

"ENERGOCAD": SISTEMA INFORMATIZADO PARA EL DISEÑO BIOCLIMATICO DE ALTERNATIVAS EDILICIAS.

CZAJKOWSKI, Jorge * y ROSENFELD, Elías **

RESUMEN:

La aplicación y difusión de las tecnologías de conservación de la energía y sistemas pasivos (C+P), encuentra resistencias en el área arquitectura por la dificultad de acceso a la formación y especialización de quienes deseen utilizarlas. Esto debido principalmente a que se deben tratar e interrelacionar variables diversas como las urbano edilicias, climáticas, energéticas, económicas, tecnológicas y de comportamiento humano en el proceso de desarrollo del habitat.

Ayudados en la experiencia lograda por el análisis tipológico y las posibilidades del CAD se construyó un prototipo de herramienta informática de diseño energético consciente.

Se presenta el modelo de integración desarrollado, su operacionalización en minicomputadoras, una descripción del funcionamiento y salidas de los módulos que componen el sistema y los posibles alcances de sistemas de integración CAD-Bases de Datos en nuestra área de interés.

INTRODUCCION:

La necesidad de desarrollar un sistema a partir de un modelo de integración tipológico-energético⁽¹⁾ en ambiente gráfico, surge de la conveniencia de poder contar con una herramienta que permita analizar un edificio o conjunto de ellos, clasificarlo, compararlo y determinar sus necesidades energéticas en forma casi simultánea al proceso de diseño. Se deben poseer datos relevados del medio, de los consumos energéticos de los edificios, sus características físicas y formales.

Esto permitiría asimismo obtener mayor productividad en los diagnósticos energéticos tratando simultáneamente y en un solo sistema datos acumulados en diversos entornos. En nuestro caso contamos con información obtenida a lo largo de diversos proyectos de investigación⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾ que se encontraban en algunos casos organizados en bancos de datos o dispersos en archivos informatizados o no, de diverso origen. La posibilidad de integrarlos en un sistema y que sirvan de apoyo al proceso de diseño, justifica el objetivo.

Del análisis de sistemas desarrollados en centros de investigación de

* Becario Perfeccionamiento del CONICET.

** Investigador Independiente del CONICET.

IDEHAB, Instituto de Estudios del Habitat, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata. Calle 47 Nro. 162, (1900) La Plata, Buenos Aires.

Europa⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾ y Estados Unidos⁽¹¹⁾⁽¹²⁾ surgió que se orientaban al tratamiento exclusivo de casos individuales no considerando la realidad del parque edilicio construido. Así al no usar técnicas de análisis tipológico logran una representatividad del universo de estudio. Existe sin embargo un sistema desarrollado recientemente en Brasil⁽¹³⁾ que integra bancos de datos con programas de simulación orientado al Uso Racional de la Energía.

Pero en todos los casos debía contarse con soporte hardware tipo "workstation" o superiores que excedían largamente nuestra disponibilidad. Debíamos tratar de resolver el problema con una AT286. En función de ello la tarea se orientó a construir la estructura del sistema optimizando la disponibilidad de hardware y software, que por otra parte es el que realmente está difundido entre los potenciales usuarios.

Con ese condicionamiento se construyó un sistema modular basado en AutoCAD 10 que permite relacionar variables climáticas, tipológicas, tecnológicas, de habitabilidad, energéticas y térmicas, entre otras.

El sistema permite analizar en corto tiempo y con el menor tiempo-hombre, una cantidad de variables, enriqueciendo y optimizando el proceso de diseño y su control. Contribuye además a la generación de alternativas racionales que permiten tratar varias soluciones o escenarios de un problema o diagnosticar hechos existentes apoyándose en información organizada en bases de datos.

Esta herramienta de diseño y análisis al basar su operación en la capacidad de operar múltiples variables en escenarios diversos se convierte en un instrumento potencialmente útil para instituciones, empresas y profesionales de la producción edilicia.

EL MODELO DE INTEGRACION TIPOLOGICO-ENERGETICO

El modelo de integración concentra en un instrumento un conjunto de herramientas que de otra forma se utilizarían desarticuladamente, permitiendo además la posibilidad de introducir otras que tiendan a tratar con un enfoque abarcativo los problemas edilicios en diversos escenarios.

