venezolanas de Impacto Ambiental; Maturín, 2 al 5 de marzo de 1999.
- Normas de Habitabilidad, Seguridad y Colectividad en Relación a la Vivienda y su Entorno Inmediato; Siem, Geovanni; Sosa, María Eugenia; XVIII Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción; Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela; Del 2 al 4 de Noviembre de 1999
- La Búsqueda de un Confort Térmico Adecuado en Edificaciones; Siem, Geovanni; Sosa, María Eugenia; XVII Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, Del 2 al 4 de Noviembre de 1998

Libros Técnicos

- Código Nacional de Habitabilidad para la Vivienda y su entorno; autores: Siem, Geovanni et al; Editado por el CONAVI, Colección Premios Nacionales de Investigación en Vivienda; ISBN 980-07-83360-9; Caracas, 2002.
<http://www.arg.ucv.ve/idec/paginas/Premios.html>
<http://www.conavi.gov.ve/portaltvivienda/habitud1.htm>
- Guía de Operaciones de Ahorro de Energía Eléctrica en Edificaciones Públicas; MEM / UCV / IDEC; autores: Siem, G., Sosa, M.E., Hobaica, M.E., Nediani, G., Villalobos, E., ISBN 980-00-2053-5; Caracas 2002.
<http://www.arg.ucv.ve/idec/racionalidad/pdf/guiahorroener.pdf>
<http://www.energy-strategies.org/downloadfiles/Pres-EE-AL-WL-Zar-21-04.pdf>

- Manual de Diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico; autores: Sosa, María Eugenia; Siem, Geovanni, IDEC / EDC / FONACIT, ISBN: 980-00-2184-1; Caracas 2004.
<http://www.arq.ucv.ve/idec/racionalidad/Paginas/manual.html>
<http://www.sadpro.ucv.ve/cad/arquitectura/facilweb051003/>
- Guía del consumidor de energía eléctrica en viviendas y oficinas; autores: Sosa, María Eugenia; Siem, Geovanni; IDEC / EDC / FONACIT; Caracas 2004.
<http://www.arq.ucv.ve/idec/racionalidad/pdf/guia.pdf>
<http://www.sadpro.ucv.ve/cad/arquitectura/facilweb051003/>

Edición de libro especializado

- Confort Térmico y Comportamiento Térmico de Edificaciones; Editado por: J. Segura, U. Amézquita, F. García, N. Hernández, G. Siem, M.E. Sosa., ISBN 980-00-1408-X; Caracas, 1998.

Artículos en revista especializada

- Calidad de vida en ciudades canadienses: ¿inspiración para Venezuela?; Siem, Geovanni; Revista Entre Rayas, N° 67, Mayo - Junio 2007, pp 78-81, Caracas, Venezuela.
<http://www.entrerayas.com>

Artículos en prensa

- Calidad de Vida Urbana; Sección Ambiente, diario TalCual, Caracas, 29 de octubre de 2007.

Reseñas

- 10a edición de la Feria y Conferencia Bienal sobre Medio Ambiente y Negocios GLOBE 2008. Siem, Geovanni; Revista Tecnología y Construcción. Instituto del Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC). Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, Volumen 24. Número I, Enero – Abril 2008. Caracas, Venezuela, 2008.
- Ciudades integradas. Premios Nacionales Día Mundial del Hábitat. Siem, Geovanni; Revista Tecnología y Construcción. Instituto del Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC). Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, Volumen 17. Número III, Septiembre - diciembre 2001 pp. 80. Caracas, Venezuela, 2001.
<http://fau.ucv.ve/idec/paginas/revista.html>
- 1er Simposio Venezolano de Confort Térmico y Comportamiento Térmico de Edificaciones. María Eugenia Sosa/ Geovanni Siem; Revista Tecnología y Construcción (IDEC). Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, Volumen 14. Número I, Enero - Junio 1998 pp. 63. Caracas, Venezuela, 1998. <http://fau.ucv.ve/idec/paginas/revista.html>

Proyectos

- Coordinador del Proyecto Individual CDCH: Estudio del comportamiento térmico con enfriamiento pasivo de viviendas de bajo costo en varias zonas climáticas de Venezuela; Julio 2008 – Junio 2009.
- Coordinador del Proyecto USI CDCH: Laboratorio de Habitabilidad y Energía Etapa I; Agosto 2008 – Julio 2009.
- Coordinador del Proyecto CDCH Sistema de Detección y Monitoreo sobre Tecnologías de Diseño y Construcción de Edificaciones. Etapa II; en formulación.
- Coordinador del Proyecto Desarrollo de Metodología par Auditoria Energética de Edificaciones Universitarias. CDCH No. PG 02-32-5309-2003 (ETAPA I); Mayo 2004 – Abril 2005
- Investigador en el Proyecto Diagnóstico de las condiciones de habitabilidad de un edificio patrimonial. Caso: Edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV. CDCH No. PG 02-32-5310-2003 (ETAPA I); Junio 2004-Mayo 2005.
- Investigador en el Proyecto Desarrollo e Implantación de una Red Interdisciplinaria de Intercambio e Información para el Tratamiento de Problemas de Ambiente y Desarrollo en Venezuela. CDCH No. PG 02-32-5308-2003; Junio 2004-Mayo 2005
- Proponente e Investigador del Proyecto CDCH Sistema de Detección y Monitoreo sobre Tecnologías de Diseño y Construcción de Edificaciones. Etapa I: Diagnóstico de las Tendencias en Investigación y Desarrollo en los Últimos 10 Años (Etapa I); Junio 2005-Mayo 2006.
- Investigador en el Integración de Sistemas Pasivos de Acondicionamiento Térmico en Venezuela (ISPAVEN), del Programa ECOS-NORD de cooperación Francia-Venezuela, 2002 – 2006.
- Coordinador del Proyecto Guía de Operaciones de Ahorro de Energía Eléctrica para Edificaciones Públicas; MEM / UCV / IDEC; diciembre 2001 – julio 2002
- Investigador en el Proyecto Integración de Sistemas Pasivos de Acondicionamiento Térmico en Venezuela; ISPAVen. Realizado en cooperación con el LEPTAB, Francia a través del programa EcosNord.
- Investigador en el Proyecto: Técnicas de Reducción del Gasto Energético de Edificaciones. Agenda Ciudad CONICIT; realizado en colaboración entre el IDEC y la Electricidad de Caracas; Sept. 2000 – Abril 2002.
- Coordinador del Proyecto Código Nacional de Habitabilidad; CONAVI; 1° Premio Nacional de Investigación en Vivienda CONAVI 2001, marzo 2000 – febrero 2001.
- Investigador en el Proyecto “Normativa de Habitabilidad Seguridad y Colectividad y Requisitos para el Financiamiento en Relación a la Vivienda y su Entorno- Diagnostico e inventario”. Financiado por el Consejo Nacional de la Vivienda CONAVI al IDEC, IU y CEEA de la FAU-UCV, 1998-1999.

2. ARTÍCULOS PRESENTADOS

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN 2001



**INSTITUTO DE DESARROLLO
EXPERIMENTAL DE LA
CONSTRUCCIÓN / IDEC**
FACULTAD DE
ARQUITECTURA
Y URBANISMO
UNIVERSIDAD CENTRAL
DE VENEZUELA
**INSTITUTO DE
INVESTIGACIONES / IFAD**
FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO
UNIVERSIDAD DEL ZULIA

Indizada en

REVENCYT, Apdo. 234. CP 5101-A.
Mérida, Venezuela
REDINSE, Caracas
PERIODICA Índice Bibliográfico.
Índice de Revistas Latinoamericanas
en Ciencias. Universidad Nacional
Autónoma de México.

Suscripciones

Tres números anuales (incluido envío)

Venezuela: Institucional Bs. 12.000
Personal Bs. 10.500
Estudiantes Bs. 7.500

Extranjero: Institucional US\$ 100
Personal US\$ 82
Estudiantes US\$ 60

Ejemplares atrasados

Nº 1 al 16/II (cada uno, incluido envío):

Venezuela Bs. 4.000

Extranjero US\$ 30,00

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

Apartado Postal 47.169
Caracas 1041-A, Venezuela
Telfs/Fax: (58-212) 605.2046 / 2048
/ 2030 / 2031 / 662.5684

Enviar cheque a nombre de:

IDEC Facultad de Arquitectura UCV

Envío de materiales, correspondencia y suscripciones IFA/LUZ

Apartado postal 526.
Telfs.: (58-0261) 52.0063 / 52.4992.
Fax: (58-0261) 52.00.63.
Maracaibo, Venezuela.

Enviar cheque a nombre de:

IFA Facultad de Arquitectura LUZ

Página en el Internet

<http://ifa.arq.luz.ve>

e-mail:

tyc@idec.arq.ucv.ve

revista_TyC@luz.ve

PLANILLA DE SUSCRIPCIÓN

Nombre y Apellido: _____

Profesión: _____

Dirección: _____

Fecha: _____

Apartado Postal: _____

Teléfono/Fax: _____

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

correspondiente a los números: _____

Venezuela: Institucional Bs. 12.000 Personal Bs. 10.500 Estudiantes Bs. 7.500

Extranjero: Institucional US\$ 100 Personal US\$ 82 Estudiantes US\$ 60

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

Favor enviar esta planilla a:

- IDEC/UCV Apartado Postal 47.169, Caracas 1041-A, Venezuela. Fax: (58-212) 605.20.48 / 605.20.46 ó
- IFA/LUZ Apartado Postal 526, Maracaibo, Venezuela. Fax: (58-0261) 52.00.63.



Volumen 17. Número II
 Mayo - agosto 2001
 Depósito Legal: pp.85-0252
 ISSN:0798-9601

Portada:
Collage de imágenes
Collage de ilustraciones
 de Ramón León

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 calidad 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 a 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.

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
Marco Negrón
Ignacio de Oteiza
José Adolfo Peña U.
Héctor Silva Michelena
Fruto Vivas

Editor
IDEC/UCV
Coeditor
IFA/LUZ

Director
Alberto Lovera
Co-Director
Ricardo Cuberos
Directores Asociados
Milena Sosa G.
José Indriago
Michela Baldi

Consejo Editorial
Alfredo Cilento
Irene Layrisse de Niculescu
Juan José Martín
Luis F. Marcano González
Ignacio de Oteiza
Carlos Quiros
Melín Nava
Virgilio Urbina

Editor
Alberto Lovera
Coeditor
Ricardo Cuberos

Coordinación editorial
Michela Baldi
Diseño y diagramación
Rozana Bentos
Corrección de textos
María Enriqueta Gallegos
Impresión
UNESCO

ESTA PUBLICACIÓN
 CONTÓ CON EL APOYO FINANCIERO
 DE LAS SIGUIENTES INSTITUCIONES

CONSEJO DE DESARROLLO
 CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO
 UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA



CONSEJO DE DESARROLLO
 CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO
 LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA



CONICIT
 CONSEJO NACIONAL
 DE INVESTIGACIONES
 CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS



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



notas biográficas

Oscar A. López

Ingeniero Civil (UCV, 1971). Master of Science and Doctor of Philosophy (Ph.D.), Universidad de California, Berkeley (1978). Profesor titular de la UCV desde 1996. Profesor-Investigador del IMME desde 1978. Editor jefe de la revista *Boletín Técnico IMME*. Coordinador de los estudios de Postgrado en Ingeniería Estructural y Sismorresistente. Director del Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME-FI-UCV, 1993-1998).
e-mail: oslopez@reacciun.ve

Ernesto C. Curiel Carias

Arquitecto, UCV (1974). Profesor agregado, cursante del Doctorado de Facultad (FAU-UCV). Investigador Docente del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) y del sector de Acondicionamiento Ambiental FAU-UCV. Profesor de diversas asignaturas en el área de arquitectura y ambiente en la Universidad Simón Bolívar (1984-1990), y en la Universidad José María Vargas.
e-mail: ecuriel@reacciun.ve

Miguel F. Cruz A.

Ingeniero Civil (Universidad de Costa Rica, 1978). Master of Science, Ingeniería Sismorresistente (UCV, 1981). Postgrado en Mecánica de Suelos y Cimentaciones, Universidad Politécnica de Madrid (1985). Doctorado en Ingeniería Estructural (UCV, 1996). Profesor de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica, 1979-1991. Profesor del Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de Costa Rica.

Alexis Elena Pirela Torres

Arquitecto (LUZ). Doctora Arquitecta, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid, España. Profesora titular del Departamento de Historia y Crítica Arquitectónica, Profesora de postgrado en Teoría de la Arquitectura en las maestrías de Vivienda e Informática. Coordinadora de la creación del Doctorado en Arquitectura en la Facultad de Arquitectura y Diseño de LUZ. Investigadora activa del CONDES y PPI, Nivel I por CONICIT desde 1998 a la actualidad.
e-mail: P4Lge4x@telcel.net.ve

Geovanni Siem

Ingeniero Mecánico, UCV (1972). Postgrado en el Institut Supérieur des Matériaux et de la Construction Mécanique (ISMCM), París, Francia (1975). Profesor asistente. Investigador en el área de requerimientos de habitabilidad de las edificaciones.
e-mail: gsiem@idec.arq.ucv.ve

Luis F. Marcano González

Arquitecto, UCV (1972). Profesor del Instituto Experimental de la Construcción IDEC-FAU-UCV. Profesor del Centro de Estudios del Desarrollo (CENDES). Investigador en las áreas de Economía y Tecnología de la Construcción. Director del IDEC durante el periodo (1983-1991).
e-mail: marcanol@camelot.rect.ucv.ve

María Eugenia Sosa

Arquitecto, UCV (1982). Profesor asistente UCV. Postgrado: Especialidad en Instituciones Financieras, UCAB (1990). Aspirante al Doctorado de Facultad FAU-UCV. Investigador en el área de requerimientos de habitabilidad de las edificaciones del IDEC desde 1991. Coordinadora de área de requerimientos de habitabilidad de las edificaciones del IDEC desde 1996. Especialidad: Térmica de las edificaciones.
e-mail: msosa@idec.arq.ucv.ve

Daniel Valero

Economista UCV (1961). Profesor-Investigador del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, IDEC-FAU, en el área de Economía de la Construcción.

Editorial

Educational transformation
Alberto Lovera

Transformación educativa
Alberto Lovera

6

Artículos

Determination of the plastic energy that can dissipate one structure during an earthquake.
Miguel F. Cruz A. / Oscar A. López

Determinación de la energía plástica que puede disipar una estructura durante un terremoto
Miguel F. Cruz A. / Oscar A. López

9

Construction per pavilions.
West-indian dwelling in Maracaibo
Alexis Elena Pirela Torres

Construcción por pabellones.
Vivienda antillana en Maracaibo
Alexis Elena Pirela Torres

21

Revision of the Venezuelan norms about the thermal, acoustic and lighting exigencies on a sustainability perspective.
Geovani Siem / María Eugenia Sosa

Revisión de las normas venezolanas referentes a las exigencias térmicas, acústicas y de iluminación bajo una perspectiva de sostenibilidad
Geovanni Siem / María Eugenia Sosa

29

The sustainable constructions:
From the general to the particular.
Ernesto C. Curiel Carías

Las construcciones sustentables:
de lo general a lo particular
Ernesto C. Curiel Carías

35

Construction prices and costs for the low income areas rehabilitation in Venezuela.
Luis F. Marcano González / Daniel Valero

Costos y precios de construcción para la habilitación de barrios en Venezuela
Luis F. Marcano González / Daniel Valero

43

Postgrado

UCV Architecture and Urbanism Faculty's
PhD projects review
Postgrado FAU / UCV

Resúmenes de los proyectos del Doctorado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UCV.
Postgrado FAU / UCV

51

Documentos

The university fourth dimension
Marcos Duarte Galvis

La cuarta dimensión de la universidad
Marcos Duarte Galvis

59

Eventos

AXIS 5ta. edition rewarding.
Excellency in design
Ronald J. Pérez

Premiación 5ta. edición AXIS.
Excelencia en diseño
Ronald J. Pérez

69

Second Architecture Virtual Congress
in the ibero-american scope

Segundo Congreso Virtual de Arquitectura
en el Ámbito Iberoamericano

70

X Caracas Architecture Biennial. BAC 2001

X Bienal de Arquitectura de Caracas, BAC 2001

71

FUNDEI Forum. Cant it been
made industrial design in Venezuela?

Foro FUNDEI. ¿Se puede hacer
diseño industrial en Venezuela?

72

Net events

Eventos en la red

73

Reseñas

Revistas y Libros
Carmen Barrios

74

Normas de arbitraje

78

Normas para autores

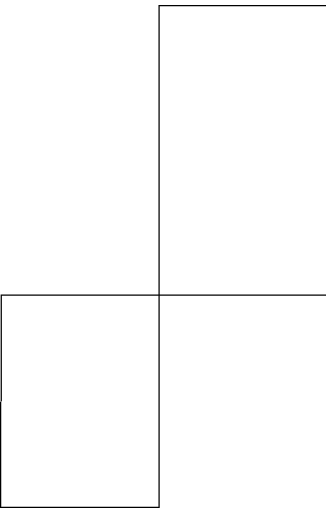
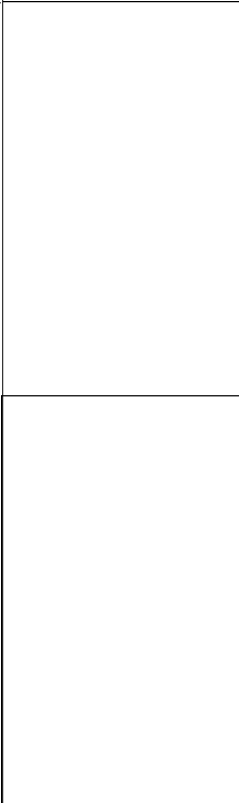
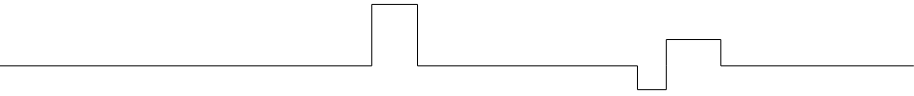
79

Transformación educativa

El debate sobre los cambios en la educación en todos sus niveles se ha reavivado. Después de muchos años e intentos fallidos en los cuales muchos sectores intentamos introducir el tema educativo en la agenda política y en la discusión pública, ahora por diferentes vías se está logrando.

Una larga lista de acontecimientos nos hablan del papel destacado que ha tomado la educación en el debate nacional: la introducción de un proyecto de Ley Orgánica de Educación por iniciativa popular promovido por siete organizaciones de la sociedad civil, con el apoyo de más de 100.000 ciudadanos, la introducción simultánea de un proyecto para el mismo fin de la Comisión de Educación de la Asamblea Nacional, el debate sobre el polémico decreto 1011, las movilizaciones ciudadanas y gubernamentales que han acompañado el debate, las propuestas de la UCV y del Vice-Ministerio de Educación Superior para incluirlas en la Ley Orgánica de Educación, el Proyecto Ministerial para la Educación, liderado por Carlos Lanz, la polémica sobre la autonomía universitaria que se ha producido a partir de las iniciativas gubernamentales en la Universidad Simón Bolívar y la toma del salón de sesiones del Consejo Universitario de la UCV, y las reacciones que ello generó, las intervenciones de varias universidades experimentales, son sólo algunos de los asuntos que están sobre el tapete.

Más allá de las posiciones encontradas de los distintos puntos de vista que sobre el particular han sostenido diversos sectores, queda como saldo positivo la relevancia de un asunto central para un nuevo proyecto de país: la valorización del talento humano y su preparación para actuar en la llamada sociedad del conocimiento, donde lo único permanente es el cambio y donde el sistema educativo tiene que transformarse para responder a los enormes retos que tiene por delante.



Son retos que requieren actuar, tanto en la elevación de calidad como en el mejoramiento de la equidad, para poder contar con una educación democrática, de calidad y con acceso a todos los ciudadanos. La democratización de la educación y del conocimiento es un requisito indispensable en el mundo de hoy, pero no sólo entendida como ampliación de la cobertura, lo cual es indispensable, sino que tenemos que lograr esa meta con estándares de calidad.

Las transformaciones educativas deben hacer uso de las reformas legislativas como un instrumento, pero conscientes de que el terreno fundamental del cambio se encuentra en las políticas y en lo que se haga en cada una de las instituciones. Evitar la tradición histórica "nominalista" que supone que al dictar una ley o un reglamento estamos resolviendo un problema. Una mejor legislación puede ayudar, pero tiene que estar acompañada de una voluntad de cambio y una agenda consensual que catalice las modificaciones y la acción cotidiana de la educación hacia la construcción de una sociedad educadora con un nuevo Estado docente como rector del proceso.

Sabemos que las transformaciones en el campo educativo son de larga maduración, es por ello que mientras más pronto se inicien, más breve será el plazo para ver sus resultados. Pero, también sabemos que la educación no puede asumirse como el programa de una fracción social y política, su orientación debe construirse mediante un amplio consenso para que tenga la fuerza de una política de Estado, y no de gobierno, y para que la sociedad como un todo la haga suya y la impulse como un proyecto colectivo.

En estos tiempos de cambio en nuestro país, una de las palancas decisivas está en la educación. Es tema controversial, pero estamos obligados a encontrar un camino para formular un pacto educativo que sea la sólida roca sobre la cual levantemos un país democrático y próspero al servicio de sus ciudadanos.

Alberto Lovera

PUBLICACIONES 2000 CDCH/UCV

LANDER, Edgardo
NEOLIBERALISMO, SOCIEDAD CIVIL Y DEMOCRACIA.
Ensayos sobre América Latina y Venezuela.
- Tercera Reimpresión

LANZ, Rigoberto
EL DISCURSO POSMODERNO: Crítica de la razón escéptica
- Tercera Edición

LÓPEZ-SANZ, Rafael
**PARENTESCO, ETNIA Y CLASE SOCIAL
EN LA SOCIEDAD VENEZOLANA**
- Segunda Edición

MOSQUERA, Genaro (Coordinador)
ANÁLISIS DE RIESGO INDUSTRIAL
Convenio con el Instituto Superior de Ciencias
y Tecnologías Nucleares de La Habana, Cuba.

MOSQUERA, Genaro (Coordinador)
**LAS VIBRACIONES MECÁNICAS Y SU APLICACIÓN
AL MANTENIMIENTO PREDICTIVO**
Convenio con el Instituto Superior de Ciencias
y Tecnologías Nucleares de La Habana, Cuba.

PERERA, Miguel Ángel
ORO Y HAMBRE. GUAYANA SIGLO XVI.
Antropología histórica y ecología cultural
de un malentendido 1498 - 1597
Coedición con la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales

RÍOS, Josefina y Gastón Carvallo
**ANÁLISIS HISTÓRICO DE LA ORGANIZACIÓN
DEL ESPACIO EN VENEZUELA**
- Tercera Reimpresión

VÁSQUEZ, Maura y Guillermo Ramírez
**ASPECTOS TEÓRICOS DEL ÁLGEBRA MATRICIAL
CON APLICACIONES ESTADÍSTICAS**
Coedición con la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales

ASTORGA, Omar
LA INSTITUCIÓN IMAGINARIA DEL LEVIATHAN.
Hobbes como intérprete de la política moderna

DEMBO, Miriam y María Teresa Guevara (Compiladoras)
**APORTES A LA PSICOLOGÍA DEL COMPORTAMIENTO
INFANTIL Y EDUCACIÓN PREESCOLAR**
- Tercera Reimpresión

ESTEVA-GRILLET, Roldán
JULIÁN OÑATE Y JUÁREZ (1843 - 1900 ca.).
Un pintor de ultramar en el arte latinoamericano del Siglo XIX

GARCÍA BACCA, Juan David
CONFESIONES. Autobiografía íntima y exterior
Coedición con Editorial Anthropos de España

CERROLAZA, Miguel y Julio Flórez-López (Compiladores)
MODELOS MATEMÁTICOS EN INGENIERÍA MODERNA

SANDOVAL, María Eugenia
DIAGÉNESIS DE ARENISCAS

SALOMÓN, Ricardo y María Corina Salomón
TEMAS DE GASTROENTEROLOGÍA. VOL. III

• **AUDIO CD**
PALACIOS, María Antonia y Juan Francisco Sans.
A BAILAR TOCAN: Géneros de Pataleo en la Venezuela del Siglo XIX

Nuestras publicaciones pueden
ser adquiridas en el
Departamento de Relaciones
y Publicaciones del
**CONSEJO
DE DESARROLLO
CIENTÍFICO
Y HUMANÍSTICO.**
Av. Principal de La Floresta,
Quinta Sileña,
La Floresta, Caracas.
Telfs: 284.7222
284.7077 - 284.7666
Fax: 285-1104.
E-mail: publicac@telcel.net.ve

Determinación de la energía plástica que puede disipar una estructura durante un terremoto

Miguel F. Cruz A. / Oscar A. López

Resumen

Durante los terremotos la energía fluye del suelo a las estructuras y éstas deben disiparla mediante los mecanismos de amortiguamiento en rango elástico y mediante las deformaciones plásticas, las cuales son responsables del daño estructural. La energía plástica que puede disipar una estructura es un parámetro importante en las nuevas tendencias para el diseño de estructuras en zonas de elevada amenaza sísmica. Este trabajo relaciona la energía plástica con las características del movimiento sísmico y con las propiedades de la estructura. Para derivar estas relaciones se efectuaron estudios paramétricos con cinco estructuras de un grado de libertad y dos estructuras de varios grados de libertad con diferentes resistencias y periodos propios. Se presentan expresiones simples para calcular la energía plástica en función de la energía de entrada y la duración del sismo, y de la resistencia, el amortiguamiento y el periodo propio de oscilación de la estructura.

Abstract

During earthquakes input energy flows from the ground to structures and should be dissipated by damping mechanisms and by plastic deformation that is responsible in part for structural damage. The plastic energy is an important parameter in new design procedures for structures located in high seismicity regions. This work relates the dissipated plastic energy to the ground motion characteristics and to the structural parameters. Five single-degree of freedom structures and two multi-degree of freedom structures with different strengths and periods are used in parametric studies in order to develop this relations. Simple expressions are found to calculate the plastic energy as a function of the input energy and duration of ground motion, and strength, damping ratio and vibration period of the system.

1. Introducción

El daño en las estructuras debidas a los movimientos sísmicos es causado por las deformaciones y la fatiga en los materiales (Banan *et al.*, 1981). El daño asociado a la fatiga se relaciona con la energía plástica disipada durante el sismo. Chung *et al.* (1990) demostraron que el daño en las estructuras de concreto reforzado puede ser controlado en primera instancia con el refuerzo longitudinal, el cual está relacionado directamente con la resistencia.

Después de los trabajos de Park y Ang (1985) parece razonable aceptar que cualquier método de diseño tendente a controlar el daño debe considerar el nivel de deformación, así como la energía plástica que pueda disipar la estructura. La energía plástica va a depender, entre otras variables, de la energía que suministre el movimiento sísmico, o energía de entrada a la estructura. La energía de entrada en sistemas inelásticos de un grado de libertad es aproximadamente independiente del amortiguamiento y del tipo de relación fuerza-deformación (Kuwamura y Galambos, 1989), y de la resistencia de la estructura para rangos de periodos medios y largos (Fajfar *et al.*, 1989). La energía plástica, por el contrario, es muy sensible a la resistencia y al amortiguamiento viscoso. Si la resistencia va a ser utilizada como un parámetro para controlar el daño, entonces debería conocerse la relación que hay entre la energía plástica y la resistencia.

Descriptores:

Energía de entrada; energía plástica; disipación de energía; diseño sísmico.

Descriptors:

Input energy; plastic energy; energy dissipation; seismic design.

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 17-2, 2001, pp. 09-20.
Recibido el 29/06/00 - Aceptado el 22/03/01

artículos

En sistemas de varios grados de libertad, la energía de entrada para una estructura específica se puede obtener del espectro de energía de entrada para sistemas de un grado de libertad (Akiyama, 1985; Uang y Bertero, 1990). El cociente entre la energía plástica y la energía de entrada ha sido examinado en sistemas de varios grados de libertad por Léger y Dussault (1992) para varios valores de modelos de amortiguamiento de Rayleigh. Sin embargo, menos esfuerzo ha sido dedicado para obtener expresiones simples del cociente entre la energía plástica y la energía de entrada, como una función de las propiedades del sistema y de los parámetros del movimiento sísmico, que pueda ser utilizada en el diseño.

El objetivo de este trabajo es obtener una expresión que relacione la energía plástica con la energía de entrada y la duración del terremoto, y con la resistencia, el periodo y el amortiguamiento de la estructura. Para ello se efectúan estudios paramétricos de sistemas no-lineales de uno y varios grados de libertad con seis niveles distintos de resistencia, sujetos a seis registros de terremotos con diferentes valores de duración e intensidad obtenidos en diversos lugares del planeta. Resultados adicionales son presentados por Cruz (1996).

2. Movimientos sísmicos

Las características más importantes de los seis registros de los movimientos sísmicos utilizados en este trabajo se muestran en el cuadro 1. Se incluye allí el bien conocido componente N-S del terremoto del Valle Imperial en El Centro, 1940, el registro más fuerte obtenido en el terremoto de México (1985) en la estación SCT, y el registro CIG obtenido en San Salvador durante el terremoto de 1986. Fueron utilizados también tres registros obtenidos en Costa Rica, cuyos terremotos, Cóbano (25 de marzo de 1990), Alajuela (22 de diciembre de 1990) y Limón (22 de abril de 1991) son descritos en la publicación N° 93-A del EERI (1993). En el estudio de estructuras de un grado de li-

bertad, los registros del Limón serán escalados con un factor de amplificación de 2, por lo que se dispondrá de un registro adicional. Por lo tanto, las estructuras de un grado de libertad serán analizadas con siete registros. En el cuadro 1, T_g es el período característico del registro, T_D es la duración, de acuerdo con Bolt (1969), para una aceleración acotada de 0.05 g, A es la aceleración máxima del terreno, M_s es la magnitud del terremoto y A/V es el cociente entre la aceleración máxima y la velocidad máxima del terreno.

3. Energía de entrada, energía plástica y potencia normalizada del sismo

En este trabajo se utiliza la definición de energía de entrada basada en el desplazamiento relativo de la estructura. Esta energía representa el trabajo hecho por una fuerza lateral equivalente debida al movimiento sísmico, a través del desplazamiento relativo de la masa (Uang y Bertero, 1990). La energía relativa de entrada, E_i , se calcula por la siguiente expresión:

$$E_i = - \int M \ddot{u}_g(t) du \quad (1)$$

Donde M es la masa, \ddot{u}_g es la aceleración del terreno y u es el desplazamiento relativo.

En el rango de períodos desde 0,2 s a 5,0 s, los valores de la energía relativa son bastante similares a los valores de la energía absoluta (Uang y Bertero, 1990). Por lo tanto, no se realiza ninguna diferenciación entre ambas energías en este trabajo.

La energía de entrada del sismo puede aceptarse que es independiente de los parámetros del sistema (Kuwamura y Galambos, 1989; Zahrah y Hall, 1984). El amortiguamiento viscoso, la ductilidad y la resistencia tienen un efecto menor en la energía de entrada. Es más, la energía de entrada no se ve muy influenciada por el tipo de relación no-lineal fuerza-deformación de la estructura.

Cuadro 1:
Características de los registros sísmicos

Registro	Estación	T_g (s)	T_D (s)	A (g)	M_s	A/V (g/m/s)
Alajuela Dec./22/90	Cipet N90E	0.4	17.00	0.45	5.7	1.10
Limón Apr./22/91	UCR N00E	0.45	20.8	0.19	7.4	1.54
Cóbano Mar./25/90	Hospital N90E	1.30	9.64	0.25	6.9	0.55
San Salvador Oct./10/86	CIG N90E	0.50	8.20	0.68	5.4	0.85
Imperial V. May./18/40	El Centro N00E	0.55	27.00	0.34	6.3	1.14
México Sep./19/85	SCT N90E	2.0	33.15	0.17	8.1	0.27

Esto significa que independientemente que la relación fuerza-deformación sea elasto-plástica, bi-lineal, con o sin degradación de rigidez, la energía de entrada permanece más o menos constante. En las estructuras de varios grados de libertad la energía de entrada puede ser calculada a partir de los espectros de energía obtenidos en estructuras de un solo grado de libertad.

Al final del sismo, toda la energía de entrada debe haber sido disipada por la estructura, a través de los mecanismos de disipación en rango elástico (amortiguamiento viscoso) o de disipación en rango inelástico (energía plástica). La energía plástica E_p se define, en consecuencia, como aquella porción de la energía absorbida por la estructura que es utilizada para deformar el material en el rango plástico. Esta energía plástica se determina a partir de:

$$E_p = \int F du_p \tag{2}$$

donde F es la fuerza elástica de restitución y u_p es el componente plástico del desplazamiento relativo. Debe señalarse que la estabilidad relativa demostrada por la energía de entrada no es una característica de la energía plástica, la cual es muy sensible al tipo de estructura y a los parámetros del movimiento sísmico.

La energía plástica normalizada E_{pm} se define como:

$$E_{pm} = E_p / E_i \tag{3}$$

y representa la porción de la energía de entrada que es disipada por deformaciones plásticas.

La potencia media de entrada del sismo se define en este trabajo como la energía de entrada, dividida por la duración de Bolt del registro: E_i / T_d . La duración T_d de Bolt es el intervalo de tiempo entre los cuales se tienen aceleraciones mayores que 0,05 g. La potencia media normalizada del sismo, N_p , se define como:

$$N_p = (E_i / T_d) / (E_d / T) \tag{4}$$

donde

$$E_d / T = \frac{MC_y^2 g^2}{4\pi\omega} \left(1 - \frac{1}{e^{4\pi\zeta}} \right) \tag{5}$$

C_y es el coeficiente sísmico a nivel cedente, el cual representa la resistencia normalizada de la estructura, definido como la fuerza cedente lateral dividida por el peso; T es el periodo de la estructura, en segundos; g es la constante de la aceleración de gravedad, igual a 9,81 m/s²; ζ es el coeficiente de amortiguamiento relativo, adimensional, y ω es la frecuencia natural de la estructura, en s⁻¹. El término E_d / T es la potencia media disipada por amortiguamiento en rango elástico; está dada por la energía disipada por el amortiguador viscoso durante un ciclo de oscilación libre iniciado desde el desplazamiento cedente, dividida entre el periodo de la estructura.

Es conveniente destacar que la potencia media normalizada, N_p , dada por la ecuación 4, depende de la intensidad del movimiento sísmico (energía de entrada y duración) y de los parámetros estructurales (resistencia, amortiguamiento y periodo).

4. Estructuras de un grado de libertad

Treinta estructuras de un grado de libertad fueron definidas para ser analizadas, con diferentes valores del periodo natural de oscilación y del coeficiente sísmico cedente C_y , tal como se muestra en el cuadro 2. Para cada periodo se definieron seis niveles de resistencia designados como S1, S2, S3, S4, S5 y S6, los cuales corresponden a la resistencia de estructuras localizadas en un área de elevada amenaza sísmica (aceleraciones máximas de 0,30 g) y diseñadas con factores de reducción de fuerzas entre 1 y 3, a fin de incorporar el comportamiento inelástico. Como resultado se observan en el cuadro 2 valores de C_y comprendidos entre 0,03 (sistema menos resistente) y 0,55 (sistema más resistente). La relación fuerza-deformación es una relación elasto-plástica perfecta, con una fuerza cedente dada por el producto del coeficiente sísmico (cuadro 2) y el peso del sistema. No se consideran efectos

Cuadro 2:
Coeficiente sísmico cedente (C_y) para los sistemas de IGDL

Resistencia	Periodo (s)				
	0.25	0.50	1.00	1.50	3.00
S1	0.184	0.184	0.090	0.060	0.030
S2	0.258	0.258	0.126	0.084	0.042
S3	0.331	0.331	0.163	0.108	0.054
S4	0.405	0.405	0.199	0.132	0.065
S5	0.478	0.478	0.235	0.156	0.077
S6	0.552	0.552	0.271	0.180	0.089

artículos

de segundo orden (P^-) y todos los cálculos se realizaron con el programa DRAIN 2D, Kannan y Powell (1973), con un intervalo de tiempo constante de 0,02 s para la integración numérica. Un amortiguamiento viscoso de 2% fue asignado a todos los sistemas.

4.1 Determinación de E_p/E_i como una función de N_p

La energía de por unidad de masa, E_i/M y la energía plástica normalizada, E_p/E_i , se presentan en los cuadros 3 a 7 para cada período de oscilación, nivel de resistencia y registro sísmico. El cociente E_p/E_i depende de la duración, de la intensidad y del período característico del movimiento sísmico. Por ejemplo, la estructura con un período de 1 segundo (cuadro 5) y con una resistencia S4 tiene igual a 0,54 para el registro de Alajuela. Este valor se compara con 0,59 para el registro de El Centro. Estos va-

lores de E_p/E_i son similares a pesar del hecho de que la energía de entrada, E_i/M es diferente para cada registro (0,166 para Alajuela y 0,625 para El Centro). La similitud de E_p/E_i se puede explicar observando que Alajuela suministra su energía de entrada en una duración de 17 s, mientras que el registro de El Centro suministra su energía en 27 s (cuadro 1). Este fenómeno puede ilustrarse adicionalmente con la estructura de período igual a 0,5 s (cuadro 4). Para la resistencia de S2, E_p/E_i es 0,70 con el registro de Cóbano, y 0,72 con el registro de El Centro. La energía de entrada para estos registros es, sin embargo, igual a 0,353 y 0,662, respectivamente. La duración del Cóbano es de 9,6 s y la duración de El Centro es de 27 s (cuadro 1). Estos resultados sugieren que además de depender de la resistencia de la estructura, el cociente E_p/E_i depende también de la potencia media, la cual contiene a la duración del sismo y, por tanto, depende también de la potencia media normalizada, N_p , dada por la ecuación 5.

Cuadro 3:

Energía de entrada por unidad de masa E_i/M (m^2/s^2) y energía plástica normalizada E_p/E_i , $T=0.25$ s

Resistencia		Limón	Limón x 2	Cobano	Alajuela	San Salvador	El Centro	México
S1	E_p/E_i	0.57	0.82	0.84	0.89	0.87	0.82	0.20
	E_i/M	0.082	0.528	0.103	0.458	0.570	0.413	0.004
S2	E_p/E_i	0.32	0.75	0.63	0.87	0.88	0.73	0.00
	E_i/M	0.065	0.449	0.040	0.515	0.596	0.367	0.0035
S3	E_p/E_i	0.05	0.65	0.38	0.90	0.87	0.59	0.00
	E_i/M	0.054	0.376	0.029	0.550	0.590	0.302	0.0035
S4	E_p/E_i	0.00	0.47	0.13	0.79	0.78	0.45	0.00
	E_i/M	0.053	0.300	0.025	0.532	0.588	0.294	0.0035
S5	E_p/E_i	---	0.35	0.0	0.73	0.78	0.30	0.00
	E_i/M	---	0.271	0.023	0.456	0.630	0.303	0.0035
S6	E_p/E_i	---	0.12	0.0	0.66	0.73	0.21	0.00
	E_i/M	---	0.246	0.023	0.369	0.673	0.310	0.0035

(--- conducta elástica)

cuadro 4:

Energía de entrada por unidad de masa E_i/M (m^2/s^2) y energía plástica normalizada E_p/E_i , $T=0.50$ s

Resistencia		Limón	Limón x 2	Cobano	Alajuela	San Salvador	El Centro	México
S1	E_p/E_i	0.55	0.68	0.78	0.78	0.89	0.78	0.54
	E_i/M	0.18	0.60	0.31	0.53	0.93	0.64	0.08
S2	E_p/E_i	0.44	0.61	0.70	0.67	0.87	0.72	0.18
	E_i/M	0.20	0.65	0.35	0.53	1.00	0.66	0.06
S3	E_p/E_i	0.31	0.57	0.56	0.59	0.86	0.65	0.00
	E_i/M	0.20	0.70	0.35	0.56	1.11	0.69	0.06
S4	E_p/E_i	0.25	0.53	0.39	0.52	0.82	0.61	0.00
	E_i/M	0.20	0.74	0.32	0.59	1.23	0.70	0.06
S5	E_p/E_i	0.13	0.48	0.30	0.46	0.79	0.54	0.00
	E_i/M	0.19	0.78	0.30	0.62	1.32	0.71	0.06
S6	E_p/E_i	0.00	0.42	0.16	0.40	0.73	0.48	0.00
	E_i/M	0.18	0.80	0.28	0.66	1.31	0.70	0.06

Cuadro 5:

Energía de entrada por unidad de masa E_i/M (m^2/s^2) y energía plástica normalizada E_p/E_i , $T=1.0$ s

Resistencia		Limón	Limón x 2	Cobano	Alajuela	San Salvador	El Centro	México
S1	E_p/E_i	0.005	0.47	0.82	0.73	0.87	0.78	0.93
	E_i/M	0.051	0.18	0.38	0.25	0.56	0.44	2.47
S2	E_p/E_i	0.00	0.31	0.80	0.65	0.86	0.71	0.92
	E_i/M	0.051	0.19	0.37	0.20	0.63	0.51	1.64
S3	E_p/E_i	---	0.15	0.79	0.57	0.83	0.66	0.82
	E_i/M	---	0.20	0.39	0.17	0.68	0.58	0.62
S4	E_p/E_i	---	0.60	0.76	0.54	0.81	0.59	0.41
	E_i/M	---	0.21	0.39	0.16	0.68	0.62	0.20
S5	E_p/E_i	---	0.0	0.71	0.46	0.78	0.53	0.15
	E_i/M	---	0.20	0.39	0.16	0.69	0.64	0.15
S6	E_p/E_i	---	0.0	0.62	0.33	0.74	0.47	0.00
	E_i/M	---	0.20	0.40	0.15	0.69	0.65	0.13

(--- conducta elástica)

Cuadro 6:

Energía de entrada por unidad de masa E_i/M (m^2/s^2) y energía plástica normalizada E_p/E_i , $T=1.5$ s

Resistencia Nivel		Limón	Limón x 2	Cobano	Alajuela	San Salvador	El Centro	México
S1	E_p/E_i	---	0.31	0.82	0.83	0.89	0.79	0.92
	E_i/M	---	0.082	0.512	0.186	0.504	0.266	3.58
S2	E_p/E_i	---	0.06	0.77	0.76	0.84	0.62	0.92
	E_i/M	---	0.065	0.592	0.227	0.586	0.237	4.45
S3	E_p/E_i	---	0.0	0.74	0.67	0.79	0.50	0.92
	E_i/M	---	0.061	0.661	0.259	0.563	0.222	4.99
S4	E_p/E_i	---	---	0.69	0.57	0.73	0.41	0.90
	E_i/M	---	---	0.702	0.287	0.551	0.231	5.11
S5	E_p/E_i	---	---	0.64	0.44	0.69	0.32	0.89
	E_i/M	---	---	0.742	0.306	0.572	0.243	5.17
S6	E_p/E_i	---	---	0.56	0.30	0.63	0.17	0.87
	E_i/M	---	---	0.773	0.320	0.595	0.245	4.70

(--- conducta elástica)

Cuadro 7:

Energía de entrada por unidad de masa E_i/M (m^2/s^2) y energía plástica normalizada E_p/E_i , $T=3.0$ s

Registro		Limón	Limón x 2	Cobano	Alajuela	San Salvador	El Centro	México
Resistencia S1	E_p/E_i	---	0.51	0.78	0.43	0.75	0.78	0.83
	E_i/M	---	0.089	0.180	0.040	0.126	0.271	1.72
S2	E_p/E_i	---	0.32	0.74	0.14	0.71	0.75	0.83
	E_i/M	---	0.094	0.220	0.022	0.134	0.336	2.14
S3	E_p/E_i	---	0.06	0.69	0.00	0.56	0.72	0.82
	E_i/M	---	0.094	0.256	0.021	0.142	0.402	2.48
S4	E_p/E_i	---	0.00	0.62	---	0.43	0.68	0.90
	E_i/M	---	0.094	0.290	---	0.144	0.461	2.76
S5	E_p/E_i	---	---	0.55	---	0.30	0.63	0.78
	E_i/M	---	---	0.318	---	0.148	0.515	3.00
S6	E_p/E_i	---	---	0.48	---	0.12	0.58	0.76
	E_i/M	---	---	0.340	---	0.146	0.565	3.19

(--- conducta elástica)

artículos

Los gráficos 1 al 5 muestran E_p/E_i como una función de la potencia media normalizada N_p , para los periodos de vibración de 0,25, 0,5, 1,0, 1,5, y 3 segundos, respectivamente. En cada figura se presentan los valores de E_p/E_i para todos los 7 registros sísmicos definidos previamente. Se puede observar de las figuras que el cociente E_p/E_i aumenta cuando N_p aumenta, y N_p aumenta cuando la resistencia decrece. Se observa que hay un límite superior, menor que 1, para los valores de E_p/E_i ; esta relación de energías no puede alcanzar el valor de uno debido al hecho de que la energía disipada por el amortiguador viscoso, que depende de la velocidad de la estructura y que, junto con E_p constituyen el valor de E_i , no puede reducirse a cero porque el sistema siempre tendrá alguna velocidad, aun cuando sea muy pequeña. Se debe notar también de la figuras que la correlación entre el cociente E_p/E_i y N_p es poco influenciada por el tipo de registro sísmico, ya que la definición de N_p incluye por sí misma las principales características que controlan la intensidad del registro (energía de entrada y duración).

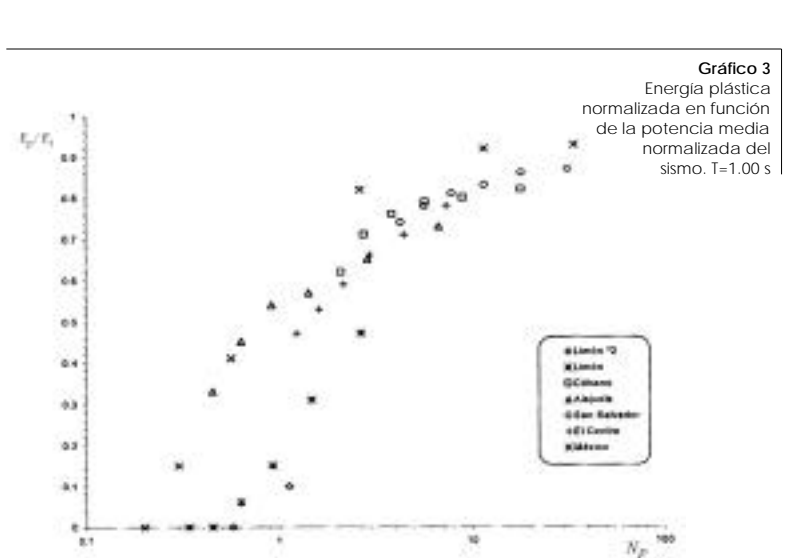
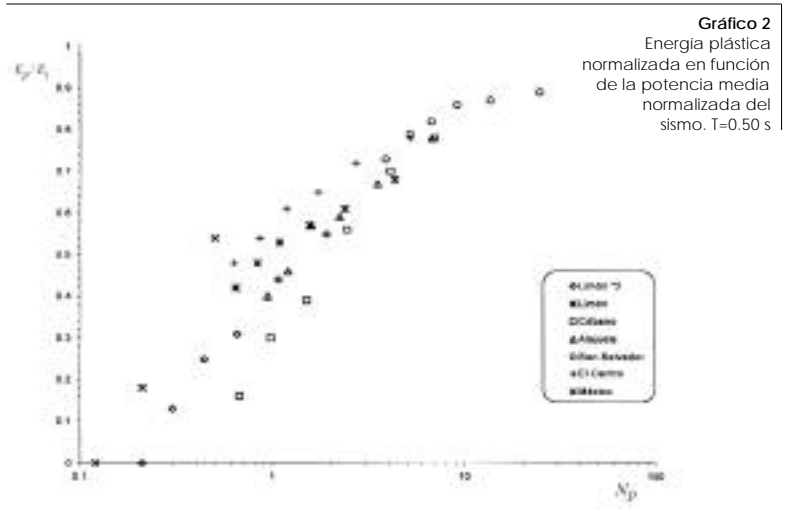
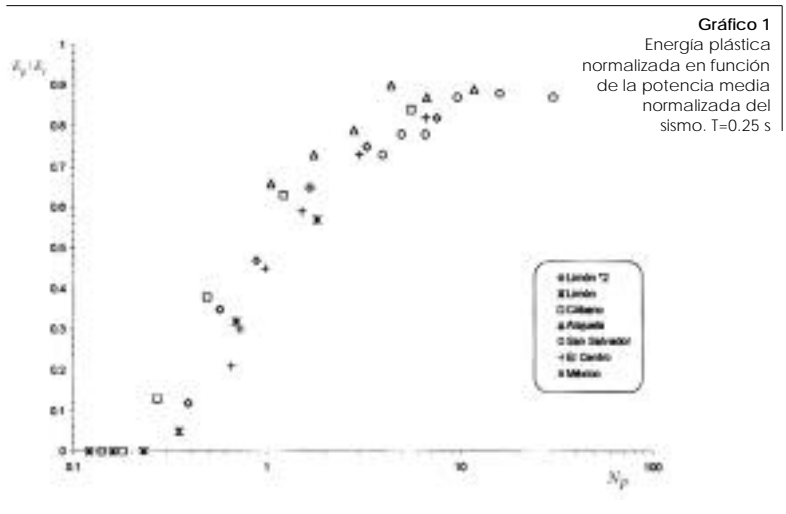


Gráfico 4
Energía plástica normalizada en función de la potencia media normalizada del sismo. T=1.50 s

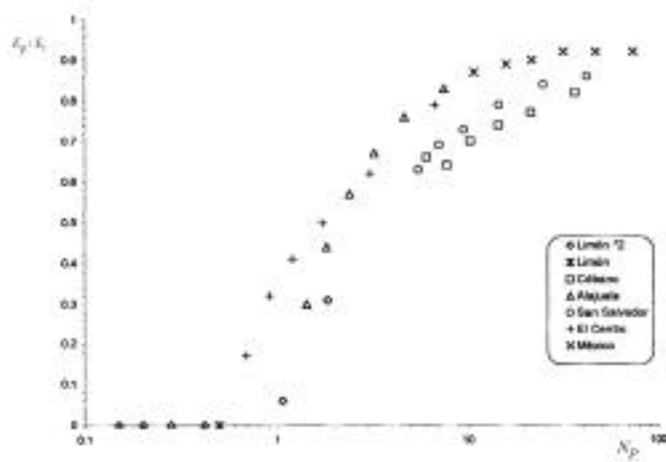
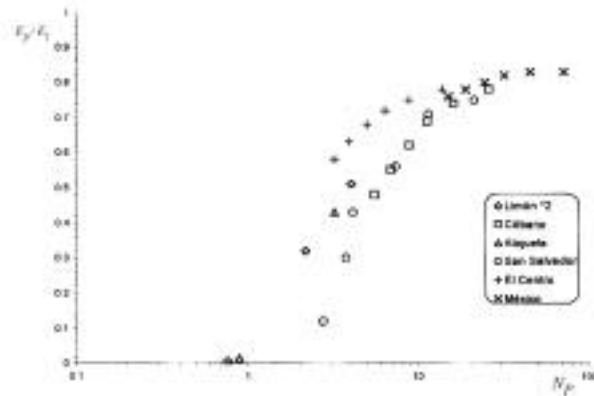


Gráfico 5
Energía plástica normalizada en función de la potencia media normalizada del sismo. T= 3.00 s



4.2 Expresiones propuestas para determinar el cociente E_p / E_i

Con los datos de los gráficos 1 a 5 se llevó a cabo un análisis de regresión para ajustar la información obtenida a la siguiente ecuación:

$$E_p / E_i = m \log(N_p) + b \tag{6}$$

donde m es la inclinación, la cual varía en este caso de 0,42 a 0,47, de acuerdo con el valor del período de vibración. Debido a la similitud de los valores de m , un valor único de $m = 0,44$ fue finalmente adoptado y b es ajustado en cada caso. De acuerdo con este procedimiento, los valores resultantes de b son 0,49, 0,45, 0,41, 0,30 y 0,19 para los períodos 0,25, 0,50, 1,0, 1,5 y 3,0 segundos, respectivamente. Si aceptamos que el límite superior de E_p / E_i está dado por 0,9, entonces b puede calcularse como:

$$b = 0,9 - 0,44 \log a \tag{7}$$

donde, a está dada por:

$$a = 7,47 \log T + 13 \quad T \leq 1,0s \tag{8}$$

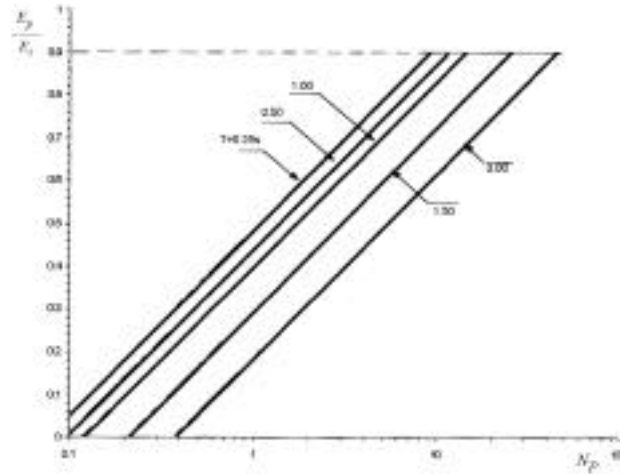
$$a = 58,68 \log T + 13 \quad T \geq 1,0s \tag{9}$$

Las curvas obtenidas en las ecuaciones 6 a 9 se muestran en el gráfico 6 para los períodos de vibración de 0,25, 0,5, 1,0, 1,5 y 3,0 segundos. Este gráfico corresponde a las estructuras cuyo amortiguamiento es 2% del amortiguamiento crítico.

artículos

Gráfico 6

Curvas propuestas para calcular la energía plástica normalizada



5. Estructuras de varios grados de libertad

La relación entre la energía plástica normalizada E_p/E_i y la potencia media normalizada N_p se investiga a continuación para dos estructuras de varios grados de libertad constituidas por pórticos regulares de concreto armado. El primero es un pórtico de seis pisos de altura y dos vanos, y el segundo es un pórtico de tres pisos con un vano. Ambos pórticos fueron diseñados según la Norma Sísmica de Costa Rica (1986), la cual, en líneas generales, es bastante similar a la de Caracas o California. Se consideran seis diferentes niveles de resistencia (s_1 a s_6) asociados a factores de reducción por efectos inelásticos comprendidos entre 1 y 3. Los correspondientes valores del coeficiente sísmico cedente C_y se presentan más adelante. Los períodos fundamentales de ambas estructuras fueron arbitrariamente ajustadas a 1,0 s y 0,50 s, para los pórticos más altos y más bajos, respectivamente, para obtener períodos similares a los de las estructuras de un grado de libertad presentadas previamente. Un amortiguamiento de 2% fue considerado para todos los modos de vibración en todas las estructuras.

5.1 Determinación de la resistencia cedente

Con la finalidad de determinar el valor de N_p en estas estructuras de varios grados de libertad, es necesario determinar en primer lugar el valor del coeficiente sísmico cedente C_y . En este trabajo este coeficiente fue determinado de acuerdo con el siguiente procedimiento.

La estructura primero es cargada con una carga vertical igual a $0,75 (1,4CP+1,7CV)$ donde CP es la carga permanente y CV es la carga variable utilizada en el diseño. Luego, la estructura es sometida a cargas laterales en cada piso, cuya distribución vertical está dada por el método estático definido en la norma venezolana (Funvisis, 1983). Estas cargas laterales aumentan monótonicamente desde cero hasta agotar la capacidad de la estructura. La conducta de las rótulas plásticas en los extremos de los miembros se supone elasto-plástica perfecta y se ignoran los efectos P- Δ .

El gráfico 7 muestra la relación entre la fuerza cortante basal y el desplazamiento del piso superior del pórtico de tres pisos, para cada uno de los diseños (s_1 a s_6) considerados. Se indica también sobre cada curva de trazos continuos otra curva de trazos discontinuos que representa al sistema equivalente elasto-plástico perfecto, con la misma rigidez inicial de la curva anterior. La segunda recta de pendiente cero del sistema equivalente es dibujada de tal forma que las áreas comprendidas entre ambas curvas son iguales. Esta condición permite la determinación del punto de cedencia de cada estructura (Chopra, 1990). Los valores del desplazamiento D_y se indican en el gráfico 7. La fuerza cortante basal cedente determinada de esta manera en el gráfico 7, es dividida entre el peso de cada estructura para determinar el coeficiente sísmico a nivel de cedencia C_y . En el cuadro 8 se presentan los valores encontrados para el coeficiente sísmico cedente C_y correspondiente a cada nivel de resistencia (s_1 a s_6), para cada pórtico. Nótese que los valores de C_y están comprendidos entre 0,11 (estructura menos resistente) y 0,48 (estructura más resistente).

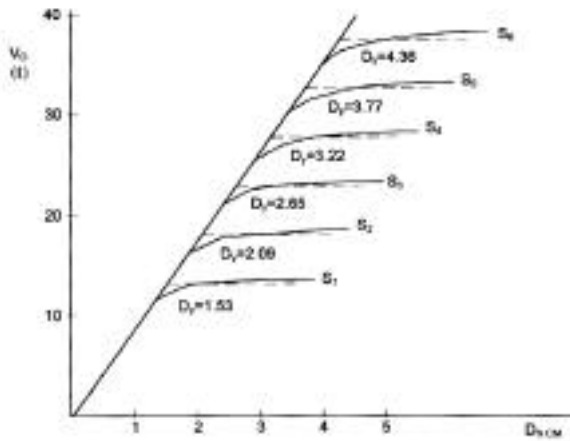


Gráfico 7
Corte basal en función del desplazamiento en el último piso para el pórtico de 3 pisos

5.2 Energía de entrada y energía plástica

De una manera similar a la hecha para sistemas de un grado de libertad, la energía de entrada E_i fue determinada mediante la siguiente expresión :

$$E_i = - \sum_j \int M_j \ddot{u}_j(t) dt_j \quad (10)$$

donde M_j y u_j son la masa y el desplazamiento relativo en el piso j . La sumatoria se efectúa para todos los grados de libertad de la estructura. La energía plástica E_p se obtiene al añadir las contribuciones de cada rótula plástica que se forme en la estructura. Para calcular N_p , dada por la ecuación 4, T se adopta como el período fundamental de la estructura. Un análisis dinámico inelástico fue llevado a cabo con cada una de las estructuras definidas en el

cuadro 8, sujetas a cada uno de los movimientos sísmicos definidos en el cuadro 1. La energía de entrada por unidad de masa, E_i/M , para cada estructura se muestra en el cuadro 9 para el pórtico de seis pisos (6 GDL). También se muestra en la misma tabla la energía de entrada de las estructuras con un único grado de libertad (1 GDL) del mismo período y resistencia que la de seis pisos. Los resultados del cuadro 9 ponen de manifiesto la similitud entre los valores de la energía de entrada que induce el sismo en sistemas de uno y varios grados de libertad. Esta similitud ha sido reseñada previamente por Akiyama (1985) y por Uang y Bertero (1990).

Cuadro 8:
Coeficiente sísmico cedente (Cy) para pórticos de varios pisos

Resistencia	Pórtico de 6 pisos	Pórtico de 3 pisos
S1	0.108	0.168
S2	0.134	0.229
S3	0.157	0.29
S4	0.186	0.353
S5	0.212	0.413
S6	0.238	0.478

Cuadro 9:

E_i / M en sistemas de 1 piso (1 GDL) y 6 pisos (6GDL), $T=1$ s

Resistencia	Sistema	Limón	Cobano	Alajuela	San Salvador	El Centro	México
S1	1 GDL	0.051	0.38	0.25	0.56	0.44	2.47
	6 GDL	0.070	0.32	0.26	0.57	0.47	1.98
S2	1 GDL	0.051	0.37	0.21	0.63	0.51	1.64
	6 GDL	0.067	0.32	0.24	0.61	0.51	1.20
S3	1 GDL	0.051	0.39	0.17	0.68	0.58	0.62
	6 GDL	0.066	0.34	0.22	0.64	0.54	0.48
S4	1 GDL	0.051	0.39	0.17	0.68	0.62	0.20
	6 GDL	0.064	0.35	0.21	0.66	0.56	0.20
S5	1 GDL	0.051	0.39	0.16	0.69	0.64	0.15
	6 GDL	0.063	0.35	0.21	0.67	0.57	0.15
S6	1 GDL	0.051	0.40	0.15	0.69	0.65	0.13
	6 GDL	0.063	0.35	0.21	0.68	0.58	0.13

artículos

5.3 Valores de E_p/E_i como una función de N_p

La relación entre la energía plástica normalizada, E_p/E_i , y la potencia media normalizada del sismo, N_p , se muestra en los gráficos 8 y 9 para los pórticos de seis y tres pisos, respectivamente, y para todos los registros sísmicos.

Comparando los resultados mostrados en el gráfico 8, correspondiente al pórtico de 6 pisos con $T=1$ s, con aquellos presentados previamente en el gráfico 2 (sistemas de 1 GDL con $T=1$ s), se observa una similitud entre las curvas $E_p/E_i - N_p$ para los sistemas de uno y de varios grados de libertad. La misma similitud se aprecia al comparar la curva del gráfico 9 (pórtico de tres pisos con $T=0,5$ s) con la del gráfico 2 (sistema de 1 GDL con $T=0,5$ s). En el caso del pórtico de 6 pisos ($T=1$ s), la siguiente ecuación se obtiene de ajustar los datos mostrados en el gráfico 8:

$$E_p/E_i = 0,47 \log N_p + 0,39 \quad (11)$$

la cual es muy similar a la ecuación obtenida para los sistemas de 1 GDL:

$$E_p/E_i = 0,44 \log N_p + 0,41 \quad (12)$$

Análogamente, en el caso del pórtico de tres pisos ($T=0,5$ s) la ecuación obtenida del gráfico 9 es:

$$E_p/E_i = 0,43 \log N_p + 0,45 \quad (13)$$

también muy similar a la obtenida para sistemas de 1 GDL:

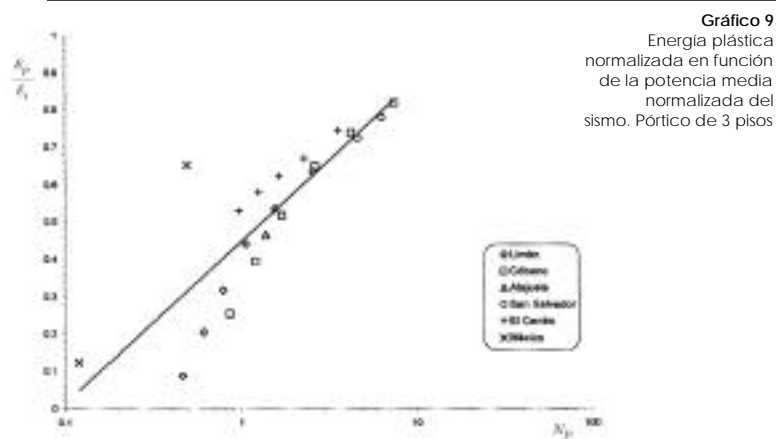
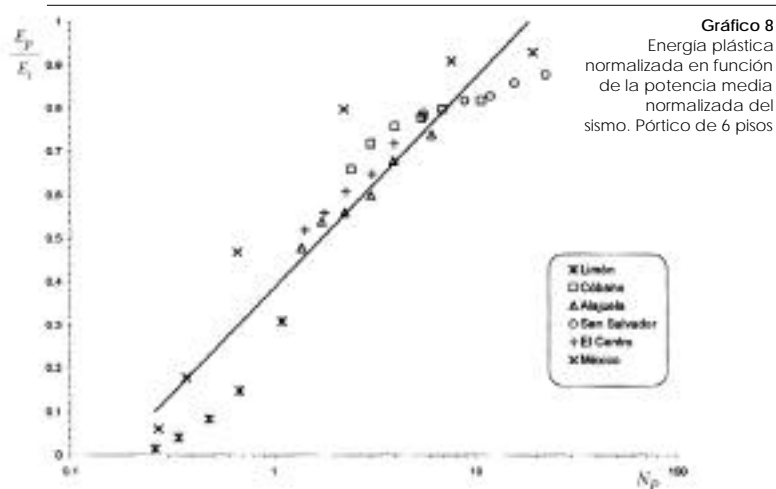
$$E_p/E_i = 0,44 \log N_p + 0,45 \quad (14)$$

Estos resultados sugieren que las curvas propuestas por los sistemas de 1 GDL pueden ser utilizadas para obtener la energía plástica normalizada en sistemas de muchos grados de libertad caracterizados por pórticos regulares. Tso, Zhu y Heidebrecht (1993) obtuvieron conclusiones similares para pórticos resistentes a momento con baja ductilidad.

6. Procedimiento propuesto para calcular la energía plástica

De los resultados presentados en este trabajo se propone un procedimiento para calcular aproximadamente la energía plástica E_p en estructuras de varios grados de libertad. Los pasos a seguir son:

a) Determinar el período fundamental (T) y el coeficiente cedente sísmico (C_y) de la estructura, y estimar el valor del amortiguamiento (γ). El período corresponde a la estructura en su estado original, es decir, sin daño. La fuerza cortante basal que resiste la estructura y, en consecuencia, C_y , pueden determinarse haciendo algunas hipótesis simplificadoras sobre el mecanismo de falla más probable de la estructura. Sin embargo, se recomienda hacer un análisis del tipo *push over*, similar al mostrado en este trabajo, adoptando una distribución de cargas laterales sobre la estructura.



- b) Determinar la energía de entrada (E_i) del movimiento sísmico y su duración (T_d), utilizando expresiones como las propuestas por Kuwamura and Galambos (1989), y Fajfar *et al.* (1989).
- c) Calcular la potencia media del sismo, N_p , a partir de las ecuaciones 4 y 5.
- d) Calcular la energía plástica normalizada, E_p/E_i , a partir de las ecuaciones 6 a 9.
- e) Finalmente, la energía plástica E_p se obtiene multiplicando el cociente E_p/E_i por la energía de entrada E_i .

Como ejemplo, supongamos que la estructura está definida por un pórtico de 6 pisos con una masa total igual a 27.400 kg-s²/m, un periodo fundamental de 1 s y un amortiguamiento de 0,02. El coeficiente sísmico cedente es 0,128. La duración estimada del movimiento sísmico y la energía de entrada por unidad de masa es 20 s y 0,5 m²/s², respectivamente; por lo tanto, la energía de entrada es 13.700 kg-m. De la ecuación 4, encontramos que N_p igual a 5,6. Utilizando las ecuaciones 6 a la 9, E_p/E_i es igual a 0,74 y, por tanto, la energía plástica es 10.140 kg-m.

7. Conclusiones

Se han propuesto expresiones sencillas para calcular la energía plástica disipada por una estructura durante un terremoto. La energía plástica, expresada como una fracción de la energía de entrada, es calculada en términos de la potencia media normalizada del sismo, N_p , definida en este trabajo. N_p incorpora las características más importantes del movimiento sísmico (energía de entrada y duración) y de la estructura (periodo fundamental, resistencia y amortiguamiento).

- 1- Para los pórticos regulares aquí considerados, la energía de entrada por unidad de masa de estos sistemas de varios grados de libertad es muy similar a la energía de entrada por unidad de masa en los sistemas de un solo grado de libertad. Adicionalmente, la energía de entrada no se ve muy afectada por las variaciones de la resistencia de la estructura.
- 2- Las expresiones obtenidas para el cociente entre la energía plástica y la energía de entrada en pórticos regulares son muy similares a las expresiones correspondientes para un sistema de un único grado de libertad con el mismo periodo que el periodo fundamental del sistema de varios grados de libertad. Estos resultados sugieren que la energía plástica en sistemas de varios grados de libertad puede ser calculada utilizando las expresiones propuestas en este trabajo obtenidas para sistemas de un grado de libertad. La energía plástica puede ser utilizada para calcular el nivel del daño en estructuras sujetas a terremotos.
- 3- La energía plástica dividida por la energía de entrada, tiene un límite superior que depende del valor del amortiguamiento. Para un amortiguamiento de 2%, este límite es cercano a 0,90.

8. Bibliografía

- AKIYAMA, H. 1985. *Earthquake Resistant Limit-State Design for Buildings*. University of Tokyo Press.
- BANON, H.; BIGGS, J.M. & IRVINE, H.M. 1981. *Seismic Damage in Reinforced Concrete Frames*. ASCE, *Journal of Structural Division*, vol. 107, N. ST9: 1713-1729.
- BOLT, B.A. 1969. "Duration of Strong Motion". *Proceedings of the 4th World Conference in Earthquake Engineering*: 1304-1315.
- CHOPRA, A.K. 1995. *Dynamics of Structures*. New Jersey: Prentice Hall.
- CHUNG, Y.S.; MEYER, C. & SHINOZUKA, M. 1990. "Automatic Seismic Design of Reinforced Concrete Building Frames". *ACI Structural Journal*, vol. 87: 326-340.

artículos

COLEGIO FEDERADO DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS DE COSTA RICA, 1996. *Código Sísmico de Costa Rica*. Cartago, Editorial Tecnológica.

CRUZ, M.F. 1996. "Una metodología para el diseño sísmo-resistente de estructuras con daño controlado". Tesis doctoral. Universidad Central de Venezuela, Caracas.

EERI 1993. Proceedings U.S.- Costa Rica Workshop Costa Rica Earthquakes of 1990-1991. Effects on soils, and structures. Publication n° 93-A.

FAJFAR, P.; VIDIC, T. & FISHINGER, M. 1989. "Seismic Demand in Medium and Long Period Structures". *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, vol. 18:1133-1144.

FUNVISIS, 1983. *Norma Venezolana de Edificaciones Antisísmicas*. Ministerio de Fomento. Caracas, Cartografía Nacional.

KANAAN, A.E. & POWELL, G.H. 1973. "Drain 2D A General Purpose Computer Program for Dynamic Analysis of Inelastic Plane Structures", Report N. EERC 73 6. Berkeley: University of California.

KUWAMURA, H. & GALAMBOS, T.V. 1989. "Earthquake Loads for Structural Reliability". ASCE, *Journal of Structural Engineering*, vol. 115, n° 6: 1446-1462.

LEGEN P., DUSSAULT, S. 1992. "Seismic Energy Dissipation in MDOF Structures". ASCE, *Journal of Structural Engineering*, vol. 118, n° 5, pp. 1251-1269.

PARK, Y. & ANG, A.H.S. 1985. "Mechanistic Seismic Damage Model for Reinforced Concrete". ASCE, *Journal of Structural Engineering*, vol. 111, n° 4, pp. 722-739.

Qi, X. & MOEHLE, J.P. 1991. "Displacement Design Approach for Reinforced Concrete Structures Subjected to Earthquakes". Report N° UCB/EERC-91/02. University of California, Berkeley.

TSO, W.K.; ZHU, T.J. and HEIDEBRECHT, A.C. 1993. "Seismic Energy Demands on Reinforced Concrete Moment-Resisting Frames". *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, vol. 22, pp. 533-545.

UANG, C.M. & BERTERO, V.V. 1990. "Evaluation of Seismic Energy In Structures". *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, vol. 19, pp. 77-90.

ZAHRAH, T.F. & HALL, W.J. 1984. "Earthquake Energy Absorption in SDOF Structures". ASCE, *Journal of Structural Engineering*, vol. 110, n° 8, pp. 1757-1772.

Agradecimientos:

Los autores agradecen al IMME-Facultad de Ingeniería-UCV, donde se realizó esta investigación como parte de los estudios de doctorado del primer autor bajo la tutoría del segundo autor

Construcción por pabellones Vivienda antillana en Maracaibo

Alexis Elena Pirela Torres

Resumen

Este trabajo presenta reflexiones de la primera etapa de una investigación sobre la influencia antillana en la arquitectura residencial de Maracaibo. Se describen las modificaciones que fueron haciéndose sobre el modelo de vivienda heredado de la colonia española, con énfasis en los rasgos que la relaciona con una estética caribeña. Aquí se llama modelo pabellón un tipo de diseño popular que se gesta desde fines del siglo XIX, y estuvo vigente durante la construcción de los barrios de expansión de los primeros cuarenta años del siglo XX. Se proponen características de viviendas de las colonias franco-anglo-neerlandesas y norteamericanas, como marco referencial en la tarea de catalogar y analizar esta tipología todavía presente en la ciudad, pero que desaparece rápidamente, dadas sus ubicaciones.

Abstract

This work represents the first part of an on progress research about the Antillean influences on the architecture of Maracaibo. It describes the modifications introduced on the colonial Hispanic houses and it morphological relationship with architecture of the Caribbean area. Here, the pavilion is a popular type of design in new urban developments, typical from the end of nineteen century until the fourth decade in XX century. It also describes some aspects from French-Britain-Neederland and American houses as a reference to deal with the task of cataloguing and analyses this kind of houses still present in the city but under the menace of disappearance.

Introducción

La vivienda que aquí se analiza es una que reproduce en el siglo XX los modos más antiguos de construir en Maracaibo, hasta su cancelación por las técnicas de la modernidad, una tipología que hunde sus raíces en el modo hispano de construcción. Fue objeto de las transformaciones republicanas e incorporó en su estructura formal los añadidos antillanos, así como otras influencias provenientes de las villas y palacetes románticos. Aspectos detallados del diseño y construcción en la época colonial han sido analizados en el trabajo "Casas de enea, mampostería y bahareque. Vivienda en Maracaibo colonial" (Pirela, 1999-1). En otro artículo titulado "La vivienda del siglo XIX en Maracaibo. Diseño y construcción" (Pirela, 1997), se trabaja sobre las transformaciones decimonónicas. Para seguir el hilo histórico, en el presente artículo se reflexiona sobre aspectos que tocan los fundamentos de un tipo de vivienda que es derivación de ambos modos, con el que se construyó hasta mediados de los años cuarenta: la construcción y diseño por pabellones.

En este trabajo se presentan avances de investigación que son parte de un programa que estudia la arquitectura en el casco histórico de la ciudad de Maracaibo. El objeto de estudio específico son casas que se ubican dentro de la poligonal que reproduce en la actualidad la huella de la ciudad hacia el primer tercio del siglo XX y que envuelve a su vez la huella de la antigua ciudad de fundación española. Corresponde aquí argumentar los aspectos generales que crean el marco teórico para una siguiente fase de inventario y catalogación. Interesa interpretar los referentes históricos y conceptualizar los aspectos de diseño del modelo.

Descriptores:

Maracaibo; vivienda; influencia antillana; pabellón.

Descriptors:

Maracaibo; housing; west-indian influence; pavilion.

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 17-2, 2001, pp. 21-28.
Recibido el 23/02/99 - Aceptado el 16/04/01

artículos

Dado que sabemos que las condiciones culturales y recursivas de Maracaibo durante el siglo XIX no propiciaron instrumentos para una arquitectura residencial académica, es válido como método hacer una lectura de fragmentos presentes en las edificaciones, que han sido implantados por la vía de una práctica constructiva no académica. Particularmente, la vivienda que aquí se analiza es de carácter popular, cuya fabricación estuvo a cargo de albañiles o alarifes prácticos, mas no académicos (Cardozo, 1991).

El enfoque metodológico se basa en la observación de las analogías formales entre modelos referenciales geográficos, con las citas testimoniales y documentales de otros autores-observadores, como sustentaciones de lo aseverado. La concurrencia de esos instrumentos en comparación con las edificaciones locales tomadas como evidencias materiales, contribuyen a formu-

lar ideas de cómo se formalizó el modelo antillano de pabellón que se relata, con ejemplos referenciales de ascendencia franco-anglo-neerlandesa. Se trata de argumentar esta afirmación a partir de observar las analogías implícitas en las viviendas del centro histórico de Maracaibo, con rasgos morfológicos equiparables encontrados en viviendas del área caribeña. Hay que aclarar que a este nivel existe muy poca información elaborada, y que no se ha dispuesto aquí de referencias directas como sería un trabajo de campo en las Antillas, tarea futura a desarrollar.

El pabellón

En su materialidad, el pabellón es una forma geométrica simple de uso universal en la producción de vivienda. Consiste en un sólido generalmente rectangular al que se le sobrepone un prisma a modo de

Cabaña primigenia

Cabaña primitiva y origen de la arquitectura según Chambers (Rycwert, 1974)



El modo pabellón



Desarrollo del pabellón antillano según Durand



Volumetria Adam, USA (McAlester, 1990)

Casas pabellón antillanas



De dos pabellones Jamaica (Durand, 1985)



De tres pabellones Antigua (Cloyd, 1984)

Casas pabellón en Maracaibo



De dos pabellones, 69 con av. 9



De tres pabellones, av. principal Pomona

Agrupación de casas neerlandesas



Casas alineadas, Curacao (González, 1990)

Agrupación de casas marabinas









Casas calle 94 (desaparecidas)

cubierta, formando una unidad de techo y paredes. Volúmenes así contruidos pueden adicionarse por simple acoplamiento de acuerdo con las necesidades de crecimiento de la vivienda. Según Serge Durand "este modo pabellón fue muy desarrollado al sur de los Estados Unidos y en Barbados, le llamaban *chattel house*, muy peculiar en las iglesias inglesas" (Durand, 1985:9).

Teóricamente, el pabellón es un modo intemporal de construir relacionado con los sistemas primitivos de producción de espacios. Su forma y construcción se toman como un "universal" que explica los orígenes de la arquitectura. En las propuestas de teóricos como Laugier hacia 1753, Millizia hacia 1781 o Quatremère de Quincy hacia 1836, incluso en el siglo XX Le Corbusier en 1926, reflexionan sobre los orígenes de la arquitectura a partir de una cabaña a la que este último describe de traza rectangular, con techo a dos aguas pero con la puerta ubicada según el eje longitu-

dinal (Rycwert, 1974). Sin embargo, en autores más antiguos, por ejemplo, en Chambers, encontramos como cabaña primigenia una cuya puerta de entrada se dispone opuesta al eje de la cumbre; esa manera se corresponde con el modelo aquí analizado (ver cuadro de figuras).

Se parte de la idea que existe un modo antillano de pabellón que contribuyó a estandarizar una forma constructiva de viviendas en Maracaibo. En este trabajo se maneja la hipótesis de que fue la primacía cultural de los países económicamente dominantes los que confluieron para modelar la estética antillana decimonónica en los enclaves caribeños de potencias como Inglaterra, Francia, Países Bajos, junto con los Estados Unidos. Estas influencias, a su vez, modificaron el sentido de las formas heredadas de la colonia hispana en Maracaibo y procuraron el sincretismo de un estilo romántico vernáculo.

Componentes referenciales	Componentes en Maracaibo
 <p>Guirnalda estilo Adam, USA (McAlester, 1990)</p>  <p>Pátera decorativa, USA (McAlester, 1990)</p>  <p>Fanlight antillano (Durand, 1985)</p>	 <p>Guirnalda modernista, calle Carabobo</p>  <p>Pátera en sobreventana, calle Carabobo</p>  <p>Fanlight en zaguán, calle Carabobo</p>

Casas por pabellones en Maracaibo



Conjunto de casas en av. 9, calle 89D (Sempere, 2000)



Casa con porche al modo bungalow, av. 9, n° 90-56



Casa de múltiples pabellones, Pomona



artículos

Contexto

En América Latina, en cierto modo, a la Independencia de España siguió la colonización anglo-francesa. “Esta colonización fue posible por la complicidad activa de las élites nacionales que atisbaron, tanto el rápido desarrollo y la “modernización” que el pacto con la Corona Británica otorgaba con la consolidación del poder que ello les significaba” (Gutiérrez, 1984:403), dice Ramón Gutiérrez al referirse a la apertura que las naciones más dóciles ofrecieron a cambio de privilegios y ayudas, permitiendo a los ingleses sacar muy buen partido. En el siglo XIX, Gran Bretaña fue protagonista del desarrollo tecnológico y Francia lideraba en las artes, la ideología y la política.

Las complejas relaciones comerciales del Atlántico Norte que establecieron las potencias industriales desde comienzos del siglo XIX, trajeron consigo un intenso intercambio cultural en el Caribe, donde cada una de ellas fue colocando sus enclaves. Pequeñas islas de dominación francesa, inglesa, neerlandesa y danesa, fueron puntos de paso obligado en la distribución mercantil, sirviendo de enlace para articular el negocio americano a lo largo del siglo.

Los ideales libertarios del iluminismo habían desembocado en la revolución burguesa gestada por Francia; esto le significó un prestigio político que sirvió de ejemplo a Occidente. París se convirtió en el símbolo de la ciudad moderna. Imagen impulsada principalmente por la remodelación integral de la ciudad, el plan de París de Haussman, ejecutado en la segunda mitad del siglo XIX.

Desde el siglo de la Ilustración, aun a pesar de las reales academias hispanas de Bellas Artes de San Fernando de Madrid y San Carlos de México, la prestigiosa Academia de Bellas Artes Francesa era la rectora de los preceptos arquitectónicos. Paralelamente hacia lo mismo la Escuela Politécnica de París, era lo más avanzado en la formación de técnicos al servicio del paradigma de desarrollo decimonónico. Francia era el ejemplo a seguir en Europa y América.

Por su parte, Inglaterra se había convertido en un poderoso y extenso imperio. Había sido desde mediados del siglo XVIII escenario de una vertiginosa empresa industrializadora, que cambió radicalmente los modos de producción, completando así con la revolución industrial, el contexto que dio a la luz la era contemporánea. A partir del despliegue político y comercial del Imperio británico sumado a las otras potencias europeas, fue como se esparció el conjunto de elementos modernizadores y la ecléctica cultura que caracteriza al siglo XIX.

Con la salida de España el mercado latinoamericano quedaba abierto. Unos países ávidos de renovación, cuya aspiración era la de borrar el “oscuro pa-

sado hispano” y sobre todo la necesidad de embarcarse en la empresa de desarrollo y modernización que pujaba en el Atlántico Norte. Es así como la hegemonía anglofrancesa pudo entrar en América fluidamente.

La desarrollista nación de Estados Unidos de Norteamérica se acogió rápidamente a la intensidad comercial del Atlántico Norte, convirtiéndose a su vez en una potencia comercial que se encargaba de la distribución de mercancías a países menores. En lo político, no se hizo esperar en sus pretensiones imperialistas. “Los norteamericanos desde la mitad del siglo pasado pasaron a jugar, por la fuerza, un papel predominante en la región: la ocupación de Haití, Santo Domingo, Nicaragua y la zona del Canal de Panamá y por la sujeción económica a Cuba y a los demás países, incluyendo México y obviamente modificaron sustancialmente ciertos aspectos de la vivienda popular...” (Durand, 1985:9). Norteamérica, quien a su vez importó para sí la eficiencia inglesa y se nutrió de la cultura y arte europeos, fue la otra influencia importante a partir del segundo tercio del siglo XIX.

La campaña colonialista de esos países desplegada en varios continentes llevó al desarrollo de respuestas habitacionales que, en el caso de las regiones tropicales, por ejemplo, las colonias británicas en la India, se interesaron en lograr soluciones adaptadas a las extremas condiciones climático-ambientales. Desarrollaron así tipologías muy adecuadas al medio. Desde el punto de vista expresivo, la penetración del historicismo academicista y del gusto romántico redundó en una arquitectura antillana tropical ecléctica. Una expresión formal, sincretismo de la diversidad europea, adaptada al entorno americano en general y antillano en particular. En consecuencia, para comprender su esencia hay que estudiar la manera cómo lo franco-anglo-neerlandés, sumado a lo norteamericano, confluyeron en el Caribe. Impulsando la implantación de su cultura sobre un conjunto de pequeña islas y ciudades-puerto, de corta historia y socialmente multirraciales. El blanco europeo, los mestizos locales y la raza negra fueron el triple soporte de la cultura antillana.

Maracaibo en su carácter secular de puerto se articula al Caribe por dos razones: una natural, su ubicación geográfica; la otra, ser puerta de salida de la mercancías que se comerciaban en el circuito agro-exportador del lago de Maracaibo, con una intensa actividad desde tiempos mismos de la fundación española (Cardozo, 1991).

Referentes para una estética antillana

Posterior a la colonia hispana puede decirse que la nueva forma de penetración colonizadora

en la categoría de la arquitectura, tuvo dos variantes a lo largo del período de formación de las repúblicas americanas. Uno fue el papel que jugaron esas posesiones europeas asentadas en el Caribe, en el sentido de haber sintetizado una arquitectura antillana tropical de corte vernáculo, y la otra, la llegada de la influencia historicista de corte academicista, relacionada más con una postura de la Ilustración. Ambos modos actuaron paralelamente consiguiendo adecuarse, tanto para la necesidad de modificar lo hispano como para el desarrollo de nuevas tipologías en el cambio de siglos. De estas dos maneras evoluciona el modo empírico de los constructores y albañiles. Con el sistema de bahareque y el programa de casa colonial intervenido, se instala la vivienda decimonónica popular.

Para la comprensión del lenguaje estético de las viviendas antillanas, podemos recurrir a tres modelos referenciales: el *bungalow* inglés, desarrollado en las colonias británicas en la India; los modos de agrupación, techumbres y decoraciones franco-neerlandesa y aspectos fragmentarios de la arquitectura norteamericana, todo plagado de gestos historicistas y modernistas. La concurrencia de estas variantes conformaron un gusto ecléctico que se completa con el manejo del color y materiales livianos de cerramiento, en lo que será el sincretismo tropical caribeño.

La imagen del *bungalow* inglés como referente subyace en la raíz de la arquitectura vernácula del Caribe. El *bungalow* es un tipo de vivienda característico de las colonias británicas, cuyos rasgos morfológicos fueron traídos al Caribe a partir de los enclaves en las islas inglesas antillanas. Resultó de la adaptación de la *bangala* o *choza* en la India, originada, según Philip Davies, en las colonias inglesas de la región de Bengala, India, alrededor de la segunda década del siglo XIX. Debido a lo acelerado del proceso de establecimiento de los ingleses en la India, aumentó la demanda de viviendas, entonces el modelo de choza vernácula fue imitado y mejorado. Con materiales locales alcanzaron el confort necesario para los oficiales y ciudadanos provenientes de Londres. Tempranamente en el siglo XIX muchos ingleses arribaron a la India imbuidos en una romántica nostalgia por la vida rural, efectivamente muy de moda entonces por Europa" (Davies, 1987:103). Era así comprensible que aquellos conceptos fueran introducidos a la simple estructura indígena de Bengala, resultando un prototipo barato y flexible, adaptado a las extremas condiciones climáticas. "Una suerte de pastel arquitectónico de origen rural, asumida por la clase media colonial..." (p. 104).

La casa se resolvía en un volumen sencillo, generoso y abierto, poseía una amplia galería para la sombra y protección de las lluvias monsoonicas. Fue rápidamente adoptado por el británico como "la forma ideal

de vivienda tropical y la exportó alrededor del mundo en una de esas peculiares formas de distorsión cultural del Imperio..." (p. 105). Adoptado como la forma universal de vivienda colonial del siglo XIX, en la medida que fue siendo usado para los nuevos desarrollos planificados, el *bungalow* fue haciéndose más europeo en su morfología. Estableciendo las diferenciaciones sociales a partir de los elementos decorativos, los postes de madera fueron sustituidos por columnas toscanas y dóricas, se sustituyó la paja por la teja, y las galerías se rodearon de una peculiar baranda torneada. La construcción era en ladrillo horneado o *putka*. En la decoración del *bungalow* se usó todo el repertorio decorativo: dóricos lisos, motivos populares, *fanlights* y arabescos, ventanas venecianas, decoración suspendida en la galería, pantallas de celosías, telas interiores a modo de plafón, que en épocas de calor se mojaban para refrescar el ambiente. Detalles góticos y clásicos se combinaron con los *monkey tops*, especie de doseles decorados con caladuras para los bordes de los tejados. Este modelo se transportó a las posesiones inglesas en el Caribe. Los palacetes románticos son muestrarios de esos motivos ornamentales.

Otra influencia importante lo constituye el sincretismo estilístico de Estados Unidos de Norteamérica. La casa típica del siglo XIX fue evolución del estilo georgiano del siglo XVIII y del estilo Adam hasta 1840. Se caracterizó principalmente por su sencillez y austeridad decorativa. Sobre un volumen o pabellón simple, el cual es realzado por su altura, se componen los vanos simétrica o asimétricamente según si es *town house* o casa urbana en medianeras. Se destaca la portada con marco y guardapolvos, las ventanas sencillas con guardapolvos, cornisa con molduras, y decoraciones aplicadas. En Estados Unidos la expansión de los modelos románticos y exóticos es posterior a 1840, cuando por crecimiento de la urbanización y la introducción de los *revivals*, se extendió la presencia de casas con varios estilos combinados. Esto vino respaldado por los *pattern books*, especie de muestrarios, de los cuales el libro *Cottage Residences, Rural Architecture And Landscape Gardening* de A.J. Downing publicado en 1842, fue el impulso decisivo, presentando como moda el combinar el gótico y el italiano. Estuvo así en manos de la gente y los constructores el repertorio formal, donde coexistían el revival griego, el estilo victoriano, o el *Queen Anne houses*.

Entre 1870 y 1910, con dos variantes llegó la moda *bungalow* a USA: el estilo Reina Ana y el victoriano. Fueron versiones que se esparcieron por todo el país por imposición de arquitectos como Richard Norman Shaw, quien usó el tipo de piezas y patrones procedentes de Inglaterra, ampliamente publicitado por la primera revista de arquitectura *The American Architect and Building News* y por los libros de patrones citados. Se hicieron

artículos

detalles precortados, que gracias al desarrollo de la locomotora se vendieron fácil en todo el país” (McAlester, 1990:268). La moda de apliques prefabricados se incorporó al diseño de la vivienda a fines del siglo XIX en el área antillana. En Maracaibo, por ejemplo, existen registros de ello desde 1873. Se dispone de fotografías que muestran casas con palmetas sobre vanos y cuerpo ático decorados (Pirela, 1996:140).

El modo de agrupación de las casas en los Países Bajos y las conformaciones de las techumbres fueron las características más asimiladas por la arquitectura antillano-neerlandesa. Consiste esto en la agrupación entre medianeras pero estrechando el ancho para ganar en altura, resultando que la casa sea muy esbelta. La poca disponibilidad en ancho de fachada que restringe el despliegue decorativo, es compensado con la arbitrariedad con la que cada casa resuelve su remate y techumbre. Las casas alineadas que tienden a ser muy altas con remates desiguales, juegan con libertad de alturas; eso da un perfil discontinuo a las masas de viviendas. Esta libertad fue expresada en los perfiles de las cuerdas de casas de los barrios de Maracaibo posteriores a 1925.

Otros rasgos también implantados e interpretados por las posesiones antillanas, fueron el gusto por la texturas lisas y abrigadas de las techumbres empizarradas de la tradición belga y holandesa. También los faldones de mucha inclinación y, en especial, los piñones y hastiales laterales. La pizarra se importó al Caribe, luego fue sustituida por la invención y abaratamiento de la teja plana o marsellesa, la cual sirvió para proporcionar el aspecto liso a las techumbres individualizadas debido a su diseño plano. Por las Antillas Francesas principalmente llegaron las mansardas y sus buhardillas al modo parisino. A diferencia de la agrupación neerlandesa, la casa francesa es alineada y ordenada, con las cumbreras dispuestas paralelas a la calle.

En conclusión, la característica resalante del pabellón que aquí se describe radica en la unidad volumétrica que se destaca en sus cubiertas. Una techumbre resuelta en cuatro faldones, altas cumbreras y acabados lisos. En fachada, al sencillo volumen se le superpone una ecléctica decoración, cuyo origen puede rastrearse en la época neogótica victoriana inglesa y su rebuscada expresión. Se encuentran, entre otras, figuras en tracerías, florales, zoomorfas, mascarones. En partes como Trinidad y Tobago abundan las casas muy decoradas. Esto lo facilitaba el hecho de la prefabricación de los ornamentos. Los ingleses los producían en madera y hierro forjado “en cantidades industriales para exportarlos a los países subdesarrollados” (Durand, 1985:15).

