

## MÉTODO DE DISEÑO ENERGÉTICO.

Jorge Luis Guerrero  
Centro Experimental de la Vivienda  
y el Equipamiento Urbano.

Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Comahue.  
Buenos Aires 1400 - 8300 Neuquén.

### RESUMEN

El presente trabajo trata de reunir los distintos elementos de un programa de investigación de más de seis años, los aportes de otros programas de duración parecida y el método empleado actualmente en la Institución.

Los procesos de diseño pueden ser empleados para cualquier realización en cualquier área de la actividad humana. Los objetos de diseño pueden ser materiales o abstractos. Lo que tienen en común unos y otros es que para su concepción se ha seguido un proceso de diseño.

Referirse al comportamiento energético comprende una serie de situaciones que son respuesta o resultado de una serie de factores climáticos, físicos, y de uso del edificio. Para que cualquier cambio ocurra, es necesaria la intervención de la energía, la que se transforma de un estado a otro, ejecutando trabajos o permitiendo condiciones diferentes a las que habría sin su actuación. Esto crea, según los casos, condicionantes o requisitos que se incorporan al diseño.

Para llevar adelante las distintas etapas del diseño energético se ha realizado una serie de herramientas de ayuda computacionales, que conjuntamente con sus auxiliares están disponibles para los potenciales usuarios.

### DEFINICIÓN DEL MÉTODO GENERAL DE DISEÑO.

En forma breve se lo puede definir como sigue:

El Método General de Diseño es un ordenamiento de procedimientos a realizar para concebir un objeto.

No existe un camino directo en el que se puedan encontrar todas las partes correspondientes en el estado en que se necesitan, formando un conjunto armónico, compatibilizado y que encima garantice la ejecución.

El método que permite ésta elaboración es iterativo, denominándosele método de diseño y resulta el camino más adecuado para la concepción correcta de un objeto.

\* Estructura del método general de diseño.

Todo proceso de diseño contiene en esencia las siguientes

etapas:

- 1.-Etapa de análisis.
- 2.-Etapa de síntesis.
- 3.-Etapa de evaluación.
- 4.-Etapa de optimización y selección.

En la primera se destacan los requisitos que debe cumplir el diseño, deducidos del objetivo, y los condicionantes al diseño, impuestos por el contexto.

En la segunda, la intervención del diseñador con su capacidad organizativa, su marco conceptual y su creatividad en la generación de propuestas sobre el objeto.

En la tercera, la definición y aplicación de los procedimientos acordados para la evaluación de las propuestas.

En la cuarta se llega a la finalización del diseño o bien a la generación de una nueva propuesta mejorada, volviendo al punto segundo.

En ningún caso el método de diseño permite volver a la etapa de análisis que significaría replantear tanto los requisitos como los condicionantes. Si el desarrollo del diseño deja ver que algún requisito no fue explicitado o algún condicionante no fue identificado, luego de su inclusión se estará en presencia de un nuevo proceso de diseño y no ante una realimentación del proceso que se estaba haciendo.

\* Etapa de análisis. Objetivo y contexto.

Al tratar de diseñar cualquier objeto existen siempre dos elementos que lo van a configurar finalmente.

En primer lugar se debe tener un objetivo claro de lo que se necesita realizar y en segundo lugar ante cualquier realización existirá un contexto en el cual se desarrollará la acción.

El objetivo de lo que se quiere realizar en el área planteada, estará dado en función de las características del objeto que se propone realizar y todo objetivo se traduce posteriormente en una serie de requisitos que deberán ser cumplidos en mayor o en menor medida por el objeto diseñado.

El contexto delimita el campo de acción, tanto en el proceso mismo de diseño como en las características posibles del objeto diseñado. Algunas de las características del contexto pueden no tener importancia en el diseño y otras tener tal influencia que las consecuencias de su accionar sean ineludibles. Cuando las características del contexto responden a ésta segunda situación se traducen en condicionantes al diseño y su cumplimiento debe observarse totalmente y no parcialmente. Esto no significa que un condicionante en primera instancia contrapuesto con el

objetivo sea una traba insalvable para la realización del diseño que cumpla con ambos, requisitos y condicionantes.