En la operativización del modelo se plantearon dos alternativas ya que el banco de datos no solo permite incorporar nuevos edificios al catálogo tipológico, sino que se previó la posibilidad de incluir una unidad de regeneración gráfica de edificios o conjunto de ellos apoyado en la base de datos tipológica.

El banco de datos abarca las tipologías, regiones, climas, tecnología y materiales, energía, etc. Posee además datos de normativas nacionales y/o extranjeras, estadísticas y costos.

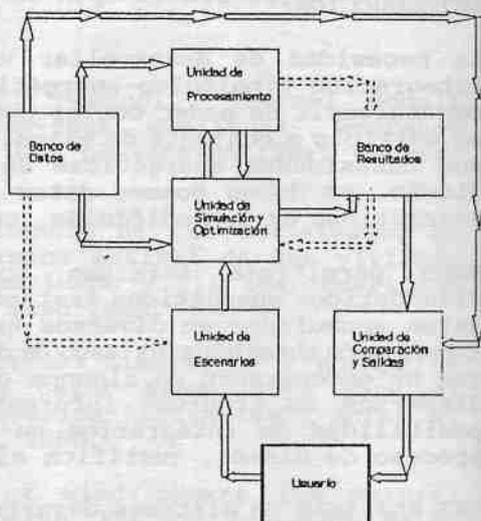


Figura 1 Estructura operacional del modelo de consumo.

La unidad de procesamiento comprende las rutinas que representan al modelo de análisis y clasificación de tipologías, modelo climático energético, modelo de eficiencia edilicia, el de regeneración gráfica, las interrelaciones clima-edificio, la eficiencia del equipamiento, los consumos reales y sus correlaciones, etc. Funciona con la información del banco de datos dentro del marco impuesto por la unidad de simulación y optimización.

La unidad de simulación y optimización posibilita realizar la simulación, optimizando los resultados según los requerimientos de la unidad de escenarios.

La unidad de escenarios es el módulo de comunicación con el usuario, materializado en ambiente CAD, que fija los condicionantes para realizar las simulaciones empleando información del banco de datos. Los resultados se acumulan en el banco de resultados que puede ser usado en otras simulaciones.

Finalmente la unidad de comparación y salidas completa el ciclo de comunicación entre el usuario y la estructura operativa del modelo, volcando los resultados de simulaciones, diagnósticos y comparaciones en el banco de resultados. En función de este modelo teórico se construye el sistema "ENERGOCAD".

CARACTERISTICAS DEL SISTEMA

El sistema que hemos denominado "ENERGOCAD", se compone de tres módulos interrelacionados entre sí:

- Gestor de datos climáticos y bioclimáticos.
- Gestor de datos tipológicos.
- Gestor de datos gráficos de diagnóstico y simulación térmica.

Estos se condensan en un módulo de gestión principal y permiten el tratamiento externo de las tres grandes variables: clima, tipología y comportamiento.

En la figura 2 se sintetiza la estructura operacional del sistema. Se previó además la posibilidad de acceder a los otros módulos desde la unidad de escenarios (AutoCAD) sin tener que regresar al módulo principal. De esta forma se pueden consultar los otros módulos y sus bases de datos sin salir del ambiente de diseño.

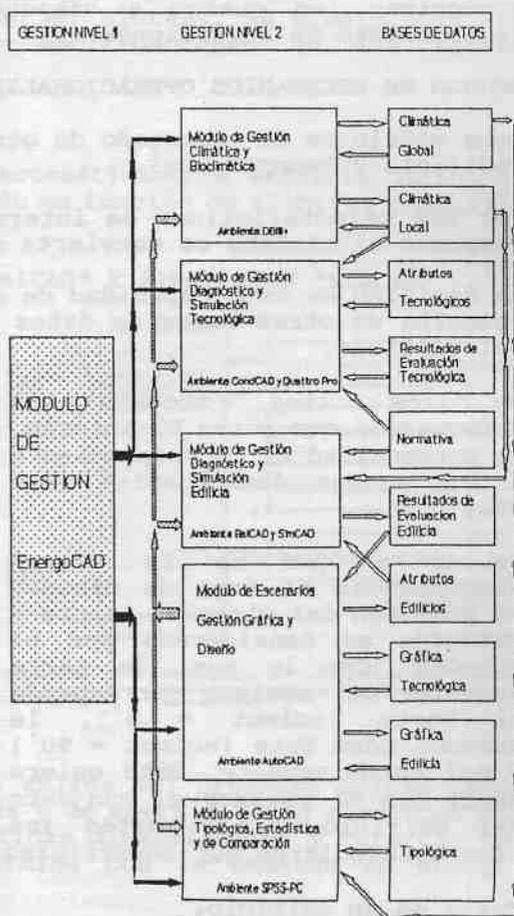


Figura 2. Estructura operacional sistema informatizado para el diseño bioclimático de alternativas edilicias.