La acción colonialista de esos países desplegada en todos los continentes, elaboró soluciones habitacionales que en el caso de las regiones tropicales,

desembocaron en arquitecturas adecuadas a las extremas condiciones climático-ambientales. Las adaptaciones bioclimáticas de lejanas colonias tropicales tuvieron gran fecundidad en el Caribe, desarrollándose todo un sistema de romanillas y componentes calados que contribuyeron, además, a ser más grácil el sistema. Se hizo común la ventilación mediante el timpano de la puerta que se fabrica con madera calada y toma el nombre de “sol naciente” o *fanlights*; aparece, también, la ventilación por romanillas altas en los timpanos y hastiales. Así, el repertorio de *bungalow* tropical se extiende al área caribe y fue adaptándose a los diferentes paisajes, muchas veces construido en maderas, muy adecuado a su localización en áreas calientes y de playas, como las de isla de San Andrés, en Colombia.

La casa tipo pabellón en Maracaibo

Hacia 1925 Maracaibo sufrió un ensanche importante, el primero que por fin iba a rebasar los límites del núcleo dieciochesco. La ciudad comenzó a crecer siguiendo el trazo de los antiguos caminos. Las dos tipologías de casas que sirvieron a este crecimiento fueron: las casas tipo pabellón y los palacetes románticos. Estos últimos eran grandes casas suburbanas que conformaron las nuevas avenidas y que siendo la solución habitacional de la clase pudiente, fueron vehículo de penetración de valores estéticos antillanos y decorativistas a la ciudad.

La casa por pabellones es una derivada de la casa colonial, remozada en el siglo XIX. Hacia 1870, Maracaibo tuvo un período de desarrollo durante el septenio de Guzmán Blanco (Urdaneta, 1992). Se generó una acción restauradora de la ciudad y en el proceso se produjo la refacción de muchas viviendas coloniales. Con la reconstrucción del primer cuerpo de la casa se elevaron las cumbreras, generando mayor inclinación de los techos. Se usó la teja marsellesa o plana. La vivienda empezó a tener un programa de espacios diferenciados. La antigua conformación continua de la cubierta colonial fue reemplazada por una atomizada aparición de volúmenes que destacaba cada espacio hacia el exterior. Una morfología que se añadió al viejo estilo colonial. Esto, junto a las aplicaciones decorativistas, fue instituyendo el modelo decimonónico de vivienda (Pirela, 1997:21).

A medida que se instalaban los palacetes y crecía la ciudad, la casa tradicional fue haciéndose obsoleta en su diseño. Sin embargo, aún no se había superado el sistema constructivo del bahareque. Era el sistema vigente, así como era lo más accesible a los menos pudientes. En la medida en que fue introduciéndose el concepto del jardín por las villas y palacetes, la tradicional casa fue extraída de su disposición en medianeras y rodeada

por patios en versión reducida de jardines y retiros. Al construirse exenta se produjo una nueva manera de relaciones con el exterior: más iluminación a partir de mayor número de ventanas laterales y nuevos componentes decorativos en las fachadas. De lo más destacado fue una nueva manera expresiva de ser el volumen de la casa, que ahora podía ser percibido con una gama de perspectivas. La variada geometría que conformaban los diferentes pabellones procuró el enriquecimiento del perfil urbano.

Posiblemente uno de los componentes no hispanos que primero intervino en la conformación del pabellón local fue la teja holandesa, que comenzó a importarse desde fines del siglo XVIII. González comprueba que desde 1772 existen tejas importadas en la zona de la península de Paraguaná, "Al morir Doña Ana de la Colina, se inventariaron sus bienes en la citada península, figurando entre ellos un ható en Curaidebo, con su casa "que es techada con texa de fábrica olandesa", Doña Ana testa en 1772 (...) extrañamente la misma señora poseía en ese mismo ható un horno de quemar tejas, presumiblemente de tipo hispano o árabe". Sostiene González que, "Los aportes antillanos dotaron de un acento personal a la arquitectura de Coro, aunque también se ha revelado su presencia en las jurisdicciones de los actuales estados Carabobo, Lara y Zulia" (González, 1990:132-9).

Las fachadas ornadas con sistemas aplicados de diversos motivos fue otro añadido importante. Una profusión de componentes decorativos, tanto interior como exterior. Siendo épocas de relaciones comerciales con el Norte, debe haber ejercido mucha influencia el decoro de la refinada arquitectura residencial de áreas como New York, Filadelfia o Boston, ciudades con las que Maracaibo mantuvo una estrecha relación comercial a través de un intenso tráfico de mercancías demostrado desde 1830 (Cardozo, 1991:87). Este gusto decorativo fue posibilitado gracias a la temprana instalación de fábricas de mosaicos de cemento en la ciudad, que ofrecían las figuras premoldeadas para ser instaladas en las fachadas. Molduras, guardapolvos, peanas, palmetas y gárgolas en variedad de diseños estuvieron a disposición de la decoración, además de losas para pisos llamados de "mosaico" con mucho color y posibilidades de juegos geométricos.

Cierra el aspecto decorativo del pabellón el color. En este sentido "Las casas caribeñas hacen uso de combinaciones donde no hay límites de tintura, saturación, brillos y mezclas de fríos y cálidos. A veces en modos realmente contrastantes. Componente decorativos como apliques, inscripciones, paños resaltados de muro, jambajes, marcos decorados en paredes y ventanas, así como romanillas, doseles, barandas y cuerpos áticos son instrumentos para el juego combinatorio de los diferentes cromas. La casa tradicional de Maracaibo tiene, como una de

la características más emblemáticas, el colorido de sus fachadas (Pirela, 1999b:15).

La casa tipo pabellón fue el modelo y sistema de producir vivienda de la expansión de la ciudad. Para el primer tercio del siglo XX, casi todas las casas de nueva factura y las remodeladas ostentaban pabellones. La construcción seguía siendo en bahareque, con armaduras de madera para las techumbres y cubiertas de teja plana. Un sistema decorativo de cemento premoldeado, unas ventanas proyectadas a la calle, normalmente en simetría con la puerta, colores varios en los muros, volumetrías discontinuas de varios pabellones en sucesión.

El cuadro de figuras que se presenta, propone ilustrar con algunos ejemplos el proceso seguido en este discurso. Cómo, a partir de las disertaciones sobre los orígenes de la arquitectura, se puede comprender un modo de construcción sencillo, y cómo diferentes rasgos culturales van siendo tomados, transformándose en nuevos componentes que enriquecen, en este caso, a las viviendas marabinas. Las techumbres propuestas en el trabajo de Durand citado, se encuentran en las casas de Maracaibo, así como los modos de agrupación diferenciados, que pueden ser hallados en Curazao. La analogía del recurso decorativo es uno de los aspectos más obvios. Una gran variedad de componentes derivados de la adaptación climática, por ejemplo, los *fanlights* o "sol nacieses", panel calado sobre la puerta que permite la ventilación y el control de luz. Las figuras de cemento premoldeado fueron muy usadas en diversos diseños. Podían comprarse en las fábricas y se aplicaban en fachada enriqueciendo el decoro. En la parte baja del cuadro se presentan tres fotografías; la primera es un ejemplo de los variados y gráciles perfiles que esas casas proyectan al paisaje. La segunda es un ejemplo de casa que presenta la galería típica del *bungalow* angloantillano. La tercera es una casa donde puede observarse una sucesión de estancias al modo pabellón, cada una de diferentes dimensiones.

Conclusiones

La casa por pabellón representa una etapa de la historia de la arquitectura local, la última versión popular tradicional de vivienda antes de la llegada del estilo internacional a Maracaibo. El modernismo estuvo representado por modelos *patterns*, neomudéjares y villas Decó. La modernidad lo estuvo por su sistema de construcción esquelética, placa de concreto, ladrillos y ventanas de vidrio. Fueron estéticas que aceleraron la cancelación del estilo tradicional.

Desde el punto de vista formal son casas decoradas que juegan un importante papel dentro del carácter y simbolismo de la arquitectura local, estética-

artículos

mente diferentes a todo lo que vino después. Con un bonito juego de proporciones en su altura, con vanos resaltados con figuras decorativas y con la cualidad ambiental del colorido, representan un conjunto grande de historicidad en una ciudad que ostenta pocos edificios historicistas en el sentido decimonónico, con un sentido del ambiente interior adaptado al calor, y un sistema de fabricación y materiales todavía de gran potencial de uso. Son, en palabras más simples, casas que embellecen a la ciudad.

En este trabajo se ha pretendido la comprensión de su lenguaje compositivo. Interpretar las pautas tácitas de un diseño popular y colectivo; penetrar en la cualidad del aspecto estético y establecer su correspondencia con un sistema mayor, el lenguaje estético del Caribe.

A esta fase ha seguido el inventario y la catalogación, en la medida de los recursos que se disponen. La tarea es reunir una amplia muestra y sobre los resultados de una matriz de análisis preestablecida, proseguir en la tarea de interpretar los valores constructivos y simbólicos de la arquitectura residencial de Maracaibo (Pirela, 1996).

Los terrenos en los que se ubicaron estas casas han sufrido el efecto de la plusvalía, lo que hace que desaparezcan rápidamente. La elaboración de estas fuentes teóricas son de sumo interés en estas fechas, donde la historicidad material de las ciudades está siempre amenazada, tanto por la sustitución funcional como por el mercado inmobiliario. Son fundamentos indispensables para la toma de decisiones en materia de conservación y restauración. Son material didáctico para la enseñanza de los valores locales.

La moda de los pabellones es contundente en los barrios de expansión de principio de siglo y todavía se cuenta con una cantidad representativa que son evidencia de estudio. Los barrios Veritas, La Pomona, las zonas intersticiales entre las avenidas de Bella Vista, el Milagro y Delicias son muestrario de este modelo que fue cancelado con la llegada del estilo internacional. Este trabajo, como marco referencial, es etapa preliminar a la labor de relevar, documentar y analizar este conjunto singular de viviendas de Maracaibo. Las mismas representan un momento de parentesco con la cuenca del Caribe, un momento de coherencia entre la época histórica y su expresión arquitectónica.

Bibliografía

- CARDOZO, Germán. 1991. *Maracaibo y su región histórica. El circuito agroexportador 1830-1860*. Maracaibo, EDILUZ.
- CLOYD, Paul. 1984. *Design guidelines for a historic district. St. John's, Antigua*. Island Resources Foundation, St. Thomas.
- DAVIES, Philip. 1987. *The splendour of the raj*. Middlesex, Penguin Books.
- DURAND, Serge. 1985. "La arquitectura vernácula del Caribe". Bogotá. *Escala*, 126:5-17.
- GONZÁLEZ, Carlos. 1990. *Antillas y tierra firme. Historia de la influencia de Curazao en la arquitectura antigua de Venezuela*. Caracas, PDVSA.
- GUTIÉRREZ, Ramón. 1984. *Arquitectura y urbanismo en Iberoamérica*. Madrid, Manuales Arte Cátedra.
- McALESTER, Virginia and Lee. 1990. *A field guide to Americans houses*. New York, Alfred Knof.
- PIRELA, Alexis. 1996. "El modelo colonial hispano en la arquitectura residencial de Maracaibo". Tesis Doctoral. Madrid, ETSAM.
- _____. 1997. "La vivienda del siglo XIX en Maracaibo. Diseño y construcción". UCV. *Boletín del Centro de Estudios Históricos y Estéticos*, n° 31, octubre. Caracas.
- _____. 1999a. "Casas de enneas, mampostería y bahareque. Vivienda en Maracaibo colonial". *Tecnología y Construcción* n° 15-I enero-junio. IDEC-IFA. Universidad Central de Venezuela-Universidad del Zulia.
- _____. 1999b. "El color en la arquitectura de Maracaibo. Consideraciones preliminares para un estudio crítico". *Opción*, n° 29, agosto. Universidad del Zulia. Maracaibo.
- RYCWERT, Joseph. 1974. *La casa de Adán en el paraíso*. Barcelona, Gustavo Gili.
- SEMPERE, Miguel. 2000. *Maracaibo, ciudad y arquitectura*. Maracaibo. Edición de Arquiluz, C.A.
- URDANETA, Arlene. 1992. *El Zulia en el Septenio de Guzmán Blanco*. Caracas, Tropykos.

Revisión de las normas venezolanas referentes a las exigencias térmicas, acústicas y de iluminación bajo una perspectiva de sostenibilidad

Geovanni Siem / María Eugenia Sosa

Resumen

Este trabajo contiene un diagnóstico de las normas venezolanas bajo la hipótesis de que las regulaciones vigentes de construcción no satisfacen los requerimientos de habitabilidad de las edificaciones. Se limitó a los aspectos de confort térmico, acústico y de iluminación, pues a pesar de que son factores que afectan en gran medida el bienestar psicológico y fisiológico de los habitantes, no están cubiertos en las regulaciones. En consecuencia, las respuestas arquitectónicas no corresponden a la realidad climática, sociocultural y económica del país. Un enfoque de sostenibilidad permite aplicar criterios de racionalidad en el diseño y uso de los recursos naturales y económicos. Como resultado de la investigación se propone un sistema de regulaciones coherente e integrado a lo largo del ciclo de vida de la construcción, con el fin de mejorar la calidad de los ambientes construidos, la racionalidad energética y el impacto ambiental.

Descriptores:

Confort; requerimientos de habitabilidad; sostenibilidad; ambiente; normativa; racionalidad energética.

Abstract

This work contains a diagnosis of the Venezuelan standards under the hypothesis that the effective regulations of construction don't satisfy the requirements of quality of the constructions. It was limited to the aspects of thermal, acoustic and lighting comfort, because although they are factors that affect in great measure the psychological and physiologic well-being of the inhabitants, they are not covered in the regulations. In consequence, the architectural answers don't correspond to the climatic, socio-cultural and economic reality of the country. A sustainability focus allows to apply approaches of rationality in the design and in use of the natural and economic resources. As a result of the research, a coherent and integrated system of regulations along the cycle of life of the construction is proposed, with the intention of improving the quality of life, the energy rationality and the environmental impact.

Descriptors:

Comfort; human requirements; sustainability; environment; standards; energy rationality.

Introducción

Las normas de habitabilidad constituyen un marco indispensable para encarar el desarrollo tecnológico vinculado al problema de la vivienda y su relación precio-calidad. Este artículo presenta los resultados obtenidos a partir del estudio de las normas nacionales vigentes que regulan los requerimientos de habitabilidad en relación con el confort (térmico, acústico y lumínico), bajo una óptica de sostenibilidad.

El desarrollo e innovación en el campo de la construcción de edificaciones requiere de una normativa de habitabilidad, que garantice la satisfacción de las exigencias esenciales del usuario. Mediante este estudio se busca efectuar un diagnóstico a partir del cual se actualicen y/o se adecuen las normas que afectan la producción de viviendas ajustadas a exigencias acordes con las necesidades reales de la población. Por lo tanto, deben permitir responder a los objetivos siguientes:

- Propiciar la innovación y el desarrollo tecnológico
- Garantizar el mejoramiento progresivo de la calidad de la vivienda
- Racionalizar los costos de construcción
- Racionalizar el consumo energético

Antecedentes

La normativa vigente en Venezuela se ha originado principalmente como una adaptación de las normas extranjeras.¹ En efecto, es muy poco lo que se ha hecho para producir o seleccionar normas de habitabilidad de las viviendas y de sus espacios urbanos asociados, adecuadas a las condiciones climáticas, socioculturales y tecnológicas.

artículos

El desmejoramiento progresivo de la calidad de las construcciones evidencia que no se están cumpliendo los requerimientos mínimos de habitabilidad de la vivienda, debido, entre otras razones, a la inexistencia de normas adecuadas y de mecanismos para su evaluación.

En general, las construcciones siguen criterios arquitectónicos inadecuados que no responden al clima, lo cual impone sistemas de acondicionamiento activo sobrediseñados para alcanzar los niveles de calidad térmica. Ello trae como consecuencias un uso irracional de la energía y mayores costos por funcionamiento.

El Estado venezolano no dispone de planes o políticas integrales para la industria de la construcción, pues se ocupa casi exclusivamente de suministrar viviendas a la población de bajos recursos, con criterios de economía de costos, minimizando la importancia de la calidad. Los otros sectores de la población son atendidos por los promotores particulares, quienes conforman un mercado monopolizado y una industria que invierte poco en investigación y desarrollo.

Frente a esta situación resulta prioritario disponer de un sistema adecuado y flexible de normas, que propicie una mejor calidad de los ambientes, basado en el empleo de criterios de comportamiento, el uso racional de los recursos y el ahorro energético.

Diagnóstico general

Para el diagnóstico de las normas vigentes referidas a los aspectos de confort de la vivienda y su entorno, se seleccionaron y estudiaron 2 ordenanzas municipales: 58 Normas COVENIN y las Normas Sanitarias, para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones N° 4044-1988. Esta última es de

enorme importancia por la amplitud de su alcance y en la práctica profesional es la que se hace cumplir. Todo este paquete de normas tiene un ámbito de aplicación nacional (salvo las ordenanzas que son de carácter municipal) y su cumplimiento es de carácter obligatorio.²

Basados en la experiencia de los profesionales participantes y en el conocimiento de normativas extranjeras se determinaron los requisitos mínimos que debería considerar una normativa moderna de comportamiento para satisfacer las exigencias humanas. "Entendiéndose por normativa de comportamiento aquella que define los rangos de cumplimiento de las exigencias (objetivos a lograr) sin describir una forma específica de hacerlo (medios). De esta manera queda a libertad del diseñador la respuesta de la edificación para satisfacer la exigencia en cuestión".³

Para el análisis y diagnóstico de los requerimientos de habitabilidad considerados en este artículo (confort térmico, acústico y lumínico) se analizaron los objetivos generales y específicos de cada norma, así como el texto de los capítulos y artículos contenidos en ella, para obtener un resultado cuantitativo y cualitativo.

Como instrumento de trabajo se elaboró una matriz de dos entradas. El lado vertical contiene las exigencias de habitabilidad y el lado horizontal los componentes espaciales y constructivos de la vivienda. Cada una de las cuadrículas que se originan en la intersección de estos dos grupos de variables en la matriz, permite identificar los diversos grados de interdependencia entre esas variables, lo cual a su vez orientará el estudio hacia los aspectos que reflejen con mayor propiedad los problemas de la vivienda y cuya solución tendrá un mayor impacto en la calidad de vida del individuo.

Cuadro
Relación entre exigencias humanas y componentes de la vivienda

		Componentes de la vivienda														
		Espaciales					Constructivos									
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
Exigencias humanas	Confort térmico	A	A	A	A	A	C	C	B	B	C	C	C	C	A	A
	Confort acústico	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	C	C	B	B
	Confort lumínico	A	A	A	A	A	C	B	A	A	C	C	A	A	C	C

Se ha asignado a la combinación que se origina en cada cuadrícula una letra asociada a un color de acuerdo con los siguientes criterios:

- A Identifica una relación de alta dependencia entre las características y propiedades del componente y la satisfacción de la exigencia.
- B Identifica una relación de mediana dependencia entre las características y propiedades del componente y la satisfacción de la exigencia. También puede tratarse de una relación mejor definida por otro(s) par(es) de variables.
- C Identifica una relación de baja o nula dependencia entre las características y propiedades del componente y la satisfacción de la exigencia.

Estos criterios servirán de orientación para seleccionar y revisar las normas existentes, identificar vacíos de regulaciones y proponer nuevas reglamentaciones, con el fin de asegurar la calidad de los ambientes.

Como resultado de este diagnóstico general se puede afirmar que la normativa venezolana de habitabilidad tiene las siguientes características:

- **Predominancia de normas descriptivas**
Las escasas disposiciones reglamentarias vigentes contemplan artículos parciales y del tipo descriptivo. Una normativa moderna basada en exigencias de comportamiento se dirige más al fin, es decir, que se cumpla con la habitabilidad del ambiente. Esto permite, además, la incorporación de innovaciones y estimula la creatividad.
- **Normas parciales e incompletas**
En la normativa vigente existen muchos aspectos no contemplados (vacíos), y en otros casos la reglamentación existente no cubre todas las exigencias ni se incluyen aspectos de calidad de los componentes constructivos ni de los espacios. La regulación existente, en general, contempla la edificación como un todo, no especifica los requerimientos de habitabilidad para los diferentes ambientes dependiendo del uso.
- **Normas incoherentes**
La incoherencia fundamental es la inexistencia de un paquete de regulaciones completo e interconectados que asegure y estimule la calidad de los ambientes construidos. Las regulaciones vigentes se han formulado en función de problemas particulares, en forma aislada, no forma parte de un plan nacional con lineamientos y objetivos bien delimitados.

Asimismo es incoherente que siendo Venezuela un país tropical no exista una normativa que aproveche estas condiciones de manera racional y con criterios de ahorro energético.

Criterios de sostenibilidad

Una edificación que se inscriba dentro de un criterio de sostenibilidad debe estar orientada por criterios de racionalidad en el diseño, es decir, que debe seguir lineamientos, reglas y regulaciones dirigidas a mejorar la calidad de los ambientes construidos, la racionalidad energética y el impacto ambiental. Esto debe abarcar el diseño en sus diferentes alcances: arquitectónico, mecánico, eléctrico, sanitario y civil.

En esta parte se hará una evaluación de las normas de habitabilidad, bajo una óptica de sostenibilidad, dirigidos a las etapas de diseño, construcción, uso y mantenimiento de la edificación del ciclo de vida de la construcción, de acuerdo con la siguiente guía:

- Calidad de vida en la vivienda y el entorno
- Racionalidad del uso de la energía / impacto ambiental
- Gestión eficiente de los recursos

Diagnóstico de exigencias térmicas

Se estudiaron 4 normas referentes a la calidad térmica de los ambientes de la vivienda. De éstas, sólo las Normas Sanitarias, para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones 4044-1988 en el capítulo IV, contempla artículos que regulan parcialmente y de manera descriptiva esta exigencia. Allí se indican áreas de patios para ventilación e iluminación y dimensiones de ventanas: 10% del área del piso del ambiente (artículo 39). En el capítulo V incluye artículos referidos a ventilación artificial de los locales de la edificación, se establecen los números mínimos de cambios de aire natural según el uso del local y los cambios de aire a suplir con aire acondicionado. No existen normas ni estímulos para el uso de fuentes alternas de energías no contaminantes. Los materiales y componentes constructivos se producen sin tomar en cuenta las características térmicas. El resultado del diagnóstico bajo una óptica de sostenibilidad es el siguiente:

- Calidad de vida en la vivienda y el entorno
 - No existen regulaciones que certifiquen la calidad térmica de los ambientes construidos.

artículos

- No se contemplan importantes aspectos de confort, tales como exigencias particulares por ambiente, caudal y patrón del flujo de aire, bandas de temperatura del aire de los diferentes ambientes, número de cambios de aire por hora por ambientes de la vivienda, características térmicas de los componentes constructivos, etc.
- No están definidos los índices de confort ni los criterios o lineamientos de diseño, según las condiciones climáticas de cada región del país.
- Racionalidad del uso de la energía
 - No existen normas ni estímulos referidos al uso racional de fuentes de energía durante el proceso de construcción y de vida útil.
 - No existen auditorías energéticas que promuevan el uso eficiente de la energía.
 - La inexistencia de regulaciones que satisfagan la relación clima-arquitectura, produce la incorporación de sistemas activos de climatización altamente consumidores de energía.
 - No existen estímulos para la producción de divisiones interiores y componentes constructivos térmicamente adaptados al clima tropical.
 - No existen estímulos para el uso de energías no contaminantes (solar y eólica).
 - No se contemplan protecciones contra las alteraciones en el microclima producidas en forma directa o indirecta por las construcciones inadecuadas al clima o al contexto urbano.
- Gestión eficiente de los recursos
 - La ausencia de regulaciones y lineamientos que estimulen ambientes adaptados térmicamente a nuestro clima, incide en mayores inversiones en instalación, uso y mantenimiento en sistemas mecánicos de climatización.

Diagnóstico de exigencias acústicas

Se estudiaron 4 normas COVENIN, las cuales se refieren específicamente a definiciones, léxicos,

unidades de medición, etc. El aspecto de calidad acústica se trata brevemente en las Normas Sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones en referencia a las divisiones interiores y componentes de la envoltura exterior. En las ordenanzas municipales únicamente se contemplan medidas de control del ruido exterior en zonas adyacentes a aeropuertos, o control de nivel sonoro urbano en zonas de uso industrial. El resultado del diagnóstico bajo una óptica de sostenibilidad es el siguiente:

- Calidad de vida en la vivienda y el entorno
 - En la normativa vigente no se contemplan factores de calidad sonora de los ambientes interiores ni niveles de ruidos admisibles. No hay regulaciones referidas a ruidos externos, ni al control de ruidos de impacto.
 - No existen regulaciones que certifiquen la calidad sónica de los ambientes construidos.
 - No existen estímulos para la producción de divisiones interiores y componentes constructivos acústicamente adecuados.
 - No existen regulaciones que definan niveles de ruido admisibles por zonas de acuerdo con los usos residenciales.
 - No existen regulaciones para proteger a los ciudadanos del ruido excesivo producido por espectáculos públicos, salas de fiesta, tránsito automotor, etc.
 - No existen regulaciones para proteger los niveles sonoros por cambio de uso de locales en zonas residenciales.
- Gestión eficiente de los recursos
 - La ausencia de regulaciones y lineamientos que estimulen ambientes de alta calidad acústica incide en mayores inversiones en instalación, uso y mantenimiento de sistemas de protección contra ruidos exteriores y en gastos por daños a la salud.
 - No existen campañas de concientización acerca de los efectos del ruido sobre la salud física y psicológica.

Diagnóstico de exigencias lumínicas

Se estudiaron 4 normas referidas a aspectos de iluminación en viviendas. Los aspectos de ilumi-

nación natural y/o artificial están cubiertos en forma parcial y con una normativa de tipo descriptivo en las Normas Sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones 4044-1988. Sólo se contempla 10% del área del piso, como área exigida para iluminación natural y ventilación natural. Se contemplan artículos referidos a los niveles de iluminación artificial para los diferentes tipos de espacio. El resultado del diagnóstico bajo una óptica de sostenibilidad es el siguiente:

- **Calidad de vida en la vivienda y el entorno**
 - En las normativas vigentes no se contemplan criterios de confort, tales como exigencias particulares por ambiente, contrastes, efectos de deslumbramientos, uniformidad de iluminación, exigencias de tareas, factores estéticos.
 - No existen regulaciones que certifiquen la calidad lumínica de los ambientes construidos.
- **Racionalidad del uso de la energía**
 - No existen estímulos para el uso de sistema de iluminación alternos con aprovechamiento de la luz solar.
 - No existen auditorías lumínicas que promuevan el uso eficiente de la energía.
 - No se contemplan protecciones contra las alteraciones en el microclima ocasionadas en forma directa o indirecta por el encandilamiento y la reflexión de los rayos solares de las fachadas de vidrio, que afectan la calidad lumínica y seguridad urbanas, así como también daños a la flora y la fauna del entorno.
 - No se contemplan protecciones contra el uso inadecuado de vallas y anuncios luminosos.
- **Gestión eficiente de los recursos**
 - La ausencia de regulaciones y lineamientos que estimulen ambientes lumínicamente adaptados a nuestro clima, incide en mayores inversiones en instalación, uso y mantenimiento en sistemas de iluminación artificial.

Conclusiones

La inadecuación de regulaciones coherentes y adaptadas a las condiciones climáticas, sociocul-

turales, económicas y tecnológicas del país para la producción y construcción de las edificaciones ha producido como resultado viviendas y edificaciones que no cumplen con un nivel adecuado de confort, lo cual incide en una baja calidad de vida para los usuarios. Esto es evidente en el aspecto de confort térmico, pues siendo Venezuela un país tropical no existen regulaciones que aprovechen estas condiciones de manera racional y con criterios de ahorro energético.

El conjunto de normas estudiadas en los aspectos de habitabilidad y confort representa una regulación del tipo descriptivo poco coherente, parcial e incompleta, cuya mayor deficiencia es la ausencia de un lineamiento amplio de sostenibilidad que las vincule, pues además no contemplan criterios económicos, ambientalistas, ni de ahorro energético.

En el caso particular de las Normas Sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones N° 4044-1988, la misma representa el documento de mayor cobertura en los aspectos de habitabilidad de las edificaciones y la de mayor aplicabilidad en la industria de la construcción. Sin embargo, es una regulación fundamentalmente técnica, con una cierta rigidez, que obstaculiza la incorporación de innovaciones. Además, no tiene el respaldo de un enfoque integral de los requerimientos de habitabilidad que asegure la calidad de los espacios.

Por otro lado, las normas COVENIN surgen para responder a problemas específicos o coyunturales, y en general se orientan a la elaboración de manuales constructivos, especificaciones de equipos, características de componentes parciales, glosarios de términos, definición de ensayos o instructivos de mantenimiento. Aunque las normas COVENIN son de aplicación obligatoria en el ámbito nacional, en la práctica esto no se cumple, porque no existen estímulos ni penalización que las respalden.

Recomendaciones

- Diseñar y elaborar un marco general de normas de habitabilidad o un "Código Nacional de Habitabilidad" que oriente la adecuación de las normas existentes y regule la creación de nuevas disposiciones, para reforzar la creación de un sistema integrador de normas y el uso sostenible de recursos técnicos y económicos en la industria de la construcción.
- Modernizar la normativa vigente incorporando normas de comportamiento siempre que fuese posible, a fin de garantizar un nivel satisfactorio

artículos

de confort en los aspectos espaciales, acústicos, luminicos, y muy especialmente térmicos, que garanticen un nivel de vida óptimo y una racionalización del consumo energético.

- Promover líneas de investigación en las diferentes variables de exigencias humanas, que permitan establecer rangos de confort referidos a las condiciones socioculturales, climáticas, económicas y tecnológicas del país.
- Revisar las experiencias en normas de habitabilidad y energéticas aplicadas en otros países, para explorar los resultados que podrían arrojar en el país.
- Desarrollar en primer lugar las regulaciones que corresponden a las relaciones de alta dependencia entre componentes y exigencias humanas (identificadas como "A" en la matriz de relaciones).
- Incorporar estrategias de estímulos y/o penalizaciones en el sistema de normas integradas de habitabilidad, como elemento dinamizador para promover la calidad de las edificaciones.
- Realizar un diagnóstico de las regulaciones referidas a la producción y comercialización de materiales, componentes y equipos, para adaptarlas a los requerimientos de habitabilidad.
- Definir mapa oficial del país por zonas climáticas, que sirvan de referencia para implementar criterios arquitectónicos y de racionalización energética.

Notas

1 INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN (IDEC), INSTITUTO DE URBANISMO (IU), CENTRO DE ESTUDIOS DEL ESPACIO ARQUITECTÓNICO (CEEA), FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO, UCV. 1999. *Normas de Habitabilidad, Seguridad y Colectividad en Relación a la Vivienda y su Entorno*. Inventario y Diagnóstico. Proyecto de Investigación para el Consejo Nacional de la vivienda, CONAVI.

2 SOSA, M.E. 1999. *Ventilación efectiva y cuantificable - Confort térmico en climas cálidos húmedos*. Caracas, Publicaciones del CDCH-UCV,

3 HOBAICA, M. Y CEDRÉS, S. 1986. "El confort y la calidad de las edificaciones habitacionales". Revista *Tecnología y Construcción*, nº 2, pp. 81-90. Caracas, IDEC.

4 RODRÍGUEZ, A. 1995. *Marco conceptual para un sistema de normas jurídicas*. Caracas. CONAVI.

5 INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN (IDEC), INSTITUTO DE URBANISMO (IU), FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO, UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA (UCV). 2000. *Código Nacional de Habitabilidad para la Vivienda y su Entorno*. Informe de Avance nº. 1 CONAVI-UCV.

6 Material de Apoyo del Curso de Ampliación de Conocimientos: "La Sostenibilidad de la Construcción". Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC), Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela (UCV), 2000.

Las construcciones sustentables: de lo general a lo particular

Ernesto C. Curiel Carías

Resumen

El progresivo deterioro causado a la biosfera por la rápida expansión de las actividades humanas ha generado desde hace al menos treinta años, diversos intentos por conciliar las exigencias del desarrollo con los requerimientos ambientales. Tales intentos abarcan un amplio espectro de consideraciones, desde las muy generales hasta las muy específicas, y desde las estrictamente teóricas hasta las puramente empíricas, situación que en ocasiones es percibida en forma confusa y desarticulada. El presente ensayo consiste, precisamente, en un breve recuento de ciertos problemas y planteamientos ambientales generales adoptados como marco para describir, en forma resumida, algunas reflexiones y experiencias puntuales adelantadas por el autor con el propósito de hilvanar diversos aspectos del acondicionamiento ambiental. Estas iniciativas están referidas a construcciones en áreas costeras del trópico.

Abstract

The progressive deterioration caused to the biosphere by the rapid expansion of the human activities, has produced since at least thirty years, diverse intents to conciliate the development exigencies with the environmental requirements. Such intents comprise a wide aspects of considerations, from the very generals to the very specifics, and from the strictly theoreticals to the purely empiricals, situation that in occasions is perceived in a confused and disarticulated way. The present text consist, precisely, in a brief recount of certain problems and general environmental statements embraced to describe, in a abridged way, some reflections and punctual experiences advantaged by the author with the purpose to connect diverse aspects of the environmental arrangement. This initiatives are refered to construction in coast tropic areas.

El éxito y la rapidez con que se ha expandido el término sustentable en los más diversos ámbitos, ha provocado una situación confusa que precisa de algunos comentarios y referencias generales acerca del contenido del tema, así como su incidencia en campos tan específicos como lo puede ser el diseño y el desarrollo de técnicas constructivas en biomas costeros.

Escasamente se recuerda hoy el libro de Meadow y Dennis publicado a comienzos de los años setenta bajo el título *The limits to growth* (Meadow et al., 1972). En él se pronosticaba con buenos argumentos, cómo evolucionarían hacia fines de siglo un conjunto de variables consideradas fundamentales en el terreno ambiental. Esas proyecciones resultaron ser particularmente polémicas, no precisamente por los pronósticos (ni por haber coincidido con la primera Conferencia de la Naciones Unidas sobre el Ambiente Humano en Estocolmo o por su eco en el Club de Roma) sino por las recomendaciones que surgían para superarlas, las cuales incluían cuestiones como el crecimiento económico "0", el crecimiento industrial "0", el crecimiento poblacional "0", etc. Semejantes sugerencias tuvieron sus respuestas por parte de los países en desarrollo (canalizadas básicamente a través de la Fundación Bariloche), en las que se argumentaba que tales propuestas podían tener pertinencias en países desarrollados donde se habían alcanzado importantes niveles de vida, pero que difícilmente era algo que podía proponerse a países en desarrollo cuando apenas, para entonces, se vislumbraban en ellos algunas posibilidades de mejorar sus estándares de vida. Es en el seno de esta polémica donde surgen propuestas como las del ecodesarrollo, en las que se planteaban fórmulas que aspiraban conciliar las exigencias del desarrollo con la necesaria conservación de los sistemas naturales:

... la sostenibilidad es un aspecto importante del desarrollo. La prudencia ecológica es un dogma de la ética del desarrollo, a la par con

Descriptores:

Construcción; sustentable; costas; trópico.

Descriptors:

Construction; sustainable; coasts; tropic.

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 17-2, 2001, pp. 35-42.
Recibido el 10/10/00 - Aceptado el 26/03/01

artículos

la igualdad social. ... El propósito es llegar a una verdadera simbiosis, haciendo el mejor uso posible de los flujos de recursos renovables y reduciendo al mínimo el vaciamiento del **stock** de capitales de la naturaleza. En este contexto, una gestión ecológicamente sana de los soportes de los recursos renovables ... se transforma en una condición **sine qua non** del desarrollo sostenido. ... utilizando el ecosistema como modelo ... (Sachs, 1982).

Por alguna razón, hacia fines de los años setenta y comienzos de los ochenta, el tema ambiental dejó de tener en los medios masivos de comunicación la preeminencia que tuvo en años anteriores, llegándose incluso a comentar que sólo había consistido en una moda pasajera. No obstante, los hechos obligaron nuevamente a prestar atención a problemas ambientales que se agudizaban, con el agravante de que ahora dejaban de ser problemas locales para convertirse en problemas de carácter global. Surgen las primeras evidencias de que aquellos "límites del crecimiento" pronosticados a comienzos de los años setenta, estaban alcanzándose: el calentamiento global, la destrucción de la capa de ozono, la pérdida de la biodiversidad, la desertificación, etc. (Goodland *et al.*, 1992). Calamidades que desde entonces se recuerdan reiteradamente sin que necesariamente se recuerden con el mismo énfasis sus efectos: eventual desaparición de países localizados en tierras bajas, incrementos notables en el cáncer de piel, colapso de ecosistemas vitales para la biosfera, drástica reducción en la producción de alimentos, etc. Es esta situación la que lleva al Consejo de las NN UU a designar una comisión para su estudio; comisión que produjo en 1987 el Informe Brundtland (WCED, 1987), oficialmente conocido como **Nuestro Futuro Común**, un registro de evidencias del grave deterioro planetario, seguido de una declaratoria de principios, una suerte de Constitución ambiental mundial (suscrita por casi todos los países), complementada posteriormente con otro documento, la **Agenda XXI**, en el que se fijan lineamientos generales para la implementación de estos principios; documento que a su vez tiene sus versiones regionales como es el caso de **Nuestra Propia Agenda**, versión para Latinoamérica y el Caribe de la **Agenda XXI**.

Es precisamente con el Informe Brundtland a mediados de los años ochenta, con lo que reaparece el viejo concepto de **ecodesarrollo**, ahora bajo el nombre de **desarrollo sustentable**:

... el desarrollo sostenible es un proceso de cambio en el cual la explotación de los recursos, la orientación de la evolución tecnológica y la modificación de las instituciones están acordes y acrecientan el potencial actual y futuro para satisfacer las necesidades y aspiraciones humanas (WCED, 1987).

La diferencia entre uno y otro (eco-desarrollo y desarrollo sustentable) estaría en sus énfasis. En el primero, el acento está puesto en los ecosistemas; en el segundo, en el desarrollo y el bienestar humano; en uno el sesgo sería "ecocéntrico", en el otro "antropocéntrico".

A propósito de esto último y antes de hacer referencia a aspectos más concretos, es conveniente comentar que, a juicio del autor, ambas aproximaciones (ecocéntrica y antropocéntrica) resultan un tanto limitadas. Eventualmente, la interacción entre sistemas diferentes provoca la emergencia de un nuevo sistema con particularidades irreductibles a los componentes que le dan origen. Haciendo una analogía, podría estar ocurriendo algo similar a lo que sucede cuando se mezclan, por ejemplo, muestras de gases como hidrógeno y oxígeno –cada uno con propiedades y características diferentes– para obtener un tercer compuesto, el agua, con características y propiedades igualmente diferentes a los elementos que la integran. Aquí emerge un nuevo sistema con atributos que no están presentes en los componentes de origen. En un terreno puramente especulativo, algo similar y todavía desdibujado, pudiera estar ocurriendo en el planeta al interactuar en forma masiva los productos antrópicos, los productos de las acciones humanas por una parte, y los factores de la biosfera, por otro. Resulta difícil anticipar la naturaleza última o tener una visión coherente, integrada de la resultante de ese proceso porque, precisamente, es algo que aún está en gestación; circunstancia que, sin embargo, tiene sus consecuencias sobre los valores que se manejan en cuestiones tan definidas como lo pueden ser aquellas referidas a la práctica profesional. La ausencia de una visión coherente y compartida de este proceso dificulta el poder derivar valores o principios igualmente compartidos, aquello que constituye el sustrato de la ética profesional. En ausencia de ello es necesario hacerse, al menos en términos personales, de una visión y de unos valores frente al nuevo orden en gestación, algo que sirva de marco y le dé contenido al producto de la actividad profesional.

Así mismo, es conveniente comentar aquí que la propuesta del desarrollo sustentable, desde luego, no se encuentra exenta de debates. Se le ha objetado, por ejemplo, no hacer referencia expresa a cuestiones como el crecimiento económico, el incremento del componente material que exige la satisfacción de necesidades humanas, la propiedad, la lógica de la economía de mercado que requiere de la obsolescencia y de flujos monetarios que, en última instancia, son expresión de los flujos de recursos naturales, etc. Todo esto conduce a atribuir el éxito del "desarrollo sustentable" no tanto a su novedad como a su "ambigüedad" (De Lisio, 1992). No obstante, también es cierto el énfasis que exhibe este planteamiento en fomentar e incrementar la eficiencia de procesos que permitan la satisfacción de necesidades con recursos cada vez menores.

Igualmente, tiene el mérito indiscutible de haber colocado el tema sobre ambiente y desarrollo como centro de todas las discusiones y decisiones relevantes de la época.

Dejando estas consideraciones generales en favor de aspectos que nos aproximen al campo de las construcciones sustentables (de lo general a lo particular), a continuación se hace referencia al tema de las ciudades.

Las ciudades

En las ciudades se concentran y generan buena parte de los problemas ambientales. Ellas, a su vez, son, parcialmente, producto de dos características muy particulares del comportamiento de la población durante el siglo XX: su rápido crecimiento y su excesiva concentración. Muestra de ello es cómo en Estados Unidos de Norteamérica más de la mitad de la población vive concentrada en el 1% de su territorio (Rifkin, 1990), o cómo en Latinoamérica –que para el año cincuenta apenas contaba con 6 o 7 ciudades con más de un millón de habitantes– cuenta hoy día con 45 ciudades de iguales dimensiones.

Para el estudio de los centros urbanos se han propuesto diversas aproximaciones, siendo una de ellas el enfoque metabólico, un enfoque que conceptualiza la ciudad como un gran organismo, como un sistema abierto con entrada y salida de materia y energía. Este enfoque ha puesto en evidencia cómo en el crecimiento y el aumento de la complejidad de las ciudades no se tiene en cuenta ni el incremento de la entropía interna, que generan sus grandes ingresos de energía, ni la capacidad de carga de los ecosistemas que les sirven de soporte, ni los costos de reposición de recursos naturales (Naredo y Rueda, 1998). Esto último desestimula los programas de recuperación y reciclaje, fomentando la producción de enormes cantidades de desechos que superan con mucho la capacidad de los sistemas naturales para metabolizarlos. En síntesis, se importa orden de los ecosistemas y se exporta desorden a lo que va quedando de ellos, con lo que se incrementa la entropía general de la biosfera.

Un estimado de las magnitudes de esas entradas y salidas diarias en una ciudad de apenas un millón de habitantes (4 o 5 veces más pequeña que Caracas) serían aproximadamente: 570.000 toneladas de agua potable, 8.500 toneladas de combustibles (Rifkin, 1990), 2 millones de kilogramos de alimentos, 500.000 toneladas de aguas residuales y 1.000 toneladas de desechos sólidos (Gabaldón, 2000).

Estas entradas y salidas necesitan de un transporte horizontal que exige mayores cantidades de energía y resquebraja los sistemas naturales periféricos, sin mencionar la demanda anual de extensas superficies de terreno que requiere la expansión física de las ciudades (hasta 35.000 ha/año, como es el caso de Bangkok).

J. Rifkin comenta que a las ciudades modernas pudiera estarle ocurriendo algo similar a lo que le sucedió a la vieja ciudad de Roma: mientras más crecía, más energía demandaba; mientras mayor era la cantidad de energía que fluía, mayor era el desorden, que se generaba internamente; y mientras mayor el desorden, más grande la infraestructura de instituciones necesaria para atender las situaciones de conflicto que se presentaban, espiral que se expandió hasta el colapso de la ciudad. Ejemplo de ello eran las líneas de suministro requeridas por Roma y mantenidas por el ejército, las cuales llegaron a ser tan extensas y numerosas que los militares terminaron consumiendo más recursos de los que finalmente accedían a la ciudad. Agrega el autor que algo parecido pudiera estar ocurriendo actualmente en Nueva York, donde el número de empleados municipales aumentó en 300% durante la década de los años ochenta, periodo durante el cual la población de la ciudad había disminuido. Esto fue necesario debido al incremento en los problemas de delincuencia, al deterioro progresivo de infraestructuras y servicios, a los problemas de contaminación sónica y atmosférica, y a los efectos que ello tiene sobre la salud pública (enfermedades cardíacas, cáncer, bronquitis, úlceras, etc.) (Rifkin, 1990).

Para Kohr "los problemas sociales ... crecen en progresión geométrica ... mientras que la capacidad humana de hacerles frente ... lo hace en progresión aritmética" (Kohr, 1957).

Las ciudades en las costas del trópico

Las dificultades comentadas son inherentes a las formas convencionales de expansión de los grandes centros poblados e independiente de su localización geográfica. No obstante, cuando esto ocurre en las regiones intertropicales, y de manera particular en sus zonas costeras, donde prosperan formaciones naturales particularmente significativas como los bosques de galería, los arrecifes coralinos, las praderas de thalassias o las formaciones de manglares, la situación se complica. En Latinoamérica y el Caribe, las tres cuartas partes de las ciudades más importantes se encuentran ubicadas sobre la zona costera, lo que significa extensos procesos de deforestación, erosión, sedimentación, descarga de desechos y aguas residuales sobre el mar. El efecto que ello ha tenido sobre los ecosistemas mencionados se ha traducido en una pérdida equivalente a la tercera parte de los arrecifes coralinos y a la mitad de las formaciones de manglares que existían originalmente (Hinrichsen, 1994).

Esta doble exigencia apunta a la necesidad de elaborar políticas, planes, criterios, técnicas y tecnologías que contribuyan a conciliar los requerimientos de infraestructuras que demanda la población local, con la necesaria conservación de sus sistemas naturales. Ello es necesario porque aun cuando puedan ser ampliadas las

artículos

áreas bajo régimen de administración especial (ABRAE), sus mismas actividades internas de vigilancia, monitoreo, investigación, administración y recreación, van a requerir del diseño de instalaciones elaboradas a partir de criterios y tecnologías que no han sido suficientemente desarrolladas.

Es precisamente en este escenario, y a escala de las edificaciones, en las que se inscriben las consideraciones expuestas en las próximas secciones. Es conveniente puntualizar que al descender de los planteamientos generales a los particulares –como sugiere el título del presente ensayo– los numerosos campos de aplicación de los conceptos generales discutidos, se ramifican y especializan progresivamente en áreas cada vez más restringidas. El área específica seleccionada para la segunda parte de este artículo, consiste en un recuento de diversos trabajos teóricos y prácticos adelantados por el autor acerca de nuevos criterios y técnicas constructivas a ser utilizadas en formaciones de manglares, lo que explica las numerosas referencias que figuran en la bibliografía sobre dicho autor.

Las edificaciones

Acotando de nuevo el campo de lo sustentable y limitándolo al tema de las edificaciones, es posible detectar cómo ciertos aspectos comentados anteriormente se reproducen nuevamente a esta escala. La construcción, funcionamiento y mantenimiento de las edificaciones es una de las actividades de mayor impacto ambiental debido a su importante consumo de recursos naturales (minerales, maderas, agua, energía, etc.), y a las alteraciones que introduce en el paisaje inmediato (alteraciones de la topografía, de los suelos, de la vegetación, del microclima, de las escorrentías, etc.). Por otra parte, el uso inadecuado de materiales, el mantenimiento deficiente y el diseño inapropiado puede tener igualmente efectos nocivos sobre los usuarios, constituyendo lo que se ha dado en llamar el "síndrome del edificio enfermo". Esto es así, tanto en los países desarrollados –por el uso intensivo de recursos naturales que demanda cada edificación– como en países del tercer mundo por el número y precariedad de lo construido y por construir [en Venezuela, existen 950.000 viviendas que necesitan ser "habilitadas" (Cilento, 1999) y al déficit habitacional acumulado de 550.000 viviendas es necesario agregarle anualmente una demanda adicional de cien mil viviendas]. En países como el nuestro, donde las **urgencias** obligan permanentemente a la **gerencia** por crisis, comúnmente es necesario pensar en soluciones antes de detenerse a pensar en el problema, siendo entonces los recursos y tecnologías disponibles los que crean el diseño. Glosando a Hillier, es el "cómo" lo que termina definiendo "qué" cosa va a ser edificada (Hillier y Leaman, 1972).

Las edificaciones en las costas del trópico

Regresando al planteamiento anterior, y limitando el problema de las edificaciones a ciertas regiones costeras del trópico y, más específicamente, a las formaciones de manglares, una manera de abordarlo pudiera ser precisamente el tratar de definir qué cosa es una edificación –desde el punto de vista de su función en tanto dispositivo de acondicionamiento ambiental– en un escenario donde pesan tanto los aspectos físico-naturales. Para ello es importante identificar la información pertinente a partir de la cual resulte posible derivar o inferir ese concepto.

1. Conceptos

Como fue expuesto en trabajos previos (Curiel, 1998a; 2000a), afortunadamente existe una extensa información acerca de la estructura y dinámica de los ecosistemas, así como sobre la fisiología y los biorrequerimientos humanos. Igualmente extensa es la documentación relacionada con las características de los sistemas vivos (SV), características que tienen la ventaja de permanecer invariables en el tiempo, cuestión que facilita el establecimiento de principios generales de diseño para aquellos sistemas artificiales estrechamente vinculados a ellos. Estas características son en realidad muy numerosas, pudiéndose mencionar –a título de ejemplo– la de sus **cambios** recurrentes dentro de ciertos umbrales, los cuales no responden exclusivamente al azar sino a un determinado **orden**. "Cambios ordenados" significan a su vez la tendencia de los sistemas a procurar ciertos estados particulares, es decir, son **busca-objetivos**. Este objetivo común a todos los sistemas vivos es el equilibrio inestable, el balance dinámico u homeostasis.

Lo anterior tiene consecuencias interesantes porque si los sistemas vivos son **busca-objetivos** y este objetivo es la homeostasis, los objetivos del sistema artificial (SA) –desde el punto de vista biofísico– deben resultar compatibles con ellos, lo cual significa, por una parte, que de acuerdo exclusivamente con los propósitos homeostáticos del ecosistema, el mejor SA será aquel que no interfiera e, incluso, contribuya a la consecución de tales propósitos. Por otra parte, el diseño del SA debe responder al objetivo de lograr un ambiente interno cuyos niveles de temperatura, luminosidad, humedad, ruido, disponibilidad de agua potable, etc. fluctúen sólo dentro de los umbrales de tolerancia pautados previamente por los biorrequerimientos del usuario. En otros términos, la función del SA consistiría en garantizar la homeostasis del espacio interno que aloja al biosistema, así como la conservación o mejoramiento de la estabilidad dinámica del ecosistema en el que se inserta: la edificación como un sistema artificial de interfaz entre dos sistemas biológicos. Metafóricamente, sería una función similar a la que desempeña una silla de montar, un objeto de interfaz al que se le exige satisfacer tanto

los requerimientos del jinete como los de su cabalgadura, pudiendo estar representada su definitiva integración en la imagen del centauro.

Este concepto facilitaría posteriormente *definir* el problema, es decir, permitiría cuantificar las exigencias de las variables que intervienen, lo que a su vez orientaría las diversas estrategias u opciones de diseño. Sobre todo, permitiría su ulterior evaluación, constituyendo así una referencia objetiva para calificar las bondades de las estrategias de diseño desde el punto de vista biofísico, contribuyendo con ello a definir los fundamentos de un mejor diseño de las edificaciones en tales biomasa (Curiel, 2000a).

No obstante, hasta ahora sólo se ha hecho referencia a la función de la edificación en tanto dispositivo de acondicionamiento ambiental, debiendo ella cumplir igualmente con otras funciones (simbólica, como mercancía, como receptáculo y organizadora de actividades). El hecho de enfatizar inicialmente el análisis sobre una sola función, sugiere entonces que el marco teórico seleccionado para ello sea lo suficientemente amplio y flexible como para facilitar, posteriormente, su articulación con los otros aspectos que integran el diseño. En este sentido, se propone adoptar como fundamento teórico a los principios de la Teoría General de los Sistemas (TGS), teoría que trata de reducir a una serie de principios comunes el comportamiento de sistemas tan disímiles como pueden ser los físicos, los bióticos o los socioculturales (Curiel, 2000b).

Otras conjeturas que pudieran contribuir a definir el concepto de edificación viable en esos ambientes –asociadas también a ciertas características de los SV– serían: a) considerar a los SA como sistemas autónomos, no solamente por la ausencia frecuente de servicios en las zonas analizadas, sino por la conveniencia, incluso, de su no-existencia debido a los efectos entrópicos que generalmente generan los cordones de servicios. b) Lo anterior remite a una segunda conjetura: tratar de incorporar al SA dentro de los flujos naturales de materia y energía locales, lo que incluye a las propiedades fisicoquímicas de los cuerpos de agua, los extensos yacimientos de minerales disueltos en agua de mar, el gran potencial de energía eólica, solar, de las mareas, de las corrientes, etc. c) Acceder a esos recursos significa, a su vez, disponer de técnicas particulares que permitan hacerlo con un impacto mínimo. Un concepto general discutido en trabajos anteriores (Curiel, 1998b) que, sin embargo, resulta conveniente recordar en este contexto, es el de *tecnología apropiada* (PNUMA, 1975); un concepto que no prejuzga que tecnología es pertinente, sino que ella estará en función de unos objetivos y de un contexto previamente definidos. Asociada a ese concepto está igualmente la noción de “técnicas intensivas en conocimiento”. En esta última se considera que el conocimiento exhaustivo de un fenómeno en su contexto permite, en ocasiones, resolver problemas vinculados a

él sin necesidad de recurrir al hecho tecnológico. Ortega y Gasset ha dicho que “la técnica es el esfuerzo por ahorrar el esfuerzo”; se pudiera agregar que ese tipo de tecnologías es el esfuerzo por ahorrar el esfuerzo tecnológico. Lo anterior tiene una implicación ambiental importante porque cuando se habla de la capacidad de adaptación del hombre a las diversas condiciones ambientales, gracias a la tecnología, lo que ciertamente ha ocurrido es justo lo contrario: “adaptar el medio a las exigencias del hombre” (Ortega y Gasset, 1982). El resultado de esa progresiva adaptación del medio a las exigencias del hombre es lo que, a su vez, ha dado lugar al amplio despliegue de sistemas artificiales, cada vez menos compatibles con los sistemas naturales. Este enfoque contribuye igualmente a desmitificar el hecho tecnológico. A desmitificarlo en el sentido de que obliga –antes de pensar en soluciones– a detenerse a pensar en el problema, a no darle más relevancia al instrumento que al problema que se desea resolver con ese instrumento, a entender que los desarrollos e innovaciones tecnológicas en el área de la construcción no tienen porqué resultar particularmente elaborados o sofisticados en sí mismos, aun cuando sí deban serlo en cuanto a su capacidad de adecuación a determinado contexto (Curiel, 1998a).

Otras consideraciones de carácter más bien operativo están referidas, por una parte, al criterio de reducir el número y las dimensiones de las nuevas instalaciones en los paisajes discutidos y, por otra, a la estrategia de emplazar las nuevas instalaciones sobre la superficie de los cuerpos de agua. Con relación a lo segundo, se persigue limitar el impacto sobre los bosques de manglares y facilitar el acceso a los recursos que ofrece el medio acuático.

2. Técnicas

Mientras se avanza en la debida fundamentación teórica, es necesario adelantar también algunas experiencias prácticas que permitan la materialización progresiva de tales reflexiones. Algunas de esas experiencias puntuales (adelantadas por el autor) están referidas a ciertos aspectos bioclimáticos, a ensayos con materiales apropiados a las áreas de estudio y al desarrollo de un pequeño sistema de plataforma que pueda servir de soporte físico a las nuevas instalaciones requeridas en paisajes de riberas.

2.a. Aspectos bioclimáticos. Con relación a los efectos del clima sobre los habitantes de las zonas costeras del trópico –caracterizado por su escasa nubosidad, intensa radiación solar, altas temperaturas y elevada humedad relativa, características que comúnmente dan lugar a *temperaturas efectivas* (T. E.) por encima de la zona de confort– son conocidas las estrategias generales de adaptación a esas condiciones: amplia protección frente al exceso de radiación solar (tanto directa como refleja-

artículos

da), reducción de la capacidad de almacenamiento y transmisión de energía térmica de la envolvente de la edificación, y disposiciones que propicien cierto movimiento del aire para compensar las altas T.E.

Existen numerosas técnicas pasivas para el logro de esos objetivos (Curiel, 1982). No obstante, mediante tales técnicas, a lo sumo, es posible reproducir en los espacios internos de la edificación las condiciones favorables del microclima de la zona. Durante las horas de aquellos meses en que las T. E. se encuentran por encima de la zona de confort en la región (aun para velocidades de viento de 1,5 m/seg), puede igualmente anticiparse que esas mismas condiciones de desconfort prevalecerán en los espacios internos. Cuando esto ocurre y cuando los recursos lo permiten, los usuarios cubren comúnmente esas deficiencias instalando equipos de aire acondicionado (con lo cual mejoran las pérdidas de calor corporal por conducción y evaporación hacia una masa de aire refrigerada y seca). No obstante, ello exige aislarse del medio exterior con lo que se desaprovecha una serie de previsiones en cuanto a ventilación natural que, si bien no resultan suficientes, acercan considerablemente a las condiciones deseadas.

Lo anterior plantea la necesidad de buscar opciones intermedias, sistemas que permitan mejorar las condiciones de confort térmico sin necesidad de recurrir a soluciones radicalmente distintas, como las que ofrecen los sistemas activos. Una posible alternativa consistiría en el diseño de sistemas que propicien las pérdidas de calor corporal por radiación. El cuerpo humano cede el calor que se desprende de sus procesos metabólicos hacia el ambiente por conducción, evaporación, pero mayoritariamente lo hace por radiación.

Con el propósito de explorar esta opción, se construyó una pequeña cámara de simulación climática (en la cual se reproducían las condiciones del clima costero) para ensayar la efectividad de un sistema de superficies receptoras de radiación térmica para el mejoramiento de las condiciones de confort. Los resultados empíricos de esta experiencia mostraron que, si bien no era posible obtener las condiciones óptimas, las láminas contribuían sensiblemente a mejorar las mismas (Curiel, 2000 c).

Si bien la aproximación anterior a los problemas de confort resulta válida, es importante resaltar el gasto energético que representa ofrecer superficies receptoras de radiación a baja temperatura. Consecuente con los criterios de intervención propuestos inicialmente, en los que se sugiere el uso de los recursos naturales que ofrecen los paisajes ribereños, se hizo un estudio acerca del potencial que representan las temperaturas relativamente bajas de las aguas costeras como recurso para el diseño de sistemas pasivos de climatización. En ese estudio se evidencia cómo los valores máximos medios y máximos absolutos de las temperaturas del aire caen fuera del rango de

temperaturas exigidas por la zona de bienestar térmico (ZBT), mientras que las temperaturas máximas del agua, incluidas las absolutas, oscilan dentro de los umbrales de dicha zona (Curiel, 1993).

Esto permite anticipar, a manera de hipótesis, que un recinto que logre reproducir en sus superficies internas, y en la masa de aire contenido en él, las variaciones anuales de temperatura de las aguas costeras analizadas, facilitará notablemente la obtención de temperaturas efectivas dentro de la zona de confort. Con el propósito de validar la hipótesis, se diseñó y calculó un pequeño dispositivo que, esquemáticamente, consiste en un cilindro de aluminio (diámetro: 1,20 m; altura: 2,40 m; espesor 0,001 m) y un intercambiador de calor adosado a él. Los cálculos realizados a partir de los valores de las propiedades geométricas del cilindro, del material, del aire y el agua, arrojaron que las temperaturas internas se aproximan significativamente a las temperaturas del agua en un lapso relativamente breve (Curiel, 1994a). Durante el mismo lapso, las temperaturas de la superficie interna del cilindro decrecerán de una manera aún más acentuada mejorando las condiciones de confort térmico, al sumarse a las pérdidas de calor corporal por convección hacia la masa de aire, las sustanciales pérdidas de calor por radiaciones hacia superficies a menor temperatura. La alta conductividad térmica y la dilatada masa de los cuerpos de agua, es un recurso que puede permitir así el enfriamiento del aire antes de su ingreso a un espacio y reducir las temperaturas del sólido que conforma la envolvente del mismo.

Un recuento de lo expuesto con relación a los aspectos bioclimáticos, ilustra las posibilidades de aproximación a respuestas pasivas que ofrece la dilatada información que actualmente se dispone acerca del comportamiento del clima, del modo en que éste interactúa con el organismo, de los mecanismos de transferencia de calor, de los recursos naturales presentes en una determinada región, etc.: información que puede contribuir –como se comentó anteriormente– al desarrollo de *técnicas intensivas en conocimiento*, menos dependientes y onerosas que las convencionales, y más compatibles con su entorno.

2.b. Materiales. Los criterios adelantados en cuanto a la ocupación de la superficie de los cuerpos de agua y al uso de materiales y energías locales, remiten a otra consideración: el diseño y construcción de instalaciones flotantes supone el empleo de materiales con un bajo coeficiente de permeabilidad, siendo ésta una de las razones por las que normalmente se utilizan materiales como el aluminio, fibrocemento, acero, plástico reforzado con fibra de vidrio, etc. Sin embargo, éstos no son materiales que responden a los criterios inicialmente establecidos, razón que sugiere, entre otras, la conveniencia de realizar estudios sobre la permeabilidad de materiales como el ob-

tenido por acreción mineral (coral artificial), el cual sí se ajusta a esos criterios.

Esquemáticamente, la técnica para producir dicho material consiste en sumergir en agua de mar un par de electrodos para generar un campo eléctrico que hará depositar, selectivamente, los iones en solución. Si el cátodo está constituido por una malla metálica de cualquier configuración, se depositarán sobre ella las sales disueltas de carbonato de calcio (CaCO_3) e hidróxido de magnesio [$\text{Mg}(\text{OH})_2$ (Hilbertz, 1979)]. El material así obtenido ofrece una resistencia similar a la del concreto, lo que permite construcciones de cualquier forma y tamaño. Otro aspecto importante que ofrece el material es su posibilidad de simbiosis con procesos naturales. Éste provee de cobijo y nutrientes a organismos marinos como bacterias, corales, algas, bivalvos, etc., los que, a su vez, al depositar sustancias químicas y sus mismas conchas contribuyen a la consolidación y mantenimiento de las estructuras (Hilbertz, 1991). La escasa inversión, el reducido empleo de mano de obra y labores de acarreo, el mínimo consumo energético invertido en el proceso de extracción, transporte, procesamiento, colocación y mantenimiento, así como su bajo impacto ambiental, lo convierte en un material de particular interés para proyectos en las zonas que nos ocupan.

Sin embargo, aún no han sido establecidos los procedimientos que permitan obtener, con este material, membranas lo necesariamente densas, compactas y homogéneas que garanticen una permeabilidad lo suficientemente baja como para ser utilizadas en la construcción de cuerpos flotantes. Con este propósito se realizaron varias pruebas a partir de mallas galvanizadas de 6,35 x 6,35 mm para obtener pequeñas muestras (0,04 m²) del material. Finalmente, se logró obtener una muestra lo suficientemente homogénea y compacta como para ser utilizada en las probetas de ensayos sobre percolación. Los resultados obtenidos indican que si bien el coral artificial tiene un coeficiente de permeabilidad similar a la del concreto para una relación 0,75 de agua/cemento, es muy alta si se le compara con las muestras de mortero adoptadas como referencias (Curiel, 1994b). Lo anterior significa que el avance logrado en el uso del coral artificial para la construcción de cuerpos flotantes, mediante la técnica descrita, está actualmente condicionada al empleo de mayores espesores del material o al uso de las técnicas ya conocidas de impermeabilización para el concreto; consideración hecha al margen de las futuras mejoras que puedan ser introducidas en el proceso mismo de deposición.

2.c. Emplazamiento. Como se indicó anteriormente, la sugerencia de emplazar las nuevas instalaciones sobre las superficies de las lagunas obedece al propósito de limitar el impacto sobre los bosques de manglares y facilitar el acceso a los recursos que ofrece el medio acuático.

Estas consideraciones condujeron al desarrollo de un sistema de plataformas flotantes que ofrecen el soporte físico que demandan las pequeñas instalaciones ubicadas en paisajes de riberas. El componente básico consiste en un flotador de 0,70 m de diámetro –producidos en plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV)– y una longitud variable comprendida entre 1,50 m y 7,35 m. Adicionalmente, ofrece una cámara interna para el almacenamiento de agua, equipos y accesorios, lo que permite disponer de un mayor espacio útil sobre las plataformas, las cuales se arman a partir de flotadores unidos entre sí mediante un envigado que, simultáneamente, sirve de apoyo al entarimado. Este sistema se complementó luego con otros componentes para el soporte de motores fueraborda, recipientes para tanques de gasolina, sobrecajas y viguetas compuestas para aumentar la capacidad de carga de la tarima (Curiel, 1985).

Algunas aplicaciones que ha tenido el sistema hasta la fecha son: muelle flotante (represa de "Tierra Blanca", estado Guárico); pontón cisterna y de mantenimiento (parque nacional "Morrocoy", estado Falcón); soporte para grúa de pórtico flotante requerida en los ensayos sobre coral artificial (Comando de Guardacostas, La Guaira); carpas flotantes (Parque Nacional "Morrocoy", estado Falcón) y estación de monitoreo y vigilancia (Parque Nacional "Laguna de Tacarigua", estado Miranda) (Curiel, 1989 y 1995). Esta última fue diseñada a partir de una serie de consideraciones bioclimáticas y equipada con tanques de retención para aguas servidas, techo colector de agua de lluvias, energía suministrada por un sistema de celdas solares y accesorios de bajo consumo energético (Curiel, 1994c:d).

Consideración final

Con relación a las posibilidades de trasladar las experiencias comentadas a la práctica, se resumen y reproducen a continuación los comentarios ofrecidos al respecto en el libro *Elementos para el diseño de edificaciones en paisajes de riberas* (Curiel, 2000c):

Al margen de las bondades intrínsecas de los criterios, técnicas y tecnologías descritas, y a pesar del manifiesto interés mostrado por las diversas instituciones vinculadas a los problemas ambientales, su aplicación en proyectos concretos ha resultado extremadamente limitado y sólo restringida a ciertos aspectos, siendo básicamente limitaciones de orden económico la razón de ello.

En el caso de los organismos públicos, sus crónicas limitaciones presupuestarias –que con frecuencia no les permiten disponer siquiera de los planes de manejo y ordenamiento que demandan las áreas protegidas– tornan remota la posibilidad de costear proyectos de carácter experimental, como lo requiere el desarrollo y consolidación de las iniciativas descritas.

artículos

En cuanto a las organizaciones no gubernamentales (ONG) vinculadas al área ambiental –con acceso a financiamientos internacionales– su mismo perfil las orienta a ocuparse de tópicos específicos (ecología, biodiversidad, conservación de especies, etc.), resultándoles un tanto ajenos los problemas constructivos.

Con relación al sector privado, la extrema desigualdad entre una reducida élite económica (interesadas en inversiones de rápida recuperación, con fácil acceso a bienes importados y ajena a la cultura de los procesos innovativos) y el resto de la gran masa de la población con un exiguo poder adquisitivo, tornan prácticamen-

te inexistente el área del mercado mínimo necesario para este tipo de proyectos.

Mientras, se continúa adelantando en los fundamentos teóricos para las intervenciones en esos biomas, avanzando en algunos desarrollos tecnológicos vinculados a ello, e ilustrando en la práctica (a pequeña escala) sus posibles aplicaciones. Lo anterior permitiría adelantar elementos en la búsqueda de fórmulas más racionales de ocupación, para cuando las condiciones sociales, políticas y económicas más sensibilizadas a la problemática así lo exijan y hagan factibles (Curiel, 2000c).

Bibliografía

- Cilento, A. (1999): *Cambio de paradigma del hábitat*. Caracas, Universidad Central de Venezuela, Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, IDEC.
- Curiel Carías, Ernesto C. 2000a. "Inconsecuencias del conocimiento científico en el campo del diseño", en *Interciencias*, vol. 25, n° 7, pp. 346-350.
- _____. 2000b. "La tesis del Tercer Mundo en la comprensión de la teoría general de los sistemas", en *Tribuna del Inversor*, vol. 7, n° 1, pp. 60-76.
- _____. 2000c. *Elementos para el diseño de edificaciones en paisajes de riberas*. Caracas, Ediciones Biblioteca FAU, UCV.
- _____. 1998a. "Lineamientos para un estudio de las edificaciones en formaciones de manglares", en *Interciencias*, vol. 23 - n° 5, sep-oct., pp. 275-279.
- _____. 1998b. "El desarrollo integral de los asentamientos rurales". *Tecnología y Construcción* (jul-dic), vol.14/II, pp. 39-46.
- _____. 1995 "Construcciones flotantes", en *Entre Rías*, año III, n° 12, pp. 8-9.
- _____. 1994a. Informe Técnico "Sistema Natural de Acondicionamiento Climático mediante la Inercia Térmica del Agua". Caracas, Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico.
- _____. 1994b. Informe Técnico "Determinación del Coeficiente de Permeabilidad del Coral Artificial". Caracas, Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico.
- _____. 1994c. "Estación de monitoreo y vigilancia", en "Arquitectura Hoy". *Economía Hoy*. Caracas, 27 de agosto.
- _____. 1994d. Patente de diseño Industrial: "Alojamiento Flotante". Registro de la Propiedad Industrial N. P. FP-01-00752. Ministerio de Fomento. Inscripción No. 00257.
- _____. 1993. "Las temperaturas superficiales de las aguas costeras del trópico como recurso bioclimático", en *Tecnología y Construcción*, n° 9, pp. 41-45.
- _____. 1989. "Una aplicación del Sistema SIFLEC", en *Espacio*, n° 3, pp. 46-49.
- _____. 1989. "Acondicionamiento ambiental", en *Tecnología y Construcción*, n° 5, pp. 93-98.
- _____. 1985. "Sistema de Módulos Acoplados para la Construcción de Plataformas Flotantes". Patente de Invención N° 3489. Registro N° 42. 943 Dir. Registro de la Propiedad Industrial. Ministerio de Fomento. Caracas.
- _____. 1982. "Arquitectura en regiones de Venezuela". (Trabajo de Ascenso). Caracas, mimeo. FAU-UCV.
- De Lisio, A. 1992. "La sustentabilidad: ¿Nuevo ambientalismo o viejo desarrollismo?". Caracas, CENAMB, UCV (mimeo).
- Gabaldón, A.J. 2000. "Apuntes del curso Desarrollo Sustentable. Maestría Ambiente y Desarrollo". Caracas, Universidad Simón Bolívar.
- Goodland, G.; Daly, H.; Serafy, S. y Droste, B. 1992. *Environmentally sustainable economic development: building on Brundland*. UNESCO.
- Hilbertz, W.H. 1979. Electrodeposition of minerals in seawater: experiments and applications. // *IEEE Journal on Oceanic Engineering*, vol. OE-4, n° 3.
- Hilbertz, W.H. 1991. "Solar-generated construction material from sea water to mitigate global warming". *Building Research and Information*, vol. 19, n° 4, pp. 242-255.
- Hillier, B. y Leaman, A. 1972. "A new approach to architectural research", *Ribaj*, Dec.
- Hinrichsen, D. 1994. "Coast under pressure". *People & The Planet*, vol. 3, n° 1, pp. 6-9.
- Kohr, Leopold. 1957. *Break Down*, Nueva York, Rinehart.
- Meadow, D., Dennis Meadow, et al., 1972. *The limits to growth*, New York, Universe Books.
- Naredo, José Manuel y Rueda, Salvador. 1998. *La ciudad sostenible*. Madrid, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Patrocinado por la Dirección General de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo, Ministerio de Fomento.
- Ortega y Gasset, J. 1982. *Meditación de la técnica y otros ensayos*. Madrid, Alianza.
- PNUD - BID. 1992. *Nuestra propia agenda*. Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de América Latina y el Caribe.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 1975. *A conceptual framework for environmentally sound and appropriate technologies*, Nairobi, UNEP.
- Rifkin, Jeremy. 1990. *Entropía*. Barcelona, Edic. Urano.
- Sachs, I. 1982. *Ecodesarrollo*. México, Edic. El Colegio de México.
- The World Commission on Environment and Development (WCED). 1987. *Our Common Future Oxford New York*, Oxford University Press.

Costos y precios de construcción para la habilitación de barrios en Venezuela

Luis F. Marcano González / Daniel Valero A.

Resumen

El área de economía de la construcción del IDEC se ha propuesto como objetivo de corto plazo crear una unidad de análisis de precios y costos de la construcción para prestar apoyo al desarrollo de los sistemas y componentes constructivos que realizan sus profesores-investigadores y los estudiantes del programa docente de postgrado. Con esta unidad se pretende apoyar también las obras de construcción que se emprenden a través de la empresa del Instituto con la finalidad de demostrar sus proposiciones tecnológicas. Con este proyecto se inicia la unidad de costos y precios, se han adquirido los equipos y programas de computación; asimismo, se está realizando el entrenamiento del personal. Se busca con el proyecto definir y tipificar las obras que deben ser realizadas para la habilitación de barrios y desarrollar una metodología que permita el cálculo de sus costos y precios. Este tipo de obras son prioritarias en la política de atención a las familias y al desarrollo urbano que adelanta actualmente el gobierno nacional.

Descriptores:
Costos; precios;
rehabilitación; barrios.

Abstract

The IDEC construction economy area has the purpose as short term objective point to create a cost and prices analysis construction unit to support the development of the systems and constructive components developed by their professors-investigators and the students of the postgrade teaching program. With this unit is pretended to support also the construction works that are undertaken by the Institute enterprise to demonstrate its technological propositions. With this project is initiated the costs and prices unit, have been acquired the equipment and computer software, likewise, it is performing the personnel training. The project is seeking for to define and describe the works that must be made to the low income areas rehabilitation and develop a methodology that permits the prices and costs calculation. This type of works are priorities in the family attention policy and to the urban development which is actually advanced by the national government.

Descriptors:
Costs; prices; rehabilitation;
low income areas.

Introducción

El proceso de ocupación de áreas urbanas por asentamientos de pobladores no formales ha sido un signo distintivo de nuestras ciudades en los últimos cuarenta años y en todo el territorio nacional. Los censos de estas áreas, también llamadas áreas de «barrios de ranchos» en la literatura especializada (cfr.: Baldó y Villanueva; Bolívar y Baldó, entre otros), arrojan magnitudes importantes en cuanto a número de viviendas, número de familias y superficie ocupada por estas zonas. Al respecto, las investigaciones realizadas por distintos especialistas han planteado la necesidad de reconocer esta realidad, ignorada por los planificadores hasta hace muy poco. Este reconocimiento no sólo debe pasar por la inclusión de estas zonas en los planos de las ciudades venezolanas, sino también en desarrollar procesos de habilitación de este tipo de áreas que permitan integrarlas a la trama urbana existente. Es decir, hacer a los barrios parte de la ciudad incorporándoles los servicios básicos de suministro de agua; de disposición de aguas servidas, a través de cloacas; de suministro adecuado de electricidad; de vialidad de acceso y salida para el transporte público y privado; de la construcción de drenajes para las aguas de lluvia y las quebradas; de la dotación de servicios públicos para la educación y la salud, de la refacción, modificación o sustitución de viviendas, entre otros; así como, también, de todas aquellas obras necesarias en las ciudades, de manera de hacer la integración de los barrios acorde con los requerimientos urbanos establecidos.

artículos

Con la orientación de habilitar estas zonas ya se han avanzado algunos trabajos de planificación de zonas de barrios. Destacan los realizados por Baldó y Villanueva (1995; 1999) en distintas zonas del país, en particular, en la zona metropolitana de Caracas y Los Teques, en el estado Miranda (publicado por el CONAVI en 1998), y en las ciudades de Barcelona y Puerto La Cruz en el estado Anzoátegui, financiado por Petróleos de Venezuela S.A., dentro del Programa Desarrollo Armónico de Oriente –DAO. Asimismo, con anterioridad se han esbozado propuestas de planes para Maracaibo en el estado Zulia y para Barquisimeto en el estado Lara. En la actualidad se avanzan proyectos de habilitación de más de 70 barrios en varias ciudades del país con el apoyo del CONAVI.

Si se calcula que para 1993, cuando se realizó el III Censo de Barrios, se pudieron determinar las áreas de este tipo de asentamientos en 128 ciudades del país (Villanueva y Baldó, 1994), podemos estimar que el volumen de obras que se ha de emprender en el mediano y largo plazo sobrepasa los cálculos hasta ahora conocidos en esta materia. Se hace necesario, por tanto, preparar instrumentos de planificación para poder realizar esta tarea.

Los planes de habilitación de «barrios» requieren de un afinamiento en materia de costos y precios de obras –así como de las mismas obras– sobre los cuales hasta ahora no se tienen elementos precisos para su estimación y cuantificación. Los tipos de obras de construcción que hasta ahora se han realizado en el país, tanto en las zonas rurales como urbanas, no recogen la tipología de partidas y macropartidas que exigen las obras que se han de realizar en las zonas de barrios de nuestras ciudades. Es necesario realizar una indagación para definir, tipificar y agrupar las obras que deben realizarse en cualquier modalidad de planes de habilitación de barrios, creando las partidas y macropartidas correspondientes a cada una de ellas, con sus respectivos análisis de precios unitarios; además, se debe desarrollar una metodología sencilla pero efectiva para el cálculo de los costos y precios de las obras, que permita estimar, en primer lugar, las inversiones a nivel de los planes a ser desarrollados y, luego, para guiar los proyectos y las obras de construcción cuando se realice la ejecución de los mismos.

Disponiendo de la información anterior, se podrá trabajar con los índices de precios elaborados por el Banco Central de Venezuela, lo cual permitirá realizar presupuestos reales para un momento dado, establecer comparaciones entre lapsos de tiempo y hacer proyecciones a futuro. También podrán calcularse en un momento dado, en forma manual, rápida y sencilla, costos y precios referenciales con elevado margen de aproximación, utilizando los precios de aquellos insumos que por su cuantía en el costo total son determinantes.

En ningún momento se trata de dimensionar el volumen de las obras, tarea por lo demás fuera del alcance del presente estudio, sino más bien el de aportar las herramientas que permitan a los proyectistas y ejecutores de las obras conocer, con una relativa exactitud, la magnitud de la inversión en los trabajos que se han de realizar en una determinada zona urbana donde se ha de ejecutar un proceso de habilitación. Asimismo, poder tener a la mano indicadores de la estructura de costos de cada una de las partidas y macropartidas, ajustando la participación de los factores –materiales, maquinaria y mano de obra– de acuerdo con los requerimientos técnicos y de productividad de las obras.

En resumen, podemos enunciar el objetivo general de esta investigación de la siguiente manera: se pretende determinar los variados tipos de obras que deben ser incluidos en los planes de habilitación de barrios en las principales ciudades de Venezuela y diseñar una metodología que permita el cálculo de costos y precios en forma rápida. Asimismo, de este objetivo se desprenden los siguientes objetivos específicos: en primer lugar, se quieren analizar los requerimientos de obras de construcción para la habilitación de barrios en el país; en segundo lugar, se busca determinar los tipos de obras por las áreas (unidades de desarrollo urbano) a las cuales pertenecen los barrios, según el tipo de intervención –pública o privada– de habilitación requerida; en tercer lugar, se procura diseñar los análisis de precios unitarios para el tipo de obra de construcción requerida en los barrios; y en cuarto lugar, se persigue desarrollar una metodología de cálculo de costos y precios en forma rápida.

Las técnicas que han sido utilizadas para la ejecución del proyecto son apoyadas por el uso de procesadores de datos de gran capacidad de almacenamiento y velocidad de trabajo y por el uso de un programa de base de datos de precios y costos disponibles en el mercado –data pro, de data construcción.¹ Las obras de construcción que sirven de base para la investigación han sido seleccionadas de los planes de habilitación de obras ya realizados, tanto en Caracas como en Barcelona y Puerto La Cruz y en otras ciudades del país.

Asimismo, se ha procedido a analizar aquellas obras realizadas en experiencias piloto en barrios de la ciudad de Caracas (Catuche –Martín y Virtuoso, 1994– Polvorin, San Miguel, entre otros), para determinar así las dificultades técnicas que pueden alterar la tecnología de las obras necesarias de realizar en este tipo de zona. La construcción de polinomios de partidas y macropartidas se ha hecho sobre la base del establecimiento y definición de cada una de las obras detectadas en los distintos planes, con las especificaciones técnicas de obras definidas por los planificadores y el equipo de trabajo responsable del pro-

yecto. Al finalizar la investigación se dispondrá de un informe –escrito y con respaldo electrónico– sobre la metodología diseñada y las partidas y macropartidas con sus análisis de precios unitarios de las obras que deben ser realizadas para la habilitación de barrios en el país. Este informe facilitará la elaboración de planes y las estimaciones de inversión en los barrios de las ciudades venezolanas.

I. Determinación de los requerimientos de las obras de construcción para la habilitación de barrios y tipos de obras por áreas

Para determinar los programas de proyectos y obras locales de habilitación física de los barrios, a escala de las unidades de diseño urbano, se dividió el tipo de obra en las siguientes categorías: ² áreas públicas, semipúblicas, privadas y semiprivadas.

Con relación a los requerimientos para el trazado general y el de infraestructuras de servicios de cada unidad, referente a *obras en áreas públicas* o en suelo que debe permanecer como público, presentamos, a título de ejemplo, las siguientes partidas:

Vialidad y drenaje

Nuevas vías para vehículos.

Nuevas vías para vehículos en FP, MP y NP.

Esas vías se suman a las existentes en la zona como parte no sólo del sistema de circulación pública, sino del sistema de drenaje de aguas de lluvia. La ubicación de las nuevas vías considera su doble carácter de vías de circulación y elementos de drenaje; este último relacionado también con su capacidad para permitir, en la mayoría de los casos, la construcción de colectores cloacales de mínima profundidad con bocas de visita tipo II del INOS. También debe considerarse minimizar la afectación de viviendas por la construcción de vías, lo que implica no sólo un trazado cuidadoso, sino también la selección de técnicas constructivas apropiadas a la densidad de construcciones existentes en cada tramo de vía. Igualmente, se considera la distribución de pendientes en el área ocupada por la unidad.

Para las vías en terrenos de pendientes pronunciadas (FP), la sección total promedio se estima en 7,5 m, la pendiente máxima en 14% y no excesivamente continua, y los radios mínimos de giro en 15 m. En estos casos, lo indicado es la utilización de pavimentos de concreto armado. Las vías de este tipo actúan como canales de drenaje superficial a sección completa entre brocales altos, descargando sobre receptores naturales o en sistemas subterráneos existentes y suficientes, en la periferia de la unidad con las obras apropiadas de desarenadores y disipa-

dores de energía apropiadas. También contemplan obras de movimiento de tierra con taludes, muros o macizados, proporcionales a la pendiente, obras portantes y de alcantarillado transversal. El trazado de estas nuevas vías debe tener como propósito disminuir sensiblemente los recorridos verticales desde las viviendas peor ubicadas hasta las vías.

Para las vías en terrenos de pendientes moderadas (MP), la sección total promedio se estima en 9,6 m y los radios mínimos de giro en 16 m. En estos casos lo indicado es la utilización de pavimentos de concreto asfáltico, excepto para el rango mínimo de pendientes entre 0,3% y 1%. Las vías de este tipo también actúan como canales de drenaje superficial a sección completa entre brocales altos, descargando sobre receptores naturales o en sistemas subterráneos existentes y suficientes en la periferia de la unidad, con las obras apropiadas de desarenadores y disipadores de energía. Asimismo, contemplan obras mínimas de movimiento de tierra y pueden contemplar, eventualmente, algunas obras portantes y de alcantarillado transversal.

Para las vías en terrenos de pendiente nula (NP), la sección total promedio también se estima en 9,6 m y los radios mínimos de giro en 16 m. En estos casos, lo indicado es la utilización de pavimentos de concreto. Las vías de este tipo pueden contemplar obras de movimiento de tierra para obtener las pendientes mínimas que el terreno no posee, habilitándolas para actuar como canales de drenaje superficial a sección completa entre brocales altos y descargar sobre receptores naturales o en sistemas subterráneos existentes y suficientes en la periferia de la unidad, con las obras de desarenadores y disipadores de energía apropiadas o bien pueden contemplar, en casos extremos, costosas instalaciones de tuberías de drenaje subterráneo (con excavación, relleno, compactación, remoción y bote, tuberías y conexiones de polietileno de alta densidad "Pead" de diámetro medio 630 mm, hecho de bocas de visita y sumideros). La recomendación de este material responde al hecho de que buena parte de los suelos en unidades de pendiente nula son blandos y compresibles, requiriendo tuberías flexibles y resistentes. Las obras de las vías pueden, eventualmente, contemplar algunos elementos portantes y de alcantarillado transversal.

Para todos los tipos, las obras incluyen la construcción de la base de pavimento, los brocales y las aceras. Las calles ciegas no tienen más de 130 m de longitud o, en su defecto, presentan dispositivos de devolución para vehículos cada 100 a 120 m. Finalmente, para el trazado de las nuevas vías y su proyecto de construcción debe considerarse, como en todas las obras de habilitación, la limitación establecida por la estimación de inversiones necesarias. A pesar de estas restricciones, la experiencia indica que en la mayoría de los casos persiste un buen grado de libertad para el trazado, permitiendo la generación de

artículos

opciones acordes a las concepciones espaciales que se quieren ofrecer, como posibilidades de trazado general de habilitación a las comunidades residentes en la unidad.

Requerimientos máximos de longitud y área de vías para vehículos a reconstruir en NP. Se refiere a las vías existentes a conservar como públicas en unidades o sectores de unidad de pendientes nulas, escasa densidad, localización periférica y surgimiento relativamente reciente, vías que fueron construidas a la manera de terraplenes, impidiendo cualquier solución de drenaje de las parcelas que no sea la de costosos sistemas subterráneos, injustificables a la luz de la inversión de habilitación física per cápita. En estos casos, los elementos de calzada y el propio pie de brocal, de existir, deberán demolerse y removerse, para efectuar una adecuada excavación y reconstrucción para obtener pendientes mínimas que el terreno no posee y habilite las calles para actuar como canales de drenaje superficial a sección completa entre brocales altos, descargando sobre receptores naturales o en sistemas subterráneos existentes y suficientes en la periferia de la unidad, con las obras de desarenadores y disipadores de energía apropiadas. En estas condiciones, lo indicado es la utilización de pavimentos de concreto, contemplando las obras toda la demolición, remoción, bote o reciclaje de escombros, bote de tierra y reconstrucción de la parte inferior de los brocales y la calzada, así como la construcción de canales abiertos de drenaje en el lado de la acera que corresponda a las parcelas, con ruptura de la acera y construcción de un canal con rejilla que vaya, cada cierto número de parcelas, según proyecto, desde pequeños desarenadores de los mencionados canales de drenaje en los límites con la acera, hasta la calle.

La longitud máxima de redes de tuberías de drenaje a construir o reconstruir bajo vías vehiculares existentes en NP. Se refiere a las instalaciones subterráneas en vías a conservar como públicas en unidades o sectores de unidad de pendientes nulas, densidad relativamente alta, buena accesibilidad general y fuerte consolidación (excepcionalmente, este tipo de proyectos y obras se programarán para unidades o sectores de unidades de diseño urbano que no presenten las tres últimas características) y cuyas calles posean niveles y longitudes tales que impidan cualquier otra solución de drenaje para las parcelas. En estos casos las obras contemplarán ruptura y reconstrucción de pavimento, remoción y bote de escombros, excavación y compactación, además de las tuberías y conexiones de "Pead" de diámetro medio 630 mm (para diámetros superiores se emplearán tuberías de acero o de policloruro de vinilo "PVC"), las bocas de visita y los sumideros.

Este material para tuberías se recomienda, dado lo costoso de la instalación en sí y dados los suelos blandos compresibles que caracterizan a las unidades

de pendientes nulas y muy urbanizadas, particularmente en el subámbito Barcelona, donde corresponde la reconstrucción de redes subterráneas de drenaje por proyectos insuficientes, frecuentes rupturas y filtraciones. Las redes subterráneas imprescindibles se trazarán cuidadosamente y se detallarán teniendo como objetivo principal la minimización de costos.

La longitud máxima de las vías peatonales en FP. Estas vías son veredas y, fundamentalmente, escaleras, que deberán permanecer como públicas, completando la malla de circulación y el sistema de drenaje superficial de aguas de lluvia. Corresponderá al diseñador urbano la selección de las vías peatonales existentes que permanecerán como públicas, bajo control y mantenimiento del municipio, de acuerdo con sus propios criterios de especialización. Éstos deben considerar la función pública drenante de las escaleras y veredas, y que la malla pública conserve proporciones para una adecuada interacción interna. También deben considerar que los servicios comunales tengan acceso a través de vías públicas y que, por lo general, la reconstrucción de la red pública peatonal no implique la afectación de viviendas existentes. Debe tomarse en cuenta, además, que las pendientes determinan las características de las escaleras públicas a reconstruir y la posibilidad de su realización dentro de las restricciones de costos impuestas por el programa de inversiones. Las obras contemplan la demolición, el movimiento de tierra a mano, y la reconstrucción de las vías peatonales seleccionadas, incluyendo canales y alcantarillas para aguas de lluvia, brocales, depósitos de basura y otro mobiliario urbano en intersecciones, así como la reutilización de escombros o materiales nuevos para obras de protección del perímetro de toda la circulación peatonal pública.

La estimación de la longitud de obras adicionales de drenaje en embaulamientos de quebradas o cursos de agua, preferiblemente descubiertos. Para el programa, la sección límite se ha asumido en 1 m x 1 m. Evidentemente, en el proyecto se determinarán los principales drenajes naturales a acondicionar o embaular en la unidad, y se calcularán, tanto los gastos de diseño correspondientes como las secciones de los embaulamientos. Los embaulamientos deberán prever sus correspondientes desarenadores antes de incorporarse a los sistemas existentes de drenaje, y desarenadores y carameras en su inicio, cuando las quebradas entren a la unidad desde una zona desocupada. Dentro de las obras se contemplan las acciones provisionales de desviación del curso, la excavación y conformación (fundamentalmente manual) del lecho y la lateral del embaulamiento, la base para el canal y el cuerpo de concreto armado.

Los requerimientos totales de longitud y área de vías existentes para vehículos, a ser acondiciona-

das y reequipadas con obras de ornato público. Se refieren a las áreas públicas existentes que pueden tratarse con un diseño urbano del tipo similar al de proyectar sistemas de elementos que aparentemente no son los fundamentales en la conformación espacial, pero que pueden contribuir notablemente al mejoramiento de la calidad espacial. Se trata de las posteaduras, luminarias, señalizaciones, paradas de transporte, quioscos, demarcación de cruces peatonales, casetas telefónicas, bancos, jardineras, entre otros elementos integrantes del mobiliario y micropaisaje urbanos. Su correcta composición, junto a la reconstrucción de pavimentos y aceras con diseño cuidadoso de formas, texturas y materiales, además de una arborización bien estudiada en los casos pertinentes, puede contribuir sustantivamente al ordenamiento y embellecimiento de las áreas públicas en unidades muy consolidadas, cuyas carencias fundamentales en materia de condiciones de urbanización ya se encuentren superadas. En estos casos, el proyectista favorecerá el acondicionamiento y reequipamiento de las vías colectoras y primarias de la unidad, definidas por conducir a los principales accesos y por las rutas de transporte público. Sin embargo, el carácter del sistema de elementos a proyectar posiblemente permeará al conjunto de las áreas públicas e, incluso, puede conducir a proyectos generales, preferiblemente sometidos a concurso para todas las unidades consolidadas del ámbito del plan sectorial. Evidentemente, las inversiones correspondientes a este tipo de obras pertenecen a lo que denominamos rehabilitación física y se presentan en las fichas y fichas-resumen del presente plan sectorial, como adicionales a las estrictamente necesarias para la rehabilitación física de las zonas de barrios de Barcelona-Puerto La Cruz.