\* Definición y tratamiento de requisitos.

A pesar de que la formulación del objetivo pueda resultar clara, muchas veces lleva implícita una serie de conceptos que deben ser analizados, en virtud de hallar todos los requisitos pertinentes a dicho objetivo. El riesgo de omitir algún requisito, es que el objeto resultante adolecerá de fallas que posiblemente se manifestarán durante la evaluación. Los requisitos para su mejor análisis deben ser clasificados por tipo o clases y sistematizar su ordenamiento.

En la definición de los requisitos deberá tenerse especial cuidado en su formulación, pues una equivocación en este aspecto induce habitualmente a un tipo de diseño limitante ajeno a las posibilidades del uso del método.

\* Determinación de condicionantes.

En el contexto en el cual se realizará el diseño los condicionantes al mismo están continuamente presentes. Ello no indica que se tenga clara conciencia de los mismos. Casos de condicionantes habituales son los económicos, temporales, vinculados a la seguridad, de habitabilidad, de disponibilidad, de accesibilidad, espaciales y muchos otros.

Al igual que con los requisitos, es necesario un análisis profundo del contexto para determinar los condicionantes de entre todas las características del mismo. Estos condicionantes deben ser clasificados y sistematizados en forma similar que los requisitos.

En esta etapa de análisis se puede hallar con frecuencia que determinados requisitos condicionan el diseño. En estos casos aparece un condicionante no previsto en el contexto. También se da el caso inverso y se puede requerir cumplir en mayor o menor medida con algunos condicionantes opuestos, con lo que éstos en realidad se transforman en requisitos o se acepta una opción anticipada.

\* Definición de pautas de diseño por interacciones sucesivas.

Antes de encarar propuestas que se supone cumplirán los requisitos y se ajustarán al contexto es necesario definir el camino que llevaría a ello. Este camino es un cuerpo de ideas conclusivas provenientes de un análisis exhaustivo del objetivo y del contexto, llamado pautas de diseño y que permanecerán invariables durante los pasos siguientes.

Para poderlas definir se debe conocer la influencia que cada requisito ejerce sobre el otro, cada condicionante sobre el otro y cada condicionante sobre cada requisito. Luego se tendrá clara conciencia de los límites indepen-

dientes e interdependientes que tiene el futuro accionar en el método.

La definición de cualquier pauta de diseño no debe ser limitante, la que en caso de estar incorrectamente expresada provocaría un condicionante falso en el diseño.

No puede evitarse que todo un conjunto de procesos psíquicos se manifieste simultáneamente por más que se desee una objetividad absoluta. Por ésta razón surgen ciertas tomas de posición sobre futuras propuestas, que en arquitectura es denominada "partido arquitectónico".

#### \* Etapa de síntesis. Generación de Propuestas.

En la generación de las propuestas tanto inicial como sucesivas, intervienen una serie de factores que resultan de las pautas de diseño, es decir del resultado de la etapa de análisis, y muchos otros que tienen que ver más con el marco de referencia de conocimientos del diseñador, que con estas pautas.

Por otra parte se hacen presentes en ésta etapa otra serie de procesos psíquicos del diseñador que conforman una síntesis de ideas que se incluyen en la propuesta. Esta generación de ideas nuevas, no reconocidas dentro del marco propio de referencia del diseñador, se transforman en lo llamado "salto creativo".

De lo antedicho se deduce que los elementos que intervienen en el proceso de generación de propuestas son:

- Conclusiones de la etapa analítica.
- Elementos aportados por el diseñador.
- Salto creativo.

#### \* Etapa de evaluación. Grado de cumplimiento de requisitos de las propuestas.

La evaluación de cualquier propuesta debe referirse al grado de cumplimiento del objetivo trazado, es decir de cada uno de los requisitos. No se puede evaluar la concordancia con el contexto pues es una propiedad invariante y verificar el cumplimiento de los condicionantes resulta ser una mera práctica de prudencia en el diseño.

Resulta entonces que cualquier evaluación que se haga en etapa del proceso de diseño debe arrojar como resultado un grado de cumplimiento.

Según el objeto de diseño y a que área corresponda serán los métodos de evaluación pertinentes con sus correspondientes procedimientos particulares.