Así se definen dos niveles de gestión: El "Nivel 1" permite el acceso a los módulos secundarios y el "Nivel 2" interactúa con las bases de datos.

El sistema se planteó modular, no solo por integrar programas de diverso origen, sino que la ausencia de alguno de ellos no comprometa la estabilidad del sistema. Además es flexible permitiendo crecimientos y modificaciones en los módulos que lo integran.

En el presente se encuentran en funcionamiento los siguientes módulos:

- Módulo de gestión climática y bioclimática.
- Módulo de escenarios para la gestión gráfica y de diseño edilicio.
- Módulo de gestión, diagnóstico y simulación tecnológica.
- Módulo de gestión, diagnóstico y simulación edilicia.
- Módulo de gestión tipológica, estadística y de comparación.

Se encuentran en preparación los módulos correspondientes a variables económicas, en cuanto a cómputo y presupuesto de materiales y rentabilidad de inversiones.

MODULO DE ESCENARIOS OPERACIONALIZADO EN AMBIENTE GRAFICO (AutoCAD)

Este módulo es el encargado de gestionar las bases de datos gráficas (edilicia y tecnológica).

Por sus características de interrelación con todos los módulos que componen el sistema se convierte en el más importante del mismo.

La decisión de esta capacidad de operación se debe a la necesidad de consulta de otras bases de datos mientras dura el proceso de diseño del edificio.

De los tres accesos de información que posee el AutoCAD, se personalizó el correspondiente a los menús descolgables (POP UPS).

Debido a que se le otorgó sensibilidad al área de dibujo, la posición del mismo en cuanto a rotación es considerada por el AutoCAD. Con lo cual la parte superior del monitor corresponde al Norte (acimut = 0°), la derecha como Este (acimut = 90°) y así sucesivamente. Esto quiere decir que si rotamos el conjunto del edificio o sus partes las ganancias solares por superficies vidriadas variarán.

Carga de un edificio:

El proceso de carga es simple y rápido por cuanto se trabaja con bloques o elementos a modo de un sistema prefabricado. Se dispone de un catálogo con diez tipos de muros exteriores, diez muros interiores, cinco tipos de puertas y ventanas y diez tipos de techos.

El sistema solo solicita definir un punto de inserción, luego de lo

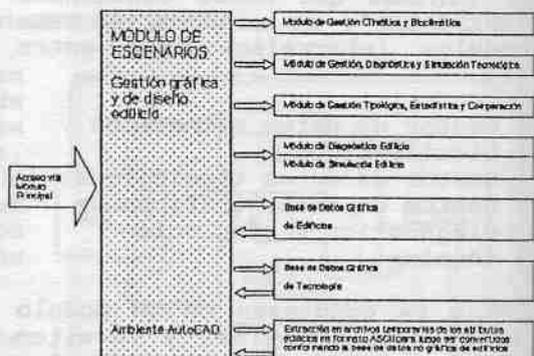


Figura 3 Flujograma de operación e interacción del módulo de escenarios con sus bases de datos y el sistema

cual pide el largo del elemento y su espesor. Posteriormente nos muestra en una ventana de diálogo las características o atributos del elemento para aceptarlos o modificarlos. Entre estos atributos se encuentran el coeficiente de conductividad térmica K, la altura media del elemento, el grado de protección respecto de otro local o edificio vecino y breve una descripción de sus características.

La Figura 4 muestra un ejemplo de dibujo, donde desde la carga (con croquis previo) a la extracción de atributos y el balance térmico se demora aprox. 15 minutos. En función de los resultados obtenidos se regresa al ambiente gráfico, donde pueden realizarse modificaciones en el diseño que son automáticamente actualizadas por el sistema. Se previó asimismo una orden que permite efectuar modificaciones en las partes tecnológicas.

