

DISEÑO MASIVO. Posibilidades de las composiciones masivas con diseño por computador (CAD) y fractales

Rodrigo García Alvarado *

El documento informa sobre las capacidades y ventajas que poseen los sistemas de diseño por computador (CAD), los cuales permiten estudiar mas integradamente el conjunto y las unidades por medio de operaciones que realiza el computador en un mínimo de tiempo y cuyo resultado es importantísimo en la producción de proyectos habitacionales. Además, proporcionar vías para la industrialización constructiva y la participación social.

This paper gives an account of Computer Aided Design's (CAD) capacities and advantages which enable the integral study of groups and units through operations carried out by the computer in little time, giving very important outputs in the production of housing projects. It also provides a tool for industrialized construction and social participation

1.

Los grandes proyectos residenciales, como también algunos proyectos industriales o de oficinas, pueden ser conceptualizados como diseños de grandes cantidades de partes (diseños masivos). En estos casos, el trabajo de proyecto se tiende a concentrar en la resolución por separado de las partes y del conjunto en dos escalas distintas. El diseño del conjunto debe resolver fundamentalmente la distribución adecuada de la multitud de unidades, requiriendo el dibujo de cada una de las unidades para el estudio de cualquier alternativa de ordenación. Por lo cual, se tiende a simplificar la representación de las unidades, asemejarlas entre sí, y a usar simples repeticiones ortogonales. Especialmente en los proyectos estrechos en tiempo, costos y normalizaciones, que deben recurrir a estrategias gráficas sencillas. Basado además, en que las partes suelen tener requerimientos parecidos y estar agrupados por una economía por cantidad que exige racionalización constructiva. Lo que produce

actualmente (y especialmente en vivienda), una proliferación de repeticiones monótonas, desajustadas con las realidades particulares, y con adaptaciones individuales desconsoladas e ineficientes. Sin embargo estrictamente, las economías de cantidad requieren racionalizar los procesos constructivos, y no necesariamente igualar y regularizar todas las formas. **Las repeticiones idénticas y simples no son una característica intrínseca de los proyectos masivos, sino que obedecen básicamente a las posibilidades prácticas de manejar el diseño de grandes cantidades.**

La masificación constructiva, regularidades funcionales y urbanas, podrían combinarse con variaciones particulares y posibilidades de desarrollos progresivos para una mejor resolución de

* Arquitecto, Docente Universidad del Bío-Bío.

necesidades específicas, identidad individual, participación de los usuarios, adaptación a contextos y generaciones de espacios comunitarios.

Esta aproximación es visible por ejemplo, en las agrupaciones residenciales vernáculas, que desarrollan «tipologías», similares en tecnología constructiva, distribuciones y volumetrías, pero con diferencias específicas en cada caso, constituyendo complejos conjuntos con armonía general y diversidades individuales. Algunos autores contemporáneos han elaborado estrategias de diseño masivo con variedad, como el «soporte y relleno» de Habraken, el «lenguaje de patrones» de Alexander o los proyectos de Lucien Kroll (Fig. 1). Sin embargo, estas vías son difícilmente practicables y coordinables en situaciones de rápida producción masiva, por la complejidad de diseño que involucran.

2.

Los sistemas de diseño por computador (CAD) disponen de **operaciones de repetición**, que desarrollan automáticamente sobre un conjunto de figuras, copias sucesivas en cada eje de acuerdo a un incremento determinado (de la forma; $(n * D X) * (n * D Y) * (n * D Z)$), produciendo repeticiones lineales, en extensión y/o en altura. Incluyendo también repeticiones circulares (de la forma; cantidad por ángulo).

De este modo, el dibujo de una unidad residencial puede repetirse con incrementos equivalentes a la dimensión del sitio, para producir una manzana. Además producir una manzana completa, con incrementos equivalentes al total de sitios más los anchos de calles, para producir una agrupación regular de manzanas. Operaciones que en un computador corriente demoran menos de un minuto (Fig.2), pueden colaborar significativamente en la producción de los proyectos, pero también permiten



Fig.1

explorar rápidamente diversas alternativas de ordenación de los diseños, especialmente combinado con manipulaciones de inversión (simetría), rotación, modificación, etc.