Los más abarcativos son la simulación que puede ser totalmente ideal (teórica) o física (analogía), la semejanza que se basa en evaluar en forma física, con fenómenos que son de la misma naturaleza y por último el ensayo

se emplea para evaluar el comportamiento de partes del sistema para mejorar la propuesta o sobre un prototipo para pulir el objeto diseñado si es repetitivo.

#### \* Procedimientos iterativos del diseño.

El diseño contrariamente a otros métodos de funcionamiento lineal resulta ser iterativo. El hecho de que sus propuestas necesiten ser evaluadas muestra a las claras que el objetivo no necesariamente se cumple totalmente con la primera aproximación, sino que el resultado de la evaluación debe ser transferido a una nueva propuesta si es que la anterior no satisfizo totalmente al objetivo, convirtiéndose en un proceso de retroalimentación.

La transferencia de los resultados de la evaluación a un paso anterior del procedimiento no implica una modificación de las pautas de diseño sino una modificación de la síntesis de la propuesta. Si se modificaran las pautas implicaría simultáneamente que se han modificado los elementos que las generan, es decir los requisitos o los condicionantes, o lo que es lo mismo, o el objetivo o el contexto o ambos simultáneamente. En éste caso se está en presencia de un nuevo proceso de diseño.

#### \* Etapa de optimización y selección.

El proceso de síntesis puede haber generado una o más propuestas simultáneas y la evaluación habrá arrojado un grado de cumplimiento para cada una. Si la propuesta es única y cumple con el objetivo, es la solución; en cambio, si no cumple, es posible de reformulación u optimización. Si son varias que cumplen son posibles de selección, o bien si luego de varios intentos ninguna cumple son posibles de opción por parte del diseñador o en su defecto rechazo.

### EL MÉTODO ENERGÉTICO.

Un edificio habitado es semejante a un ser vivo, es decir en él casi nada está quieto. Allí cotidianamente ocurre una serie de procesos cuya característica física global es la exigencia de intercambios energéticos para que sean posibles. Alegóricamente se podría pensar en una simbiosis entre el habitat y el morador en la cual se necesitan mutuamente a nivel energético para ser tales.

Ciertamente para que cualquier fenómeno ocurra es necesaria la intervención de la energía, la que se transforma de un estado a otro, ejecutando trabajos o permitiendo condiciones diferentes a las que habría sin su actuación.

Consecuentemente la energía en el edificio necesita ser aportada desde el exterior y la energía de desecho, ser disipada desde el interior, como cualquier proceso termodinámico con producción de trabajo o transformaciones.

Si se analiza en forma global las necesidades energéticas de cualquier edificio habitado, surge que la cantidad de energía indispensable para realizar los procesos útiles es insignificante frente a la demanda para mantener la condición de habitabilidad que posibilita la actividad humana.

Esta última demanda, la energía de acondicionamiento, que no interviene pero posibilita la realización de las actividades, es la que interesa considerar, pues es la que en realidad se puede modificar dentro de límites bastante amplios.

Proponerse obtener un conocimiento relevante de esta problemática en los edificios conduce a obtener en el método una definición y un análisis acabado de los condicionantes y requisitos energéticos.

El requisito energético normalmente contempla la elaboración y o implementación de políticas públicas, (específicamente referidas a la energía) que lleva directamente a focalizar la atención en el uso de ese edificio. (y específicamente del uso energético). Aparte puede incluir cuestiones inherentes al usuario o situaciones particulares del edificio o su localización.

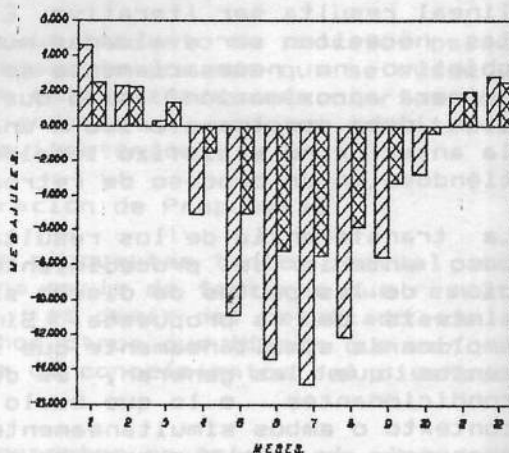
El condicionante energético normalmente contempla aspectos climáticos, geomorfológicos, físicos y constructivos, amén de las disponibilidad de fuentes energéticas o su accesibilidad. El habitante del edificio que realiza actividades y que consume energía, su comportamiento (actividad humana) que tienen incidencia con la producción, acceso, uso y consumo de energía, no olvidando el factor histórico, necesario para analizar al fenómeno socialmente en el medio en el cual desarrolla su vida.