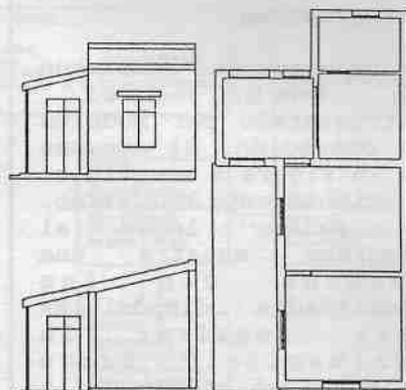


Figura 4 Ejemplo de salida impresa de una vivienda evaluada en el módulo de escenarios

Extracción de datos:

La extracción de datos se realiza automáticamente mediante macros en los menús que realizan la extracción en función de archivos plantilla construidos al efecto.

MODULO DE EVALUACION ENERGETICA "BalCAD" Y SIMULACION "SimCAD"

Este módulo ejecutado directamente desde el módulo principal o desde el módulo de escenarios, realiza un balance térmico en estado estacionario.

La relación con las bases de datos y el sistema puede verse en la Fig. 5.

El balance que realiza es mensual a lo largo de un año tipo basado en los grados día mensuales según el método de la Norma IRAM 11 604/90, evaluando el comportamiento del edificio.



Figura 5 Flujoograma de interacción del programa BalCAD con bases de datos y módulo escenarios.

En la Tabla 1 puede observarse una salida del programa BalCAD donde se ven las asignaciones porcentuales y de energía según elementos del edificio, un resumen de características dimensionales y térmicas del mismo y finalmente el balance térmico con la demanda de energía mensual.

El primer recuadro muestra las pérdidas según meses, en el renglón superior, las ganancias solares, en el medio y al final el balance relativo. El segundo recuadro muestra la demanda de combustible (gas natural o gas envasado), según meses sin considerar el aporte solar y en el último recuadro la reducción de la demanda con la ganancia térmica solar.

Esquema de funcionamiento del programa

El programa fue realizado en Turbo BASIC, estructurado por módulos de operación. El esquema de la Figura 6 muestra el funcionamiento del mismo. En primer lugar el programa muestra una ventana con las localidades disponibles para realizar la evaluación. Luego solicita el código de la vivienda, el nombre de la localidad, un nombre para identificar el archivo en la base de datos tipológica y las renovaciones de aire.

Luego muestra en una secuencia de ventanas el contenido de los archivos (climáticos y edilicios) solicitados previamente.

Finalmente muestra el resultado del balance preguntando si se desea una copia impresa para luego, regresar al módulo de escenarios guardando una copia de estos resultados en la base de datos correspondiente. La rutina que determina la radiación solar incidente en planos con diversa orientación y pendiente, esta basado en el modelo de Liu&Jordan, siendo común a los dos módulos.

El Módulo SimCAD

Este programa de características simples considera al edificio como un solo local. Posee como antecedente el programa "NODOS2" (14) acondicionado al tratamiento de edificios.

El programa realiza una simulación térmica horaria para cualquier implantación geográfica considerando aportes solares, de habitantes y por equipos calefactores, simulando los días que se considere conveniente. Posee una rutina de control de sombras sobre la envolvente de carga manual. Determina a partir de una temperatura máxima y mínima exterior las temperaturas superficiales e intersticiales de la envolvente como así la temperatura interior del local.

ASIGNACION PORCENTUAL DE PERDIDAS TERMICAS SEGUN BALANCE

CONSUMO DEBIDO A PERDIDAS POR MUROS.....	W/C.142.73	30.55 %
TECHOS.....	W/C. 73.87	15.82 %
ABERTURAS.....	W/C. 54.47	13.24 %
PISOS.....	W/C. 34.32	7.35 %
RENOV. DE AIRE.....	W/C.154.48	33.07 %

RESUMEN CARACTERISTICAS DIMENSIONALES Y TERMICAS DEL EDIFICIO

COMPACIDAD.....	0.33
FACTOR DE FORMA.....	0.82
FACTOR DE EXPOSICION.....	0.71
CARGA TERMICA DEL EDIFICIO.....	KW.h..... 15351
COEFICIENTE UA DEL EDIFICIO.....	W/oC..... 467
COEFICIENTE UA POR UNIDAD DE AREA.....	W/m2oC... 7.87
COEFICIENTE UA POR UNIDAD DE VOLUMEN.....	W/m3oC... 2.12