Además de los proyectos y obras locales que se programan para áreas cuyo suelo debe permanecer público, el sistema de vialidad y drenaje también compete a la parte de la red vial existente que, por programa, deberá pasar al dominio semiprivado, bajo posesión, control y responsabilidad de condominios de viviendas. Sin embargo, las obras que allí deban ejecutarse se especificarán en la cuarta parte de la ficha de proyectos y obras, correspondiente a **obras en áreas semiprivadas**.

Para el proyecto del sistema de drenaje de aguas de lluvia, la recomendación más general es lograr la separación de las aguas de lluvia de las aguas negras, y el saneamiento y rescate de las quebradas en esta forma. La estructura recomendada para el sistema total de drenaje de aguas de lluvia en las unidades o sectores de unidades de diseño urbano con fuertes pendientes, se extiende desde canales abiertos de los condominios a los de las vías peatonales, principalmente escaleras públicas, las cuales deberán contemplar dispositivos desaceleradores o disipadores de energía antes de afluir en las vías vehicula-

res. Éstas actuarán como canales abiertos, con toda su sección de calzada confinada entre brocales altos, descargando el agua a través de sumideros de reja adecuadamente reforzados en los cursos de drenaje natural por donde pasen las vías y, a veces, en sus tramos finales, hacia el sistema de drenaje existente en los límites de la unidad. Al finalizar cada ramal de drenaje de los distintos subsistemas (semiprivado, público peatonal y público vehicular), así como en los cambios sensibles de pendiente en cada ramal de drenaje, deberán proyectarse y construirse desarenadores adecuados. En las unidades o sectores de unidades de diseño urbano con pendientes moderadas, el sistema total de drenaje de aguas de lluvia se extiende desde las vías de los condominios a las vías vehiculares públicas, actuando ambos tipos de vías como canales abiertos, con toda su sección de calzada confinada entre brocales altos, descargando el agua a través de sumideros de reja adecuadamente reforzados en los cursos de drenaje natural por donde pasen las vías y, a veces, en sus tramos finales, hacia el sistema de drenaje existente en los límites de la unidad. Al finalizar cada ramal de drenaje de los distintos subsistemas (semiprivado, público peatonal y público vehicular), deberán proyectarse y construirse desarenadores adecuados. Para las unidades o sectores de unidades de diseño urbano con pendientes inferiores a tres por mil, se procurará al máximo que el sistema total de drenaje de aguas de lluvia sea similar al anterior, aun a costa de reconstruir gran parte de la vialidad pública existente con una excavación que cree "surcos" con pendiente mínima en terrenos que no la tienen. Sólo en casos extremos, cuando las longitudes de curso y los niveles de las vías existentes impidan cualquier solución de trazado que pudiera emplear las calles como canales abiertos, se apelará a un mínimo posible de redes subterráneas de drenaje, evitando usar para éstas otro tipo de sumideros que no sean los de reja.

II. Presentación de la información

A continuación se incluyen las tablas a ser utilizadas para la presentación de la información sobre costos y precios.

1. Partidas

Se utilizará el modelo de Análisis de Precio Unitario de la empresa Data Construcción.

2. Macropartidas

Se ha diseñado una tabla modelo en la cual se incluye la información sobre cada partida incorporada, la unidad utilizada, cantidad de obra y precio en bolívares y dólares, para obtener finalmente el precio para la macropartida, también en bolívares y dólares (ver tablas).

artículos

Tabla 1

Análisis de precio unitario. 52 52 51 5001 Remoción ord. Tierra desechable, base terraplen, mototr.1 tractor, 200 M

Cantidad analizada:		1.00	Unidad.	m ³	Rendimiento:	5.000,00 m ³ /día
EQUIPOS						
Código	Descripción	Cant.	Deprec.	Precio	Total	%
Y A 0004 D	MOTONIVELADORA CAT 120H	0,250	0,00200	103.857.305,78	51.928,65	
Y A 0012 D	TRACTOR CAT DGR	2,000	0,00200	379.993.615,20	1.519.974,46	
Y A 0013 D	MOTOTRAILLA CAT 631 E, SERIE 11	2,000	0,00200	529.162.005,60	2.116.648,02	
Y A 0074 D	TRACTOR D7RO	0,750	0,00200	228.898.323,20	343.344,48	
C 03 0042 D	CAMION CISTERNA CAP=10 m ³ PIAGUA	2,000	0,00000	67.169,08	134.338,17	
Total equipos:					4.166.233,79	
Costo unitario:					833,25	92,60
MANO DE OBRA						
Código	Descripción	Cant.	Jornal	Total jornal	%	
Z A 0038 D	CHOFER DE IRA (8 A 15 TON), OFICIO 3-6	2,000	8.515,00	17.030,00		
Z A 0047 D	AYUDANTE DE OPERADORES, OFICIO 5-1	3,000	7.500,00	22.500,00		
Z A 0052 D	TRACTORISTA DE IRA, OFICIO 5-6	2,750	10.400,00	28.600,00		
Z A 0054 D	OPERADOR MOTOTRAILLA DE IRA, OFICIO 5-8	2,000	10.400,00	20.800,00		
Z A 0058 D	OPERADOR MOTONIVELADORA DE 2DA, OFICIO 5-12	0,250	9.400,00	2.350,00		
Z A 0062 D	CAPORAL DE EQUIPO, OFICIO 5-16	0,500	10.400,00	5.200,00		
Subtotal mano de obra:				96.480,00		
244,90% prestaciones sociales:				236.279,52		
Total mano de obra:				332.759,52		
Total: 332.759,52						
Costo unitario:				66,55	7,40	
Costo directo, subtotal A				899,80		
10.00%	Administración y gastos generales			89,98		
Subtotal B				989,78		
15.00%	Imprevistos y utilidad			148,47		
0.00%	Financiamiento			0,00		
P.U. asumido				1.138,25		
15.50%	de 1.138,25 Impuestos			176,43		
Total general				1.314,67		

Son: UN MIL TRESCIENTOS CATORCE BOLIVARES CON 67/100

Proyecto: Costos y precios de construcción para la habilitación de barrios en Venezuela

Tabla 2

Costo y precio por metro lineal de obras de drenaje en embaulamiento de quebradas (1m x 1m)

Item	Código DATA	Descripción partida	Unidad	Cantidad obra	CD (sin IVA) Bs	PU (sin IVA) Bs	Total costo	Total precio	
1	52 52 51 5011	Excavación de zanjas en tierra con peñones, prof. entre 0 y 3,5 m, máquina	M3	2,80	2.672,98	2.672,98	7.484,34	7.484,34	
2	51 53 53 5005	Concreto RCC28= 200 Kg/cm ² en bases	M3	0,28	77.309,63	97.796,68	21.646,70	27.383,07	
3	51 53 53 5162	Concreto RCC28= 200 Kg/cm ² para enlucir en muros	M3	0,40	125.438,72	158.679,98	50.175,49	63.471,99	
4	51 53 53 5060	Concreto RCC28= 200 Kg/cm ³ para enlucir en losa maciza E=20 cm	M2	1,40	15.503,70	15.503,70	21.705,18	21.705,18	
5	51 53 51 5012	Encofrado de madera tipo recto acabado corriente en losas	M2	1,00	8.887,67	8.887,67	8.887,67	8.887,67	
6	51 53 51 5027	Encofrado de madera tipo recto acabado corriente en muros	M2	2,00	11.244,20	14.223,91	22.488,40	28.447,82	
7	51 53 52 5003	S/P/C acero de refuerzo Rat 2.100 Kg /cm ² D=1/2 ^ø	KG	72,00	607,38	728,25	43.731,36	52.434,00	
8	52 52 52 5004	Relleno compactado de tierra material de excavación 95% p.m.	M3	0,84	4.714,58	5.963,95	3.960,25	5.009,72	
9	52 52 51 5024	Remoción derrumbes, incluyendo carga, transporte y descarga hasta 200 m	M3	1,96	1.106,50	1.106,50	2.168,74	2.168,74	
CD= Costo directo. Solamente materiales, equipo y mano de obra							Subtotales	182.248,13	216.992,53
PU= Precio unitario: materiales, equipos, mano de obra, gastos generales, adm. y utilidad							IVA (14,5%)	26.425,98	31.463,92
							TOTAL BOLIVARES	208.674,10	248.456,45
							TOTAL US\$ (720,00 Bs/\$)	289,83	345,08

Proyecto: Costos y precios de construcción para la habilitación de barrios en Venezuela.

Bibliografía:

BALDÓ, Josefina y VILLANUEVA, Federico. 1998. *Un plan para los barrios de Caracas*, Caracas, Consejo Nacional de la Vivienda.

..... 1999. *Un plan para los barrios de Barcelona-Puerto La Cruz, Informe final*, Caracas, Desarrollo Armónico de Oriente -DAO- Petróleos de Venezuela, S.A.

BOLÍVAR, Teolinda, coord. 1994. *La densificación y vivienda en los barrios caraqueños*, Caracas, Consejo Nacional de la Vivienda.

BOLÍVAR, Teolinda y BALDÓ, Josefina, comps. 1996. *La cuestión de los barrios*, Caracas, Monte Ávila Editores Latinoamericana/Fundación Polar/UCV.

CILENTO, Alfredo. 1998. *Cambio de paradigma del hábitat*, Caracas: IDEC/CDCH/UCV/ALEMO.

LOVERA, Alberto y MARTÍN FRECHILLA, Juan José. 1994. *La ciudad: de la planificación a la privatización*, Caracas: Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico-UCV/Fondo Editorial Acta Científica.

MARCANO GONZÁLEZ, Luis F. 1997. «Modelo urbano: el barrio de ranchos, una manera de habitar la ciudad», en *Revista Venezolana de Economía y Ciencias Sociales*, vol. 3, núm. 2/3 Caracas: FACES/UCV.

MARTÍN, César Y VIRTUOSO, José. 1994. «Catucho: experiencia piloto de urbanización», en *SIC*, año LVII, n° 568:347-348, Caracas.

VILLANUEVA, Federico Y BALDÓ, Josefina. 1994. «Sobre la cuestión de la urbanización de los barrios», en *SIC*, año LVII, n° 568:340-344, Caracas.

..... 1995. * Tendencias de crecimiento en las zonas de barrios del AMC y Sector Panamericana-Los Teques de la Región Capital», en *Urbana*, n° 16-17:13-30, Caracas: Universidad Central de Venezuela/La Universidad del Zulia.

Notas

1 La decisión de escoger una base de datos comercial se sustenta en la facilidad de actualización futura de la información, así como en la rapidez de la elaboración de la propia base de datos con los índices de precios y costos que han de ser determinados.

2 Se han asumido las obras determinadas para los planes de la zona metropolitana de Caracas y de Barcelona-Puerto La Cruz, realizados por el equipo dirigido por Baldó, J. y F. Villanueva. Cfr.: "Un plan para los barrios de Caracas" (1998) y "Un plan para los barrios de Barcelona-Puerto La Cruz", Informe final (1999).



CONDES

Consejo de Desarrollo
Científico y Humanístico
de La Universidad del Zulia

Es un ente de permanente asesoría y consulta del Consejo Universitario, adscrito al Vice Rectorado Académico, destinado a diseñar y ejecutar una política científica que comprende la elaboración de los fundamentos teóricos; y el establecimiento de mecanismos para estimular, financiar, difundir y promocionar la investigación en la Universidad como contribución al desarrollo del país.

Visión

El CONDES, es una unidad Académico-administrativa de apoyo, que hará posible la consolidación de una comunidad científica, mediante: el financiamiento de proyectos y programas de investigación; el entrenamiento para la divulgación de sus resultados; la incorporación de jóvenes que garanticen la continuidad de las líneas y áreas; y, el reconocimiento a la labor realizada.

Misión

Coordinar, estimular y difundir la investigación en el campo científico y en el de los estudios humanísticos y sociales, mediante la ejecución de programas, planes y proyectos académicos que integran las actividades científico-tecnológicas con las de docencia, de pre y postgrado, para así dar respuesta a las necesidades y demandas del entorno regional, nacional e internacional.

Objetivos

General:

Establecer vinculación con los diferentes entes que realizan actividades de investigación.

Específicos:

Establecer interrelación con dependencias de investigación de LUZ, para conocer los planes y proyectos de las mismas.

Realizar acciones concernientes a la difusión y divulgación de las actividades de investigación.

Fomentar la actualización del personal de investigación.

Conocer y divulgar las actividades de apoyo a la investigación que realizan los organismos centrales de investigación (CONICIT, FUNDACITES, etc.)

Mantener relación estrecha entre la actividades de investigación y Postgrado.

Programas de Financiamiento del CONDES

Programas y Proyectos de Investigación:

El CONDES, contribuye con el desarrollo de la investigación científica y humanística realizada por los miembros del personal Docente y de Investigación de LUZ o cursantes de postgrados.

Equipo:

Apoyar a los investigadores en la adquisición de equipos de gran envergadura, contribuyendo al mejor funcionamiento de las actividades científicas que se realizan por partes de aquellos grupos motivados a trabajar de manera interdisciplinaria.

Asistencia a Eventos y Reuniones científicas:

Promoción y apoyo a la comunidad científica de investigadores para la asistencia a diferentes eventos nacionales e internacionales con el fin de enriquecer la formación académica a través del intercambio entre pares.

Organización de Eventos científicos:

Apoyo a la realización de eventos enmarcados en el desarrollo de las actividades de investigación.

Cursos, entrenamiento y pasantías:

El CONDES financia la asistencia a cursos, entrenamiento y pasantías dentro y fuera del país.

Revistas científicas:

Para cumplir su función de divulgación científica, el CONDES asigna fondos para la edición de revistas arbitradas, siempre y cuando cumplan con la rigurosidad científica exigida a nivel nacional e internacional.



Dirección

Av. 4 Bella Vista con calle 74, Edif. FUNDALUZ, Piso 10, Maracaibo, Edo. Zulia

Código Postal: 4002. Telf./fax: (061) 926307, 926308, 926880.

Página Web: www.condes.luz.ve E-mail: condes@europa.ica.luz.ve, condes@neblina.reactivum.ve

Resúmenes de los proyectos del Doctorado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo. UCV.

Postgrado FAU / UCV

Los resúmenes aquí presentados corresponden a la segunda parte de los proyectos que se realizan actualmente en el Doctorado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UCV. Con distintos grados de enfoques, nivel de avance y profundización, estos proyectos anuncian la posibilidad de lograr aportes muy interesantes en el campo de la arquitectura.

En esta entrega se reseñan tres proyectos que se encuentran dentro de líneas que desarrolla el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción referidos más específicamente a un modelo metodológico para evaluar y optimizar el comportamiento térmico de componentes constructivos aplicables a edificaciones en Venezuela, otro de los proyectos está referido a la optimización de la aplicación de la mampostería estructural para viviendas de bajo costo en nuestro país y finalmente se encuentra un estudio evaluativo de áreas críticas en hospitales de referencia

Como dato a resaltar en esta nota informativa se tiene que, de las doce investigaciones adscritas al Programa de Doctorado, diez pertenecen al programa de investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción y las otras dos se ubican en la Escuela de Arquitectura: uno del sector Diseño y otro del sector Tecnología. El desarrollo de estos cursos académicos evidencia lo acertado de las políticas que apuntan a la obtención de titulaciones de postgrado que ha venido impulsando el IDEC, lo cual redundará en la calidad de la investigación y la docencia, garantizando una producción de conocimientos e innovaciones tecnológicas que es debidamente transferida a las nuevas cohortes de estudiantes.

Modelo metodológico para evaluar y optimizar el comportamiento térmico de componentes constructivos aplicables a edificaciones en Venezuela

*Autor: Arq. María Eugenia Sosa G.
Tutor: Dra. Arq. María Elena Hobaica*

Objetivo general

Desarrollar y validar una metodología para evaluar y optimizar el comportamiento térmico de componentes constructivos utilizados en la envolvente de las edificaciones en Venezuela.

Objetivos específicos

- * Determinar las propiedades de los componentes y procedimientos constructivos, que tienen una influencia determinante sobre el comportamiento térmico de los ambientes internos y en el gasto energético.
- * Desarrollar y validar una metodología para evaluar y optimizar el efecto térmico sobre el confort, de componentes y/o procesos constructivos convencionales e innovadores empleados como cerramientos opacos y translúcidos de techos y paredes en las edificaciones, en función de la orientación, configuración geométrica y tipo de acondicionamiento (activo o pasivo).

Marco conceptual

El proyecto de investigación se fundamenta sobre el concepto de arquitectura sostenible, enfoque que concibe la producción y construcción de las edificaciones y centros poblados en armonía con el ambiente.

Para efectos de este trabajo se considera la relación clima-arquitectura, como factor de sostenibilidad, en los aspectos siguientes: calidad de vida de los usuarios, racionalidad de la energía, ahorro energético y económico y daños ambientales directos o colaterales.

Justificación

El comportamiento térmico aplicado a las edificaciones constituye un campo de investigación fundamental por tratarse de uno de los requerimientos clave para incidir en los niveles de calidad englobados por el término habitabilidad.

El diseño y producción de edificaciones exige respuestas adecuadas a un contexto climático, pues aquéllas actúan como filtros capaces de modificar las solicitaciones provenientes del clima exterior, creándose un microclima en el ambiente interior más o menos confortable, según el tratamiento dado al diseño y a la envolvente de la edificación.

En Venezuela la alta insolación diaria y la elevada humedad presente todo el año requiere de criterios adecuados que incluyan: control de la

masa térmica, ventilación eficaz y protección solar. Sin embargo, en los últimos años, la mayoría de las edificaciones se han concebido sin tomar en cuenta estas premisas, desmejorando así la calidad térmica de los ambientes interiores.

Las deficiencias más comúnmente encontradas son: implantaciones volumétricas incorrectas, selección irracional de los componentes y/o sistemas constructivos, tratamientos indistintos de las fachadas sin importar las orientaciones, ausencia de parasoles, aleros y de juegos volumétricos (como técnica para producir sombras) y niveles de ventilación natural deficiente o negada completamente. En consecuencia, esto obliga a la implementación, directa o por parte del usuario, de sistemas activos de climatización, cuya elevada potencia genera altos costos energéticos y económicos por instalación, mantenimiento y funcionamiento durante los años útiles de la edificación. Este uso abusivo de la climatización artificial no se justifica puesto que la mayoría de las zonas más pobladas del país no presenta condiciones climáticas extremas.

La ausencia de soluciones arquitectónicas adecuadas a las condiciones específicas de Venezuela obedece principalmente a las siguientes causas:

- Aplicación de criterios arquitectónicos válidos para otras latitudes, por desconocimiento generalizado de los aspectos básicos del comportamiento térmico de las edificaciones en climas cálidos. Además, prevalece un sentido de moda o estatus social, impuesto en un mercado manejado por los promotores, lo cual impone un criterio de rentabilidad del espacio construido. Las consecuencias son ambientes interiores inconfortables en el caso de acondicionamiento pasivo y, en el caso de acondicionamiento activo, el uso irracional de energía, que se manifiesta en altos costos de instalaciones, uso y mantenimiento de equipos.
- Inexistencia en el país de una normativa de construcción que incluya los aspectos cualitativos y de racionalidad energética de los ambientes construidos, tales como índices de confort de los ambientes interiores, características térmicas de los componentes constructivos, porcentaje o características térmicas de superficies acristaladas, niveles de ventilación, capacidades y/o características de los sistemas de acondicionamiento activos, incorporación de técnicas de enfriamiento pasivo.

Las crisis energéticas, así como las condiciones de climas templados con inviernos muy frío y veranos muy calientes, han llevado a países como Reino Unido, Francia y EE UU a definir con precisión las propiedades térmicas de los materiales que conforman los cerramientos de las edificaciones. El desarrollo de normas térmicas en los edificios va dirigido a proveer mayor confort térmico de los ambientes y al ahorro energético. Pueden regular la máxima transmisión o pérdida térmica a través de techos, muros, ventanas y pisos indicando rangos de coeficientes de pérdida del flujo de calor K aceptables para cada elemento de los edificios. En países europeos, por ejemplo, un factor que se toma en cuenta es la inercia térmica, por lo cual se exige que los muros ligeros tengan aislamiento térmico para reducir la velocidad de enfriamiento durante la noche.

La tendencia mundial establece normas de comportamientos, las cuales especifican los requerimientos de habitabilidad de cada componente espacial o constructivo para satisfacer las exigencias humanas, sin indicar la forma explícita de hacerlo, expresadas, por lo tanto, en las características, rangos o estándares ante el uso de cada uno de los ambientes y/o de los componentes constructivos, lo cual estimula la creatividad y permite la incorporación de innovaciones. En el caso de las regulaciones térmicas éstas deben estar dirigidas a:

- * Asegurar la calidad térmica de los ambientes interiores.
- * Racionalizar la energía y promover el ahorro energético-económico.
- * Minimizar los efectos ambientales.

Descripción

El presente proyecto se encuentra inserto en la misma línea de investigación del área de Requerimientos de Habitabilidad de las Edificaciones del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC), la cual tiene como objetivo mejorar la calidad de las edificaciones y definir los requerimientos de habitabilidad de las edificaciones en Venezuela. La selección del ámbito del comportamiento térmico de las edificaciones responde a una necesidad de subsanar el vacío existente en este campo y la necesidad de implementación de reglas profesionales, normas, metodologías y especificaciones para el tema.

Desarrollar un modelo metodológico para evaluar y optimizar el comportamiento térmico de componentes constructivos utilizados en la envolvente de las edificaciones en Venezuela permitirá establecer y relacionar las propiedades que definen térmicamente a los componentes constructivos, con base en su influencia sobre el comportamiento térmico de los ambientes internos y en un gasto energético racional. La evaluación y optimización del comportamiento térmico de los componentes constructivos en función de las características termofísicas propias y de su incorporación en la obra dependiendo de la orientación, configuración volumétrica, del tipo de acondicionamiento (activo o pasivo), lográndose una selección y utilización más racional de los mismos. El instrumento permitirá el desarrollo e incorporación al mercado nacional de nuevos componentes constructivos, que respondan a las necesidades climáticas del país.

En nuestro caso, como país de clima tropical húmedo, deberíamos exigir componentes constructivos de inercia térmica baja o media para la climatización pasiva, evitando así que la onda de calor se desplace al interior de la edificación con retardo o en horas de la noche (régimen variable). Para ello es importante analizar previamente el comportamiento térmico de los materiales, componentes constructivos tradicionales e innovaciones utilizados en el país.

La metodología propuesta facilitaría el cumplimiento de las premisas precedentes, contribuyendo al diseño de edificaciones de mayor calidad a un costo energético racional. En el largo plazo se pretende incorporar una normativa flexible de comportamiento en el ámbito de la habitabilidad de las edificaciones.

**Mampostería estructural de bloques de concreto:
Un estudio para la optimización de su aplicación en Venezuela en
viviendas de bajo costo, entre una y cuatro plantas**

*Autor: Arq. Mercedes Marrero
Tutor: Arq. Alfredo Cilento Sarli*

Resumen

El presente trabajo pretende recoger los aspectos conceptuales e instrumentales inherentes a la mampostería estructural de bloques de concreto, a fin de definir sus limitaciones y potencialidades para la construcción de viviendas de bajo costo, entre una y cuatro plantas, dentro de la realidad física, social y económica de Venezuela. Se parte de un análisis filosófico de la pertinencia social, como condicionante del conocimiento tecnológico. Se establece la importancia de la técnica constructiva de mampostería estructural en nuestro país, las ventajas de utilización del bloque de concreto como cerramiento portante y los inconvenientes existentes para una mayor difusión de la técnica, a pesar de sus ventajas económicas. Incluye el estudio histórico de la mampostería como antecedente y fuente de conocimiento empírico de la tecnología contemporánea y de las características de los elementos que forman parte del sistema, para luego analizar el espectro de potencialidades y limitaciones correspondientes a su tectónica. Se establece la factibilidad de aplicación en las diferentes regiones del país, para la construcción de viviendas de bajo costo, entre 1 y 4 plantas, definiendo recomendaciones para proyecto y construcción de viviendas progresivas, diferenciando las opciones de autogestión y construcción masiva.

Objetivo general

Optimizar la aplicación de la mampostería estructural de bloques de concreto (MEBC), mediante la sistematización y análisis holístico del conocimiento requerido para ser utilizado en el proyecto arquitectónico y construcción de viviendas de bajo costo, entre 1 y 4 plantas en Venezuela, considerando las potencialidades y limitaciones de la tecnología estudiada, en el marco de las condiciones socioeconómicas del país.

Objetivos específicos

- Establecer las variables de diseño inherentes a la mampostería estructural de bloques de concreto (MEBC).
- Determinar las condiciones constructivas inherentes a la tecnología estudiada.
- Determinar la potencialidad de uso de la MEBC ante las variables del medio físico venezolano diferenciada por regiones.
- Definir los patrones de diseño y construcción de la MEBC en Venezuela, diferenciadas por regiones.

Alcance

El estudio se centrará en los aspectos requeridos para la optimización del diseño arquitectónico y construcción de edificaciones destinadas a vi-

viendas de bajo costo (área de asistencia I y II de la Ley de Política Habitacional, entre 1 y 4 plantas, para las diferentes regiones geoclimáticas de Venezuela. Incluye consideraciones conceptuales de tipo estructural, de instalaciones y confort, requeridas como variables de diseño arquitectónico que implican la optimización del proceso constructivo.

Enfoque metodológico

La investigación se propone en dos partes: 1, El establecimiento de los elementos de referencia y 2, La definición de lineamientos para el proyecto y construcción.

Los elementos de referencia incluyen la técnica y el contexto de aplicación. Para abordarlos, se realiza el estudio del estado del arte en países de importante desarrollo de la tecnología y/o con contexto socioeconómico y geológico similares al de nuestro país, a fin de determinar las potencialidades y limitaciones de la técnica estudiada. De igual forma se analizarán las tipologías de diseño y construcción, así como las condiciones culturales, económicas y tecnológicas características de cada región de Venezuela, a fin de determinar la posibilidad de aplicación de la mampostería estructural de bloques de concreto. Con esta información se procede a desarrollar recomendaciones para el diseño y construcción con una visión integral de la tecnología y su ámbito de aplicación. Finalmente, se establecen las conclusiones y recomendaciones.

Estudio evaluativo de áreas críticas en hospitales de referencia

Autor: Sonia Cedrés de Bello

Tutor: Alfredo Roffé

Objetivo general:

Comparar distintos diseños, equipamiento y uso de los departamentos de Emergencia y Cuidados Intensivos, evaluarlos desde el punto de vista de sus diseños, funcionamiento, exigencias de habitabilidad, usuarios y demanda, con la finalidad de establecer directrices de programación para futuros diseños.

Objetivos específicos:

1. Conocer nuestros hospitales desde el punto de vista de su arquitectura. Hacer un registro documental y levantamiento de planos de algunos hospitales ubicados en el área metropolitana, escogidos como casos de estudio.
2. Detectar los requerimientos de los usuarios. Investigar sobre su comportamiento y satisfacción en relación con sus valores socioculturales, idiosincrasia, hábitos y manera de hacer las cosas.
3. Conocer la capacidad, equipamiento, uso y demanda de los recursos físicos existentes en los hospitales estudiados.
4. Analizar las áreas críticas a la luz de las recomendaciones y sugerencias emanadas de las normas, guías, experiencias y satisfacciones de los usuarios.
5. Detectar las condiciones de riesgo producidas por el diseño y uso de la infraestructura.
6. Recomendar aspectos de diseño que puedan mejorar la satisfacción de los usuarios con el ambiente físico, en relación con el funcionamiento, la programación y humanización del servicio que se presta en los establecimientos públicos de salud.
7. Desarrollar métodos de análisis e investigación que puedan proveer al arquitecto con criterios objetivos para enfrentar decisiones de diseño.

Alcance

Dimensión del trabajo: documental, analítico y crítico.

Implica la recopilación, levantamiento y reconstrucción de los planos o esquemas originales y actuales.

Las satisfacciones del usuario se establecerán con base en algunas entrevistas, observaciones y referencias, por cuanto su medición implica la realización de encuestas e interpretación de diferentes percepciones y opiniones, lo cual no se justifica en este estudio.

El análisis y la evaluación se harán con base en los planos originales, el uso actual, y los datos estadísticos sobre la demanda, nº de ingresos,

postgrado



Hospital de Los Magallanes, Catia

distribución de los pacientes, personal, turnos, algunas entrevistas, observación directa del funcionamiento y mediciones de las características físicas de los ambientes.

Se hará un análisis comparativo según el área dedicada a los diferentes usos, a fin de establecer índices de programación.

Metodología:

- Identificación de las áreas prioritarias según los organismos oficiales (se identificaron los departamentos de Emergencia y Medicina Crítica).
- Revisión de normas y procedimientos para la planificación del sector, existentes por parte del sector oficial y organismos internacionales (MSAS, COVENIN, OPS, etc.).
- Revisión bibliográfica sobre el estado del arte.
- Revisión de proyectos nacionales e internacionales.
- Entrevistas con los usuarios (pacientes, médicos, administradores, personal técnico y expertos).
- Análisis de actividades. Observación directa en algunos casos de estudio.
- Visita a establecimientos públicos y privados.
- Revisión de las estadísticas y documentos particulares en casos de estudio.
- Descripción funcional.
- Descripción del usuario, con base en observaciones y consultas bibliográficas.
- Traducción de requerimientos funcionales en requerimientos espaciales.
- Determinación de los requerimientos de habitabilidad.
- Recomendaciones de diseño.
- Evaluación de las áreas críticas en los casos de estudio, con

base en los lineamientos establecidos.

A partir de los datos, obtenidos de las revisiones, observaciones y entrevistas y de su análisis previo, se han establecido las variables a medir y las técnicas de medición para evaluarla.

Variables a ser evaluadas

Cuantitativas:

- Cantidad de locales
- Dimensiones
- Uso
- Distribución
- Regulaciones
- Funcionamiento
- Equipamiento

- Instalaciones técnicas
- Demanda
- Personal

Habitabilidad:

(cualitativas)

- Privacidad
- Confort
- Humanización
- Apreciación general

Índices:

- Área neta y área bruta, en función del número de intervenciones anuales.

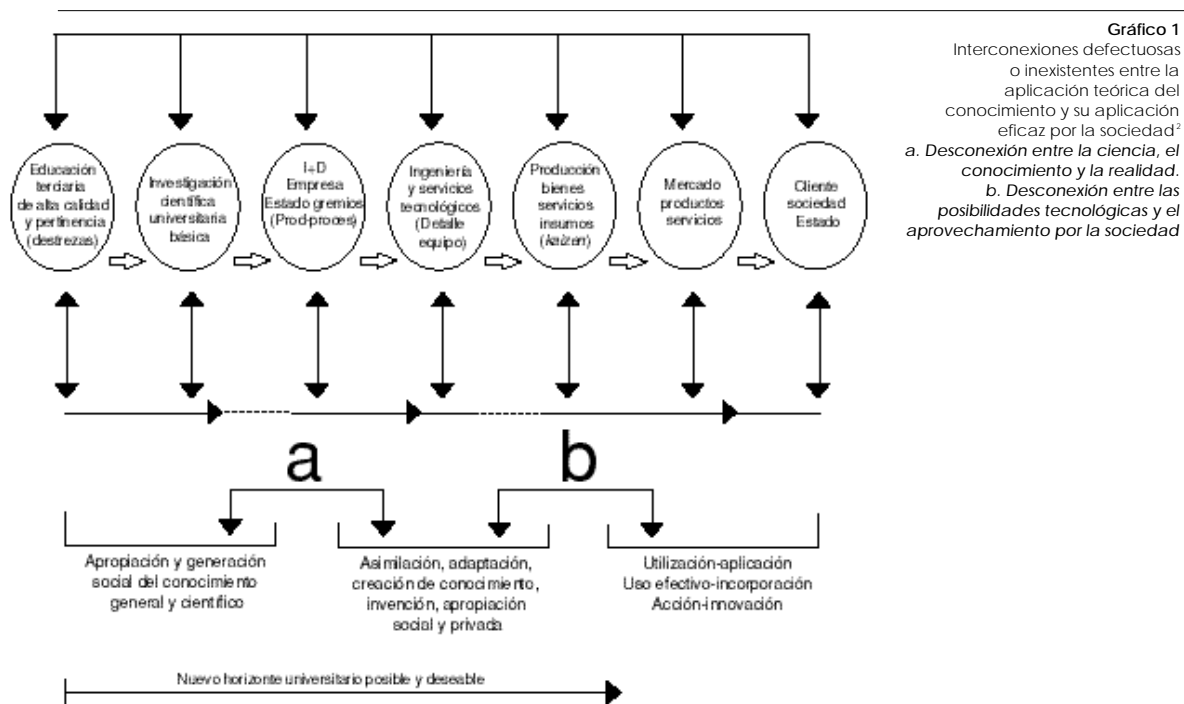
Estadísticas:

Morbilidad,
Demanda,
Procedencia.

La cuarta dimensión de la universidad

Marcos Duarte Galvis, MSc.

El modelo tradicional de investigación universitaria restringe la acción hasta la fase de investigación básica, al final de la cual divulga a la sociedad los resultados y da por terminada su misión. Existe, entonces, una brecha muy grande entre los hallazgos de los "laboratorios académicos", el conocimiento que llevan los nuevos profesionales a la empresa y las posibilidades reales de convertir tales saberes en respuestas y soluciones apropiadas para los problemas específicos. Precisamente todo lo contrario de lo que ocurre en los países más industrializados, donde cada vez se reduce más la distancia y el tiempo entre el descubrimiento universitario y la producción¹ (gráfico 1).



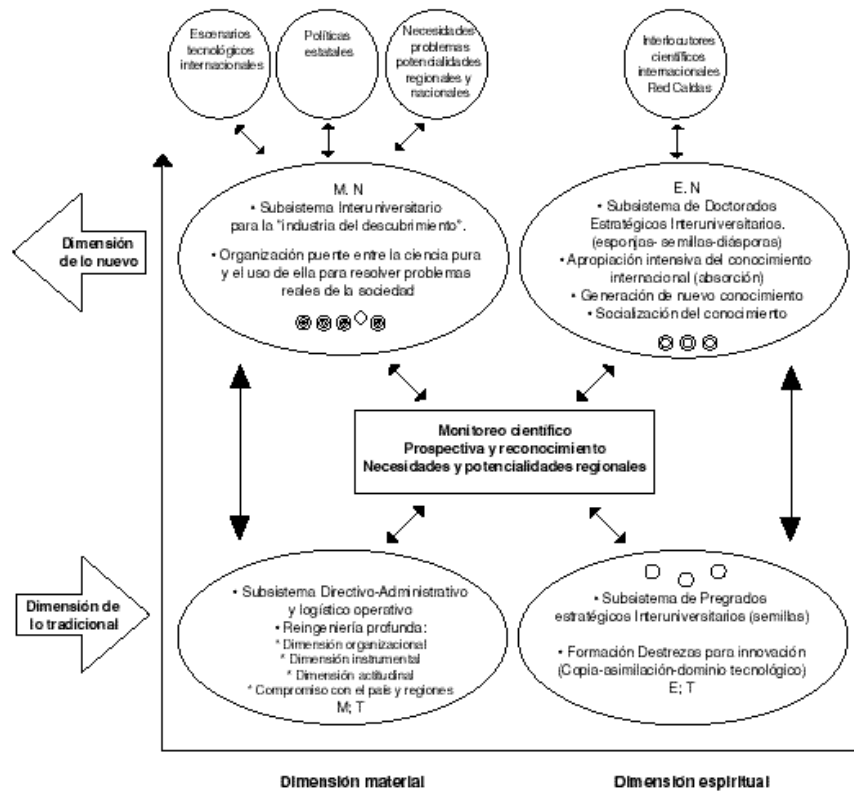
El modelo clásico de innovación tecnológica requiere de un período superior a cinco años para el desarrollo de aplicaciones prácticas y económicamente factibles, el cual resulta incapaz de responder en épocas de innovación técnica tan intensa como la actual, reclamando un paradigma nuevo con opciones simultáneas, sistémico y altamente interactivo que pueda reducir drásticamente la duración de las etapas de "desarrollo" e "ingeniería de detalle", ya sea para productos, procesos, equipamientos o instalaciones productivas completas. El

documentos

gráfico 2 expresa la idea central y aporta una prospectiva mediante la cual la universidad puede reestructurarse, reconvertirse y redespolegarse en cuatro dimensiones fundamentales:

- I) Reingeniería profunda para el subsistema directivo, administrativo y logístico-operativo, de "lo material y tradicional" (M.T.) en la universidad.
- II) Reconceptualización estratégico-prospectiva del enfoque internacional para la magnitud de lo espiritual y tradicional (E.T.): el pregrado.
- III) Redefinición proactiva y de alta pertinencia para la dimensión de "lo espiritual y lo nuevo" (E.N.): el posgrado, en esencia la maestría, el doctorado y el posdoctorado.
- IV) Redimensionamiento de la educación superior hacia un escenario nuevo desagregado, autónomo y pluriinstitucional, *la cuarta dimensión* de "lo material y lo nuevo" (M.N.), destinado teológicamente a la apropiación, asimilación y recontextualización del conocimiento universal para la búsqueda de soluciones a las diferentes problemáticas de la producción, la salud, la educación y demás prioridades nacionales. Este escenario, hasta ahora ausente de la visión y misión universitaria, sería el subsistema del *descubrimiento aplicativo*, objeto de esta disertación.

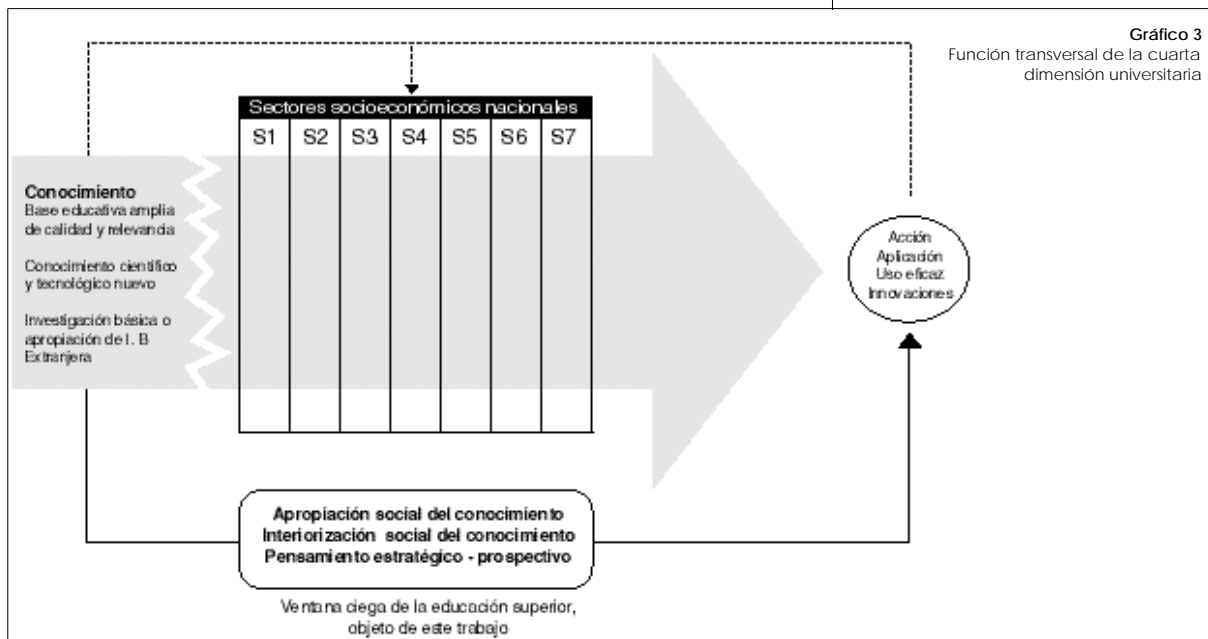
Gráfico 2
Subsistema universitario para la sociedad del conocimiento.
Núcleos interuniversitarios de innovación tecnológica NIT
Nodos de investigación básica avanzada NIBA
Células creativas y apropiación tecnológica CRAT
Oficinas de transferencia de resultados de investigación OTRI



Premisas para la cuarta dimensión universitaria

La nueva dimensión universitaria es el eslabón faltante en la cadena productiva de la emergente generación de empresas de alta tecnología en las cuales las fronteras entre universidades de investigación e industrias se desdibujan rápidamente.⁴

En esencia, la cuarta dimensión universitaria constituye un espacio físico, sicosocial, científico y político independiente de la academia tradicional, para congregarse a los mejores científicos creativos, tanto nacionales como foráneos, alrededor de "círculos virtuosos de innovación tecnológica" en cada una de las etnorregiones colombianas, articulados mediante redes y con ello flexibilizar el uso del conocimiento y experiencia de los mejores científicos creativos de las universidades para dedicarse temporalmente a la generación, adecuación, transferencia, asimilación de tecnología o la búsqueda de soluciones para los problemas técnicos del país; alimentar el talento creativo universitario, establecer lazos nuevos con actores pertinentes de la producción, el gobierno, la sociedad y la ciencia internacional (gráficos 2 y 3).



Fuente: Conceptualización a partir de Chaparro (1988); Dagnino (1996); Didrikson (1997).

Se concibe como una ampliación de la misión tradicional de la universidad, que trasciende la sola formación para el oficio hacia una nueva dimensión, la del descubrimiento aplicado. Obedece al compromiso moral de la universidad para favorecer el desarrollo del talento humano y, de manera particular, la capacidad creadora de sus alumnos o clientes primarios y de sus mejores académicos e investigadores.⁵

Surge de la responsabilidad social de la universidad para comprometerse de forma palpable con la solución de los problemas de su entorno y con el desarrollo social y económico del país por construir.⁶

La presión combinatoria y acentuadamente reestructurante de las nuevas tecnologías, tanto sobre los modelos de producción como sobre el "mayor valor agregado" de los productos, procesos y servicios están acelerando los acercamientos entre las empresas más innovadoras y los centros de enseñanza superior e investigación avanzada, desvaneciendo progresivamente las fronteras entre estas instituciones.⁷

La confluencia de académicos y científicos altamente calificados, laboratorios y equipamientos investigativos, de un lado, necesidades, problemas sociales y de la producción de carácter estratégico, del otro lado, inducirían mediante condiciones especiales a crear nuevos productos, procesos y tecnologías apoyándose en conocimientos avanzados que normalmente los genera la investigación universitaria.⁸

La economía colombiana y latinoamericana carecen de un puente entre el "conocimiento teórico de frontera", las exigencias prácticas del desarrollo y la competitividad en sectores productivos de alta tecnología como los que se impondrán en el próximo futuro.⁹

En ciertas áreas estratégicas del saber el poder del doctorado es dinamizable para la apropiación del conocimiento universal, la socialización del mismo y el fortalecimiento del Sistema Nacional de Innovación en las regiones.

El carácter investigativo en áreas de frontera que deben tener los doctorados excelentes les otorgan una habilidad enorme para juntar capacidades y organizaciones distintas en favor de procesos aplicativos e innovativos: en esencia, informaciones, conocimientos, destrezas humanas, equipos y recursos financieros se consideran programas altamente movilizadores de la innovación tecnológica.¹⁰

La complejidad del conocimiento actual exige niveles y destrezas suficientemente actualizadas y flexibles en un nuevo tipo de científico que debe actuar como puente entre la ciencia y las necesidades prioritarias de la sociedad. En esta propuesta se identifican los doctorados en ciencias básicas, ingeniería, administración, ciencias de la vida y del medio ambiente como pivotes del sistema de innovación endógena.¹¹

La mayoría de regiones colombianas carecen de cuatro condiciones fundamentales para apoyar una competitividad sostenible:

- i) Un mecanismo de monitoreo, prospectiva e información ágil y eficiente
- ii) Un sistema eficaz para la absorción de nuevo conocimiento universal
- iii) Un dispositivo social para la extensión y difusión del conocimiento de gran "capilaridad" y,
- iv) Un engranaje orientador para el dominio de las nuevas destrezas, así como para realizar gestión en áreas de oportunidad dominadas por las nuevas tecnologías.¹²

El enorme dinamismo que va adquiriendo el mercado global está obligando a todas las organizaciones humanas a desagregar y conciliar acciones, entre distintos tipos de actores envueltos en procesos de innovación relacio-

nados con las nuevas tecnologías y son las universidades de investigación las que están ganando más espacio.¹³

El Sistema Interuniversitario de Innovación Tecnológica se ubica en un nicho muy específico, el cual requiere destrezas humanas más complejas: la industria “no tradicional”, que utiliza alto nivel de conocimiento científico dentro de sus procesos productivos y comerciales. La propuesta no desconoce los sectores empresariales “tradicionales y dependientes”, según la clasificación de Freeman de 1977; solamente desea interconectar una de las fortalezas que imperiosamente deberá construir la educación colombiana: el doctorado de excelencia, con el nuevo paradigma de empresa de alta tecnología.

La cuarta dimensión universitaria se focalizaría en áreas muy selectivas del conocimiento, las llamadas oportunidades estratégicas y obedecen a una serie de criterios dictados por la experiencia internacional en el campo de la *High Tech*:











- i) Oportunidades derivadas de la dotación de recursos productivos y naturales que es necesario explotar con adecuadas maquinarias, procesos o insumos.
- ii) Áreas donde hay problemáticas específicas regionales y nacionales en materia de salud, alimentación, medio ambiente, educación, transporte o redimensionamiento de escalas productivas.
- iii) Áreas donde el aprovechamiento de adelantos tecnológicos internacionales requiere de una adaptación a circunstancias particulares del medio.
- iv) Opciones originadas en el abastecimiento de insumos y servicios con alto contenido tecnológico para “cadenas productivas nacionales”.
- v) Expectativas de nuevos e imaginativos productos y servicios.
- vi) Oportunidades propiciadas por la globalización de la economía colombiana, o inserción en cadenas productivas internacionales de alta tecnología.¹⁵

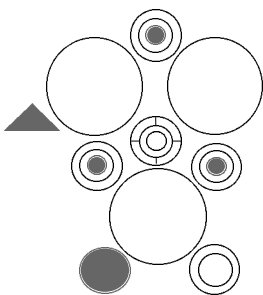
Si en la actualidad cerca de 70% de la investigación nacional se hace en las universidades a pesar del incipiente nivel de posgrado, de la incierta y frágil política gubernamental de apoyo a la ciencia, de los recursos financieros insuficientes, de la pobre cultura e infraestructura investigativa de la mayoría de ambientes universitarios, bien distinta sería la situación con un apoyo estatal y social más claro y decidido.¹⁶

La tesis extraída de las premisas anteriores concluye que la creciente incorporación mundial de investigación básica en el conocimiento social privatizado, reubican a la universidad en el epicentro del desarrollo regional, nacional e internacional. Como afirma Freeman (1977) “la base del conocimiento de las nuevas tecnologías quizá sólo pueda expandirse en el contexto de instituciones que superen la dicotomía básica/aplicada; entre otras razones, porque las llamadas nuevas ciencias tienen un enorme poder reestructurador transversal.

Constituye, en esencia, la creación por parte de la universidad de una dimensión nueva; aunque le era propia a su origen y naturaleza, no se habían conjugado las condiciones contextuales y coyunturales necesarias para la implementación del eslabón faltante entre la auscultación especulativa y la utilidad práctica en la sociedad (gráficos 2 y 3).

documentos

-  Universidades complejas
-  Empresas o agremiaciones privadas
-  El Estado (nación-departamentos-municipios o empresas industriales del Estado)
-  Otros tipos de organizaciones como: cámaras de comercio, ONG, organismos de cooperación internacional, fundaciones extranjeras, sindicatos, asociaciones
-  Núcleos interuniversitarios de innovación tecnológica
-  Doctorados estratégicos de apoyo a la innovación tecnológica
-  Nodos de investigación avanzada (NIBA)
-  Células creativas de apropiación tecnológica (CRAT)
-  Programas de cooperación científica y tecnológica internacional
-  Universidades regionales de menor desarrollo relativo



Grupo de universidades complejas nacionales y/o extranjeras se asocian con el propósito de crear la nueva dimensión del descubrimiento tecnológico, a partir de la integración de mutuas fortalezas actuales y la adquisición de nuevas y más amplias competencias en el conocimiento científico, logradas a partir de programas de maestrías y doctorados de excelencia en campos estrechamente relacionados con la Innovación tecnológica.

Perfil general de la cuarta dimensión universitaria

La nueva dimensión universitaria constituye un ambiente científico de alto nivel, orientado exclusivamente a resolver problemas técnicos reales de los diferentes sectores de la economía, la biodiversidad, la educación y la generación de nuevos e imaginativos productos, procesos y equipamientos, efectuando una incorporación sistemática de conocimientos científicos y gerenciales avanzados. Debe convertirse en un gran reto a la imaginación, a la ciencia y a la motivación humana.¹⁷

La enorme brecha científica y tecnológica de Colombia respecto del resto del mundo al comenzar el nuevo siglo, exige construir en el menor tiempo posible masas críticas de conocimiento de estructura, naturaleza, tamaño y duración flexibles en cada una de las regiones colombianas, lo cual lleva a pensar en un Plan Nacional de Doctorados y Maestrías Estratégicas íntimamente comprometidas con el desarrollo de las regiones del país,¹⁸ por lo siguiente:

- i) Acelerar el proceso nacional de innovación endógena, vinculando la creatividad peculiar de los colombianos y el enorme potencial de energía de miles de jóvenes universitarios, académicos y científicos con clara vocación para el descubrimiento, compromiso con su país, pero desprovistos de condiciones apropiadas para ejercerlos.
- ii) Apresurar la conformación de una masa crítica nacional en nuevas tecnologías de gran poder combinatorio transversal, que logre penetrar profundamente en todos los sectores productivos del país, acelerando la transformación del nivel de vida general.
- iii) Extender tales doctorados y maestrías a todo el país, vinculando en grados diversos a las universidades regionales, creándolos mediante alianzas interuniversitarias y transuniversitarias; importándolos de otros países, parcial o totalmente; vinculando aspirantes de los distintos departamentos; realizando investigaciones doctorales específicas en beneficio directo de las zonas más deprimidas o muchos otros arreglos organizacionales que permitan jalonar nuevo desarrollo a partir de los recursos naturales más abundantes, renovables o estratégicos del país para el contexto nacional y mundial¹⁹ (gráfico 4).

iv) Romper la indiferencia casi colectiva (gobierno, empresariado y direcciones universitarias) para aprovechar los saberes y talentos de los PhD, especialmente de los formados en las mejores universidades del exterior.

v) Mantener un pie en los mejores campus universitarios y centros internacionales generadores de conocimiento del mundo, y el otro en nuestro país, incorporando mayor valor agregado a los potenciales estratégicos naturales del país o sus regiones (Chaparro, 1998).

Gráfico 4
Una configuración para el subsistema de la cuarta dimensión Universitaria (un modelo de múltiples posibilidades)²¹

- vi) Lograr sinergias de la experticia de inventores pragmáticos, ingenieros y científicos de organismos investigativos nacionales de índole diversa, de instituciones internacionales de ciencia, educación y tecnología, articuladas a las conexiones y los proyectos tecnológicos que emprendan los doctorados y maestrías estratégicos, y hacia la creación de empresas de alta tecnología, ya sea en incubadoras, parques tecnológicos, polos industriales, zonas francas tecnológicas e, incluso, ciudades de ciencia.

La subordinación notable de la investigación universitaria respecto de la docencia, de una parte, de otra, la gran diferencia de las misiones entre tales subsistemas y el de "creación aplicativa", lleva a la necesidad de establecer un arreglo organizativo total o parcialmente independiente de la academia formal, como lo reconocen.²⁰

La nueva dimensión aplicativa de conocimiento científico

El autor está convencido que uno de los desafíos más trascendentales de la universidad al entrar en la "era de las sociedades del conocimiento", tendrá que ser la completa transmutación de su rol predominantemente reactivo del tipo *push*, por el antagónico *pull* o proactivo-prospectivo. La universidad deberá guiar a la sociedad no sólo a partir de una educación más liberadora, sino que deberá mostrar caminos posibles para las grandes problemáticas nacionales.

La ampliación de la misión universitaria con la creación del nuevo subsistema para la "industria del descubrimiento", es ante todo una apuesta de la educación superior y de la nación entera al talento científico y creativo, principalmente joven; un reto para integrar las regiones menos desarrolladas al nuevo progreso nacional y mundial y, por último, una estrategia factible para acelerar la incorporación de mayor "valor agregado" a los valiosos recursos naturales del país en un período de tiempo menor que con otros modelos de innovación (gráfico 5).

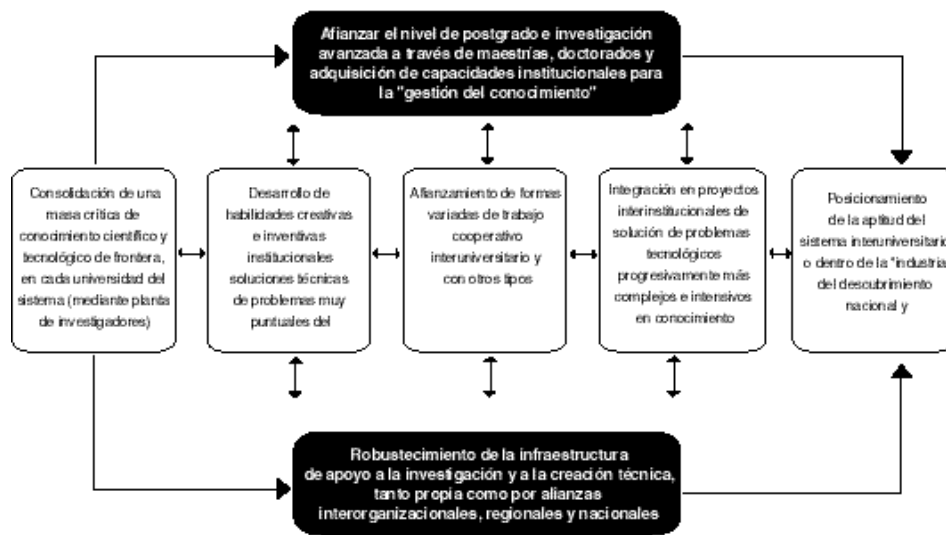


Gráfico 5
Proceso evolutivo del Sistema de Innovación Tecnocientífica Interuniversitaria

El enorme atraso colombiano en ciencia y tecnología frente a los países más dinámicos del mundo plantea un desafío descomunal a la nación, que requiere de un salto de paradigma para elevar el nivel general de competitividad del país antes de quedar definitivamente rezagado en el contexto mundial; exige desatar todo el potencial, la motivación y la creatividad de la gente con más alto acceso a la educación, a juzgar por la posición colombiana en los cinco últimos (The World Competitiveness Reports). El gran desafío nacional es acortar la brecha actual en el "menor tiempo posible" y maximizar el aprovechamiento de los hallazgos científicos en un número mayor de sectores productivos. A pesar de las graves restricciones presupuestarias, tanto del Estado como del sector productivo y de las propias universidades. Ahora, el gobierno, el sector productivo, la sociedad y las universidades tendrán que ingeniárselas para hacer más con menos; para ir más de prisa y con mayores retos; para hacer en menos de una década lo que las mejores generaciones dirigieron de hacer en la última media centuria.

Surge entonces la pregunta: ¿Por qué no realizar un esfuerzo colectivo trascendental para destinar cuando menos 5% del PIB nacional durante los próximos diez años, para financiar la creación de la cuarta dimensión de la educación superior, asegurando así la competitividad colombiana de ahora y de la posteridad en vez de seguir invirtiendo en una guerra fratricida que ha retrasado nuestro futuro en por lo menos doscientos años?

Bibliografía

BELL, M. y PAVITT. 1993. *Accumulating Technological Capability in Developing Countries*. Banco Mundial, Proceedings of the World Bank Annual Conferences on Development Economics, 1992. Washington, Banco Mundial.

BIRD, Barbara J. y ALLEN, David N. 1989. *Faculty Entrepreneurship in Research University Environments*, en *Journal of Higher Education*, vol. 60, n° 5, sept./oct.

BORRERO CABAL, Alfonso. 1995. "Prospectiva universitaria", en *Simposio Permanente sobre la Universidad* (6°: 1992-1994: Santafé de Bogotá). Memorias Simposio Permanente sobre la Universidad. Santafé de Bogotá, ASCUN, p. 41.

BOTKIN, James; DIMANCESCU, Dan y STATA, Ray. 1988. *Los innovadores: redescubriendo la energía creativa de Norteamérica*. México, Ediciones Gernika.

CASTELLS, Manuel and HALL, P. 1994. *Technopolos Routledge of the World: The Making of 21 Century Industrial Complex*, London and New York.

CHAMRIK, S. y GOONATILAKE, S. 1994. *Technological Independence. The Asian Experience*. Tokio, United Nations University Press, p. 49.

CHAPARRO, Fernando. 1998. "Haciendo de Colombia una sociedad del conocimiento: conocimiento, innovación y construcción de sociedad. Una agenda para la Colombia del siglo XXI". Santafé de Bogotá, Colciencias, Documento interno.

DAGINOPEIXOTO, Renato. 1997. "Innovación y desarrollo social: un desafío latinoamericano". Campinas, Universidad de Campinas. Mimeo. Proyecto patrocinado por OEA.

DEDIJER, Stevan. 1980. *Social Engineering of Intelligence for Development*. Paris, OECD.

DIDRIKSSON, Axel. 1995. "Una agenda del presente para la construcción del futuro de la educación superior en América Latina", en *La UNESCO frente al cambio de la educación superior en América Latina y el Caribe* (1°: 1995: México). *Memorias del I Seminario UNAM/UNESCO, La UNESCO frente al cambio de la Educación Superior en América Latina y el Caribe*. Caracas: CRESALC/UNESCO.

- DIEUZEIDE, Henri. *Les nouvelles technologies, outils d' enseignement*. Paris, pp. 16-20.
- FREEMAN, Christopher. 1982. *The Economist of Industrial Innovation*. 2º edition. Cambridge, Mass., The MIT Press.
- _____. (s.f.). Technological Revolutions and Catching-up: ICT and teh NICs., en Fagerberg, J.; Verspagen, B. and Tunzelman, N. (eds.). *The Dynamics of Technology Trade and Growth*. Aldcrshct, Edward Elgar.
- GÓMEZB. REMANDO y JARAMILLOS, Hernán, comps. 1997. *37 modos de hacer ciencia en América Latina*. Santafé de Bogotá, Tercer Mundo Editores. Colciencias, p. 405.
- GÓMEZ C., Victor Manuel. 1996. *Prospectiva y política de educación superior: la equidad social como visión estratégica*. Tomado de: ICFES. Subdirección de planeación. *Política de equidad social y la transformación de la educación superior*. Santafé de Bogotá.
- GONZÁLEZ, Luis Eduardo. 1993. *Innovación en la educación universitaria en América Latina*. Santiago de Chile, CINDA.
- LAZONICK, William. 1995. "Innovación e industrialización endógena: ventajas y desarrollo de la competitividad japonesa", en Acosta, Jaime. *Desarrollo endógeno. Comercio, cambio técnico e invención extranjera directa*. Santafé de Bogotá, Tercer Mundo Editores.
- LINDARTE, Eduardo. 1990. "Technological Institutions in the Region: Evolution and Current State", en *Memorias del Seminario Mobilizing Agricultural Technology to Meet Central América Challen - ger*. San José, Costa Rica.
- LÓPEZOSPINA, Gustavo. 1994. "La universidad del próximo milenio: un modelo para armar". *Me - morias del I Seminario Internacional sobre Reinención de la Universidad*. Santafé de Bogotá, ICFES, pp. 47-67.
- LUNDVALL, Bengt Ake. 1992. ed. *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres, Primer Publishers.
- LLINAS, Rodolfo. 1994. *Colombia al filo de la oportunidad. Misión de ciencia, educación y desa - rrollo*. Santafé de Bogotá, Colciencias.
- MACHADO, Fernando. 1997. "Institutos de investigación industrial en América Latina (IITIS): su rol en los años noventa", en Gómez B., Hernando y Jaramillo, Hernán (comps.). *37 modos de ha - cer ciencia en América Latina*. Santafé de Bogotá, Tercer Mundo Editores.
- MEDEIROS, Jose Adelino et al. 1992. *Polos, parquea e incubadoras: a busca da modernicao e competitividad*. Brasilia, Secretaria da Ciência e Tecnologia.
- MEISTER, Jeanne C. *Universidades empresariales*. Santafé de Bogotá, McGraw Hill, p. 294.
- MOCKUS C., Antanas. 1995. "La misión de la universidad", en *Reforma académica: documen - tos*, Universidad Nacional. Santafé de Bogotá, Vicerrectoría Académica.
- _____. "Una universidad más articulada con lo global", en *Educación, ciencia e institucio - nes. Misión Ciencia, Educación y Desarrollo*. Fuentes complementarias III, tomo 7. Santafé de Bogotá, Colciencias, 1995.
- MULLIN, Jim. 1988. "Innovación, gestión tecnológica y desarrollo regional: perspectivas para América Latina", en *Memorias del Simposio Internacional: Ciencia, Innovación y Desarrollo Re - gional*. Bucaramanga, Colciencias. s.p.
- NEGROPONTE, Nicholas. 1997. ¿De dónde vienen las ideas?, en *Summa plus*. Santafé de Bogotá, Edimédios, pp. 89-90.
- NONAKA, Ikujiro y TAKEUCHI, Hirotaka. 1995. *La organización creadora del conocimiento*. Oxford, Oxford University Press, p. 318.
- ONU. 1997. High Technology SMEs: "Technology Policy and Less Developed Research and Deve - lopment Systems in Europe". Documento presentado en conferencia Internacional de ONU/ IN - TECH. Mimeo s.l.

PAVÓN, Julián e HIDALGO, Antonio. 1993. "El efecto catalizador de las relaciones universidad - empresa en los procesos de innovación tecnológica: una experiencia española", en Seminario *Latinoamericano de Gestión Tecnológica* (V: septiembre 1993: Santafé de Bogotá). Memorias del V Seminario Internacional de Gestión Tecnológica. Santafé de Bogotá, ALTEC.

PETERS, Tom. 1998. *El círculo de la innovación*. Barcelona, Revista de Negocios, p. 542.

ROGERS, Everett M. 1986. *The Role of Research University in the Spin-Off of High Technology Companies*. Amsterdam, Technovation.

SANTOS, Silvio Aparecido y PEREIRA, Héctor J. 1989. "Aglomerado de empresas de alto tecnología: una experiencia de *entrepreneurship*", en *Revista Administracao*, vol. 24, nº 1, jan/mar. São Paulo.

SAXENIAN, Anna Lee. 1994. *Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*. Cambridge, Mass., Harvard University Press.

SENKER, Jaqueline M. 1990. "Conflict and Cooperations: Industrial Funding of University Research", en *Journal of General Management*, vol. 15, nº 3.

SENKER, Jaqueline y FAULKNER, Wendy. 1993. "Network, Tacit Knowledge and Innovation", en II ASEAT Conference, Technological Collaborations: Networks Institutions and States Manchester. (2º: 1993: Manchester). Memorias de la II conferencia de ASEAT sobre Technological Collaboration: Networks, institutions and state Manchester. Manchester. Mimeo.

SILVIO, José F. 1994. "La necesidad de reinventar la universidad", en *Seminario Reinversión de la Universidad* (1º: 1994: Santafé de Bogotá). *Memorias I Seminario Reinversión de la Universidad*. Santafé de Bogotá, ICFES, pp. 143-151.

TUNNERMANN Bernheim, Carlos. 1994. "La universidad de cara al siglo XXI", en *ICFES Reinversión de la Universidad* (1º: 1994: Bogotá). *Memorias del I Seminario sobre Reinversión de la Universidad. Prospectiva para Soñadores*. Bogotá, ICFES.

WAISBLUTH, Mario; SAID, Javier; FRIEDMAN, Emanuel y LEIVA, Andrea. 1994. *Creación de pequeñas empresas innovadoras*. Santiago de Chile, Centro Interuniversitario de Desarrollo, CINDA.

ZIMAN, J. 1986. *The Force of Knowledge: The Scientific Dimension of Society*. London, Cambridge University Press.

Notas

1 Botkin *et al.*, pp. 1986, 293-295 y Gómez y Jaramillo, 1997, 383-384.

2 Adaptado de Roberto SBRAZIA. Universidad de São Paulo Brasil (Conferencia). Simón A. PARISCA-SECAB-Caracas-Venezuela. 1994: 52-67 Batkin, *et al.*, 1988: ONUDI, 1984: 1921. 28-29: Medeiros *et al.*, 1992: 20, 24, 29, 30, 23 y Saxenian, 1994.

3 Inspirado en Senker, 1990, pp. 55-62; Bird y Allen, 1989, pp. 583-596; Rogers, 1986, pp. 169-181; Santos y Pereira, 1989, pp. 67-75 y García Renté, 1996. Conferencia.

4 Reinterpretamos a: Chesnais, 1990: 58; Llinas, 1994: 11-12-37; Mockus, 1995: 634-638-659; (Borro, 1992-1994, 32-34; Patarroyo, 1995, 14; Kuhn, 1971; Restrepo, 1990: 551; I Congreso Latinoamericano de Educación Tecnológica, 1983: 240-241; Correo de la UNESCO, 1996: 50; BOTKIN *et al.*, 1988 y Chamrik y Goontilake, 1994: 49.

5 González, 1993.

6 Yarzabal, 1997.

7 Medeiros *et al.*, 1992: 29-30; Meister, 2000: 7-12; Gómez, 1996; Mockus, 1995; Didricksson, 1997; Negroponte, 1997.

8 Peters: 1998, 388-404; Negroponte, 1997: 89-90; Porter, 1997.

9 Nonaka y Takeuchi, 1995: 171-176; Gómez y Jaramillo, 1997: 371-381; Dagnino, 1997; Chaparro, 1998.

10 Drucker, 1994: 222-238; *The Economist*, 1997 y Cárdenas, 1991.

11 Lindarte, 1990 y López, 1994: 47-67.

12 Lazonic, 1995; Marcovitch *et al.* 1990 y Chaparro, 1998.

13 Medeiros *et al.* 1992, 20, 24 y Kao, 1997, 138-149.

14 Waissbluth *et al.* 1992, 52.

15 Waissbluth, *et al.* 1994: 27, 52) (Drucker, 1996).

16 Silvio, 1994: 143-151; Tunnermann, 1994: Urrutia y Trujillo, 1991: 92-93 y Llinas, 1994.

17 Dagnino, 1997 y Dedijer, 1980.

18 Misión de Sabios, 1994; Chaparro, 1998 y Dagnino, 1997.

19 Castells y Hall, 1994.

20 Gómez y Jaramillo, 1997: 388. Didriksson, 1997 y Espinal, 1997.

21 Fuentes inspiradoras: Senker y Faulkner, 1993 y Gómez y Jaramillo, 1997: 371-398.

Texto extraído de la revista *Ciencia & Tecnología*, vol. 17 nº 4, octubre-diciembre de 1999.

Premiación 5ta. edición AXIS. Excelencia en diseño



El premio AXIS se creó en el año 1996, cuando la profesora Ana María Marín, entonces directora del Centro de Información y Documentación (CID), reunió en una muestra expositiva los mejores trabajos finales de diseño de todos los alumnos de la escuela de los dos últimos períodos lectivos, siendo ésta una muestra que se hace de forma anual. Las dos últimas ediciones han estado bajo la coordinación del profesor Martín Padrón, quien se desempeñó como director del CID hasta el mes de mayo del presente año.

El premio AXIS se estructura en seis categorías, para la evaluación del jurado que son:

- Categoría 1: Semestre 1
- Categoría 2: Semestres 2 y 3
- Categoría 3: Semestres 4 y 5
- Categoría 4: Semestres 6 y 7
- Categoría 5: Semestres 8 y 9
- Categoría 6: Tesis de grado

En cada una de estas categorías se premia de la siguiente manera:

- Premio único
- Mención honorífica
- Mención publicación

La 5ta. edición de AXIS tiene una particularidad que los diferencia del resto de las ediciones anteriores; en esta oportunidad, además de las premiaciones que antes mencionamos, se

decidió incluir las llamadas menciones temáticas, las cuales son:

- Mención gráfica
- Mención urbana
- Mención ambiental
- Mención teórico-crítica
- Mención tecnológica

Esta inclusión se hace como una manera de involucrar a los sectores de conocimiento, historia y crítica, acondicionamiento ambiental, estudios urbanos, métodos, diseño y tecnología, a este premio, que siendo en un principio una evaluación al diseño arquitectónico, los jurados tendrán la oportunidad de observar y analizar cómo los alumnos aplican e integran todos aquellos conocimientos que han adquirido en el transcurso de su carrera. Esto se hace a manera de obtener trabajos que no sólo estén basados en un criterio estético de diseño, sino que estén fundamentados en ideas y soluciones que respondan a las variantes que rodean un proyecto arquitectónico: respuestas al contexto, impacto ambiental, fundamentación teórica, expresión gráfica y sustentación en técnicas constructivas.

También en esta edición, el decano profesor Abner J. Colmenares decidió que el premio a la mejor tesis de grado llevaría el nombre de Pablo Lasala como un homenaje a este insigne ar-

quitecto que llenó con su sabiduría las aulas y talleres de esta escuela. Este año el jurado formado por los arquitectos José Rosas Vera, Enrique Larrañaga, Juan Pedro Posani y Abner J. Colmenares, decidieron de forma unánime otorgar este premio a la arquitecta Arabella Rigamonti, por su proyecto "La casa saltamonte", tutorada por el arquitecto profesor Joel Sanz. Este premio consta de un viaje para ambos a una universidad en el exterior, con la que esta facultad tiene convenios internacionales.



Ronald J. Pérez

Segundo Congreso Virtual de Arquitectura en el Ámbito Iberoamericano



NINGÚN LUGAR ES
DEMASIADO LEJANO

El II CVA es el segundo gran encuentro virtual y gratuito entre arquitectos y entre estudiantes de arquitectura provenientes de regiones, muchas de ellas distantes entre sí, ubicadas en todo lo largo y ancho de nuestra extensa geografía iberoamericana y conectadas a través de la mágica presencia de la internet. El espíritu del evento puede resumirse en tres palabras clave: COMUNICACIÓN, PARTICIPACIÓN Y AMISTAD, potenciadas por la desaparición de las barreras de distancia y costo que tradicionalmente han afectado la celebración de eventos presenciales. Y habrá muchas oportunidades para convertir este espíritu en realidad a lo largo del desarrollo del evento: voluntariados, listas de intercambio, ponencias, micro-cursos, talleres a distancia, mesas de encuentro y conversaciones informales vía *chat* (ICQ y otros), entre otras.



El II CVA se celebra en el Ciberespacio íntegramente, es decir, es un evento al que el participante accede desde su sitio de estudio, trabajo o habitación a través de una computadora, no teniendo por tanto que hacer acto de presencia como lo requeriría un evento de naturaleza convencional.

El II CVA se divide en tres etapas básicas: su organización, su preparación y su celebración, al igual que lo hace cualquier evento convencional. En lo que sí se diferencia es en que los participantes pueden abocarse a apoyarlo en las tres fases del evento si así lo desean.

En este evento la meta planteada es llegar hasta los más recónditos rincones de nuestro ámbito iberoamericano (Latinoamérica, España y Portugal) aprovechando para ello las facilidades únicas de la internet para que personas, de otro modo excluidas, puedan ahora participar y disfrutar del contacto con otros arquitectos y estudiantes de arquitectura que se mueven en el ámbito de la internet. Por eso, el lema de este segundo congreso es: NINGÚN LUGAR ES DEMASIADO LEJANO.

X Bienal de Arquitectura de Caracas, BAC 2001

El Colegio de Arquitectos de Venezuela, con el aval de la Regional de Arquitectos del Grupo Andino (RAGA), la Federación Panamericana de Arquitectos (FPAA) y la Unión Internacional de Arquitectos (UIA), atendiendo los intereses de sus agremiados, la responsabilidad ética respecto al desarrollo del ejercicio profesional de la arquitectura y la función social en el campo de su competencia, como es la calidad de la vida urbana de la sociedad venezolana, ha organizado la X Bienal de Arquitectura de Caracas, BAC 2001, cuyo tema será: "Arquitectura en contexto: globalidad, identidad, ruptura", y convoca a participar en ella a todos sus miembros.

Este importante evento tendrá lugar en el Museo de Arte Contemporáneo de Caracas (MACCSI) y en diferentes auditorios y salones de esta ciudad capital, durante el periodo comprendido entre el 16 de septiembre y el 4 de noviembre del presente año. En la exposición se estarán exhibiendo obras construidas en los últimos tres años del siglo XX y el primer trimestre del año 2001, es decir, el periodo comprendido entre julio de 1998, fecha de la IX Bienal de Arquitectura y este evento, con miras a hacer una revisión de la realidad material del mundo físico construido como resultado de la acción profesional en el tejido de las ciudades venezolanas.

BAC

La BAC 2001 busca generar un espacio de confrontación y reflexión pública, de la calidad de la producción arquitectónica y urbana, realizada por los sectores público y privado, su adecuación a los requerimientos actuales, las tendencias y las nuevas demandas y oportunidades que tiene el país: en pocas palabras, hacer una evaluación del "estado del arte" para el momento.

La X Bienal de Arquitectura de Caracas, BAC 2001, contempla dos grupos de actividades: por una parte, la presentación de las obras y sus autores y, por la otra, la discusión e intercambio del estado de la arquitectura y el urbanismo, sus oportunidades y desafíos. La presentación se hará a través de una "exposición central", en la cual se mostrarán los más destacados proyectos construidos en ese periodo.

La discusión se llevará a cabo mediante el Encuentro de Intercambio X Bienal de Arquitectura de Caracas, BAC 2001, que será desarrollado paralelamente con la exposición. En él se realizarán exposiciones, foros, talleres y videoconferencias, así como también, actividades culturales en el ámbito nacional. El evento central de intercambio tendrá lugar la tercera semana del mes de octubre, durante cuatro días continuos.

En el acto de apertura será presentado el veredicto de la confrontación X Bienal de Arquitectura de Caracas, BAC 2001, los proyectistas y sus obras y en el de clausura se darán a conocer públicamente las conclusiones del evento de Intercambio X Bienal y se hará entrega de los premios otorgados por la Bienal.

Foro FUNDEI

¿Se puede hacer diseño industrial en Venezuela?

Diseño industrial, herramienta para la competitividad

La Fundación Educación Industria –FUNDEI– llevó a cabo el Foro ¿Es posible hacer diseño industrial en Venezuela?, el cual se efectuó en el Salón John Mirrowsky de Conindustria, el jueves 21 de junio desde las 8:30 am. Los panelistas fueron: Yonit D'alfonso, María Margarita Vernet e Ignacio Urbina, jóvenes emprendedores que se destacan por dirigir pequeñas empresas dedicadas a la promoción, producción y comercialización del diseño industrial propio.

Yonit D'alfonso, Gerente de Aurea Diseños, habló sobre su experiencia innovadora en materia de mercadeo y distribución de artículos de diseño. María Margarita Vernet, Gerente de Vernet Marketing, reflexionó sobre cómo el diseñador industrial que decide ser empresario puede equilibrar la actividad gerencial con la actividad creativa, además de mencionar las nociones básicas sobre esquema de negocios, búsqueda de oportunidades e identificación del mercado, como consejos a los jóvenes que decidan instalar su propia empresa de diseño. Por su parte, Ignacio Urbina abordó el tema del diseñador industrial como docente y creador de proyectos, abarcando su experiencia en Brasil y la relación entre las necesidades del mercado de trabajo y la formación académica del diseñador industrial.

El diseño industrial es una "actividad creadora cuyo objetivo es determinar las cualidades formales de los objetos que producirá la industria. Estas cualidades formales no son solamente los aspectos externos, sino principalmente aquellas relaciones estructurales y funcionales que convierten un sistema en unidad coherente, tanto desde el punto de vista del fabricante como del usuario" (Tomás Maldonado).

El decisivo papel que el diseño industrial ha jugado –y sigue jugando– en los mercados internacionales no es casual; es, simplemente, la consecuencia de que, a través del mismo, el producto se acerca más al futuro usuario, haciéndolo más racional y funcional, ergonómicamente más perfecto, dando una imagen más estudiada sociológica y culturalmente, lo que se traduce en una mayor aceptación por parte del mercado (Cuadernos CDTI. Innovación y Diseño Industrial).

La Fundación Educación Industria –FUNDEI–, organismo adscrito a Conindustria, comprendiendo la importancia de integrar el diseño industrial en el proceso productivo como herramienta para estimular y desarrollar la competitividad, se ha planteado organizar actividades de promoción de esta disciplina como el Foro: ¿Es posible hacer diseño industrial en Venezuela?, en el que se expusieron tres experiencias positivas de emprendedores de PyMES como casos modélicos.

El Foro: ¿Es posible hacer diseño industrial en Venezuela? surgió como un abreboca para el que fueron convocados los institutos de diseño y los fabricantes de mobiliario –en tanto industrias en la que es evidente la aplicación del diseño–, es decir, formadores de recursos humanos y potenciales desarrolladores de una capacidad propia de diseño industrial, con el fin de efectuar un primer acercamiento del que surgieron inquietudes, ideas innovadoras, acuerdos y la motivación en torno a la necesidad de generar pasantías estudiantiles a través del Programa Nacional de Pasantías (PNP) que promueve FUNDEI, asesorías empresariales en materia de diseño industrial y otros temas, como la formación de profesionales, propiedad intelectual, exportación, gerencia del diseño, mercadeo y financiamiento para la innovación en diseño industrial.

Eventos en la RED

SIGRADI-2001
www.ubiobio.cl/sigradi2001
 Noviembre 2001, Universidad del Bio-Bio, Chile

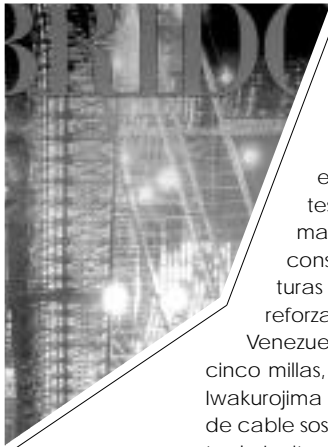
La Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital (SIGRADI) agrupa a los arquitectos, diseñadores y artistas vinculados a los nuevos medios y constituye la contraparte de organizaciones similares en Europa (ECAADE), Estados Unidos (ACADIA) y Asia/Oceania (CAADRIA). Realiza un congreso anual, en el cual se debaten las últimas aplicaciones y posibilidades de las tecnologías gráficas en arquitectura y diseño, con la participación de relevantes especialistas internacionales. Los congresos de SIGRADI se han efectuado desde 1997 en Buenos Aires, 1998 en Mar del Plata, 1999 en Montevideo y 2000 en Río de Janeiro. El próximo se realizará en noviembre del 2001 en Concepción, Chile, organizado por la Universidad del Bio-Bio.

Bienal de Miami
www.bienalmiami.com
 6 al 14 de octubre de 2001,
 Miami Beach

La Bienal de Miami/Miami Beach es parte de una serie de eventos de la semana de arquitectura de Miami. La Bienal contará con el patrocinio y la participación de numerosas entidades dedicadas al avance de todas las ramas del diseño y tendrá por objetivo principal integrar el quehacer de todos los arquitectos y diseñadores del mundo que deseen celebrar su profesión, participando en una semana de exposiciones, conferencias, talleres, films, concursos y actividades sociales y comunitarias. Las exposiciones contendrán trabajos de profesionales internacionales que participarán en las distintas categorías habilitadas a tal efecto y que tendrán derecho directo a competir por los diversos premios que otorga la Bienal.

CONVEACA
conveaca@egroups.com
 Diciembre 2001, LUZ,
 Maracaibo-Estado Zulia-Venezuela

Comunidad Virtual de la Conferencia Venezolana sobre Aplicación de Computadoras en Arquitectura, evento presencial que propone realizarse cada dos (2) años. Espacio creado para facilitar la comunicación, cooperación e intercambio entre los participantes e interesados. Nuestro espacio virtual es como un pequeño homenaje a quienes se encargaron de la primera CONVEACA y abonando el terreno para la segunda conferencia, que esperamos y aspiramos sea en Maracaibo.



Dupré Judith.
Bridges: A history of the world's most famous and important spans.
New York: Blac Dog & Leventhal Publishers, 1997, 128 p.

La obra nos presenta la historia de los puentes y cómo a través de los avances tecnológicos, audacias de ingeniería y la misión artística se continúa impulsando la evolución del diseño de puentes alrededor del mundo. La última mitad del siglo XX ha visto la construcción de magníficas estructuras como el puente de concreto reforzado del lago de Maracaibo en Venezuela, extendiéndose a través de cinco millas, el puente HitsuíShijima y el de Iwakurojima en Japón, los primeros tramos de cable sostenidos en el mundo y el puente de Lusitania en Mérida-España, creación del brillante, controversial arquitecto e ingeniero estructural Santiago Calatrava.

Además, incluye una entrevista, a manera de introducción, con el arquitecto Frank Gehrg acerca de sus impresiones e ideas sobre los puentes. También presenta una enumeración de los puntos indispensables para la construcción de un puente y cómo deben ser manejados. Finalmente ofrece una selección cronológica de los cien puentes más importantes del mundo, destacando información histórica de cada uno. (TG 15/D 85)

El Banco Interamericano de Desarrollo organizó en marzo de 1997 un "Simposio de Ciudades y Foro de Buenas Prácticas en Gestión Urbana" respondiendo a las preocupaciones de sus países miembro. El objetivo de este escrito fue doble, y en él un numeroso grupo de pensadores, dirigentes, políticos y empresarios, debatieron las nuevas ideas sobre el papel de los centros urbanos en el futuro de la región, los problemas que enfrentarán al asumir este papel y las soluciones que se vislumbran al final del siglo. El Foro permitió el intercambio de experiencias exitosas de gestión urbana.

El libro aborda seis grandes aspectos:

1. Las tendencias globales que afectan el desarrollo urbano de la región.
2. La ciudad como motor del desarrollo económico.
3. Los desafíos de gobernabilidad que presentan las ciudades.
4. La necesidad de reconstruir el tejido social urbano que enfrenta la agenda social de los gobiernos urbanos.
5. Los problemas de financiamiento de la ciudad.
6. La problemática del medio ambiente urbano.

Las experiencias presentadas comprenden no sólo las que abordan de forma innovadora las responsabilidades tradicionales del gobierno urbano, sino también las que tratan los nuevos desafíos que enfrenta la administración de las ciudades, como la violencia urbana, la promoción del desarrollo económico local y la renovación urbana. (HT151 / R638)



Rojas, Eduardo;
Daughters, Robert.
editores.
La ciudad en el siglo XXI: experiencias exitosas en gestión del desarrollo urbano en America Latina.
Washington, Banco Interamericano de Desarrollo, 1998, 362 p.



Jellicoe, Geoffrey
y Jellicoe Susan.
El paisaje del hombre.
Barcelona: Editorial
Gustavo Gili, 1995,
408 p.

Este estudio es una concisa visión global del paisaje diseñado, pasado y actual, incluyendo todo el entorno, desde los jardines privados hasta el paisaje urbano y regional. El libro está escrito con objetividad, como si se contemplase el planeta desde el espacio exterior y se equiparacen sus dos hemisferios.

El libro comprende 28 secciones. El texto de cada una de ellas está dividido en párrafos enumerados al origen. La parte I abarca desde la prehistoria hasta el año 1700 de la era cristiana, una fecha significativa para resaltar el tránsito del viejo al nuevo mundo y que coincide casualmente con la muerte del famoso arquitecto paisajista francés André Le Notre. Los párrafos se titulan medio físico, historia social y filosofía, a los que siguen las artes físicas que de ellos emanan, a saber: expresión, arquitectura y paisaje. La parte II abarca desde la mencionada fecha hasta el momento presente. El contenido de los párrafos varía para adecuarse al tipo de información que, como ocurre con la economía, se requiere en la actualidad.

Hasta el año 1700, el diseño paisajístico, con notables excepciones, era predominantemente metafísico. Posteriormente el "hombre intelectual" acaba por desplazar al "intuitivo" y el paisaje -con notables excepciones, una vez más- se convierte en realista y profano.

Incluye 746 ilustraciones, seis mapas y un índice de nombres y lugares, además presenta un epílogo "Hacia el paisaje del humanismo", que representa la visión personal de los autores sobre el rumbo actual de las cosas. (NA200 / J394)

La revista se publica tres veces al año y conforma una colección de monografías técnicas de arquitectura, tecnología y construcción. Se propone cubrir las principales ferias del sector y ofrecer un *dossier* que englobe las novedades seleccionadas en las mismas.

Cada volumen presenta un exhaustivo estudio del tema tratado, algunos traen incorporado un CD, incluye noticias sobre próximos eventos relacionados con las áreas de interés y novedades bibliográficas. Su contenido se presenta en idioma español.



Tectónica.
Monografías de arquitectura, tecnología y construcción.
España-Madrid, ATC, ediciones. 5. I.
Paseo del Prado,
24.28014. Madrid.
Teléfonos: (91) 420-00-66
Fax: (91) 429-77-06.
e-mail: suscripción@tectonica.es
web: www.tectonica.es



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA

DE LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA
MARACAIBO • VENEZUELA

ifa

www.arg.luz.ve

El Instituto de Investigaciones es el ente que coordina la investigación en la Facultad de Arquitectura.

Fue creado en enero de 1980, teniendo su origen en la experiencia de más de diez años del Centro de Investigaciones Urbanas y Regionales CIUR-LUZ

objetivos
sección
objetivos

SUR

Sección Urbano Regional

Estudiar lo concerniente a las políticas urbanas aplicadas y la formulación de planes y proyectos urbanos y de transporte.

SAA

Sección de Acondicionamiento Ambiental

Generar técnicas y métodos que permitan el mejoramiento de la calidad ambiental del espacio construido, desde la escala urbana hasta el edificio y recinto.

Propiciar un arquitectura mas confortable e identificada con nuestro medio, así como la optimización de los recursos energéticos.

SI

Sección de Sistemas de Información

Desarrollar metodologías que contribuyan a la automatización de procesos de trabajo y sistemas de información dentro del campo de la arquitectura y el urbanismo.

P&T

Sección de Patrimonio y Turismo

Estudiar la ciudad y sus productos arquitectónicos, analizando sus características morfológicas, tipologías y significativas; como respuesta a la evolución cultural de sus habitantes.

HAVIT

Habitat, Vivienda y Tecnología

Estudiar el sistema actual de producción del habitat urbano de manera integral y multidisciplinaria, considerando el desarrollo general del sector inmobiliario y de la construcción, sea este formal o informal.

planta física

Áreas de trabajo para Investigación

Cubículos, talleres, Aulas para clases y reuniones

Laboratorio de Acondicionamiento Ambiental

Estación Meteorológica Urbana

Módulos de Experimentación Ambiental

Patio de Experimentación exterior

Laboratorio de Computación

Unidad Central y Taller de Tecnología de Información

Unidad de Publicaciones

Biblioteca y Planoteca

La experiencia del IFA se expresa a través de su producción científica: proyectos de investigación ejecutados y en ejecución; artículos y monografías científicas; así como, de los servicios de asesoría, realización de estudio y proyecto para otros organismos (extensión). Además, el IFA colabora en la función docente de las Escuelas de Arquitectura, Diseño Gráfico y Sociología de LUZ. Organiza o colabora en eventos científicos; edita o coedita publicaciones científicas; y, mantiene relaciones con organismos de diversa índole.

El objetivo principal del Instituto es la generación de nuevos conocimientos; para fomentar un adecuado desarrollo de nuestra sociedad en el área de la Arquitectura y el Urbanismo; considerando también su aplicación en la docencia.



Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura IFA.
La Universidad del Zulia
Apartado Postal 15399. Maracaibo. Venezuela.

Tifs.: +58 61 520063, 598597, 52 79 92
Fax: +58 61 52 0063
E-mail: arquifa@luz.ve

Maestría y Especialización Programa Académico de Vivienda

www.arq.luz.ve

Facultad de Arquitectura
La Universidad del Zulia

Antecedentes

Desde 1970, la Facultad de Arquitectura de LUZ ha estado acumulando experiencias en el área de vivienda y en otras vinculadas a ellas. Alrededor de la vivienda se han organizado eventos nacionales e internacionales que han permitido reunir, a expertos y recoger información valiosa en relación al tema; se han realizado proyectos de vivienda contratados por CORPOZULIA, PEQUIVEN, el Instituto de Desarrollo Social del Estado Zulia (IDES), CONAVI y FUNDALUZ; y desarrollado varias investigaciones en el área.

El Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura (IFA), mediante su sección de Investigación Habitacional, Vivienda y Tecnología, apoya los programas de Cuarto Nivel que se ofertan en esta materia.

La experiencia en cursos de Postgrado se inicia con la implementación de cursos cortos, en 1974. En 1977, se comienzan los Programas de Especialización y Maestría cuya oferta en este momento alcanza a 5 Programas de uno y dos años de duración.



Objetivos del Programa

Generales

- Contribuir con la formación de profesionales de nivel superior, que puedan hacer aportes significativos.
- Proveer a los maestrantes de las herramientas teóricas y metodológicas aplicables a la investigación y a la generación de propuestas habitacionales.
- Favorecer la interdisciplinariedad en el campo de la vivienda, con el propósito de facilitar los enfoques integrales.

Perfil del Egresado

Al concluir sus estudios, el profesional estará en capacidad de:

- Organizar conocimientos pluridisciplinarios aplicarlos en forma integral a la toma de decisiones en el área habitacional.
- Colaborar en equipos interdisciplinarios para el abordaje de problemas habitacionales.
- Formular, gestionar, asesorar, administrar y ejecutar proyectos, planes y programas en base a conocimientos, métodos y herramientas adecuadas a los estudios en el ámbito habitacional/residencial.

Duración del Curso

Programa Académico de **Maestría en Vivienda**

Cuatro Semestres lectivos, de 16 semanas cada uno.

Programa Académico de **Especialización en Vivienda**

Dos Semestres lectivos, de 16 semanas cada uno.

Requisitos de egreso

Programa Académico de **Maestría en Vivienda**

- Tener aprobados los 42 créditos de la maestría
- Presentar, defender y obtener la aprobación del Trabajo de Grado final del 4to. Semestre, lo cual es prorrogable por dos años o más.

Programa Académico de **Especialización en Vivienda**

- Tener aprobados los 30 créditos de especialización
- Presentar, defender y obtener la aprobación del Trabajo Especial de Grado final del 2do. Semestre, lo cual es prorrogable por dos años o más.

Título que otorga

Magister Scientiarum en Vivienda

Especialista en Vivienda

Apoyos Institucionales

Estos cursos de post-grado cuentan con el apoyo económico de Consejo Nacional de la Vivienda (CONAVI), a través de un convenio.

normas de arbitraje

El Comité Editorial someterá los trabajos enviados para su publicación como "artículos" a la revisión crítica de dos árbitros, después de haber efectuado una preselección con base en los siguientes criterios:

- Relevancia del tema
- Planteamiento claramente expresado de la tesis o del objetivo central
- Respaldo de una investigación
- Ajuste a las normas para autores

Si el trabajo no cumple con estos requisitos mínimos, el Comité Editorial se lo hará saber al autor. El Comité se reserva el derecho de recomendar al autor la publicación del trabajo en la revista como "documento".

Los árbitros deben contar con las calificaciones adecuadas en el área temática en cuestión y, en principio, formar parte del Banco de Árbitros de la revista según sus respectivas especialidades, el cual ha sido levantado en distintas universidades y centros de investigación del país y del exterior.