En resumen, incluir el factor energético en el diseño implica esto y mucho más. No existen las situaciones ideales sino la simple generalización de lo real. Esta inclusión conlleva a que exista este requisito explicitado en el marco de referencia de todos los condicionantes físicos y socio-económicos que lo definen.

#### LAS HERRAMIENTAS ACORDES.

El tratamiento de la energía de acondicionamiento es el objeto principal de este desarrollo. Para el caso general de empleo de las herramientas de síntesis y evaluación se

Balances Totales Anuales.

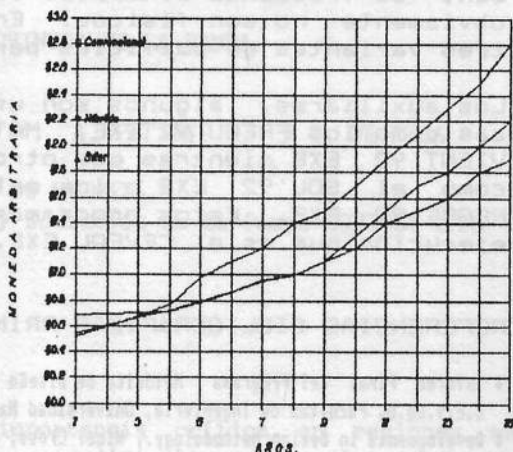


define la envolvente en forma más precisa que lo habitual.

La envolvente externa es el conjunto de los elementos materiales que circunscriben a la totalidad de los ambientes, separándolos del medio exterior.

La existencia de los locales o ambientes llamados espacio tapón, cuya situación higrotérmica puede diferir de la de bienestar, que puede poseer sectores de envolvente externa del edificio, tanto como tabiques de intercambio térmico con locales en situación de bienestar higrotérmico y puede además tener tabiques de intercambio térmico con otro u otros espacios tapón y locales no acondicionados con fuentes internas de calor, obliga a otra definición de la envolvente acondicionada.

Desarrollo de Monto de la Inversión.



La envolvente acondicionada es el conjunto de los elementos materiales que circunscriben a la totalidad de los ambientes en tal situación, separándolos del medio que no lo está.

Bajo estas premisas se desarrollaron programas de cómputo que contemplan situaciones de balance integral energético, influencia climática en el acondicionamiento, evolución del costo energético y una serie de programas auxiliares adicionales de los cuales sólo se mencionan algunos, por su implicancia en el desarrollo del método. Estas herramientas se emplean fundamentalmente en las etapas de síntesis y evaluación.

El balance por la envolvente externa, se realiza por medio del BALAN'92 EXE, que permite ágilmente variaciones de configuración y propiedades edilicias. Puede ser empleado para los espacios tapón por aproximaciones sucesivas de su condición térmica interior ya que no cuenta entre sus algoritmos con resolución lineal de grandes ecuaciones. Complementa este balance el de renovaciones de aire, de características parecidas, el RENOV'92 EXE en el que se pueden considerar también distintas situaciones térmicas del confort, aparte del tipo de ventilación.

Cierra este ciclo el DISCR'92 EXE, cuya misión es discriminar para el análisis los balances realizados por los anteriores y archivados mensualmente. Estos programas de balance requieren de la sistematización climática efectuada por el CLIMA'92 EXE, que configura este condicionante a través de archivos \*.CLB de cada localidad tratada. En el primer gráfico se muestra un edificio simple de ejemplo,

tratado con estos programas, siendo rayado el convencional y birrayado el mejorado.