BALANCE TERMICO Y DEMANDA DE ENERGIA MENSUAL SEGUN GRADOS DIA

Energia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
	en kWh*10												
Perdidas	4	7	27	92	184	278	301	274	187	121	49	11	1535
Ganancias	44	45	47	56	61	58	58	60	52	47	45	44	616
Balance %	977	671	175	61	33	21	19	22	28	39	92	391	0

Sin sol	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
m3/mes	4	6	25	85	169	256	276	252	172	111	45	10	1412
Kg/mes	3	5	19	65	131	197	213	194	133	86	35	8	1090

Con sol	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
m3/mes	-36	-35	-19	33	113	203	224	197	125	68	4	-30	846
Kg/mes	-28	-27	-14	26	87	156	173	152	96	53	3	-23	653

Tabla 1 Salida del balance térmico realizado por el programa BalCAD

Los resultados del programa fueron comparados con los del "Codyba" ⁽¹⁵⁾ obteniéndose diferencias cercanas al 10%.

BASES DE DATOS DEL SISTEMA

BASES DE DATOS EDILICIAS

Los períodos precedentes de beca permitieron conformar un banco de datos ⁽¹⁶⁾ con información proveniente del proyecto "Audibaires" que generó abundante material sobre aproximadamente 2000 casos de viviendas unifamiliares y colectivas.

La información contenida en la base de datos incluye:

Datos generales de la vivienda, datos sobre sus dimensiones y forma, datos sobre sus características térmicas, datos sobre el consumo de energía, datos histórico-temporales, Datos sobre su forma y datos sobre el ente productor.

BASES DE DATOS CLIMATICAS Y BIOCLIMATICAS

Las características de estas bases de datos se exponen en otro trabajo de esta Reunión. Estas son utilizadas por el sistema mediante los subprogramas BalCAD, SimCAD y ConCAD para la evaluación y simulación térmica de edificios. Se gestiona mediante un módulo específico de acceso independiente, operativizado en ambiente DBase.

A la fecha se posee una base de datos bioclimática que abarca todo el país (188 estaciones) apoyado por un Atlas bioclimático de la región pampeana que se prevee abarque otras regiones del país.

BASES DE DATOS TECNOLOGICAS

Se desarrollaron tres bases de datos tecnológicas sobre tecnologías de partes edilicias y características físico térmicas de los materiales de construcción.

Estas bases de datos interactúan con los subprogramas de la unidad de escenarios, tanto en el diseño como en la simulación y el cálculo.

Base de datos tecnológica gráfica: Esta base de datos está integrada por 45 archivos de bloques (muros, ventanas, puertas y techos) en formato DWG de AutoCAD.

Estos archivos gráficos son tratados dentro del ambiente CAD como bloques con atributos. Estos bloques conforman una base de datos que a solicitud de la unidad de escenarios genera gráficamente, por ejemplo, un muro con su longitud, espesor y rotación introduciendo automáticamente una descripción del mismo, su característica térmica, grado de protección y altura media.

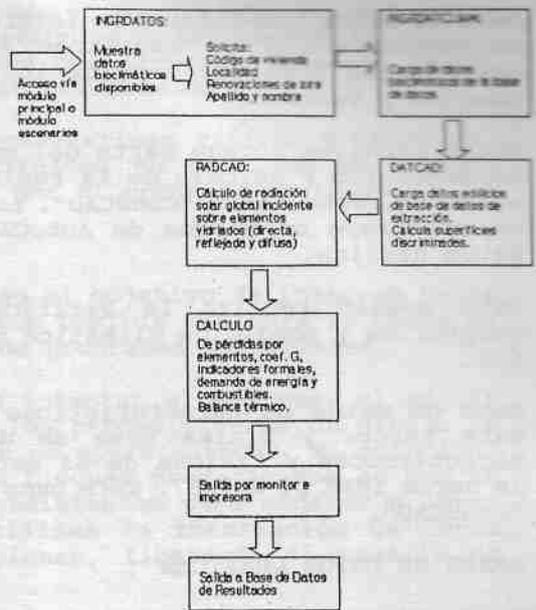


Figura 6 Esquema de operación del programa BalCAD

Base de datos tecnológica de intercambio: Esta base de datos compuesta al presente por 45 registros en formato ASCII y WKQ posee una descripción capa por capa de los distintos tipos de muros, techos, puertas y ventanas.