El dictamen de cada árbitro se basará tanto en la calidad del contenido como de su forma. Además de otros que el árbitro considere pertinentes, se le solicita pronunciarse de manera explícita y tan amplia como sea necesario sobre los siguientes aspectos:

- Relevancia del tema
- Planteamiento claramente expresado de la tesis o del objetivo central
- Ubicación explícita del enfoque en el debate correspondiente
- Contribución específica al área de estudio
- Fundamentación de los supuestos
- Nivel adecuado de elaboración teórica y metodológica
- Apoyo empírico, bibliográfico y/o de fuentes primarias
- Relevancia de la bibliografía utilizada
- Consistencia de la argumentación
- Claridad y concisión de la redacción, precisión en los términos utilizados
- Adecuación del título al contenido del trabajo
- Capacidad de síntesis manifiesta en el resumen
- Ajuste a las normas para autores

Además, el informe del árbitro deberá expresar si el artículo es:

- Publicable sin modificaciones
- Publicable con modificaciones menores
- Publicable con modificaciones mayores
- No publicable

Cuando la recomendación sea "Publicable con modificaciones..." sean éstas mayores o menores, deberá indicarse expresamente a cuáles aspectos se refieren esas modificaciones.

En todos los casos, el árbitro velará porque el artículo sea que haya sido escrito especialmente para la revista, sea que se trate de una ponencia previamente presentada a un congreso, seminario o evento similar se adecúe a los requerimientos establecidos por la revista en las "Normas para autores". De no ser así, hará las recomendaciones del caso.

Si el árbitro considera que se trata de un trabajo de interés pero que no cumple con los requisitos exigidos para su publicación como artículo, podrá recomendar su publicación en la sección de "Documentos" de la revista. También en estos casos deberá hacer explícitas las razones de su recomendación.

La identidad de los autores no es comunicada a los árbitros ni la éstos a los autores.

Una vez que los textos hayan sido aprobados para su publicación, la revista se reserva el derecho de hacer las correcciones de estilo que considere convenientes. Siempre que sea posible, esas correcciones serán consultadas con los autores.

Para remitir su opinión a la revista, el árbitro dispone de un plazo máximo de un mes a partir de la fecha de recepción del artículo, la cual será registrada en la correspondiente planilla de acuse de recibo. En compensación por sus servicios, recibirán una bonificación en efectivo y un ejemplar del número de la revista al cual contribuyó con su arbitraje, independientemente de que su opinión en relación con la publicación del artículo haya sido favorable o no.

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: Da 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 nitida 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) anexar 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 nitidos, 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 nitidamente 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. e-mail: tyc@idec.arq.ucv.ve
- Revista Tecnología y Construcción, Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura (IFA), Universidad del Zulia, Apartado Postal 526, Maracaibo, Venezuela. e-mail: revista_TyC@luz.ve

**Rector**

Giuseppe Giannetto

Vice-Rector Académico

Ernesto González

Vice-Rector Administrativo

Manuel Mariña Muller

Secretaria

Elizabeth Marval

CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO**Coordinador**

Fulvia Nieves de Galicia

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO**Decano**

Abner J. Colmenares

Director de la Escuela de Arquitectura

José Rosas Vera

Directora del Instituto de Urbanismo

Marta Vallmitjana

Directora del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción

Milena Sosa G.

Directora-Coordinadora de la**Comisión de Estudios de Postgrado**

Carmen Dyna Guitián

Coordinadora administrativa

Gladys Torres

Coordinadora académica

Elsamelia Montiel

Coordinador del Centro de Información y Documentación

(E) Ronald J. Pérez

INSTITUTO DE DESARROLLO**EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN / IDEC****Directora**

Milena Sosa G.

Coordinación de Investigación

Ana Loreto G.

María Eugenia Sosa

Daniel Valero

Coordinador Docente

Domingo Acosta

Coordinadora de Extensión

Ana María Floreani

Consejo Técnico**Miembros Principales**

Carlos Pérez Schael

Gaspere La Vegas

Andrés Azpúrua

Virgilio Urbina

Carlos H. Hernández

Milena Sosa

Miembros Suplentes

Nayib Ablan

Ricardo Molina

Ana Isabel Loreto

Tomás Páez

Ignacio Avalos

Alexis Méndez

**Rector**

Domingo Bracho Díaz

Vice-Rector Académico

Teresa Álvarez

Vice-Rector Administrativo

Leonardo Atencio Finol

Secretaria

Rosa Nava

CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO**Coordinadora Secretaria**

Ana Julia Bozo de Carmona

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO**Decano**

Miguel Sempere

Director de la Escuela de Arquitectura

Ramón Arrieta

Director de la Escuela de Diseño Gráfico

Roberto Urdaneta

Director de la Dirección de Estudios para Graduados

Humberto Blanco

Directora de la Dirección de Extensión

Dinah Bromberg

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO / IFAD****Director**

Ricardo Cuberos Mejía

Subdirectora

Helen Barroso

Secciones:**Urbano-Regional / SUR**

Francisco Mustieles

Acondicionamiento Ambiental / SAA

Gaudy Bravo

Sistemas de Información / SI

José Indriago

Hábitat, Tecnología y Vivienda / HAVIT

Marina González de Kauffman

Patrimonio y Turismo / P&T

Pedro Romero

Laboratorio de Historia de la Arquitectura y del Urbanismo Regional

Nereida Petit

CRITERIOS DE DISEÑO PARA EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES EN VENEZUELA

MARÍA EUGENIA SOSA; GEOVANNI SIEM

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Universidad Central de Venezuela

Apartado Postal 47169, Caracas 1041-A, Venezuela

e-mail: msosa@idec.arq.ucv.ve, gsiem@cantv.net

Recibido: Febrero de 2003

Recibido en forma final revisado: Abril de 2004

RESUMEN

En este trabajo se describen las principales estrategias y criterios que deben servir de orientación a los arquitectos, ingenieros y afines, para concebir y construir edificaciones en el trópico con un comportamiento eficiente en el uso de la energía eléctrica principalmente, aunque también implica a otros tipos de energía, dentro de un concepto de sostenibilidad. Una interacción adecuada entre la arquitectura y el ambiente debe extraer beneficios de las condiciones climáticas particulares y de los recursos naturales para elaborar soluciones propias, en función de un mayor ahorro de energía sin menoscabo de la calidad de vida. Los criterios de diseño para concebir edificaciones con alta eficiencia energética deben estar dirigidos a privilegiar el acondicionamiento pasivo y la iluminación natural, así como a usar racionalmente el acondicionamiento mecánico cuando las necesidades de uso así lo requieran. Las recomendaciones están basadas fundamentalmente en tres estrategias principales para eliminar o reducir el uso de la energía eléctrica: ventilación natural, iluminación natural y bloqueo solar. Cada una de ellas y también su combinación deben conducir a resultados donde el confort y la eficiencia energética sean el objetivo común. Los criterios iniciales de diseño de una edificación definirán su comportamiento futuro en relación a la demanda de energía. La potencialidad de establecer este comportamiento es mayor al inicio del proceso de diseño, disminuye a medida que se avanza en el proceso y se hace casi nula al finalizar la construcción y el equipamiento. En la producción de edificaciones en Venezuela con mucha frecuencia se desatienden las exigencias climáticas propias como criterio fundamental de diseño, para darle posteriormente una solución que en la mayoría de los casos, desemboca en la instalación de potentes sistemas de aire acondicionado con alto consumo a lo largo de su ciclo de vida. Aún más grave ocurre en los casos de acondicionamiento pasivo, donde se obtienen ambientes interiores con bajos niveles de confort térmico. Esta situación lleva a proponer recomendaciones de diseño arquitectónico que engloben los componentes constructivos, las instalaciones y el equipamiento, dirigidas a incidir en una adecuada formación y práctica profesional con un planteamiento de sostenibilidad enfocada a la eficiencia energética. Una exposición detallada sobre estas recomendaciones pueden encontrarse en el Manual de Diseño de Edificaciones Energéticamente Eficientes indicado en las referencias bibliográficas

DESIGN CRITERIA FOR ENERGY EFFICIENT BUILDINGS IN VENEZUELA

ABSTRACT

This paper describes the main strategies and criteria that might serve as guidelines to architects, engineers and the like, in the design and construct buildings in the tropics with an efficient use of electrical energy, although other types of energy sources are considered, within the framework of the concept of sustainability. An appropriate interaction between architecture and environment must make use of local climatic conditions and natural resources to provide solutions, based on the criteria of energy saving without affecting the quality of life. The criteria of designing and building with high energy efficiency must be aimed at promoting passive cooling systems and natural illumination, as well as using mechanical cooling rationally when required. Recommendations are essentially based on three main strategies to eliminate or reduce the use of electrical energy: natural ventilation, natural illumination and solar blockade. Each one of them and also their combination must lead to results where comfort and the energy efficiency are the common goal. The initial criteria of design of a building will define their future behaviour in relation to energy consumption. The potential of establishing this behaviour is greater at the beginning of the design process, diminishes as the process advances and, at the end, becomes almost null. The construction industry in Venezuela very frequently neglects the fact of local climatic demands as a fundamental design criterion, leading to,

in most cases, a powerful system of air conditioning with high consumption throughout its service life. Even worse is the case of passive cooling where interior environments with low levels of thermal comfort are the norm. This paper thus proposes architectural design recommendations that include constructive components, facilities and equipment, aimed at encouraging suitable formation and professional practice focused on power efficiency. Details of these recommendations can be found in the Manual of Design for Energy Efficient Buildings listed in the bibliographical references

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población y el desarrollo tecnológico de nuestros tiempos han originado novedosas formas de confort para los habitantes, lo cual a su vez se traduce en mayor variedad de instalaciones y equipos, y, en consecuencia, en una demanda creciente de energía difícilmente satisfecha por la oferta convencional. Estudios y aproximaciones recientes— como las conclusiones de la Cumbre de Río en junio de 1992, el Protocolo de Kyoto en diciembre de 1997 y la Cumbre de Johannesburgo en 2002— han identificado la necesidad de reordenar el consumo de energía en el mundo, para reducir así las emisiones de gases al ambiente; también se ha concentrado la mirada en el tema de las edificaciones, responsables del consumo de alrededor de 40% de energía en las ciudades. En consecuencia, disciplinas como la Arquitectura e Ingeniería se han visto en la necesidad de repensarse en una mayor armonía con el ambiente y en consecuencia una reducción del consumo de energía.

Una interacción adecuada entre la arquitectura y el ambiente debe extraer beneficios de las condiciones climáticas particulares y de los recursos naturales para elaborar soluciones propias, en función de un mayor ahorro de energía sin menoscabo de la calidad de vida. Los criterios de diseño para concebir edificaciones con alta eficiencia energética deben estar dirigidos a privilegiar el acondicionamiento pasivo y la iluminación natural, así como a usar racionalmente el acondicionamiento mecánico cuando las necesidades de uso así lo requieran.

El presente trabajo comienza con una reflexión sobre la relación entre la concepción arquitectónica y la racionalidad energética, para pasar a describir brevemente el clima venezolano. Luego se revisan las estrategias fundamentales para el clima cálido húmedo, a saber: mitigación de las cargas de calor solar, iluminación natural y ventilación natural.

A continuación se describen las recomendaciones básicas de diseño arquitectónico que engloban los componentes constructivos, las instalaciones y el equipamiento. Una exposición detallada sobre estas recomendaciones pueden encontrarse en el Manual de Diseño de Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico¹.

1.-ARQUITECTURA Y RACIONALIDAD ENERGETICA

La obra arquitectónica debe concebirse en armonía con el clima y con las características socioculturales, económicas y tecnológicas del país, pues sus efectos se reflejan en la calidad de los espacios habitables, el uso racional de la energía y el impacto ambiental

Los criterios iniciales de diseño de una edificación definirán su comportamiento futuro, en relación a la demanda de energía. Tal como lo muestra la figura 1, la potencialidad de establecer este comportamiento es mayor al inicio del proceso de diseño, disminuye a medida que se avanza en el proceso y se hace casi nula al finalizar la construcción y el equipamiento. En este último caso, las medidas para ahorrar energía estarán principalmente orientadas a actuar sobre la aplicación de tecnologías de uso y mantenimiento en equipos e instalaciones.

Una edificación de alta calidad arquitectónica puede representar una inversión importante durante el proyecto y la construcción, pero esos no son los únicos elementos a considerar en el costo global. Un criterio amplio de sostenibilidad también toma en cuenta los costos de operación y mantenimiento a lo largo del ciclo de vida de la edificación.

¹ Sosa, M.E., Siem, G.; Manual de Diseño de Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico <http://www.arq.ucv.ve/idec/habitabilidad/racionalidad/> desarrollado en el marco del Proyecto Técnicas de Reducción del Gasto Energético en Edificaciones, - IDEC-FAU-UCV,/EDC 2004, financiado por FONACIT en la Agenda Ciudad. Equipo de Investigadores Profesores M.E Sosa, G. Siem, M.E. Hobaica, L. Rosales, N. Hernández por la UCV y la Ing. Ibelise Roja por la Electricidad de Caracas

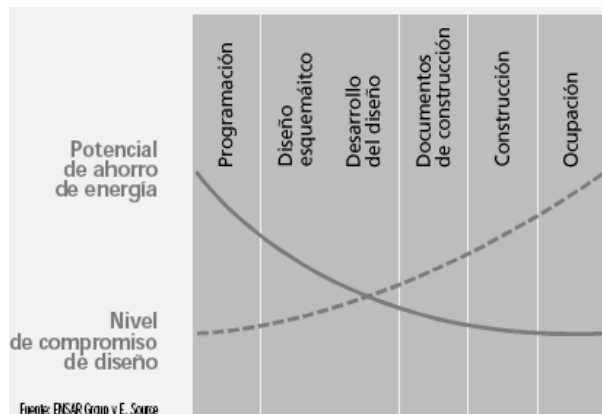


Figura 1 Fases del proceso de diseño

Venezuela no cuenta actualmente con suficientes mecanismos legales y técnicos para responder adecuadamente a esta situación. Esto ha permitido la incorporación indiscriminada de criterios de diseño y tecnología que responden a tendencias foráneas resultando en una arquitectura que desatiende los requerimientos ambientales.

2.- EL CLIMA EN VENEZUELA

Venezuela está localizada entre 1° y 12° latitud norte, en la zona intertropical de bajas presiones ecuatoriales; posee un clima que a grandes rasgos se caracteriza por escasas variaciones entre una estación de lluvia (de

mayo a octubre) y otra seca (de noviembre a abril), con una humedad relativa alta a lo largo de todo el año.

Las temperaturas medias varían entre 23° C y 29° C, y presentan pocas variaciones entre el día y la noche. A manera de ejemplo, en las zonas costeras el salto térmico diario está por el orden de 6° C.

La amplitud térmica anual (diferencia entre el mes más frío y más cálido) es muy baja, en general menor de 5° C, por lo que el clima del país puede calificarse de isoterma.

No obstante, en las zonas montañosas se presentan fuertes gradientes de temperatura. Por ejemplo, en El Vigía (a 130 msnm) y Mucubají (a 3650 msnm) las temperaturas del mes más frío varían de 26,3° C a 5,4° C en una distancia horizontal menor de 100 Km.

La distribución de las temperaturas media, máxima y mínima en función de la altitud constituye el criterio básico que ha permitido establecer cuatro zonas climáticas en Venezuela.

Sin embargo, al introducir nuevas variables, tales como la humedad, la precipitación, el viento y fenómenos meteorológicos de orden local, que afectan una región en particular, se obtiene un conocimiento más completo que conduce a la definición de las subzonas climáticas, (ver mapa). Las soluciones arquitectónicas adecuadas deben por tanto considerar las condiciones climáticas, micro climáticas y urbanas.

3.- ESTRATEGIAS DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO

La edificación debe entenderse como una barrera selectiva entre las condiciones climáticas exteriores y las condiciones ambientales interiores deseadas. La envolvente de la edificación es por lo tanto un filtro que debe excluir las influencias indeseadas, mientras admite aquéllas que son beneficiosas.

Un diseño de edificaciones adecuado a las necesidades regionales y locales debe basarse en estrategias que tomen en cuenta las características geográficas y climatológicas, para responder a las exigencias de la economía, la salud y el confort de los ocupantes.

Un enfoque de racionalidad energética nos conduce a formular recomendaciones de diseño basadas en tres estrategias fundamentales:

- Mitigación de las cargas de calor solar
- Aprovechamiento de la ventilación natural
- Control de la iluminación natural

Estas estrategias servirán de guía para ser aplicadas a cada uno de los diferentes componentes arquitectónicos, sin embargo, su aplicación dentro del proyecto debe responder a una concepción integradora, coherente y funcional.

3.1.- MITIGACIÓN DE LAS CARGAS DE CALOR SOLAR

La envolvente de una edificación, al actuar como un filtro al paso de la radiación solar, el viento, la humedad y la lluvia, modula el intercambio de calor entre el exterior y el interior.

En el clima tropical, la causa más importante de calentamiento en el interior de las edificaciones es el sol, el cual actúa esencialmente de dos maneras:

- Penetración directa por las aberturas y las superficies vidriadas.
- Calentamiento de los cerramientos exteriores opacos y transmisión posterior al interior.

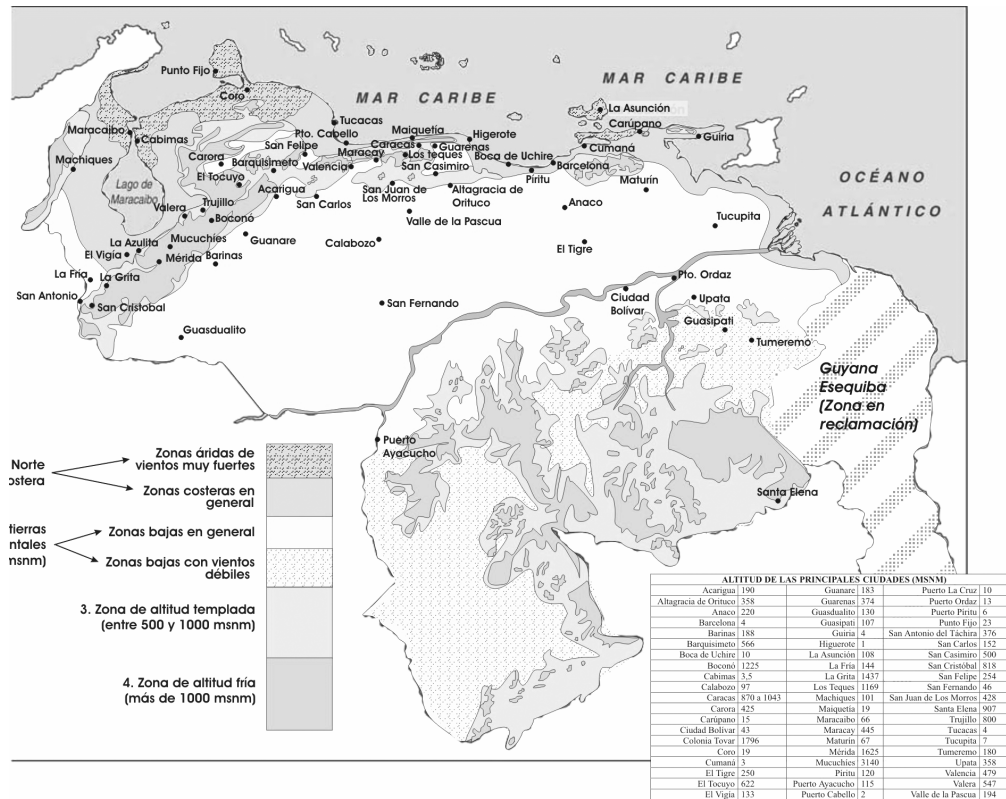


Figura 2 Zonas Climáticas de Venezuela en función de las variables ambientales que afectan el confort

Una de las soluciones más adecuadas es el bloqueo solar, mediante pérgolas, parasoles, aleros, corredores, celosías, elementos de paisaje (árboles, jardineras y setos) u otros dispositivos que produzcan sombra sobre los componentes de la envolvente.



Figura 3 Uso de pérgolas para mitigar la radiación solar incidente

Fuente: Sosa, M.E., Siem, G.; Manual de Diseño de Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico; <http://www.arq.ucv.ve/idec/habitabilidad/racionalidad/>

Otras acciones para mitigar las cargas de calor en los cerramientos expuestos al sol están basadas en las propiedades termofísicas y superficiales de los componentes constructivos de la envolvente. En el ambiente exterior tanto la radiación solar como la temperatura del aire obedecen a ciclos de 24 horas que se repiten constantemente. En el exterior, la temperatura del aire y de las superficies externas de la envolvente de la edificación se encuentra a su nivel mínimo antes del amanecer. A medida que el sol se eleva en el cielo la temperatura del aire exterior aumenta hasta que alcanza su valor máximo, y al mismo tiempo se almacena en la envolvente un flujo de calor originado por la radiación solar recibida en forma directa, difusa o reflejada.

La envolvente almacena calor en mayor o menor medida y luego lo transmite al interior; este proceso está vinculado al concepto de masa térmica o inercia térmica de una edificación, el cual se refiere a la característica que tiene la edificación en su conjunto de amortiguar el calor que incide sobre ella y transmitirlo al interior con retardo, tal como se muestra en la figura 4.

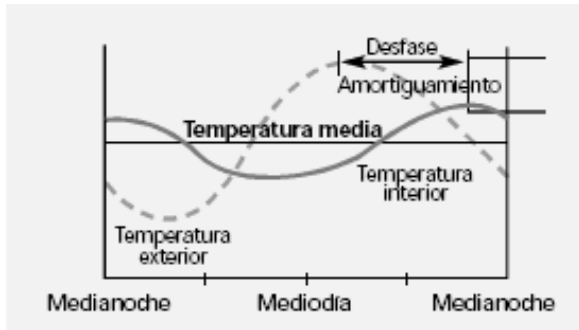


Figura 4 Mecanismo de inercia térmica

Fuente: Sosa, M.E., Siem, G.; Manual de Diseño de Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico; <http://www.arq.ucv.ve/idec/habitabilidad/racionalidad/>

- Si la inercia térmica es fuerte, el tiempo de retardo y el amortiguamiento son grandes y se dice que la edificación es pesada.
- Si la inercia térmica es débil, el tiempo de retardo y el amortiguamiento son pequeños y se dice que la edificación es liviana.

La inercia térmica fuerte es adecuada para edificaciones diseñadas para funcionar en horas diurnas con sistemas de aire acondicionado, por ejemplo para edificios gubernamentales y de oficinas.

La inercia débil y la media son más adecuadas para edificaciones de uso diurno y nocturno acondicionadas con ventilación natural por ejemplo para edificios residenciales, recreativos y educativos.

3.2 APROVECHAMIENTO DE LA VENTILACIÓN NATURAL

El movimiento del aire se origina por la diferencia de presiones, la cual tiene dos fuentes: gradiente de

temperaturas o efecto dinámico del viento al chocar contra la edificación.

En las regiones tropicales, el movimiento del aire, por diferencias térmicas (origen térmico) puede ser despreciable, dada la poca diferencia de temperatura entre el aire interior y exterior.

Por el contrario, la fuerza dinámica provee mayor velocidad y remoción del aire a los ambientes interiores, factor de suma importancia para el confort térmico en climas cálidos.

Las edificaciones, de acuerdo a las necesidades de uso y de las características climáticas, pueden acondicionarse ambientalmente de manera activa o pasiva.

La ventilación natural, utilizada en combinación con el aislamiento, la masa térmica y las protecciones solares, puede reducir o eliminar la necesidad del aire acondicionado en los espacios interiores.

Para maximizar las oportunidades de ventilar naturalmente una edificación debe asegurarse un irrestricto acceso a los vientos exteriores. La velocidad del aire en un ambiente está condicionada por la velocidad del viento incidente y de los campos de presión que se generan alrededor de la edificación, los cuales están determinados por la implantación y forma de la edificación, la permeabilidad de las fachadas y la distribución interior de los ambientes.

En Venezuela, algunas regiones presentan condiciones de viento y de temperatura del aire que permiten acondicionar los espacios de forma natural sin usar equipos mecánicos.

En muchas ocasiones, la orientación de la edificación en forma adecuada a la trayectoria solar está en contradicción con la de los vientos dominantes en la

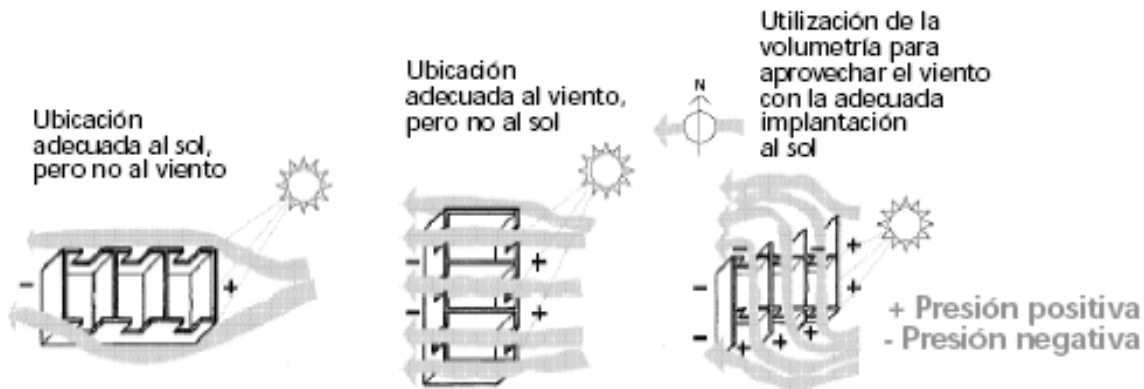


Figura 5 Diseño adecuado para conciliar la orientación del sol y de los vientos

parcela, pero una estudiada disposición de los elementos constructivos exteriores, de la volumetría y de la vegetación pueden cambiar la dirección del aire en movimiento (ver figura N° 5).

3.3 CONTROL DE LA ILUMINACIÓN NATURAL

El sol es la fuente natural de la iluminación diurna, y su efecto depende de la localidad geográfica. Es así como las características lumínicas del cielo están determinadas por la latitud, la altitud y las condiciones climáticas de cada región.

Un adecuado uso de la luz natural requiere un conocimiento básico de sus propiedades fundamentales, de transmisión y reflexión. Materiales y colores de una alta transmitancia y/o reflectancia son factores de diseño determinantes para el aprovechamiento de la iluminación natural y para racionalizar el consumo de energía. La propiedad de reflexión de los espejos permite su utilización práctica en la arquitectura para la conducción o redistribución de la luz natural, como en el caso de los ductos de iluminación y bandejas solares (ver figura 6)



Figura 6 Ejemplos del uso de las propiedades de Luz para la iluminación natural de ambientes interiores a través de ductos y bandejas solares

Fuente: Sosa, M.E., Siem, G.; Manual de Diseño de Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico; <http://www.arq.ucv.ve/idec/habitabilidad/racionalidad/>

En Venezuela, por ser un país ubicado en el trópico, el criterio de diseño prevaleciente debe estar orientado al aprovechamiento de la abundante luz natural con un buen control de la radiación térmica que la acompaña. Esta acción produce ambientes de mayor calidad térmica y, en el caso de acondicionamiento activo, menor consumo de energía de enfriamiento.

En resumen, una estrategia adecuada para el aprovechamiento controlado de la luz natural debe estar basada en las siguientes recomendaciones:

- Orientación y protección de las ventanas y otras aberturas, con parasoles, aleros, cortinas, persianas u otro medio de bloqueo de las ganancias solares.
- Empleo de superficies reflectantes para reorientar la luz, y dotar los ambientes de mayor y mejor iluminación natural
- Ubicación y tamaños adecuados de las ventanas y otras aberturas en función del uso y proporciones volumétricas del ambiente.
- Utilización de acabados finales interiores en pisos, paredes, techos y mobiliarios de colores claros.
- Uso de cristales de alta tecnología adecuada al trópico, que permitan una apropiada transmisión de luz natural con una controlada ganancia de calor solar.

La tabla N° 1 ofrece una orientación para la selección adecuada de los vidrios en función del balance entre el Coeficiente de Ganancia Solar (SHGC) y el Coeficiente de Transmisión de luz natural (VLTC).

Tabla N° 1 Comparación del comportamiento térmico y lumínico de diferentes tipos y colores de cristales.

Tipos de vidrios	Coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC)	Coeficiente de transmisión de luz natural (VLTC)
Hoja de vidrio simple-estándar		
Claro	0,85	0,90
Bronce	0,72	0,67
Gris	0,68	0,60
Gris Oscuro	0,58	0,30
Hoja de vidrio simple-espectralmente selectivo		
Estándar tinte verde	0,70	0,83
Alta tecnología tinte verde	0,61	0,76
Alta tecnología tinte azul	0,57	0,77
Doble hojas de vidrios		
Claro	0,76	0,81
Estándar Low-e	0,65	0,76
Espectralmente selectivo Low-e	0,38	0,71

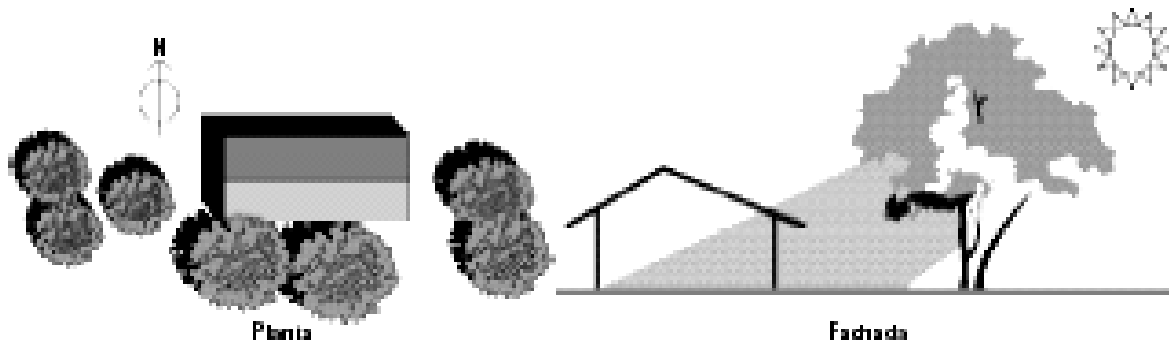


Figura 7 Implantación adecuada y uso de árboles para sombrear la edificación

Fuente: Sosa, M.E., Siem, G.; Manual de Diseño de Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico; <http://www.arq.ucv.ve/idec/habitabilidad/racionalidad/>

4.- RECOMENDACIONES DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO

4.1- IMPLANTACIÓN Y FORMA

La implantación en la parcela y la forma arquitectónica de la edificación pueden ser decisivas para aminorar las ganancias de calor por radiación solar y promover el movimiento del aire alrededor y dentro de los ambientes. Para ello es necesario considerar todas las posibilidades de la orientación solar, los vientos dominantes, los accesos, los árboles existentes y el contexto urbano, y valorar en cada caso las limitaciones impuestas por las características del terreno y la normativa vigente (ver figura 7).

Es importante resaltar que en el caso de edificios cuyas exigencias de ocupación impongan el uso de aire acondicionado, la solución adecuada debe considerar volúmenes compactos y cerrados a las brisas.

4.2.-AMBIENTES INTERIORES

Los ambientes interiores deben adecuarse para aprovechar la iluminación natural, aminorar las ganancias de calor por radiación solar y, al mismo tiempo, deben estimular la ventilación para asegurar una buena calidad del aire y la eliminación del calor por convección.

El proceso de diseño y ubicación de los espacios que conforman la edificación debe mantener un balance entre los requerimientos térmicos, de iluminación y de ocupación de cada ambiente. Desde el punto de vista de la calidad ambiental, las ganancias de calor por radiación solar pueden anular las ventajas de la iluminación natural, por lo cual la orientación y las protecciones solares en ventanas y aberturas son factores claves.

Estos principios también son válidos cuando se requiere acondicionamiento activo, pues propicia la disminución de las cargas de enfriamiento y demanda menor potencia para los equipos de aire acondicionado.

4.3. TECHOS

A través del techo puede penetrar gran cantidad de calor a los ambientes interiores. Debido a su posición recibe radiación solar en cualquier época del año y en forma perpendicular recibe durante una buena parte del día en el caso de techos planos, por lo cual puede alcanzar temperaturas superficiales exteriores de hasta 65°C cuando la temperatura exterior del aire, a la sombra, es de sólo 27 °C. El techo es la mayor fuente de calor en el caso de edificaciones de baja altura, pues la radiación solar que recibe puede alcanzar hasta un tercio (1/3) de las ganancias de calor de una casa y provocar altas temperaturas en el interior.

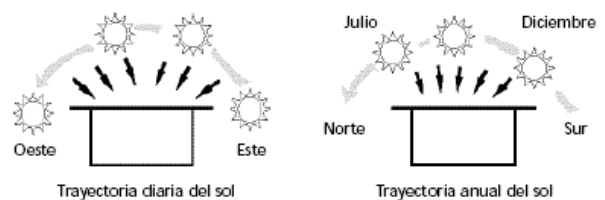


Figura 8 Incidencia solar sobre un techo plano en el trópico- Latitud Norte

Fuente: Sosa, M.E., Siem, G.; Manual de Diseño de Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico; <http://www.arq.ucv.ve/idec/habitabilidad/racionalidad/>

Debe prestarse una gran atención al diseño y materiales del techo para garantizar el confort térmico de los ambientes interiores y reducir el consumo de electricidad en el caso de acondicionamiento activo.



Figura 9 Pέργola de techo como protección solar de la envolvente

Fuente: Sosa, M.E., Siem, G.; Manual de Diseño de Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico; <http://www.arq.ucv.ve/idec/habitabilidad/racionalidad/>

4.4. PAREDES

Las paredes están expuestas a altos niveles de radiación solar, con mayor influencia en el caso de edificaciones de gran altura.

Las fachadas este y oeste pueden tener ganancias de calor de hasta 3000 w/m²/día, al percibir en forma perpendicular los rayos solares durante una buena parte del día. Parte de la ganancia de calor es absorbida por los componentes opacos y reirradiada a los ambientes interiores.

Las técnicas utilizadas para controlar el acceso de calor a través de las paredes deben darle prioridad a la orientación, a los elementos de protección solar y a los materiales constructivos. Estas acciones concebidas en forma coherente podrán garantizar una buena calidad térmica en el caso de acondicionamiento pasivo, y un uso racional de la energía cuando se empleen sistemas de aire acondicionado.



Figura 10 Gran atrio central ventilado que tamiza el calor y la luz en fachadas

Fuente foto Siem-Sosa- Edificio Procter & Gamble, Caracas. Arqtos. Diquez, González y Rivas.

4.5 VENTANAS Y OTRAS ABERTURAS

Las ventanas y otras aberturas ofrecen vista al paisaje y permiten el paso de luz y ventilación natural. En contraposición, la luz solar con entrada directa a través de las ventanas puede representar una alta ganancia de calor hacia el interior de los ambientes. Esto puede significar más de la mitad de las cargas de energía de enfriamiento en una edificación con aire acondicionado.

Las técnicas de mitigación de las ganancias solares relacionadas con el sombreado, ubicación y orientación de las aberturas o ventanas y con la calidad de los vidrios, deberán estar en armonía con las decisiones de implantación y distribución de los espacios interiores. El uso de estas estrategias, o la combinación de ellas, es la forma más efectiva de alcanzar el confort térmico y lumínico en forma natural, o de reducir significativamente el consumo de energía del sistema de aire acondicionado.

En el caso de acondicionamiento pasivo, para aprovechar la ventilación natural es importante una alta permeabilidad en las fachadas y en los cerramientos interiores. La estratégica ubicación y tamaños de ventanas y/o aberturas estimularan la circulación y renovación del aire.



Figura 11 Detalles de protecciones solares ajustables y permeables en fachada este, ejemplo adecuado de arquitectura tropical.

Fuente: Foto Siem-Sosa Edificio de Ingeniería Sanitaria UCV. Arq. Carlos Raúl Villanueva

5. RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO

En la producción de edificaciones en Venezuela se ha desatendido el aspecto climático como criterio fundamental de diseño. Este factor, erróneamente, es considerado posteriormente, y la solución más expedita a este problema constituye, en la mayoría de los casos, la instalación de potentes sistemas de aire acondicionado que vienen a suplir la carga de enfriamiento, que seguramente hubiera podido ser menor. También ocurre en los casos de acondicionamiento pasivo, por lo cual se obtienen ambientes interiores con bajos niveles de confort térmico.

De la misma forma, desaprovechar el potencial de la luz natural del cielo para iluminar los espacios interiores, eleva considerablemente la necesidad posterior de iluminar por medio de luz artificial.

Las instalaciones, tecnologías, mobiliario y equipos no deben ser una solución para remediar un diseño arquitectónico inadecuado a las condiciones ambientales; por el contrario, en el diseño arquitectónico deben estar implícitas las soluciones de instalaciones y equipamientos. De esta forma se logran altos niveles de calidad de vida con eficiencia energética.

La armonía del diseño arquitectónico con la dotación de instalaciones y equipos debe estar basada en las siguientes recomendaciones básicas:

- Distribución espacial con precisión del número, ubicación y actividad de los usuarios y los requerimientos de energía durante la fase de anteproyecto arquitectónico; esto se traduce en una distribución balanceada de las cargas eléctricas provenientes de los instalaciones y equipos mecánicos, eléctricos, sanitarios y de seguridad.
- Adecuación de las instalaciones y equipos eléctricos a las tareas que se llevarán a cabo en cada uno de los espacios aprovechando la iluminación natural e incorporando superficies de colores claros. De esta manera se requerirá menos energía para la iluminación artificial.
- Uso de equipos energéticamente eficientes, que aunque requieren una mayor inversión inicial a largo plazo resultan en un menor consumo y menores costos de funcionamiento.
- Incorporación de sistemas inteligentes para encendido y apagado automático de las instalaciones y equipos según el horario de ocupación de la edificación.
- Previsión de reservas eléctricas para modificaciones y cambios de uso tecnológico o en los años de vida útil de la edificación en el proyecto. De esta manera se evitarán picos de demanda y sobrecargas de las líneas o circuitos de suministro eléctrico.
- Incorporación de instalaciones y equipos que funcionen con energías alternativas que permitan al usuario mayor autonomía de adaptación a los futuros

cambios en la tecnología y en la reglamentación sobre emisiones de gases y ahorro de energía. Entre las opciones disponibles, el gas es una de las más económicas y de mayor sencillez de instalación y mantenimiento. Su uso abarca calentadores de agua, cocinas y calderas



Foto N° 5 Instalaciones y equipos a gas para calentar agua

Fuente: www.ifecgaspereira.com/imaxes/fotos/quent.jpg

CONCLUSIONES

En la producción de edificaciones en Venezuela con mucha frecuencia se desatienden las exigencias del clima tropical como criterio fundamental en las primeras etapas del proceso de diseño, para darle posteriormente una solución que en la mayoría de los casos, desemboca en la instalación de potentes sistemas de aire acondicionado con alto consumo de energía a lo largo de su ciclo de vida. En los casos donde el régimen de uso impone el acondicionamiento pasivo, las deficientes decisiones de diseño y de selección de componentes constructivos generan ambientes interiores de baja calidad térmica.

El aumento constante y sostenido del consumo de energía eléctrica en edificaciones, está directamente vinculado con la aplicación inadecuada al clima venezolano de criterios de diseño arquitectónico, con las deficientes regulaciones en el sector construcción y con la falta de una visión integradora de la arquitectura y las instalaciones desde la fase de anteproyecto.

RECOMENDACIONES

La aplicación de criterios arquitectónicos que tomen en cuenta las condiciones climáticas así como las variables socio-culturales, tecnológicas y económicas, requiere el concurso de diversos actores que participan desde la

formación del arquitecto hasta la formulación de regulaciones que controlen la calidad de las edificaciones. De esta manera se pueden dar algunas recomendaciones para que los organismos involucrados puedan tomar acciones y producir cambios en la toma de decisiones. A continuación proponemos algunas medidas que pueden contribuir en ese sentido bajo una concepción de arquitectura sostenible, centrada en la calidad térmica y la eficiencia energética

Incluir estos conceptos en los programas y las asignaturas de la formación de arquitectos, ingenieros, urbanista y otros profesionales que intervienen en el diseño y construcción de edificaciones,

1. Profundizar las actividades de investigación para crear las bases de regulaciones estatales y regionales dirigidas a la evaluación y certificación de los proyectos arquitectónicos, donde se incluyan el diseño, las instalaciones y los equipos que engloben los componentes constructivos, las instalaciones y el equipamiento

2. Crear e impulsar incentivos para la aplicación de reglas de diseño y normativas con este enfoque por parte de los organismos de financiamiento y promoción del sector construcción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALLARD, F., et al. 1998. Natural Ventilation in Buildings. James & James. London, UK.
2. GIVONI, B. 1994. Passive and Low Energy Cooling of Building. Van Nostrand Reinhold edition, New York.
3. HAWAII ADVANCED BUILDING INDUSTRY TECHNOLOGIES (HABIT), State of Hawaii energy – Efficient Building Programs, January 1999, Field Guide for Energy Performance, Comfort and Value in Hawaii Homes.
http://www.naseo.org/energy_sectors/buildings/hawaii.html
4. IDEC,FAU,UCV,EDC 2004 Informe Técnico Final investigación Técnicas de Reducción deL Gasto Energético en Edificaciones. FONACIT Agenda Ciudad, FONACIT,/-
5. NEDIANI, G.; SOSA, M.E.; SIEM, G. 2000. Las normativas energéticas para edificaciones y sus posibles aplicaciones en Venezuela», Conferencia Internacional sobre Confort y Comportamiento Térmico, COTEDI 2000; Maracaibo, 21 a 23 de junio de 2000.
6. SIEM, G. SOSA M.E. 2000. Diagnóstico de la normativa venezolana vigente en relación a las exigencias térmicas, acústicas y de iluminación», Conferencia Internacional sobre Confort y

- Comportamiento Térmico, COTEDI 2000; Maracaibo, 21 a 23 de junio de 2000.
- 7.SIEM, G., SOSA, M. E., VILLALOBOS, E., HOBAICA, M. E., NEDIANI, G. 2002 Guía de Operaciones de Ahorro de Energía Eléctrica para Edificaciones Públicas. Ministerio de Energía y Minas, IDEC.
 - 8.SIEM, G., SOSA, M.E., HOBAICA ME et al, 2001 - Código Nacional de Habitabilidad de la vivienda y su entorno inmediato (Primera Fase), CONAVI, IDECIU/FAU/UCV,
 - 9.SIEM, G.; SOSA, M.E., 2001. «Revisión de las normas venezolanas sobre exigencias térmicas, acústicas y de iluminación bajo una perspectiva de sostenibilidad». Tecnología y Construcción, Volumen 17, Número II, IDEC-UCV, Caracas.
 - 10.SOSA M.E., (1999) Ventilación Natural Efectiva y Cuantificable. Confort Térmico en Climas Cálidos-Húmedos. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Colección Monografías N° 62.
 - 11.SOSA, M.E., SIEM, G.; Manual de Diseño de Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico; Proyecto Técnicas de Reducción del Gasto Energético en Edificaciones, FONACIT,/IDEC,FAU,UCV,/EDC 2004 <http://www.arq.ucv.ve/idec/racionalidad/>
 - 12.SOSA, M.E., SIEM, G.; Guía del Consumidor de Energía Eléctrica; Proyecto Agenda Ciudad, FONACIT, IDEC, UCV, 2004
 - 13.SOSA, M.E., SIEM, G.; Manual de Diseño de Edificaciones Energéticamente Eficientes; Proyecto Agenda Ciudad, FONACIT, IDEC, UCV, 2004
 - 14.SOSA, M.E.; SIEM, G. 2001. «Reflexiones sobre la arquitectura venezolana contemporánea», III Encuentro Latinoamericano sobre Confort en el Ambiente Construido, São Paulo, Brasil, noviembre 2001.
 - 15.THE COMMUNICATIONS MANAGER AUSTRALIAN GREENHOUSE OFFICE GPO Box 621, Canberra ACT 2601, Feasibility study – a national approach to energy efficiency measures for houses, © Commonwealth of Australia 2000 <http://www.greenhouse.gov.au/energyefficiency/buildings>
 - 16 THE AUSTRALIAN GREENHOUSE OFFICE BY CSIRO DIVISION OF BUILDING, CONSTRUCTION AND ENGINEERING. Minimum Energy Performance Requirements for Incorporation into the Building code of Australia. March 1999 http://www.greenhouse.gov.au/energyefficiency/building/publications/pubs/s_study.pdf. www.ifecgaspereira.com/imaxes/fotos/quent.jpg

Programa de Ahorro de Energía para Edificaciones Públicas

Una oportunidad para implantar una estrategia de gestión de la energía en
Venezuela

Geovanni Siem; María Eugenia Sosa

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Universidad Central de Venezuela

Apartado Postal 47169, Caracas 1041-A, Venezuela

e-mail: gsiem@cantv.net, msosa@idec.arg.ucv.ve

RESUMEN

En este trabajo se exponen los alcances del **Programa de ahorro de energía eléctrica para edificaciones públicas** contenido en el Decreto Presidencial 1.629, de la Gaceta Oficial N° 37.377, de fecha 01 de febrero de 2.002, para enfrentar la emergencia surgida por la sequía prolongada la cual afectó la disponibilidad de energía eléctrica de la represa del Guri, la principal fuente de generación de Venezuela. Considerando que el sector público representa aproximadamente 13% de la demanda de energía eléctrica a nivel nacional, este programa planteó como meta de obligatorio cumplimiento la reducción de 20% en el consumo en edificaciones públicas en el plazo de un año. Para llevar a cabo este programa se requirió la elaboración de una Guía de Operaciones de Ahorro de Energía Eléctrica para Edificaciones Públicas¹, un Taller de Capacitación en Ahorro de Energía Eléctrica² para Funcionarios Públicos y un Plan de Visitas Técnicas a las organizaciones adscritas al Programa para orientar y evaluar las medidas de ahorro implantadas. Esta experiencia que duró casi un año fue descontinuada pues las condiciones climatológicas cambiaron y desapareció la emergencia como principal motivador; sin embargo es necesario replantear esta iniciativa desde otras perspectivas más amplias y de mayor alcance en el tiempo debido al impacto en el ambiente. En este artículo se describen las medidas de ahorro contempladas en la Guía de Operaciones de Ahorro de Energía Eléctrica para Edificaciones Públicas y los resultados de algunas experiencias piloto. Finalmente se hacen algunas proposiciones relacionadas con la educación, la regulación y la acción conjunta de organismos públicos y privados.

INTRODUCCIÓN

Venezuela tradicionalmente se ha considerado como un país con una reserva inagotable de recursos energéticos y este hecho ha influenciado en los hábitos de su población, destacándose por ser el país de mayor consumo por persona de energía eléctrica doméstica en Suramérica.

La situación coyuntural que se vivió en los años 2001 y 2002 debido a la merma en la capacidad de generación de electricidad como consecuencia de la disminución del nivel de la represa del Guri, obligó a tomar medidas para regular la demanda. Una de las primeras acciones se orientó a las edificaciones públicas pues estas representaban aproximadamente 13% de la demanda de energía eléctrica a nivel nacional. El programa de Ahorro de Energía Eléctrica incluido en el Decreto Presidencial 1.629, Gaceta Oficial N° 37.377, de fecha 01 de febrero de 2.002, instruía a todos los Ministerios y demás órganos de la Administración Pública Central a ejecutar acciones para reducir en 20% el consumo eléctrico en el plazo de un (1) año a partir de la entrada en vigencia del decreto tomando como referencia el consumo del año 2001. Dicho porcentaje debería alcanzarse en dos (2) etapas de seis (6) meses con la meta de 10% en cada una.

El Ministerio de Energía y Minas, designado como ente coordinador de este Programa, solicitó la colaboración de universidades y empresas privadas para emprender acciones que incluyeron la elaboración de una Guía de Operaciones de Ahorro de Energía Eléctrica para Edificaciones Públicas, el dictado de un Taller de Capacitación en Ahorro de Energía Eléctrica para Funcionarios Públicos y la realización de un Plan de Visitas Técnicas a las organizaciones adscritas al Programa.

1. EDIFICACIONES Y CONSUMO ENERGÉTICO

Las edificaciones consumen alrededor de 30-40 % de energía total en las principales ciudades a escala mundial. En Venezuela, de acuerdo a estadísticas realizadas en el año 2000 por la Cámara Venezolana de la Industria Eléctrica (CAVEINEL), los sectores residencial y comercial representan en conjunto el 40% del consumo facturado (Figuras N° 1 y N° 2). Es notable que en general nuestras edificaciones siguen patrones de diseño que requieren sistemas de acondicionamiento mecánico de gran consumo energético. Tal como lo muestra el cuadro de consumo residencial del año 1999 presentado por el Comité de Integración Energética Regional (CIER), nuestro país es el mayor consumidor de energía doméstica por habitante en Suramérica, destacándose la ciudad de Maracaibo como la de mayor índice (Fig. N° 3).

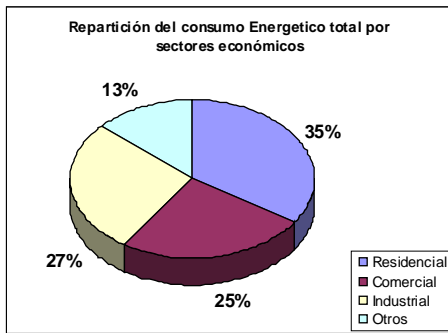


Fig. N° 1. Distribución del consumo por sector

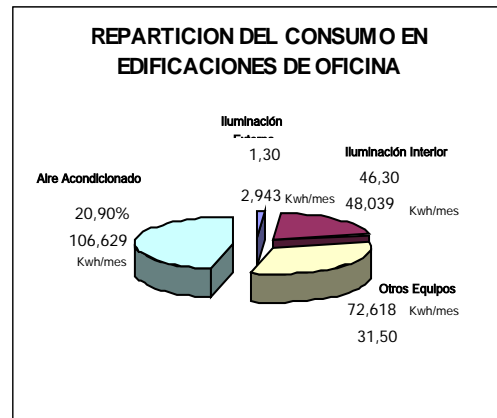


Fig. N° 2. Distribución del consumo por equipos

A partir del diagnóstico del funcionamiento de las edificaciones en nuestro país, se han podido identificar varias causas del consumo excesivo: hábitos inadecuados en la utilización de la energía, arquitectura inadecuada a las variables geoclimáticas, cambios inadecuados de uso, aumento del número de ocupantes previstos en el diseño original, aumento de la demanda energética por cambios tecnológicos, uso de equipos e instalaciones ineficientes, esquema tarifario inadecuado a la demanda real, planes de mantenimiento deficientes, falta de regulaciones técnicas y legales en la industria de la construcción, etc.

Un programa de ahorro de energía debe tomar en cuenta estas causas para aplicar las medidas correctivas necesarias, teniendo especial cuidado de no disminuir las condiciones de confort y productividad de los usuarios.

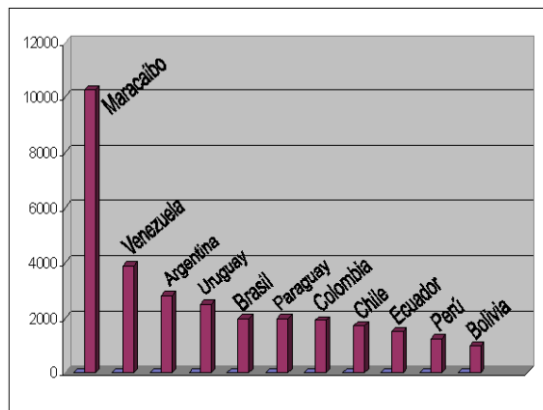


Fig. N° 3. Consumo sector residencial

2. ÍNDICES ENERGÉTICOS DE LAS EDIFICACIONES

Si se divide el consumo energético anual de una edificación en particular entre su área total construida, se obtiene su índice energético unitario en

kWh/(m²-año) o Btu/(ft²-año), el cual sirve en primera instancia para comparar su eficiencia energética con otras del mismo tipo y/o similares.

En el caso particular de edificios nuevos que funcionan con acondicionamiento activo, el ahorro de energía depende en buena medida de los criterios de diseño utilizados. Por ejemplo, por cada kilovatio ahorrado en iluminación o en equipos de oficina, se podría reducir la capacidad del sistema de aire acondicionado en aproximadamente 1 kW (3.413 Btu ó 0,28 toneladas de refrigeración), lo cual resulta en un ahorro adicional de otros 280 – 430 W, totalizando unos 1,3 – 1,4 kW ahorrados. Por lo tanto, y tal como se puede apreciar, el verdadero ahorro de energía se produce cuando se realiza un diseño integrado entre la envoltura, los sistemas de iluminación, aire acondicionado y sus respectivos sistemas de control.

Al analizar el consumo de cada uno de los componentes de las edificaciones se utilizan otros índices más especializados. Por ejemplo, la eficacia de los sistemas de iluminación artificial se mide en lúmenes por vatio de consumo (lm/W). A su vez los proyectistas deben diseñar los sistemas de iluminación para que en cada ambiente se produzcan los adecuados lúmenes por m² (lux), mientras que los rendimientos energéticos de los sistemas de iluminación se miden en W/m². Con las modernas y eficientes luminarias de hoy en día se han logrado reducir los consumos por concepto de iluminación desde los anteriores 30 W/m² hasta 15-10 W/m².

Es cuanto a la eficiencia de uso de los sistemas de aire acondicionado en nuestro país generalmente se utiliza un índice o unidad híbrida equivalente al área de construcción acondicionada por tonelada de refrigeración instalada, m²/ ton. En nuestro país es común conseguir edificaciones que trabajan con índices de 20 m²/ton, mientras que en otros países donde se aplican adecuadas normas energéticas se logran diseñar edificaciones con índices de aproximadamente 40 m²/ ton.

En los nuevos proyectos hoy en día se recomienda guiarse por algunas de las normas energéticas internacionales, como por ejemplo la ASHRAE 90.1, con la finalidad de estimar los parámetros de consumo iniciales, acordes con las actuales tendencias mundiales.

3. ACCIONES DEL PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

3.1. GUIA DE OPERACIONES DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Esta Guía está orientada a la puesta en práctica de procedimientos, acciones y medidas que contribuyan al uso eficiente de la energía eléctrica en edificaciones públicas. Su objetivo inmediato es dar cumplimiento al PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, según lo establece el Decreto Presidencial 1.629, publicado en la Gaceta Oficial N° 37.377, de fecha 01 de febrero de 2.002. Sin embargo también contiene implícitamente un objetivo a largo plazo, de una mayor trascendencia, pues significa un cambio de paradigma en relación al uso de la energía en sus variadas manifestaciones, de tal manera que las organizaciones e individuos que hayan participado en

éste Programa puedan integrarlo a su acción cotidiana, como resultado de la comprobación de sus resultados beneficiosos.

Está dirigida especialmente a Directores de Servicios, Gerentes, Jefes de División, Jefes de Departamento, Jefes de Mantenimiento y otras autoridades vinculadas a la toma de decisiones que impliquen el uso de la energía eléctrica en estas edificaciones.

Los criterios sobre los cuales se basa este documento, son de carácter general tomando en consideración la estructura y el funcionamiento de una edificación típica donde se desarrollen actividades de oficina, quedando a cargo de los responsables de administrar esta Guía, la adaptación a las particularidades de cada caso. En consecuencia, podría ser adaptada a edificaciones de carácter privado, con características similares a las mencionadas aquí.

La Guía se ha ordenado según los componentes de la edificación para facilitar la asignación y supervisión de tareas que conduzcan al cumplimiento del programa de ahorro de energía. De esta manera las recomendaciones se especificarán como sigue:

- Arquitectura y equipamiento interior
- Instalaciones y equipos eléctricos
- Instalaciones y equipos mecánicos
- Instalaciones y equipos sanitarios
- Instalaciones y equipos de seguridad
- Otras instalaciones y equipos

Las recomendaciones se especifican para cada componente de la edificación, de acuerdo a la lista de equipos o instalaciones que lo constituyan. Para su descripción se han tomado en cuenta los siguientes aspectos:

1. Adecuación de los equipos a las tareas
2. Hábitos de los usuarios
3. Control de las operaciones
4. Mantenimiento

RECOMENDACIONES SEGÚN NIVELES DE INVERSION

Tienen como objetivo principal lograr un uso adecuado de los elementos estructurales y arquitectónicos, y de las instalaciones y equipos que constituyen la edificación, de forma tal de usar eficientemente la energía necesaria para su funcionamiento.

A fin de facilitar el establecimiento de un cronograma de acciones de fácil seguimiento, las recomendaciones de ahorro de energía están separadas según el costo o inversión estimados para ponerlas en práctica en tres niveles: Nivel 1, Nivel 2, Nivel 3. En cada uno de estos niveles, las recomendaciones se

especificarán de manera independiente para cada componente y cada sistema de la edificación.

Nivel 1: No requiere inversiones, pero eventualmente puede exigir algunos costos menores. Implica acciones inmediatas que están vinculadas a cambios en los hábitos o reorganización de los recursos.

Ejemplo:

Computadoras


- *Apagar la computadora durante las pausas largas en el trabajo.*
- *Apagar el monitor cuando haga paradas de más de 15 minutos. (El monitor, aún con protector de pantalla, sigue consumiendo energía; apagar el monitor es como apagar un bombillo de 50 W).*

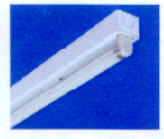
Nivel 2: Involucra costos o inversiones bajas o intermedias; está vinculado a acciones de remodelaciones sencillas, reemplazo de equipos menores, e instalación de controladores de encendido y apagado de equipos.

Ejemplo.

Sistema de Iluminación

- *Sustituir las lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes convencionales o compactas (LFC), cuando las características de las actividades lo permitan. Con las lámparas fluorescentes compactas pueden lograrse los mismos niveles de iluminación que con las lámparas incandescentes, pero con un consumo eléctrico menor.*

LF CONVENCIONAL ELECTRÓNICA CIRCULAR	Potencia (W)	Flujo luminoso (lm)	Eficacia (lm/W)	Incandescente sustituida (W)	Ahorro de energía
	18W	1000	56	75W	76%
	24W	1450	60	100W	76%
	32W	2000	63	150W	78,6%

LF CONVENCIONAL ELECTRÓNICAS DE TUBO A LA VISTA	Potencia (W)	Flujo luminoso (lm)	Eficacia (lm/W)	Incandescente sustituida (W)	Ahorro de energía
	5W	200	40	25W	80%
	7W	400	57	40W	82,5%
	9W	400	44	40W	77,5%
	11W	600	55	50W	82%
	15W	900	60	60 y 75W	75 y 80%
	20W	1200	60	100W	80%
	23W	1500	65	100W	77%

Nivel 3: Involucra costos o inversiones importantes, está vinculado a modificaciones relevantes en los componentes arquitectónicos e instalaciones, reemplazo de equipos por otros con mayor eficiencia, uso de nuevas tecnologías de control y monitoreo de las instalaciones.

Ejemplo:

Equipos de aire acondicionado

- *Automatizar estos equipos mediante controladores digitales. Con estos sistemas se podrán encender y apagar los distintos equipos, de acuerdo a los horarios de trabajo, días de fiesta y vacaciones colectivas; temperaturas internas, calidad del aire y a la vez monitorear su funcionamiento.*

3.2. TALLERES DE CAPACITACION

Estos fueron organizados y coordinados por el Grupo Técnico del Ministerio de Energía y Minas, y estuvo dirigido a funcionarios de todos los estados del país, con funciones supervisoras y ejecutoras en las áreas de mantenimiento en sus respectivos organismos. Se dictaron 4 talleres, en los cuales se capacitaron aproximadamente 120 personas, con formaciones profesionales diversas, algunas incluso desvinculadas de áreas técnicas. El Manual de Capacitación utilizado contenía informaciones sobre los fundamentos económicos del consumo de energía, los conceptos arquitectónicos básicos relacionados con el comportamiento térmico de las edificaciones y los aspectos técnicos y funcionales de las instalaciones y equipos.

En la primera sesión los participantes recibían una información técnica sobre las bases físicas, económicas y arquitectónicas que relacionan la edificación con el consumo de energía. A partir de esto se comprometían a realizar un plan de ahorro de energía en su organización, aplicando las recomendaciones de Nivel I de la Guía de Operaciones de Ahorro de Energía en Edificaciones Públicas.

En la segunda sesión del Taller presentaban los resultados obtenidos ante el grupo de participantes para contribuir a un intercambio de ideas para enriquecer la experiencia colectiva. Es necesario resaltar que en algunos casos se lograron ahorros de hasta 50 % en el consumo de energía con la aplicación de medidas de Nivel I, respondiendo a criterios de sentido común para el uso racional de los recursos o simples cambios de hábitos.

3.3. VISITAS TÉCNICAS DE ASESORÍA

A algunas de las organizaciones que participaron en los Talleres de Capacitación, se les dio una asistencia técnica para implantar sus respectivos planes de ahorro de energía, a través de Visitas Técnicas realizadas por los profesionales especializados que participaron en el Programa de Ahorro. Estas visitas que servían para orientar los planes y evaluar los resultados, permitieron demostrar la posibilidad de establecer planes de aplicación inmediata sin inversiones costosas, aplicando criterios sencillos de racionalidad energética, basados en el sentido común en muchos casos.

Además de los beneficios directos en ahorro de energía eléctrica se obtuvieron beneficios colaterales pues se obtuvieron mejoras en la gestión de otros servicios como el agua y el gas, pues al realizarse una revisión de la estructura de costos para emprender las acciones de ahorro, se pudo apreciar al mismo tiempo los aspectos más críticos en el costo y se pudo conocer donde aplicar

las medidas para obtener los resultados más contundentes. En algunos casos la aplicación de una diagrama de Pareto fue de mucha utilidad para detectar los mayores costos implicados.

CONCLUSIONES

1. EL Programa de Ahorro de Energía Eléctrica fué suspendido debido a que cambiaron las condiciones climatológicas. Tuvo una duración aproximada de un año, y se obtuvieron resultados muy importantes y concretos a corto plazo, e incidió en cambios en hábitos, valores y organización, que deben retomarse y reprogramarse con planes a mediano y largo plazo.
2. Con la aplicación del Nivel 1 de la Guía de Operaciones de Ahorro de Energía Eléctrica se logró hasta un 50% de ahorro de energía, a través de las experiencias piloto propuestas en el Taller de Capacitación en Ahorro de Energía Eléctrica para Funcionarios Públicos.
3. Se capacitaron aproximadamente a 120 profesionales, sumados a los investigadores y docentes que participaron en las diferentes actividades que conformaron el Programa. Esto generó un efecto multiplicador, ya que las recomendaciones se transfirieron a sus hábitos personales y de trabajo.
4. A través del diagnóstico para conocer la demanda contratada y adecuarla a las verdaderas necesidades, el Programa produjo beneficios colaterales en la gestión de otros servicios como agua, gas y teléfono.
5. La Guía de Operaciones de Ahorro de Energía Eléctrica puede ser un instrumento de referencia para diversos tipos de edificaciones construidas. Actualmente es utilizada por COPRED de la UCV, para los planes de ahorro de la Ciudad Universitario.
6. Actualmente el ahorro de energía tiene una gran importancia debido a los costos crecientes originados en el uso y mantenimiento de las edificaciones. Es necesario reimplantar un Programa a largo plazo Sin embargo también contiene implícitamente un objetivo a largo plazo, de una mayor trascendencia, pues significa un cambio de paradigma en relación al uso de la energía en sus variadas manifestaciones,
7. Deben mencionarse otras iniciativas a favor de la eficiencia energética de las edificaciones, financiadas por FONACIT a través de las diferentes agendas de proyectos y de la Alcaldía de Maracaibo, pero que requieren de una política de estado para consolidar sus resultados.
8. El crecimiento urbano además del aumento de consumo de energía que lo acompaña, ha originado la creación de islas térmicas urbanas que tienen un claro impacto en el ambiente al aumentar la temperatura global, que además de afectar el confort térmico se refleja en el aumento de la demanda de energía para alimentar las exigencias suplementarias de los sistemas de aire acondicionado.

RECOMENDACIONES

1. Dar impulso a una estrategia nacional de racionalidad energética en edificaciones, de largo plazo, inscrito en una visión de sostenibilidad, que tome en cuenta los acuerdos internacionales sobre protección ambiental y que incluya acciones de prevención, educación de la población, reglamentación de la construcción y planes de formación para profesionales de la construcción.
2. Crear un organismo de coordinación de las diferentes iniciativas que existen y fomentar otras para el uso racional de la energía en edificaciones con el apoyo de las universidades, los ministerios, los organismos de planificación, gobiernos regionales y locales, asociaciones de usuarios, industrias, los productores de energía.
3. Utilizar la experiencia de este programa de ahorro de energía para diseñar planes locales en empresas públicas y privadas
4. Fortalecer las acciones que permitan incrementar la participación activa de los usuarios de energía.
5. Difundir a través de los diferentes medios, las medidas adoptadas para reducir el consumo de energía eléctrica: folletos, carteleras de uso general, charlas, talleres de formación, mensajes por correo electrónico, carteleras, periódicos internos o locales, Intranet, logotipos, etc.
6. Promover concursos en los centros educativos de todos los niveles y en la empresas para estimular las soluciones acerca del ahorro de energía en los ámbitos comercial y doméstico y otorgar reconocimientos individuales e institucionales. estimular la búsqueda de soluciones para el logro de eficiencia energética, mediante aplicaciones prácticas, e innovaciones, en las instalaciones, los equipos y en los sistemas de gestión.

NOTAS:

1. En la elaboración de la Guía de Operaciones de Ahorro de Energía Eléctrica en Edificaciones Públicas, participaron los siguientes investigadores: Geovanni Siem (Coordinador), María Eugenia Sosa, María Elena Hobaica, Giuseppe Nediani, Eugenia Villalobos. Se contó además con la colaboración de los estudiantes de arquitectura: María Andreína Abreu, Anny Montoya y Edwin Acacio.
2. En los Talleres de Capacitación en Ahorro de Energía Eléctrica para Funcionarios Públicos, actuaron como instructores profesionales pertenecientes al Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela, del Instituto de Energía de la Universidad Simón Bolívar, y del Ministerio de Energía y Minas.

REFERENCIAS EN INTERNET

<http://www.arq.ucv.ve/idec/habitabilidad/racionalidad/>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Técnicas de Reducción del Gasto Energético en Edificaciones; IDEC – FAU- UCV. Informe Técnico Final, 2004 - Agenda Ciudad, FONACIT.
2. Allard, F., et al. 1998. Natural Ventilation in Buildings. James & James. London, UK.
3. Andrews, F.T. 1977. Building Mechanical Systems. McGraw-Hill Book Company. USA.
4. Decreto Presidencial 1.629, Gaceta Oficial N° 37.377, de fecha 01 de febrero de 2.002
5. Dubin, F.S.; Long, C.G. 1978 Energy Conservation Standards for Building Design, Energy Efficiency Manual. ASHRAE.
6. Energy Systems Analysis and Management Manual. ASHRAE.
7. Givoni, B. 1994. Passive and Low Energy Cooling of Building. Van Nostrand Reinhold edition, New York.
8. Manual del I Taller de Capacitación en Ahorro de Energía Eléctrica para Funcionarios Públicos. FUNINDES, IDEC, MEM, Abril 2002
9. Nediani, G.; Sosa, M.E.; Siem, G. 2000. «Las normativas energéticas para edificaciones y sus posibles aplicaciones en Venezuela», Conferencia Internacional sobre Confort y Comportamiento Térmico, COTEDI 2000; Maracaibo, 21 a 23 de junio de 2000.
10. Siem, G. 2000. «Diagnóstico de la normativa venezolana vigente en relación a las exigencias térmicas, acústicas y de iluminación», Conferencia Internacional sobre Confort y Comportamiento Térmico, COTEDI 2000; Maracaibo, 21 a 23 de junio de 2000.
11. Siem, G., Sosa, M. E., Villalobos, E., Hobaica, M. E., Nediani, G. Guía de Operaciones de Ahorro de Energía Eléctrica para Edificaciones Públicas. Ministerio de Energía y Minas, IDEC.
12. Siem, G., Sosa, M.E., ...Código Nacional de Habitabilidad (Primera Fase), CONAVI, UDEC, UCV, 2001
13. Siem, G.; Sosa, M.E., 2001. «Revisión de las normas venezolanas sobre exigencias térmicas, acústicas y de iluminación bajo una perspectiva de sostenibilidad». Tecnología y Construcción, Volumen 17, Número II, IDEC-UCV, Caracas.

14. Sosa, M.E., Siem, G.; Guía del Consumidor de Energía Eléctrica; Proyecto Agenda Ciudad, FONACIT, IDEC, UCV, 2004
15. Sosa, M.E., Siem, G.; Manual de Diseño de Edificaciones Energéticamente Eficientes; Proyecto Agenda Ciudad, FONACIT, IDEC, UCV, 2004
16. Sosa, M.E.; Siem, G. 2001. «Reflexiones sobre la arquitectura venezolana contemporánea», III Encuentro Latinoamericano sobre Confort en el Ambiente Construido, São Paulo, Brasil, noviembre 2001.
17. Steadman, Philip 1978. Energía, medio ambiente y edificación. Blume Ediciones.
18. Stein, B.; Reynolds, J. 1992. Mechanical and Electrical Equipment for Buildings. 8th Edition. John Wiley and Sons.
19. Tuluca, Adrian 1997. Energy-Efficient Design and Construction for Commercial Buildings, McGraw-Hill.

Diagnóstico de la calidad higrotérmica y de ventilación en espacios representativos de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU-UCV)

María Eugenia Sosa / Geovanni Siem / Tibisay Alizo
IDEC / FAU / UCV

Resumen

Trabajo que presenta los resultados del diagnóstico de las exigencias higrotérmicas y de ventilación del proyecto de investigación realizado en el edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo bajo el auspicio del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la UCV. La metodología incluye inspección ocular, selección de los espacios con evidentes problemas de habitabilidad y experimentación en sitio de los casos de estudio. El procesamiento de los resultados a la luz de las normativas nacionales y/o internacionales permite hacer el diagnóstico en cada uno de los aspectos que conforman la habitabilidad, además de proponer medidas correctivas donde sea menester.

Abstract

This work presents you with the diagnosis made upon the higrothermic and ventilation requirements through a project carried at the Architecture and Urbanism Faculty Building under the sponsorship of the Council for the Scientific and Humanistic Development (In Spanish, Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico) of the Central University of Venezuela. The methodology includes visual inspection, a selection of the spaces that present habitability problems and in situ experimentation with the cases of study. The data processing of the results in the light of local and international standards allows to perform a diagnosis upon each aspect of habitability, it also proposes correction measures where they are needed.

El edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo funciona hoy en día interrelacionando espacios originales con espacios intervenidos, combinando usos docentes con áreas de investigación, de oficinas administrativas y/o de apoyo. En algunos casos se han remodelado zonas incorporando sistemas de aire acondicionado sin estudios planificados, desmejorando la ventilación e iluminación natural de los espacios colindantes. Esto invita a plantear la interrogante sobre el impacto que han podido tener estas modificaciones en las condiciones de habitabilidad de la edificación, en especial en el confort térmico, lumínico y acústico de los usuarios.

En este trabajo se presentan los resultados del diagnóstico de las exigencias higrotérmicas y de ventilación de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo realizadas en el marco del proyecto de investigación intitolado: "Diagnóstico de las condiciones de habitabilidad de un edificio patrimonial. Caso: Edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV", bajo el auspicio del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH) de la UCV e identificado bajo el nº PG 02-32-5310-2003. A lo largo del trabajo se desarrolla una metodología que incluye inspección ocular, selección de los espacios con evidentes problemas de habitabilidad y experimentación en sitio de los casos de estudio. El procesamiento de los resultados a la luz de las normativas nacionales y/o internacionales permiten hacer el diagnóstico en cada uno de los aspectos que conforman la habitabilidad, además de proponer medidas correctivas donde sea menester.

Descriptor:

Exigencias higrotérmicas y de ventilación;
Ventanas pivotantes; Ventilación cruzada

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 22-1, 2006, pp. 55-65.
Recibido el 16/06/06 - Aceptado el 14/12/06

Fundamentación

La exigencia higrotérmica rige las condiciones ambientales de los espacios de forma de garantizar a los usuarios el balance térmico del cuerpo humano en su intercambio de calor con el ambiente circundante. El confort térmico es un concepto vinculado al metabolismo del cuerpo humano, por lo cual involucra tanto los factores ambientales como las respuestas psicológicas, fisiológicas y sensoriales del ser humano. De esta manera está determinado por la acción de las variables ambientales —temperatura del aire, velocidad del aire y humedad— en combinación con los factores físicos —nivel de actividad y vestimenta— de los usuarios.

La exigencia higrotérmica de los espacios se puede obtener a través de dos formas:

- a) Acondicionamiento activo: se logra el confort de los usuarios, acondicionando ambientalmente los espacios con sistemas mecánicos (por ej.: aire acondicionado) o utilizando energía eléctrica; el objetivo correcto debe ser obtener confort con un uso racional de la energía.
- b) Acondicionamiento pasivo: para lo cual se busca el confort de los ocupantes de los espacios, manteniendo favorables las condiciones ambientales interiores con la respuesta arquitectónica. Esto se logra sólo en zonas climáticas con condiciones exteriores moderadas.

En climas cálidos húmedos como el de Caracas, la ventilación natural permite mejorar la temperatura interior de los espacios al renovar el aire interior que generalmente presenta mayor temperatura y humedad que el aire exterior y contribuye con la pérdida de calor del cuerpo humano y produce sensación de frescura en el cuerpo. La ventilación natural es por lo tanto un factor básico para mantener en forma pasiva la calidad higrotérmica en el trópico y, adicionalmente, la ventilación permite la renovación del aire interior en el sentido de garantizar la calidad química (polvos, gases y microorganismos) y odorífica del aire dentro de la edificación y en su entorno.

Índices y/o normativas

Las regulaciones vigentes actualmente en Venezuela no contemplan todos los aspectos que regulan la calidad higrotérmica de los ambientes. Por ejemplo, lo que concierne a ventilación y calidad de aire se contempla parcialmente sólo en:

1. Gaceta Oficial de la Republica de Venezuela N° 4.044 Extraordinario. Normas Sanitarias. 1988.
2. Normas venezolanas COVENIN: 2250-90, Ventilación de los lugares de trabajo. Para los demás aspectos hay que basarse en referencias, índices térmicos y normativas internacionales.

En el caso del acondicionamiento pasivo se relacionarán las siguientes variables ambientales: ventilación, humedad relativa, temperatura del aire, actividad y tipo de vestimenta de los usuarios, datos que serán ubicados en los índices de confort del PMV. El índice PMV puede ser utilizado en este caso por las condiciones climáticas de Caracas aunado a la adecuada relación clima arquitectura en el diseño de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

En el caso del acondicionamiento activo: se basará en los rangos de confort de ASRHAE relacionando estos índices con el nivel de mantenimiento de los ambientes y de los equipos con énfasis en la eficiencia energética.

Características de los ambientes a evaluar

La Facultad fue diseñada aplicando magistralmente criterios básicos de arquitectura tropical, incorporando patios interiores, bloques calados, romanillas y pérgolas, para suministrar ventilación e iluminación natural a los espacios interiores. Esto ha permitido el funcionamiento de todos los ambientes con acondicionamiento pasivo exceptuando el auditorio y el sótano que originalmente utilizaban extracción mecánica.

La torre del edificio posee una excelente orientación respecto al sol y al viento en su fachada principal norte-sur, lo cual ha asegurado en todos estos años excelentes condiciones de temperatura, ventilación natural e iluminación natural en las aulas de clase ubicadas a lo largo de todas las plantas tipo con orientación norte. En esta fachada, los dispositivos de control y protección de la radiación solar directa (parasoles) fueron diseñados con la finalidad de lograr condiciones naturales adecuadas, cumpliendo de esta manera con el objetivo principal de conseguir confort interno. En la planta baja se aprovechan al máximo los patios interiores y las aberturas en techos. Destaca el uso de grandes ventanas en los talleres originales de diseño y los cerramientos de bloques de ventilación en las áreas públicas, que ayudan a refrescar e iluminar los diferentes espacios.

Con el paso de los años la planta física de la Facultad ha ido sufriendo modificaciones paulatinas y en forma no planificada para adaptarse a las nuevas funciones académicas, docentes y administrativas de la FAU, por la evolución de la vida académica. La población fija y flotante ha ido en aumento presentando actualmente un mayor número de estudiantes (de pregrado y posgrado), profesores, investigadores y personal administrativo, técnico, obreros y de apoyo.

Actualmente la planta física funciona interrelacionando espacios originales con espacios intervenidos, combinando usos docentes con áreas de investigación, de oficinas administrativas y/o de apoyo. En algunos casos se han remodelado zonas incorporando sistemas de aire acondicionado sin estudios planificados, desmejorando la ventilación e iluminación natural de los otros espacios. Por ejemplo, la creación de los Institutos de investigación de la Facultad (IU e IDEC), con una programación de áreas y requerimientos de habitabilidad específicos, generó el cambio de uso de aulas de clase del piso 4 (IU) y los talleres de diseño de la PB (IDEC) que pasaron a áreas de investigación y oficinas.

La planta tipo del piso 1 de la torre fue intervenida para los estudios de postgrado, conformado por áreas de docencia, administrativas y de apoyo. El pasillo de circulación fue habilitado para cubículos, colocando ventanas móviles sobre la pared de bloque de ventilación en la fachada sur, alterando el paso del viento y la ventilación natural del resto del piso. Las aulas de clases ubicadas en la fachada norte perdieron la ventilación cruzada, por lo cual se han incorporado sistemas de acondicionamiento activo (aire acondicionado).

Para efecto de este diagnóstico se estudiarán:

- Salones de aulas (originales): se estudiará el confort de los estudiantes en las aulas que funcionan con acondicionamiento pasivo.
- Oficinas y salones de clases (intervenidos): se estudiará el confort de los usuarios de oficinas y el gasto energético de los ambientes que funcionan con sistemas activos los cuales adicionalmente pueden alterar otras variables de la habitabilidad como son la calidad del aire interior y la acústica.

Mediciones *in situ* y resultados

Los casos de estudio seleccionados para las mediciones fueron:

- Piso 7, salón 708, planta tipo (diseño original del Prof. Villanueva)
- Piso 1, salón 108, postgrado y pasillo de postgrado (piso intervenido, actualmente allí funciona la Dirección de Postgrado)
- Piso 4, Oficina de pasante del Instituto de Urbanismo (IU) (piso intervenido, actualmente funciona el Instituto de Urbanismo).

Se registraron las siguientes variables ambientales:

- Temperatura del aire exterior (referencial);
- Temperatura del aire dentro de los espacios;
- Humedad del aire dentro de los espacios;
- Velocidad del aire en el interior y exterior.

Para las mediciones se utilizaron los equipos que se describen en el cuadro 1. La localización de los equipos, así como las fechas y horarios se indican para cada caso en particular.

Cuadro 1
Equipos utilizados para las mediciones

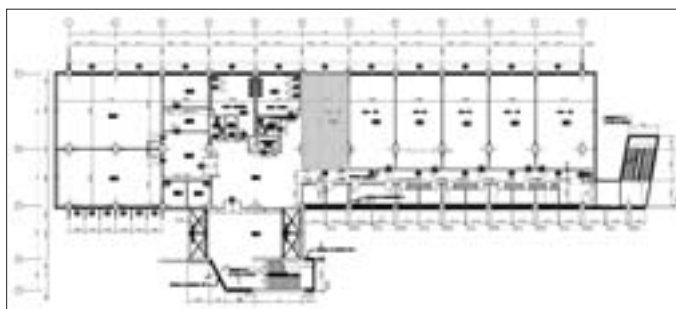
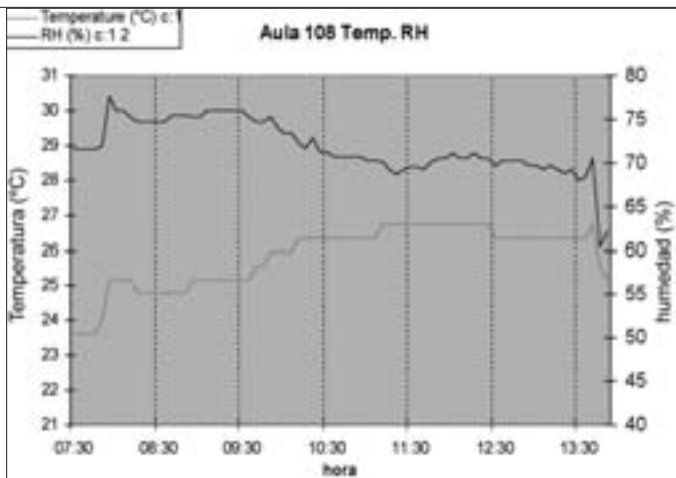
	1	2	3	4
Equipo	Hobo RH/Temp. /Light /ext.	Hobo RH/Temp.	Hobo RH 2 externas	Anemómetro
Modelo	H08-004-02	H08-032-08	H09-007-02	Qualime-trics, inc.-26151
Serial	402809	413042	390721	Vel. 0 a 100 Mph.
Alcance Operativo	(-20 a 70°C y 0-95%RH)	(-30 a 50°C)	(-20 a 70°C)	
Tiempo de Precisión	Aprox. ±1min. ±100ppm a 68°F	Aprox. ±1 min. ±100ppm a 68°F	Aprox. ±1 min. Por semana	
Capacidad Medición	7944 Total de medición	65291 Total de medición	7944 Tota de medición	
Tamaño	2,4" x 1,9" x 8"	4,0" x 3,2" x 2,0"		
Peso	Aprox. 1 oz	5,1 oz		
Función	Función medidor de RH/Temp./Luz. Con una salida sensor Exterior	Medidor de RH/Temp.	Función medidor de RH/Temp. Con 2 salidas	Medir la velocidad del aire en lugares específicos dentro de los espacios estudiados.

Aula 108. Piso 1. Postgrado
Medición de temperatura y humedad

Aula 108. Piso 1
Postgrado FAU-UCV

La fachada norte del edificio de la FAU posee dispositivos de protección solar que evitan el paso de la radiación directa hacia el interior de los salones, moderando el aumento de temperatura Interna. Al mismo tiempo, grandes ventanas pivotantes en dicha fachada y otras de menor tamaño en el interior ayudan a mantener una ventilación natural cruzada hacia el pasillo de circulación, el cual tuvo cambios en su uso colocándose módulos de oficinas que alteraron la calidad térmica de los salones de clase ubicados en el área.

El gráfico muestra dos curvas: una de temperatura, la inferior, que va en ascenso de 24° a 26,8°C durante la mañana, lo que significa que las cualidades de los materiales, de acabados y dispositivos de protección solar ayudaron a controlar el aumento de la temperatura interna. Mientras que la curva superior corresponde a la humedad relativa, donde se percibe una concentración que se ubica entre 68% y 77%, debido posiblemente a una deteriorada ventilación natural cruzada, ocasionada por el cambio de uso que se le dio al pasillo de circulación. La concentración de HR unida con las temperaturas durante la mañana ocasiona en el ambiente una sensación climática inadecuada que lleva a pensar como solución la colocación de aire acondicionado para mejorar las condiciones ambientales internas. Conocido que la ventilación natural cruzada es insuficiente, debe buscarse la manera de mejorar la entrada de la misma, restableciendo las condiciones climáticas del diseño original.

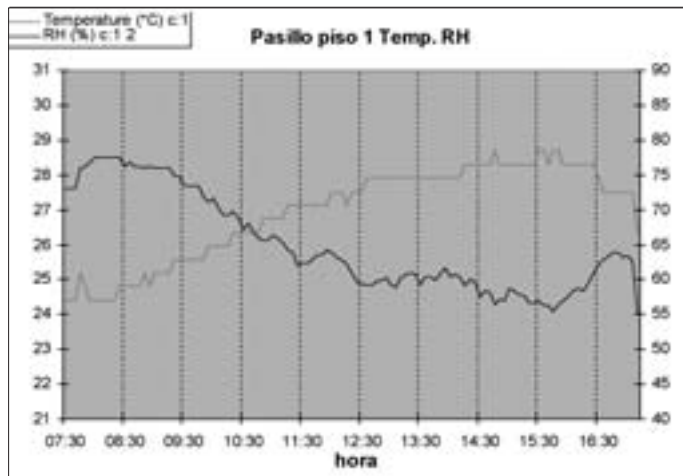


Referencia: Normas Venezolanas COVENIN: 2250-90.

Cuadro
Medición de temperatura y humedad Aula 108

Lugar medición	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Tiempo de duración	Alt. HOBO	Humedad Máx. y Min	Temperatura Máx. y Min	Condiciones
Aula 108 Piso 1 Postgrado	03/05/05	7:30 am	1:30 pm	6 horas	1m	77% 60%	26,8°C 23,8°C	-El día estaba un poco nublado en las primeras horas -No se prendió el aire acondicionado. -Puerta y ventanas abiertas (ventilación natural) - Pasillo modificado para uso de oficinas.

Oficina de pasillo de Postgrado. Piso 1.
Medición de temperatura y humedad (FAU - UCV)



Referencia: Normas Venezolanas COVENIN: 2250-90.

Oficina de Pasillo de Postgrado.

Piso 1 Postgrado FAU-UCV

El pasillo de postgrado presenta modificaciones a nivel espacial debido a un cambio de uso en el área de circulación, donde fueron instalados módulos de oficinas y ventanas que se mantienen cerradas e impiden la ventilación natural, alterando el paso del aire al resto de los salones de esa área, lo cual afecta otras variables como temperatura y humedad, que son indispensables para el confort interno.

En el gráfico se observa un aumento progresivo de temperatura que va de 24°C hasta 29°C a las 3 de tarde. Por otro lado, la humedad relativa es alta en horas de la mañana y va descendiendo hasta acercarse al mediodía cuando se reduce a 55%

Esto indica que las condiciones climáticas han sido afectadas por la colocación de las ventanas, deteriorando la circulación de la ventilación natural, lo que causa una mayor concentración de HR al no poder disiparla.

El aumento de la temperatura posiblemente se incremente por la radiación solar que entra por la fachada sur y pasa por los vidrios generando un cambio de radiación a calor, desmejorando las condiciones térmicas de este espacio.

Medición de temperatura y humedad, oficina de pasillo 1

Lugar medición	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Tiempo de duración	Alt. HOBO	Humedad Máx. y Min	Temperatura Máx. y Min	Condiciones
Oficina Administrativa. Pasillo de Postgrado Piso 1	03/05/05	7:30 am	1:30 pm	6 horas	1m	75,5% 55%	28,8°C 24,3°C	-Modificación y transformación de pasillo a cubículos de oficina. -Cierre de bloques de ventilación y colocación de ventanas que se mantienen cerradas e impiden la ventilación natural en el mismo.

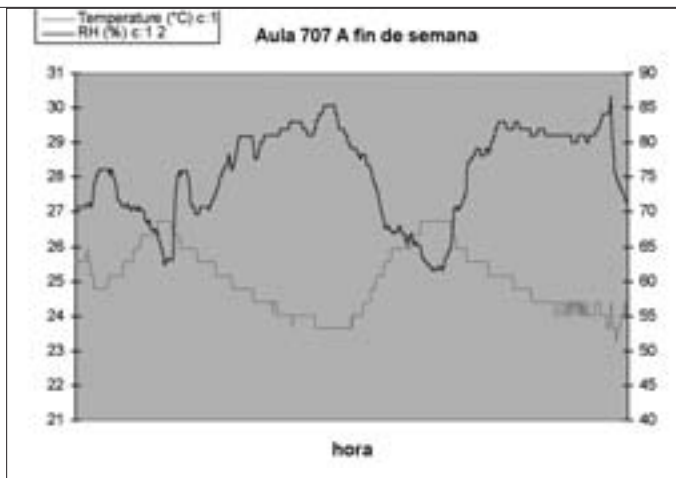
Aula 707. Piso 7. Planta Tipo

Medición de temperatura y humedad (FAU - UCV)

**Aula 707. Piso 7
Planta Tipo FAU-UCV**

El AULA 707 es un espacio que fue diseñado para el máximo aprovechamiento de las condiciones naturales de iluminación y ventilación, ayudada con dispositivos de protección solar y acabados adecuados que evitan el recalentamiento de las paredes contenedoras ayudando a mejorar la sensación térmica interna. De igual manera, las ventanas basculantes ubicadas en la fachada norte, propician la ventilación natural necesaria para reducir la sensación de humedad relativa en el lugar. En este caso por ser fin de semana, se mantuvieron cerradas, al igual que las puertas de los salones.

En los resultados obtenidos durante el monitoreo del fin de semana, los valores de temp. y humedad se mostraron algo alterados con una oscilación cíclica durante las 48 horas donde la temperaturas más alta se ubicó entre las 3 y 5 pm. y la más baja de 6-9am, lo que significa que este comportamiento pudo haber sido causado por la falta de ventilación natural ya que se encontraba cerradas todas las posibles entradas de aire. Al mismo tiempo los días presentaron condiciones de mucho nubosidad. También existe un retardo térmico motivado por los aislantes y dispositivos de protección que retardaron y amortiguaron las condiciones de temp. max. y min, manteniéndose dentro del rango del confort.

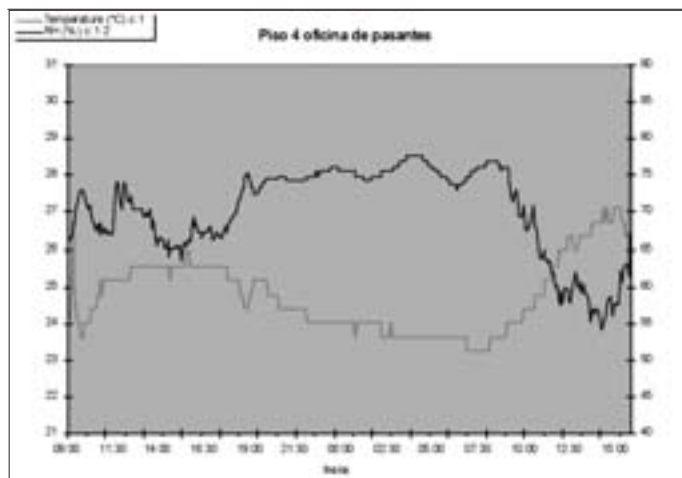


Referencia: Normas Venezolanas COVENIN: 2250-90.

Cuadro
Medición de temperatura y humedad en Aula 707

Lugar medición	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Tiempo de duración	Alt. HOBO	Humedad Máx. y Min	Temperatura Máx. y Min	Condiciones
Piso 7 Aula 707 Planta Tipo	03/05/05	7:30 am	8:15 pm	48 horas	1m	85% 61%	26,8°C 23,5°C	Puertas y ventanas cerrada: nublados Paredes pintadas de colores claros

Instituto de Urbanismo. Piso 4 (Oficina de Pasantes)
 Medición de temperatura y humedad (FAU - UCV)
 Encuestas de confort



Referencia: Normas Venezolanas COVENIN: 2250-90.

**Instituto de Urbanismo. Piso 4.
 Oficina de pasantes. FAU-UCV
 (pasillo modificado)**

El Instituto de Urbanismo, está ubicado en una plana tipo cuyo uso fue modificado completamente: el pasillo de circulación original se cerró con puertas y ventanas de vidrio, y se subdividieron todos los espacios de los salones y el pasillo en numerosas oficinas, lo que originó la interrupción de la entrada de ventilación natural cruzada proveniente de la fachada sur, necesaria para el control de la temperatura y humedad, lo que condujo a la instalación de aires acondicionados para compensar el aumento de temperatura y humedad posiblemente causado por la falta de ventilación y otros factores. En el gráfico se distingue un aumento de temperatura a las 9 de la mañana cuando empieza la actividad en el Instituto, unido al calor producido por los aparatos electrónicos, la luz artificial y las actividades de las personas. Seguidamente se produce un cambio brusco de descenso de la temperatura en el momento en que se encienden los aparatos de aire acondicionado originando una estabilización de la temperatura en 25,7°C el resto de la tarde hasta cerrar. Finalmente la temperatura desciende lentamente hasta el día siguiente cuando de nuevo comienzan las actividades.