En la etapa de evaluación, cuando el condicionante económico está presente o cuando hay requisitos que lo demanden, es frecuente el empleo del COSTO'92 EXE, cuyos datos obviamente no son físicos. En el segundo gráfico se ven tres variantes de edificios para un mismo fin como ejemplo.

Los auxiliares, algunos son usados en cuestiones climáticas como los FRECU'92 EXE, MATE1'92 EXE, MATE2'92 EXE y VIENT'92 EXE mientras que otros en la etapa de evaluación como el SOL'92 EXE o los estadísticos PLACH'92 EXE y REGRE'92 EXE. Estos programas tienen una base común de ejecución que es el CEVEQU EXE.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS PRINCIPALES.

- † Informe Final del Programa Metodica de Diseño Energético para Viviendas., Guerrero, J.L., C.E.V.Eq.U, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, 1993.
- † Developments in Design Methodology., Nigel Cross, J. Wiley, N. York, 1984.
- † Ensayo sobre la síntesis de la forma., Christopher Alexander. Harvard University Press. Ediciones Infinito, 1973.
- † Métodos de Diseño. J. Christopher Jones. John Wiley & Sons Ltd. Gustavo Gili S. A. 1976.
- † Configuración en Arquitectura. Leonardo Combes. Ambiente 23. 1980.
- † Ideología y Metodología del Diseño. Jordi Llouvet. Gustavo Gili S.A. 1979.
- † Informes del Programa sobre Conjuntos de Alta Densidad y Baja Altura., Rosenfeld, E. et al., IAS/FABA, La Plata, 1978/81.
- † Diseño Arquitectónico: Arquitectura y Ciencias Humanas. Geoffrey Broadbent. John Wiley & Sons Ltd. Gustavo Gili S.A. 1982.
- † Building for Energy Conservation. O'Callaghan, P. W., Bedford, Pergamon Press. Inglaterra, 1978.
- † D-02. Clima y Radiación Solar I, D-03. Clima y Radiación Solar II, D-05. Párrafos de Transferencia de Calor y D-07. Sistemas pasivos., Guerrero, J. L., I.A.S.- Instituto de Arquitectura Solar. F.A.U.L.P y F.A.B.A.. La Plata, 1977.
- † Transmisión del Calor., Isachenko, V. P., Osipova, V.A. y Sukmel., Marcombo, Barcelona, 1973.
- † Calefacción y Ventilación. Acondicionamiento de Instalaciones Sanitarias., Rumor, C. y Stohmenger, G., Editorial Científico Médica ULRICO HOELPI. Milan 1972. 480 p.
- † Cartas de radiación solar global sobre el plano horizontal., en  $Mj/m^2$ , Guerrero, J. L. et al., IAS/FABA, La Plata, 1978.
- † Red Solarimétrica. Datos de Radiación Solar Registrados en las Estaciones de la Red Solarimétrica., C.N.I.E., Vol. 1 al 13, Centro Espacial San Miguel., desde 1986.
- † Solar energy outside the Earth's atmosphere., M. P. Thekaekara, Solar Energy, V.14 N02, pp. 109-128. Pergamon Press, Oxford, 1973.
- † Calculation of monthly average insolation on tilted surfaces., S.A. Klein, Solar Energy, V.19 N04 pp. 325-330. Pergamon Press, Oxford, 1977.
- † Cartas de radiación solar global de la República Argentina., Crivelli, E. S., et al., Meteorológica Vol. III, 1972.
- † Le Rayonnement Solaire au sol et ses mesures., Christian Perrin de Brichambaut et Guy Lambolley., Cahiers de l'AFEDS N01, S.A. éditions Européennes "Thermique & Industrie", Paris, 1968.
- † Influencia de la acción del viento en el diseño de conjuntos urbanos., Boldes, U. y Morosi, J., Buenos Aires, Programa Nacional de Tecnología de Vivienda. 1983.
- † Estadísticas Meteorológicas, Climatológicas y Pluviométricas. S.M.N., Años 1921/50, 1928/34, 1951/80.
- † Estadísticas Hidrometeorológicas. Agua y Energía de la Nación. Años 1945/82.
- † Atlas Climático de la República Argentina (1960), ed. Serv. Met. Nacional, Buenos Aires.