Estos archivos forman parte del módulo de verificación del riesgo de condensación y cálculo de la resistencia térmica y coeficiente K del elemento, denominado "CondCAD". Luego de la verificación del elemento se construye un bloque de AutoCAD que es incorporado a la base de datos gráfica.

Este módulo realiza la verificación para cualquier localización geográfica y condición climática según el método de la norma IRAM 11.625.

Base de datos de características físicas y térmicas de materiales: Esta tercer y última base de datos describe las características higrotérmicas y físicas de 62 materiales de construcción basadas en la norma IRAM 11 601/87. Esta base de datos interactúa con el programa "CondCAD".

BASES DE DATOS GRAFICAS

Se construyeron dos bases de datos gráficas en función de cuatro métodos posibles de diseño.

El primer método consistió en el diseño directo con entidades simples (líneas, arcos, polilíneas, etc.) sobre el AutoCAD generándose un archivo de dibujo en formato "DWG".

Luego se comenzó a desarrollar un programa en AutoLISP que extrajera las dimensiones de las entidades del archivo gráfico para procesarlos. La complejidad de moverse en estos archivos y la dificultad de programación del AutoLISP hicieron abandonar provisoriamente este camino. En principio este es el método óptimo por cuanto se trabaja directamente sobre la base de datos gráfica del edificio sin generar otras auxiliares.

El segundo método consistió en diseñar el edificio de manera similar al anterior pero realizando una conversión del archivo gráfico a formato DXF.

El tercer método, de características más complejas, intentaba tratar ambientes tipificados de edificios residenciales como objetos gráficos o módulos, que serían insertados en el dibujo principal solo validando sus proporciones y posición (rotación o espejado). Para esto se construyó una base de datos de más de 40 módulos con los cuales se experimentó en el diseño de prototipos de vivienda para probar su efectividad.

La justificación radica en que uno de los objetivos secundarios del proyecto planteaba la posibilidad de construir una unidad de regeneración tipológica "URT-CAD" que permitiera componer y/o recomponer un edificio o conjunto de ellos apoyado en la base de datos tipológica.

Finalmente y con la experiencia adquirida, surgió el cuarto método que es el que al momento está en funcionamiento. Este método se apoya en partes de edificios como muros, techos o ventanas en función de sus orientaciones a modo de planos en 3 dimensiones con una pendiente y

una orientación. En este caso se trabaja con objetos o partes de edificios y a modo de un sistema prefabricado se "monta" el mismo, eligiendo el tipo de cerramiento, sus proporciones respecto de un módulo base de 1 metro x 1 metro, y su orientación.

Estos módulos poseen atributos, características físicas y térmicas, que al finalizar el proceso son extraídos en archivos en formato ASCII. Estos archivos son procesados por el programa "BalCAD".

CONCLUSION

El sistema funciona habiéndose logrado el objetivo de integrar bases de datos con el CAD. Definido un método posible comienza la tarea de construir un sistema que no dependa de programas comerciales.

Respecto de los diversos módulos que integran el sistema, el módulo escenarios es amigable al usuario y los procedimientos de dibujo se han simplificado al máximo para quién no opere AutoCAD. El principal problema, debido a que se diseña con bloques predefinidos es que se posee poca libertad formal. Los procedimientos para acceder a otros módulos son muy simples y estos utilizan la información de forma automática para realizar sus operaciones, liberando al usuario de tediosas cargas de datos.

En cuanto los cuatro métodos de tratamiento gráfico experimentados, y a pesar de haberse adoptado el último, surgen como posibles, combinaciones que optimizarían la gestión de datos y el proceso de diseño de un edificio. Queda claro que lo óptimo es leer directamente un archivo de dibujo en formato DWG vía programación en AutoLISP. Esto independientemente de que trabajemos con partes de edificios o partes de envolvente.

Se plantearían entonces dos escalas del problema. En la primera para el diseño de células habitables aplicaríamos el cuarto método. De esta forma tendríamos células-locales o células-viviendas con características sistematizadas con las cuales podríamos ascender en la escala de complejidad edilicia hasta poder modelizar y simular en equipos tipo "Workstation o Minimainframe" porciones de ciudad.

En cuanto al programa BalCAD, este opera con eficiencia los datos con mínima participación del usuario volcándolos en forma clara y comprensiva. La información producida sirve al momento de decidir donde localizar las medidas de conservación.