Cuadro 2
Medición de temperatura y humedad en piso 4

Lugar medición	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Tiempo de duración	Alt. HOBO	Humedad Máx. y Min	Temperatura Máx. y Min	Condiciones
Instituto de Urbanismo, Piso 4 Oficina de Pasantes	03/05/05	9:00 am	1:00 pm	28 horas	1m	77,5% 54%	23°C 26,5°C	Cambio de uso del pasillo de circulación original, a oficinas del IU. Cierre con puertas y ventanas de vidrio. Anulada ventilación natural cruzada. Utilización a/a. central en todo el IU.

Como parte del desarrollo de la metodología se diseñó una encuesta para evaluar la habitabilidad de algunas aulas de clases de la FAU, en particular en los aspectos referidos al confort térmico y lumínico.

La encuesta incluye preguntas de percepción y nivel de aceptación por parte de los ocupantes (estudiantes) de los espacios evaluados, en relación con el confort térmico, lumínico y espacial. Adicionalmente el diseño de la encuesta permite conocer datos importantes de los usuarios tales como edad, estado de ánimo, actividad y vestimenta, así como referencias necesarias como las condiciones físico-ambientales del local.

La encuesta se pasó en paralelo en dos aulas el día martes 3 de mayo de 2005 en horas de la mañana, bajo las siguientes condiciones:

- Piso 7, Aula 708, Planta Tipo, diseño original del Arq. Raúl Villanueva, Cátedra: Asentamientos Humanos, semestre III y IV Hora: 11:25 a.m., N° de personas encuestadas: 19 estudiantes.
- Piso 1, Aula 108, Planta Tipo intervenida, actualmente funciona como salón de clases de la Dirección de Postgrado, Cátedra: Geometría II, semestre: IV y V, Hora: 12:40 p.m., N° de personas encuestadas: 23 estudiantes.

Simultáneamente se realizaron *in situ* las mediciones de las variables ambientales que afectan el confort, es decir, la temperatura, humedad y velocidad del aire, y nivel de iluminación.

El análisis de los resultados de las encuestas y los comentarios de los alumnos se resumen a continuación:

Calidad lumínica: adecuada, pero quizás se podría aprovechar mejor. Es importante destacar que se combina iluminación natural con artificial, aunque no todos los bombillos de las lámparas permanecían encendidos, por falta de mantenimiento.

Calidad térmica: temperatura y humedad del aire adecuadas; no se perciben ni frío ni calor extremos; adecuada temperatura exterior e interior.

Los estudiantes encuestados calificaron el clima de Caracas, en general, como muy confortable. Los meses más calurosos los situaron entre abril, mayo y junio, y los más fríos de noviembre a enero. Perciben mayor humedad en el aire entre agosto y diciembre.

La ropa de referencia para asistir a las clases fue camisa manga corta, jeans, medias gruesas y zapatos de goma. La mayoría de los estudiantes manifestó estar en estado de ánimo tranquilo durante la participación en la clase.

Comparativamente, el Aula 708 (original) tuvo una mayor aceptación, y fue considerada con mayor nivel de habitabilidad que el Aula 108 (intervenida).

Considerando el edificio completo de la FAU y para estudiar el nivel de aceptación de los estudiantes en las aulas de clases de la Facultad, se les preguntó a los 42 estudiantes encuestados: "¿Que salón escogerías si pudieras cambiar de aula asignada?". Las respuestas fueron las siguientes: 8 estudiantes no respondieron, lo cual se asume como que estaban conformes con las aulas asignadas (aula 708); 5 estudiantes respondieron preferir el aula asignada 708; 1 estudiante respondió preferir el aula asignada 108; 6 estudiantes dijeron preferir las aulas anfiteátricas (PB); 3 estudiantes respondieron preferir el aula 508; 3 estudiantes respondieron que preferían las aulas del piso 6 (originales) 607, 608, 609; 2 estudiantes respondieron preferir las últimas aulas de cada planta tipo (pisos 1, 2, 3, 5, 6, 7); 1 estudiante dijo preferir el aula 309 y el taller de Sanitaria PB; 3 estudiantes dijeron preferir el Auditorio.

Es marcada la preferencia por aulas originales, que no han sido intervenidas, con excepción de las Anfiteátricas.

Conclusiones y recomendaciones

- Se puede apreciar el buen funcionamiento bioclimático del diseño original del Maestro Villanueva. En el caso de la torre, su orientación norte-sur aprovecha al máximo las variables climáticas naturales como la ventilación e iluminación. El adecuado diseño de los parasoles en la fachada norte evitan el exceso de radiación solar directa en las aulas de clase. Se logra una efectiva ventilación natural cruzada aprovechándose los vientos sur-este predominantes, por la actuación conjunta de la fachada sur de características permeables con las ventanas basculantes ubicadas tanto en la fachada norte como en paredes internas. En la planta baja se aprovechan al máximo los patios interiores y las aberturas en techos; destaca el uso de grandes ventanas en los talleres originales de diseño y los cerramientos de bloques de ventilación en las áreas públicas. Los espacios que han mantenido los dispositivos de climatización del diseño original responden de una mejor manera al entorno climático que aquellos espacios que han sufrido modificaciones. Por esa razón, cuando se pretenda realizar modificaciones de

uso, se deberá evaluar exhaustivamente el impacto que éstas tendrían en la habitabilidad de la edificación.

- Las modificaciones en la estructura funcional, académica y administrativa de la FAU, ocurridas a lo largo de más de 50 años de actividad, han producido intervenciones en la planta física, lo cual ha obligado a instalar equipos de aire acondicionado y de iluminación artificial para compensar las alteraciones en la habitabilidad global. Estas modificaciones se evidencian en las siguientes áreas:
 - En el primer piso, donde funciona la Coordinación de Postgrado, el pasillo de circulación fue transformado en cubículos. Allí se instalaron ventanas correderas en el cerramiento permeable en la fachada sur, alterando el paso natural del aire al resto de las aulas en la fachada norte.
 - En el Instituto de Urbanismo (IU), el pasillo de circulación original fue transformado en área de actividades administrativas y de investigación, con una puerta de acceso restringido, lo cual obstaculiza el paso natural de la ventilación. Los datos registrados durante un monitoreo de 12 horas muestran temperaturas mayores que en espacios similares no intervenidos, posiblemente producidas por los equipos de computación, las actividades de las personas y principalmente por los cerramientos con vidrio, lo cual obliga a colocar equipos de aire acondicionado.
 - Ciertas medidas tomadas para la seguridad física de muebles y personas han llevado a incorporar cerramientos traslúcidos fijos y puertas adicionales de acceso controlado, en determinados espacios de la PB y de las plantas tipos, que han alterado la calidad térmica global al restringir la ventilación natural cruzada.
 - En algunos de los espacios intervenidos, tales como los cubículos de profesores en el piso 9 y el aula anfiteátrica 3 en PB, no funcionan las unidades de aire acondicionado. En estos casos las subdivisiones interiores de los espacios y las ventanas cerradas impiden la ventilación natural generando inconfort térmico en los usuarios, quienes intentan mitigarlo con las puertas abiertas.
 - Se detectó un consumo de energía excesivo por la falta de mantenimiento de los equipos de aire acondicionado y de los mecanismos de puertas y ventanas en determinados espacios. Esto se evidencia en el piso 1, en la sala seminarial, donde se pintaron las ventanas pivotantes con el mecanismo abierto, por lo cual no se pueden cerrar, funcionando el salón con el sistema de

aire acondicionado a toda capacidad, sin criterios de eficiencia energética y con una alta generación de ruido (afecta la calidad acústica de este salón).

- Los resultados de las encuestas de confort muestran que los salones de clases con mayor aceptación por parte de los estudiantes encuestados son las aulas de las plantas tipo más cercanas a la fachada este, es decir aquellas identificadas con los números 108, 508, 607, 608, 609 y 708. También tienen gran aceptación las aulas Anfiteátricas, el Taller Galia, el Taller de Instalaciones Sanitarias y el Auditorio. Es marcada la preferencia por aulas originales, que no han sido intervenidas, con excepción de las anfiteátricas.

Por estas razones se recomienda:

- En los ambientes donde se pretendan realizar modificaciones deberá evaluarse exhaustivamente el impacto que éstas tendrían en la habitabilidad de la edificación. En particular se debe analizar la disposición original de las ventanas o elementos permeables que favorecen la ventilación e iluminación natural.
- Acudir ante el Consejo de Preservación y Desarrollo (COPRED), organismo competente de planificación de los espacios de la UCV, en los casos de modificaciones, remodelaciones o cambios de usos en la edificación de la FAU.
- Evaluar con profundidad las consecuencias del uso de sistemas activos de enfriamiento sobre la calidad de cada ambiente en particular y sobre la habitabilidad global de la edificación.
- Evitar la sustitución de las ventanas pivotantes originales por ventanas fijas o con poca movilidad y aberturas, para asegurar la ventilación cruzada en los diferentes espacios de la FAU.
- En las aulas de clase de la torre (plantas tipo 1, 2, 3, 5, 6, 7) se debe asegurar en los meses de mayor calor (mayo a septiembre) una efectiva ventilación natural cruzada. En este sentido deben mantenerse abiertas las ventanas internas y externas para aprovechar los vientos sur-este predominantes.
- Implantar un programa efectivo de mantenimiento que incluya los sistemas de aire acondicionado y la hermeticidad de ventanas y puertas.
- Usar colores claros, tanto en mobiliarios como en paredes para disminuir la absorción de la radiación solar directa o indirecta.
- Evitar la colocación inadecuada del mobiliario o modificación del espacio que pueda alterar la trayectoria natural de la ventilación a los diferentes ambientes que necesiten de ella.

Referencias bibliográficas

"Diagnóstico de las condiciones de habitabilidad de un edificio patrimonial. Caso: edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV". Informe final del proyecto de investigación CDCH n° PG 02-32-5310-2003.

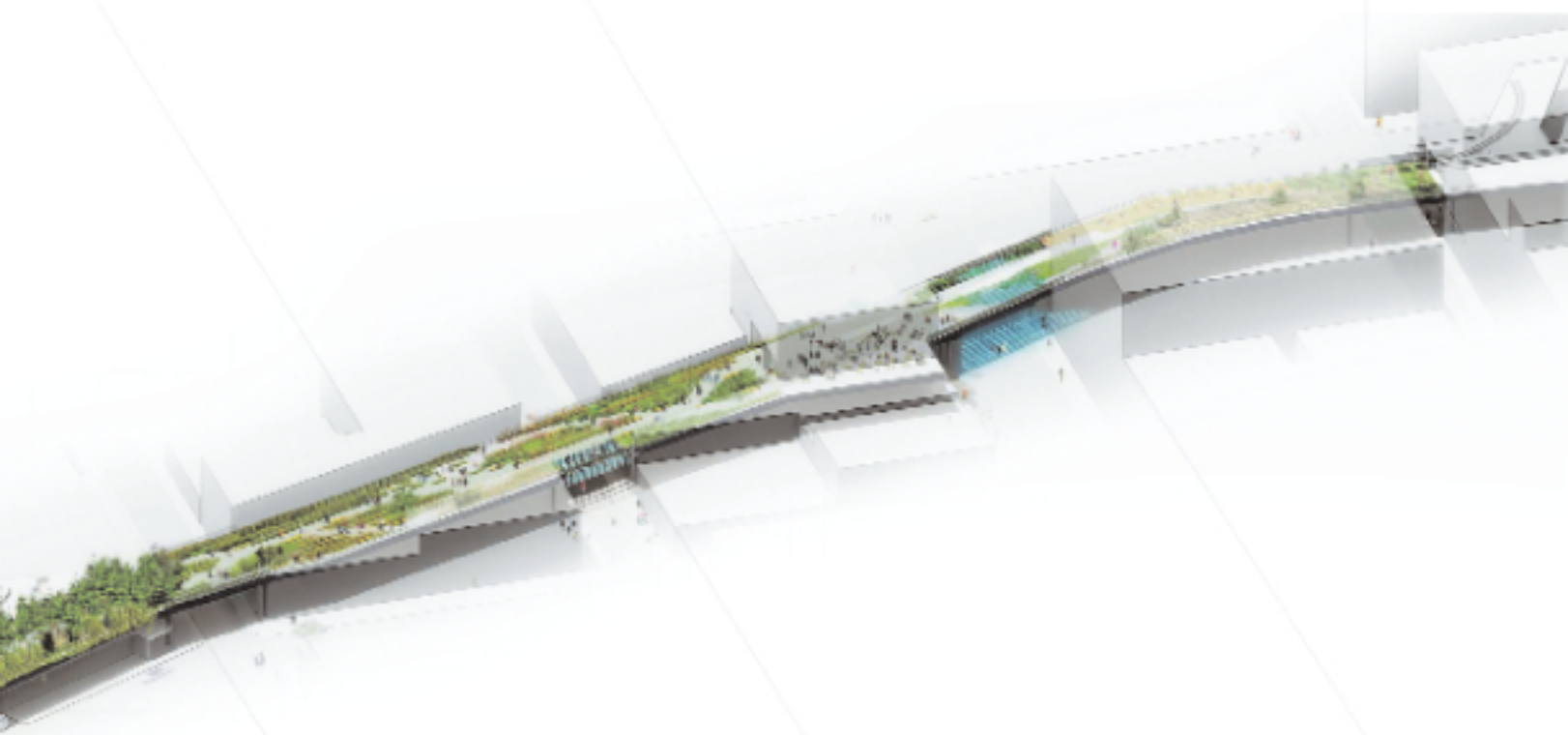
Gaceta Oficial de la República de Venezuela n° 4.044 Extraordinario, Normas Sanitarias. 1988.

Normas Venezolanas COVENIN: 2250-90, Ventilación de los lugares de trabajo.

Siem, G.; Sosa, M. E.; Hobaica, M. E.; Pasqualli, C.; Grimaldi, L. et al. *Código nacional de habitabilidad, para la vivienda y su entorno*. Edición CONAVI. IDEC-IU-FAU-UCV. Caracas 2001.

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN

ISSN 0798-0831



22

**INSTITUTO DE DESARROLLO
EXPERIMENTAL DE LA
CONSTRUCCIÓN / IDEC
FACULTAD DE
ARQUITECTURA
Y URBANISMO
UNIVERSIDAD CENTRAL
DE VENEZUELA
INSTITUTO DE
INVESTIGACIONES / IFAD
FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO
UNIVERSIDAD DEL ZULIA
DECANATO DE
INVESTIGACIÓN
UNIVERSIDAD NACIONAL
DEL TÁCHIRA - UNET**



TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN 2006



**INSTITUTO DE DESARROLLO
EXPERIMENTAL DE LA
CONSTRUCCIÓN / IDEC**

FACULTAD DE
ARQUITECTURA
Y URBANISMO

UNIVERSIDAD CENTRAL
DE VENEZUELA

**INSTITUTO DE
INVESTIGACIONES / IFAD**

FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO
UNIVERSIDAD DEL ZULIA

**DECANATO DE
INVESTIGACIÓN**

UNIVERSIDAD NACIONAL
DEL TÁCHIRA - UNET

Indizada en

- REVENCYT. Apdo. 234. CP 5101-A. Mérida, Venezuela
<http://bolivar.funmrd.gov.ve/listado.html>
- REDINSE. Caracas
- PERIODICA Índice Bibliográfico. Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
<http://www.dgbiblio.unam.mx/periodica.html>
- Latindex <http://www.latindex.org/>
- Scielo <http://www.scielo.org.ve/scielo.php>

Suscripciones

Tres números anuales

Venezuela: Bs. 30.000

Extranjero: US\$ 100

Costo unitario: Bs. 10.000

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

Apartado Postal 47.169

Caracas 1041-A. Venezuela

Telfs/Fax: (58-212) 605.2046 / 2048 /

2030 / 2031/ 662.5684

Enviar cheque a nombre de:

IDEC Facultad de Arquitectura UCV

Envío de materiales, correspondencia y suscripciones IFAD/LUZ

Apartado postal 526.

Telfs.: (58-261) / 759 85 03

Fax: (58-261) 759 84 81

Maracaibo, Venezuela.

Enviar cheque a nombre de:

IFAD Facultad de Arquitectura LUZ

Envío de materiales, correspondencia y suscripciones UNET

Apartado postal 436.

Telfs.: (58-276) 353 04 22 / 353 24 54 ext. 372

Fax: (58-276) 3732454

Táchira, Venezuela.

Planilla de suscripción

Nombre y Apellido: _____

Profesión: _____

Dirección: _____

Fecha: _____

Apartado Postal: _____

Teléfono/Fax: _____

E-mail: _____

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

correspondiente a los números:

Venezuela: o Institucional Bs. 33.000 o Personal Bs.30.000

Extranjero: o Institucional US\$ 100 o Personal US\$ 90

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

Depósito a nombre de: IDEC - Facultad de Arquitectura - UCV Banco Provincial, Cta. Cte. N° 0108-0033-11-0100035278

Favor enviar esta planilla a:

- IDEC/UCV Apartado Postal 47.169, Caracas 1041-A, Venezuela. Fax:(58-0212) 605.20.48 / 605.20.46 ó

- IFAD/LUZ Apartado Postal 526, Maracaibo, Venezuela. Fax: (58-0261) 759.84.81.

Página en el Internet:

<http://www.arq.ucv.ve/idec/paginas/revista.html> e-mail: tyc@idec.arq.ucv.ve

<http://www.arq.luz.ve/tyc/>



Volumen 22. Número II
mayo - agosto 2006
Depósito Legal: pp.85-0252
ISSN: 0798-9601

Portada: imágenes tomadas de

www.thehighline.org/design/prelim_design/index.htm

Images by Field Operations and Diller Scofidio + Renfro, courtesy of the City of New York. Night lighting images by Field Operations, Diller Scofidio + Renfro, and L'Observatoire International. Images ©2005. City of New York. All rights reserved.

Tecnología y Construcción

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

- sistemas de producción;
- métodos de diseño;
- requerimientos de habitabilidad y calidad 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 a 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.

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

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

Marco Negrón

Ignacio de Oteiza

José Adolfo Peña U.

Héctor Silva Michelena

Fruto Vivas

Editor

IDEC/UCV

Co-Editor

IFAD/LUZ

Director

Alberto Lovera

Co-Director

Ricardo Cuberos

Luis Villanueva

Directores Asociados

Milena Sosa G.

Gaudy Bravo

Michela Baldi

Consejo Editorial

Alfredo Cilento

Irene Layrisse de Niculescu

Juan José Martín

Luis Marcano González

Eduardo González

Carlos Quiros

Melín Nava

Virgilio Urbina

Editor

Alberto Lovera

Coeditor

José Indriago

Luis Villanueva

Coordinación editorial

Michela Baldi

Diseño y diagramación

Rozana Bentos

Corrección de textos

Helena González

Impresión

Impresos Minipres C.A.

ESTA PUBLICACIÓN CONTÓ
CON EL APOYO FINANCIERO DE LAS
SIGUIENTES INSTITUCIONES

CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO
Y HUMANÍSTICO
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA



CONSEJO DE DESARROLLO
CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO
LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA



fonacit

CONSEJO NACIONAL
DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

notas biográficas

Carlos Angarita

Arquitecto (UCV, 1978).
Profesor asistente IDEC-FAU-UCV,
Área de Investigación: Economía de la
Construcción. e-mail: cangarita@idec.arq.ucv.ve

Iván Saavedra

Instituto de Mecánica de Fluidos, Facultad de Ingeniería,
Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
e-mail: saavedra@imf.ing.ucv.ve

Gabriel Castañeda

Arquitecto, Maestría en la Universidad Autónoma
de Yucatán (UADY), en 1995. Profesor del Cuerpo
Académico Componentes y Condicionantes de la Vivienda,
Facultad de Arquitectura de la UNACH, México
e-mail: gnolasco@prodigy.net.mx

Geovanni Siem

Ingeniero mecánico, UCV (1972).
Postgrado en el Institut Supérieur des Matériaux
et de la Construction Mécanique (ISMCM), París, Francia
(1975). Profesor Asistente IDEC-FAU-UCV.
e-mail: gsiem@idec.arq.ucv.ve

Augusto Márquez

Arquitecto (UCV, 1977).
Magister Scientiarum en Desarrollo Tecnológico
de la Construcción IDEC-FAU-UCV.
Profesor Asociado IDEC-FAU-UCV.
e-mail: amarquez53@hotmail.com

Maria Eugenia Sosa

Arquitecto, UCV (1982).
Postgrado: Especialidad en instituciones Financieras, UCAB
(1990). Profesor Agregado IDEC-FAU-UCV.
e-mail: msosa@idec.arq.ucv.ve

Melín Nava

Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central
de Venezuela, Caracas, Venezuela.
e-mail: mjnava@cantv.net

Francisco Vecchia

Engenheiro de Produção. Escola de Engenharia
de São Carlos EESC, USP, Brasil, 1981.
Profesor del Departamento de Hidráulica e Saneamento,
Escola de Engenharia de São Carlos,
Universidade de São Paulo (USP), Brasil.
e-mail: fvecchia@sc.usp.br

Víctor Obregón

Departamento de Ingeniería Hidráulica, Escuela de Ingeniería
Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de
Venezuela. Caracas, Venezuela. e-mail: victor@imf.ing.ucv.ve

Jaime Andrés Quiroa

Programa de Postgrado en Ciencias de Ingeniería Ambiental
EESC, USP, Brasil
e-mail: jaqh2000@yahoo.com.mx

		editorial
<i>Construction and Decentralization</i>	Construcción y descentralización <i>Alberto Lovera</i>	6 ↷
		artículos
<i>Green Roofs in Tropical Environment. An Experimental Comparative Essay upon Traditional Roofs</i>	Aplicación de cubiertas verdes en climas tropicales. Ensayo experimental comparativo con techumbres convencionales <i>Francisco Vecchia / Gabriel Castañeda / Jaime Andrés Quiroa</i>	9 ↷
<i>A Diagnosis upon the Acoustic Quality in Teaching Spaces at the Architecture and Urbanism Faculty of the Central University of Venezuela</i>	Diagnóstico de la calidad acústica en espacios de enseñanza en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo. FAU-UCV <i>Geovanni Siem / Maria Eugenia Sosa</i>	15 ↷
<i>Concrete-manufactured Modular Component for Reticular Alveolar Shallow Foundation Plates: An Option for Low Cost Housing Progressively Developed on Retro-Expansive Soil.</i>	Componente modular prefabricado de concreto para placa de fundación superficial reticular alveolada. Una opción para la vivienda de bajo costo de desarrollo progresivo sobre suelo retro-expansivo <i>Augusto J. Márquez</i>	23 ↷
<i>An Evaluation upon Superficial and Underground Water Flow at the University Campus of Caracas. Results in Advance to Decrease Vulnerability</i>	Evaluación del flujo de agua superficial y subterránea en la Ciudad Universitaria de Caracas. Resultados en avance <i>Víctor Obregón / Iván Saavedra / Melín Nava</i>	35 ↷
<i>Studies, Projects and Constructions Sites. The Experience of Organizaciones Comunitarias de Vivienda (Housing Communities Organizations)</i>	Estudios, proyectos y obras. La experiencia de las Organizaciones Comunitarias de Vivienda <i>Carlos Angarita</i>	43 ↷
		documentos
<i>Sustainable Construction. The State of the Question Juan de Herrera Institute</i>	La construcción sostenible. El estado de la cuestión <i>Instituto Juan de Herrera - España</i>	53 ↷
		postgrado
<i>Expanding Knowledge: Designing and Construction of Wooden Houses.</i>	Curso de Ampliación de Conocimientos Diseño y Construcción de Viviendas con Madera <i>Argenis Lugo</i>	63 ↷
		eventos
<i>Forum. Housing Policies in Venezuela's Working-Class Areas (1999-2006)</i>	Foro. Política de vivienda en Venezuela y sectores populares (1999-2006) <i>Teolinda Bolívar</i>	66 ↷
<i>Bolivarian Fair 'Building Alternatives for Decent Homes'</i>	Participación del IDEC en la Feria Alternativas Constructivas para Casas Dignas <i>Laura Ramírez</i>	67 ↷
		reseñas
<i>Books and Magazines</i>	Revistas y Libros	68 ↷
<i>Regulations for authors and arbitrators</i>	Normas para autores y árbitros	71 ↷

Construcción y descentralización

Alberto Lovera
IDEC / FAU / UCV

Los procesos de descentralización y transferencias de competencias del gobierno central a los regionales y locales no son fáciles. Se trata de una transferencia y cesión de poder. De allí las resistencias que concitan. Lo mismo puede ser dicho cuando este proceso se extiende a otros niveles como los parroquiales y las comunidades organizadas.

Cuando se han ensayado estos procesos de descentralización, el centro de las innovaciones políticas e institucionales es acercar el poder a los ciudadanos y hacer la acción estatal más eficiente, pero también busca corregir los rendimientos decrecientes del Estado centralista, que requiere de reformas: reservar al poder central las funciones estratégicas, delegando a otros niveles de gobierno la ejecución. Este enfoque permite, incluso, transferir a ámbitos, como los parroquiales y locales, funciones que antes estaban reservadas al poder central, y después a los niveles regionales y municipales.

Sin embargo, las propuestas descentralizadoras pueden adoptar ópticas muy diferentes. Pueden tener un contenido de profundización de la democracia o pueden enmascarar un intento de minimizar el rol del Estado. De hecho estas dos concepciones (democratizadora y privatizadora) suelen presentarse y enfrentarse en los procesos descentralizadores y según la que prevalezca se producirán efectos diferentes.

El proceso de descentralización no es fácil. Se generan muchas resistencias porque se le está quitando poder a los centros tradicionales desde donde se ejercía sin competidores ni contrapesos, y porque, adicionalmente, tiene que efectuarse un proceso de aprendizaje y adquisición de competencias para que desde los niveles regionales y locales se ejecute una parte sustancial de lo que hacía en antaño el poder central en un escenario heterogéneo producto de los desequilibrios regionales y locales y del desarrollo desigual de capacidades de ejecución. También porque si no se lleva adelante el proceso de descentralización mediante un plan claro, un itinerario adecuado, respetando su progresividad, se pueden producir efectos indeseables.

En muchos casos cuando se critica las virtudes de la descentralización se pierde de vista que ella no puede prosperar adecuadamente si no está acompañada de una reforma del Estado que garantice la articulación del papel rector y estratégico del poder central y la transferencia de competencias a los otros niveles (regionales y municipales) de gobierno. Muchos de los que adversan la descentralización olvidan que precisamente por ocuparse de las labores rutinarias de ejecución, el aparato central del Estado no puede atender con propie-

dad sus funciones estratégicas. Antes que debilitar al Estado, la descentralización puede servir para fortalecer su acción porque, como hemos señalado, una de las ópticas de la descentralización, la democratizadora, a la par de abordar la reforma del Estado, permite que la acción estatal se acerque al ciudadano y a las comunidades, y estos pueda influir sobre él de una manera más efectiva.

Como todos los procesos sociales y políticos, la descentralización no es irreversible. Nuevos brotes de centralismo pueden revertirla por un cambio en la correlación de fuerzas políticas que revivan la concentración de poder, perdiéndose las potencialidades democratizadoras de la descentralización y la oportunidad de, apoyándose en ella, impulsar la reforma del Estado y una mejor atención de las necesidades de la población.

Pero hay otra dimensión de la descentralización que debe tenerse presente. Existen una serie de actividades económicas que por su naturaleza se prestan para ser ejecutadas de manera descentralizada. Y al hacerlo se puede ser más eficiente y más sensible a las necesidades de la población. La Construcción es una de ellas.

Por sus características estructurales, la actividad de la construcción y mantenimiento de obras públicas permite que se transfieran a los niveles regionales y municipales, y en ciertos tipos de obras, a las comunidades organizadas, la ejecución de las mismas. No se trata de que el Estado se desprenda de sus responsabilidades, sino que se identifique en cada caso cuál nivel de planificación y ejecución es más adecuado. Si lo hace, dará respuestas más asertivas a lo que se espera de él.

Cuando se olvidan estos asuntos y se pretende que centralizando se tiene todo bajo control, no sólo sufre la democracia sino la atención de las necesidades constructivas de la sociedad, sobre todo aquellas que sin la mediación estatal quedarán insatisfechas, aquellas que no resuelve la mano invisible del mercado sino la muy visible del Estado, que atiende a eso que llaman las imperfecciones de aquél, que son moneda corriente, pero que ya no se pueden atender adecuadamente sino con una descentralización cercana al ciudadano, porque al centralismo le cuesta percibir sus necesidades, mucho más en actividades económicas y sociales como la construcción, que por definición suponen la puesta en concierto de diferentes actores del lado de la oferta y la demanda, y con distintas capacidades de acceder a bienes que igualmente son indispensables para la vida cotidiana en estos tiempos de corren.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

DE LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA - MARACAIBO - VENEZUELA



IFAD

www.arq.luz.ve/ifad

Fue creado en diciembre de 1978, teniendo su origen en la experiencia de más de diez años del Centro de Investigaciones Urbanas y Regionales - CIUR. Desde su creación como Instituto, su directriz fundamental ha sido *la búsqueda de la armonía del hombre con el espacio y con el territorio.*

El IFAD es un ente especializado en la investigación, en el campo del diseño y construcción de edificios, del análisis y planificación de ciudades, del análisis y acondicionamiento del ambiente. En estos campos de investigación, el IFAD busca especializarse sobre los sistemas de relación del hombre con el espacio desde el nivel micro-ambiental (hombre y recinto arquitectónico) hasta el nivel macro-ambiental (hombre y territorio).

El IFAD asume la misión de ser una organización académica de vanguardia y proyección a nivel mundial, con pertinencia en los procesos de transformación y desarrollo del hábitat humano en el ámbito nacional, con alta rentabilidad económica y social independiente de la localización física de sus integrantes.

La experiencia del IFAD se expresa a través de su producción científica: proyectos de investigación ejecutados y en ejecución; artículos y monografías científicas; así como, de los servicios de asesorías, realización de estudios y proyectos para otros organismos (extensión). Además el IFAD, colabora en la función docente de las escuelas de Arquitectura y Diseño Gráfico de LUZ; organiza o colabora en eventos científicos; edita o coedita publicaciones científicas; y mantiene relaciones con organismos de diversa índole.

El objetivo principal de IFAD es la generación de nuevos conocimientos: para fomentar un adecuado desarrollo de nuestra sociedad en el área de la Arquitectura y el Urbanismo; considerando también su aplicación en la docencia.

S
O
V
I
T
E
J
O
b

Áreas Prioritarias de Investigación

Sistemas Urbanos-Regionales

Estudiar lo concerniente a las políticas urbanas aplicadas y la formulación de planes y proyectos urbanos y de territoriales.

Sistemas de Acondicionamiento Ambiental

Generar técnicas y métodos que permitan el mejoramiento de la calidad ambiental del espacio construido, desde la escala urbana hasta el edificio y recinto.

Propiciar una arquitectura más confortable e identificada con nuestro medio, así como la optimización de los recursos energéticos.

Sistemas Constructivos

Estudiar el sistema actual de producción del hábitat urbano, de manera integral y multidisciplinaria, considerando el desarrollo general del sector inmobiliario y de la construcción, sea este formal o informal.

Sistemas de Información para la construcción y el desarrollo urbano

Desarrollar metodologías que contribuyan a la automatización de procesos de trabajo y sistemas de información dentro del campo de la arquitectura y el urbanismo.

recursos tecnológicos
Cubiculos, talleres, salones de clases, usos múltiples y reuniones
Unidad de clima y arquitectura
Estación Meteorológica Urbana
Patio de Experimentación Ambiental
Unidad de Geomática Urbana
Servicios Telemáticos
Unidad de Hipermedios
Unidad de Documentación e Información



Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura y Diseño IFAD
La Universidad del Zulia
Apartado Postal 15399, Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela

Tel: +58 261 7598503 - 7598481
Fax: +58 261 7598503
e-mail: ifad@luz.ve



Aplicación de cubiertas verdes en climas tropicales. Ensayo experimental comparativo con techumbres convencionales

Francisco Vecchia. EESC, USP, Brasil
Gabriel Castañeda. UNACH, México
Jaime Andrés Quiroa. EESC, USP, Brasil

Resumen

El artículo muestra los resultados de mediciones térmicas experimentales de cubiertas verdes ligeras (CVL) en células de prueba construidas en clima tropical de altitud, con una cota altimétrica de 900 metros. Los resultados se obtuvieron por medio de las temperaturas interiores, del aire y de las superficiales, y evidencian que el techo verde es factor de reducción de los cambios térmicos entre el exterior y el interior, pues actúa como elemento de retraso y de amortiguamiento térmico, sobre todo, en edificaciones de un nivel en que las techumbres son más vulnerables a los cambios térmicos. Respectivamente, el retraso verificado fue de 4 (cuatro) horas y el amortiguamiento de 6° C. Se observó que las temperaturas del aire y las temperaturas superficiales interiores de la techumbre verde tuvieron, en su reacción frente al calor, temperaturas menores que las del aire exterior y debajo de los límites del confort térmico, hipotéticamente tomándose el Diagrama Bioclimático de Victor Olgyay (1963) como referencia de limitante superior.

Abstract

This article shows the results from experimental thermal measurements upon light green roofs in trial cells built in altitude tropical weather (900 m. / 295 ft). These results were obtained from inside, outside and air temperatures; and they show that green roofs are a factor of reduction in inside and outside thermal changes since they work as a delay and thermal absorption element, specially in those buildings where roofs are more vulnerable to thermal changes. Respectively, the verified delay was four hours and the absorption was 43° F. Inner air and roof temperatures reacted to heat with lower temperatures than exterior air and also below the limits of thermal comfort, taking, hypothetically, the bioclimatic diagram of Victor Olgyay (1963) as the reference of upper limit.

Este artículo busca mostrar los resultados de la medición experimental comparativa de las temperaturas de dos techumbres en dos células de prueba (prototipos) de igual construcción. Un techo tradicional compuesto por losas de concreto armado sin utilización de tejas de recubrimiento y otro alternativo con la aplicación de pasto sobre la cubierta. La importancia del pasto se refiere a la atenuación de las temperaturas interiores, sobre todo, de las superficiales que, además de incrementar los valores de las temperaturas del aire interior, actúan, directamente, sobre la piel de las personas al interior de viviendas, por medio del efecto de cambios térmicos por radiación.

Aunque la percepción del confort térmico sea distinta por diferentes personas, sus efectos previsibles en la salud y en la productividad del trabajo intelectual o no afectan el desarrollo económico por la utilización irracional de energía para el acondicionamiento térmico de edificios, entre otros efectos indeseables, pero, necesarios.

En dos células de prueba proyectadas para el ensayo experimental, en igual condición, se construyeron variándose sólo los sistemas de techo. El estudio de evaluación comparativa de las respuestas térmicas forma parte de esfuerzos de investigación cooperativa entre las Universidades Autónoma de Chiapas, en México, y la de São Paulo, Sao Carlos, en Brasil, además de participar del Sub-Proyecto XIV.8–Casapartes, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED).

El estudio de carácter experimental se justifica, pues no es posible, por las variables termo-físicas del pasto, tomar

Descriptores:

Cubiertas verdes ligeras; Comportamiento térmico de techos verdes

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 22-II, 2006, pp. 09-13.
Recibido el 27/07/06 - Aceptado el 25/02/07

programas computacionales o modelos matemáticos de simulación para predicción de las temperaturas interiores, superficiales y del aire. Este estudio podrá contribuir en el tema de ecuaciones predictivas de temperaturas interiores, de Givoni y Vecchia (2001), porque esas ecuaciones son formuladas por medio las respuestas de mediciones experimentales, de los datos de las temperaturas interiores y de la radiación solar global junto con los valores de las temperaturas del aire exterior.

Los resultados que se lograron en este experimento muestran que hay claras ventajas en la construcción de techos verdes, pues dicho sistema actúa como elemento de retraso y de amortiguamiento térmico, sobre todo, en edificaciones de un solo nivel en que sus techumbres son los cerramientos más frágiles en los cambios térmicos con el clima exterior. Respectivamente, el retraso verificado fue de cuatro horas y el amortiguamiento de 6°C.

Además de esas ventajas, se pudo observar que las temperaturas del aire y las temperaturas superficiales interiores de la techumbre verde tuvieron, en su reacción frente al calor, temperaturas menores que las del aire exterior y por debajo de los límites del Confort Térmico, hipotéticamente tomando como referencia de limitante superior el Diagrama Bioclimático de Olgyay (1963). El límite superior se puede pensar como el de las temperaturas superficiales de la piel, entre 32°C a 33°C según Dogerty y Szokolay (1999) y el límite inferior a los 19°C, el valor máximo de la ecuación de SIPLER, para el efecto "wind chill".

Finalmente, es importante decir que los sistemas constructivos de los techos verdes son fundamentales en la determinación de sus propiedades térmicas, pues la composición del sustrato (tierra), con su espesor, incrementa la capacidad térmica y, por lo tanto, produce mayor almacenamiento y retraso térmico en las techumbres. Los experimentos realizados y descritos en ese artículo se refieren a cubierta verde ligera (CVL), con un espesor máximo de diez centímetros, como está esquematizado en el gráfico 1.

Material y métodos

Análisis climático

El día experimental tomado para la evaluación está definido como día de excepcional calor, por los valores de la temperatura del aire exterior y, también, por su valor máximo de 34°C, mayor que el promedio de las máximas. El efecto de la radiación solar global fue total por las características de cielo limpio por todo el día, con valor máximo de 837 W/m². Además, el episodio climático adoptado pasó en el dominio de una masa Tropical Atlántica (mTA), de característica seca y peculiar a esa época del año (Vecchia, 2005a).

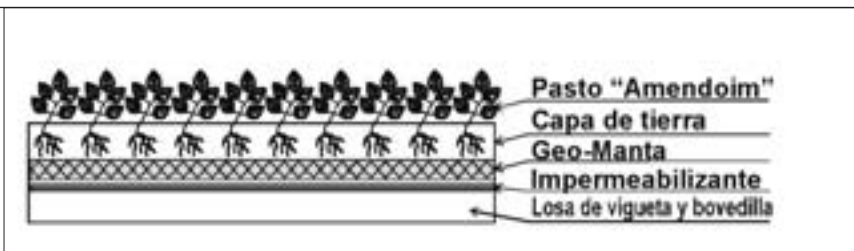
Sistema de adquisición de datos

El equipo de medición CR10X, Campbell Scientific Inc., fue utilizado para adquisición y para almacenamiento de datos del clima y del interior de las células de prueba. El sensor de temperatura y humedad del aire fue el HMP45AC de Vaisala y de la radiación solar global fue el piranómetro *Koeppe & Zonen*. Las temperaturas superficiales y del aire interior se tomaron con termopares tipo T (cobre-constantin), 2 x 24 AWG, con doble protección de PVC.

Sistema de mediciones

El sistema de medición automático registró todos los datos a cada 20 segundos con totalizaciones cada media hora, formando conjuntos promedios con 180 datos por hora. Los registros de las temperaturas del aire de los interiores fueron tomados por termopares distantes a 1,50 metros del piso, con un dispositivo de protección (abrigo) contra posibles errores impuestos por radiaciones internas, como se aprecia en el gráfico 2. Las temperaturas superficiales se registraron también por termopares que tuvieron sus puntas insertadas en pequeñas cavidades hechas en las superficies interiores de las techumbres y con protección de masa térmica para impedir el efecto negativo de la radiación interna.

Gráfico 1
Camadas que componen
la Cubierta Verde Ligera (CVL).



Celdas de prueba (prototipos)

Las celdas de prueba están configuradas de acuerdo con lo que registra el gráfico 3, planta baja y corte, con 2,30 x 2,70 metros y altura promedio de 2,60 metros. Piso de hormigón y paredes perimetrales de ladrillos de cerámica macizos, pintada de color blanco. La estructura de la techumbre de ambos prototipos está formada por viguetas prefabricadas de concreto armado y con bovedilla cerámica entre las vigas con una capa de concreto 3 centímetros de espesor en la parte superior, armado con hilos de acero por dilatación.

Resultados obtenidos y discusión

Fue definido el día 9 de octubre como típico experimental (Vecchia, 1997), representativo de la actuación y del dominio de una masa Tropical Atlántica (mTA), de característica seca, con valores excepcionales de la temperatura del aire, superiores a los promedios de las máximas, y con radiación solar global de casi 850 W/m^2 , en día de cielo limpio.

En el gráfico 4 se distinguen dos aspectos principales. Primero el hecho de que todas las temperaturas se encuentran casi iguales a las 9 horas y treinta minutos (en la mañana) y, después en la noche, a las 22 horas y treinta minutos, originando un período total de 13 horas en el cual las temperaturas siguen en su reacción frente al calor. El segundo aspecto es que, en esa reacción, las distintas propiedades termo-físicas de los componentes constructivos imponen las diferencias de temperaturas interiores, del aire y de las superficies. La mayor temperatura superficial es la del techo de losa de concreto, con valor de 45°C , seguida por la del techo verde (CVL), con valor de $26,7^\circ\text{C}$. Además que hay un retraso de cuatro horas, entre los valores máximos de las temperaturas superficiales de los dos prototipos.

Especial atención merece observar que la temperatura superficial máxima del techo verde (CVL) es la menor de las máximas, además de ser la menor por todo el período vespertino. La comparación entre las temperaturas máximas de los prototipos, losa de concreto y CVL, se aproxima a los 18°C , que se debe considerar elevado, sobre todo si se considera la temperatura superficial máxima, tsi de la

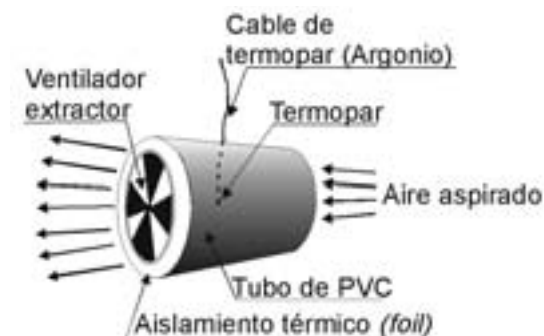


Gráfico 2
Termopar con abrigo de protección de PVC, con succión (aspiración) del aire a velocidades superiores a 1,5 m/s, de acuerdo con el tradicional psicrómetro de Assmann.

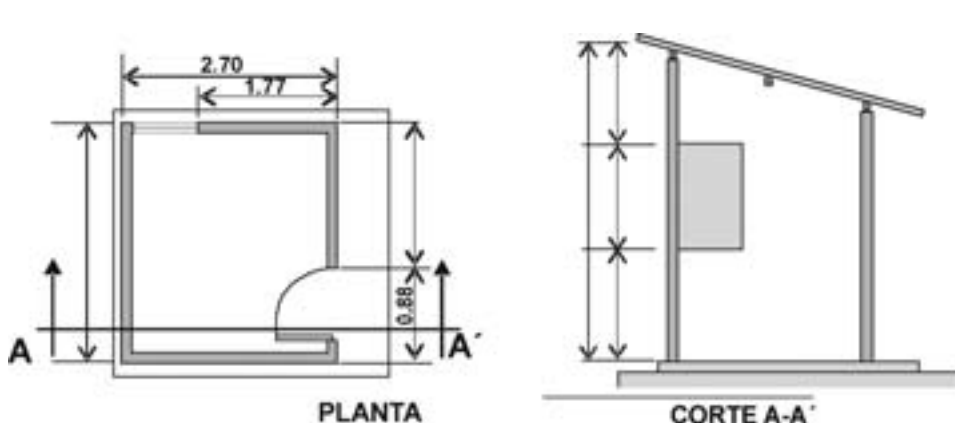


Gráfico 3
Dimensiones de las similares celdas de prueba donde se hicieran los experimentos con distintos sistemas de cubiertas convencionales y con la propuesta de cubierta verde ligera (CVL).

losa de concreto, $t_{si \text{ losa de hormigón}} = 45 \text{ } ^\circ\text{C}$, contra los $27 \text{ } ^\circ\text{C}$ de la superficial de la CVL. Además del valor más reducido, el valor de $t_{si \text{ CVL}} = 27 \text{ } ^\circ\text{C}$ está por debajo de los límites superiores de confort térmico propuestos por distintos diagramas y por diferentes metodologías establecidas para delimitar los límites de confort. La percepción de las temperaturas radiantes es adecuada, por no imponer estrés térmico a los posibles habitantes de edificaciones con ese tipo de techo.

Por lo tanto, en la reacción frente al calor, el prototipo de CVL presenta mejores y más adecuadas condiciones de confort térmico, por su comportamiento ante el calor. Absorbe la radiación solar, la transmite internamente por conducción (paso, substrato, losa de hormigón) y, después de un intervalo de tiempo, la retransmite al interior del prototipo, el calor, en ondas largas (de 0,4 hasta 9 micrómetros), calentando el aire interior y afectando a las personas por medio de la transmisión por radiación.

La aplicación de techo verde permitiría a las personas adecuada percepción de confort térmico en el interior, por temperaturas bajas en el interior durante todo el período crítico de calor, por la tarde, al contrario de la techumbre de losa hormigón que presenta temperaturas radiantes

mayores que la soportable de $32,1 \text{ } ^\circ\text{C}$ a partir de 11 horas y treinta minutos (Dogerty y Szokolay, 1999).

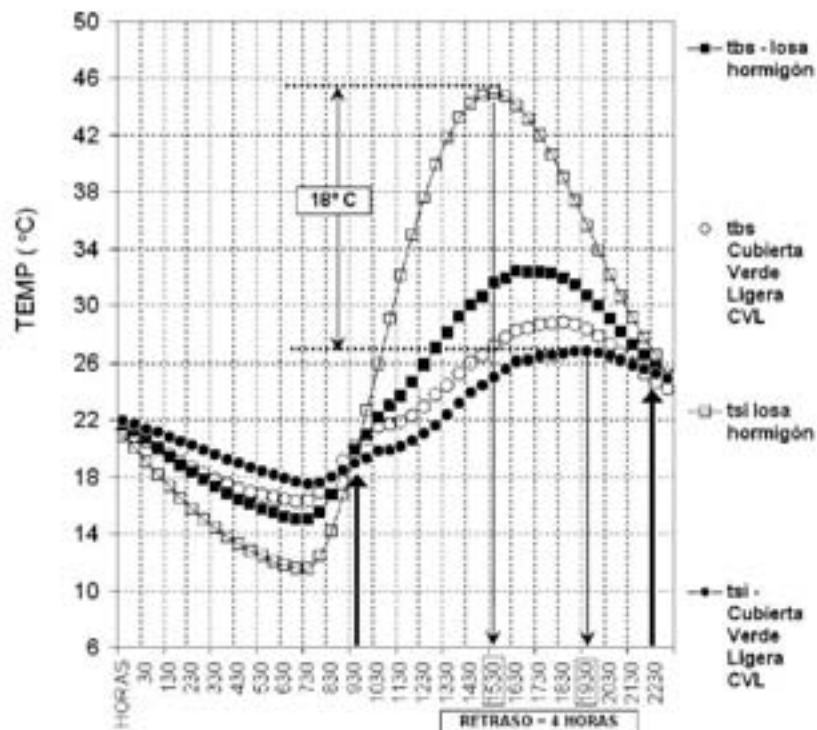
Considerando que los valores de las temperaturas superficiales del techo verde (CVL) son menores que todas las demás temperaturas, se puede concluir que en su reacción frente al calor, la superficie del lecho inferior del techo verde actúa como un elemento absorbente de calor del aire interior, pues, por ser menor su temperatura, consecuentemente, le roba temperatura al ambiente. El techo verde es entonces un elemento o sistema pasivo de refrigeración de ambientes interiores, en su reacción al calor, principalmente en el período crítico, por la tarde.

Por lo anterior se recomienda su aplicación como elemento de mitigación al exceso de calor proveniente de losas de concreto armado, muy utilizadas en toda Latinoamérica. Observándose los valores de las temperaturas superficiales y de aire interior del prototipo de losa de concreto armado se concluye que:

- A partir de aproximadamente 12 horas las temperaturas superficiales están arriba de los $32 \text{ } ^\circ\text{C}$, donde comenzaría la percepción del disconfort, por las ganancias de radiación térmica sobre la piel de los posibles habitantes. Eso ocurriría hasta cerca de las 22 horas (en la

Gráfico 4
Temperaturas superficiales de los prototipos de losa de hormigón y de CVL, día 9 de octubre, con retraso térmico de 4 horas y diferencia de $18 \text{ } ^\circ\text{C}$ entre los respectivos valores máximos.

Episodio climático de reducida humedad del aire



noche). En ese intervalo, la losa de concreto armado también actúa como elemento de calentamiento del aire interior que, desde 16 hasta 18h 30 minutos, presenta temperaturas por encima de los 32°C, incrementando la percepción del calor. Por lo tanto, se recomiendan medidas de atenuación térmica en todas las losas de concreto armado, tales como pintura en colores claros, sombrear la superficie exterior, aplicar algún aislante térmico y/o barrera de radiación, entre otras medidas de mitigación térmica.

- Aunque las temperaturas del aire interior no sean muy inadecuadas, están cerca de los límites superiores de confort térmico aceptables, su conjugación con las temperaturas superficiales hace daño a la salud, a la productividad en actividades laborales en escuelas, oficinas, plantas, hospitales, etc., sobre todo, a la percepción de las temperaturas ambientales y a la satisfacción en cuanto al ambiente térmico.

Con lo anterior se exponen evidencias de que el techo verde es una mezcla de dos efectos térmicos: sombrear la superficie con el pasto y agregar a la edificación masa térmica mediante el espesor del sustrato.

Conclusiones

El sustancial avance de la investigación es el de concluir que los techos verdes (CVL) exhiben un comportamiento térmico de refrigeración en su reacción frente al calor, puesto que su superficie interior presenta temperaturas menores que las del aire interior y las del aire exterior. Por eso, actúa como elemento atenuador térmico de los espacios internos, contribuyendo a disminuir los valores de la temperatura interna del aire.

Por lo tanto, permite una adecuada percepción del confort térmico en periodos de calor excepcional y, por eso, es también válido en todos los momentos en que las ganancias de calor pueden comprometer la percepción de las temperaturas ambientales al interior de las viviendas.

Además de importantes ventajas térmicas, los techos verdes, cumplen funciones estéticas en los edificios y colaboran reduciendo la probabilidad de ocurrencia de islas de calor urbano, y la eventual inundación por el retraso del escurrimiento de las aguas de lluvias (*runoff*) y su posible reuso para finalidades específicas.

Referencias bibliográficas

- Doherty, A. y Szokolay, S. V. (1999) *Thermal comfort*. PLEA Notes, Brisbane (Australia), PLEA: Passive and Low Energy Architecture, Department of Architecture, University of Queensland.
- Olgay, V. (1963) *Design with climate*. New Jersey, Princeton University Press, 1963.
- Vecchia, F. (1997) *Clima e Ambiente construído. A abordagem dinâmica aplicada ao conforto humano*. São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo (FFLCH USP). Tese de doutoramento.
- Vecchia, F. (2005) *Avaliação do comportamento térmico de coberturas verdes leves (CVLs)*. São Carlos, Pluris 2005 – I Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano Regional Integrado Sustentável.
- Vecchia, F. (2005a) "Climatologia aplicada ao Ambiente Construído: análise climática, avaliação e previsão do comportamento térmico de edificações ocupadas". São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (EESC USP). Textos sistematizados apresentados para Concurso de Livre-Docência.

Innovaciones desde la **Academia** para el sector **Industria** de la **Construcción**

El Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, IDEC adscrito a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela, es un centro de I+D+I dedicado a la investigación, la docencia y la extensión del entorno construido en las siguientes áreas:

Desarrollo Tecnológico
Habitabilidad de las Edificaciones
Economía de la construcción

- Estudios de nuevos materiales
- Diseño y construcción hasta prototipos de sistemas y componentes para las edificaciones
- Desarrollo hasta etapa pre industrial de procesos productivos
- Elaboración de modelos evaluativos de comportamiento
- Asesorías en general, soporte y seguimiento a proyectos comunitarios
- Auditorías energéticas (análisis de los consumos energéticos de las edificaciones)

P. B. Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela. Ciudad Universitaria, Los Chaguaramos, Caracas. Apartado 47.169, Caracas 1041-A. Teléfonos: (58-212) 605. 20. 46. Fax: (58-212) 605. 20. 48

www.arq.ucv.ve/idec



Diagnóstico de la calidad acústica en espacios de enseñanza en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela (FAU/UCV)

Programa de Cooperación PCU-ECOSNORD/FONACIT
Geovanni Siem / María Eugenia Sosa
IDEC-FAU-UCV

Resumen

En el marco de la investigación grupal identificada como "Diagnóstico de las condiciones de habitabilidad de un edificio patrimonial. Caso: Edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela", se desarrolló una metodología para evaluar y diagnosticar las condiciones de habitabilidad del edificio en cuestión. Se realizaron mediciones *in situ* de la calidad acústica de algunos espacios seleccionados por su importancia en la actividad docente a fin de estudiar la adecuación actual a sus funciones teniendo en cuenta que en este edificio se han producido modificaciones y cambios de uso a lo largo de su existencia. En este artículo se expone la metodología de trabajo y las medidas correctivas propuestas a partir del diagnóstico de los resultados, y a la luz de las normativas nacionales e internacionales vigentes, con el objetivo de mitigar los niveles de ruido y propiciar una calidad acústica indispensable para un buen desempeño del proceso de enseñanza – aprendizaje.

Abstract

In the context of the research identified as "Diagnostic of the conditions of habitability of a patrimony building. Case: Faculty of Architecture and Urban Planning of the Central University of Venezuela", a methodology was developed to evaluate the acoustic quality of some spaces selected by its importance in the teaching activities. Measurements in situ were taken to study the current adaptation of these spaces to their functions, keeping in mind that modifications and changes of use have happened in this building along its life. In this article the methodology and the proposed improving actions are described, as a result of the diagnosis, and under the considerations of the national and international standards, with the aim of mitigating the level of noise and to reach a necessary acoustic quality for a good performance of the teaching-learning process.

El edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) es una de las edificaciones emblemáticas de la Ciudad Universitaria de Caracas, sede de la Universidad Central de Venezuela, diseñada por el Arquitecto Carlos Raúl Villanueva y declarada como Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO en Noviembre de 2000.

Una breve cronología de las intervenciones del edificio para adaptarlo a las exigencias de crecimiento poblacional, en más de 50 años de funcionamiento, sirve para entender las modificaciones de las características originales del diseño arquitectónico, y en particular de las estrategias de acondicionamiento ambiental. Las modificaciones de la estructura funcional, académica y administrativa de la FAU han producido cambios de usos de los mismos, atendiendo más a la emergencia que a la calidad de los espacios, en muchos casos realizadas sin planificación. Asimismo la reducción del presupuesto universitario, con sus consecuencias en el insuficiente mantenimiento de la planta física, de las instalaciones y de los equipos, han afectado la habitabilidad de los espacios de la FAU.

En el presente artículo se recogen los resultados de las mediciones *in situ* de la calidad acústica de casos de estudio, realizados en el marco de la investigación grupal titulada: "Diagnóstico de las condiciones de habitabilidad de un edificio patrimonial. Caso: Edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV", bajo el auspicio del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH) de la UCV e identificado bajo el N° PG 02-32-5310-2003. A lo largo esta investigación se desarrolla una metodología para evaluar y diagnosticar las variaciones ocurridas en las condiciones de habitabilidad del edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela y proponer medidas correctivas donde fuese menester a la luz de las normativas nacionales y/o internacionales vigentes.

Descriptores:

Calidad acústica en edificaciones educativas;
Medición de niveles acústicos.

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 22-II, 2006, pp. 15-22.
Recibido el 15/06/06 - Aceptado el 14/02/07

Fundamentación

La exigencia de habitabilidad de las edificaciones identificada como Calidad acústica tiene como objetivo determinar los tipos de sonido y los rangos a partir de los cuales se producen daños auditivos o malestar por contaminación sónica. La calidad acústica es una exigencia fundamental en la planta física de la FAU por tratarse de una edificación educativa con aulas de clases, talleres de diseño, salones de conferencias, salas anfiteátricas y auditorio, en los cuales es importante mantener controlados los niveles de sonidos para no afectar el rendimiento estudiantil ni la productividad laboral en las áreas de oficina, investigación o de apoyo.

Para efecto de este estudio se utilizaron como referencias las siguientes normativas nacionales vigentes:

1. COVENIN 1565:1995 Ruido ocupacional. Programa de conservación auditiva. Niveles permisibles y criterios de evaluación. (3ª revisión).

2. COVENIN 1671-88: Fuentes estacionarias. Determinación del ruido y Reglamento N° 5 de la Ley Orgánica del Ambiente sobre el control de la contaminación por ruido.

Con base en la norma COVENIN 1565:1965 se anexa a continuación la tabla de recomendaciones de niveles de ruido para locales de trabajo típico y Límites Umbrales de Exposición para Ruido (cuadro 1).

Espacios estudiados

El edificio de la FAU funciona hoy en día interrelacionando espacios originales con espacios intervenidos. La planta tipo del piso 1 de la torre de la FAU, fue intervenida para los estudios de postgrado conformada por áreas de docencia, de oficinas, áreas administrativas y/o de apoyo. El pasillo de circulación fue habilitado para cubículos y en algunos espacios se han incorporado sistemas de acondicionamiento activo (aire acondicionado).

Se seleccionaron como casos de estudio los siguientes espacios ubicados en el piso 1, donde funcionan las oficinas y aulas de Postgrado:

Sala de conferencia, Sala seminarial, y Aula 108, por sus evidentes problemas acústicos que afectan el funcionamiento académico de esta dependencia.

Cuadro 1

Tabla de recomendaciones de niveles de ruido para locales de trabajo típicos.

Locales típicos	Curva recomendada RNR	Nivel de ruido Aprox. en dBA
Salas de conciertos	20	30
Pequeños auditorios, grandes salas de conferencias y reuniones	35	Menos de 42
Oficinas privadas, semi-privadas, oficinas de ingeniería	40 a 45	Entre 50 y 55
Salones de clase	35 a 45	Entre 40 y 55
Lugares de trabajo donde se requiera comunicación telefónica, diferentes a los anteriores	55 a 60	Entre 65 y 70

Fuente: Norma COVENIN 1565:1965

Cuadro 2

Límites umbrales de exposición para ruido

Duración de la exposición	unidad	Nivel de ruido en dBA
8	horas	85
4		88
2		91
1		94
30	minutos	97
15		100
7,50		103
3,75		106
1,88		109
0,94		112
28,12	segundos	115
14,06		118
7,03		121
3,52		124
1,76		127
0,88		130
0,44		133
0,22		136
0,11		139

Fuente: Norma COVENIN 1565:1965

NOTA: Los límites de exposición al ruido ocupacional no protegen por igual a todos los trabajadores de los efectos adversos de la exposición. Se considera que dichos límites protegen a la mediana de la población contra una pérdida de audición inducida por el ruido a las frecuencias de 500, 1000, 2000, 3000 y 4000 Hz.

Auditorio, ubicado en la PB, debido a su importancia como espacio de importantes eventos académicos y artísticos donde la calidad acústica es de primordial importancia. Es importante destacar que el sistema actual de aire acondicionado del auditorio está ubicado sobre el techo, a la altura de 1er piso de la FAU, afectando acústicamente este nivel.

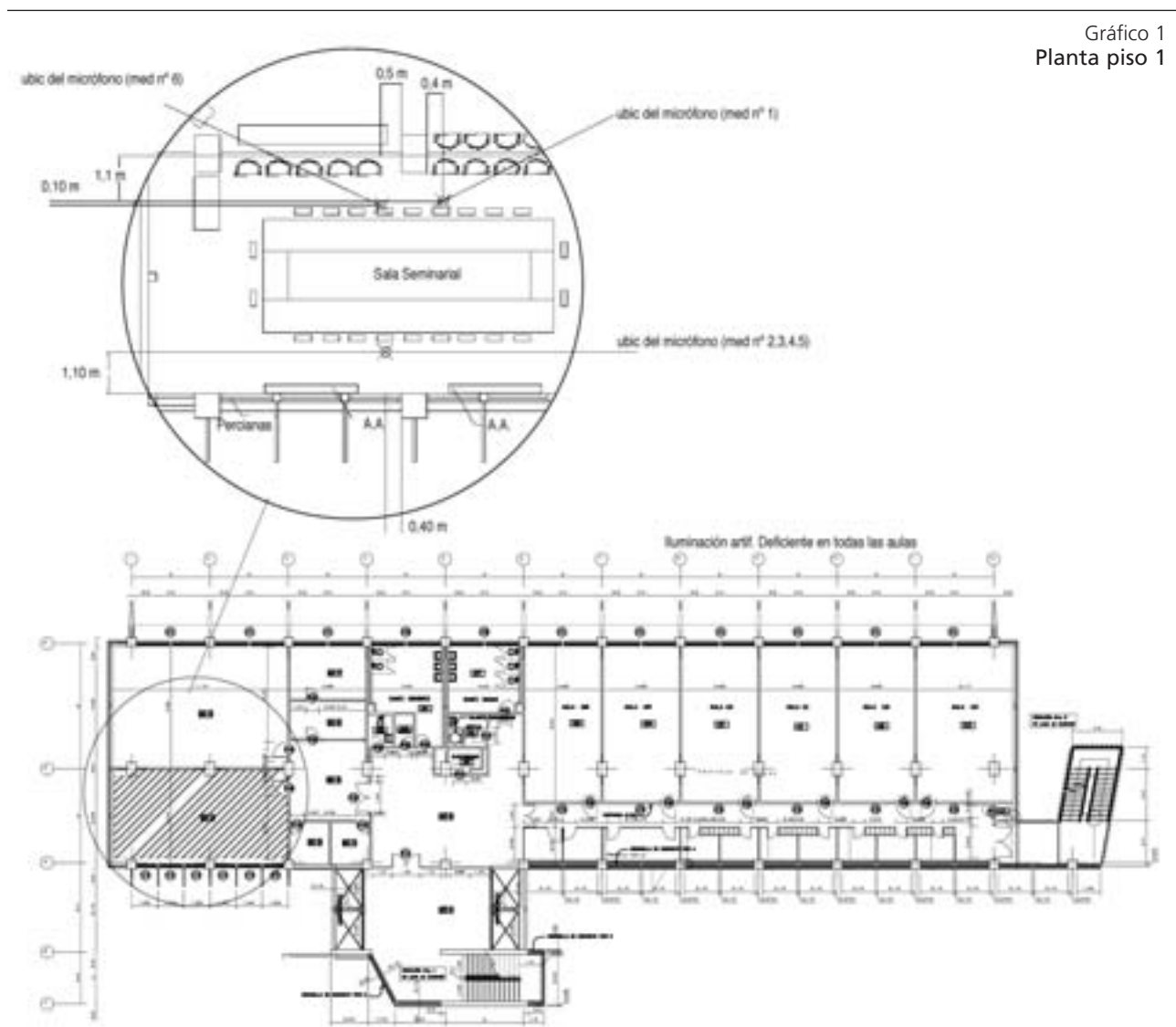
Para realizar estas mediciones, se contó con la colaboración del Ing. Félix Flores, de la División de Seguridad e Higiene Industrial de la UCV, quien puso a disposición un sonómetro digital, clase 2.

A continuación se presenta la medición *in situ* de niveles acústicos por ambiente y los respectivos análisis de cada una.

Caso de estudio:
Sala seminarial de Postgrado

Medición de la intensidad del ruido en diferentes condiciones

- Norma Aplicada: COVENIN 1565:1995. Ruido ocupacional.
- Ruido de fondo: L90
- Fecha: 07/04/05
- Condiciones generales: aula vacía de público, mobiliario de semi-cuero y madera; paredes de concreto; Cielo raso de cartón comprimido perforado (falta 1 lámina); cuadros decorativos en una de las paredes; piso de vinil. Dos unidades de aire acondicionado que trabajan independientes.
- Duración de la medición: 5 min c/u.



Fuente: elaboración propia basada en planos suministrados por el Departamento de Servicios Generales de la FAU.

Analizando las gráficas se observa que el nivel de ruido aceptable para un salón de clases debe estar en un rango entre 40 dBA y 55 dBA, por lo tanto, este espacio con el AA apagado está en los rangos aceptados en parte del tiempo, aunque se registró una máxima que llegó a 69,3 dBA excedida del tope máximo permitido.

En las condiciones de AA encendido el nivel de ruido emitido por el mismo equipo (se detecta ruidos por falta de mantenimiento), produce que se sobrepase en todo momento los índice permitidos por lo tanto las posibilidades de audición son muy bajas. En definitiva es un espacio con una baja calidad acústica, no acorde con la actividad docente que en ella se imparte (cuadro 3).

El menor valor del ruido de fondo (L10) con el AA apagado es de 48,9 dB, que cae dentro de los márgenes de tolerancia para salones de clases; sin embargo cuando se enciende cualquiera de las dos unidades de AA, el nivel de ruido supera los 55 dB, considerado como valor máxi-

mo por la Norma COVENIN 1565:1995. Debe observarse que estos valores de ruido de fondo se registraron con la sala vacía y un solo equipo de AA, de manera que cabe esperar que la situación empeorará cuando esté llena de público, con los dos equipos de AA y aún más cuando haya alguna elevación de la intensidad del ruido.

Cabe observar también que los equipos de AA son la fuente más importante de ruido dentro de la sala; además con una pequeña prueba se pudo comprobar que las malas condiciones de los equipos son responsables en gran parte de estos altos valores de ruido, por lo que un buen programa de mantenimiento preventivo y correctivo sería indispensable para mejorar las condiciones de funcionamiento de estos equipos y por tanto de la calidad acústica de la sala.

En ningún caso, con alguno de los equipos de AA encendidos, se puede alcanzar niveles acústicos apropiados para desarrollar con efectividad las funciones de este sala.

Cuadro 3

Medición de la intensidad del ruido en diferentes condiciones. Sala seminarial de Postgrado

Med. N°	Hora de Inicio	Hora Final	Altura micrófono (m)	Eq.	Intensidad (dB)				Condiciones específicas
					Máx.	Min.	L10	L90	
1	5:13 pm	5:18 pm	1.20	51.3	60.3	48	53.7	48.9	AA apagado, ventanas abiertas y cortinas cerradas (uso habitual); ruidos exteriores: estudiantes hablando, carros; avión (min. 5:15). Micrófono: ubicación 1.
2	5:22 pm	5:27 pm	1.20	66.5	67.1	65.6	66.7	66.2	Unidad 1 de AA encendido. Micrófono: ubicación 2. (unidad 1). Micrófono: ubicación 2.
3	5:29 pm	5:31 pm	1.20	64.5	67.7	63.8	64.9	64.2	Unidad 1 de AA encendido. Control parcial del ruido haciendo presión sobre la carcasa; iguales condiciones anteriores. Micrófono: ubicación 2.
4	5:34 pm	5:39 pm	1.20	62.4	67.6	61.3	63.3	61.7	Unidad 2 de AA encendido. Ruidos exteriores: vehículos, helicóptero (min. 5:37); iguales condiciones anteriores. Micrófono: ubicación 2.
5	5:41 pm	5:46 pm	1.20	68.2	69.1	67.6	68.7	67.9	Unidades 1 y 2 de AA encendidas. Iguales condiciones anteriores. Micrófono: ubicación 2.
6	5:48 pm	5:53 pm	1.20	65.4	66.2	64.8	65.6	65.1	Unidades 1 y 2 de AA encendidas. Iguales condiciones anteriores. Micrófono: ubicación 3.

Fuente: elaboración propia.

Caso de estudio:
Sala de conferencias de Postgrado

Medición de la intensidad del ruido en diferentes condiciones

- Norma Aplicada: COVENIN 1565:1995. Ruido ocupacional.
- Ruido de fondo: L90
- Fecha: 07/04/05
- Condiciones generales: aula vacía de público, mobiliario de semi-cuero y madera; paredes de concreto; Cielo raso de cartón comprimido perforado; cuadros decorativos en una de las paredes; piso de vinil. Dos unidades de aire acondicionado que trabajan independientes.
- Duración de la medición: 5 min c/u

La sala de conferencia tiene dos unidades de aire acondicionado. Se realizaron registros en tres condiciones; con el AA apagado; con una unidad de AA prendida y con las dos unidades de AA encendidas.

Analizando las gráficas se observa:

1. Sólo con el aire acondicionado apagado se está en los rangos de dBA aceptados.
2. Apenas se prende una unidad de aire se exceden los índices de confort.
3. Con las dos unidades de AA la situación desde el punto de vista acústico se agudiza.

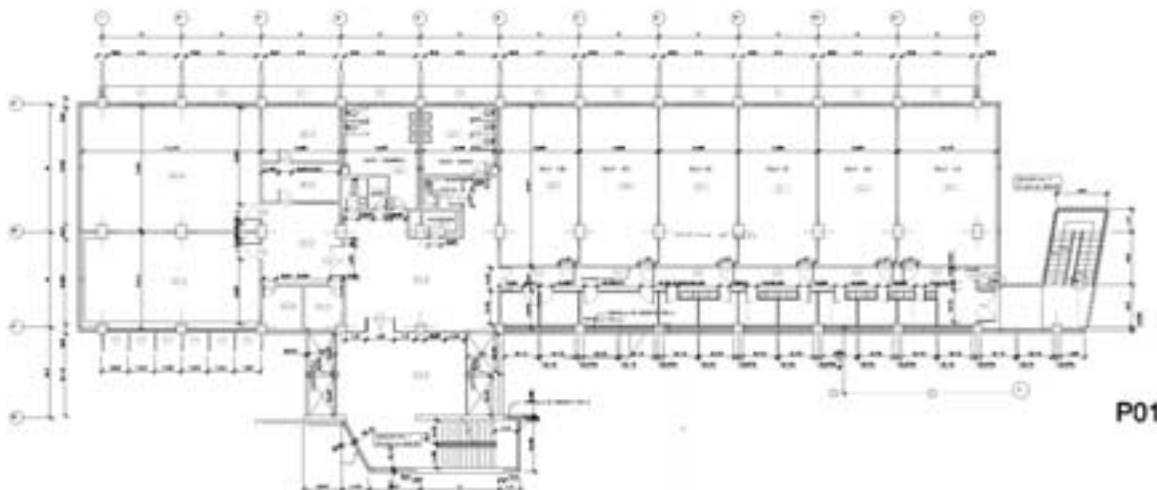
El nivel acústico de este salón es inadecuado y la situación es grave ya que el salón de conferencia funciona continuamente con AA; los usuarios se quejan de no entender lo que se está exponiendo y de agotamiento físico generado por el ruidos. Se requiere el uso de micrófonos para los expositores. Se deberá revisar la instalación y el mantenimiento de los equipos con el fin de mejorar y garantizar la calidad acústica de los ambientes (cuadro 4).

Cuadro 4

Medición de la intensidad del ruido en diferentes condiciones. Sala de conferencias de Postgrado

Med. N°	Hora de Inicio	Hora Final	Altura micrófono (m)	Eq.	Intensidad (dB)				Condiciones específicas
					Máx.	Min.	L10	L90	
1	5:57 pm	6:02 pm	1.20	46.7	55.3	41.2	50.1	42.5	Ventanas semiabiertas y cortinas cerradas (uso habitual); AA apagado; evaporadores de AA ubicados lado exterior; paso Helicóptero 5:59 pm; ruido de gente afuera.
2	6:04 pm	6:09 pm	1.20	64.4	66.2	60.4	65.8	62.7	Unidad 1 de AA encendido.
3	6:10 pm	6:15 pm	1.20	66	67	64.8	66.4	65.4	Unidad 2 de AA encendido.
4	6:17 pm	6:22 pm	1.20	67.4	68.3	65.9	67.9	66.8	Unidades 1 y 2 de AA encendidos.
5	6:23 pm	6:28 pm	1.20	63.6	70.6	62.8	63.7	63.3	Unidades 1 y 2 de AA encendidos. Otra ubicación del micrófono.

Fuente: elaboración propia.



Fuente: elaboración propia basada en planos suministrados por el Departamento de Servicios Generales de la FAU.

Caso de estudio: Aula 108

Medición de la intensidad del ruido en diferentes condiciones

- Norma Aplicada: COVENIN 1565:1995. Ruido ocupacional.
- Ruido de fondo: L10
- Fecha: 22/03/05
- Condiciones generales: aula vacía de público, mobiliario de semi-cuero y madera; paredes de concreto; Cielo raso de cartón comprimido perforado; cuadros decorativos en una de las paredes; piso de vinil.
- Duración de la medición: 5 min c/u

El aula 108, funciona con aire acondicionado por haberse alterado la ventilación natural del salón al tabicar con cubículos el pasillo de circulación del 1er piso, lo cual generó la incorporación de sistemas de AA, disminuyendo así la calidad térmica, acústica y la racionalidad energética de este piso.

Analizando las gráficas de las mediciones se observó lo siguiente (cuadro 5):

1. Cuando la unidad de AA está apagada, es cuando se registraron dBA en los rangos de confort.

2. Cuando se encienden las unidades de AA la situación desde el punto de vista acústico empeora, bajando el nivel de audición y de entendimiento de las palabras, todo afecta la concentración y adquisición de conocimiento de los estudiantes.

Es urgente revisar la instalación y el mantenimiento de los equipos con el fin de mejorar y garantizar la calidad acústica de los ambientes.

Medición de la intensidad de ruido por banda de frecuencia

- Fecha: 22/03/05
- Condiciones generales: aula vacía de público, mobiliario de semi-cuero y madera; paredes de concreto; techo de cartón perforado; cuadros decorativos en una de las paredes; piso de vinil., equipo de aire acondicionado encendido.
- Duración de la medición: 5 min en cada banda
- Observaciones: Debe tomarse en cuenta esta distribución de frecuencias en caso de diseñarse un sistema de amortiguamiento de ruido, especialmente la frecuencia de 1000 Hz para la cual la intensidad es máxima (cuadro 6).

Cuadro 5

Medición de la intensidad del ruido en diferentes condiciones. Aula 108

Med. N°	Hora de Inicio	Hora Final	Altura micrófono (m)	Eq.	Intensidad (dB)				Observaciones
					Máx.	Mín.	L10	L90	
1	1:26 pm	1:31 pm	1.20	43.8	56.7	39.9	47.2	41.6	Aire acondicionado apagado. Luces prendidas.
2	1:32 pm	1:37 pm	1.20	61.7	64.9	60.9	62.6	61.2	Aire acondicionado encendido.
3	1:40 pm	1:45 pm	1.20	69.5	72.2	67.6	69.9	68.5	Aire acondicionado encendido. Otra ubicación del micrófono.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 6

Medición de la intensidad de ruido por banda de frecuencia. Aula 108

Med. N°	Hora de Inicio	Hora Final	Intensidad (dB)	Frecuencia (Hz)
1	1:42 pm	1:47 pm	51.1	125
2	1:49 pm	1:54 pm	58.1	250
3	1:55 pm	2:00 pm	58.1	500
4	2:01 pm	2:06 pm	60.7	1000
5	2:07 pm	2:12 pm	58.5	2000
6	2:13 pm	2:18 pm	59.5	4000
7	2:19 pm	2:24 pm	50.9	8000

Fuente: elaboración propia.

Conclusiones y recomendaciones

- La calidad acústica de los espacios seleccionados como casos de estudio posee valores muy bajos en relación a las recomendaciones de las normas venezolanas COVENIN. La Sala seminarial, la Sala de conferencias y el Aula 108 requieren una atención especial en relación al mantenimiento de los equipos de aire acondicionado, que en su condición actual producen un alto nivel de ruido que dificulta la buena comprensión de la palabra.
- La calidad acústica de los espacios cercanos al hall de ascensores del piso 1, y de todas las áreas de oficinas y de aula cercanas, se ha visto afectada negativamente por los cambios introducidos en el sistema de aire acondicionado del auditorio. Éste, al ser instalado sobre la losa del techo del piso 1, ha introducido niveles de ruido que superan los valores aceptables de 40 -55 dBA para salones de clase, y de 42 dBA para salones de reuniones. Esta situación afecta particularmente el trabajo de docente y administrativo de la Dirección de Postgrado de la FAU.

Se recomienda:

1. Revisar con carácter de urgencia la instalación y el mantenimiento de los equipos de aire acondicionado del 1er piso y del Auditorio con el fin de mejorar el nivel de ruido que generan actualmente y así garantizar la calidad acústica de los ambientes.
2. Extender este estudio de los niveles de ruido a otros espacios de la FAU y a otras condiciones no cubiertas aquí. Por ejemplo, debe completarse el estudio de todas las salas anfiteátricas, pues no se pudieron realizar las mediciones con los equipos de AA encendidos por encontrarse en mantenimiento. Es importante esta tarea pues son salas muy utilizadas para clases y conferencias de pre y postgrado, y representan por tanto una buena posibilidad de servicios docentes y de extensión.
3. Estudiar con mayor profundidad la calidad acústica de la FAU, ya que es una exigencia fundamental por tratarse de una edificación educativa con aulas de clases, talleres de diseño, salones de conferencias, auditorio y salas anfiteátricas, en los cuales es importante mantener controlados los ruidos y los niveles de audición. La baja calidad acústica afecta el rendimiento estudiantil.

Glosario

Decibel (dB): unidad adimensional que se expresa como 20 veces el logaritmo del cociente de la presión sonora entre la presión de referencia. Para mediciones de ruido en aire la presión referencial es de 20 micro pascales. El decibel es utilizado para describir niveles de presión, de potencia o de intensidad sonora.

dBA: Nivel de sonido en decibeles leídos en escala A de un medidor de niveles de sonido (sonómetro). La escala A no diferencia las frecuencias muy bajas (al igual que el oído humanos) y por lo tanto es mejor utilizarla para medir los niveles generales de sonido.

Fuente Fija: la fuente fija se considera como un elemento o un conjunto de elementos capaces de producir emisiones de ruido desde un inmueble, ruido que es emitido hacia el exterior, a través de las colindancias del predio, por el aire y/o por el suelo. La fuente fija puede encontrarse bajo la responsabilidad de una sola persona física o social.

Nivel de Presión Sonora (NPS o SPL): Se expresa en decibeles (dB) y se define por la siguiente relación matemática:

$$NPS = 20 \text{ Log } (P/Po)$$

Donde:

P: valor eficaz de la presión sonora medida.

Po: valor eficaz de la presión sonora de referencia, fijado en $2 \times 10^{-5} \text{ [N/m}^2\text{]}$

Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq o Leq): Es aquel nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total (o dosis) que el ruido medido.

Nivel de Presión Sonora Máximo (NPS imax o Lmax): Es el máximo Nivel de Presión Sonora registrado durante un período de medición dado.

Nivel de Presión Sonora Mínimo (NPSmin o Lmin): Es el mínimo Nivel de Presión Sonora registrado durante un período de medición dado.

Nivel de Presión Sonora Peak (NPSpeak): Nivel de presión sonora instantánea máxima durante un intervalo de tiempo establecido. No debe confundirse con NPSmáx, ya que éste es el máximo valor eficaz (no instantáneo) en un periodo dado.

Respuesta Lenta o Show: Es la respuesta del instrumento de medición que evalúa la energía media en un intervalo de 1 segundo. Cuando el instrumento mide el nivel de presión sonora con respuesta lenta, dicho nivel se denomina NPS Lento. Si además se emplea el filtro de ponderación A, el nivel obtenido se expresa en dB(A) Lento.

Ruido de Fondo: Es aquel ruido que prevalece en ausencia del ruido generado por la fuente objeto de evaluación.

Ruido Estable: Es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora inferiores o iguales a 5 dB(A) lento, durante un período de observación de 1 minuto.

Se entenderá que un ruido es de tipo estable cuando la diferencia entre el NPSmax y el NPSmin obtenidos durante una medición de un minuto, es menor o igual a 5 dB(A).

Ruido Fluctuante: Es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora superiores a 5 dB(A) lento, durante un periodo de observación de 1 minuto.

Se entenderá que un ruido es de tipo fluctuante cuando la diferencia entre el NPSmax y el NPSmin obtenidos durante una medición de un minuto, es mayor a 5 dB(A).

Ruido Impulsivo: Es aquel ruido que presenta impulsos de energía acústica de duración inferior a 1 segundo a intervalos superiores a 1 segundo. Se entenderá que un ruido es de tipo impulsivo cuando en el puesto, o en el entorno del puesto de trabajo, se produzcan impactos o sonidos muy breves (con una duración menor a 1 segundo) y de gran intensidad, tales como: golpes, caídas de materiales, disparos, entre otros.

Niveles percentiles: Los Niveles Percentiles, Ln se definen como el nivel de presión sonora que es sobrepasado el n% del tiempo de observación. Los más utilizados son:

- L10. Nivel sobrepasado sólo durante el 10% del intervalo de observación. Es un descriptor del nivel de pico de la señal.
- L50. Nivel sobrepasado durante la mitad del tiempo de medida. Utilizado para calcular algunos descriptores de ruido de tráfico.
- L90. Nivel sobrepasado durante el 90% del intervalo de observación. Indicativo de ruido de fondo de la señal.

Referencias bibliográficas

Código Nacional de Habitabilidad para la Vivienda y su Entorno. CONAVI. (2001) Autores: G. Siem, Maria E. Sosa, M. Hobaica, C. Band, L. Grimaldi et al. IDEC -IU /FAU UCV,

Informe Final Proyecto de investigación titulado; Diagnóstico de las Condiciones de Habitabilidad de un Edificio Patrimonial. Caso: Edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV/CDCH. n° PG 02-32-5310-2003. Grupo de investigadores: Arq. Maria E Sosa (responsable), Ing. Geovanni Siem, Arq. Tibizay Aliso, arq. Maria E. Hobaica, Lic. Yuraima Cordova. Colaboradores Ing. Felix Flores, Ing. Maritza Rivas, Arq. Jose A. Rodríguez, Arq, Edwin Acacio y Br Rafael Lopez. Integrantes de la Facultad de Arquitectura y urbanismo y de la Facultad de ingeniería UCV

Norma Venezolana COVENIN 1565:1995. Ruido ocupacional. Programa de conservación auditiva. Niveles permisibles y criterios de evaluación (3ª revisión).

Norma Venezolana COVENIN COVENIN 1671-88. Fuentes estacionarias. Determinación del ruido y Reglamento N° 5 de la Ley Orgánica del Ambiente sobre el control de la contaminación por ruido.

Agradecimientos

Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH) de la UCV, por el apoyo financiero al Proyecto de Investigación N° PG 02-32-5310-2003.

Al Ing. Félix Flores, de la División de Ambiente, Salud y Trabajo, adscrita al Rectorado de la UCV, por su asesoría para el diseño de los experimentos de medición acústica y su apoyo en la dotación, instalación y manejo de los equipos especializados.

Al Arq. José Arnaldo Rodríguez, Jefe de Servicios Generales de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV, por su imprescindible apoyo logístico para el buen desarrollo del trabajo.

Componente modular prefabricado de concreto para placa de fundación superficial reticular alveolada. Una opción para la vivienda de bajo costo de desarrollo progresivo sobre suelo retro-expansivo

Augusto J. Márquez
IDEC-FAU-UCV

Resumen

Este trabajo contempla las actividades iniciales de investigación teórica y formulación conceptual de un componente modular prefabricado de concreto sin refuerzo metálico que sirve de sustrato para construir placas de fundación superficial nervadas en dos sentidos y con una superficie multialveolada en su cara inferior que orientan las deformaciones del subsuelo originadas por las arcillas expansivas. La forma de producción es muy sencilla y económica y no requiere mano de obra calificada por lo que resulta adecuada para la fabricación por parte de comunidades organizadas en procura de autoconstruir o autogestionar sus viviendas de forma progresiva.

Abstract

This work presents an initial theoretical research and concept formulation for a concrete-precabricated modular component without metallic reinforcement, good as substratum to build shallow foundation plates with nervures in two directions and a multi-alveolar surface in its inner side, which guides subsoil deformations originated by expansive clay. Its production is very simple and cheap and does not required skilled labour; hence, it is proper for its fabrication by organized communities looking to build and manage their own houses progressively.

Desarrollo conceptual

Este trabajo resume los aspectos fundamentales del desarrollo conceptual de la propuesta tecnológica de un componente modular prefabricado de concreto para la construcción *in situ* de placas de fundación superficial reticular alveoladas a ser empleadas en viviendas de bajo costo sobre terrenos con arcillas expansivas.

En un trabajo futuro se expondrán los resultados y las conclusiones preliminares de las etapas de desarrollo experimental y de factibilidad económica de la propuesta.

Construcción sustentable sobre arcillas expansivas. El caso de Venezuela

Todo proyecto de construcción debe significar un conjunto de soluciones específicas para un problema dado que está vinculado con un terreno en particular, por lo cual debe en parte fundamentar su orientación sobre la base de la interpretación experta de la interrelación entre los estratos del subsuelo y dicha construcción a los fines de permitir su realización física dentro de márgenes aceptables de economía y seguridad, incluyendo la reducción de la vulnerabilidad frente a posibles amenazas geotécnicas.

El área de influencia de las arcillas expansivas en el mundo abarca totalmente la franja tropical y las subtropicales, extendiéndose en el hemisferio occidental aproximadamente entre las líneas medias territoriales de Estados Unidos y Argentina.

Descriptores:

PROTOLOSA; Prefabricado de concreto; Placa de fundación superficial reticular alveolada; Mampostería estructural de bloques de concreto; Vivienda de bajo costo de construcción progresiva; Suelo retro-expansivo.

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 22-II, 2006, pp. 23-33.
Recibido el 30/05/05 - Aceptado el 15/01/07

Un estudio realizado por López et al. (1999) reveló que el monto anual de los daños causados en México por la acción de las arcillas expansivas sobre edificaciones, vías de comunicación, aeropuertos y todo tipo de construcciones, es superior a la sumatoria de los causados en el mismo período por inundaciones, terremotos, huracanes y otros fenómenos naturales.

Según datos referenciales del mismo estudio, esta circunstancia es extrapolable a otros países como Estados Unidos, China, India y otros donde estos registros se cuantifican regularmente.

La lenta y progresiva acción de las arcillas en su proceso de expansión y retracción, vinculado a los niveles de humedad contenida en el subsuelo, carece del impacto y la espectacularidad de las tragedias siconaturales, lo cual ha incidido de manera negativa en su correcta valoración como amenaza potencial.

Según datos aportados por una publicación especializada acerca de la presencia de arcillas expansivas en los estratos del subsuelo en Venezuela (Ugas, 1972), se estima que aproximadamente la mitad de los estados que constituyen el territorio nacional contienen extensas áreas conformadas por suelos de esta naturaleza (cuadro 1, figura 1).

Esta particular circunstancia geomorfológica se torna aún más crítica si consideramos la casi exacta superposición de las mencionadas áreas de suelos expansivos con las zonas de mayor índice de aceleración sísmica en el país (figura 2), así como con las regiones de mayor densidad poblacional, como lo son la Centro-norte-costera y la andina (figura 3).

Según cifras del Fondo Nacional de Desarrollo Urbano (FONDUR), de las 62.000 viviendas unifamiliares y bifamiliares que se estiman fueron construidas en el país bajo el patrocinio de esta institución durante el período 2000-2002, aproximadamente 10% (6.200 unidades) sufrieron daños graves atribuibles a su interacción con los suelos de fundación (cuadro 2), además de otros factores concomitantes, estimándose para el momento los costos de reparación en veinticinco millones de bolívares (Bs. 25.000.000.000), lo cual representa un costo social de sustitución equivalente a haber dejado de construir 2.500 unidades de 55 m² a razón de 10.000.000 de bolívares cada una, lo cual se ajustaba perfectamente a los precios y regulaciones gubernamentales de la época. Esto sin contar costos indirectos como demoliciones, indemnizaciones, reubicaciones, infraestructura urbana dañada y otros, que en su conjunto, sobrepasan con creces la cifra estimada para reparaciones.

Cuadro 1

Estado	Área de influencia	Rango de presión de expansión(Kg/cm ²)
Anzoátegui	Barcelona	1,0 - 2,5
	Puerto La Cruz	1,0 - 2,5
Apure	San Fernando	0,2 - 5,0
Aragua	Maracay	0,6 - 1,1
	Villa de Cura	1,7 - 3,4
Carabobo	Valencia	2,0 - 6,0
Falcón	Coro	1,3 - 25,5
	Mirimire	3,3 - 5,4
Guárico	Altagracia de Orituco	1,3 - 6,0
	Calabozo	4,0 - 8,0
	El Saco	3,8 - 5,6
	Tucupido	3,8 - 5,6
	Valle de la Pascua	1,7 - 14,0
Lara	Zaraza	0,5 - 8,7
	Barquisimeto	4,0 - 12,0
Miranda	Carora	6,0 - 12,0
	Guarenas	0,0 - 2,5
	Ocumare del Tuy	1,0 - 2,0
Nueva Esparta	Santa Teresa del Tuy	1,0 - 2,0
	Porlamar	6,0 - 10,0
Táchira	Peracal	6,0 - 15,0
	San Cristóbal	6,0 - 15,0
	Táriba	0,7 - 2,0
Zulia	Cabimas	0,4 - 0,5
	Casigua El Cubo	3,0 - 7,0
	Maracaibo	1,9 - 17,0
	Puerto Altagracia	0,0 - 8,0

Figura 1



Figura 2

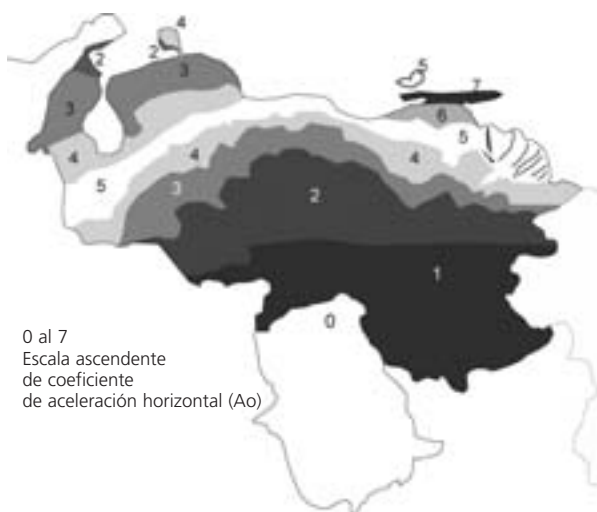


Figura 3



Cuadro 2
Viviendas dañadas por problemas geotécnicos

Asentamiento	Estado	Nº de viviendas
El Portal de Los Morros	San Juan / Guárico	440
Urb. Cotoperíz	Los Bagres / Nueva Esparta	1.174
Nuestra Sra. de la Caridad	San Sebastian de los Reyes / Aragua	280
Las Tienditas	Ureña / Táchira	270
Paraíso del Tuy	Sta. Teresa / Miranda	274
Brisas de Macuto	Sta. Lucía / Miranda	270
Altamira	El Rodeo / Miranda	119
Virgen de Coromoto	Guanare / Portuguesa	530
La Granja	Guanare / Portuguesa	155
Villa Tamare	Municipio Mara / Zulia	416
La Blanquilla	Pta. de Piedras / Nueva Esparta	142
Yuleska	Barcelona / Anzoátegui	246
Campo Morichal	Pta. de Mata / Monagas	364
La Campereña	Municipio Biruaca / Apure	244
Nuestra Sra. del Valle	Barinas / Barinas	100
El Caujaro Lote "E"	Maracaibo / Zulia	200
Los Manguitos	Valles del Tuy / Miranda	431
Doña Alicia Pietri	Aguasanta / Trujillo	460
La Florida II	Anaco / Anzoátegui	300

Construcción sustentable con concreto armado en Venezuela

Otro aspecto que resulta de vital consideración es el hecho de que en Venezuela el empleo del concreto armado es uno de los recursos tecnológicos más difundidos en todo tipo de edificaciones, particularmente en las infraestructuras, circunstancia que se ratifica incluso en el ámbito informal de la construcción.