Pero además, considerar, el **dibujo detallado** de la unidad, aunque requiere algo más de tiempo de procesamiento del computador (dos a tres minutos), permite fundamentalmente estudiar más integradamente el conjunto y las unidades; las vistas entre viviendas, el aprovechamiento del sol en cada caso, emplazamientos, circulaciones exteriores, etc., que puedan motivar pequeños cambios particulares, sin mayores repercusiones económicas (mover una ventana, adelantar una vivienda, etc.) y un estudio más apropiado de los espacios intermedios (inclusive analizándolos espacialmente).

De hecho, los programas CAD poseen una escala única y continua (1:1) en un amplio ambiente de trabajo tridimensional, lo que permite el desarrollo y visualización de grandes proyectos a cualquier nivel de detalle (controlando la presentación gráfica). Por tanto, las capacidades de repetición y detalle permiten particularmente el desarrollo integrado de los proyectos masivos, y cuestionan el trabajo por separado en planos generales y plantas-tipo.

Además, es posible **diferenciar elementos** del diseño (muros, redes, componentes, etc.) en diversas «capas» (layers) de manejo independiente, lo que permite por ejemplo distinguir ámbitos genéricos repetitivos (estructuras, urbanizaciones) y ámbitos particulares variables (divisiones interiores, terminaciones), con diferentes niveles de decisión y procedimientos involucrados. Desarrollando además los aspectos repetitivos como una referencia constante a un diseño común, que refleja automáticamente los cambios que en éste se produzcan (facilitando de este modo, el estudio

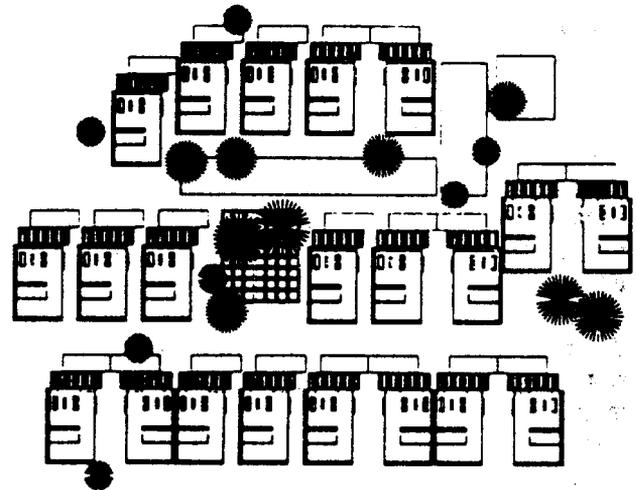


Fig.2

simultáneo de las unidades y del conjunto, y de las influencias que un cambio del original produce en el total o viceversa).

Lo cual, con las posibilidades de manejo de bases de elementos constructivos y visualizaciones tridimensionales realistas, abre importantes vías para la industrialización constructiva y la participación social.

También los CAD permiten programar procedimientos gráficos con lenguajes internos, que específicamente permitirían para las composiciones masivas, **programas repeticiones complejas**, por ejemplo:

- Integrando separaciones (de la forma; $(m^*((n^* \Delta X1) + \Delta X2))^* \dots$), para incluir directamente los anchos de calles y componer manzanas regulares.
- Intervalos diferentes $((n^* \Delta X1) + (m^* \Delta X2) + \dots)$, progresivos (donde el intervalo varía regularmente) o por una fórmula específica (donde el intervalo varía irregularmente, de acuerdo a los extremos o dimensiones, etc.).

- Distribuciones sobre las medidas generales (donde $DX = X_{total}/n$).
- Combinando tipos ($a (n * \Delta X1) + b (m * \Delta X2) + a (n * \text{wwwwwwwww}\Delta X1) + \dots$).
- Aplicando integradamente algunas manipulaciones formales (inversión, traslación, rotación, etc.).

Permitiendo de este modo desarrollar ordenaciones complejas, pero fundamentalmente iniciar una vía de diseño «procedural» (diseño por reglas de generación de las formas, antes que por trazados particulares), y en algunos casos produciendo composiciones no totalmente previstas (¿qué pasaría si...?), en alguna medida propuestas por el medio.

Esta vía tiene dos proyecciones principales, el establecimiento de varias reglas para producir alternativas diferentes, por lo que se ha denominado «gramáticas de la forma», o formulación de reglas más complejas para producir formas repetitivas sofisticadas; como sería la utilización de «fractales».

3.