Calcula la carga térmica anual del edificio y realiza un balance térmico anual discriminado mensualmente, con lo cual no solo conocemos el aporte solar de invierno sino la sobrecarga térmica de verano.

El programa de simulación SimCAD, a pesar de sus limitaciones nos permite conocer la evolución de temperaturas en el interior del edificio.

REFERENCIAS

(1) Basado en el modelo de consumo desarrollado por el IAS-FIPE en el Proyecto "Conservación de Energía. Estudio del consumo energético en viviendas de la zona templada húmeda". La Plata, 1983.

(2) E. Rosenfeld et al. "Audibaires, Plan Piloto de Evaluaciones Energéticas de la zona de Capital Federal y Gran Buenos Aires". Informe Final. IAS-FIPE (1987). Con extensión a Gas Envasado. Expuesto y/o publicado en Actas de ASADES '86 en adelante.



- (3) E. Rosenfeld et al. "Plan Integral Para la Conservación de la Energía en la Micro-región de Río Turbio". Informe Ejecutivo. IDEHAB-FAU-UNLP. (1988). Expuesto y/o publicado en actas de ASADES '87 en adelante.
- (4) J. Czajkowski "Tipologías de Vivienda para el Análisis Energético Urbano en el Area Metropolitana". Primer Informe de Avance, CONICET (1988).
- (5) J. Czajkowski y E. Rosenfeld. "Resultados del análisis energético y de habitabilidad higrotérmica de las tipologías del sector residencial urbano del Area Metropolitana de Buenos Aires". Expuesto en la 14ª Reunión de Trabajo de ASADES. Mendoza 1990.
- (6) H. Draxler, A. Kurz, W. Hammerschmidt, "CAD-a Basic Tool for High Tech Planning in Advanced Building Project Management", de las Actas del PLEA'88, Porto, Portugal, julio de 1988.
- (7) Cedric Green "CAD and Thermal Design Methods", de las Actas del PLEA'88, Porto, Portugal, julio de 1988.
- (8) R.J. Peckham, Commission of the European Communities, Joint Research Centre, Ispra, Varese, Italia, "A PC-Based Design Aid for Siting Solar Components", de las Actas del PLEA'88, Porto, Portugal, julio de 1988.
- (9) J.J. Roux, M. Hiramond, N. Molle, P. Depecker, Laboratoire Equipement de l'Habitat, INSA de Lyon, Centre de Thermique, Francia, "X2A-a General Computer Aided Design System for Buildings: Thermal Components", de las Actas del PLEA'88, Porto, Portugal, julio de 1988.
- (10) J.J. Roux, P. Depecker, G. Krauss, Building Physics Laboratory, Thermal Center, INSA de Lyon, Francia, "Pertinence and Performance of a Thermal Model Adapted to a CAD Context", de las Actas del PLEA'88, Porto, Portugal, julio de 1988.
- (11) J.W. Axley, Department of Architecture, Cornell University, Ithaca, EEUU, "Building Energy Simulation Using Assemblages of Discrete Thermal Elements", en Actas de 11ª National Passive Solar Conference, Boulder, Colorado, junio de 1986.
- (12) J. Douglas Balcomb, Solar Energy Research Institute, Golden, Colorado, EEUU, "Energy Signatures: A Proposed new Design Tool", en Actas de 11ª National Passive Solar Conference, Boulder, Colorado, junio de 1986.
- (13) "Informatica na Conservação de Energia em Edificações", Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Sao Carlos, del Estado de Sao Paulo. Agencia para la Aplicación de la Energía, San Pablo, Brasil, julio-agosto 1989.
- (14) Cevallos Paz, A.R., Czajkowski, J.D., De Abreu Silva, P.H. y Martí, V.H. "Diseño de una repetidora de radioenlaces energéticamente autónoma, emplazada en una región tórrida y aislada". Workshop del Curso Superior de Ingeniería en Fuentes no Convencionales de energía. Publicado por el Ministero Affari Esteri, Direzione Generale per la Cooperazione allo Sviluppo, Sogesta, Italia, 1988.
- (15) CODYBA, Programa de simulación térmica producida por el INSA du Lyon. Propiedad del IDEHAB.
- (16) Czajkowski, J. y Rosenfeld, E. "Base de Datos Piloto de las Tipologías de Viviendas del Area Metropolitana de Buenos Aires". Expuesto en la 14ª. Reunión de ASADES. Mendoza, 1990.