A partir de la emisión de la norma nacional COVENIN 1756-98 de Edificaciones Sismo-resistentes fueron impuestos mayores requerimientos en cuanto a las dimensiones mínimas y el cálculo de los refuerzos metálicos de todos los componentes estructurales de concreto armado, incluyendo las fundaciones, lo que ha repercutido en un incremento directo en el consumo de los materiales empleados en este recurso constructivo (cemento, áridos, acero, madera y agua corriente), los cuales incorporan una elevada cantidad de energía para su producción y asimilación en el ciclo de la construcción, siendo a la vez altos consumidores de recursos naturales no renovables (Cachán, en Águila, 2003).

En el caso de los desarrollos de viviendas de bajo costo de hasta dos pisos edificados en el país, uno de los recursos constructivos más difundidos es el empleo de la placa maciza de fundación superficial elaborada en concreto armado. Esta práctica se ha extendido a pesar de la opinión de algunos autores especializados (Fratelli, 1993) que afirman que desde el punto de vista del consumo de materiales las placas rigidizadas con nervaduras resultan en general más económicas que las placas macizas, debiéndose tomar en cuenta adicionalmente que las primeras presentan un comportamiento más favorable desde el punto de vista de la resistencia estructural.

En el campo del desarrollo tecnológico de la construcción se ha venido trabajando insistentemente, y con relativo éxito, en la elaboración de materiales que puedan sustituir total o parcialmente el uso del concreto armado. "Sin embargo, igualmente constituye un camino posible continuar aprovechando las bondades y la aceptación de este material y tratar de disminuir la cantidad de concreto a utilizar por metro cuadrado de edificación, sobre la base de desarrollar tecnologías innovadoras que, sin disminuir la calidad, consuman menos materiales por unidad de construcción que las tecnologías tradicionales" (Águila, 2003).

En concordancia con lo anterior, esta investigación se centra en conceptualizar, desarrollar, experimentar y evaluar de forma preliminar la factibilidad técnica, constructiva y económica de un componente modular prefabricado de concreto sin refuerzo metálico, que sirva de sustrato

para la construcción de una placa de fundación superficial reticular alveolada, moldeando el perfil de sus nervaduras para ser vaciadas en sitio en concreto armado, constituyendo una opción de infraestructura con ventajas comparativas frente a las técnicas convencionales para fundar sobre suelo con arcillas expansivas la vivienda progresiva de bajo costo de hasta dos pisos.

El desarrollo en profundidad de lo aquí expuesto aparece en el material homónimo que sirviera de Trabajo de Grado de Maestría al autor (Márquez, 2003) y en los informes parciales de la investigación (Márquez, 2000).

Problemática particular de las fundaciones prefabricadas de concreto

La prefabricación de las fundaciones se enfrenta con una serie de circunstancias problemáticas que en gran medida han desincentivado su empleo masivo, tanto en la construcción formal como en la autoconstrucción y la auto-gestión habitacional. Estas limitaciones vienen dadas por los siguientes factores:

- *Especificidad*: usualmente las fundaciones prefabricadas pertenecen a sistemas estructurales o constructivos específicos, así mismo están calculadas para condiciones particulares de proyecto (coeficientes, cargas y resistencia mínima del suelo preestablecidos). Esto en su conjunto limita o impide su aplicabilidad con otras alternativas constructivas y en otras circunstancias contextuales.
- *Correspondencia estructural*: los distintos requerimientos de vínculo con la superestructura según las particularidades del sistema de soporte (esqueleto portante, plano resistente o mixto), así como de su ubicación relativa en el plano de base (esquina, borde o centro), con frecuencia conduce a la generación de una variada serie de componentes específicos para cada situación en particular. Esto tiende a incidir en una relativa menor eficiencia en cuanto a la estimación y el control de las cantidades de obra y de los inventarios de componentes, así como también en el rendimiento de la ejecución de la obra debido a la diversidad y número de operaciones a ejecutar.
- *Coordinación dimensional*: al igual que en el punto anterior, las diferencias en cuanto a la magnitud de las luces estructurales entre apoyos obligan con frecuencia a generar una variedad dimensional de los componentes prefabricados para fundaciones a fin de satisfacerlas adecuadamente, propendiendo hacia una menor eficiencia en los términos ya explicitados.
- *Peso*: el empleo recurrente del concreto armado como recurso fundamental para su elaboración, el cual com-

bina los pesos específicos del concreto (2.400 kg/m^3) y del acero estructural (7.800 kg/m^3), dificulta la manipulación y el transporte de los componentes prefabricados sin el uso de elementos mecanizados.

- *Comportamiento monolítico*: la forma más común de enfrentar la prefabricación de fundaciones es a través de un sistema de piezas que deben ser ensambladas, constituyéndose las uniones en el punto más crítico a resolver para garantizar el adecuado comportamiento monolítico del conjunto estructural, particularmente frente a la acción de las cargas dinámicas (sismo, vibraciones, movimientos diferenciales del suelo y otras), lo cual en oportunidades limita o impide su aplicabilidad en determinadas circunstancias (amenaza sísmica, geotécnica y otras).

Descripción general de la propuesta

Consiste en un sistema abierto de fundación superficial que debe ser completado en obra con el armado y vaciado con concreto de las nervaduras, siendo compatible con superestructuras tanto de muros como de esqueleto portante, ajustándose a las especificaciones de cada proyecto en particular y a los requerimientos normativos en el campo estructural (figuras 4 y 5). Para ello se basa en un único componente modular prefabricado de concreto sin refuerzo metálico, que por repetición y cambios de posición arroja como resultado inmediato de su empleo en obra aproximadamente el 75% del área de piso ya lista y el molde vacío de la retícula de las nervaduras que

serán armadas y vaciadas en sitio según las especificaciones del proyecto.

El conjunto monolítico del sustrato modular prefabricado y el concreto armado elaborado en sitio propicia el comportamiento rígido de la losa de fundación como recurso estructural para enfrentar los esfuerzos producidos en la interacción con el suelo de arcillas expansivas, conformando a la vez en la cara inferior de la placa de fundación una superficie con múltiples alvéolos que orientan los cambios diferenciales de volumen del suelo.

La propuesta cuenta con todas las ventajas comparativas de los sistemas basados en un solo componente modular en cuanto a su economía de moldes y medios de producción, elemental coordinación dimensional, posibilidad de múltiples configuraciones, eficiente control de inventarios, minimización de desperdicios, calidad uniforme del producto, reducción de ejecuciones en obra, precisa estimación como partida de obra, entre otras.

Estos factores inciden de manera positiva en la estructura de los costos de obra de la propuesta, permitiendo ofrecer una alternativa de losa de fundación superficial técnica y económicamente más eficiente para suelos con amenaza geotécnica que las losas de fundación de concreto armado maciza o reforzada con vigas, y que las técnicas de estabilización electro-química del suelo. Así mismo, su concepción como sistema abierto de fundación superficial parcialmente prefabricada conjura todas las desventajas ya referidas propias de las fundaciones totalmente prefabricadas.

Figura 4

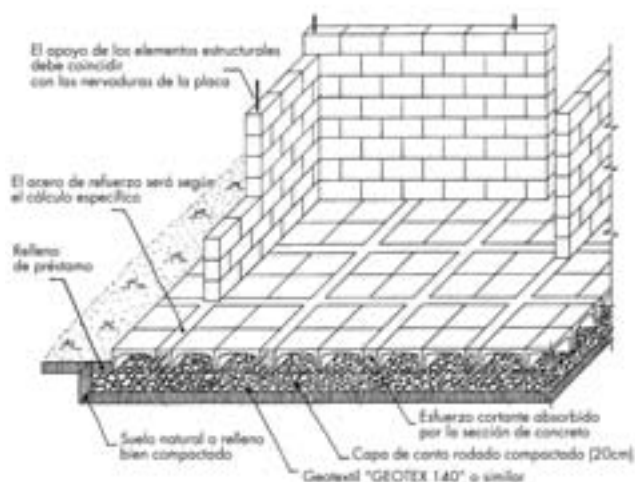
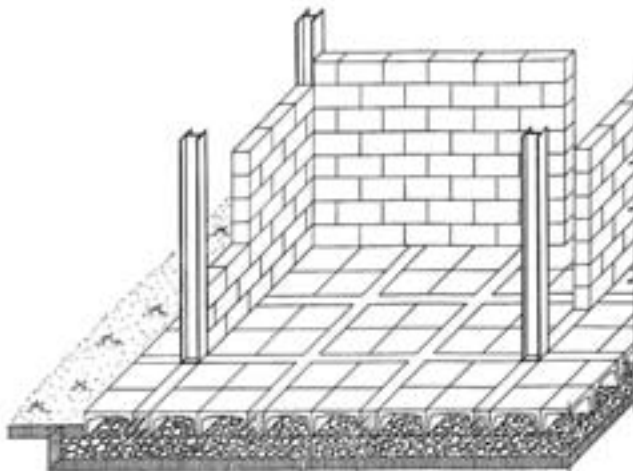


Figura 5



Proceso de concepción geométrica modular

Bajo la premisa de que la propuesta del componente modular busca a través del manejo de la geometría de su forma tridimensional contribuir a la canalización del flujo de las fuerzas internas, así como al más eficiente aprovechamiento del material de elaboración, se estableció que su perfil resistente está basado en el negativo del diagrama de flujo de la sección típica de la cuadrícula bidireccional. Igualmente, con miras a precisar la definición geométrica de dicho perfil resistente, se transitó por el estudio de las superficies cilíndricas tridimensionales en virtud de estar consideradas entre las más eficientes en la relación masa-resistencia y frente al efecto de las cargas axiales verticales, al canalizar el flujo de las fuerzas internas con mínimas reacciones en los extremos que les sirven de apoyo.

Del cruce de las exigencias de la propuesta con las propiedades de las superficies cilíndricas estudiadas derivó la geometría preliminar del elemento modular, correspondiente a una superficie sinclástica de base cuadrada con una dimensión de 0,80m x 0,80m x 0,20m, definiéndose así la trama bidireccional de las nervaduras (figuras 6, 7 y 8).

Del desarrollo y la evaluación de una serie de alternativas de configuración del sustrato de la placa de funda-

ción (figuras 9 a 15) se derivó la propuesta del componente modular que sería ensayada experimentalmente, la cual conjuga las ventajas comparativas de cada una de las anteriores (figuras 16 a 19).

Debido a sus dimensiones y proporciones (0,50m x 0,50m x 0,20m) el componente propuesto permite presumir un peso y maniobrabilidad acordes a la capacidad de trabajo de una sola persona, a la vez de incrementar la distancia entre las nervaduras de la placa de fundación (1,00m x 1,00 m) para un mayor rendimiento de los materiales empleados en su construcción sin sacrificar su eficacia estructural.

Con base en las ventajas comparativas que presenta esta alternativa vinculadas a los aspectos de adecuada configuración geométrica para la prefabricación de la pieza, admisible peso probable y maniobrabilidad, eficiente moldeado del vacío de las nervaduras, mayor rendimiento de la trama bidireccional por unidad de superficie y elevado aporte de área de piso pre-elaborado, se decidió adoptarla como propuesta firme a los fines de ahondar en su desarrollo desde el punto de vista de los aspectos físicos y constructivos, lineamientos de ejecución en obra, lineamientos estructurales y las posibilidades en cuanto al desarrollo progresivo.

Figura 6

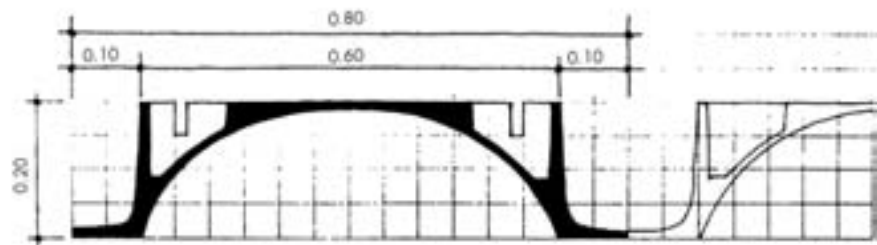


Figura 7

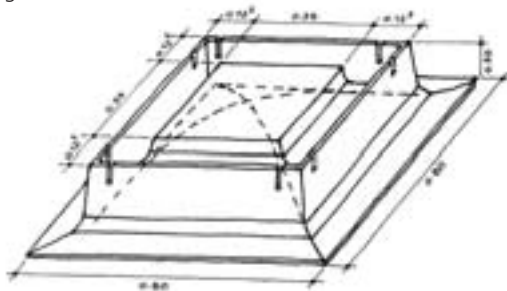


Figura 8

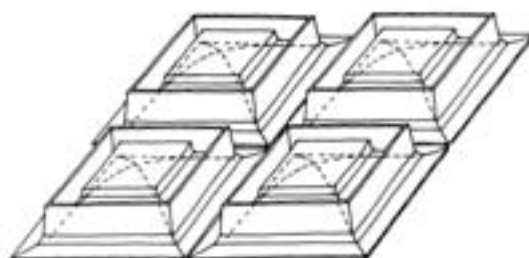


Figura 9



Figura 12

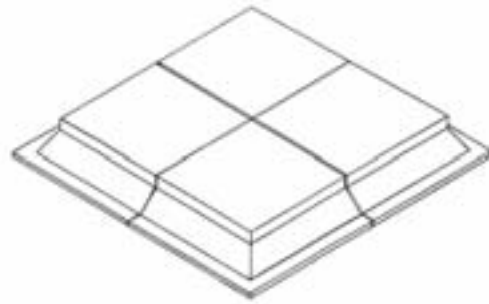


Figura 10

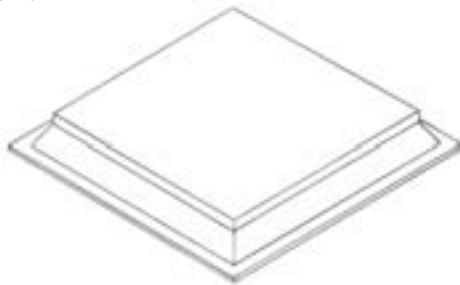


Figura 13

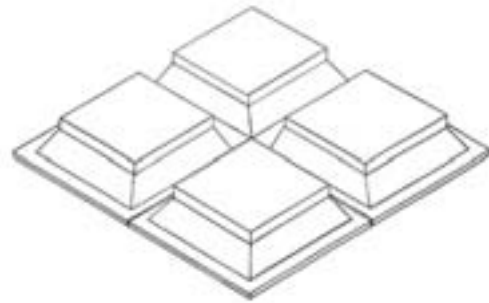


Figura 11

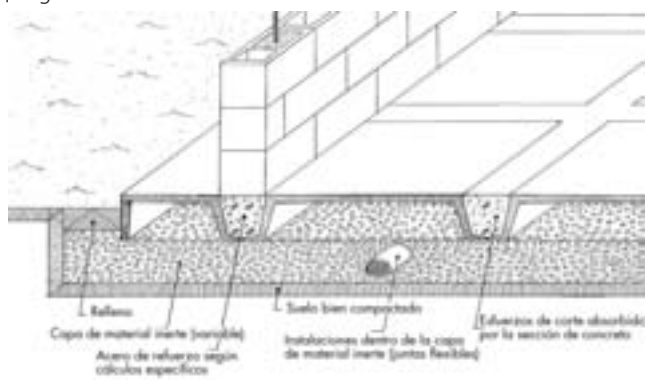


Figura 14

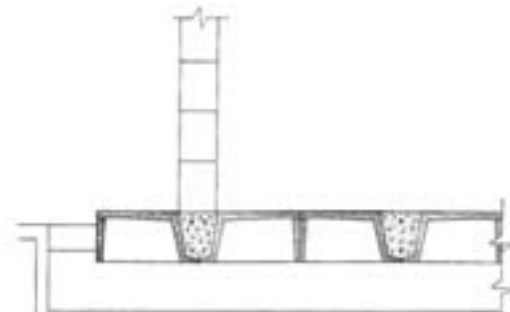
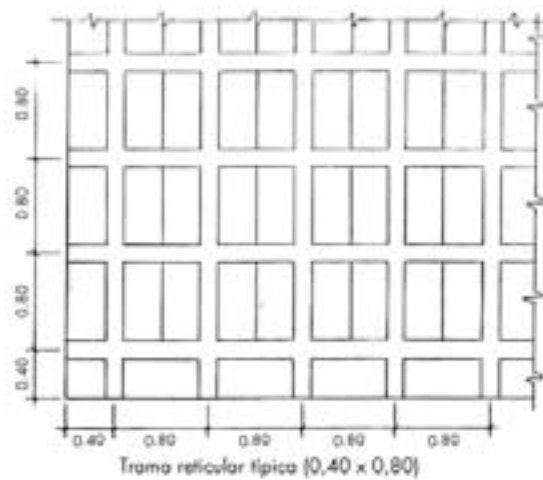


Figura 15



Lineamientos de ejecución en obra

Contempla aspectos de la sana praxis constructiva que contribuyen a la prevención y mitigación de procesos patológicos en la edificación:

- Control del nivel de humedad del suelo de fundación, pues constituye un factor determinante en los cambios diferenciales de volumen, por lo que se plantea el empleo experimental de láminas de polietileno de uso comercial colocadas directamente sobre el terreno, en primer término como un mecanismo de control tanto de la evaporación del agua contenida en el suelo como de la saturación que pueda ocurrir por el efecto de la lluvia o filtraciones, pero también para la confrontación inicial de los esfuerzos de tensión producidos por los cambios volumétricos del subsuelo.
- El enfrentamiento de la placa de fundación superficial con la acción directa de los suelos retro-expansivos incrementa su vulnerabilidad frente a las amenazas de los efectos de los cambios volumétricos diferenciales, por lo que se plantea colocar una capa de material inerte grueso bien compactado para que en el momento de la deformación del suelo sufra un amoldamiento a la misma contribuyendo así, por intermedio de la transformación de la energía cinemática en energía térmi-

ca, a la disipación de las tensiones producidas por dicha deformación.

- El análisis del proceso de nivelación en obra de componentes modulares prefabricados para fundaciones superficiales condujo a plantear una capa de árido fino (arena lavada, ripio, "molido" de Aliven o similar) por encima de la de árido grueso y en contacto directo con la placa, de modo que facilite el ajuste de nivel de las piezas debido a su compacidad y deformabilidad.
- El remanente de los esfuerzos de tensión no contrarrestados por la acción colectiva de los recursos ya descritos será disipado orientando las deformaciones del suelo hacia las cavidades alveolares de la superficie inferior de la placa de fundación reticular, ya que la presión ejercida se dirigirá primordialmente hacia donde encuentre la menor resistencia.

Lo que se busca como comportamiento de la placa de fundación superficial reticular alveolada es que los esfuerzos producidos por los cambios diferenciales de volumen no vulneren su integridad ni se transmitan de forma destructiva a la superestructura y los cerramientos, de modo tal que si el conjunto de la edificación va a sufrir movimiento lo haga como un todo basado en el principio de placa rígida.

Figura 16

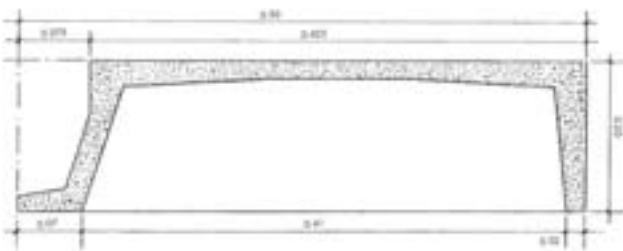


Figura 18

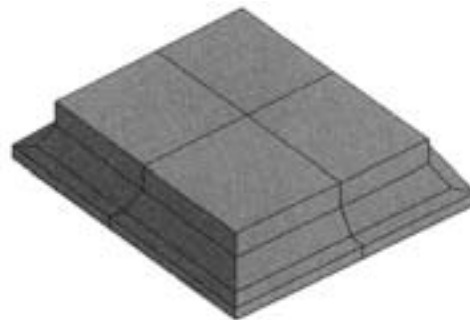


Figura 17

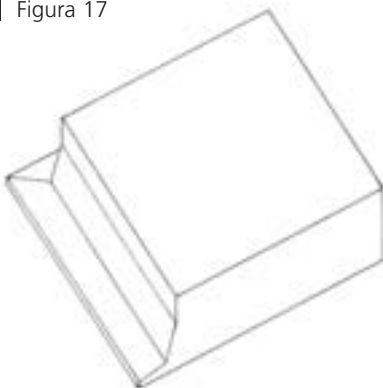
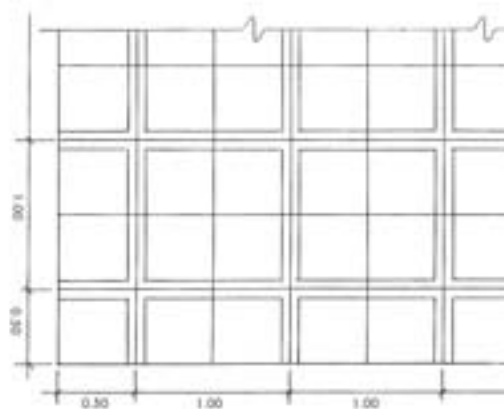


Figura 19



Lineamientos estructurales

Esta propuesta de desarrollo tecnológico se acoge conceptualmente a lo establecido en la vigente norma nacional COVENIN-MINDUR 1753-87 *Estructuras de concreto armado para Edificaciones. Análisis y diseño*, la cual recoge la siguiente definición: "Miembros Compuestos: miembros de concreto formados por elementos prefabricados o vaciados en sitio, construidos en diferentes vaciados, pero interconectados de tal manera que todos los elementos actúen como una sola unidad" (COVENIN, 1987).

Con relación a los mecanismos físico-químicos que intervienen en la interconexión de los elementos que integran la placa de fundación superficial propuesta, se realizaron las siguientes consideraciones:

- Las direcciones relativamente opuestas que presentan los componentes prefabricados, aunadas a la fricción generada por el contacto pleno entre las caras interiores paralelas de dichos componentes, otorgan la resistencia inicial para el equilibrio estable de cada subconjunto de piezas.
- Las nervaduras perimetrales armadas y vaciadas en sitio que limitan cada espacio modular de la retícula, garantizan el comportamiento unitario de la placa de fundación por intermedio de los siguientes principios:
 - La continuidad tanto del acero de refuerzo como de la masa de concreto vaciada en sitio garantiza una traba mecánica rígida alrededor de los componentes prefabricados que impide su desplazamiento horizontal, así mismo constituye el mecanismo resistente fundamental para la descomposición y repartición de los esfuerzos.
 - Entre las superficies de los componentes prefabricados de concreto y la masa de concreto vaciado en sitio, interactúan varios mecanismos físico-químicos que apuntalan el comportamiento unitario del conjunto estructural. Por una parte, la expansión dinámica del concreto vaciado en sitio genera presiones sobre todas las caras externas de los componentes prefabricados que tiende a aumentar la fricción entre sus caras internas paralelas; a la vez estos mismos componentes apearán a su peso, posición relativa y la fricción de su base con la capa de árido fino, para mantener el equilibrio estable durante el vaciado y fraguado de las nervaduras. Adicionalmente se produce un proceso de adherencia superficial entre los componentes prefabricados y el concreto vaciado en sitio por intermedio de varios fenómenos: traba mecánica superficial a nivel de micro poros, fuerzas de atracción entre partículas coloidales, así como también uniones moleculares de tipo iónico y covalente.

Otra circunstancia a considerar es que el empleo eficiente de esta placa de fundación superficial requiere asumir desde el inicio como una determinante ineludible del proyecto al patrón dimensional de la retícula de las nervaduras, exigiendo cabal coincidencia con los ejes estructurales de la superestructura.

Para el caso en que se emplee un sistema de muro portante deben interactuar los principios estructurales de este tipo de soporte (ejemplo: sumatoria de longitudes equivalentes en ambos sentidos) con los lineamientos de las relaciones proporcionales para el adecuado comportamiento bidireccional en la transmisión de las cargas en las placas nervadas ($0,5 \leq L_y / L_x \leq 2$) (Fratelli, 1993), donde L_y y L_x representan los lados de la placa. El incumplimiento de estas relaciones implica que la placa trabajaría como apoyada en su contorno transmitiendo la casi totalidad de las cargas a los nervios perimetrales por flexión, en el sentido de la luz más corta, desperdiándose así el recurso de la trama reticular.

Cuando se trata de superestructuras de esqueleto portante habría que considerar que el comportamiento rígido de la placa nervada bidireccional está condicionado porque la distribución de las reacciones en el suelo sean uniformes, haciendo coincidir el centro de presiones con el baricentro de la base, lo cual a su vez depende de un distanciamiento y una distribución de cargas relativamente uniforme entre las columnas del sistema estructural.

Otra situación a considerar en cuanto a los lineamientos estructurales se refiere a que cuando los bordes de la placa de fundación son simplemente apoyados, la distorsión provocada por la torsión produce un efecto típico de levantamiento de las esquinas, por lo cual éstas deben ser armadas convenientemente en la sección de $L/5$ (L = mayor longitud de cara); esta armadura debe ser similar a la que se coloca en el centro de la placa, y puede orientarse paralela a las caras o a 45° , sirviendo para absorber los esfuerzos de tracción y compresión resultantes.

El dimensionado preliminar del perfil de las nervaduras se definió con relación a las asesorías especializadas y en función de satisfacer los requerimientos estimados de absorción de los esfuerzos cortantes por la sección de concreto y de la longitud de desarrollo frente a cargas dinámicas, limitada a la modalidad constructiva del doblado ortogonal en la base del acero de refuerzo vertical tomanado como límite superior lo exigido para cabillas n° 4 ($\varnothing 1/2''$).

Por último, se está consciente de que comparativamente con la losa de fundación maciza, plana o reforzada con dentellones, la naturaleza alveolar de la cara inferior de la placa de fundación reticular constituye una condición que desfavorece el empleo del roce superficial

como factor fundamental de sismo-resistencia, por lo cual se plantea como parte del futuro desarrollo de la propuesta su verificación analítica y la evaluación de alternativas que contemplen, entre otras, la sustitución de algunos componentes modulares por vaciado en sitio o el empleo de medios de anclaje que minimicen el riesgo de desplazamiento frente a cargas dinámicas horizontales.

Lineamientos para la progresividad

La propiedad de crecimiento progresivo de esta propuesta de placa de fundación superficial reticular alveolada ha estado implícita como determinante fundamental de su concepción desde el inicio del proceso de desarrollo tecnológico; de allí deriva en parte la definición modular del componente que permite su repetición para darle continuidad al sustrato de cimentación, y así mismo la escogencia de la técnica de construcción que combina la prefabricación con el vaciado en sitio.

Desde el punto de vista constructivo y del adecuado comportamiento estructural, las previsiones a tomar serían las mismas que dictan las normativas que rigen estos ámbitos para los miembros compuestos de concreto armado, las cuales deben ser especificadas desde la circunstancia particular de cada proyecto con el fin de garantizar adicionalmente una consideración integral que incluya los aspectos ya mencionados con relación a los lineamientos estructurales particulares de la propuesta de placa de fundación superficial reticular alveolada.

Desde el punto de vista constructivo y el adecuado comportamiento estructural se deben tomar, entre otras, las siguientes previsiones:

- Preservar las dimensiones normativas y la condición material de las secciones de concreto que permitan el adecuado empalme con los futuros vaciados en sitio de cada una de las etapas subsiguientes.
- Preservar las longitudes normativas de los arranques del acero de refuerzo así como la de los solapes de estos con los de cada nueva etapa a construir.
- Conservar durante las futuras etapas constructivas las relaciones proporcionales y dimensionales ya citadas en vinculación al adecuado comportamiento rígido y la bidireccionalidad en la transmisión de las cargas en las placas nervadas.

- Evaluar la conveniencia de emplear juntas de construcción o dilatación, según sea el caso, así como la posibilidad de emplear recursos constructivos que propicien la continuidad y adherencia entre el concreto endurecido y el nuevo vaciado, como por ejemplo resinas epoxídicas, lechadas de cemento, traba mecánica u otras alternativas acordes a tal fin.

Aspectos físicos y constructivos

Como parte de los procesos paramétricos que se aplicaron con la finalidad de cuantificar magnitudes referenciales de la propuesta, tanto del componente modular como de la placa de fundación superficial construida con él, y establecer relaciones comparativas con otras alternativas constructivas que buscan satisfacer necesidades similares, se obtuvieron los siguientes valores:

Características físicas del componente modular prefabricado:

Módulo base: 0,50m x 0,50m
 Superficie ocupada (S): 0,25m²
 Superficie de piso pre-elaborado (Sp): 0,18m² (72% de S)
 Altura (h): 0,20m
 Volumen macizo del componente (V): 0,016m³
 Volumen de material vibrocompactado (V+ 20%): 0,019m³

Material a ensayar:

Concreto sin armadura (f'c): 210 kg/cm²
Peso unitario teórico del componente modular prefabricado (mayorado):

Concreto de 2.400 kg/m³: 46 kg (184 kg/m²)
 Concreto de 2.000 kg/m³: 38 kg (152 kg/m²)
 Concreto de 1.600 kg/m³: 31 kg (124 kg/m²)
 Concreto de 1.200 kg/m³: 23 kg (92 kg/m²)

Análisis comparativo:

Volumen de concreto vaciado en sitio por m² :
 Losa maciza de 20cm (2 pisos): 0,20 m³/m²
 Losa con dentellones (2 pisos): 0,15 m³/m²
 Placa reticular alveolada propuesta (2 pisos): 0,044 m³/m²
 (Volumen incluyendo el componente modular: 0,063 m³/m²)

A manera de conclusión del desarrollo conceptual

Hasta este punto, y sobre la base de las estimaciones numéricas realizadas, se delinearon los siguientes aspectos concluyentes que apuntan hacia el logro preliminar de algunos de los objetivos planteados con relación a la racionalización del ahorro de los materiales y el proceso de construcción de la placa de fundación:

- Las dimensiones, las proporciones y el peso teórico del componente modular prefabricado entran dentro de los parámetros de acarreo y manipulación por parte de una sola persona, incidiendo favorablemente en la estructura de costos a través del rendimiento de la mano de obra y el requerimiento de equipos.
- El volumen teórico de concreto empleado en la construcción de la placa reticular alveolada propuesta, componente más vaciado en sitio, representa un ahorro significativo de este material con relación a las otras

alternativas analizadas (68,5% menos que la losa maciza y 58% menos que la losa con dentellones).

- Las propiedades constructivas de la propuesta propician el ahorro de otro tipo de materiales al no requerir de encofrado perimetral continuo ni acero de repartición para los esfuerzos de retracción del concreto.
- El enfoque constructivo planteado de prefabricación parcial de un elemento modular único, incide positivamente en la estructura de costos a través del rendimiento de la obra al generar de forma instantánea un alto porcentaje de piso transitable (72%) que facilita las labores del vaciado de las nervaduras y el rápido avance a las etapas subsiguientes de superestructura y cerramientos. Del mismo modo, este rendimiento se ve refrendado con las construcciones simultáneas de la acera y el borde de protección requeridas contra la socavación, y no como obras complementarias a la placa de fundación superficial.

Referencias bibliográficas

- Águila, Idalberto (2003) "Técnica de producción de componentes de concreto y anime para viviendas", *Tecnología y Construcción* n° 19-III, pp. 29-37. IDEC-FAU/UCV, Caracas
- COVENIN (1987) *Estructuras de concreto armado para Edificaciones. Análisis y Diseño*. Norma Venezolana MINDUR-FONDONORMA 1753-87. Caracas.
- Fratelli, M. (1993) *Suelos, fundaciones y muros*. 1ª edición. Bonalde Editores. Caracas.
- López et al. (1999) Un estudio comparativo de la efectividad de diferentes aditivos en el comportamiento expansivo de las arcillas. Mimeo. UNAM, México.
- Márquez, Augusto (2000) Desarrollo de sistema de fundación superficial para suelos potencialmente problemáticos, como una opción para la vivienda de bajo costo. Informes parciales. Mimeo. CDCH/IDEC-FAU/UCV. Caracas.
- Márquez, Augusto (2003) Componente modular prefabricado de concreto para placa de fundación superficial reticular alveolada. Una opción para la vivienda de bajo costo de desarrollo progresivo sobre suelo retro-expansivo. Trabajo de Grado de Maestría. IDEC-FAU/UCV. Caracas.
- Ugas, Celso (1972) *Guía de ensayos de laboratorio de mecánica de suelos*. Facultad de Ingeniería-UCV, Caracas.



CONDES

Consejo de Desarrollo
Científico y Humanístico
de La Universidad del Zulia

Es un ente de permanente asesoría y consulta del Consejo Universitario, adscrito al Vice Rectorado Académico, destinado a diseñar y ejecutar una política científica que comprende la elaboración de los fundamentos teóricos; y el establecimiento de mecanismos para estimular, financiar, difundir y promocionar la investigación en la Universidad como contribución al desarrollo del país.

Visión

El CONDES, es una unidad Académico-administrativa de apoyo, que hará posible la consolidación de una comunidad científica, mediante: el financiamiento de proyectos y programas de investigación; el entrenamiento para la divulgación de sus resultados, la incorporación de jóvenes que garanticen la continuidad de las líneas y áreas; y, el reconocimiento a la labor realizada.

Misión

Coordinar, estimular y difundir la investigación en el campo científico y en el de los estudios humanísticos y sociales, mediante la ejecución de programas, planes y proyectos académicos que integran las actividades científico-tecnológicas con las de docencia, de pre y postgrado, para así dar respuesta a las necesidades y demandas del entorno regional, nacional e internacional.

Objetivos

General:

Establecer vinculación con los diferentes entes que realizan actividades de investigación.

Específicos:

Establecer interrelación con dependencias de investigación de LUZ, para conocer los planes y proyectos de las mismas.

Realizar acciones concernientes a la difusión y divulgación de las actividades de investigación.

Fomentar la actualización del personal de investigación.

Conocer y divulgar las actividades de apoyo a la investigación que realizan los organismos centrales de investigación (CONICIT, FUNDACITES, etc.)

Mantener relación estrecha entre las actividades de investigación y Postgrado.

Programas de Financiamiento del CONDES

Programas y Proyectos de Investigación:

El CONDES, contribuye con el desarrollo de la investigación científica y humanística realizada por los miembros del personal Docente y de Investigación de LUZ o cursantes de postgrados.

Equipo:

Apoyar a los investigadores en la adquisición de equipos de gran envergadura, contribuyendo al mejor funcionamiento de las actividades científicas que se realizan por partes de aquellos grupos motivados a trabajar de manera interdisciplinaria.

Asistencia a Eventos y Reuniones científicas:

Promoción y apoyo a la comunidad científica de investigadores para la asistencia a diferentes eventos nacionales e internacionales con el fin de enriquecer la formación académica a través del intercambio entre pares.

Organización de Eventos científicos:

Apoyo a la realización de eventos enmarcados en el desarrollo de las actividades de investigación.

Cursos, entrenamiento y pasantías:

El CONDES financia la asistencia a cursos, entrenamiento y pasantías dentro y fuera del país.

Revistas científicas:

Para cumplir su función de divulgación científica, el CONDES asigna fondos para la edición de revistas arbitradas, siempre y cuando cumplan con la rigurosidad científica exigida a nivel nacional e internacional.

Evaluación del flujo de agua superficial y subterránea en la Ciudad Universitaria de Caracas. Resultados en avance.

Victor Obregón. Escuela de Ingeniería Civil, FI-UCV
Iván Saavedra. Instituto de Mecánica de Fluidos FI-UCV
Melín Nava. FAU-UCV

Resumen

Una de las principales evidencias que ocasiona el deterioro en la CUC es el referido al aumento de problemas asociados al agua como factor de riesgo en el campus. Este trabajo, en avance, establece las bases, a través de la utilización de un modelo matemático, para la instalación de una red de control de niveles freáticos en la Ciudad Universitaria de Caracas. Mostramos aquí los resultados de la fase 1 del subproyecto de Evaluación Hidrogeológica adscrito al Proyecto N° 2001002590 de FONACIT, el cual busca determinar los factores que deben ser controlados para la reducción eficaz de la vulnerabilidad en este sector. Esta fase ha sido implementada en la zona del Estadio Olímpico y ha definido las condiciones del acuífero aquí ubicado, que es uno de los dos que se encuentran en nuestro territorio.

Abstract

One of the main causes of deterioration in Caracas' university campus are the increasing problems related to water as a risk factor. With the help of a mathematical model, this work sets the bases for the installation of a network aiming to control the phreatic stratum. Here we present the results of the phase 1 of the Hydrogeological Evaluation Sub-Project assigned to Project n° 2001002590 of FONACIT, which pretends to establish the factors that should be controlled for the efficient reduction of vulnerability in this sector. This phase has been carried at the Olympic Stadium area, and has defined the conditions of the aquifer located there, one of the two aquifers of our territory.

Antecedentes del contexto de estudio

La Ciudad Universitaria de Caracas (CUC) sobresale como un conjunto autónomo enclavado dentro del centro geográfico de la capital venezolana, rodeado por las principales arterias viales y la serranía del Jardín Botánico. La preservación y reducción de la vulnerabilidad de la CUC, reconocida como Patrimonio Cultural Mundial de la Humanidad por la UNESCO en el año 2000, depende del conocimiento de las zonas de riesgo, sus áreas de incidencia y el impacto de los tipos de amenaza que se identifican en nuestro conjunto arquitectónico.

En 1942 comenzaron los estudios necesarios para la construcción de la nueva Ciudad Universitaria de Caracas, para cuya ubicación se escogieron los terrenos pertenecientes a la histórica Hacienda Ibarra, situada en el valle comprendido entre las colinas al Sur del Parque Los Caobos y antes de la confluencia de los ríos Valle y Guaire. Ya para el año 1944 se inicia la construcción del urbanismo de la Ciudad Universitaria y se contrata la construcción de los edificios de Medicina. El marco urbano fue construido sobre un terreno ubicado a una cota de 870 m.s.n.m. Este conjunto arquitectónico tiene más de ochenta edificaciones y diversos espacios públicos distribuidos en un área de terreno de unas 202 hectáreas, con una cota promedio superior a 20 metros por encima de la cota de la confluencia de los ríos Guaire y Valle.

Considerando fundamentalmente la importancia estratégica que este proyecto tuvo en Venezuela en un momento histórico y la condición de Patrimonio Mundial Cultural que tiene este recinto, debemos abordar el reto de profundizar los estudios necesarios para garantizar de la manera más efectiva las condiciones técnicas de preserva-

Descriptor:

Red de control de niveles freáticos; Modelo de simulación de aguas subterráneas

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 22-II, 2006, pp. 35-42.
Recibido el 21/07/05 - Aceptado el 20/02/07

ción y disminución de riesgos ante eventos naturales que permitan salvaguardar nuestro campus. Es por ello que reviste particular interés la aplicación de medidas correctivas y de preservación que garanticen la conservación del conjunto arquitectónico existente, reduciendo los factores vulnerables del complejo, lo cual representa el gran reto de la Ingeniería. La realización de mecanismos de estabilización y aprovechamiento racional del flujo subterráneo permitirá desarrollar mecanismos ocultos y eficientes en el control de asentamientos de la CUC, construida en un sector de particulares características hidrogeológicas que han sido consideradas.

Dentro del terreno que conforma la CUC, existen varias zonas en las cuales se desea estudiar el posible abatimiento del nivel freático y las posibles manchas de inundación que se originen por el desbordamiento de nuestros ríos cercanos, en el marco del Programa "Estudio de Vulnerabilidad y Gestión de Riesgo" que lleva a cabo el Consejo de Preservación y Desarrollo de la Universidad Central de Venezuela (COPRED). Esto origina la necesidad de conocer y cuantificar características importantes propias del conjunto, entre las cuales se destaca la estabilidad del terreno y las características de las posibles zonas de inundación, ambas vinculadas a una serie de factores entre los que se pueden destacar la topografía, aspectos geológicos y geotécnicos, condiciones hidrológicas y características hidráulicas del comportamiento de los ríos y de los patrones de flujo del subsuelo. Por esta razón se realiza un estudio inicial a escala piloto basado en la aplicación de un modelo de simulación de aguas subterráneas en un sector de la Ciudad Universitaria de Caracas.

Área de interés

El estudio del agua subterránea y superficial es importante para la realización de obras de ingeniería que permitan diseñar los mecanismos para ejercer el control de amenazas por inundación o por contaminación y el aprovechamiento de las aguas subterráneas como fuente alterna de suministro de agua.

De la necesidad de predecir niveles freáticos futuros dado un caso de estudio comercial o industrial, sobre la base de parámetros de explotación, es que intervienen los modelos matemáticos, ya que no se podrían realizar ensayos de bombeo en forma continua sin perjudicar al acuífero o a la inversión económica, puesto que los ensayos cuestan tiempo y dinero.

La importancia del estudio de las aguas subterráneas se basa en la interrelación existente entre ellas y los

suelos que las poseen, ya que a su vez estos mismos suelos pueden soportar estructuras que podrían ser afectadas por la presencia o variación de las aguas. A su vez, estas son una fuente confiable, continua y económica, que no requiere complicados sistemas de tratamiento de potabilización, por lo cual se convierten en una solución alternativa de abastecimiento de agua para consumo humano y riego.

Estos temas sintetizan el interés que este trabajo puede tener para contribuir a la reducción de la vulnerabilidad por inundación y contaminación de acuífero que posee este conjunto urbano universitario, el cual no sólo es la sede de la universidad más antigua del país, sino de uno de los conjuntos de edificaciones modernas más significativo en el mundo actual.

¿Por qué modelaje matemático?

Los modelos matemáticos para estudio de flujo en sistemas a escala de planificación local o regional, permiten estimar el impacto de las acciones ejercidas en cada punto del sistema sobre otros puntos del mismo, a través de las modificaciones de la dinámica del fluido. Mediante la aplicación de tales modelos se facilita la predicción de los resultados de alteraciones impuestas por la actividad humana, cuyo efecto se complica por la interacción entre los procesos que ocurren en los sistemas, siendo entonces dichos modelos de gran importancia en estudios de aprovechamiento hidráulico o de impacto ambiental.

Estos modelos son representaciones simplificadas de fenómenos extremadamente complejos, donde se incorporan las influencias más importantes de acuerdo al propósito del estudio y, mediante la solución de ecuaciones descriptivas del fenómeno extremadamente complejas, las cuales permiten obtener en forma detallada la distribución espacial o la evolución en el tiempo de las variables del sistema estudiado.

La solución se calcula mediante un programa al cual se le introducen los datos de configuración geométrica, las condiciones iniciales y de contorno requeridas para la simulación del sistema físico. Una vez que el modelo ha sido desarrollado y calibrado, constituye una herramienta de gran utilidad para predecir los efectos de cambios introducidos al sistema físico estudiado. La flexibilidad de los modelos numéricos deriva de su facilidad para efectuar de una manera simple modificaciones en la geometría y dinámica del sistema, estudiándose así diferentes escenarios y condiciones de diseño mediante un mismo *software* de simulación.

Modelo de flujo de aguas subterráneas

El desarrollo de modelos para la estimación del patrón de flujo en aguas subterráneas se basa en las ecuaciones que gobiernan este movimiento tridimensional, el cual ocurre bajo la influencia de gradientes de elevación y de presión. Estos modelos representan una gran ayuda en estudios de impacto de obras civiles, ya que permiten, mediante un mismo programa, la evaluación de múltiples alternativas para disminuir la afectación de las obras existentes o proyectadas, permitiendo a su vez evaluar y cuantificar el aprovechamiento del recurso hidrogeológico con fines de abastecimiento humano o riego.

Para la implementación de un modelo de simulación de flujo de aguas subterráneas, surge la necesidad de la obtención de datos actuales y registros históricos de los diversos parámetros involucrados en este fenómeno, por lo cual debemos realizar una serie de mediciones que permitan la obtención de estos valores y así poder contar con los datos necesarios que nos permitan conocer no sólo las características del flujo de las aguas subterráneas, sino también la posible afectación de las mismas a las estructuras aledañas, y a su vez, estudiar la posibilidad del aprovechamiento de las aguas subterráneas presentes en la Ciudad Universitaria de Caracas como una fuente alternativa de agua apta para consumo humano, lo cual permitirá disminuir la vulnerabilidad de nuestra Alma Mater ante los racionamientos de vital líquido.

En este trabajo se presenta la aplicación de un modelo tridimensional de simulación de flujo de aguas subterráneas existente, basado en el Método de las Soluciones Fundamentales. Dicho método no necesita la construcción de una malla de cálculo y su formulación se desarrolla en forma sencilla, a partir de una combinación lineal de soluciones fundamentales situadas fuera del dominio del problema. Los coeficientes se determinan imponiendo condiciones de frontera en los puntos del contorno. En el caso de flujo potencial tridimensional la solución fundamental o función de fuente se expresa como:

$$\Phi^*(P,Q) = \frac{1}{4\pi|P-Q|}$$

El modelo utiliza un procedimiento de refinamiento adaptativo, basado en conceptos tomados del análisis de regresión lineal múltiple, con una estructura de datos jerárquica para distribuir las fuentes a partir de una distribución gruesa inicial. Estas técnicas permiten alcanzar soluciones rápidas y precisas de los potenciales y sus derivadas normales.

El problema

La Ciudad Universitaria de Caracas se compone de un conjunto de edificaciones y espacios construidos en la década de los cincuenta. A través de los años, se ha ido apreciando una serie de afectaciones en las edificaciones que han motivado a las autoridades responsables de la conservación y preservación de este patrimonio mundial a la caracterización del acuífero existente. Para esto se hace imperativa la obtención de una serie de datos reales correspondientes a diversos parámetros hidrológicos, hidráulicos y geológicos que permitan la aplicación de un modelo de simulación de flujo de aguas subterráneas.

La problemática actual radica en la carencia de datos representativos, que permitan la aplicación adecuada de un modelo de simulación de flujo de aguas subterráneas, el cual a su vez nos permitirá conocer las características del acuífero existente y la posible incidencia de las aguas subterráneas en las estructuras adyacentes, así como también permitirá determinar la capacidad de explotación del acuífero como fuente alterna de suministro de agua apta para consumo humano.

Propuesta

La aplicación del modelo se realiza en forma preliminar en una zona piloto de la Ciudad Universitaria, observando la influencia de los parámetros hidráulicos y geométricos del modelo y de posibles cambios en las condiciones históricas del campus, particularmente los efectos de la extracción de 10 a 20 lps en los predios de la zona piloto. Para poder llevar a cabo el trabajo propuesto se procedió a realizar una serie de visitas de inspección que permitieron evaluar el estado actual de la infraestructura de pozos de abastecimiento, pozos de observación y perforaciones realizadas en la Ciudad Universitaria, así como el estado de la información hidrológica y geológica existente.

Los resultados del modelo permiten evaluar la importancia de los diferentes tipos de data medible para elaborar un plan de instalación de sensores, recopilación de datos y mediciones que permitirán la calibración y aplicación con capacidad predictiva de los modelos de simulación en estudios posteriores. De esta manera podrán crearse planes de seguimiento del comportamiento del agua en el subsuelo de la Ciudad Universitaria en un plazo mayor, con el propósito de estudiar el abatimiento del nivel freático y la utilización de las aguas subterráneas como medio alternativo de suministro de agua potable, así como la conservación de las aguas del subsuelo local en su relación con el acuífero de la ciudad de Caracas.

Se seleccionó al Estadio Olímpico de la CUC como una zona piloto de aplicación del estudio dada la cantidad y calidad de la información disponible de pozos y perforaciones existentes. Se recopiló en este sector la información geométrica y topográfica necesaria para la discretización del contorno y la aplicación simplificada del modelo matemático con una permeabilidad promedio. Las corridas de escenarios permiten diferenciar comportamientos del flujo a partir de la construcción del campus. Se estudia la sensibilidad del modelo a diferentes parámetros y condiciones de borde.

Metodología de investigación empleada

Se realiza una investigación de tipo documental, procediendo a una serie de entrevistas con el personal responsable de la administración y operación del sistema de pozos. A su vez se inicia una campaña de recolección de información y datos históricos sobre todo lo relacionado con aguas subterráneas y superficiales en la Ciudad Universitaria de Caracas, destacándose en esta búsqueda la necesidad de registros de medición de parámetros hidrológicos e hidráulicos, tales como: nivel freático, nivel estático y de bombeo (en los pozos), tirante y caudales (en los ríos), permeabilidad, porosidad, transmisibilidad, estratificación del suelo, precipitación y evaporación, etc.

Se efectúa una serie de visitas de inspección a cada uno de los componentes del sistema de pozos para analizar las características físicas y operacionales de los mismos, aprovechando para realizar un seguimiento de sus condiciones actuales de funcionamiento, así como también se comienza con la medición de los parámetros antes mencionados necesarios para la aplicación del modelo de simulación de flujo de aguas subterráneas.

El modelo de agua subterránea a aplicar en la zona piloto escogida es el desarrollado por el Prof. Iván Saavedra (2002), el cual se basa en la resolución numérica del flujo tridimensional con superficie libre en medio poroso, a través de la aplicación del método de soluciones fundamentales. En la implementación de este método, el movimiento de la superficie libre se expresa como una condición de contorno mixta y se discretiza utilizando interpolación mediante funciones de base radial, a fin de mejorar la resolución del contorno, además se utiliza un método iterativo para efectuar la solución del sistema lineal de ecuaciones obtenidos por la formulación de mínimos cuadrados del método de soluciones fundamentales.

Existe la necesidad de disponer de instrumentos que nos permitan estimar la factibilidad del aprovechamiento rentable y efectivo de las aguas subterráneas que existan

dentro de un acuífero de una región; dichos instrumentos deben permitir recurrir a la explotación de las aguas subterráneas como una fuente alternativa de suministro de agua potable.

Por estas razones y muchas otras no menos importantes se han desarrollado y aplicado técnicas de modelaje matemático cuya función principal es predecir los valores de una serie de variables de las aguas subterráneas existentes en una zona, las cuales dependerán de condiciones hidrológicas, hidráulicas, geológicas y de calidad del agua, existentes en la cuenca donde se encuentra el acuífero a estudiar.

Para la obtención de proyecciones futuras confiables y ajustadas a la realidad, debemos de recurrir a la obtención de valores históricos de todas aquellas variables de las cuales pensemos predecir su comportamiento futuro, así como también a todas aquellas condiciones existentes que afecten de manera directa o indirecta el comportamiento de o las variables a predecir. La obtención de los valores estimados de las variables a predecir, deberán relacionar las condiciones actuales del acuífero en estudio y las condiciones históricas del mismo, para así poder realizar las correspondientes calibraciones del modelo que nos permitan poder predecir de manera fiable el comportamiento del mismo.

Plan de mediciones de flujo de las aguas subterráneas en la Ciudad Universitaria de Caracas

Los procesos hidrológicos varían en el espacio y en el tiempo, y tienen un carácter aleatorio o probabilístico. Como se sabe, la precipitación es la fuerza motriz de la fase terrestre del ciclo hidrológico, y la naturaleza aleatoria de la precipitación hace que la predicción de los procesos hidrológicos dependientes de ella estén sujetos a un grado de incertidumbre relativamente alto si lo comparamos con el comportamiento futuro de edificaciones. Esta incertidumbre genera la necesidad de que las mediciones hidrológicas sean observaciones hechas en el lugar de interés o muy cerca de este, de tal manera que las conclusiones pueden sacarse directamente de observaciones *in situ*.

Hay una gran variedad de fuentes de aguas subterráneas y problemas de contaminantes que involucran la determinación del estado de las aguas subterráneas y la detección o predicción de cambios en el ambiente de las mismas. Los diseños de redes de monitoreo de agua subterránea más aproximados no permiten una formulación rigurosa de los objetivos del monitoreo, por lo cual fallan en considerar la importancia del proceso de controlar el

movimiento de las aguas subterráneas y la migración de los contaminantes de las mismas.

El propósito del diseño de la red de monitoreo de las aguas subterráneas es permitir la obtención de los datos necesarios para la simulación del flujo de aguas subterráneas con optimización para el estudio de las opciones del monitoreo, así como explorar la capacidad y limitantes de las características del acuífero. La meta es determinar cuáles son los parámetros requeridos para la aplicación del modelo, así como también proponer diversas técnicas que permitan su medición aprovechando la infraestructura ya existente, minimizándose la inversión necesaria por parte de las autoridades del COPRED.

Es improbable que con los limitados recursos existentes en la actualidad en nuestro campus, las aproximaciones de una red de medición sean efectivas y eficientes en monitorear el ambiente del subsuelo, por lo cual se proponen el diseño de una red de medición que permita registrar los parámetros requeridos para la implementación de un modelo de simulación, basándose en la experiencia obtenida por la aplicación preliminar de dicho modelo en una zona determinada del campus.

Comenzaremos identificando los parámetros hidrológicos, hidráulicos y geológicos requeridos, destacándose entre ellos el nivel freático en la zona a estudiar, la precipitación, la evaporación, la tasa de infiltración, la geología de la zona y diversas características del suelo como, permeabilidad, porosidad y transmisibilidad.

Se considera fundamental para poder realizar un estudio válido de las aguas subterráneas en una zona determinada conocer la superficie freática de la misma, la cual no es más que el plano imaginario que se genera al unirse todos los puntos de la zona donde se conozca el nivel freático, para lo cual debemos disponer de diversos puntos de medición de nivel, conocidos como pozos de observación. Un pozo de observación es aquel pozo de diámetro menor que el de bombeo, que se construye a cierta distancia con el fin de apreciar las variaciones de nivel del agua en su interior. La profundidad de este pozo es variable y no es necesario que llegue hasta el fondo del acuífero.

Para la ubicación en planta de los mismos, se aplicó la metodología de generación de triángulos, tratando en lo posible de que estos triángulos fueran lo más equiláteros posible, siempre y cuando los posibles puntos de perforación sólo estuvieran ubicados en las zonas verdes (jardines) de la zona de estudio, ya que debemos minimizar el impacto de estos sobre el urbanismo de nuestra universidad.

La frecuencia en el registro o medición del nivel freático en los pozos de observación dependerá de la ubicación y la relación existente entre cada uno de ellos y los pozos de extracción de la zona de estudio, por lo que se

debe destacar que cuanto más cercano se encuentre un pozo de observación de una unidad de bombeo en funcionamiento, la frecuencia en el registro de datos de nivel debe ser menor. Las mediciones de nivel pueden realizarse en intervalos muy variables de tiempo (horaria, diaria, semanal, quincenal, mensual) dependiendo de la necesidad de caracterizar la zona afectada por una unidad de explotación, para cuantificar la influencia de eventos extraordinarios o simplemente para calibrar escenarios diferentes en una misma zona (con y sin bombeo).

Para la determinación de la velocidad y dirección del flujo de las aguas subterráneas en la zona de estudio se propone emplear el uso del método de trazadores, cuya metodología básica de aplicación es bastante sencilla y se basa en introducir una cierta cantidad de trazador en un pozo aguas arriba, y luego se registra el tiempo necesario para que un pulso de trazador alcance un cierto lugar aguas abajo, obteniéndose así la velocidad real. En nuestro caso, se pueden usar sales y/o tintes como los trazadores más convenientes, pero se propone utilizar el cloruro de sodio (NaCl) como trazador, debido en especial a su sencillez de uso y a su bajo costo. Bastante sal se debe agregar para aumentar perceptiblemente la conductividad eléctrica del agua para poder realizar la medición. La cantidad requerida de sal puede ser estimada analizando el agua para la cantidad existente del fondo de sal en el flujo de la medida, estimando la cantidad de flujo que se medirá, y usando datos químicos del manual de las tablas de la conductividad-salinidad.

Para la medición de los parámetros climáticos requeridos para la aplicación del modelo de simulación se cuenta con la estación meteorológica UCV identificada con el número 0538, la cual realiza la medición de una serie de parámetros climáticos cerca de la superficie del suelo. Ella contiene, dentro de una caja con rejillas, termómetros para la medición de temperaturas máxima y mínima del aire cada día, y un termómetro de bulbo seco y mojado llamado higrómetro, para medir la humedad; cerca se localizan los pluviómetros, y una tina o tanque de evaporación. Para la medición detallada de variables climáticas se pueden instalar estaciones especiales en los sitios de muestreo, en las cuales la información puede acumularse y enviarse a través de microondas a una estación de registro central como la existente en la UCV, pero para el caso en estudio, es innecesario la utilización de estaciones especiales, ya que la data existente en la estación UCV es suficientemente representativa para validar su utilización.

Otro factor o parámetro a medir es la cantidad de humedad presente en el suelo, la cual puede determinarse tomando una muestra del mismo y secarlo en un horno. Al comparar el peso del material de muestra antes y después del secado y medir su volumen, se puede deter-

minar el contenido de humedad del suelo. La importancia de realizar la medición de este parámetro en diversos puntos de la zona de estudio radica en la presencia de factores de humedecimiento del suelo, como el uso de aspersores, con los cuales se realiza el riego de los jardines de la Ciudad Universitaria, los cuales son manipulados de manera bastante artesanal en cuanto a los criterios de suministro de agua, lo que genera una posible saturación del suelo, y por ende, un posible aporte a las aguas subterráneas de la zona en cuestión. Se propone realizar la cuantificación de la humedad del suelo en sectores representativos de la zona de estudio, lo que permitirá mejorar la sensibilidad del modelo de simulación a aplicarse en el futuro.

Las mediciones de la infiltración se realizan a través del infiltrómetro de anillo, el cual no es más que un anillo metálico que se entierra en el suelo; se coloca agua dentro del mismo y se registra sus niveles a intervalos regulares de tiempo a medida que el agua se infiltra. Esto permite la construcción de la curva de infiltración acumulada, a partir de la cual se puede calcular la tasa de infiltración como función del tiempo. Al igual que con el parámetro anterior, se propone la medición de la tasa de infiltración

en sectores representativos de la zona de estudio, para que así se cuantifique el aporte generado por esta vía a las aguas subterráneas, recordando que el uso de aspersores para riego de manera no eficiente, sin tomarse en consideración la época del año (lluvia o sequía), puede generar aportes de agua sobrante del riego a las aguas subterráneas.

En una captación de agua subterránea tiene mucha importancia la determinación del coeficiente de permeabilidad, ya que junto al gradiente hidráulico es responsable de la rapidez con que se presenta el fluido a la captación. Existen métodos directos e indirectos para medir la permeabilidad; los métodos indirectos consisten en determinar en el laboratorio la granulometría de las partículas y la porosidad, entre otras exigencias de las fórmulas más o menos empíricas que requieren estos parámetros.

Los ensayos de laboratorio son más económicos que los de campo y útiles en una fase preliminar: se basan en el análisis de muestras tomadas de los acuíferos, y permiten determinar la permeabilidad con un grado de exactitud que poco tiene que ver con la permeabilidad de campo. Esta inexactitud se debe a que: a) la muestra que se extrae del acuífero mediante la perforación, es solamente pun-

Resumen propuesta del plan de mediciones del flujo de las aguas subterráneas en la CUC

Necesidad	Medidas	Observaciones
Medición de nivel freático	Sensores capacitivos con almacenamiento de data	Se propone realizar mediciones de nivel diarias y semanales
Medición de la velocidad y dirección del flujo de aguas subterráneas	Medidores de nivel tipo sonda capacitiva portátil sin almacenamiento de data Empleo de trazadores de sal o de color	Se propone realizar mediciones cuatro veces al año (interestacionales)
Caracterización del suelo	Ensayos de laboratorio que determinen la permeabilidad, tipo de suelo, granulometría, porosidad	Posteriores a la obtención de muestras tomadas durante la construcción de los pozos de observación propuestos
Geología de la zona de estudio	Determinación de la humedad del suelo y la tasa de infiltración Perfiles estratigráficos	Se propone realizar mediciones cuatro veces al año (interestacionales) Efectuados durante la construcción de los pozos propuestos
Estructurales o de mantenimiento de la Red de Pozos de la CUC	Perfiles eléctricos	Efectuados durante la construcción de los pozos propuestos
Variables climáticas	Clausura del pozo de abastecimiento PA-V3 Construcción de cuatro (4) pozos de observación y de abastecimiento	
Calidad del agua	Recuperación física de los pozos de observación y de abastecimiento Medición de la precipitación y la evaporación	Se propone la utilización de los valores promedios de la estación UCV
	Toma de muestras, análisis físico-químicos y bacteriológicos.	Determinación de las características sanitarias y posibilidad de aprovechamiento

Fuente: Obregón, 2004.

tual ante una extensión que es sumamente grande y pudiera ser no representativa de la composición media del acuífero, y b) es casi seguro que al extraer la muestra se producen modificaciones en la colocación, compactación y orientación de las partículas para alterar su porosidad y, consecuentemente, la permeabilidad. Por lo antes expresado y por razones obvias, se debe encomendar a un laboratorio de suelos calificado la recolección de las muestras y la realización de los análisis de laboratorio requeridos para la determinación de las características del suelo que nos interesan como la porosidad (muestras imperturbadas), permeabilidad, granulometría, tipo de suelo, etc.

Evaluación del riesgo por el flujo de agua superficial en la Ciudad Universitaria de Caracas

Bello, López y Courtel (2004) procedieron a realizar un análisis de la Cuenca del río Guaire, que discurre en dirección oeste-este a lo largo del Valle de Caracas, captando las aguas provenientes de numerosas quebradas intermitentes que nacen en la vertiente sur del Ávila y de importantes ríos y quebradas que nacen al sur del valle.

La cuenca del río Guaire tiene un área aproximada de 550 km², la elevación máxima de la cuenca es de 2750 m.s.n.m. en el Pico Naiquatá. El Río Guaire nace en la confluencia de los ríos San Pedro y Macarao en Las Adjuntas; confluyen por su margen derecha las quebradas Caricuao, La Vega, río Valle y quebrada Baruta; mientras que por la margen izquierda confluyen las quebradas Caroata, Catuche, Anauco, Honda, Canoas, Maripérez, Chacaito, Seca, Sebucán, Agua de Maíz, Tócome y Caurimare, las cuales tienen un alto potencial de arrastre.

Desde 1892 se han reportado inundaciones del Valle de Caracas debido al desbordamiento del río Guaire, produciendo daños materiales y en algunas oportunidades la pérdida de vidas humanas, siendo el último reporte en 1980. El objetivo futuro enmarcado en este trabajo es evaluar las potenciales inundaciones en la Ciudad Universitaria de Caracas debido a las crecidas del río Guaire y el río Valle, basándonos en la metodología empleada por los autores anteriormente mencionados.

Para la simulación de inundaciones del río Guaire se procede a un análisis en dos etapas, aplicando sucesivamente dos modelos de flujo, el modelo unidimensional HEC-RAS y el modelo bidimensional FLO-2D.

El modelo HEC-RAS es capaz de simular flujo unidimensional permanente en redes de canales abiertos. Calcula el perfil de agua para régimen permanente gradualmente variado y es capaz de simular flujo subcrítico

co y supercrítico empleado las ecuaciones de Saint Venant en una sola dimensión. Se basa en la solución de la ecuación de energía en una dimensión, adicionalmente emplea la solución de la ecuación de cantidad de movimiento en los casos en que el perfil de agua es rápidamente variado, como por ejemplo resaltos hidráulicos, confluencias y puentes. Asimismo, considera los efectos de obstrucciones debidas a puentes, alcantarillas y vertederos. Este modelo fue desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos (USCE).

El FLO-2D simula el flujo de fluidos no-newtonianos en abanicos aluviales. El modelo permite determinar los patrones del flujo en topografías complejas, tales como áreas urbanizadas y planicies de inundación de cuerpos de agua, así como el intercambio de fluido entre el canal y la planicie de inundación. El modelo permite considerar flujo de agua y flujo hiperconcentrado de sedimentos, tales como flujo de barro (aludes torrenciales). Como datos de entrada se requiere la topografía digital del terreno, la geometría del canal, valores estimados de la rugosidad del canal y la planicie de inundación, hidrogramas de entrada y/o lluvia y propiedades reológicas de la mezcla agua-sedimento. Este modelo se basa en la solución a través del método de las diferencias finitas de las ecuaciones de Saint Venant en dos dimensiones verticalmente integradas para fluidos no newtonianos.

Se emplea primero el modelo unidimensional con la finalidad de estimar las profundidades de flujo para los gastos máximos de las crecientes de 2,33, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años de periodo de retorno y la mancha de inundación para las distintas crecientes. Los resultados permitirán identificar las zonas críticas, las cuales se analizarán entonces de manera más precisa con el modelo bidimensional. Para facilitar el estudio se puede dividir la canalización en tramos en función de la geometría de la sección y los aportes de los afluentes más importantes. Para estudiar las zonas críticas se emplea el modelo bidimensional FLO-2D, que permite un mayor nivel de detalle de estas áreas y el planteamiento de varios escenarios.

Conclusiones

Se seleccionó la zona circundante al Estadio Olímpico de la UCV como zona de estudio para el modelo de aguas subterráneas, debido a la presencia en sus adyacencias de varios integrantes de la red de pozos de la CUC, recopilándose información geométrica, topográfica y de niveles freáticos necesaria para la aplicación preliminar y simplificada de un modelo de simulación de flujo en medio poroso, con diferentes condiciones de contorno.

Se efectuó la discretización de la zona de estudio seleccionada, definiéndose puntos en la frontera de la misma, ya que el modelo de simulación aplicado se basa en el método de soluciones fundamentales, el cual no requiere la construcción de una malla para la distribución de los puntos y requiere solamente especificar los puntos del contorno sobre los límites del dominio, para posteriormente resolver el sistema de ecuaciones lineales resultantes, que permite diferenciar los comportamientos del flujo en diversas condiciones.

La necesidad de obtención de registros y datos precisos y confiables, de los diversos parámetros requeridos para la simulación del acuífero, se hace manifiesta, en vista de la dificultad existente de realizar proyecciones que se consideren válidas y representativas con los datos actuales.

La posible afectación de las aguas subterráneas sobre las estructuras cercanas a ellas sólo se podrá estudiar después de la aplicación de un modelo de simulación de flujo en medio poroso que permita caracterizar al acuífero en cuestión. Para lo cual se requiere de información hidrológica, hidráulica y geológica válida, específica y actualizada.

El plan de mediciones propuesto no es más que el resultado de la identificación de las carencias en información y datos existentes en la actualidad, las cuales son variables o parámetros que limitan el estudio hidrogeológico del subsuelo de la Ciudad Universitaria de Caracas, y por ende no permiten la correcta caracterización de la zona de estudio y a su vez impiden desarrollar soluciones a las problemática de patología estructural y de vulnerabilidad que presentan las edificaciones existentes en la zona de estudio.

La implementación del plan de mediciones propuesto permitirá obtener los datos necesarios requeridos para la realización de estudios hidrogeológicos y sanitarios, que cuantifiquen la disponibilidad de agua presente en el acuífero, así como su posibilidad de aprovechamiento como una fuente alterna de agua apta para consumo humano.

Persiste la necesidad de completar el análisis del flujo superficial, aplicando la metodología elaborada por Bello, López y Courtel (2004) para la zonas aledañas a los ríos Valle y Guaire, recordando que se debe tomar como referencia los valores obtenidos por estos investigadores y realizando un análisis bidimensional de ser necesario, en nuestra zona de posible riesgo para nuestro patrimonio.

Referencias bibliográficas

- Ayala, L. (1982) *Estudio hidrológico del río Guaire - estado Miranda*. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, Caracas.
- Bello M. E., López J. L. y Courtel F. (2004) *Impacto y prevención de aludes torrenciales e inundaciones en el Valle de Caracas. Caso: Río Guaire*. Instituto de Mecánica de Fluidos Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Córdova, J. R. (2003) *Estudio hidrológico de la Cuenca del Río Guaire*. C.G.R. Ingeniería, Caracas.
- De Avellán, H. (1977) *Estudio de crecientes en la Cuenca del Río Guaire*. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, Caracas.
- Ferziger, J. y Peric, M. (1996) *Computational Methods for Fluid Dynamics*. Springer, Berlin.
- Huyakorn, P. y Pinder, G. (1983) *Computational Methods in Subsurface Flow*. Academic Press, New York.
- Johnston, R. y Fairweather, G. (1984) "The Method of Fundamental Solutions for Problems in Potential Flow", *Applied Mathematical Modelling*, 8, 265-270.
- Nava H., Melín (2002) Información y vulnerabilidad para la preservación del patrimonio arquitectónico. Caso de Estudio: Ciudad Universitaria de Caracas. Trabajo de Ascenso. Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Obregón M., Víctor (2004) Diseño de un Plan de Mediciones para el Seguimiento del Flujo de las Aguas Subterráneas en la Ciudad Universitaria de Caracas Trabajo Especial de Grado. Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Pérez M., José (2004) Suministro de agua para la Ciudad Universitaria. Trabajo no publicado, Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Saavedra C., Iván I. (2002) Método de soluciones fundamentales mejorado para flujo tridimensional con superficie libre en medio poroso. Tesis Doctoral. Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Wiese, R. (1959) Hydrologic for Canilization of Río Guaire (Río Guaire drainage area above Petare, Ministerio de Obras Públicas, Caracas.

Estudios, proyectos y obras. La experiencia de las Organizaciones Comunitarias de Vivienda

Carlos Angarita. IDEC/FAU/UCV

Resumen

El artículo está referido a los principales problemas de orden técnico vinculados con la práctica profesional de la ingeniería, la arquitectura y el urbanismo presentes en las urbanizaciones populares promovidas por las Organizaciones Comunitarias de Vivienda (OCV). Se indaga sobre los orígenes de las más notables deficiencias presentes en los estudios previos, los proyectos y las obras, y se efectúan recomendaciones prácticas para evitar su ocurrencia en experiencias similares. En particular se analizan los estudios topográficos, de suelos, servicios de infraestructura y equipamientos urbanos; las características más usuales de los proyectos de urbanismo y vivienda, así como el tratamiento dado a la planificación, la vigilancia y el control de cuatro variables importancia fundamental en el proceso de construcción de las obras: el alcance, los costos, los tiempos y la calidad.

Abstract

This article presents the main technical problems related to the engineering, architecture and urbanism practice in working-class areas promoted by the Organizaciones Comunitarias de Vivienda (Housing Community Organizations). We investigate the evident deficiencies in previous studies, projects and construction sites, and we suggest practical recommendations to avoid similar circumstances. We analyze topographic, soil, infrastructure and urban equipments studies, the most usual characteristics of housing and urban projects, and also the treatment given to planning, vigilance and the control of four variables, fundamentally important in the process of building: extent, cost, time and quality.

Este artículo complementa la divulgación de los resultados del estudio sobre la promoción pública de viviendas populares a través de la figura de Organizaciones Comunitarias de Vivienda (OCV) expuestos en dos textos ya publicados (Angarita y Molina, 2003; Angarita, 2005).

El primero de esos documentos expone el modelo de gestión del Programa de Apoyo a las OCV (en adelante el Programa): sus orígenes, sustento legal, objetivos perseguidos, agentes participantes, la problemática general detectada en su instrumentación y los correctivos aplicados a partir de 1999 en el Instituto Nacional de la Vivienda (INAVI). El segundo se refiere a dos de sus componentes fundamentales: el financiamiento y la asistencia técnica, a partir de la reconstrucción de los hechos y las circunstancias presentes en 18 urbanizaciones construidas entre 1996 y 1999, auditadas por una firma privada de consultoría por encargo de ese Instituto (ORCEN, 2000).

Las páginas que aquí presentamos centran su atención en los problemas relativos a los asuntos técnicos vinculados con la práctica profesional en el campo del urbanismo, la arquitectura y la ingeniería. A partir de los principales elementos de carácter técnico involucrados en el diseño y la construcción de los desarrollos urbanos, se puntualizan las más notables deficiencias encontradas y se indaga sobre las causas de los recurrentes y extendidos errores y/u omisiones presentes en estudios, proyectos y en la organización, conducción y vigilancia del proceso de construcción del urbanismo y las viviendas. El objetivo es alertar sobre los riesgos que estos hechos acarrearán y recomendar acciones para minimizarlos.

Descriptores:

Organizaciones Comunitarias de Vivienda (OCV); Proyectos de urbanismo y vivienda en urbanizaciones populares.

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 21-III, 2005, pp. 43-52.
Recibido el 12/09/06 - Aceptado el 15/11/06

La información que sustenta el análisis proviene de las fuentes identificadas en los dos artículos citados, complementada con la proveniente del estudio viabilidad de las propuestas de desarrollos urbanísticos presentadas por OCV para ser financiadas en el marco de la Misión Hábitat (véase IDEC/ALEMO, 2005) así como de los informes de inspección de un conjunto habitacional actualmente en construcción en el estado Lara¹.

Estudios previos, proyectos y obras

Estudios previos

Son todos los necesarios para decidir sobre la viabilidad técnica, económica y social del desarrollo urbanístico planteado y diseñar los proyectos. Se incluyen aquí los relativos a las afectaciones o condicionantes para el diseño del proyecto: zonificación (usos e intensidad de usos), accesibilidad, riesgos (sismos, inundación, estabilidad), topografía, drenajes, vientos, insolación, suelos y factibilidades de dotación de servicios públicos; situación socioeconómica de los grupos familiares; aspectos legales de la propiedad del terreno (tradicción legal y gravámenes) y estudios económico-financieros de la propuesta.

Como se puede apreciar más adelante, la omisión o elaboración deficiente de cualquiera de los estudios indicados derivan en situaciones que afectan negativamente el curso de los procesos y obstaculizan el logro de los objetivos. Sólo se hará referencia a aquellos cuyas ausencias o imperfecciones tienen manifiestas e importantes repercusiones sobre los asuntos técnicos de los proyectos y las obras.

Levantamiento topográfico

Insumo imprescindible para el diseño del proyecto que debe reflejar las características planimétricas y altimétricas del terreno antes de su intervención. Constituye el documento a partir del cual se estiman los tipos y las cantidades de obras del proyecto de modificación topográfica (cortes, rellenos, botes, préstamos) y se constatan las obras ejecutadas sobre el particular.

Entre los más frecuentes problemas atribuibles a imperfecciones de los estudios topográficos se pueden mencionar los reclamos por superposición de linderos con parcelas vecinas y las divergencias entre contratistas e inspectores sobre las mediciones de las obras de movimiento de tierra ejecutadas.

El primero de los problemas aludidos, aparte de los errores en los levantamientos, es producto de la inexistencia de catastros urbanos actualizados. En cuanto al último, se evitaría si los inspectores de obras efectuaran, antes de la intervención del terreno, revisiones en sitio de los datos contenidos en los levantamientos topográficos para comprobar su veracidad o detectar y corregir las fallas que pudieran presentar, para convenir en un único patrón de referencia, aceptado por todas las partes, a partir del cual se puedan verificar sin lugar a dudas las mediciones de las partidas de movimiento de tierra.

Llama la atención que las obras de movimiento de tierra presupuestadas resulten recurrentemente subestimadas y nunca sobreestimadas. No se dispone de una explicación del porqué de este hecho; puede obedecer a razones como: disminución deliberada de las cantidades de obras para mantener artificialmente los presupuestos dentro de los rangos de costos admisibles para ser financiados; presencia de factores imposibles de prever en la fase del proyecto y que sólo se manifestaron una vez iniciada la construcción; y/o errores en los cálculos del proyecto.

Estudio de suelo

A partir de él se determinan los parámetros de resistencia del suelo (composición y espesores de estratos) y el nivel freático. Aporta información imprescindible para diseñar las propuestas de modificación topográfica, obras de contención de tierra, trazado de vialidad, pavimentos e infraestructura de las edificaciones. Es de naturaleza probabilística, constituye un intento de modelar la geología del sitio y como tal sólo puede ser evaluado una vez sea intervenido el suelo en el proceso de construcción de las obras.

Las propuestas del proyecto determinan el alcance de los análisis de suelos y estos, a su vez, condicionan las soluciones de diseño a ser adoptadas; obviar esta interrelación puede acarrear consecuencias adversas. La urbanización actualmente en ejecución en el estado Lara, arriba citada, constituye un claro ejemplo de ello; el estudio que sirvió de base para el proyecto inicial sólo consideró exploraciones hasta profundidades que resultaron cuatro veces menores a la altura de los banqueos diseñados, además, una vez iniciado el movimiento de tierra, se consiguieron espesores de capa vegetal considerablemente mayores a los previstos. Estos hechos forzaron a elaborar un nuevo estudio que dio como resultado la inhabilitación de parte importante del área destinada en el proyecto para implantar edificaciones por los altos costos de las fundaciones requeridas para ello; también obligó al saneamiento de más

de 30% de la superficie del lote, con el consecuente aumento de las partidas de modificación topográfica, y condujo a la paralización de la obra hasta tanto no fuera reformulado por completo el proyecto de urbanismo.

La existencia de grietas y deformaciones en componentes de cerramiento de las edificaciones, así como el colapso de taludes y muros presentes en algunas de las obras examinadas (ORCEN, 2000), aparte de las posibles compactaciones mal hechas pudieran ser indicativas de ejecutorias sustentadas en análisis de suelo poco confiables o incluso realizadas en ausencia de estos. Es de destacar que para un número significativo de casos no se detectaron en los expedientes de obras evidencias de que se hubieran efectuado estudios de suelo y no es usual que se incluyan en la documentación de las propuestas presentadas para optar a financiamiento (IDEC/ALEMO, 2005).

Dotación de servicios de infraestructura

Estudios comúnmente conocidos con el nombre de "factibilidad de servicios" son realizados por las operadoras de los sistemas de acueductos, disposición de aguas servidas y electricidad de cada localidad para determinar la viabilidad de prestación del servicio que se trate y estimar los costos necesarios para ello. De resultar la provisión de acueductos y cloacas fuera del alcance de las operadoras, es decir, para soluciones independientes de las redes preexistentes, corresponde al promotor inmobiliario –las OCV en nuestro caso– sustentar técnicamente las opciones planteadas y tramitar las certificaciones correspondientes. Las garantías de adecuada dotación de estos servicios se suponen tácitas en las conformidades otorgadas a los proyectos por las municipalidades.

El servicio eléctrico es suministrado invariablemente a través de las redes preexistentes, no así el de agua potable y de aguas servidas, donde son frecuentes las soluciones mediante fuentes propias y plantas de tratamiento (soluciones también frecuentes en las urbanizaciones promovidas por el sector privado; véase: URVIPLAN, 2003). Es de hacer notar que en las indagaciones efectuadas no se encontraron referencias sobre los estudios que debieron sustentar la adopción de éstas últimas alternativas, como: estimación de caudales y tiempos de producción de los acuíferos; características físicas, químicas y biológicas de las aguas; y el impacto de las descargas finales de aguas servidas tratadas sobre los drenajes naturales.

Las soluciones a través de fuentes propias y plantas de tratamiento llevan implícitos considerables riesgos. La experiencia indica que es usual la merma de la producción de los

pozos en menor plazo de lo previsto y, además, que las instalaciones (tanques, equipos electromecánicos, filtros, etc.) se deterioren prematuramente por falta de mantenimiento, de allí que la calidad de los servicios desmejore sensiblemente al poco tiempo de ser habitadas las urbanizaciones. La carencia de un adecuado mantenimiento está motivada en gran medida por la limitada capacidad económica de las familias residentes, lo que les impide sufragar los costos demandados por el funcionamiento de las instalaciones, mención aparte de la poca atención que suele prestársele en el país a tales actividades.

Equipamientos urbanos

Son efectuados por los proyectistas del urbanismo, con base en la normativa aplicable a esta materia, para determinar el tipo y la cantidad de servicios educacionales, asistenciales y recreativos demandados por la implantación de los nuevos desarrollos urbanísticos.

Sin embargo, la provisión de equipamientos siempre se estima de acuerdo con los requerimientos de las urbanizaciones consideradas aisladamente, eludiendo un análisis del contexto que, muy probablemente, obligaría a diferentes y mayores dotaciones. Esto, unido a que la construcción de los equipamientos difícilmente se concreta, conduce a que las nuevas urbanizaciones aumenten las deficiencias de estos servicios en las zonas donde son implantadas. De aquí que, un diagnóstico que trascienda el ámbito exclusivo de los desarrollos y considere el impacto real de los nuevos pobladores en el entorno debe ser imprescindible, y quizá la instancia más adecuada para esto sean las municipalidades. Obviamente, también es imperativo insistir en que sea prioritaria la construcción de las edificaciones y demás instalaciones de servicios comunales requeridas.

Proyecto

En su acepción más general, el Proyecto se define como un conjunto articulado y coordinado de actividades, limitadas en el tiempo, orientadas a la obtención de un producto concreto. Desde esta perspectiva, en la construcción el proyecto comprende todas las actividades que tienen lugar desde su formulación hasta la puesta en funcionamiento de la obra, no obstante, en el medio es usual denominar "proyecto" al diseño básico y de detalles del producto que se trate (edificación, carretera, urbanización, etc.), que sólo cubren una parte de la fase denominada de Planeación y Diseño en el ciclo de vida de un proyecto de

construcción, según los conceptos manejados en la Gerencia de Proyectos². En nuestro caso, el término proyecto está referido al resultado de la actuación coordinada de profesionales de la ingeniería, la arquitectura y el urbanismo, condicionada principalmente por las características del sitio, las reglamentaciones aplicables a dichas disciplinas (leyes, ordenanzas y normas) y los requerimientos del cliente. Se expresa en un conjunto de documentos elaborados bajo los parámetros establecidos por los órganos encargados de su revisión y certificación, que describen el objeto a ser edificado y permiten identificar las obras necesarias para ello y estimar sus costos.

Se debe destacar que por los fines perseguidos, la relación proyectista/cliente usuario (las OCV) debe revestir especial importancia. Sin embargo, la participación de las asociaciones en la toma de decisiones de los proyectos es escasa o prácticamente ninguna. Las vinculaciones de los equipos de profesionales no trascienden más allá de los miembros de las juntas directivas, quienes canalizan las demandas de los asociados. Estas demandas se limitan a las mínimas necesarias para diseñar las propuestas: cantidad de viviendas, sus tipologías (aisladas, pareadas, continuas) y número mínimo de ambientes. En algunas ocasiones son expresadas sugerencias sobre el área mínima de las parcelas y el tipo de materiales a ser empleados en los acabados finales de las edificaciones.

Características más usuales de los proyectos

- Presentan alcances incompletos, en el sentido de que no consideran todos los elementos requeridos para completar a cabalidad los desarrollos habitacionales.
- No existe definición de detalles y especificaciones constructivas.
- Reflejan imprecisiones de importancia en los cálculos métricos.

- Las tecnologías propuestas reproducen las prácticas de construcción comúnmente utilizadas en el país y no incorporan innovaciones espaciales ni constructivas en el diseño del urbanismo y las viviendas.
- No son diseñados para ser ejecutados por etapas.

Características más usuales del urbanismo

- No hacen referencia al contexto inmediato.
- Casi sin excepción se adopta la retícula rectangular (tipo "parrilla") para el trazado de la vialidad y los servicios, con acceso vehicular directo a cada unidad de vivienda a través de vías de circulación, empotramientos de cloacas en pares de vivienda y acometidas individuales para la electricidad y el acueducto.
- La solución de implantación predominante es la de extensos terraceos, independientemente de la topografía original del lote de terreno a ser desarrollado.
- Las áreas destinadas para los equipamientos urbanos son usualmente localizadas hacia los bordes del conjunto, en los retazos sobrantes de la implantación de la retícula del trazado.
- El tipo de parcela predominante es la unifamiliar. Es sólo a partir de 2004 cuando se proponen para el Programa soluciones multifamiliares (21% de las propuestas de OCV presentadas para la Misión Hábitat).
- Usual omisión o definición incompleta de las propuestas de incorporación de las urbanizaciones a los servicios de infraestructura, principalmente en lo relativo a fuentes de los acueductos y descargas finales de aguas servidas.
- Omisión de los proyectos de paisajismo y de tratamiento de áreas exteriores.
- Omisión o indefinición de los proyectos de drenajes y de contención de taludes.

Foto 1
Extensos terraceos para la implantación de viviendas



Foto 2
Conjunto de viviendas unifamiliares pareadas



Características más usuales de las viviendas

- Tipología de vivienda: unifamiliar pareada de un solo nivel.
- Espacio social integrado (sala, comedor, cocina).
- Cantidad mínima de ambientes: tres (espacio social integrado, baño, dormitorio).
- Cantidad máxima de ambientes: seis (espacio social integrado, tres dormitorios, dos baños).
- Fundaciones: losa de concreto superficial.
- Estructura: pórticos de concreto armado o de perfiles metálicos.
- Techos: madera machihembrada sobre tubulares de acero.
- Cerramientos verticales: bloques de concreto, ventanas de romanilla de vidrio con mecanismos de aluminio, puertas de lámina metálica.
- Instalaciones eléctricas y sanitarias embutidas.
- Omisión de especificaciones sobre acabados finales de paredes y pisos.
- Cuando fueron planteadas ampliaciones, no pasaron de ser simples adiciones de áreas, expresadas esquemáticamente en planos de planta, sin reparar si la tecnología constructiva propuesta para los núcleos iniciales las haría posible a costos razonables.

Las únicas variaciones significativas en los proyectos de vivienda a lo largo de toda la experiencia del Programa han sido la incorporación de acabados finales a partir de 1999 y el crecimiento del área: entre 20,5 m² y 43,5 m² en el período 1996-1999; entre 55 m² y 70 m² en el período 1999-2002, y entre 55 m² y 112 m² en las propuestas presentadas para la Misión Hábitat, en 2004.

Con base en las definiciones más arriba expuestas y lo acontecido en el Programa, se puede concluir que la mayoría de los proyectos presentados por las comunidades no califican como tales, pues es común que no alcancen a definir los tipos y cantidades de obras requeridos por los desarrollos y, en consecuencia, imposibilitaban efectuar

estimaciones confiables sobre los costos. Cuestiones esenciales del urbanismo como, por ejemplo, las incorporaciones a las redes de servicio o las plantas de tratamiento de aguas, casi nunca fueron diseñadas.

Es así como, obligados por las indefiniciones y deficiencias en ellos contenidas, los proyectos de las OCV, en especial los relativos al urbanismo, con frecuencia devienen en una forma impropia de proyecto-construcción³, que perturba el curso de los procesos de las obras y acarrea nocivas consecuencias en cuanto a tiempo y costos. Entre las más notables encontramos que: los presupuestos resulten insuficientes; los montos de las obras adicionales (extras, complementarias y nuevas) obliguen a la disminución de cantidades en las partidas presupuestadas, luego del agotamiento de la partida de variación de precios⁴; los desarrollos, parcialmente o en su totalidad, sean paralizados a la espera de la definición de algún elemento de importancia; y se alarguen indefinidamente los lapsos de ejecución.

Preocupa constatar que las deficiencias mencionadas todavía persistan, como lo confirman los resultados del análisis sobre la factibilidad de 184 propuestas de desarrollos habitacionales presentadas ante el Consejo Nacional de la Vivienda en el marco de la Misión Hábitat (IDEC/ALEMO, 2005). De estas propuestas, 43 (23,4%) correspondieron a OCV, y la situación encontrada se resume como sigue:

- 4 (9,3%) presentaron toda la documentación necesaria para el análisis y fueron consideradas viables;
- 14 (32,6%) requerían completar la información aportada y efectuar ajustes y/o correcciones en los proyectos a los fines de determinar su viabilidad.
- 25 (58,1%) presentaron tales deficiencias en la información aportada que se consideraron inviables. Entre ellas, 14 (32,6% del total) no pasaban de ser planteamientos muy generales sin ningún soporte.

Foto 3
Estructura en perfiles metálicos



Foto 4
Estructura en concreto armado



- 30 (69,8%) no consideraban equipamientos comunales.
- En 26 (60,5%) no constaba que hubieran participado profesionales en su elaboración.

Construcción

Comprende todas las actividades que tienen lugar en el sitio de la obra. En esta fase intervienen diferentes agentes, con roles claramente diferenciados:

Al ente público, como coordinador general del programa en su conjunto, le corresponde la administración, supervisión y el control general de la producción, así como concertar las actuaciones del resto de los agentes involucrados.

La empresa contratista general de las obras es la encargada de la planificación, programación y ejecución del proceso de trabajo. Además, le concierne decidir y coordinar la participación de las empresas subcontratistas encargadas de trabajos parciales (Angarita, 1990, pp. 17-18). Su actuación está determinada por los términos contractuales y la normativa aplicable.

Los inspectores de obras, actuando por delegación del ente público operador del programa y la comunidad organizada (las OCV), tienen sus actividades definidas en las Condiciones Generales de Contratación y en los contratos particulares respectivos.

Las OCV, como suscriptores de los contratos de obras con las empresas, ejercen el papel de contralores sociales. A lo largo del proceso de construcción deben interactuar con el resto de los agentes en la toma de decisiones. La contraloría social se interpreta como el seguimiento y control de los aspectos administrativos involucrados en las contrataciones, así como la fiscalización y vigilancia de la ejecución de las obras.

Nuestras apreciaciones están centradas en el tratamiento dado a la planificación, la vigilancia y el control de cuatro variables de incidencia fundamental en el proceso de construcción: alcance, costos, tiempos y calidad. En estas tareas comparten responsabilidades los cuatro agentes mencionados pero, indudablemente, la mayor carga recae en el ente público ejecutor y los inspectores de obra.

Alcance

Se refiere a la identificación de los productos concretos necesarios para cumplir con los objetivos planteados y supone una razonada toma de decisiones sobre qué es prioritario y qué es accesorio acometer con los recursos disponibles.

El agente encargado de la gerencia de la producción, el ente público en nuestro caso, debe precisar el alcan-

ce del proyecto y asegurar los recursos técnicos, humanos y financieros requeridos para lograrlo en las condiciones de tiempo, costo y calidad requeridos. Durante el proceso de construcción le corresponde evaluar continuamente la posibilidad de obtención de los resultados esperados, decidir sobre la pertinencia de cambios en el alcance inicial y autorizarlos de ser necesarios, reprogramar las metas originales y estimar los efectos de estas reprogramaciones en los costos y tiempo establecidos en los contratos. Además, debe informar oportunamente sobre las decisiones tomadas y sus consecuencias a los interesados (las OCV).

Varios hechos evidencian el descuido que el ente público presta a esas obligaciones, entre los más notables vale destacar que delega la toma de decisiones sobre las modificaciones de alcance en las contratistas y los inspectores, sin verificar previamente si son las más adecuadas; permite que la reducción de metas de los proyectos sobrevenga por la merma de los montos aportados, sin garantizar la provisión oportuna de los recursos demandados por las características técnicas y de escala de las obras; no intenta diseñar una estrategia de alcances parciales sucesivos, lógicamente programados conforme a las disponibilidades presupuestarias, hasta lograr la conclusión de los urbanismos y las viviendas o, al menos, las mínimas condiciones de habitabilidad para su ocupación.

En general, los alcances no se cumplen, principalmente porque:

- Los proyectos, como se ha mencionado, son incompletos.
- Los presupuestos siempre resultan insuficientes.
- No se establecen prioridades. Persistentemente prevalece el concepto equivocado de avanzar en la construcción de las viviendas, dejando para el final aspectos fundamentales del urbanismo, como las incorporaciones a los servicios básicos de infraestructura, por ejemplo.
- Las fases de ejecución con frecuencia contravienen el curso lógico de los procesos de trabajo de las obras. Al fraccionar la construcción de las urbanizaciones en sectores "completos", se desaprovechan las ventajas en cuanto a tiempo y costos derivadas de las articulaciones secuenciales orgánicas entre trabajos parciales de importancia y al interior de los mismos, como, por ejemplo, las que existen entre la modificación topográfica, la construcción de la infraestructura y el izamiento de la estructura (sobre las secuencias y tipos de articulación de los procesos de trabajo en las obras de construcción, véase INCOVEN, 1987). Así, cada etapa es un nuevo comienzo de trabajos hace tiempo interrumpidos, y a veces a cargo de otras empresas distintas a las iniciales.