Los fractales fueron iniciados en los años 60 por el matemático francés Benoit Mandelbrot, con el objeto de representar más apropiadamente la complejidad de la naturaleza. Son básicamente operaciones «estocásticas», que producen figuras «homotécicas», es decir similares y recurrentes a cualquier escala de aproximación (y que por tanto son de dimensiones intermedias a las convencionales). La computación gráfica está utilizando los fractales fundamentalmente para simular elementos como árboles, nubes, fuego o montañas, con operaciones de generación, que evitan su completa descripción morfológica interna.

Algunas de las fórmulas de fractales pueden manejar figuras complejas, que equilibran armonía y variedad, desarrolladas con fórmulas sintéticas de generación, y que podrían asimilarse a conjuntos variados de viviendas. Comenzando con las simples curvas tamizadas de Minkowski, que se quiebran por un radio determinado (Fig.3), que es posible relacionar

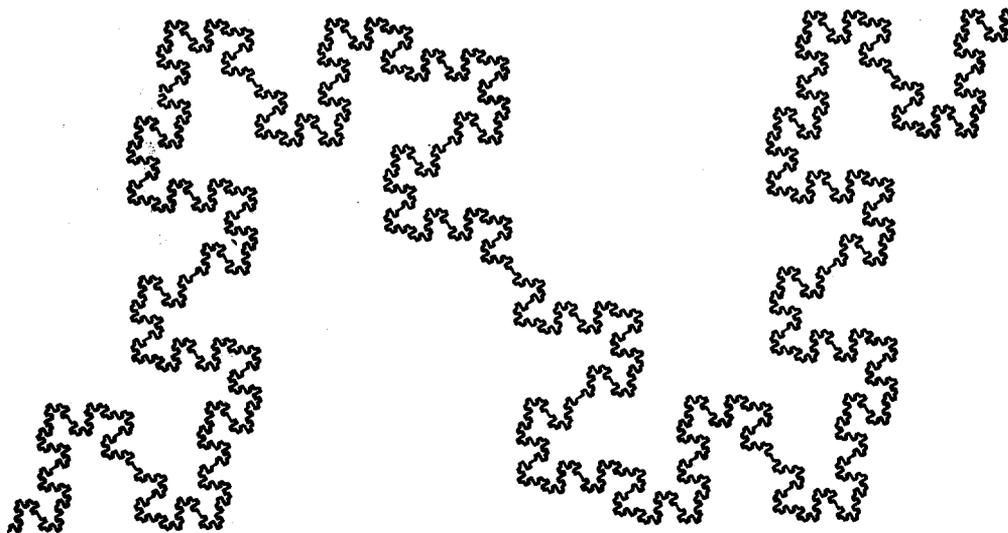


Fig. 3

con bloques residenciales lineales, aunque con serios problemas de asoleamiento y de aprovechamiento del espacio exterior, demuestran posibilidades de ordenación variada.

La fórmula Bronchi de llenado recursivo ($r1D+r2D=1$, donde $D>2$) utilizada en la producción de «árboles» (Fig.4), demuestra como un área regular puede ser estructurada. Lo cual podría desarrollar conjuntos residenciales con diversos niveles de agrupaciones locales (y organizaciones comunitarias), permitiendo un acceso progresivo y controlado de lo público a lo privado, y una fácil orientación. Además que los servicios urbanos tendrían un trazado complejo, pero tan racional y eficiente como una trama rectangular.

Estas ordenaciones jerarquizadas también se pueden aplicar en construcciones volumétricas como lo demuestra una aplicación espacial de los «Polvos de Cantor», en que cada parte se divide en tercios y se elimina la anterior, y así sucesivamente (Fig.5). Este volumetría utópica y difícilmente edificable, expresa sin embargo una construcción repetitiva carente de monotonía y desorientación.

También la geometría fractal puede manejar diversas formas azarosas (lineales o tramadas), que podrían organizar estructuras viarias o bloques. Finalmente, las más complejas formas de la geometría fractal (Fig.6), demuestra la riqueza que pueden alcanzar estas ordenaciones, combinando llenos y vacíos, con estructuras y jerarquías variadas.

Lo relevante sería que las operaciones (y formas generadas) consideren las topologías de ordenación requeridas (de acuerdo a condiciones definidas; constructivas, urbanas, sociales, individuales) y permitan combinar variaciones a las diversas escalas (vivienda, agrupación, conjunto).

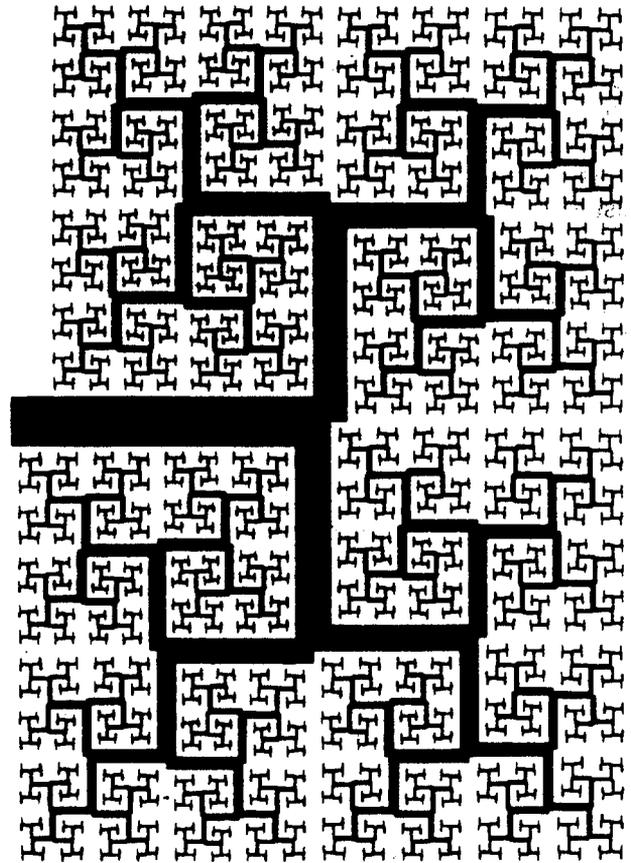


Fig. 4

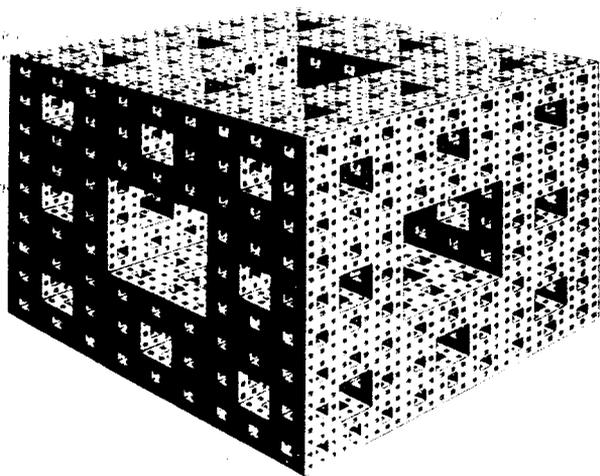


Fig. 5

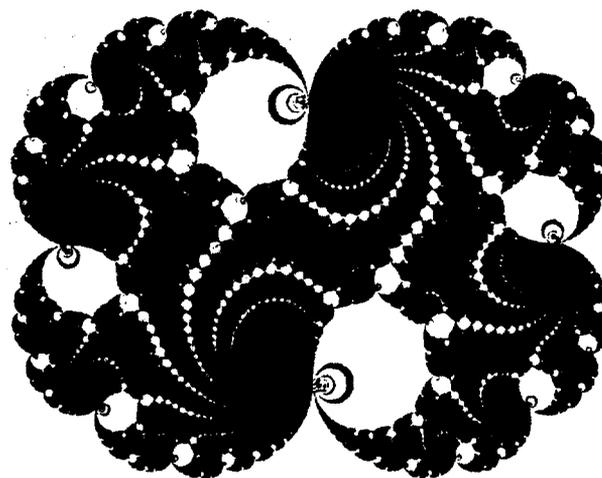


Fig. 6

FUENTES

La ilustración 1 fue tomada de «Lucien Kroll, Building and Projects», Ed. Rizzoli, 1987. La ilustración 2 de «Architectural Drawing,

Options for Design», de Paul Lasea, Ed. MacGraw-Hill, 1991. Las ilustraciones 3, 4, 5 y 6, han sido tomadas de «The Fractal Geometry of Nature», de Benoit Mandelbrot, Ed. W.H. Freeman, 1983.