Tiempo

El tiempo de construcción está precisado en los contratos de obras y se detalla en los cronogramas de ejecución anexos a los mismos. Todos los cronogramas revisados no pasaron de ser diagramas de barras muy elementales, e invariablemente presentan las siguientes características:

- Descripción muy general de actividades, agregadas por capítulos que engloban numerosos procesos parciales de trabajo, usualmente, en lo relativo a las viviendas: infraestructura, estructura, albañilería, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias y acabados finales; y en lo relativo al urbanismo: movimiento de tierra, viabilidad, drenajes, electrificación, acueductos y cloacas. Los tiempos de ejecución sólo están referidos a estas macro-partidas, sin considerar los sub-procesos y productos parciales en ellas implícitos.
- Tratamiento de la construcción de las viviendas y el urbanismo por separado, obviando las evidentes interrelaciones que existen entre ambas.
- Ausencia de identificación de secuencias y del tipo de relaciones de precedencia entre las actividades y entre los productos parciales (por ejemplo, la secuencia entre la culminación del trabajo parcial "conformación de terrazas" del capítulo movimiento de tierra, y el inicio de las excavaciones para las fundaciones de las viviendas, del capítulo fundaciones, constituye una relación de precedencia directa entre productos y trabajos parciales).
- Ausencia de identificación de hitos clave en el proceso general de trabajo.
- Indefinición de fechas de inicio y entrega de productos parciales de importancia.

Lo mencionado es indicativo de que no son empleados métodos y técnicas apropiados para elaborar y controlar las programaciones, lo que indudablemente contribuye al incumplimiento de los lapsos contractuales. A pesar de las repetidas paralizaciones de las obras, previo a los reinicios rara vez se efectúan las modificaciones necesarias en los cronogramas iniciales.

En definitiva, las actividades de programación, seguimiento y control de las ejecuciones no reciben la consideración debida, lo que imposibilita disponer a tiempo de información cierta sobre el avance físico y financiero de las obras para tomar decisiones acertadas sobre prórrogas, disminuciones de metas y rescisión de contratos por incumplimientos manifiestos de las empresas, entre otros elementos de importancia.

Costos

El costo de la obra se establece en los contratos y se detalla en sus anexos: presupuestos y análisis de precios unitarios. También acompañan a los contratos los cronogramas de desembolsos, que señalan el flujo estimado de los costos a lo largo del tiempo de ejecución, con el fin de que sean tomadas las previsiones para garantizar el apropiado financiamiento de la obra.

Todos los cronogramas de desembolsos analizados adoptan la forma de distribución lineal de los costos a lo largo del tiempo de construcción, es decir, prevén desembolsos por montos directamente proporcionales al tiempo transcurrido. Esta forma lineal luce adecuada para las obras de urbanismo, donde, por la naturaleza técnica de los procesos de trabajo involucrados, los factores de producción fluyen uniformemente en el tiempo, mas no en la construcción de las viviendas, donde es típico el flujo irregular de los costos en el tiempo (INCOVEN, 1986 y 1987).

Los montos de los presupuestos equivalen invariablemente a los determinados como máximos a ser financiados por el ente público. Es importante mencionar que los métodos de estimación de costos empleados por el ente público y las empresas son diferentes, y desiguales sus resultados. El primero los estima globalmente a partir de la unidad de vivienda y de parcela urbanizada y por analogía con obras similares previamente ejecutadas, y las segundas por sumatoria de partidas y precios unitarios. Resulta entonces que las ofertas comúnmente sobrepasan los montos máximos establecidos para ser financiados, principalmente porque los incrementos de los precios por la inflación son mayores a los previstos por el ente público, a consecuencia de haber subestimado en sus cálculos los índices reales y/o el tiempo empleado para formalizar las contrataciones⁵. Esto obliga a un proceso de ajuste de las ofertas hasta hacerlas calzar dentro de los topes prefijados, para lo cual, habitualmente, se aplica la disminución de las cantidades de obra iniciales, forzando así a que los urbanismos sean incompletos y las viviendas tengan un área menor y/o con menos acabados.

A los fines de velar por el buen uso de los recursos invertidos y prever las demandas reales de financiamiento hasta la conclusión de las obras, el ente público está obligado a analizar el comportamiento de los costos durante todo el proceso de construcción. Requiere para ello disponer de información veraz y oportuna sobre la afectación del presupuesto por los costos causados y valuados, los aumentos y disminuciones de cantidades en las partidas,

y las obras adicionales. Es preciso también disponer periódicamente de una confiable proyección de costos hasta la terminación de la obra. No acontece así comúnmente, pues la información aportada por los responsables del seguimiento y control de los costos (inspectores de obra y funcionarios) se limita a la revisión, conformación, tramitación y pago de las valuaciones presentadas por las contratistas, sin prestarle atención al resto de las tareas que están obligados a realizar.

Calidad

Está referida a los atributos mínimos que deben presentar los procesos constructivos, sus productos parciales y las obras terminadas en cuanto a sanidad, seguridad, confort y aspecto exterior, entre los más relevantes. Los inspectores de obras son los principales responsables de velar por el cumplimiento de estos atributos, conforme a las atribuciones y obligaciones que les señalan las Condiciones Generales de Contratación para la ejecución de Obras Públicas.

No existen protocolos de aplicación general para encauzar la actuación de los inspectores en el seguimiento y control de la calidad de las obras, muchas de sus actividades se orientan por los principios de "la buena práctica de la ingeniería", sin embargo, en el ámbito de la construcción se considerara que su labor debe incluir, imprescindiblemente:

- La revisión exhaustiva de los documentos del proyecto para detectar posibles inobservancias a normas y reglamentos, carencias, indefiniciones, imprecisiones, errores y/o contradicciones y, de ser así, emprender las acciones para que estas anomalías sean superadas.
- El control perceptivo de los insumos para comprobar que cumplan con las especificaciones del proyecto y del presupuesto.

- El seguimiento constante y sistemático de las ejecutorias a fin de prevenir la ocurrencia de defectos de resistencia, geometría, textura, conexiones, juntas, estanqueidad, colores, etc., en los componentes del urbanismo y las viviendas.
- Garantizar la realización oportuna y adecuada de pruebas en sitio y en laboratorios para verificar el cumplimiento de las especificaciones normativas, entre las más usuales se encuentran: compactación de suelos y pavimentos asfálticos, resistencias del concreto y presiones de tuberías de agua potable y servidas.

Ciertas situaciones reveladas de manera recurrente en los expedientes e informes de inspección revisados, en las visitas efectuadas a obras terminadas y en ejecución, y en los testimonios aportados por los miembros de las asociaciones civiles son indicativas de la falta de rigor que existe en el control de la calidad de las obras. Entre las más importantes encontramos:

- Ausencia de referencias a los proyectos, lo que hace suponer que no son emitidas observaciones sobre los mismos a pesar de sus patentes deficiencias, o que simplemente no fueron revisados con sentido crítico. En el único caso donde pudimos constatar que la inspección contratada emitiera un informe de evaluación del proyecto, fue en el del desarrollo "Villa Productiva", mencionado al inicio.
- Ausencia de identificación de la plantilla de personal profesional y técnico adscrito a las labores de inspección.
- Ausencia de reportes periódicos del estado físico de la obra (sólo encontramos fotografías con referencias muy generales) y de los resultados de los ensayos efectuados.
- Presencia discontinua del personal de inspección y los ingenieros residentes en las obras.
- Libros de obra incompletos y/o sin precisar hechos de importancia.

Foto 5

Solución más usual de techos. Madera machihembrada sobre correas metálicas



- Comprobación a simple vista de defectos de importancia en los urbanismos y las viviendas, entre los más repetidos: baches y agrietamientos en los pavimentos asfálticos, fugas en las tuberías de agua potable, obstrucción de redes de cloacas, erosiones de taludes, agrietamientos y “cangrejeras” en elementos de concreto, filtraciones en las impermeabilizaciones de los techos, agrietamientos de frisos y socavamientos de las losas de fundación.

Lo señalado, mención aparte del mal desempeño de los contratistas, es demostrativo de la ineficacia de los inspectores en las labores inherentes al control de calidad, motivada quizás por limitaciones en su formación profesional y/o por la falta de disposición y diligencia para enfrentar con éxito las exigencias del cometido a su cargo.

Todo ello confirma la influencia capital de los asuntos técnicos en el logro de los objetivos perseguidos por el Programa, sin embargo, es usual que estos queden relegados a un segundo plano de importancia frente a otros igualmente decisivos en el éxito de las experiencias, como son por ejemplo los vinculados con el financiamiento y la

organización comunitaria. Las urgencias derivadas del voluminoso y complejo “problema de la vivienda”, aceleradas por la presión de los grupos comunitarios para que sus necesidades sean atendidas y resueltas, y el apremio de los entes gubernamentales por cumplir con las metas de cantidad de viviendas, con frecuencia fuerzan a decisiones precipitadas que conducen a resultados contrarios a los deseados: sacrificio de la calidad de las obras, costos mayores a los estimados y, paradójicamente, mayor tiempo de ejecución del inicialmente previsto.

Finalmente, debemos poner énfasis en que es perentorio diseñar e instrumentar un modelo de gestión que incorpore como elemento fundamental la conformación de equipos técnicos calificados y competentes en todas las instancias de la administración pública vinculados con la promoción de viviendas populares, como también es inaplazable reflexionar sobre la calidad y pertinencia de la formación recibida por los profesionales egresados de nuestros institutos de educación superior en el campo de la ingeniería, la arquitectura y el urbanismo.

Notas:

1. OCV “Villa Productiva”, I Etapa, ubicada en el Km. 7 de la Av. Intercomunal Barquisimeto-Quíbor, desarrollada por la Fundación Regional de la Vivienda del estado Lara (FUNREVI-Lara).
2. El Ciclo Representativo de Vida de un Proyecto de Construcción de P. Morris (PMI, 1996), comprende una secuencia de cuatro fases: Factibilidad; Planeación y Diseño; Producción; y Entrega y Arranque. La fase de Planeación y Diseño, a su vez, incluye: Diseño de Base; Planeación Detallada; Cronograma y Costos; y Condiciones y términos contractuales.
3. En la construcción formal se aplican dos modalidades para acometer los proyectos: como actividad que concluye antes del inicio de la obra y como actividad paralela a su ejecución. La última variante persigue acortar el tiempo para comenzar la obra y para ello se van definiendo progresivamente las partes del proyecto a medida que se avanza en la construcción, y sólo es posible en obras promovidas por el sector público, donde pueden ser obviados o pospuestos los trámites previos de aprobación del proyecto.
4. Es usual que en los contratos el monto de la partida de variación de precios se establezca en 10% del monto neto de la sumatoria de las partidas de obra.
5. Es excepcional que los organismos públicos dispongan de tabuladores de precios actualizados, por lo tanto, en las contrataciones por adjudicación directa (habituales en las OCV), para la aprobación del presupuesto es necesario que funcionarios y empresas acuerden los precios unitarios de cada partida, labor que siempre se prolonga más allá del tiempo pronosticado.

Referencias bibliográficas

- Angarita, C. (2005) “La promoción de viviendas populares a través de las Organizaciones Comunitarias del Vivienda. Dificultades y enseñanzas. Estudio de casos”, *Tecnología y Construcción* n° 21-III. Caracas.
- Angarita, C. y Molina, R. (2003) “La participación comunitaria en la promoción de viviendas populares. El caso de las Organizaciones Comunitarias de Vivienda”, *Tecnología y Construcción* n° 19-III, pp 39-48. Caracas.
- Angarita C. (1990) “La empresa constructora en Venezuela”. Trabajo para ascender a la categoría de Profesor Asistente en el escalafón universitario. Mimeo. IDEC-FAU/UCV. Caracas.
- Acosta, D. y Cilento A. (2005) “Edificaciones sostenibles: estrategias de investigación y desarrollo”, *Tecnología y Construcción* n° 21-I, pp. 15-30. Caracas.

- Cilento, A. et. al. (1992) "Morfología de la construcción pública en Venezuela. Descentralización en el Área Construcción y Mantenimiento de Obras Públicas. Informe final". Mimeo. IDEC-FAU/UCV. Caracas
- Cilento, A. (2002) "Hogares sostenibles de desarrollo progresivo", *Tecnología y Construcción* n° 18-III, pp. 23-38. Caracas.
- Cunill, N. (1991) "Participación ciudadana. Dilemas y perspectivas para la democratización de los Estados latinoamericanos". Centro Latinoamericano de Administración para el Desarrollo (CLAD). Caracas.
- INCOVEN-Equipo de Investigación (1987) "La construcción como manufactura predominantemente heterogénea", *Tecnología y Construcción* n° 3, pp 20-52. Caracas.
- INCOVEN-Equipo de Investigación (1986) "Descomposición de costos de obras de construcción. Curvas normalizadas del flujo de los costos totales y por factores". Mimeo. IDEC-FAU/UCV. Caracas.
- Fundación de la Vivienda Popular (2000) *Construyendo comunidades. 20 experiencias venezolanas*. Fondo Editorial Vivienda Popular. Caracas.
- Giuliani, F. (compilador) (2005) "Construcción de una cultura de paz". Serie Temas de Formación Sociopolítica, n° 41. Fundación Centro Gumilla. Caracas.
- Grases, J. y Gutiérrez, A. (2004) "Normas y especificaciones para el análisis, diseño y ejecución de obras civiles". Tomo I: Estructuras. Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales y Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. Caracas.
- Harnecker, M. (2004) *Delegando poder en la gente*. Monte Ávila Editores Latinoamericana C.A. Caracas.
- Hobaica, M. (1982) "El proyecto y la producción masiva de edificaciones". Trabajo de ascenso en el escalafón universitario a la categoría de Asistente. Mimeo. IDEC-FAU/UCV. Caracas.
- IDEC/ALEMO (Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción/Asociación para la investigación en vivienda Leopoldo Martínez Olavarría) (2005) "Revisión, evaluación y factibilidad de 184 propuestas de proyectos habitacionales consignadas ante el CONAVI por los distintos organismos ejecutores nacionales, regionales, municipales y comunidades organizadas". Informe final de consultoría contratada por el Consejo Nacional de la Vivienda (CONAVI), coordinador: Ing. Ricardo Molina. Mimeo. Caracas.
- Pérez, E. y Quintana, L. (1993) "Estudio sobre la estructura organizativa, funcionamiento y lineamientos de las Organizaciones Comunitarias de Vivienda. Primer Informe". Instituto Nacional de la Vivienda. Mimeo. Caracas.
- Pérez, E. y Quintana, L. (Noviembre, 1993) "Estudio sobre la estructura organizativa, funcionamiento y lineamientos de las Organizaciones Comunitarias de Vivienda. Segundo Informe". Instituto Nacional de la Vivienda. Mimeo. Noviembre 1993. Caracas.
- Pérez, E. y Quintana, L. (1994) "Estudio sobre la estructura organizativa, funcionamiento y lineamientos de las Organizaciones Comunitarias de Vivienda. Tercer Informe". Instituto Nacional de la Vivienda. Mimeo, Caracas.
- ORCEN C.A. (2000) "Informe Final de Auditoría a Organizaciones Comunitarias de Vivienda (OCV)". Contrato por encargo del Instituto Nacional de la Vivienda (INAVI), coordinador: Ing. Yoel Amaya. Mimeo, Caracas.
- Wieselfeld, E. (1994) Programa de Formación de Organizaciones Intermediarias de Vivienda (OIV). CONAVI-FVP. Caracas.
- URVIPLAN (2003) "Inventario de desarrollos habitacionales en ejecución y en proyecto en el ámbito de actuación de Hidrocapital". Informe Final de Consultoría contratada por Hidrocapital, coordinador: Arq. Aquiba Alfredo Roffé. Mimeo, URVIPLAN CONSULTORES. Caracas.
- Sitios WEB:
- Daccach T., J.C. (2004) "Administración de Proyectos". Documentos Delta. www.docum@deltaasesores.com
- Gómez S., R. (2004) "Una guía al cuerpo de conocimientos de la administración de proyectos". Ponencia presentada en el I Congreso de estudiantes de Ingeniería Civil, Lima, Perú. (www.ist-sac.com/ist/articulos/PRESENTACION_UPAO.pdf)
- Peña, R. (s/f) "Gestión de proyecto", U. Mayor, Chile. (www.monografias.com/trabajos11/gepro/gepro.shtml)
- PMI-Project Management Institute (1996) "A guide to the project management Body of Knowledge. PMBOK". Publishin Division, North Carolina, USA. (www.monografias.com/trabajos12/pmbok/pmbok.shtml)
- Documentos legales consultados:
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela*, 1999.
- Condiciones Generales de contratación para la ejecución de obras. Decreto N° 1.471, 31 de julio de 1996. Gaceta Oficial N° 5.096 Extraordinario, 16 de septiembre de 1996.
- Decreto con Rango y fuerza de Ley de reforma del Decreto con Rango y fuerza de Ley que regula el Sub Sistema de Vivienda y Política Habitacional, Gaceta Oficial 5.392 Ext. del 22 de octubre de 1999.
- Decreto con Rango y fuerza de Ley que regula el Sub Sistema de Vivienda y Política Habitacional, Gaceta Oficial N° 37.066 del 30 de octubre de 2000.
- Decreto con Rango y fuerza de Ley que regula el Sub Sistema de Vivienda y Política Habitacional, Gaceta Oficial N° 36.575, del 5 de noviembre de 1998.
- Ley de Política Habitacional*, Gaceta Oficial N° 4.659 Ext. del 15 de diciembre de 1993.
- Ley de Régimen Prestacional de Vivienda y Hábitat*, Gaceta Oficial N° 38.204 del 8 de junio de 2005.
- Normas de Operación de la Ley de Política Habitacional, Gaceta Oficial N° 4.861 del 1° de marzo de 1995.
- Normas de Operación de la Ley del Subsistema de Vivienda y Política Habitacional, agosto 2000.

La construcción sostenible. El estado de la cuestión*

Instituto Juan de Herrera. Boletín Especial sobre Vivienda y Participación Social.

ISSN: 1578-097X. Madrid.

<http://habitat.aq.upm.es/boletin/n4/apala.html> (fecha de referencia: 31-01-1998)

Resulta evidente que con el actual ritmo de crecimiento demográfico, a pesar de la disminución en los últimos años de la tasa de crecimiento, continuamos creciendo año tras año a una velocidad que podría llegar a duplicar la población humana mundial antes de mediados del siguiente siglo. La actual utilización de los recursos naturales y del medio ambiente supone una disminución del potencial de estos recursos para las generaciones futuras (Xercavins i Valls, 1996).

Fenómenos como pueden ser el cambio climático y la acentuación del deterioro de la capa de ozono, la aparición de la lluvia ácida, la deforestación o la pérdida de biodiversidad, están causadas por las actividades económicas que tienen lugar actualmente.

Es un error habitual atribuir exclusivamente a la industria y a los sistemas de transporte, especialmente el automóvil, el origen principal de la contaminación.

El entorno construido, donde pasamos más del 90% de la nuestra vida, es en gran medida culpable de dicha contaminación.

Los edificios consumen entre 20% y 50% de los recursos físicos según su entorno, teniendo especial responsabilidad en el actual deterioro del medio ambiente la ampliación del parque construido.

Dentro de las actividades industriales la actividad constructora, junto con la industria asociada, es la mayor consumidora de recursos naturales como madera, minerales, agua y energía. Así mismo, los edificios, una vez construidos, continúan siendo una causa directa de contaminación por las emisiones que se producen en los mismos o el impacto sobre el territorio, creando un ambiente físico alienante, y una fuente indirecta por el consumo de energía y agua necesarios para su funcionamiento.

La construcción de los edificios comporta unos impactos ambientales que incluyen la utilización de materiales que provienen de recursos naturales, la utilización de grandes cantidades de energía tanto en lo que atiende a su construcción como a lo largo de su vida y el impacto ocasionado en el emplazamiento. El material fuertemente manipulado y que ha sufrido un proceso de fabricación utilizado en el campo de la construcción tiene unos efectos medioambientales muy importantes, con un contenido muy intensivo en energía.

* Autores: Pere Alavedra, Doctor Ingeniero Industrial. Departamento de Ingeniería de la Construcción de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC); Javier Domínguez, Doctor Ingeniero Industrial. Área de Ingeniería de la Construcción. Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Zaragoza (UZ); Engràcia Gonzalo, Ingeniero Industrial. Departamento de Ingeniería de la Construcción de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC); Javier Serra, Arquitecto. Jefe del Área de Normativa y Control de Calidad. Dirección General de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo del Ministerio de Fomento.

No se pueden olvidar los costes ecológicos que suponen tanto la extracción de los recursos minerales (canteras, minas, etc.) como la deposición de los residuos originados, que abarcan desde las emisiones tóxicas al envenenamiento de las aguas subterráneas por parte de los vertedores. La construcción y el derribo de los edificios originan una gran cantidad de residuos.

El reciclaje y la reutilización de los residuos de demolición y de los residuos originados en la construcción es una solución que acabará parcialmente con el importante impacto ambiental que tiene su origen en el vertido y la incineración.

Muchos edificios modernos crean atmósferas interiores insalubres y/o peligrosas para sus ocupantes, y en una parte significativa de los edificios nuevos o rehabilitados aparece el denominado "síndrome del edificio enfermo". Los nuevos edificios herméticos con climatización controlada retienen compuestos orgánicos volátiles (COV) que pueden llegar a unas concentraciones centenares de veces más altas que en el exterior.

La aplicación de los criterios de sostenibilidad y de una utilización racional de los recursos naturales disponibles en la construcción requerirá realizar unos cambios importantes en los valores que ésta tiene como cultura propia. Estos criterios o, más correctamente, principios de sostenibilidad llevarán hacia una conservación de los recursos naturales, una maximización en la reutilización de los recursos, una gestión del ciclo de vida, así como reducciones de la energía utilizada.

Múltiples son las actuaciones políticas que sobre este tema se han llevado a cabo, tanto a nivel nacional como internacional. Así, en los 15 puntos de que consta la Redacción de Berlín, salida de la Conferencia de Berlín sobre el Desarrollo Urbano Sostenible, celebrada en esa ciudad del 19 al 21 de marzo de 1996, se hace especial hincapié en los temas que abarca el presente trabajo.

La argumentación española en la 1ª Conferencia Europea de Ministros sobre Política de Vivienda Sostenible, celebrada en Copenhague los días 22 y 23 de abril de 1996, se fundamentó en: "la necesidad de recuperar el concepto de ciudad próspera y cohesionada de forma que mejorando su integración en el territorio y el medio natural se reduzca su impacto ambiental". Por tanto, debe aproximarse la regeneración urbana y por ello favorecer la reutilización del parque de viviendas existente, y con ello mejorar su eficiencia energética y medioambiental. Se debe también considerar la vivienda no como un elemento aislado, sino intrínsecamente inseparable de su entorno e interrelacionada con la política de suelo, en el marco de la construcción de la ciudad.

El comunicado final de dicha conferencia ministerial hacía un especial hincapié en los siguientes puntos:

- Planeamiento Urbano.
- Reducción de las demandas derivadas del transporte.
- Ahorro de agua.
- Ahorro energético.
- Tratamiento de los desechos, de forma especial los materiales de construcción.
- Mejora del clima interior de los edificios.
- Desarrollo de la implicación local en los procesos de planeamiento y gestión de la vivienda.

- Mantenimiento y más rehabilitación de las viviendas existentes.
- Utilización de nuevos materiales constructivos bajo el concepto de Sostenibilidad.
- Libertad de circulación de los materiales.

La Conferencia atendió la propuesta de la Comisión Europea de que los principales objetivos eran:

- Intercambio de información sobre las investigaciones relevantes.
- Análisis sobre el Ciclo de Vida.
- La normalización sobre los desempeños energéticos.
- La cooperación internacional sobre los sistemas estadísticos y en indicadores claves.
- Información sobre la iniciativa nacional.

Definición de Sostenibilidad

La Sostenibilidad consiste en la adaptación del entorno de los seres humanos a un factor limitante: la capacidad del entorno de asumir la presión humana de manera que sus recursos naturales no se degraden irreversiblemente (Cáceres, 1996).

Es necesario recordar los tres principios básicos que, formulados por el economista Herman Daly, nos permiten avanzar, medioambientalmente hablando, hacia un desarrollo sostenible:

1. Para una fuente de recursos renovable, no consumirla a una velocidad superior a la de su renovación natural.

2. Para una fuente no renovable, no consumirla sin dedicar la parte necesaria de la energía resultante en desarrollar una nueva "fuente" que, agotada la primera, nos permita continuar disfrutando de las mismas prestaciones.

3. Para un residuo, no generar más que aquél que el sumidero correspondiente sea capaz de absorber e inertizar de forma natural (Xercavins i Valls, 1996).

La Construcción Sostenible

Definiciones de Construcción Sostenible

Partiendo de diversos autores, se recogen a continuación algunas definiciones del término "Construcción Sostenible", que asumidas globalmente nos aportan una buena comprensión de la idea que comportan.

La Construcción sostenible, que debería ser la construcción del futuro, se puede definir como aquella que, con especial respeto y compromiso con el Medio Ambiente, implica el uso sostenible de la energía. Cabe destacar la importancia del estudio de la aplicación de las energías renovables en la construcción de los edificios, así como una especial atención al impacto ambiental que ocasiona la aplicación de determinados materiales de construcción y la minimización del consumo de energía que implica la utilización de los edificios (Casado, 1996).

La Construcción Sostenible se dirige hacia una reducción de los impactos ambientales causados por los procesos de construcción, uso y derribo de los edificios y por el ambiente urbanizado (Lanting, 1996).

El término de Construcción Sostenible abarca no sólo los edificios propiamente dichos, sino que también debe tener en cuenta su entorno y la manera cómo se comportan para formar las ciudades. El desarrollo urbano sostenible deberá tener la intención de crear un entorno urbano que no atente contra el medio ambiente, con recursos, no sólo en cuanto a las formas y la eficiencia energética, sino también en su función, como un lugar para vivir (WWF, 1993).

La Construcción Sostenible deberá entenderse como el desarrollo de la Construcción tradicional pero con una responsabilidad considerable con el Medio Ambiente por todas las partes y participantes. Lo que implica un interés creciente en todas las etapas de la construcción, considerando las diferentes alternativas en el proceso de construcción, en favor de la minimización del agotamiento de los recursos, previniendo la degradación ambiental o los prejuicios, y proporcionar un ambiente saludable, tanto en el interior de los edificios como en su entorno (Kibert, 1994).

Aspectos a considerar en la Construcción Sostenible

La sostenibilidad tendrá en cuenta no sólo la construcción en la creación del ambiente, sino también los efectos que ésta producirá en aquellos que lo llevan a cabo y en los que vivirán en ellos. La importancia creciente en las consideraciones del "síndrome del edificio enfermo" en los edificios de oficinas y la "sensibilidad ambiental" en la construcción de viviendas ha dado lugar a una mayor consideración de los efectos que los materiales de construcción tienen en la salud humana (Vale et al., 1993).

Se tratará de construir basados en unos principios que podríamos considerar ecológicos y se enumeran a continuación (Kibert, 1994):

1. Conservación de recursos.
2. Reutilización de recursos.
3. Utilización de recursos Reciclables y Renovables en la construcción.
4. Consideraciones respecto a la gestión del ciclo de vida de las materias primas utilizadas, con la correspondiente prevención de residuos y de emisiones.
5. Reducción en la utilización de la energía.
6. Incremento de la calidad, tanto en lo que atiende a materiales, como a edificaciones y ambiente urbanizado.
7. Protección del Medio Ambiente.
8. Creación de un ambiente saludable y no tóxico en los edificios (Lanting, 1996).

Los recursos disponibles para llevar a cabo los objetivos de la Construcción Sostenible son los siguientes:

Energía, que implicará una eficiencia energética y un control en el crecimiento de la movilidad.

Terreno y biodiversidad. La correcta utilización del terreno requerirá la integración de una política ambiental y una planificación estricta del terreno utilizado. La construcción ocasiona un impacto directo en la biodiversidad a través de la fragmentación de las áreas naturales y de los ecosistemas.

Recursos minerales, que implicará un uso más eficiente de las materias primas y del agua, combinado con un reciclaje a ciclo cerrado.

La definición de Construcción Sostenible lleva asociada tres verbos: reducir, conservar y mantener. La combinación de los principios ecológicos y de los recursos disponibles nos proporcionan una serie de consideraciones a tener en cuenta.

La reducción en la utilización de los recursos disponibles se llevará a cabo a través de la reutilización, el reciclaje, la utilización de recursos renovables y un uso eficiente de los recursos. Se tratará de incrementar la vida de los productos utilizados, un incremento en la eficiencia energética y del agua, así como un uso multifuncional del terreno (Lanting, 1996).

La conservación de las áreas naturales y de la biodiversidad se llevará a cabo a partir de restricción en la utilización del terreno, una reducción de la fragmentación y la prevención de las emisiones tóxicas.

El mantenimiento de un ambiente interior saludable y de la calidad de los ambientes urbanizados se llevará a cabo a través de la utilización de materiales con bajas emisiones tóxicas, una ventilación efectiva, una compatibilidad con las necesidades de los ocupantes, previsiones de transporte, seguridad y disminución de ruidos, contaminación y olores. (Lanting, 1996)

A partir de la información anterior, se podrían enumerar a grandes rasgos los requisitos que deberían cumplir los edificios sostenibles:

- consumir una mínima cantidad de energía y agua a lo largo de su vida;
- hacer un uso eficiente de las materias primas (materiales que no perjudican el medio ambiente, materiales renovables y caracterizados por su desmontabilidad);
- generar unas mínimas cantidades de residuos y contaminación a lo largo de su vida (durabilidad y reciclabilidad);
- utilizar un mínimo de terreno e integrarse correctamente en el ambiente natural;
- adaptarse a las necesidades actuales y futuras de los usuarios (flexibilidad, adaptabilidad y calidad del emplazamiento);
- crear un ambiente interior saludable (Lanting, 1996).

Los edificios y la Sostenibilidad

El objetivo principal de los edificios ha sido el de proteger a sus ocupantes de los elementos naturales. Los principales esfuerzos se han enfocado a la mejora de los aspectos necesarios para llevar a cabo este objetivo, es decir, una mejora en la calidad global del edificio y en el dominio de los costes correspondientes.

Actualmente la noción de Desarrollo Sostenible introduce una restricción adicional, que es la de cumplir el objetivo principal de los edificios sin comprometer la posibilidad de las generaciones futuras de satisfacer sus necesidades (Bourdeau, 1996).

Los edificios, a lo largo de su construcción, uso y demolición, ocasionan una gran cantidad de impactos ambientales que nacen de nuestra actividad económica. Estos ocasionan un gran impacto en el ambiente global a través de la energía utilizada para proveer a los edificios de los servicios necesarios y de la energía contenida en los materiales utilizados en la construcción. Los edificios son responsables de aproximadamente el 50%

de energía utilizada y de las emisiones de CO₂ a la atmósfera. El ambiente interior tiene un mayor impacto en la salud y el confort. Otros aspectos incluyen el adelgazamiento de la capa de ozono como resultado de la masiva utilización de productos químicos, como pueden ser los clorofluorocarbonados (CFC), hidroclorofluorocarbonados (HCFC) y halones, utilizados comúnmente como refrigerantes, etc. (Baldwin, 1996).

El impacto ambiental de los edificios

Deberán tenerse en cuenta los impactos ambientales de los edificios y de sus materiales antes, durante y después de su construcción. Los diferentes efectos se consideran con el coste de adoptar nuevas alternativas prácticas (WWF, 1993).

Los flujos de materia o energía que entran o salen del sistema estudiado contribuyen, de forma diferenciada, a un cierto número de impactos, o efectos (globales), sobre el medio ambiente. Se puede citar el efecto invernadero (o contribución al recalentamiento global), la acidificación atmosférica (o la lluvia ácida), la destrucción de ozono estratosférico, la eutrofización, el agotamiento de los recursos naturales... (Moch, 1996).

Los efectos de los materiales sobre el Medio Ambiente

Evaluar la dimensión medioambiental de un producto de construcción es intentar calificar y cuantificar el peso de los impactos que se le asocian por el conjunto de su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas hasta el final de su vida (Moch, 1996).

El proceso de fabricación de los materiales de construcción, así como de los productos de los cuales muchos están formados, ocasiona un impacto ambiental. Este impacto tiene su origen en la extracción de los recursos naturales necesarios para su elaboración, incluyendo el proceso de fabricación y el consumo de energía, que deriva en emisiones tóxicas a la atmósfera.

Muchos de estos procesos originan emisiones tóxicas a la atmósfera que resultan contaminantes, corrosivos y altamente perjudiciales para la salud. Lo que se pretende con la aplicación de los criterios de la construcción sostenible es la construcción de edificios con una disminución de estos materiales y evitar, siempre que sea posible, la utilización de sustancias que al final de su ciclo de vida, originen residuos peligrosos.

Los principales efectos sobre el Medio Ambiente de los materiales utilizados en la construcción son los siguientes:

- consumo energético;
- producción de residuos sólidos;
- incidencia en el efecto invernadero;
- incidencia en la capa de ozono;
- otros factores de contaminación ambiental (Casado, 1996).

Estrategia de minimización de impacto ambiental de los materiales de construcción

Una estrategia óptima para minimizar el impacto ambiental sería aquella que utilizase soluciones que minimizaran de manera equilibrada los efectos que éstos producen sobre el Medio Ambiente, es decir, sobre el consumo de energía, la producción de residuos y la contaminación (Speare, 1995).

Utilización de materiales reciclables para la producción de los agregados del hormigón en lugar de utilizar materias primas naturales.

Reciclaje de materiales: reutilización de la madera, utilización de materiales reciclados/reutilizados en la construcción de las paredes, techos y suelos; uso de residuos industriales en algunos materiales (Baldwin, 1996).

Cabe destacar que la *madera* es un recurso natural renovable que consume poca cantidad de energía en su proceso de transformación como material de construcción, pero los tratamientos de conservación y protección que se apliquen pueden originar emisiones y residuos tóxicos. Las pinturas, disolventes y los tratamientos realizados a la madera plantean importantes riesgos para la salud humana y los perjuicios que supone al ambiente a lo largo de su producción, uso y disposición final (WWF, 1993).

Reutilización de residuos de otras construcciones o demoliciones, en un nivel de alta calidad y que no sean utilizados en aplicaciones de baja importancia o vertidos en los vertederos. (Speare, 1995).

El impacto ambiental debido al *transporte* de los materiales supone un coste indirecto en términos de contaminación en cuanto a las emisiones de CO₂ producidas por los gases de escape.

El diseño del edificio y la elección de los materiales se realizará teniendo en cuenta una minimización en la cantidad de materiales que liberen sustancias químicas peligrosas y la incorporación de materiales y componentes con un bajo índice de ODP (*ozone depletion potential*) (Baldwin, 1996).

Minimización de los consumos energéticos en la utilización de las construcciones

Desde la proyección de los edificios se puede controlar en gran medida su consumo energético. Posteriormente, en la utilización de los edificios tendrá una gran importancia la gestión de la energía, la intervención de los usuarios y el mantenimiento.

La implantación de los edificios juega un papel fundamental en el consumo de energía. No siempre se pueden escoger las condiciones más favorables, pero la referencia al clima, la vegetación, la topografía y el tejido edificado tienen que ser un primer paso tanto si lo aprovechamos como si nos tenemos que proteger de las condiciones adversas (Casado, 1996).

Para llevar a cabo un uso eficiente de la energía y de su conservación se tendrán que considerar los siguientes aspectos en la construcción de los edificios:

- aislamiento y ventilación;
- sistemas de control de la energía en los edificios y otros controles automáticos;
- uso de monitores y gestores energéticos;
- control por ordenador de la iluminación, temperatura y condiciones climáticas;
- desarrollo en aplicaciones de baja energía y tecnologías limpias;
- fuentes de energía renovable;
- diseño basado en un consumo bajo de energía y planificación para una eficiencia energética (WWF, 1993).

Impacto en la Planificación de la Localización

Es en el planeamiento urbanístico el ámbito en el cual se pueden conseguir las mejores aportaciones del ambiente a la edificación, ya que puede conducir a un ambiente más saludable y agradable (Casado, 1996). Un Estudio de Planeamiento tendrá en cuenta los siguientes aspectos:

Existencia de paisaje, importancia ecológica y arquitectónica de la localización.

Valoración del impacto ambiental.

Determinación previa de los posibles usos del transporte.

Previsión de zonas seguras para el almacenamiento de productos y residuos en el lugar de construcción y convenientes acuerdos para la disposición de residuos (WWF, 1993).

Impactos en el proceso de construcción, como pueden ser un incremento en la cantidad de transporte, polvo y ruidos.

La calidad en la edificación

La calidad en la edificación es la clave para relanzar el mercado, mejorar las condiciones medioambientales y ahorrar recursos energéticos. Esta visión incluye tanto los materiales, como los sistemas o estrategias urbanas que inciden sobre la calidad. Entre las propuestas que contribuirán a mejorar la calidad en la edificación podemos mencionar las siguientes:

Limitar el riesgo económico que supone actualmente la compra de inmuebles y promocionar las inversiones en proyectos de construcción de alta calidad.

Crear el etiquetado ecológico tanto para edificios como para productos de construcción y favorecer un mecanismo de mercado que promueva el cambio hacia esta realidad.

Reducir los costes constructivos e introducir el concepto del menor coste posible en el mantenimiento del inmueble.

Incrementar la estandarización de los diferentes componentes de la construcción y mejorar la diseminación de aquellas tecnologías y sistemas de interés general.

Desarrollar sistemas apropiados de control de calidad adaptados a las necesidades de los constructores y diseñadores, y orientados a promocionar una garantía en los resultados energéticos del edificio (Landabaso, 1996).

La calidad del ambiente interior

Los materiales y los componentes con los que se construye el edificio pueden ser una fuente de materiales problemáticos, como pueden ser los tratamientos químicos aplicados a diferentes materiales, que se evaporan en la atmósfera del edificio. Los sistemas de control ambiental y otros servicios incrementan el confort y la salubridad de los ambientes en los edificios (Groak, 1992).

Actualmente se está investigando en la reducción y eliminación de las emisiones de los productos químicos contenidos en los diferentes materiales y otras aplicaciones para mejorar la calidad del ambiente interior (Canada Mortgage, 1993).

Se pueden considerar los siguientes aspectos en cuanto a la calidad del ambiente interior:

- Caracterizar las fuentes de contaminación y los elementos contaminantes del aire.
- Optimización de los equipos de ventilación.
- Clarificar los aspectos sociológicos relacionados con la calidad del aire.
- Controlar los elementos contaminantes del aire.
- Desarrollar una estandarización en este aspecto (Groak, 1992).

Conclusiones

La experiencia de los últimos veinte años ha demostrado que no resulta fácil cambiar el sistema de construcción de los edificios y su funcionamiento. Para lograr una Construcción Sostenible se debe romper con la rutina y los malos hábitos adquiridos por décadas de derroche de los recursos naturales.

Se deberá cambiar la mentalidad de la industria y de las estrategias económicas con la finalidad de que den prioridad al reciclaje ante la tendencia tradicional de la extracción de materias naturales. Se deberá fomentar la utilización de sistemas constructivos y energéticos en base a productos y energías renovables.

Es en este entorno cuando la humanidad toma conciencia de la importancia, cada día más evidente, de que los aspectos medioambientales tendrán consecuencias muy importantes en las principales opciones del proceso constructivo.

Referencias bibliográficas

- Baldwin, Roger (1996) Environmental Assessment and Management of Buildings. The UKiewpoint, Report 7150/1 for consultation, BSRIA.
- Berlin Conference on Sustainable Urban Development (March 19-21, 1996). The Berlin Declaration by the Berlin Conference on Sustainable Urban Development
- Bourdeau, Luc (1996) Environment and Buildings in France, CIB W82 Comission Meeting (Centre Scientifique et Technique du Batiment-CSTB).
- Cáceres Terán, Johanna (1996) "Desenvolupament Sostenible", *Revista Tracte*, nº 66, octubre de 1996.
- Canada Mortgage and Housing Corporation (1993) The Clean Air Guide: How to Identify and Correct Indoor air Problems in your home. Ottawa.
- Casado Martínez, N. (1996) *Edificios de alta calidad ambiental*. Ibérica, Alta Tecnología.
- Communique of 1st European Minister Conference on Sustainable Housing Policies. April 22-23, 1996.

- Groak, Steven (1992) *The analysis of sensations, The analysis of building*. E&FN SPON.
- Kibert, Charles et al. (1994) CIB-TG16, First International Conference on Sustainable Construction, Florida.
- Kilford, Steven (1996) *Sustainable Construction, The UK viewpoint, The BRSIA Report CIBW82*.
- Landabaso, Ángel (1996) *Eficiència Energètica a l'edificació; Estat actual de les diferents tecnologies (I Jornades: Construcció i Desenvolupament Sostenible, Barcelona, 16, 17 i 18 de maig de 1996)*.
- Lanting, Roel (1996) *Sustainable Construction in The Netherlands -A perspective to the year 2010 Working paper for CIB W82 Future Studies in Construction. TNO Bouw Publication number 96-BKR-P007*.
- Moch, Yves (1996) *Impacte Ambiental dels materials de construcció, I Jornades Construcció i Desenvolupament Sostenible (Barcelona, 16, 17 i 18 de maig de 1996)*.
- Speare, R.S. (1995) "Recycling of structural Materials", *The Structural Engineer*, Volume 73, nº 13, 4 July 1995.
- Vale, B. i Vale, R. (1993) "The Untapped Potential of the Low-Energy Building", *Town & Planning*, Vol. 62.
- WWF (1993) *The Built Environment Sector, Pre-Seminar Report. Council for Environmental Education WWF, Department of Environment, De Monfort University Leicester*.
- Xercavins i Valls, Josep (1996) *Què és el desenvolupament sostenible? (I Jornades: Construcció i Desenvolupament sostenible, Barcelona, 16,17, i 18 de maig de 1996)*.

Curso de Ampliación de Conocimientos Diseño y Construcción de Viviendas con Madera

12 de julio y el 22 de septiembre de 2006

Arq. Argenis Lugo. IDEC-FAU-UCV

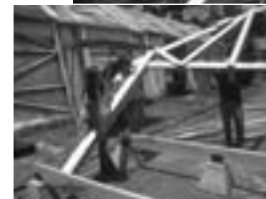
En el marco de los cursos de ampliación de conocimientos que ofrece el Postgrado en Desarrollo Tecnológico del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) se llevó a cabo de manera exitosa el curso "Diseño y Construcción de Viviendas con Madera", en el que el tema fue abordado por un grupo de investigadores, profesionales, especialistas y empresarios tanto de Venezuela como del resto de América Latina.

La pertinencia de este curso viene dada por la importancia de difusión y actualización del conocimiento respecto a la madera como material de construcción, ya

que las tendencias actuales de desarrollo y aplicación de tecnologías sostenibles en la industria de la construcción hacen de la madera uno de los materiales con mayor potencialidad de uso bajo los conceptos de sostenibilidad del medio ambiente construido: se trata de un material derivado de un recurso renovable; requiere bajo consumo energético para su transformación; puede ser reciclable, y tiene gran capacidad de adaptación a requerimientos funcionales (estructuras, cerramientos y mobiliario) en la edificación. Para su producción como materia prima, si la gestión como recurso natural es correcta, el balance ecológico es positivo y el desarrollo de la actividad es sostenible. Estas características en general le confieren ventajas competitivas que lo convierten en un material paradigmático en la industria de la construcción mundial.

Pese a todas estas ventajas competitivas, en nuestro país y en gran parte de Latinoamérica la madera como material de construcción tiene aún que trascender prejuicios asociados en gran parte a la falta de difusión del conocimiento de tecnologías constructivas con madera y a la falta de formación de profesionales, técnicos y artesanos asociados al área.

En este contexto, la Línea de Investigación de Diseño y Construcción con Madera del IDEC ha llevado a cabo investigaciones y cuenta con conocimiento acumulado sobre los avances nacionales e internacionales del uso de la madera en construcción en los últimos 20 años. Es así que con este curso se propicia la difusión de todo este conocimiento con el fin de estimular el uso de este material de construcción que, en el caso específico de Venezuela, cuenta no sólo con extensos bosques de selva tropical sino también con un enorme reservorio de recursos renovables en las plantaciones de pino caribe establecidas en Uverito y alrededores, al sur de los estados Anzoátegui y Monagas, cuya capacidad para el año 2002 se estimó en más de 15 millones de metros cúbicos.





Como antecedente de esta experiencia, en 1999 se realizó el “Seminario Diseño con madera” bajo la modalidad presencial. Ahora, se realizó una versión reformulada y actualizada, a la que hemos titulado Seminario Taller “Diseño y construcción de viviendas con madera”, bajo la modalidad mixta presencial, aprovechando las modernas herramientas comunicacionales.

El curso fue de carácter teórico-práctico y estuvo orientado a que el participante tuviera la posibilidad de aplicar los conocimientos adquiridos en proyectos y experiencias que consideren a la madera de pino caribe como material de construcción.

Objetivos del curso Diseño y Construcción de Viviendas con Madera:

- Proveer a profesionales ligados a la industria de la construcción de información actualizada para la realización de innovaciones en el campo de la producción de viviendas con madera en Venezuela e internacionalmente.
- Analizar alternativas de solución a partir de problemas concretos, vinculados con necesidades reales en el campo de la construcción de viviendas, para la población con ingresos económicos reducidos.
- Promover la aplicación de sistemas constructivos con madera de pino caribe.
- Potenciar la difusión del conocimiento de la construcción con madera.

Estructura del curso:

Seminarios Teóricos: En las sesiones presenciales se dictaron seminarios en los que se impartieron conocimientos teóricos sobre características físico-químicas, estructurales, tecnológicas, económicas y de diseño con madera de pino caribe, así como experiencias y ejemplos de profesionales en construcciones con esta madera. En las sesiones a distancia los participantes realizaron cuestionarios, foros, etc. que reforzaron su visión y conocimientos sobre el tema. Esta modalidad permitió incorporar una mayor cantidad de participantes (del interior del país e internacionales) sin disminuir la calidad, a través del componente de educación a distancia bajo el esquema de plataforma interactiva vía Internet para reforzar los conocimientos dictados en los seminarios teóricos.

Seminario Taller: En las dos últimas sesiones presenciales se realizaron experiencias prácticas que tuvieron carácter de seminario-taller, en las que se ejecutaron diferentes propuestas constructivas mediante modelos a escala 1:1 con participación de especialistas nacionales e internacionales. Esto permitió a los participantes aplicar los conocimientos adquiridos en los seminarios teóricos de manera directa en cuanto a medios y procesos de producción y procesos constructivos.

Contenido del curso:

- Criterios de sostenibilidad para la producción de edificaciones.
- La madera como recurso renovable.
- La madera de plantaciones: el caso del pino caribe.
- La madera como material de construcción.
- Sistemas constructivos.
- Patología de la madera.
- Protección por diseño.
- Consideraciones para el diseño de vigas, viguetas y entablados.
- Consideraciones para el diseño de columnas y entramados.
- Consideraciones para el diseño de muros de corte.
- Consideraciones para el diseño de cerchas.
- Consideraciones para el diseño de uniones.
- Detalles constructivos.
- El mercadeo de la madera en Venezuela.
- Experiencias nacionales e internacionales.

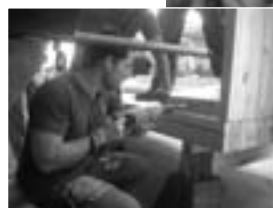
Ponentes del curso:

Entre los especialistas y conferencistas participantes nacionales se contó con: Arq. Alfredo Cilento Sarli, Ing. Forestal Msc. Ricardo Molina, Arq. Fruto Vivas, Arq. Antonio Conti, Arq. Msc. Argenis Lugo, Arq. Francisco Sapene, Arq. Joel Sanz.

Con respecto a los especialistas internacionales estuvieron: Arq. Ricardo Hempel (Chile), Arq. Lucia Toppa (Argentina), Arq. Gerardo Valverde (Chile), Arq. Carlos Meyer (Uruguay). Igualmente se contó con la participación de conferencistas de las empresas MASISA y PROPULSO, productoras asociadas al sector Forestal.

La participación de todos estos especialistas y empresarios, además de promover los conocimientos sobre el uso de la madera en construcción, nos ha permitido fortalecer vínculos con universidades y otros centros de investigación internacionales, así como con empresas nacionales del ramo de la madera.

El evento fue organizado por los profesores Antonio Conti, Argenis Lugo y Ricardo Molina, miembros de la Línea de Investigación Diseño y Construcción con Madera del IDEC. Se contó con el apoyo de la Comisión de Estudios de Postgrado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela y la Red CYTED: "Red Madera Vivienda de Bajo Costo en madera". Además se contó con el patrocinio de la Asociación para la Investigación en Vivienda Leopoldo Martínez Olavarría (ALEMO), la revista especializada en temas de arquitectura y construcción *Entre Rayas* y las empresas MASISA y PROPULSO.



Foro: Política de vivienda en Venezuela y sectores populares (1999-2006)

Arq. Teolinda Bolívar.

Centro Ciudades de la Gente/ FAU/UCV



El Foro fue celebrado el día 27 de enero de 2006, en el Auditorio Carlos Raúl Villanueva de la FAU. Aunque todavía no se tienen completamente las conclusiones, adelantamos lo siguiente: el Foro se inició con retraso ya que otra actividad del Foro Social América se desarrollaba en el mismo auditorio. El Ministro de Hábitat y Vivienda se excusó por intermedio de su asistente de no poder asistir. Todos los demás invitados asistieron y participaron, y cada uno expuso una síntesis del tema escogido en los 10 minutos previstos.

Un señalamiento constante en las intervenciones es la falta de apoyo continuo a los sectores populares en materia de vivienda. Esta falta de continuidad y claridad en la política quebranta las posibilidades de mejora de la vida cotidiana.

Las intervenciones se enfrentan al obstáculo del proselitismo político. La gestión de los recursos económicos debería y podría estar en manos de las comunidades urbanas organizadas y debidamente registradas. Los habitantes demandan protagonismo y atención de urgencia a los problemas no sólo de barrios "consolidados", sino también de los que se están haciendo en sitios o terrenos adecuados a las actividades urbanas.

Aunque se reconoce el avance en la intención de regularizar la tenencia de la tierra en los barrios, a muchas comunidades todavía no se les ha atendido, menos aún aquellas asentadas en terrenos privados, aunque algunas tengan más de 20 años.

El ambiente del Foro se caracterizó por el respeto de todas las personas que intervinieron. Hubo escuchas a la diversidad de opiniones y posturas. En las intervenciones del público, en buena parte representantes de las comunidades de barrios caraqueños, se hizo manifiesta la reiterada falta de continuidad de programas y proyectos, como también lo expresaron los ponentes invitados. Una conclusión importante es la urgencia de atender las necesidades de los sectores populares tanto los que viven en barrios ya aceptados como los que no tienen vivienda y ocupan terrenos.

Asimismo es indispensable asistir profesional y técnicamente a los que construyen continuamente la ciudad: las Universidades deben estar presentes, pero el Estado tiene el deber de apoyar en la magnitud y calidad que se requiere, las soluciones al problema de hábitat y vivienda de los sectores populares.

Participación del IDEC en la Feria Alternativas Constructivas para Casas Dignas Ciudad Guayana, estado Bolívar (7-8 y 9 de abril de 2006)

Arq. Laura Ramírez / Ing. Ricardo Molina
IDEC/FAU/UCV

La Feria identificada como Alternativas Constructivas para Casas Dignas, que contó con la participación del IDEC, se realizó durante los días 7, 8 y 9 de abril de 2006 en el Ecomuseo del Caroní, en Ciudad Guayana, además de la presencia de 24 expositores nacionales y 3 internacionales y contó, durante el acto de inauguración, con la asistencia del Ministro para la Vivienda y el Hábitat y el Gobernador del estado Bolívar.

Como parte de las actividades de difusión y promoción del IDEC durante los días de la Feria, numerosas personas se acercaron a nuestro *stand* solicitando información técnica. Entre las visitas más resaltantes señalamos las siguientes:

- La coordinación de la Unidad Operativa Central del Ministerio para la Vivienda y el Hábitat manifestó el interés de ese Ministerio en que el IDEC apoye la validación técnica y la verificación del cumplimiento de las normas nacionales vigentes de nuevas propuestas constructivas por parte de las empresas o cooperativas.
- El Director General de Comercialización de Formaletas S.A. (FORSA), empresa dedicada a la producción de formaletas en aluminio en Colombia, manifestó estar interesado en conocer más sobre PROTOLOSA y las posibilidades de producir las formaletas para esta tecnología.
- La representación de CLG Engineering, empresa radicada en España que produce un sistema de construcción en seco con estructuras ligeras de acero galvanizado, solicitó asesoría para adaptar y homologar el sistema a los parámetros empleados en Venezuela.
- El director de CONSILUX INGENIERÍA, empresa constructora brasileña, manifestó interés en contactar al IDEC para promover acciones conjuntas dirigidas a validar sus sistemas constructivos.
- La Promotora J617 C.A., distribuidora de fibra Nurlon (microfilamentos de polipropileno) promocionada por como sustituto de la malla electrosoldada en losas de concreto, y de Placacero, lámina metálica tipo losacero, supuestamente más eficiente y más práctica, manifestó interés en acercarse al IDEC para realizar pruebas con esos materiales.

– La Cooperativa Hábitat Siglo XXI, productora del sistema constructivo para viviendas ROLHÁBITAT que usa madera cilindrada de pino caribe, desea vincularse con el IDEC para validar su sistema.

– La Casa de los Techos C. A., empresa productora de *kits* de estructuras metálicas para viviendas, expresó su interés en desarrollar conjuntamente propuestas de cerramientos verticales (como SIPROMAT) para sus *kits*.

– La Constructora CAYSA, C.A. desea asesoría para la construcción de instalaciones turísticas con madera al sur del estado Anzoátegui.

– Innovación Creativa C.A. expresó su deseo de explorar la posibilidad de utilizar SIPROMAT para la construcción de 350 viviendas en 7 meses en el estado Cojedes.

– La empresa constructora española IMASATEC, que utiliza un sistema de muros portantes de concreto vaciados en sitio utilizando encofrados de alta tecnología producidos *ad hoc*, a través de su Director manifestó estar interesado en contactar al IDEC para promover acciones conjuntas con el objetivo de validar sus sistemas constructivos.

– La empresa constructora HOME SON C.A. desarrolló una cubierta de concreto de 7 cm de espesor y de 60 m², sustentada por una sola columna central, basando la estabilidad en la forma de paraboloide hiperbólico que tiene el techo. Su propuesta no posee cerramientos, por lo que puede interesar un desarrollo conjunto.

La presencia del IDEC en ese evento, además de la posibilidad de difundir los resultados de investigación e innovación como lo evidencia la mención hecha de los contactos realizados, fue una importante experiencia también para pensar en mejoras relacionadas con la atención al público, presencia institucional, difusión de actividades y de la Revista *Tecnología y Construcción*, con miras a la posibilidad de realización en próximas ferias similares, como la extraoficialmente anunciada que debería realizarse en mayo próximo en el estado Miranda.

Reseñas



Puntal. ISSN 1315-0073, año 12, n° 19, abril 2006. Publicación periódica de Fundación Empresas Polar. Caracas, Venezuela.

Puntal es una revista periódica de la Fundación Polar que publica temas de actualidad. En este número, en la sección Aportes, se presenta el artículo de Hugo Prieto: "Un punto de soldadura en la construcción de la ciudad" (pp. 18-21) de particular interés para el público al que va dirigida la Revista Tecnología y Construcción, pues reseña con gran acierto las actividades realizadas por Teolinda Bolívar, profesora de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela, tanto en su quehacer de rehabilitación de la vivienda y recuperación de la calidad de vida en los barrios, como en su rol de coordinadora de la Red Solidaria de Comunidades Autónomas, creada en 1996. Como bien señala la introducción del artículo: "Teolinda Bolívar ha centrado su trabajo, su investigación y sus sueños en estudiar una ciudad poblada de acertijos y grandes problemas. Lo ha hecho, además, sin olvidar en ningún momento a sus pobladores..."



ReVista al Hábitat. ISSN 1900959-3, n° 1, febrero 2006. Revista de la Maestría en Hábitat de la Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Arquitectura (sedes Bogotá, Manizales y Medellín).
Pagina Web: <http://agora.unalmed.edu.co/>

Un proyecto académico nacional que vincula tres de sus sedes: Bogotá, Medellín y Manizales, para dar a conocer el pensamiento que desde las escuelas y facultades se elabora en torno al tema del hábitat, una idea surgida de la Maestría en Hábitat y que –como se señala en la Presentación– se concreta en este primer número con el propósito de abrir un espacio de socialización a distintas temáticas tanto como a experiencias investigativas y académicas del grupo de docentes, sin dejar de tomar en cuenta la realidad de las condiciones de habitabilidad en otros países.

Un archivo para la historia. Acta Científica Venezolana. 1950 - 2000. Juan José Martín Frechilla / Yolanda Texera Arnal / Alfredo Cilento Sarli. Colección Estudios. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Caracas, 2005.

Acta Científica Venezolana nació en 1950 como portavoz de la Asociación Venezolana para el Avance de la Ciencia (AsoVAC), fundada ese mismo año. Esta circunstancia le da una gran significación histórica en el medio académico venezolano. Como revista multidisciplinaria, se ha mantenido hasta nuestros días publicando una parte importante de los resultados de las investigaciones producidas en el país, así como algunos de los debates más resaltantes que han jalonado nuestra historia social de la ciencia y la tecnología.

Los autores de los libros nos propusimos la recuperación y el aprovechamiento de la información contenida en Acta Científica Venezolana, para ello se rescataron y organizaron los sumarios de los cincuenta años de la revista, al igual que se recuperaron los editoriales y los textos más relevantes para su historia, la de AsoVAC y sus programas, así como para el análisis de las políticas públicas relativas a la ciencia y la tecnología en nuestra sociedad.

El texto ofrece, a partir de los contenidos publicados en la revista, un análisis sistemático y contextual de los elementos más significativos vinculados a la trayectoria de la Asociación Venezolana para el Avance de la Ciencia desde su fundación.

El libro incluye la base de datos de los artículos publicados en el período 1950 - 2000 en 2 CD (versión Mac y PC).



Venezuela. Un acuerdo para alcanzar el desarrollo. Equipo Acuerdo Social: Armando Barrios R. / Jesús María Casal H. / Alfredo Cilento S. / María Elena Corrales / Luis Pedro España N. / Rosa Amelia González de P. / Marino J. González R. / Mariano Herrera / Víctor Maldonado C. / Luis A. Pacheco / Miguel Ángel Santos N. / Ricardo Villasmil B. Publicaciones UCAB, Caracas, 2006.

Venezuela vive días de incertidumbre y de sentimientos encontrados. Al deterioro de la calidad de vida de la población se suma el debilitamiento de la capacidad para establecer acuerdos que incluyan a todos los ciudadanos. Desde principios de los ochenta, el país no ha generado y mantenido consensos fundamentales para enfrentar los retos del desarrollo y el bienestar. A partir del año 2000 un grupo de profesores e investigadores de universidades y centros académicos nacionales nos hemos propuesto colaborar en la construcción de los acuerdos que requiere el país. Nos definimos como el Equipo Acuerdo Social. Esta publicación presenta los resultados de un proceso largo y sostenido de discusión interna, así como de diálogo con muchos sectores del país. El eje de este esfuerzo ha sido la elaboración de propuestas de políticas públicas que contribuyan al desarrollo y bienestar perdurable de todos los habitantes de Venezuela.

Ofrecemos este esfuerzo conscientes de que es un camino largo e inexplorado. Queremos proponer estas ideas para que el debate amplio y fecundo contribuya a criticarlas, profundizarlas y mejorarlas y que éstas ayuden a la sociedad para definir mejores rumbos y nuevos consensos.



PUBLICIDAD ANEXA EN NEGATIVO

normas para autores y árbitros

Normas para la presentación de trabajos a *Tecnología y Construcción*

Tecnología y Construcción es una publicación que recoge artículos inscritos dentro del campo de la Arquitectura y de la Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Construcción, especialmente: sistemas de producción; métodos de diseño; análisis de proyectos de Arquitectura; 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 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.

Los trabajos presentados para su publicación deben atender a las recomendaciones siguientes:

- El autor (o los autores) debe(n) indicar título completo del trabajo acompañándolo de un breve resumen en español e inglés (máximo 100 palabras), además de una síntesis curricular no mayor de 50 palabras, que incluya: nombre, título(s) académico(s), institución donde trabaja(n), cargo, área de investigación, dirección postal, fax y correo electrónico.
- Los trabajos deben ser entregados en diskette, indicando el programa y versión utilizados, o enviados al Comité Editorial como documento a través del correo electrónico de la revista (tyc@idec.arq.ucv.ve), acompañados de una versión impresa con una extensión no mayor de treinta (30) páginas escritas a doble espacio en tamaño carta incluyendo notas, cuadros, gráficos, anexos y referencias bibliográficas.
- En el caso de que el trabajo contenga cuadros, gráficos, diagramas, planos y/o fotos, éstos deben presentarse en versión original impresa, numerados correlativamente según orden de aparición en el texto. Lo mismo es válido en el caso de artículos que contengan ecuaciones o fórmulas.
- Las referencias bibliográficas deben ser incluidas en el texto con el sistema autor-fecha, por ejemplo: (Hernández, E., 1995). Al final del texto deben incluirse los datos completos de las publicaciones mencionadas, organizados alfabéticamente.
- Se aceptarán trabajos escritos en castellano, portugués o inglés.
- Los trabajos deben ser inéditos y no haber sido propuestos simultáneamente a otra(s) revista(s).
- Las colaboraciones presentadas no serán devueltas.

El Comité Editorial someterá los trabajos enviados a la revisión crítica de por lo menos dos árbitros escogidos entre especialistas o pares investigadores. 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. Las sugerencias de los árbitros, cuando las haya, serán comunicadas a los autores con la confidencialidad del caso.

La revista se reserva el derecho de hacer las correcciones de estilo que considere convenientes, una vez que hayan sido aprobados los textos para su publicación. Siempre que sea posible, esas correcciones serán consultadas con los autores.

Los autores recibirán sin cargo tres (3) ejemplares del número de la revista en el cual haya sido publicada su colaboración. Por su parte, los árbitros, en compensación por sus servicios, recibirán una bonificación en efectivo y un ejemplar del número de la revista con el cual contribuyeron con su arbitraje, independientemente de que su opinión en relación con la publicación del artículo sometido a su consideración haya sido favorable o no.

El envío de un texto a la revista y su aceptación por parte del Comité Editorial representa un contrato por medio del cual se transfieren los derechos de autor a la revista *Tecnología y Construcción*. Esta revista no tiene propósitos comerciales y no produce beneficio alguno a sus editores.



Rector
Antonio París
Vice-Rector Académico
Eleazar Narváez
Vice-Rectora Administrativa
Elizabeth Marval
Secretaria
Cecilia Arocha

Rector
Leonardo Atencio Finol
Vice-Rector Académico
Rosa Nava
Vice-Rector Administrativo
Jorge Palencia
Secretaria
Judith Aular

CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO

Coordinador
Bernardo Méndez A.

CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO

José Colina Chourio

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

Decano
Azier Calvo
Directora de la Escuela de Arquitectura
Paola Posani
Directora del Instituto de Urbanismo
Tani Neuberger
Director del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción
Carlos Angarita
Directora-Coordinadora de la Comisión de Estudios de Postgrado
Milena Sosa G.
Coordinadora Administrativa
Alejandra González
Coordinador Académico FAU
Guillermo Barrios
Coordinadora Investigación FAU
Jeannette Díaz
Coordinador Extensión FAU
José Guerra

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

Decano
Ramón Arrieta
Director de la Escuela de Arquitectura
Alberto Stanford
Director de la Escuela de Diseño Gráfico
Claudio Ordoñez
Director de la Dirección de Estudios para Graduados
Jane Espina
Directora de la Dirección de Extensión
Dinah Bromberg
Coordinadora de Investigación
Elisa Quijano

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO / IFAD

Director
José Indriago
Subdirector
Tomás Pérez

Áreas prioritarias de Investigación

Territorio, Ciudad y Comunidad:
Ramón Reyes
Confort y Sostenibilidad del Ambiente Construido:
Gaudy Bravo
Infonomía para la Gestión de Espacios Antropizados:
Carmen Cecilia Araujo

INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN / IDEC

Director
Carlos Angarita
Coordinador Docente
Idalberto Águila
Coordinador Administrativo
Lunia Betancourt
Consejo Técnico
Miembros Principales
Milena Sosa
Gaspere Lavega
Ignacio Ávalos
Nancy Dembo
María Elena Hobaica
Miembros Suplentes
Geovanni Siem
Gladys Maggi
Alatz Quintana
Jesús Delgado
Alejandra González
Ricardo Molina



DECANATO DE INVESTIGACIÓN / UNET

Rector
José Vicente Sánchez
Vice-Rector Académico
Carlos Chacon
Vice-Rector Administrativo
Martín Paz
Secretaria
Oscar Medina

editorial

- Alberto Lovera **Construcción y descentralización** 6
Construction and Decentralization

artículos

- Francisco Vecchia
Gabriel Castañeda
Jaime Andrés Quiroa **Aplicación de cubiertas verdes en climas tropicales. Ensayo experimental comparativo con techumbres convencionales** 9
Green Roofs in Tropical Environment. An Experimental Comparative Essay upon Traditional Roofs

- Geovanni Siem
Maria Eugenia Sosa **Diagnóstico de la calidad acústica en espacios de enseñanza en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, FAU-UCV** 15
A Diagnosis upon the Acoustic Quality in Teaching Spaces at the Architecture and Urbanism Faculty of the Central University of Venezuela

- Augusto Márquez **Componente modular prefabricado de concreto para placa de fundación superficial reticular alveolada. Una opción para la vivienda de bajo costo de desarrollo progresivo sobre suelo retro-expansivo** 23
Concrete-manufactured Modular Component for Reticular Alveolar Shallow Foundation Plates: An Option for Low Cost Housing Progressively Developed on Retro-Expansive Soil.

- Victor Obregón
Iván Saavedra
Melín Nava **Evaluación del flujo de agua superficial y subterránea en la Ciudad Universitaria de Caracas. Resultados en avance** 35
An Evaluation upon Superficial and Underground Water Flow at the University Campus of Caracas. Results in Advance to

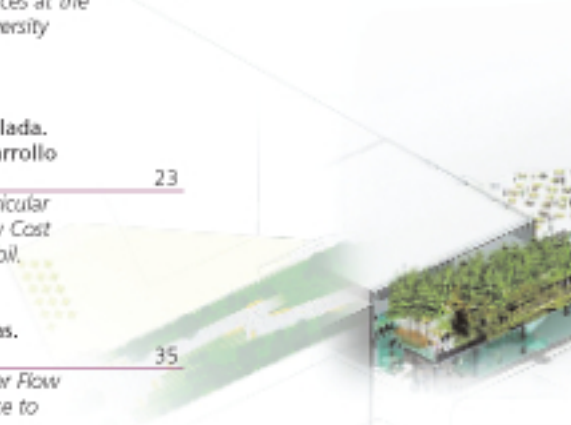
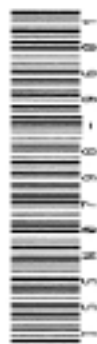
- Carlos Angarita **Estudios, proyectos y obras. La experiencia de las Organizaciones Comunitarias de Vivienda** 43
Studies, Projects and Constructions Sites. The Experience of Organizaciones Comunitarias de Vivienda (Housing Communities Organizations)

documentos

- Instituto Juan de Herrera **La construcción sostenible. El estado de la cuestión** 53
Sustainable Construction. The State of the Question

postgrado

- Argenis Lugo **Curso de Ampliación de Conocimientos Diseño y Construcción de Viviendas con Madera** 63
Expanding Knowledge: Designing and Construction of Wooden Houses



SIMULATION OF THE THERMAL PERFORMANCE OF LOW COST HOUSES IN VENEZUELA TO IMPROVE THERMAL COMFORT

GEOVANNI SIEM

Universidad Central de Venezuela. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción. e-mail: geovanni.siem@gmail.com

Recibido: mayo de 2007

Recibido en forma final revisado: noviembre de 2007

ABSTRACT

This work aims to investigate the thermal behaviour of low cost houses widespread in many regions in Venezuela and discuss their suitability to climatic conditions, aided by ArchiPak™, a simulation software developed by Dr. Steven Szokolay. The simulation conditions correspond to three important cities located at different altitudes: Caracas (880 m), Maracaibo (40 m) and Mérida (1500 m). Frequently the occupants complain of low thermal comfort, especially in the warm-humid climate which prevails in most of the cities and populated areas. As a solution the owners undergo some modifications based on installing air conditioning equipment which is accompanied with additional energy consumption and maintenance costs. The results showed that the inside temperature at low altitudes is very high and houses are uncomfortable the whole year. At mid and high altitude the temperatures are close to the comfort zones and it is possible to improve their performance with appropriate design strategies. The modifications include solar protection in windows and a good orientation improve thermal behavior to a small degree: hence, it is necessary to use these together with other solutions focused on using materials in walls and roofs with more appropriate thermal properties to produce significant improvements.

Keywords: Low cost housing, Comfort, Energy, Simulation, Hot humid climate.

SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO EN VENEZUELA PARA MEJORAR EL CONFORT TÉRMICO

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo estudiar el comportamiento térmico de viviendas de bajo costo construidas en varias regiones de Venezuela, y discutir su adaptabilidad a las condiciones climáticas. Para ello se realizaron simulaciones en tres importantes ciudades localizadas a diferentes altitudes: Caracas (880 m), Maracaibo (40 m) y Mérida (1500 m), con la ayuda del programa ArchiPak™ desarrollado por el Dr. Steven Szokolay. Con frecuencia los ocupantes de estas viviendas se quejan del bajo nivel de confort térmico, especialmente en las zonas de clima cálido-húmedo, el cual prevalece en las ciudades y regiones más habitadas de Venezuela. Como solución los propietarios realizan modificaciones basadas en la instalación de equipos de aire acondicionado la cual está acompañada de costos adicionales de adquisición y mantenimiento de los equipos, así como también de consumo de energía, que contradice el concepto de vivienda de bajo costo y que además conspira contra la calidad ambiental. Los resultados muestran que a baja altitud la temperatura interior está por encima de la zona de confort casi todo el año. En medias y grandes altitudes la temperatura interior está bastante cerca de la zona de confort y es posible mejorar su comportamiento con estrategias de diseño apropiadas. Las modificaciones que incluyen protección solar en ventanas y una buena orientación mejoran la calidad térmica en cierta medida, y son complementadas favorablemente por el uso de ventilación natural con 1 y 1,5 m/s. En conclusión, la calidad térmica de estas viviendas se puede mejorar con el uso de técnicas pasivas de refrescamiento, pero es necesario profundizar el estudio acerca del uso de materiales en techos y paredes con propiedades térmicas más apropiadas para cada zona climática.

Palabras clave: Viviendas de bajo costo, Confort térmico, Energía, Simulación, Clima cálido-húmedo.

INTRODUCTION

A very important part of the Venezuelan population lives near the Caribbean coast where the climate is warm and humid almost the whole year. Because poor people represent a very important percentage of the total population (about 26 million), the government traditionally have provided economical and technical support to them through dwelling programs based on low interest loans. The INAVI (National Housing Institute) has been in charge of designing and building these dwellings based on economical criteria; hence quality is second class, especially thermal comfort, acoustics and lighting. Frequently the occupants modify the original design in order to improve their performance, and one of the most common solutions is installing air conditioning equipment. Its design is very simple and it is built with materials and components easily found in local stores. The house chosen in this study (INAVI, 2001) has the same specifications as any location, without taking into account the climatic differences as a result of altitude. In this work a simulation tool is used to study thermal performance with passive cooling of a low cost houses in three important cities located in different climatic zones and to discuss the best solutions to improve the thermal comfort of the occupants. This work is part of wider research carried out by the author (Sosa and Siem 2004, 2005) on building thermal performance in different climatic zones in Venezuela that includes multistorey residential and commercial buildings. It is also an approach towards a design guide for low cost passive houses in Venezuela, based on the climatic characteristics of each zone and it could be an important contribution to fulfill the lack of standard of thermal performance (ENELVEN, 2005). Venezuela has been characterized by the bad habits of energy consumption in the population, because of the availability and low cost of energy resources (oil, gas and hydroelectric power). A change in the thermal performance of this house will have an impact in the population in many ways: thermal comfort, economical and energy saving.

METHODOLOGY

This study is based on simulations of a low cost house, with the original specifications of design defined by the INAVI, known by the name Chaguaramas, in August, the warmest month in Venezuela. The climatological data correspond to three important cities of Venezuela, located in climatic zones identified by their altitude: Caracas (1000 m), Maracaibo (40 m) and Merida (1500 m). The house's main façade which has the greatest opening surface was oriented north. Based on these results and in function of the passive cooling strategies pointed out by the psychrometric chart, some measures related to the shading on windows and the roof components were taken to improve the house's thermal performance. The results were analyzed

to evaluate the impact of these improvements in relation to the thermal comfort of the occupants and the potential saving of energy, in case that active cooling is used. These results were also useful to estimate the adaptability from this design to each climatic zone included in this study. Simulations were done with ArchiPak version 5.4, software developed by the Dr. Steven Szokolay, which presents important advantages because of its friendliness and complete database information.

VENEZUELAN CLIMATE

Venezuela is located between 1° and 13° north latitude, with a varied geography that includes coasts, flat lands, high savannas and mountains that reach near 5,000 m of altitude. Although Venezuela lies wholly within the tropics, its climate varies from tropical humid to alpine, depending on the elevation, topography, and the direction and intensity of prevailing winds. Seasonal variations are marked less by temperature than by rainfall. Several climatic classifications have been developed based on different approaches that have taken into account some factors such as water masses, rainfall, vegetable basement and topography. The classification proposed by Koppen (Hobaica *et al.*, 2002) tries to gather all the factors, constituting an exhaustive division that considers diverse climate types: rainy tropical forest, savanna, semi-arid, height tropical, height rainy and perennial snow. A classification carried out in the Central University of Venezuela by Hobaica (Sosa and Siem, 2004) is focused in urban areas, where the microclimate is influenced by the builtup environment. The climatic zones were demarcated on the basis of the air temperature that is the variable that changes most throughout the Venezuelan geography; because solar radiation and humidity vary little. This fact is justified because most of the Venezuelan population (near 90%) lives in cities whose altitude varies from sea level to 1000 m, while 10% of them live between 1000 and 3000 m. The zone classification made by Hobaica was based on the meteorological data of 29 stations contained in the publications of the Meteorology Service of the Venezuela Defense Ministry. This macro-classification is the first approach to define design recommendations adapted to the climate and to suggest more efficient systems of environmental control from an energy efficiency point of view (Table 1).

Table 1. Classification of climatic zones in Venezuela.

Classification	Altitude (meters)
Zone I	0 - 500
Zone II	500 - 1000
Zone III	1000 - 1500
Zone IV	Above 1500

Source: (Sosa, Hobaica, Siem, Rosales, 2002)

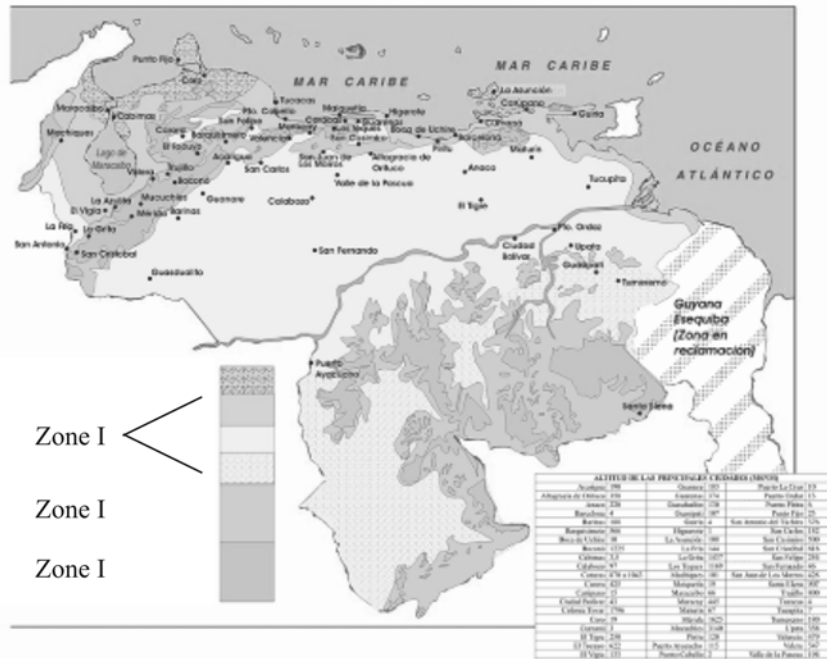


Figure 1. Climatic zones in Venezuela.

METEOROLOGICAL DATA

The meteorological information used in this work has been obtained from the Meteorological Service of the Venezuelan Air Force. This data corresponding to year 2001, include hourly measures of maximum and minimum temperatures; relative humidity; wind speed and direction; global, direct and diffuse irradiation.

PASSIVE COOLING POTENTIAL

During the first steps of building design it is necessary for the participants of the project to choose a cooling technique that ensures a sufficient degree of comfort and to evaluate the energy consumption and the energy gain due to the use of a passive cooling technique. Several methods offer more or less precise information about thermal building behavior and the evaluation of buildings equipped with passive cooling systems. Givoni and Szokolay developed a method to define from the Psychrometric chart areas of comfort in function of different passive cooling strategies.

This approach provides useful qualitative information for architects and building designers on the feasibility of a passive cooling technique based on comfort aspects. Nevertheless, it is necessary to quantify the potential of each cooling technique and to calculate the energy gain achieved by using a passive cooling system. In previous works (Belarbi and Allard, 2001; Hobaica *et al.*, 2002) simulations aimed to evaluate the climatic potential of some

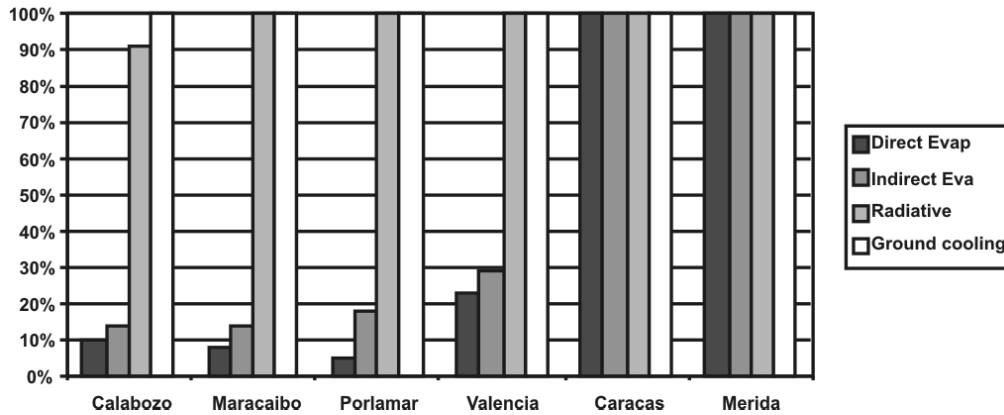
of passive cooling techniques were made as a way for setting down the basis for their application in accordance with Venezuela's varied climate. The first estimates provided promising results in order to complement design strategies for obtaining suitable levels of comfort while reducing energy spending. The methodology used in these works follows a simplified procedure based on valuation indexes developed by the University of La Rochelle in the framework of the European projects Pascool/Joule and Altener/Sink. This procedure gives the necessary information for developing design tools that could be used to improve indoor comfort at reasonable energy costs. For each studied passive cooling system, it is possible to define evaluator factors which characterize the climate conditions, the nature of the technique, potential of the sink and the building type. These factors allow comparison of the different passive cooling techniques potential. Knowing the characteristics of the used fluid properties and of the natural source of cooling, called the sink, evaluator indexes dealing with the cooling potential of passive systems could be defined. For passive cooling systems which operate with the same air mass flow rate and the same fluid (air), an index is defined, IPT_{theoretical}, of comparison of the theoretical potential that depends only on the sink by $T_{Sink}(t)$ and the climate of the site by $T_{Inlet}(t)$, $IPT_{theoretical} = [T_{Inlet}(t) - T_{Sink}(t)]dt$ measured in degree-hours ($^{\circ}h$). The simulation results (Hobaica *et al.*, 2002) the potentials of passive cooling in six Venezuelan cities located in different climatic zones were estimated based on degree-hours calculation as a complementary approach of thermal building evaluation. They were considered respectively, a temperature of design of 25 °C and a relative humidity of

75%. These results are related to a line of research at the Central University of Venezuela, which aims to explore the possibilities of the use of different cooling strategies to create an Atlas of Passive Cooling Strategies that serves as guide for architects, engineers and builders when making design decisions. In that work strategies of direct and indirect evaporation, radiant cooling and buried tubes were explored and their potential were calculated as shown in Figure 2.

This information helps us search for the most appropriate strategies for each climatic zone and to deepen the search of appropriate solutions to each climatic condition. When analyzing these results it is possible to verify that concerning the systems of buried tubes and radiative cooling a total covering is possible for Caracas, Maracaibo and Mérida, while the evaporative cooling strategy is not appropriate for Maracaibo. The main aim of this paper is to fine tune this study by applying the theory to specific cases.

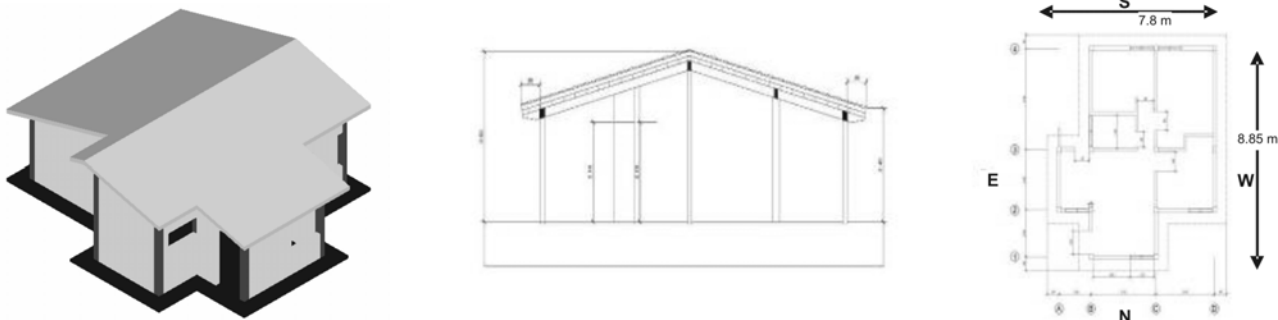
BUILDING DATA

The Chaguaramas House, shown in Figure 3, is one of the most popular houses built by INAVI (Housing National Institute) because of its dimension and cost. It has been designed with the minima requirements that accomplish the national housing system. It has the necessary space for a family of five. It has a parking area and a garden to the front, and to the bottom a courtyard where the housing can grow in horizontal form in the future according to needs and possibilities. Other data are: total land area: 200 m² (10 mx20 m); house area: 68 m² approximately; steel structural system; walls: hollow bricks of 20 x 30 x 10 cm; floors: slab on ground; windows: metal frame, single clear 6 mm glass; doors: metal frame, inset panels; pitched roof: tiles, asphalt, timber deck 1½ cm.



Source: (Hobaica, Allard, Belarbi, Rosales, 2002)

Figure 2. Covering of passive cooling potential in Venezuelan cities.



Source: (INAVI, 2002)

Figure 3. Chaguaramas House: isometric and plane view.

SIMULATION CONDITIONS

Simulations were running for a complete year (2001) based in the data from the Venezuelan Air Forces. The house was oriented with the main façade to the North. Facades north and south have the largest window surface. The data of the materials and components were obtained from the technical specifications which appeared in the INAVI official documents. Other information is: 5 family members, interior volume of 154 m³, rate of 3 air change per hour, a gain of internal heat estimated in 300 w. The warmest month in Venezuela (August) was chosen to compare the results of the three cities. In each city two case studies were also defined: original components and improved proposal; whose properties appear in Table 2.

STUDIED CITIES

Three cities have been selected in this study, located at different altitudes in order to obtain a wide spectrum of results that allow extrapolation to other cities of the country. These are: Caracas, capital of Venezuela, 4.5 million inhabitants, 880 - 1000 m altitude; Maracaibo, second city, center of the oil industry, 2.0 Million inhabitants, 40 m altitude; Merida, city located in the mountain chain of The Andes, important university and tourist center, 300,000 inhabitants, 1500 - 1700 m altitude. The 2001 climatic data are shown in Tables 3, 4 and 5.

Table 2. Building data.

Volume (m3) = 154					BUILDING DATA				CONDITION = ORIGINAL				Position = normal			
Ventilation rate (ac/h) = 3					Internal gain (w) = 300											
No 1	typ 2	cod 3	prent 4	orient 5	length 6	W/H 7	U 8	AU 9	sgf 10	Rso 11	abs 12	Y 13	decr 14	tflag 16	asg 17	AY 18
1	f	32	0	-1	7.8	6.8	0.79	41.7	-	-	-	6.00	0.00	0.0	-	318.2
2	w	03	0	360	7.8	2.6	2.14	36.2	-	0.06	0.50	4.51	0.49	6.4	-	92.5
3	o	30	2	360	2.4	1.5	6.00	21.6	0.76	-	-	6.00	-	-	0.64	21.6
4	w	03	0	90	8.9	2.9	2.14	47.9	-	0.06	0.50	4.51	0.49	6.4	-	113.8
5	o	30	4	90	1.2	0.6	6.00	04.3	0.76	-	-	6.00	-	-	0.64	04.3
6	o	90	4	90	1.0	2.1	3.24	06.8	0.60	-	-	3.24	-	-	1.00	06.8
7	w	03	0	180	7.8	2.6	2.14	33.8	-	0.06	0.50	4.51	0.49	6.4	-	90.8
8	o	30	7	180	2.4	1.2	6.00	17.3	0.76	-	-	6.00	-	-	0.64	17.3
9	o	90	7	180	0.7	2.1	3.24	04.8	0.60	-	-	3.24	-	-	1.00	04.8
10	w	03	0	270	8.9	2.9	2.14	54.0	-	0.06	0.50	4.51	0.49	6.4	-	113.8
11	r	40	0	-1	6.8	7.8	2.55	135.3	-	0.04	0.50	2.58	1.00	0.3	-	136.8
					BUILDING DATA				CONDITION = IMPROVED							
No 1	typ 2	cod 3	prent 4	orient 5	length 6	W/H 7	U 8	AU 9	sgf 10	Rso 11	abs 12	Y 13	decr 14	tflag 16	asg 17	AY 18
3	o	30	2	360	2.4	1.5	6.00	21.6	0.23	-	-	6.00	-	-	0.19	21.6
11	r	44	0	-1	6.8	7.8	0.34	18.1	-	0.04	0.50	1.52	0.96	1.9	-	80.6

Table 3. Climatic data for Caracas.

latitude: 10.5 °N; longitude: - 66.9; altitude: 865 m													
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
T. max	23.12	23.89	23.93	27.40	27.86	25.90	26.35	27.63	26.71	26.61	25.15	25.58	degC
SD. max	1.28	1.69	1.81	1.30	1.06	0.92	0.80	1.01	1.38	0.96	1.21	1.30	K
T. min.	15.55	15.50	15.82	17.74	19.45	19.16	18.95	19.84	19.00	18.95	18.01	16.57	degC
SD. min	1.48	1.26	1.27	3.51	0.93	0.85	0.77	0.87	1.31	0.80	1.14	1.27	K
T.av	18.78	19.02	19.33	21.8	22.82	21.85	21.87	23.07	22.33	22.14	21.00	21.27	degC
RH. am	71.68	71.46	76.19	72.90	79.00	80.13	80.23	74.52	75.33	75.74	78.80	70.81	%
RH. pm	48.48	40.89	46.29	39.93	43.29	51.17	45.58	42.42	52.40	49.68	65.17	45.84	%
Rain.	16	25	10	131	29	39	120	106	171	198	49	199	Mm
Irrad.	4375	4586	4945	5052	4287	5101	5258	5940	4699	4249	4177	3780	Wh/m ²

Table 4. Climatic data for Maracaibo.

latitude: 10.6 ° N; longitude: - 71.7; altitude: 40 m													
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
T. max	30.80	31.19	31.35	32.76	32.74	33.35	33.74	34.02	32.52	32.66	31.79	32.25	DegC
SD. max	1.55	1.34	1.31	1.10	0.86	1.10	1.06	1.20	1.06	1.30	1.36	0.98	K
T. min.	22.51	23.28	23.68	24.79	25.14	25.19	24.77	25.11	24.32	24.54	23.90	23.23	DegC
SD. min	1.14	1.03	0.73	0.67	0.86	0.95	0.83	1.31	1.17	0.81	0.92	1.18	K
T.av	26.09	26.56	26.91	28.06	28.22	28.80	28.56	29.25	27.92	27.98	27.29	27.08	DegC
RH. am	76.32	70.68	69.81	68.80	74.26	69.03	69.71	70.39	80.17	81.35	78.93	74.61	%
RH. pm	59.00	55.75	53.81	54.43	60.13	54.80	53.29	54.10	60.97	59.87	61.50	55.19	%
Rain.	0	0	0	41	121	55	30	131	291	142	43	-9	Mm
Irrad.	4297	4503	4857	4963	4212	5009	5165	5832	4615	4273	4103	3714	Wh/m ²

Table 5. Climatic data for Merida.

latitude: 8.6 ° N; longitude: - 71.3; altitude: 1498 m													
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
T. max	25.24	25.09	25.71	25.47	26.73	25.70	26.16	27.72	26.69	26.25	25.38	25.45	degC
SD. max	0.58	0.99	1.39	1.82	1.58	1.65	1.16	1.76	0.87	1.27	1.23	1.29	K
T. min.	14.01	14.63	16.04	16.41	17.21	16.37	16.35	16.96	16.51	17.05	16.22	16.15	degC
SD. min	0.87	0.97	0.90	0.75	0.86	0.74	0.56	0.70	0.69	0.63	0.88	1.10	K
T.av	19.13	19.18	20.28	20.15	20.86	20.39	20.51	21.38	20.66	20.75	19.99	20.09	degC
RH. am	54.68	58.04	54.84	56.30	60.26	60.33	59.42	55.81	55.57	63.23	56.57	58.32	%
RH. pm	42.61	44.61	50.29	51.97	51.52	51.43	45.39	41.55	45.07	52.19	50.97	50.19	%
Rain.	67	215	64	156	109	168	102	307	182	209	160	110	mm
Irrad.	4814	4779	4707	4410	4185	4280	4622	4623	4749	4426	4324	4049	Wh/m ²

RESULTS

The psychometric diagram allows us to study the relationship between the climate of each one of the cities, the comfort zones and the potentials of passive cooling strategies. The results obtained from ArchiPak can be analyzed in Figures 3 to 5.

Results for Caracas

The Mahoney Tables obtained from ArchiPak offer the following design recommendations to Caracas: orientation north-south (long axis east-west), compact estate layout,

no cross ventilation required, large opening sizes: 50-80% of wall surfaces, full permanent shading, rain protection required, lightweight walls and floors construction: of low thermal capacity, lightweight roof construction: well insulated, adequate rainwater drainage is important. ArchiPak use the Control Potential Zone (CPZ) method to show in the Psychrometric chart the relationship between climate and passive cooling strategies to building design. According to Figure 5, the temperatures in Caracas are below the upper limit of comfort temperature (T_u) almost the whole year. The same figure shows the possibilities of employing the cooling effect of the air movement to improve the thermal comfort if necessary.

Simulations made with the original conditions and an improved version based on a shading coefficient of 0.3 and a proposal solution to the roof with a reflecting foil and a better insulation, are shown in Figure 4. According to these results the maximum temperature reached in the original house (37.9 °C) is too high in comparison to the comfort temperature (27.25 °C), but in the improved version the maximum temperature is 32.1 °C which is very close to the

extended limit of comfort temperature with an air movement of 1.5 m/s (32.35 °C) shown in Table 6.

A comparison of the annual load requirements in Caracas between the original house and the improved version is found in Table 6. The potentiality of energy saving (kWh) is 65% in controlled mode and a reduction of 65% K.h in free-running mode.

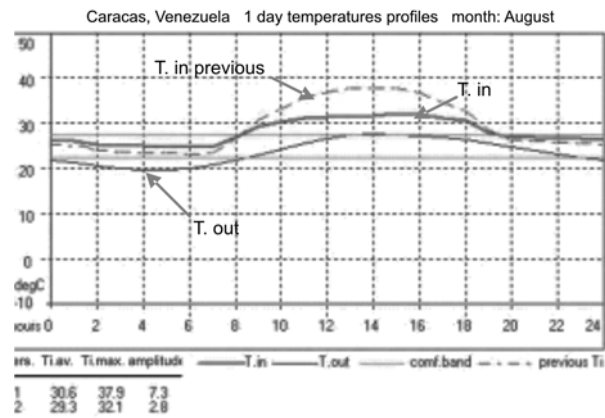


Figure 4. Temperatures profiles for the original house and an improved version in Caracas.

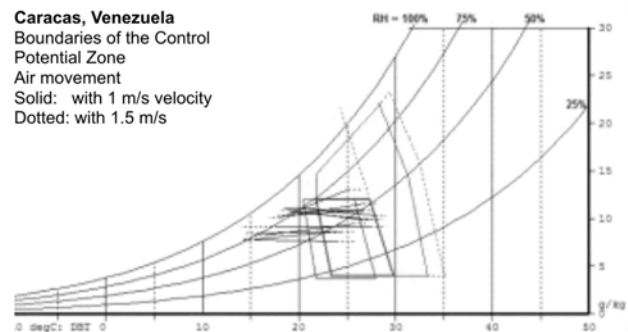


Figure 5. CPZ for the cooling effect of the air movement in Caracas.

Table 6. Annual temperatures for Caracas.

	Tu=27.25 °C; T1m/s= 31.05 °C; T1.5m/s= 32.35 °C					
	Environmental Temperature			Dry Bulb Temperature		
	Ti.av	Ti.máx	Amplitude	Ti.av	Ti.máx	Amplitude
Original	30.6	37.9	7.3	27.8	33.3	5.5
Improved	29.3	32.1	2.8	26.9	29.0	2.1
Difference	1.3	5.8	4.5	0.9	4.3	3.4

Table 7. Annual load requirements for Caracas.

	Controlled mode (kWh)		Free-running mode (K.h)	
	Heating	Cooling	Underheated	Overheated
Original	4652	4022	1384	11815
Improved	3854	1397	336	4100
Difference	798	2625	1048	7715
%	17	65	76	65

Results for Maracaibo

The Mahoney Tables obtained from ArchiPak offer the following design recommendations for Maracaibo: orientation north-south (long axis east-west), open spacing to allow for breezes, single banked rooms for full cross-ventilation, large opening sizes: 50-80% of wall surfaces, opening in N and S walls: body level on windward side, full permanent shading, light weight walls and floors construction: of low thermal capacity, light roof construction: reflective surface and cavity between roof and ceiling. According to the Figure 7, the temperatures in Maracaibo are always above the upper limit of comfort temperature (T_u). The same figure shows the possibilities of employing the cooling effect of the air movement to improve the thermal comfort as the main design strategy.

Simulations made with the original conditions and an improved version in Maracaibo are shown in Figure 6. According to these results the maximum temperature reached in the original house is 43.6 °C and in the improved version is 37.8 °C. Both of them are far from the extended limit of comfort temperature with an air movement of 1.5 m/s (34.27 °C) shown in Table 8. It means that a further research is needed to consider new materials and components, important changes in design and finally, an active or hybrid cooling system.

A comparison of the annual load requirements in Maracaibo between the original house and the improved version is found in Table 9. The potentiality of energy saving (kWh) is 29% in controlled mode and a reduction of 26% K.h in free-running mode.

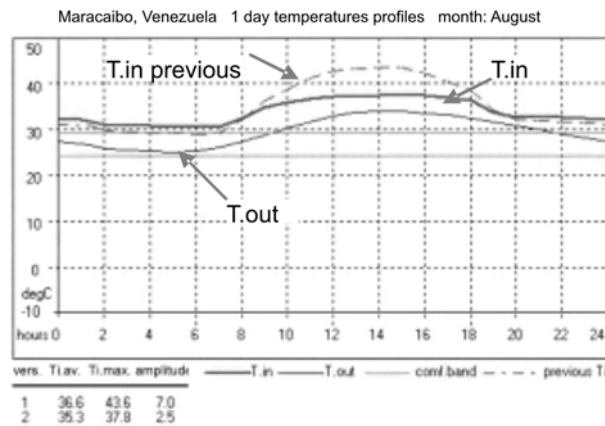


Figure 6. Temperatures profiles for the original house and an improved version in Maracaibo.

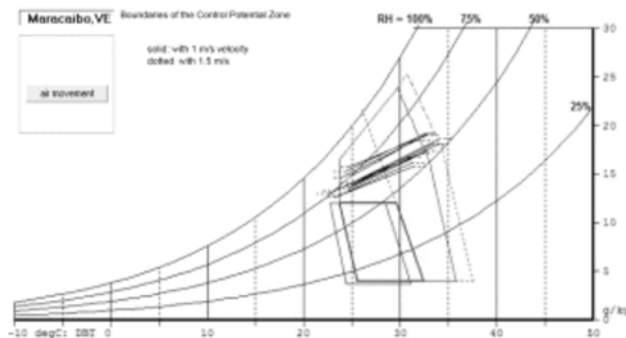


Figure 7. CPZ for the cooling effect of the air movement in Maracaibo.

Table 8. Annual temperatures for Maracaibo.

	Tcomfort=29.17 °C; T1m/s=32.98 °C; T1.5m/s=34.27 °C					
	Environmental Temperature			Dry Bulb Temperature		
	Ti.av	Ti.max	Amplitude	Ti.av	Ti.max	Amplitude
Original	36.6	43.6	7.0	33.9	39.1	5.2
Improved	35.3	37.8	2.5	33.0	34.8	1.8
Difference	1.3	5.8	4.5	0.9	4.3	3.4

Table 9. Annual load requirements for Maracaibo.

	Controlled mode (kWh)		Free-running mode (K.h)	
	Heating	Cooling	Underheated	Overheated
Original	0	11626	0	34021
Improved	0	8304	0	25275
Difference	0	3322	0	8746
%	0	29	0	26

Results for Mérida

The Mahoney Tables obtained from ArchiPak offer the following design recommendations for Mérida: orientation north-south (long axis east-west), compact estate layout, no cross ventilation is required, opening sizes: medium 30-50% of wall surface, full permanent shading, walls and floors construction: heavy over 8 hours time-lag, roof construction: lightweight, well insulated, adequate rainwater drainage. According to the Figure 9, the temperatures in Mérida are always below the upper limit of comfort temperature (Tu). The same figure shows the possibilities of employing the cooling effect of the air movement to improve the thermal comfort if necessary.

Simulations made with the original conditions and an improved version in Mérida are shown in Figure 8. According to these results the maximum temperature reached in the original house is 34.2 °C and in the improved version is 29.0 °C, which is below the extended limit of comfort temperature with an air movement of 1 m/s (30.52 °C) shown in Table 10. It means that it is quite easy to get the comfort zone with little changes.

A comparison of the annual load requirements in Mérida between the original house and the improved version is found in Table 11. The potentiality of energy saving (kWh) is 64% in controlled mode and a reduction of 80% K.h in free-running mode.

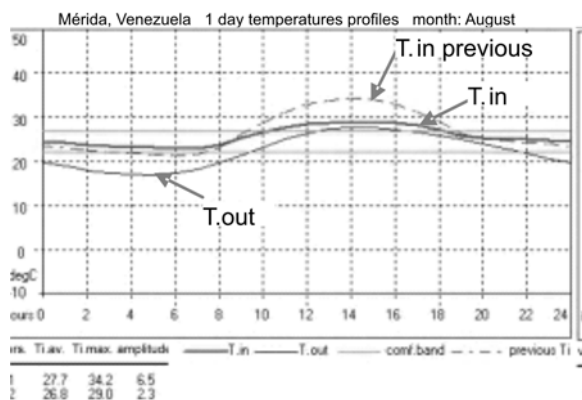


Figure 8. Temperatures profiles for the original house and an improved version in Mérida.

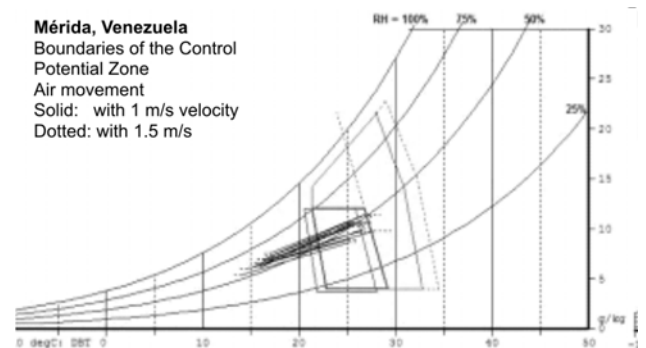


Figure 9. CPZ for the cooling effect of the air movement in Mérida.

Table 10. Annual temperatures for Mérida.

	Tcomfort=26.72 °C; T1m/s=30.52 °C; T1.5m/s=31.82 °C					
	Environmental Temperature			Dry Bulb Temperature		
	Ti.av	Ti.max	Amplitude	Ti.av	Ti.max	Amplitude
Original	27.7	34.2	6.5	25.7	30.5	4.8
Improved	26.8	29.0	2.3	24.9	26.6	1.7
Difference	0.9	5.2	4.2	0.8	3.9	3.1

Table 11. Annual load requirements for Mérida.

	Controlled mode (kWh)		Free-running mode (K.h)	
	Heating	Cooling	Underheated	Overheated
Original	9584	1158	2178	2456
Improved	7941	415	218	479
Difference	1643	743	1960	1977
%	17	64	90	80

DISCUSSION

Analyzing the results corresponding to the three cities it's possible to appreciate big differences in potentialities for passive cooling. This remark reinforces the observation about the inadequacy of the same house design for different climatic zones in Venezuela. It is interesting to observe that the temperature in Merida stays below the temperature limit of the comfort zone 55% of the time, while Maracaibo never reaches temperatures below this same limit which is a measure of potentiality of using passive cooling techniques for improving the thermal performance.

Reviewing the curves of temperature in August, it could be noticed that in Caracas the Ti.max is 37.9 °C and that it decreases at 35°C, a reduction of 2.9°C, applying a shading factor of 0.3. In the case of Maracaibo these values are 42.9 °C and 40 °C, a reduction of 2.9 °C. In the case of Merida, the values are 33.7 and 31.7, a reduction of 2 °C. As a conclusion it could be said that applying other more appropriate strategies to each climatic region could achieve a better thermal behavior by these houses and to offer the comfort required to their occupants. It should take into account that this will be achieved in a simpler way in the case of Merida and also in Caracas because the climatic conditions would allow it. In the case of Maracaibo the solutions are more complex because the high values of temperature and humidity restrict the application of passive cooling; the most suitable solution according to the psychometric diagram is increasing the natural or mechanical ventilation. It would be necessary to also consider the use of the active-passive hybrid cooling. Concerning the annual load requirements for cooling is noticeable that Maracaibo has very high values in both cases: 11626 kW (original) and 8304 kW (improved), which

represent an important issue to the energy saving plans. As presented by the simulations it is very difficult to reach the comfort zone even with air movement. The big differences related to the results obtained for Caracas (4022 and 1397 kW) and Mérida (1158 and 415 kW), where it is possible to get the comfort zone almost the whole year, show the inadequacy of this design in the low altitudes zones. It is important to remark that the majority of the Venezuelan population lives in this zone.

CONCLUSIONS

The results of the simulations allow the inference that the thermal performance of the Chaguaramas House is different in each climatic zone considered in this study; hence it has a different level of architectural adaptability to the climatic conditions. The temperatures reached in the original version are too high in the three climatic zones included in this study and they are above the comfort temperature during the warmest month (August). The improved version offer an appropriate level of thermal comfort to the occupants that live in areas located in high altitude like the city of Merida (1500 m). In the case of Caracas, which is in a middle altitude (880 m), comfort is achieved during the coldest months (November, December, January, February) and almost completely in the warm months (June, July, August). In the case of Maracaibo (40 m), comfort is not achieved during any time of the year. The main problem comes from the climatic conditions because the very high readings of temperature and humidity allow the use of few strategies. The ventilation is an important help in this case, hence a good solution could be a combination of new materials and components for walls and roofs that improve the thermal behavior of the housing, and the use of the natural and

mechanical ventilation. It should be explored in another investigation, to take additional measures that could change the design of the house, that which was not in the objectives of this work. Among these measures it can be considered: to use more appropriate materials to warm climate in walls and roofs, to increase the window area to favor the ventilation, to modify the basic design and to propose specific solutions according to the orientation, to use mechanic ventilation if the area where the housing is located doesn't have air currents. These first results confirm the initial assumption concerning the inadequacy of this design and they allow to tune the next works on dwellings and multistory residential buildings.

ACKNOWLEDGEMENT

The author wishes to thank the Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela for its financial support to my PhD study, the Director of The Centre for Sustainable Design of the University of Queensland, Associate Professor Richard Hyde, for his important support and guidance in this research, and Dr Steven V. Szokolay, Honorary Associate Professor of Architecture, University of Queensland, for helping and supporting him while he was learning ArchiPak.

REFERENCES

- Ahmad S., S. (2004) *A study on comfort conditions and energy performance of urban multistorey residential buildings in Malaysia*, PhD Thesis, The University of Queensland: Australia.
- Allard F., Hobaica M.E. and Belarbi R., (2000) *Tratamiento térmico de la Edificación en el Trópico Ecuatorial hacia la Reducción del Gasto Energético*, Memorias del Primer Simposio Venezolano de Confort Térmico y Comportamiento de Edificaciones COTEDI'98, COTEDI 2000, Maracaibo, Venezuela.
- Allard, F. and Belarbi, R. (1998) *Metodología de evaluación de las técnicas pasivas de enfriamiento*, COTEDI'98: Caracas.
- Ansari, F.A, Mokhtar A.S., Abbas K.A. and Adam N.M. (2005) *A Simple Approach for Building Cooling Load Estimation*. (Malasya) American Journal of Environmental Sciences 1 (3): 209-212, Science Publications.
- Barbosa, M. J., (1997), *Uma metodologia para especificar e avaliar o desempenho térmico de edificações residenciais Unifamiliares*, PhD Thesis: Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.
- Belarbi, R. and Allard, F. (2001) *Development of feasibility approaches for studying the behavior of passive cooling systems in buildings*, Renewable Energy 22 507–524: Brighton, UK.
- Enliven Centro de Optimización Energética (2005) *Ordenanza sobre Calidad Térmica en Edificaciones en el Municipio Maracaibo*, C.A. Energía Eléctrica de Venezuela: Maracaibo, Venezuela.
- Germano, M., Roulet, C.A., Allard, F. and Ghiaus, C. *Potential for natural ventilation in urban context : an assessment method* AIVC 23rd conference - EPIC 2002 AIVC (in conjunction with 3rd European Conference on Energy Performance and Indoor Climate in Buildings) vol 2, pp 519-524: Lyon, France.
- Ghiaus, C. and Allard, F. (2006) *Potential for free-cooling by ventilation*, Solar Energy 80 402–413: University of South Florida, Tampa FL, USA.
- Ghiaus, C. and Allard, F. (2003) *Statistical interpretation of the results of building simulation and its use in design decisions*, Building Simulation'03 Conference: Eindhoven, The Netherlands.
- Ghiaus C. and Allard, F. (2002) *Assessment of natural ventilation potential of a region using degree-hours estimated on global weather data* AIVC 23rd conference - EPIC 2002 AIVC (in conjunction with 3rd European Conference on Energy Performance and Indoor Climate in Buildings): Lyon, France.
- Hobaica, M.E., Allard, F., Belarbi, R. and Rosales, L. (2002) *Passive cooling techniques for buildings. Potential of use within venezuela's climatic zones*, AIVC 23rd conference - EPIC 2002 AIVC (in conjunction with 3rd European Conference on Energy Performance and Indoor Climate in Buildings): Lyon, France.
- Hobaica, M.E., Belarbi, R. and Rosales, L (2001) *Los sistemas pasivos de refrescamiento de edificaciones en clima tropical húmedo. Posibilidades de aplicación en Venezuela* Tecnología y Construcción Vol. 17-1 pp. 57-68: Caracas.
- Hobaica, M. E., Sosa, M. and Rosales, L. (2000), *Influencia de los componentes constructivos en la temperatura del aire interior de viviendas*, Interciencia Vol. 25 N° 3: Caracas, Venezuela.
- Instituto Nacional de la Vivienda - INAVI (2001) *Tipologías de Viviendas*: Caracas, Venezuela.
- Hyde, R. (2000) *Climate Responsive Design*, E & FN Spon: New York.
- Koenigsberg, Ingersoll, Mayhew, Szokolay S. (1977)

Viviendas y Edificios en Zonas Tropicales Paraninfo S.A.:
Madrid.

Sosa, M. E and Siem, G. (2004) *Manual de Diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico*. IDEC FAU UCV, C.A La Electricidad de Caracas: Caracas.

Sosa, M. E. and Siem, G. (2005) *Criterios de Diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes en Venezuela* Revista de la Facultad de Ingeniería FI UCV, Vol 19 -N 3, Pag 21: Caracas.

Szokolay, S. (2004) *Introduction to architectural science: the basis of sustainable design* Architectural Press: Oxford.

APÉNDICE

Artículo: Cambio climático y arquitectura en Canadá. Las organizaciones públicas, privadas, profesionales y comunitarias frente a un gran desafío

CAMBIO CLIMÁTICO Y ARQUITECTURA EN CANADÁ. Las organizaciones públicas, privadas, profesionales y comunitarias frente a un gran desafío.

Autor: Geovanni Siem

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC)

Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU)

Universidad Central de Venezuela (UCV)

Telf. (0212) 605-1918 / 2046

Email: geovanni.siem@gmail.com

RESUMEN

La temperatura de La Tierra está regulada por un fenómeno conocido como “efecto invernadero”. Esto significa que pequeñas cantidades de gases en la atmósfera, principalmente dióxido de carbono (CO₂), vapor de agua y metano, actúan como el vidrio en un invernadero de plantas, para atrapar el calor transportado por los rayos solares. Estos gases de efecto invernadero (GEI), conocidos también por sus siglas en inglés GHG (greenhouse gases), mantienen la temperatura de La Tierra dentro de valores que permiten la vida que conocemos. El término Cambio Climático se emplea para describir un aumento en las concentraciones de GEI, con las alteraciones correspondientes a todos aspectos del clima, patrones de viento, temperatura y corrientes de los océanos. Las consecuencias potenciales del cambio climático pueden ser tan graves que, entre 1997 y 1999, Canadá y más de 160 países firmaron el protocolo de Kioto que estableció metas para la reducción de emisiones de GEI. En este trabajo se estudia la influencia del cambio climático en la arquitectura canadiense, en particular en los parámetros de diseño y construcción de edificaciones. La disertación establece vínculos entre los efectos del cambio climático, y la determinación en los gobiernos locales y federal para adaptarse a los convenios internacionales, y al mismo tiempo producir soluciones específicas para cada región, de acuerdo a sus especificidades. Los aspectos más importantes a tratar entonces, tienen que ver con los planes federales y regionales para enfrentar el problema, los organismos involucrados en la toma de decisiones y en el seguimiento de los resultados, los casos particulares relevantes frente a este problema, la participación de los organismos de gobierno federal, provincial y local, los gremios profesionales, las comunidades de vecinos, los centros de investigación y las industrias. En particular se destacan las acciones tomadas en relación al papel de la arquitectura y los arquitectos en este contexto, es decir su participación en la toma de decisiones relativas a edificaciones (residencial, comercial, industrial), transporte (nuevas propuestas de fuentes de energía, medios de transporte, vías), urbanismo (formas alternativas de organización de los espacios urbanos), paisajismo (integración de la naturaleza a las comunidades urbanizadas), uso racional de la energía (fuentes alternas, nuevos métodos, nuevas regulaciones, nuevos incentivos). Este trabajo muestra los esfuerzos de la ciudadanía y el gobierno canadiense para enfrentar el desafío que significa el cambio climático, enfocándose en los aspectos relacionados con la arquitectura y las edificaciones.

ABSTRACT

The temperature of The Earth is regulated by a well-known phenomenon as "greenhouse effect". This means that small quantities of gases in the atmosphere, mainly dioxide of carbon (CO₂), vapor of water and methane, act as the glass in a greenhouse of plants, to catch the heat transported by the solar rays. These greenhouse gases (GHG), maintain the temperature of The Earth inside values that allow the life that we know. The term Climatic Change is used to describe an increase in the concentrations of GHG, with the alterations corresponding to all aspects of the climate, patterns of wind, temperature and currents of the oceans. The potential consequences of the climatic change can be so serious that, between 1997 and 1999, Canada and more than 160 countries signed the Protocol of Kyoto that established goals for the reduction of emissions of GHG. In this work the influence of the climatic change is studied in the Canadian architecture, in particular in the design and building parameters. The dissertation establishes links between the effects of the climatic change, and the determination in the local and federal governments to adapt to the international agreements, and at the same time to produce specific solutions for each region, according to its specificities. The most important aspects to try then, have to do with the federal and regional plans to face the problem, the organisms involved in the taking of decisions and in the pursuit of the results, the particular outstanding cases in front of this problem, the participation of federal, provincial and local government's organisms, the professional unions, the communities of neighbours, the research centres and the industries. In particular they stand out the actions taken in relation to the paper of the architecture and the architects in this context, that is to say their participation in the taking of decisions related to buildings (residential, commercial, industrial), transport (new proposals of energy sources, means of transport, roads), urban planning (alternative solutions to organize the urban spaces), landscaping (integration of the nature to the urban communities), rational use of the energy (alternative sources, new methods, new regulations, new incentives). This work shows the efforts of the Canadian citizenship and government to face the challenge that means the climatic change, being focused in the aspects related with the architecture and the buildings.

El cambio climático y el Protocolo de Kioto

La temperatura de La Tierra está regulada por un fenómeno conocido como “efecto invernadero”. Esto significa que pequeñas cantidades de gases en la atmósfera, principalmente dióxido de carbono (CO₂), vapor de agua y metano, actúan como el vidrio en un invernadero de plantas, para atrapar el calor transportado por los rayos solares. Estos gases de efecto invernadero (GEI), conocidos también por sus siglas en inglés GHG (greenhouse gases), mantienen la temperatura de La Tierra dentro de valores que permiten la vida que conocemos. El término Cambio Climático se emplea para describir un aumento en las concentraciones de GEI, con las alteraciones correspondientes a todos aspectos del clima, patrones de viento, temperatura y corrientes de los océanos (Fig. 1). Las consecuencias potenciales del cambio climático pueden ser tan graves que, entre 1997 y 1999, Canadá y más de 160 países firmaron el protocolo de Kioto que estableció metas para la reducción de emisiones de GEI. La vigencia de este acuerdo internacional debe ser ratificado por al menos 55 países que representan 55 por ciento de emisiones de gases de dióxido de carbono en 1990, el año de referencia. Canadá se ha comprometido a alcanzar una producción de emisiones de GEI de seis % por debajo de los niveles de 1990, para el período 2008 - 2012. Debido a que las emisiones de GEI aumentaron desde 1990, la reducción real debe estar cerca de 26% para lograr esta meta.

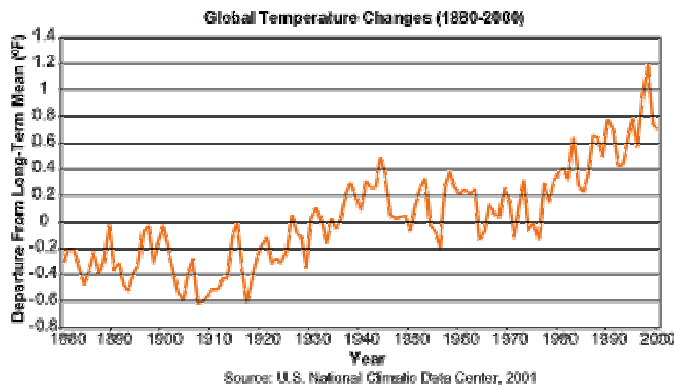


Fig. 1 Cambio globales de temperature (1880 - 2000)

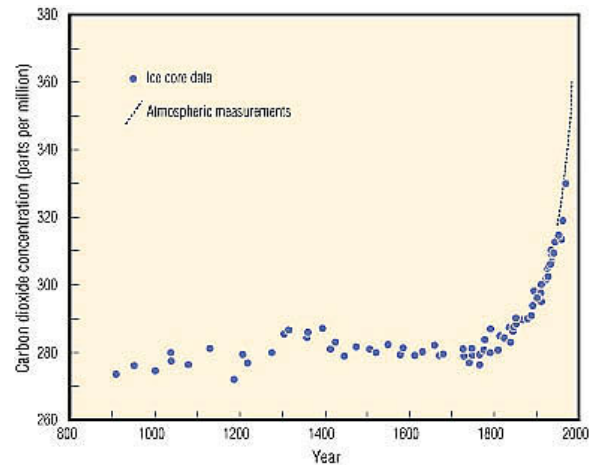


Fig. 2 Concentración de CO₂ (1000 – 2000)

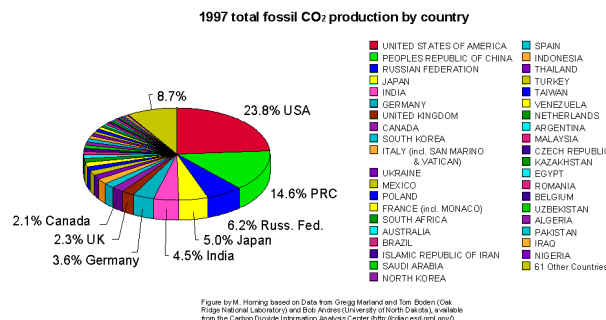


Fig. 3 Producción porcentual de CO₂ por país (1997)

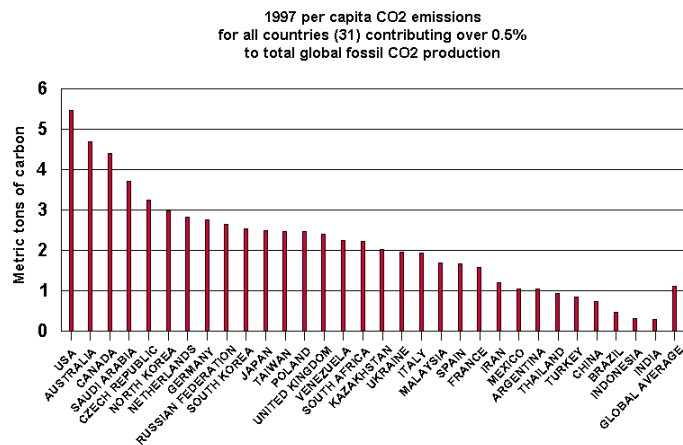


Fig. 4 Emisiones de CO2 per capita por cada país (1997)

Evidencias de efectos resaltantes en Canadá

La comunidad científica internacional ha llegado a la conclusión de que hay pruebas evidentes de que la actividad humana, particularmente las relacionadas con el uso de energías y la deforestación, está acelerando la concentración de GEI en nuestra atmósfera (Fig. 2). Hay un acuerdo general de que la comunidad internacional enfrenta la probabilidad de un aumento de la temperatura media de la superficie de La Tierra de entre 1.4 a 5.8 grados Celsius antes de 2100, con serias implicaciones para el suministro global de comida y agua dulce, así como muchas otras consecuencias.

En Canadá ya se han sentido los efectos del cambio climático, en forma de:

- incremento en número e intensidad de las olas de calor y los problemas de salud relacionados;
- disminución de los niveles de agua en los Grandes Lagos;
- cambios en la migración de peces y el derretimiento de la capa de hielo polar;
- infestaciones de insecto en los bosques de Columbia Británica;
- veranos más calurosos y mayores niveles de niebla tóxica en centros urbanos muy importantes;
- eventos de clima más extremos como las sequías sobre las praderas, las tormentas de hielo en Canadá oriental, inundaciones en Manitoba y Quebec.

Cuando los eventos de cambio climático como éstos se hagan más frecuentes, tendrán un efecto cada vez más profundo sobre nuestra economía, nuestra salud y nuestra calidad de vida. El Plan canadiense para enfrentar esta situación refleja los principios sugeridos por gobiernos provinciales y territoriales en la declaración del 28 de octubre de 2002 sobre la política de cambio climático. Este Plan contempla compartir los beneficios y las cargas a través del país, continuar con el reconocimiento para las exportaciones de energía limpia y la necesidad de reconocer las acciones tempranas de la industria de Canadá. Específicamente, el plan reconoce la importancia de:

- Ofrecer un enfoque canadiense basado en la colaboración, sociedades colectivas y respeto para la jurisdicción;
- Evitar que ninguna región producirá una contribución irracional al cambio climático;
- Adoptar una metodología paso a paso, transparente y ecológico;

- Minimizar los costos de mitigación con máximos beneficios;
- Promocionar la innovación; y
- Limitar incertidumbres y riesgos.

Seguir sobre esta base permitirá que Canadá haga una transición suave hacia una sociedad más eficiente y menos intensiva en energía, un desafío que cada país del mundo entero tendrá que enfrentar en las décadas próximas. Si actúan ahora, las personas y compañías canadienses pueden crear una ventaja competitiva sostenible. La creación de nuevos productos y servicios estimulará el crecimiento económico, ampliará las exportaciones y creará nuevos trabajos.

El Plan incluye tres pasos para conseguir el objetivo de reducir las emisiones de GEI en 240 megatonnes (MT) por año (Fig. 3). Primero, hacer las inversiones que garantizarán un tercio de la reducción total (80 MT). Segundo, articular una estrategia para una reducción de 100 MT adicionales. Y finalmente, sugiere varias acciones actuales y potenciales que deben permitir que Canadá alcance la reducción de los 60 MT restantes. El plan necesitará evolucionar con el tiempo. El Plan propone un objetivo nacional de impulsar y difundir tecnologías canadienses más limpias, acompañado de cinco instrumentos claves:

- Metas de reducciones de GEI para emisores industriales grandes a través de los acuerdos con un suplente regulador o financiero que crearía un incentivo para usar tecnologías de bajas emisiones de GEI, mientras ofrece el acceso a estos emisores al comercio de emisiones de gases y a las compensaciones nacionales y los permisos internacionales;
 - Asociaciones estratégicas para compartir los costos de reducción de GEI, en colaboración con gobiernos provinciales, territoriales y municipales, así como también comunidades aborígenes, empresas privadas, y organizaciones no gubernamentales, para incrementar la eficiencia de energía y reducir emisiones de gases en la manera más eficaz;
 - Inversiones estratégicas de infraestructura en propuestas innovadoras, como proyectos de tránsito urbanos, instalaciones de transporte plurimodales y un gasoducto de CO₂;
 - Una estrategia de Innovación coordinada que permita que Canadá se beneficie de las posibilidades de innovación de la agenda de cambio climático, basada en programas tales como Technology Partnerships Canada, the Industrial Research Assistance Program (IRAP), Sustainable Development Technology Canada y the Technology Early Action Measures (TEAM); y
 - Medidas definidas incluyendo información, incentivos, reglas y medidas de impuesto que ayudarán a conseguir los objetivos de cambio climático en sectores específicos y áreas de programa.

Aspectos claves del impacto sobre la salud

Conocer los efectos sobre la salud y la organización social permiten definir una política federal y provincial para enfrentar este reto dentro del contexto del Protocolo de Kioto. Para ello es necesario contar con la visión de los equipos de científicos comprometidos con la investigación de este fenómeno para diseñar planes preventivos a mediano y largo plazo.

- Pruebas científicas indican que el cambio climático está presente entre nosotros. Los efectos importantes del cambio climático incluyen los cambios inusuales de temperatura y la variabilidad de clima, atribuibles al menos en parte, a la emisión excesiva de gases de efecto invernadero (GEI).
- El cambio climático presagia riesgos importantes para la salud importantes, ahora y en el futuro, como consecuencia de algunos eventos como:
 - Las manifestaciones extremas del clima, incluyendo niebla tóxica, olas de calor, sequía, tormentas de nieve, inundaciones y otros desastres naturales, ya están afectando la salud de os canadienses.
 - Las enfermedades transmisibles a través del agua también, relacionadas con precipitaciones extremas y temperaturas altas.
 - Contaminantes del aire, relacionados con la emisión de GEI, son responsables por la muerte prematura y la enfermedad.
- El cambio climático aumentará las demandas sobre la infraestructura social de apoyo y los servicios de salud, causando una pérdida en la productividad y mayores costos por daños y perjuicios.
- El cambio climático puede otorgar algunas ventajas en ciertas regiones de Canadá, como el aumento de la productividad agrícola en el norte del país. Sin embargo los ecosistemas modificados tendrán más efectos negativos que las ventajas obtenidas.
- Los modelos matemáticos para prever los efectos sobre la salud requieren de mayor desarrollo, sin embargo existen conocimientos científicos suficientes para permitir los cálculos aproximados cuantitativos de los impactos sobre la salud provocados por las emisiones de GEI.
- Los beneficios de una mejor calidad del aire sería aproximadamente de \$160 millones por año durante los próximos veinte años a partir de 2002, en gran parte como consecuencia de prevenir muertes prematuras y enfermedades crónicas.
- Los riesgos para la salud por falta de una acción global sobre el cambio climático, requieren del desarrollo de una política de prevención de siniestros, como exige la Convención Marco de Cambio Climático de Naciones Unidas (UNFCCC).
- La estabilización de las concentraciones de GEI en los niveles actuales requiere de reducciones mayores que las contenidas en el protocolo de Kioto. Sin embargo, este protocolo representa un primer paso hacia el desarrollo de la estructura institucional nacional e internacional requerida para abordar el cambio climático.

Recomendaciones de políticas de salud

- La consideración de beneficios de salud debe ser un componente esencial para ratificar el protocolo de Kioto por Canadá, pues significará que los gastos evitados para el sistema de salud canadiense se reviertan en bienestar para la sociedad tanto en el breve como en el largo plazo.
- Desarrollar una estrategia de prevención de siniestros para el cambio climático, que pueda balancear las alternativas de corto y largo plazo, y los impactos, y desarrollar una combinación apropiada de costo y efectividad, para conseguir los objetivos de políticas nacionales e internacionales.
- Ninguna región o grupo social debe tener gastos irracionales relacionados con la salud y los impactos sociales del cambio climático. La consideración especial tiene que ser dada a grupos

vulnerables, incluyendo niños, ancianos, pobres, aborígenes y personas en condiciones de salud precarias.

- El gobierno de Canadá, de la misma manera que otros gobiernos con el desafío de adaptación y mitigación para abordar el cambio climático, deben asumir un enfoque preventivo ante la incertidumbre sobre los impactos de salud del cambio climático. Tal enfoque es compatible con el UNFCCC y el protocolo de Kioto.
- Los escenarios de riesgo para la salud deben ser formulados periódicamente usando la mejor información disponible sobre el cambio climático previsto en regiones diferentes de Canadá, y en los riesgos para la salud potenciales relacionados con tales cambios. Estos escenarios, que reflejarán el alcance de la incertidumbre relacionada con los futuros impactos del cambio climático, permitirán las comparaciones de las respuestas de política diferentes y de costos asociados.
- El público canadiense es en gran parte inconsciente del impacto potencial sobre la salud y la sociedad del cambio climático. Los mensajes informativos de salud deben servir para que el público comprenda este asunto de suma importancia para las generaciones del presente y del futuro.

Cuatro desafíos para la Década

Canadá ha sido evaluado como uno de los mejores países para vivir, debido a los índices de longevidad, educación y calidad de vida. Sin embargo tomando en cuenta los recientes problemas de la capa de ozono, la presencia de dioxinas en la leche materna en el Ártico, y los niveles de contaminación en la región de los Grandes Lagos, vale la pena preguntarse cómo mantener esta privilegiada posición, y a qué precio.

La Mesa Redonda Nacional sobre el Ambiente y la Economía (NRTEE) ha identificado cuatro desafíos que debe enfrentar Canadá en la presente década, basándose en dos importantes premisas. La primera es que en los últimos años el ambiente no ha recibido la atención que se merece (Fig. 4), pues los gobiernos federal y provinciales han estado preocupados por los temas económicos. La segunda premisa es que la calidad de vida estará vinculada cada vez más con la calidad del ambiente, y que la economía sólo puede prosperar en un ambiente próspero. Estos desafíos son:

- Responder a las amenazas potenciales para la salud planteadas por contaminantes ambientales, que causan daños sutiles pero extendidos. Se debe invertir más recursos para investigar y monitorear los efectos combinados de sustancias, particularmente con respecto al funcionamiento neurológico e inmunológico.
- Preservar el ambiente natural. La prosperidad a largo plazo de los canadienses puede construirse sólo sobre la integridad de las tierras, las aguas territoriales, plantas y animales. Para ello es necesario un manejo integrado de extensos territorios, donde deben participar los gobiernos, propietarios, industria, organizaciones no gubernamentales, comunidades rurales y pueblos aborígenes.
- Administrar espacios urbanos para crear ambientes más sanos. Hay grandes probabilidades de que inversiones que mejoran la calidad de vida en ciudades, como mejores sistemas de transporte y agua limpia, harán esas comunidades más competitivos para atraer empresas y trabajadores. El gobierno federal debe tener un papel más activo para preservar la calidad de vida en las provincias.

- Seguir los cambios importantes en la nueva economía mundial. La economía intensiva en recursos debe diversificarse más para ser exitosa en la nueva economía mundial, minimizando el desperdicio y maximizando la productividad. Para adaptarse a estos cambios, los gobiernos deben apoyar el entrenamiento del personal y ofrecer incentivos al mercado..

Acciones para combatir el cambio climático

El cambio climático es un problema global que requiere soluciones globales. Actualmente las emisiones de GEI son más de 25 % más alto que en 1990. Sin una acción inmediata, estas emisiones aumentarán en 24 % adicional antes de 2020 para alcanzar aproximadamente 940 MT, es decir 58 % por encima del nivel de 1990. Para evitarlo el gobierno canadiense se comprometió a reducir drásticamente estas emisiones, y desarrolló una serie de consultas con los gobiernos provinciales, industriales y grupos ambientalistas, para desarrollar un plan que incluye medidas tales como:

- Forzar a la industria a que reduzca sus emisiones de GEI;
- Implementar un mercado de emisiones de carbono, incluyendo un sistema de compensación de carbono, para incentivar a la población a reducir sus emisiones de GEI; y
- Establecer un precio de mercado para el carbono.

El gobierno de Canadá ha establecido una meta nacional de reducir 20 % total en GEI del nivel de 2006, antes del año 2020, es decir una reducción de 330 MT. Esto equivale a eliminar las emisiones combinadas de GEI de Alberta, Quebec, Terranova y Labrador.

El gobierno de Canadá también ha tomado acciones adicionales que disminuirán las emisiones de GEI de transporte y edificios, las cuales comportan:

- Uso obligatorio de combustible renovable en gasolina, diesel y aceite para calefacción;
- Fijación de nuevos patrones de consumo de combustible para carros, camiones livianos y vehículos utilitarios.
- Establecimiento de nuevos requisitos de eficiencia de energía para una amplia gama de productos comerciales y de consumo, como lavaplatos y calderas comerciales;
- Nuevas normas de rendimiento que eliminarán los bombillos incandescentes ineficientes.

El gobierno canadiense ha lanzado una variada serie de programas ecológicos que complementarán las medidas regulatorias y estimularán el desarrollo de energías y combustibles renovables., casa y edificaciones eficientes en energía, carros eficientes en combustible, y una creciente infraestructura de transporte público.

Según el mismo gobierno, todas estas iniciativas juntas pueden alcanzar reducciones de GEI de 65 MT an relación a la proyección de 2020, lo cual equivale a sacar de circulación más de 16 millones de carro o eliminar las emisiones combinadas de New Brunswick, Nova Scotia y Manitoba.

La clave de la participación de todos

Canadá tendrá un papel activo en las negociaciones para desarrollar un nuevo acuerdo internacional sobre el cambio climático con las contribuciones de todos los emisores importantes, incluyendo los

Estados Unidos, China e India. Debe asegurarse que las emisiones de gases mundiales sean reducidas a la mitad hacia 2050. El gobierno de Canadá se ha comprometido a una reducción 60 a 70 %.

Por otra parte los planes oficiales cuentan con reducir las emisiones de GEI del país en 20 % para el año 2020. Esto exigirá una acción mancomunada del gobierno federal, gobiernos provinciales y territoriales, municipalidades, industria y personas individuales. Esto requerirá plantearse las siguientes metas:

- Desarrollar procesos de captación y almacenamiento de carbono de gran escala, y otras tecnologías verdes;
- Generar 90 % de energía de fuentes que no emitan GEI;
- Incrementar la electricidad de fuentes renovables como viento y olas, la menos en 20 veces;
- Reducir emisiones de GEI del carbón en más de 50%;
- Incrementar la eficiencia media del combustible en nuevos automóviles en 20 %;
- Mejore la eficiencia de energía de Canadá en aproximadamente 20 %.

Éstos y otras acciones cambiarán el rumbo de las emisiones de GEI. Las metas son enormes pero el cambio climático plantea un desafío que requiere una invaluable combinación de creatividad y recursos para hacer frene a este fenómeno de impredecibles consecuencias, pues sus efectos van más allá del ambiente, afectando de manera seria todas las estructuras sociales y económicas.

ARQUITECTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Recomendaciones del Instituto Real de Arquitectura de Canadá (RIAC)

Las edificaciones en Canadá producen una proporción muy grande de las emisiones de GEI, debido a la construcción, renovación y mantenimiento. Los edificios, que son diseñados, construidos o renovados por arquitectos, ingenieros y constructores, incluyen edificios comerciales e institucionales e industriales tanto como vivienda. Estos edificios son las metas claves para la puesta en práctica de reducción de emisiones GEI.

El gobierno de Canadá ha propuesto una visión de Canadá como una “Sociedad responsable y eficiente en energía”. El plan de cambio climático propuesto por el gobierno indica una serie de iniciativas para reducir emisiones de GEI. **El Instituto Real de Arquitectura de Canadá** ha identificado esos aspectos del plan donde los arquitectos pueden respaldar y promover los objetivos del plan de cambio climático del gobierno, a través de participación en el diseño de las renovaciones a edificios existentes tanto como en el diseño de nuevos edificios. Parafraseando el plan de cambio climático: “Las elecciones que nosotros [los arquitectos] hacemos hoy pueden condicionar la salud de nuestro ambiente, no solamente mañana o el próximo año, sino por 100 años a partir de ahora”.

El plan propone tres pasos para conseguir una reducción de 240 MT de emisiones de GEI antes de 2010.

El primer paso identifica esas acciones ya en marcha incluyendo los programas de incentivos para la eficiencia de energía en edificios privados y públicos, para reducir emisiones de GEI por 80 MT. El segundo paso, espera conseguir reducciones de emisión de GEI adicionales de 100 MT, e incluye varias nuevas iniciativas. Un tercer paso, a ser definido más tarde, abordará los 60 MT restantes.

La segunda etapa incluye medidas específicas en áreas relacionadas con:

- Transporte
- Edificaciones residenciales, comerciales e industriales
- Grandes emisores industriales
- Energía renovable y combustibles fósiles limpios
- Empresas de pequeño y mediano tamaño
- Agricultura, silvicultura y terrenos de desechos
- Reducción internacional de emisiones

Los aspectos más relevantes de ese plan vinculados a la labor de los arquitectos son:

Transporte

- Incrementar el uso del transporte público, proponer enfoques alternativos para el transporte y la planificación urbana (7 Mt. sostenibles, planificadores e ingenieros son involucrados en el diseño urbano, la planificación urbana, el transporte, el diseño de estaciones del sistema de transporte y la infraestructura relacionada. Los arquitectos en puestos claves de decisión, pueden apoyar en el diseño urbano sostenible y en la solución al creciente tráfico con decisiones respecto a la densidad de comunidades y edificaciones, la selección de la implantación y orientación de edificaciones, la ubicación de estaciones de transporte público cerca de desarrollos de alta densidad.

Edificaciones residenciales, comerciales e industriales

- Remodelación de 20% de casas con eficiencia de energía para 2010 (1.5 Mt).
- Cumplir la norma R-2000 de eficiencia de energía para toda nueva para 2010 (0.7 Mt)
- Construir nuevas edificaciones 25 % mejores que lo previsto en el Código Nacional de Energía para Edificaciones antes del 2010 (0.4 Mt)

Agricultura, silvicultura y terrenos de desechos

- Los terrenos de desecho generan aproximadamente 24 Tm de emisiones de GEI, principalmente de metano.

El plan se compromete a trabajar con gobiernos municipales para asegurar una reducción adicional de 10 Mt, debido a la reducción de desechos. Los arquitectos e ingenieros pueden tener un papel clave en estas actividades y ser incluidos en las discusiones de los gobiernos municipales y regionales. Por ejemplo, el desperdicio de construcción, que constituye 27 % del flujo de desperdicio, puede ser desviado de vertederos de basura a través de las especificaciones técnicas que definen las acciones a seguir por contratistas en relación a los desechos surgidos de la demolición o construcción.

Recomendaciones específicas

- Ampliar el conocimiento del impacto ambiental de las edificaciones, a través del apoyo a la investigación y publicación sobre edificaciones sostenibles.
- Proporcionar incentivos específicos a arquitectos e ingenieros, para fijarse metas de eficiencia de energía en edificaciones nuevas o remodeladas.

- Proporcionar incentivos progresivos a los logros en eficiencia energética de las edificaciones; es decir que 25% de energía ahorrada representa un nivel de incentivo, pero 35% representa un incentivo mayor.
- Disponer de fondos para capacitación en el sector de diseño y construcción, a través de RAIC y el Consejo de Edificaciones Verdes de Canadá (CGBC). La capacitación incluye a estudiantes de Arquitectura, Tecnología Arquitectónica, Ingeniería y Tecnología Ingenieril. También se consideran los cursos de educación profesional continua para arquitectos, ingenieros, urbanistas, planificadores, constructores, financistas, e inversores.
- Apoyar el desarrollo y promoción de herramientas de evaluación de edificaciones verdes, tales como LEEDTM – Canada, BREAM Green Leaf y otros que irán apareciendo, pues se ha demostrado que impulsan la transformación del sector.

Las oportunidades adicionales - las innovaciones y las nuevas tecnologías:

Además de las recomendaciones anteriores que son propias de los arquitectos y su trabajo, la RAIC ha propuesto otra iniciativa específica orientada a arquitectos que diseñan edificios sostenibles:

- Crear un mercado para bienes y servicios protectores del medio ambiente, tales como sistemas avanzados de calentamiento y enfriamiento, a calefacción avanzada y enfriar sistemas, micro - generación y las tecnologías de control de gerencia de la energía. Ingenieros y consultores que trabajan con estos equipos, pueden influir en el diseño y la selección de sistemas de control de edificaciones.
- Impulsar el Plan de Cambio Climático para Canadá y comprometerse a mejorarlo para reducir las emisiones de GEI.
- Los arquitectos deben apoyar los objetivos de las reducciones de GEI en edificios nuevos y renovados, y el desarrollo de comunidades sostenibles.
- El RAIC propone que el del gobierno de Canadá respalde sus objetivos de reducción de GEI suministrando la financiación para nuevos programas educativos. Además incentivos mejorados para arquitectos, ingenieros, constructores, y los propietarios, para crear y construir edificios en más eficientes usando fuentes alternativas y renovables de energía.
- El RAIC apoya al CGBC en su decisión de adherirse al World Green Building Council (Consejo Mundial de Edificaciones Verdes), cuyo objetivo es impulsar el desarrollo de las prácticas de edificios sostenibles en países industrializados y en vías de desarrollo. Esto aumentará la competitividad internacional de la comunidad canadiense de diseño.

Edificaciones y cambio climático: desafíos y oportunidades

Mundialmente, 30 - 40 % de la energía primaria es consumida en edificaciones. Mientras en países de altos y medianos ingresos, esto es conseguido principalmente con combustibles fósiles, en los países de bajos ingresos se emplea la biomasa. Aunque de fuentes energéticas diferentes, en los dos casos el consumo de energía es intensivo y de alto influencia en el calentamiento global. Además no se vislumbran cambios futuros en este patrón de consumo.

En general, el sector residencial representa la mayor parte de la energía consumida en edificios; la cual alcanza el 90% en países en vías de desarrollo. Sin embargo, el consumo de energía es también muy importante en edificios no residenciales, tales como oficinas, edificios públicos y hospitales.

El patrón del uso de energía en edificios está relacionado con el tipo de edificio y la zona climática donde está ubicado, pero también el nivel del desarrollo influye. La mayor parte del consumo de energía ocurre durante la fase de operaciones, para calefacción, enfriamiento y alumbrado, lo cual obliga a los arquitectos e ingenieros a diseñar nuevas edificaciones o renovar edificaciones existentes con criterios de sostenibilidad, para producir edificaciones más eficientes en energía.

Varias iniciativas nacionales e internacionales han sido emprendidas para producir edificios más sostenibles. Sin embargo todavía hacen falta acuerdos para definir parámetros globales sobre la concepción del ambiente construido. Un ejemplo de ello es que a pesar de ser el sector de la construcción muy importante en la generación de GEI, en la práctica se beneficia de pocos incentivos previstos en el Protocolo de Kioto.

Las emisiones de CO₂ son muy altas en los países industrializados, pero los países en desarrollo está aumentando su contribución al calentamiento global. Actualmente Estados Unidos produce 20 toneladas de CO₂ per capita, casi dos veces las de China y Brasil, 16 veces la de la India y 50 veces la de Nigeria y Sudan. Si los países en vías de desarrollo, altamente poblados siguen el patrón de producción y consumo de los países desarrollados las consecuencias serán graves. El desafío más importante es determinar cómo los países industrializados manejarán su impacto sobre el ambiente, y al mismo tiempo que los países en vías de desarrollo alcanzan metas de desarrollo económico de una manera sostenible.

Programas de ahorro de energía en edificaciones

Los programas de eficiencia de energía ya han sido implementados en varios niveles de gobierno. El programa **EnerGuide for Houses**, subvenciona auditorías energéticas para casas, realizadas por profesionales reconocidos. La norma R2000 para la construcción de nuevas casas fue desarrollada por la colaboración de los sectores público y privado, a comienzos de 1980. Es una norma para la eficiencia de energía de edificaciones en construcción que toma en cuenta las condiciones particulares del clima en cada región. Diez mil casas han sido construidas bajo esta norma que ha contribuido a una mejoría global de 20 % en la eficiencia de energía de nuevas viviendas.

El programa **Action Plan 2000** tiene como objetivo la reducción de emisiones de GEI. Se proyecta una reducción indirecta adicional de 2.7 MT en las emisiones de GEI, como consecuencia de la demanda reducida para la electricidad.

La sociedad **The Yukon Housing Corporation** ofrece tasas hipotecarias reducidas para financiar la construcción o la renovación de casas bajo las normas de eficiencia energética de esta corporación.

En otras provincias existen iniciativas con propósitos semejantes. En Nueva Escocia hay un programa especial para demostrar y **promover nuevas prácticas de edificio sostenibles**. Manitoba tiene un programa **R2000 Home**.

Acciones en marcha

El Programa de Incentivos para Edificaciones Comerciales (CBIP) promovido por Recursos Naturales de Canadá (NRCan), proporciona a un incentivo financiero a los proyectos que incluyen medidas de eficiencia de energía en el diseño de nuevas edificaciones, siempre que el diseño supere los requisitos del Código Nacional de Energía para Edificaciones (MNECB) por lo menos en 25%. Como resultado más de 200 edificios han reunido las condiciones necesarias para el programa, que representan más de un millón de metros cuadrados de plantas construidas. Por ejemplo, el Edificio de Biología de la Universidad de Ottawa pertenece al CBIP, y cumple con el MNECB con 73% por arriba, lo cual significa un ahorro anual de \$ 188.000.

Hay muchas oportunidades para hacer la casa más eficiente en energía y reducir los costos de energía siguiendo una serie de recomendaciones básicas, lo cual permitirá tomar decisiones y acciones más adecuadas. El plan de ahorro de energía servirá de incentivo para ampliar las auditorías de casas con costos compartidos, y motivar a los consumidores a comprar equipos y accesorios eficientes en energía.

El plan también propone que los gobiernos trabajen en los siguientes objetivos:

- Remodelaciones para eficiencia de energía de 20% de las viviendas y 20% de edificios comerciales e institucionales antes del año 2010;
- Construir todas las nuevas casas según la norma R2000 o normas equivalentes antes de 2010 y todo nuevo edificio comercial o institucional con un mínimo de 25 por ciento por encima de las exigencias del Código Nacional de Energía antes de 2010.

Las exigencias de eficiencia energética y las políticas de apoyo

Las prácticas de la industria de construcción tienen implicaciones las emisiones de GEI, desde las emisiones producidas en la construcción de edificios hasta las emisiones de los desperdicios de demolición en los vertederos de basura. En consecuencia, hay oportunidades cuantiosas de reducir estas emisiones con los conocimientos y tecnologías actuales. Se calcula que reduciendo emisiones de GEI en 25 por ciento, la industria de la construcción podría conseguir aproximadamente 40 por ciento del compromiso de Protocolo de Kioto.

Para suministrar el incentivo para las reducciones de GEI en la construcción, los gobiernos provinciales podrían aumentar progresivamente las exigencias de rendimiento de energía en los Códigos de Edificaciones. Por ejemplo podrían colocar límites a largo plazo (año 2030) de 30 kwh por metro cuadrado para residencias y 80 kwh por metro cuadrado para oficinas. Estos límites están cerca de 75 % debajo de la práctica de rendimiento de energía actual en BC. Esto puede lograrse con un costo adicional mínimo si se aplican políticas de apoyo adecuadas. Un ejemplo de aplicación podría ser la norma de alto rendimiento de envolventes usada en Suiza y Suecia, R60/R70. Igualmente la norma LEED Silver usada en BC, de adopción voluntaria por el sector privado.

Fondos para actualización en energía

Edmonton y Calgary operan \$5 millones en fondos para respaldar renovaciones de edificios más eficientes en energía en edificios municipales. La aprobación de un programa de préstamos de \$100 millones para actualización de eficiencia de energía en todos edificios de BC, con el pago mediante los

ahorros de energía; la rebaja de impuestos provinciales por la compra de equipos calificados como Energy Star y otros productos sostenibles; y la legislación que requiere que todos los desarrollos regionales y municipales prevean premios y penalidades en relación a la sostenibilidad de las edificaciones.

ACCIONES EN LAS CIUDADES

Guía Verde del Gran Vancouver (Greater Vancouver GreenGuide)

El desafío de la sostenibilidad ha pasado de ser un concepto a ser una acción apropiada. Aceptar cómo alojar más de ochenta por ciento de la población en áreas urbanas mientras simultáneamente se asegura la calidad de vida, requiere tanto una visión de un futuro sostenible como un mapa de vías hacia allí.

En 1976, el Foro Urbano Mundial UN HABITAT tuvo lugar en Vancouver. Conocida por ser un región de alta calidad de vida así como un centro de realizaciones de sostenibilidad urbana, fue llamada a mostrar y compartir sus logros. El GreenGuide del Gran Vancouver fue concebido como un instrumento para comunicar estos logros. El Greenguide contiene proyectos de edificios verdes, vecindarios verdes, infraestructura verdes, espacios abierto y programas sociales, económicos y ambientales, como ejemplos de sostenibilidad urbana. Uno de sus objetivos es mostrar sus logros. Un segundo objetivo es plantar semilla para la sostenibilidad. Colocando en una sola guía, muchos proyectos e iniciativas dedicadas a volcar en la realidad el concepto de la sostenibilidad, se espera motivar iniciativas similares a escala regional, nacional e internacional.

Los proyectos representados en el GreenGuide del Gran Vancouver no son necesariamente los más tecnológicamente avanzados o los más innovativos en la región; está enfocado a contar parte de la historia de sostenibilidad en el Gran Vancouver y su evolución en el tiempo.

Clasificación de proyectos

- Planes de vecindarios que demuestran la consideración extensiva de las oportunidades ambientales y sociales y económicas dentro de su contexto local.
- Las construcciones que demuestran la excelencia en la eficiencia de energía, han reducido los impactos ambientales significativamente, y respaldan la salud humana óptima.
- Programas que ejemplifican las oportunidades creativas para personas individuales participar en su ambiente local, apoyando una comunidad de o de sentido fuerte y pozo - la existencia.
- Proyectos de infraestructura que llegan más allá de los padrones convencionales para incrementar la salud ambiental, promover la eficiencia de energía y adelgazar significativamente divulgan y/o riegan la contaminación.
- Áreas verdes y parques que maximizan sistemas naturales dentro de la ciudad y suministran el espacio verde esencial para vecinos.

Pueblo de Hidrógeno (Hydrogen Village)

Es una asociación pública-privada que promueve el conocimiento de los beneficios ambientales, económicos y sociales de las tecnologías de celda de hidrógeno y combustible. Su meta es señalar el camino hacia un futuro de energía verde y sostenible, elevando la conciencia y derribando barreras para

el mercadeo del hidrógeno, las celdas de combustible y otras tecnologías relevantes, dentro del área del Gran Toronto (GTA). En esta región está asentado un importante proyecto de celdas de hidrógeno y combustible, que ilustra que esta novedosa tecnología tiene aplicaciones reales y prácticas en el presente. Treinta y ocho organizaciones, incluyendo la Ciudad de Mississauga, la Universidad de Toronto y Ontario Power Generation, participan en este proyecto de demostración, uno de los más ambiciosos de Canadá. Consiste en numerosos centros de infraestructuras de celdas de hidrógeno y combustible, co-financiados entre la industria y el gobierno, a través de Natural Resources Canada y Industry Canada, repartidos dentro del área del Gran Toronto (GTA), con los siguientes objetivos:

- Acelerar el crecimiento de la industria de celda de hidrógeno y combustible de Canadá desplegando tecnologías económicamente viables en mercados emergentes.
- Aplicar estas tecnologías de reducir contaminación atmosférica urbana, reducir emisiones de GEI e incrementar la seguridad de suministro de energía.
- Diseñar un modelo de pueblo de hidrógeno que pueda ser reproducida en otros lugares de Canadá y el mundo.
- Crear una infraestructura de celdas de hidrógeno y combustible desarrollando un proceso para construir y conectar pueblos de hidrógeno.
- Crear empleos y crecimiento en el sector de celda de hidrógeno y combustible en Canadá.

Ciudad de Toronto: enfriando edificios con el agua del lago

Los sistemas de aire acondicionado convencionales para edificios de oficinas usan unidades de refrigeración especiales que requieren que mucha electricidad para enfriar el agua usada en los intercambiadores de calor. La ciudad de Toronto está trabajando con el Programa de Sistemas de Energía para la Comunidad (NRCan's Community Energy Systems Program) y otros asociados para usar el agua fría del fondo del Lago Ontario en los intercambiadores de calor, eliminando así la necesidad de refrigerantes que usan la electricidad intensivamente. Este primer ensayo involucra algunos edificios en el centro de la ciudad, pero si se alcanza el ahorro esperado de 90 % en electricidad, es muy probable que la mitad del centro de la ciudad sea servido de este modo al final de esta década. Los beneficios ambientales se van más allá de una reducción en emisiones de GEI, pues también disminuirá la necesidad de refrigerantes, que en algunos casos son hechos de gases destructores de la capa de ozono.

Generadores hidroeléctricos pequeños y eficientes en Ottawa

La generación de energía hidroeléctrica, donde se dispone de abundantes cursos de agua, es una fuente de energía no contaminante, aunque su uso ha estado limitado en gran parte debido a factores económico. Debido a sus muchas ventajas ambientales, es una gran oportunidad para aplicar nuevos diseños y tecnologías que aumentan su eficiencia y su atractivo en estos tiempos. Dos generadores hidroeléctricos en la región de Ottawa, uno fuera de uso desde hace 30 años y otro que operaba con equipos obsoletos, se han usado para demostrar un nuevo enfoque en la actualización de centrales hidroeléctricas pequeñas. Con la ayuda del Programa de Tecnología para Energías Renovables de Natural Resources Canada (RCan), estos proyectos TEAM (Technology Early Action Measures) usan tecnologías innovadoras que incorporan nuevos sistemas de control y turbinas de diseño avanzado. De esta manera, al mejorar la viabilidad económica radicalmente, se estimula la actualización o

reconstrucción en Canadá y otros países, de plantas obsoletas e incluso paralizadas. Esta alternativa reduce la necesidad de nuevas instalaciones costosas y evita la sustitución de instalaciones viejas con plantas que usa combustibles fósiles, generadores de GEI.

EcoSmart reduce el impacto ambiental del cemento.

Con 1 tonelada de CO₂ generado por 1 tonelada de cemento producido, este rubro es responsable de aproximadamente 8% de emisiones de GEI. La producción de cemento por si misma representa más del 90% de la energía necesaria para fabricar el concreto. A modo de comparación, un automóvil que recorre 24 millones de km emite 6,000 toneladas de CO₂, una cantidad similar almacenada en el concreto de uno típico edificio alto de apartamentos. Por esa razón el reemplazo del cemento con materiales de menor impacto ambiental podría reducir significativamente las emisiones de GEI.

Basado en un proyecto a largo plazo NRCan CANMET (Mining and Mineral Sciences Laboratories), se busca reemplazar el cemento con cenizas volantes (fly ash). Este desecho industrial es el tema de una investigación-demostración desarrollada por TEAM (Technology Early Action Measures) – EC (Environment Canada) en Vancouver. Trabajando en asociación con EcoSmart, el concreto hecho con hasta 50% de cenizas volantes ha sido usado con éxito en algunos proyectos de prueba en la zona. Además de sus beneficios de reducción de emisiones de GEI, el nuevo material es más durable que el concreto convencional, disminuyendo así la necesidad de reconstrucción y mantenimiento, además de eliminar residuos industriales que irían a un vertedero de basura. Por otra parte es mucho menos costoso que el cemento. Ésta es una combinación excelente que propiciaría su amplia y rápida aceptación.

Instituto de Tecnología de Columbia Británica, Hydro de BC y otros: celdas fotovoltaicas como materiales de construcción

El consumo de electricidad de las edificaciones residenciales, institucionales y comerciales representan cerca del 30% de la demanda de energía en Canadá. Una alternativa adecuada al medio ambiente para proporcionar electricidad en estos casos es la celda fotovoltaica, pues emplea materiales fácilmente disponibles para generar la electricidad directamente de la luz solar sin ruido o contaminación. Las celdas fotovoltaicas han sido usadas en la industria de aeroespacial desde hace mucho tiempo pero su difusión ha estado limitada por los altos costos de inversión. En Burnaby, B.C., a través de una inversión combinada de TEAM (Technology Early Action Measures) y CMHC (Canada Mortgage and Housing Corporation), un grupo de organizaciones privadas y públicas está investigando una solución creativa para el problema mediante el uso de celdas fotovoltaicas con un papel doble como generadores de electricidad y elementos constructivos de valor estético. Están usando una tecnología conocida como Fotovoltaico Integrado a la Edificación (BIPV: Building Integrated Photovoltaics) que incluye paneles fotovoltaicos en fachadas de edificio o techos. Este proyecto está suministrando información valiosa sobre la instalación y operación de BIPV para maximizar su funcionamiento eléctrico y constructivo.

Ciudad de Sudbury y Distrito de Toromont: ahorro de energía de calentamiento y enfriamiento

El calor producido durante los procesos industriales con frecuencia se desecha, a pesar de su invaluable contenido energético. Un proyecto desarrollado en la ciudad de Sudbury, Provincia de Ontario, con el

apoyo de NRCan's - Community Energy Systems Program (CES), busca aprovechar esta energía en un sistema de calefacción que reemplaza las plantas de calefacción y enfriamiento individuales de varios edificios en el centro de la ciudad. Este proyecto es una planta combinada de cogeneración de potencia y calor, que toma ventaja de las tecnologías mejoradas de captura y uso de calor residual, que reducen el consumo de combustibles fósiles y la emisión de GEI, en este caso de más de 21.000 toneladas por año.

eKOCOMFORT: ventilación y sistemas de calentamiento de agua en residencias

La gran mayoría de casas usa aparatos distintos para la ventilación, y la calefacción de espacios y agua. Una opción más eficiente es integrar todas las operaciones en un sistema multi-propósito, pero hasta la fecha tal integración ha sido demasiado costosa para ser aceptado ampliamente. En el pasado la mayoría de los miembros de la industria de equipos para edificaciones creyeron que aunque este enfoque integrado abre grandes expectativas, los riesgos individuales de la empresa para desarrollar estos productos eran demasiado altos. No obstante, en 1999 el Programa de Tecnologías para Energía de Edificaciones de NRCan's y TEAM, ofrecieron la coordinación y la inversión necesaria que permitió que varios fabricantes canadienses combinaran su pericia y equipos en el desarrollo de seis modelos de aparatos integrados y muy eficientes. Esta asociación innovadora, con un total de 17 compañías y asociaciones, con financiamiento de TEAM y el Programa de Asistencia a la Investigación Industrial del Consejo Nacional de Investigación (NRC), está ahora listo para comercializar sistemas nuevos de alto rendimiento. Los equipos de gas natural, normalmente no consideran el consumo eléctrico, pero los productos de eKOCOMFORT son diseñados no sólo para usar gas natural eficientemente sino también para reducir gastos de electricidad en 50% en relación a los equipos convencionales. Las expectativas están alrededor de \$200 de ahorro anual en electricidad, y en una reducción importante de GEI.

EFFECTOS SOBRE EL VALOR DE LOS BIENES INMUEBLES

Durante los últimos treinta años muchos gobiernos municipales han iniciado nuevos planes y políticas ambientales para integrar el desarrollo urbano en ecosistemas funcionales. Una estrategia fundamental ha sido disponer de vías y espacios verdes para el manejo de aguas de lluvia, protección del hábitat, esparcimiento, valoración estética, captación de aguas subterráneas, mejoramiento de la calidad del agua y del aire, transporte no motorizado y revalorización del entorno habitado.

La importancia de la protección de los espacios verdes

Estas nuevas políticas traen beneficios y gastos a la comunidad y al gobierno municipal, pero son difíciles de tasar teniendo en cuenta la naturaleza inestable del ambiente y la dificultad de poner en valor monetario las características no económicas tales como estética, integridad ambiental y diversidad biológica. Es también difícil poner valores monetarios sobre las funciones de manejo ambiental que los sistemas naturales efectúan por si mismos, incluyendo el manejo de aguas de lluvia y mejoramiento de la calidad del agua.

Los espacios verdes naturales también surgen en beneficio de la comunidad, y el beneficio común de estos espacios podría exceder cualquier precio que un terrateniente individual puede estar inclinado a pagar por el beneficio.

Además, la proximidad a las vías verdes, senderos y áreas verdes naturales también pueden beneficiar la industria de la construcción y el mercado inmobiliario directamente, pues pueden incrementar el valor inmobiliario, la comercialización de propiedades adyacentes y promocionar ventas más rápidas (EE.UU., Administración de Parques Nacionales, 1995).

Sin embargo, los investigadores han intentado poner un valor de propiedad privada sobre área verde natural comparando precios de una vivienda en áreas cercanas y adyacentes a los parques, cinturones verdes, lagos y océanos con residencias similares sin una comodidad de espacio abierta.

Estudios realizados en los últimos 25 años en los Estados Unidos y Europa, han demostrado que los espacios abiertos naturales tienen un efecto positivo sobre el valor de la propiedad. Estos espacios incluyen los límites de los desarrollos urbanos y áreas muy sensibles como las costas donde el desarrollo está limitado para proteger los espacios naturales.

Los compradores están dispuestos a pagar un precio adicional por propiedades cerca de áreas verdes y los residentes pagarían para proteger un área verde en su vecindario.

Por ejemplo en British Columbia, dos estudios han subrayado la importancia de las áreas verdes en el valor de la propiedad. Sin embargo, pocos estudios se han realizado sobre las implicaciones de costo – beneficios de las áreas verdes próximas a zonas comerciales o industriales. Hay indicios de que las conclusiones en relación a las propiedades residenciales no son aplicables a estos otros usos.

Un estudio sobre zonas verdes suburbanas a orillas de cursos de agua realizado por Hamilton y Quayle (1999) en la Universidad de British Columbia (UBC) indica que la proximidad a áreas verdes tiene un efecto positivo sobre el valor de la propiedad de cerca del 15%. Estos autores realizaron encuestas entre los residentes para determinar sus percepciones sobre el efecto de las zonas verdes; 75% respondió que creían que tenía un valor positivo. Ello estimaron que el impacto general sobre el valor era de 21%. Un análisis de regresión mostró que el impacto era en realidad de 15%. Otra investigación conducida por Curran y Draeseke (2000) concluyó en que hay un efecto positivo sobre el valor de la propiedad dentro de un área ubicada a 100 m del área verde.

La presencia de áreas verdes tiene también implicaciones sobre los impuestos a la propiedad, para los gobiernos locales y las comunidades. El efecto positivo sobre el valor de la propiedad puede resultar también en una mayor tasación para el cobro de impuestos locales.

PARTICIPACIÓN DE LA COMUNIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE SOLUCIONES VERDES

Sobre la base del pronóstico de emisiones de GEI y en la búsqueda de oportunidades para reducirlas, se han propuesto diversos proyectos en todo el territorio canadiense, que se han basado sus propuestas sobre la participación activa de la comunidad en acciones para reducir estas emisiones, al mismo que se desarrollan soluciones para una mejor calidad de vida, en condiciones de bienestar, salud y confort, con un uso racional de la energía y con costos accesibles para familias e individuos de ingresos medios. Algunos de estos proyectos se describen a continuación sucintamente.

EcoPerth: una comunidad rural pequeña toma la acción sobre el cambio climático

EcoPerth, muestra cómo un pequeño pueblo rural puede responder a los asuntos del cambio climático y durante este proceso construir una comunidad eco-eficiente. El proyecto se desarrolló en el pueblo de

Perth (6,000 habitantes) en el este de la Provincia de Ontario, aunque se enfoca más en la comunidad que en los límites municipales.

En sociedad con empresas locales, grupos y personas individuales, ecoPerth impulsa la realización de una amplia gama de proyectos innovadores y apoya su implementación, mediante sus funciones de:

- Apoyo a la sostenibilidad ambiental
- Estimulo a la eficiencia económica
- Promoción de la salud de la comunidad

Usando un enfoque de participación ecoPerth involucra todos sectores del pueblo. Los resultados están compuestos de tres partes:

- Reducir las emisiones de GEI totales de la comunidad en a menos 20%
- Tejer una consciencia de sostenibilidad en la tela de la comunidad
- Documentar y difundir los procesos y resultados del proyecto.

EcoPerth empezó en 1998 con la ayuda del recientemente creado Fondo Federal de Acción para el Cambio Climático (Federal Climate Change Action Fund). Se empleó un año en informar a personas y grupos claves dentro de la comunidad sobre el proyecto, solicitando cartas de apoyo y formulando una propuesta. El proyecto estuvo aprobado para empezar en marzo de 1999. La Corporación de Hipoteca y Vivienda de Canadá (Canada Mortgage and Housing Corporation), también se involucró y juntos cofinanciaron el proyecto, para ayudar a preparar y compartir el plan de acción para reducir emisiones de GEI con pueblos pequeños similares a lo largo de Canadá.

Uno de los primeros pasos tomados fue convencer el pueblo de reunirse con sus socios para la iniciativa de cambio climático, y empezar un inventario de emisiones de GEI. Este inventario, con una visión general aleatoria de 100 residentes, creó un punto de referencia para medir el impacto acumulativo de los muchos proyectos de ecoPerth que se realizarían en el futuro. Se diseñaron encuestas para determinar cuáles iniciativas tendrían los impactos más grandes para implementarlas completamente.

EcoPerth decidió empezar con las acciones más que con el proceso de planificación normal. Debido a que estas iniciativas proponían resultados de “ganar-ganar”, era percibida como la mejor vía para lograr que las personas comprendieran y se comprometieran con la propuesta. Los proyectos fueron priorizados sobre la base de las opiniones recibidas en la primera reunión de la comunidad, la buena voluntad de personas o grupos para impulsarlos, la selección de proyectos piloto, y los intereses de los cuatro equipos.

A fines del año 2000, con la finalización de los fondos asignados inicialmente, se decidió convertir a EcoPerth en una organización sin fines de lucro para asegurar la continuidad del proyecto. Para ello se eligió un directorio que incluía al Jefe de obras públicas, el Presidente de la Asociación de Mejoramiento de Negocios (y propietario del periódico local), el dueño de una tienda local y un concejal de una municipalidad cercana.

Las comunidades Smart Growth: lugares más sanos para vivir.

Ésta es un hecho importante para relatar a parlamentarios, planificadores urbanos y de transporte, profesionales de la salud y público en general. Smart Growth son comunidades compactas con una mezcla de usos de la tierra, redes de calles y aceras bien conectadas, y un ambiente favorable al peatón,

pueden ayudar a conseguir objetivos de salud actuando principalmente sobre los hábitos de desplazamiento de las personas..

Las investigaciones han documentado que los residentes de comunidades Smart Growth caminan más, montan más bicicleta y manejan menos, que residentes de comunidades más aisladas y más dependientes del automóvil. Esto resulta en mejor estado físico, menores probabilidades de obesidad, menores riesgos de choque de autos, y menores contaminantes de aire per cápita.

Las evidencias sobre la influencia del ambiente construido sobre la salud pública pueden ser vertidas en algunos principios que pueden ser aplicados a diferentes situaciones tales como pueblos pequeños, suburbios en desarrollo, centros tradicionales de ciudades y grandes ciudades.

- Usos de la tierra: pequeños negocios, oficinas, residencias, espacios abiertos y escuelas, deben estar integrados en lugar de estar separadas unas de otras, para que las personas puedan satisfacer sus necesidades utilitarias básicas fácilmente a pie o en bicicleta.
- En el caso del desarrollo de pequeños negocio, más tiendas pequeñas y servicios cercanos a los vecinos atraerán más viajes a pie que pocos centros comerciales grandes.
- Desarrollos residenciales compactos ubican a más personas dentro de distancias peatonales de parques, escuelas, transportes, tiendas y servicios, y además crea el mercado esencial para esos servicios.
- Calles y edificios que son construidos desde una perspectiva peatonal crean lugares que son seguros, vibrantes e interesantes para paseantes, ciclistas y usuarios de transporte público.
- Redes de calles y vías bien interconectadas reducen el tiempo y la distancia necesaria para que peatones y ciclistas vayan de un lugar a otro.

Equilibrium: una vivienda sana para un ambiente sano.

Equilibrium es una iniciativa de vivienda impulsada por la Corporación de Hipoteca y Vivienda de Canadá (CMHC), que reúne los esfuerzos de entes públicos y privados para desarrollar casas, y eventualmente comunidades, bajo los principios de salud y confort, eficiencia de energía, producción de energía renovable, protección de los recursos, reducido impacto ambiental y accesibilidad financiera.

Los canadienses están empezando a cambiar la manera en que piensan en sus casas. La combinación de aumentos rápidos de gastos de energía, una preocupación creciente por el ambiente y una preocupación consciente por la salud de sus familias, los mueve a buscar casas sanas, confortables, asequibles y eficientes en energía.

Equilibrium es una nueva y potente tendencia en vivienda sostenible. Puede ayudar a los propietarios a bajar su factura de energía, proteger la salud de sus familias, reducir los GEI, y mantener el ambiente limpio para las generaciones futuras.

Las casas de EQUilibrium encarnan cinco principios fundamentales de sostenibilidad: 1. Salud, 2. Energía, 3. Recursos, 4. Ambiente, 5. Accesibilidad financiera

Basándose en estos cinco principios fundamentales, una casa de EQUilibrium brinda una amplia gama de beneficios y ventajas, incluyendo:

- Bajas cuentas de servicios públicos, que permiten ahorrar dinero sobre gastos de energía todo el año y protege la familia de futuros aumentos de precios de energía.
- Suministro seguro de electricidad, e incluso las casas pueden incluir su propio suministro seguro aún durante los apagones.
- Espacios más saludables y confortables, con mejor calidad del aire interior, temperaturas estables, luz natural, materiales de construcción más ligeros y saludables.
- Una opción más verde, con bajas emisiones de GEI, ahorro de recursos, baja contaminación y mínima huella ambiental de la familia.
- Un futuro mejor, con aire limpio para respirar, agua limpia para beber y un mundo seguro y sano en el que vivir.

CONCLUSIONES

Las experiencias observadas en Canadá para enfrentar el reto del cambio climático puede ser un modelo para desarrollar estrategias exitosas en Venezuela. Uno de los aspectos más importantes es el compromiso mancomunado de los organismos públicos, privados y las comunidades organizadas, para enlazar planes, programas y acciones de beneficio social. Los proyectos de sostenibilidad desarrollados buscan una vinculación real entre todos los actores de la sociedad, para producir resultados más poderosos y coherentes con el objetivo común que es mitigar los efectos del cambio climático en todos los aspectos de la vida en un acuerdo de ganar-ganar. De esta manera se invierten esfuerzos y recursos en salud, vivienda, transporte y energía, para buscar nuevas soluciones más eficientes económicamente, menos contaminantes y menos emisoras de gases de invernadero. Las implicaciones para el futuro son inmensas pues las soluciones propuestas en este momento tendrán un impacto en las fuentes de energía, las dimensiones y las relaciones de los espacios habitables, los medios de transporte, el valor de la tierra habitable, los bienes inmuebles y la organización social necesaria para enfrentar este desafío ambiental.

El enfrentamiento al fenómeno del cambio climático no es una opción a escoger, es una obligación moral, material, económica y técnica. Debemos empeñarnos en difundir sus causas, consecuencias y maneras de participar en esta batalla por la vida. Desde todas las trincheras debemos prepararnos para comprender y manejar esta situación y preservar nuestro ambiente para las generaciones futuras. Desde la universidad, los investigadores y en especial aquellos relacionados con el diseño y construcción de edificaciones debemos tomar parte muy activa en la búsqueda de soluciones que sean adecuadas a nuestro clima, nuestra cultura, nuestra experiencia, nuestra historia, nuestra tecnología, nuestras tradiciones, para proponer un modelo propio que sea eficiente en energía, económico en costos, asequible a la población, factible en el tiempo y en el espacio, adecuado a la capacitación de nuestra mano de obra, que permita la participación de la comunidad en su diseño y construcción.

Las acciones emprendidas por los organismos canadienses comprometidos en el desafío de enfrentar el cambio climático, incluyen: sistemas de información y planes de difusión a todos los niveles formales e informales, dirigidos a la población para mantenerlas al tanto de la situación y promover el apoyo activo de la comunidad en estas acciones. También incluyen proyectos relacionados con el transporte, nuevas formas de energía alternativa, reglamentaciones para estimular el diseño y construcción de edificaciones más adecuadas a los nuevos tiempos; protección a la salud de las personas; planes para prevenir y combatir las enfermedades producidas por el CC.

ACRÓNIMOS

GEI = Gases de efecto invernadero.

GHG= Greenhouse gas

TEAM= Technology Early Action Measures

NRCAN= Natural Resources Canada

NRC= National Research Council

CMHC= Canada Mortgage & Housing Corporation

BC= British Columbia

CES = Community Energy System

Mt=Megatoneladas

RAIC = Royal Architectural Institute of Canada

CGBC= Canada Green Building Council

CBIP = Commercial Building Incentive Program

MNECB = Model National Energy Code for Buildings

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su agradecimiento al Gobierno de Canadá, el cual a través del Consejo Internacional para Estudios Canadienses y con el apoyo de la Embajada de Canadá en Caracas, ha hecho posible el desarrollo de esta investigación, bajo la figura de la beca de investigación FRP (Faculty Research Program).

REFERENCIAS

Publicaciones

1. Expert Panel Workshop on Climate Change and Health & Well-being in Canada: Key Findings and Recommendations. Hosted By: R. Samuel McLaughlin Centre for Population Health Risk Assessment Institute of Population Health. University of Ottawa, Ottawa, April 15-16, 2002.
2. Health Effects of Climate Change and Health Co-Benefits Resulting from Potential Kyoto-driven Policies: A Canadian Perspective, is available on the Institute of Population Health website at <http://www.iph.uottawa.ca> or, upon request, by contacting ClimateInfo@hc-sc.gc.ca.
3. Innovation for sustainability, TEAM Progress Report on Climate Change Solutions 1998–2001, Technology Early Action Measures (TEAM), Climate Change Action Fund, Catalogue No.: M91-7/477-2001, ISBN: 0-662-66360-8
4. Reducing Greenhouse Gases. Recommendations from The Royal Architectural Institute of Canada on the Implementation of the Climate Change Plan for Canada. March 31, 2005. Royal Architectural Institute of Canada.
5. Weather, Climate and The Future, B.C.'s Plan, December 2004, ISBN 0-7726-5264-3
6. Report of the BC Climate Change, Economic Impacts Panel, Prepared for: Minister of Water, Land and Air Protection, Minister of Energy and Mines, March 25, 2003.
7. Climate Change, Achieving Our Commitments Together, Climate Change Plan for Canada, ISBN: En56-183/2002E, Catalogue 0-662-33172-9, This document is also available at: www.climatechange.gc.ca
8. Climate Protection Progress Report - 2007
9. City of Vancouver, Administrative Report, March 29, 2004, Vancouver City Council, Sustainability Group, Corporate Climate Change Action Plan - 2004 Annual Report.
10. Clift, R., Climate change and energy policy: The importance of sustainability arguments, Energy 32 (2007) 262–268.
11. Omer, A.M., Green energies and the environment, Renewable and Sustainable Energy Reviews, May 2006.
12. Climate Change Could Bring Mayhem, Mike De Souza, Environment Canada, CanWest News Service, Published: Thursday, June 29, 2006.
13. Information Bulletin For Immediate Release 2007, FOR0169-001463, Nov. 15, 2007, Ministry of Forests and Range and Minister responsible for Housing, New Green Building Proposals Combat Climate Change.
14. Wigle, R., Canada, Public Economics and Climate Change, Laurier Business & Economics, Department of Economics, Working Paper Series, 2005-02 Ec:

15. Greater Vancouver GreenGuide, Design Centre for Sustainability at UBC, ISBN: 0-9780966-0-6, Vancouver, Canada, 2006, www.greatervancouvergreenguide.ca
16. The Smart Growth Toolkit, helping to create more livable communities in British Columbia, 2001 Smart Growth BC, ISBN 0-9688999-1-9, http://66.51.172.116/Portals/0/Downloads/J1_ToolKitInPart_I.pdf
17. Ecoperth: a small rural community takes action on climate change, Canada Mortgage and Housing Corporation, 2005
18. Prescription for a Healthy Canada: Towards a National Environmental Health Strategy, © 2007 David Suzuki Foundation, ISBN 1-897375-08-5
19. Promoting public health through Smart Growth Building healthier communities through transportation and land use policies and practices, Smart Growth BC,
20. Review of Best Practices In Affordable Housing, Smart Growth BC.
21. EQuilibrium: Healthy Housing for a Healthy Environment, Canada Mortgage and Housing Corporation, 2007.
22. Achieving a Balance Four Challenges for Canada in the Next Decade, National Round Table on the Environment and the Economy, 27. National Round Table on the Environment and the Economy, <http://www.nrtee-trnee.ca>
23. Turning the corner. Taking action to Fight Climate Change. Government of Canada, march 2008. www.ecoaction.gc.ca
24. Our Changing Climate, Branch Lines, vol. 19 No. 1, Faculty of Forestry, University of British Columbia, Vancouver, Canada, 2008. www.forestry.ubc.ca
25. Clean Energy and Climate Change: Solutions for Canada and the World. Technology Early Action Measures (TEAM), Fourth TEAM Progress Report 2005-2008. www.team.gc.ca
26. Going for the Green: A Manufacturer's Guide to Lean and Green. Collaboration involving Industry Canada and Environment Canada, ISBN 0-9780668-0-4, 2006. www.strategis.gc.ca/lean.manufacturing
27. La Qualité de l'Environnement dans les Villes Canadiennes: le rôle du gouvernement fédéral, Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie, 2003, ISBN 1-894737-32-6, www.nrtee-trnee.ca

Reportes técnicos

1. Climate protection progress report 2007, City of Vancouver, www.vancouver.ca/sustainability
2. Buildings And Climate Change, Status, Challenges and Opportunities, United Nations Environment Programme, 2007.
3. Climate Protection Strategies and Best Practices Guide, 2007 Mayors Climate Protection Summit Edition, Mayors Climate Protection Center November 1-2, 2007.
4. The Cool Vancouver Task Force's Community Climate Change Action Plan: Creating Opportunities, March 29, 2005.
5. Co-benefits of Municipal Climate Change Mitigation Strategies, Prepared by: Adam Hyslop, Assistant Environmental Planner, Sustainability, 3A Science & Business, Environmental Science, University of Waterloo, Hamilton, Sept 5, 2006.

6. B.C. Finds Cutting-Edge Climate Solutions Institute, British Columbia, Office of the Premier, January 25, 2008.
7. Canada Mortgage and Housing Corporation, <http://www.cmhc-schl.gc.ca/>
8. Local Climate Change Visioning Project – Summary, GEOIDE Research Network/UBC, 2007. http://www.calp.forestry.ubc.ca/pdfs/cc_project_summary.pdf
9. Hot properties: How global warming could transform B.C.'s real estate sector, © 2007 David Suzuki Foundation, ISBN 1-897375-12-3,
10. http://www.davidsuzuki.org/files/reports/DSF_HotProperties_final1.pdf
11. Ten Steps to a Cooler Planet, ©2000, Canada Mortgage and Housing Corporation, CMHC 07-03-07
12. New Housing for a Changing World, Canada Mortgage and Housing Corporation, 2007, <http://www.cmhc-schl.gc.ca/odpub/pdf/65019.pdf>
13. low-impact housing Ketchum House 1998, [http://www.cmhc-schl.gc.ca/en/inpr/bude/himu/loimho/upload/65039\(w\).pdf](http://www.cmhc-schl.gc.ca/en/inpr/bude/himu/loimho/upload/65039(w).pdf)
14. A Business Case for Green Buildings in Canada, Morrison Hershfield, March 2005.
15. Langdon, D., Cost of Green Revisited: Reexamining the Feasibility and Cost Impact of Sustainable Design in the Light of Increased Market Adoption, July 2007.
16. The Saanich Experience, Local Government Tools to Promote Green Building, Presentation to GVRD, June 12, 2007
17. Canada's Energy Future. Reference Case and Scenarios to 2030, An Energy Market Assessment, november 2007, National Energy Board, Cat. No. NE23-15/2007E ISBN 978-0-662-46855-4. <http://www.neb.gc.ca/clf-nsi/rnrgynfntn/nrgyrprt/nrgyftr/2007/nrgyftr2007-eng.pdf>
18. Emissions Trading: Trends and Prospects, Julia Reinaud and Cédric Philibert, Julia Reinaud and Cédric Philibert, IEA December 2007, Organisation for Economic Co-operation and Development, International Energy Agency, Copyright OECD/IEA, 2007 http://www.iea.org/textbase/papers/2007/ET_Trends&Prospects.pdf

Presentaciones

1. Local Climate Change Visioning Project, <http://www.calp.forestry.ubc.ca/presentations/GEOIDE%20Delta.htm>

Sitios web

1. Natural Resources Canada, www.nrcan.gc.ca
2. Cement Association of Canada, <http://climate2.cement.ca/>
3. Metro Vancouver BuildSmart, <http://www.gvrd.bc.ca/buildsmart/index.htm>
4. Environment Canada's World Wide Web Site, Science of Climate Change, http://www.msc-smc.ec.gc.ca/education/scienceofclimatechange/index_e.html
5. WISA Healthy Home, <http://www.wisa.ca/index.html>
6. Light House Sustainable Building Centre, <http://www.sustainablebuildingcentre.com/>
7. U.S. Environmental Protection Agency – Climate Change, <http://www.epa.gov/climatechange/index.html>

8. The Sheltair Group, <http://www.sheltair.com/index.php>
9. The Pembina Institute, <http://www.pembina.org/climate-change/index.php>
10. The Atlas of Canada, Climate Change, <http://atlas.nrcan.gc.ca/site/english/maps/climatechange>
11. Society Promoting Environmental Conservation, <http://www.spec.bc.ca/>
12. David Suzuki Foundation, <http://www.davidsuzuki.org/>
13. Environmental Management Association, <http://www.emaweb.org/>
14. Design Centre for Sustainability, University of British Columbia, <http://www.dcs.sala.ubc.ca/>
15. Greenskins__lab, <http://www.greenskinslab.sala.ubc.ca/>
16. Collaborative for Advanced Landscape Planning, <http://www.calp.forestry.ubc.ca/visioning.htm>
17. Metro Vancouver, BuildSmart, <http://www.gvrd.bc.ca/buildsmart/>
18. Canada Green Building Council, <http://www.cagbc.org/>
19. Smart Growth BC, <http://www.smartgrowth.bc.ca/>
20. 10 ways you can stop global warming, reduce energy consumption and make a difference, http://www.davidsuzuki.org/files/climate/10_ways_to_stop_global_warming_web.pdf
21. The Sustainable Condo™, Using Less. Enjoying More., http://www.cmhc-schl.gc.ca/en/inpr/su/su_005.cfm
22. Sustainable Development Information System, <http://www.sdinfo.gc.ca>
23. Hydrogen Village, <http://www.hydrogenvillage.ca>
24. Technology Early Action Measures (TEAM), <http://www.team.gc.ca>
25. ecoACTION, <http://www.ecoaction.gc.ca>
26. Collaborative for Advanced Landscape Planning (CALP), <http://www.calp.forestry.ubc.ca>
27. National Round Table on the Environment and the Economy, <http://www.nrtee-trnee.ca>
28. the Liu centre for the study of global issues A Beautiful Space To Inspire Sustainable Solutions, UBC Sustainability Office, www.sustain.ubc.ca
29. Greenhouse Gas Inventory Data, http://unfccc.int/ghg_emissions_data/items/3800.php
30. Architecture 2030, <http://www.architecture2030.org/>
31. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), <http://www.mnp.nl/ipcc/>
32. Hydrogen & Fuel Cells Canada, <http://www.fuelcellscanada.ca/cfm/index.cfm>
33. Hydrogen Highway, <http://www.hydrogenhighway.ca/code/navigate.asp?Id=220>
34. Our Hydrogen + Fuel Cell Future, <http://www.h2fcfuture.gc.ca/en/hydrogen-village-e.html>
35. Community Energy Systems Program (CES), <http://www2.nrcan.gc.ca/ES/OERD/English/view.asp?x=1550>
36. Environment Canada, <http://www.ec.gc.ca/default.asp?lang=En&n=FD9B0E51-1>
37. BC Hydro, <http://www.bchydro.com/>
38. Ekocomfort, <http://www.ekocomfort.com/>