

Diseño asistido por computadora y evolución de los dispositivos de cómputo

Jorge González Aragón*

En este texto presentamos un panorama del desarrollo de la computación y de los componentes del llamado diseño asistido por computadora, actualmente muy utilizado en el ámbito de los diseñadores como un instrumento importante que puede potenciar el trabajo creativo de arquitectos, diseñadores gráficos e industriales y de especialistas en el análisis del territorio. El diseño asistido por computadora es un instrumento que utiliza dispositivos de cómputo y programas que le permiten al usuario dibujar y diseñar utilizando medios mucho más poderosos y de mayor precisión que los convencionales (papel, lápiz, tintas, reglas, escuadras etcétera).

Antes de iniciar la descripción propiamente del diseño asistido por computadora, o CAD como comúnmente se le conoce, conviene mencionar que esta área se ha clasificado como parte de una temática mayor denominada computación gráfica, por lo que haremos una breve mención a ella.

La computación gráfica se compone del procesador y sus dispositivos gráficos con el objeto de formar un medio que le permita al usuario la manipulación de información visual.

La computación gráfica permite apoyar uno de los medios más importantes de la comunicación humana: la transmisión de información a través de la expresión gráfica.

De acuerdo con la clasificación de Clark S. Park (1985) las áreas de aplicación de la computación gráfica son:

- Gráficas estadísticas y científicas
- De comando y control de la producción
- Definición topológica
- Comunicación gráfica
- Artes gráficas y animación.
- *Computer-aided design (CAD)*. El remplazo del dibujo convencional en papel es uno de los medios más usualmente explotado que ofrece ventajas de los sistemas gráficos. Las aplicaciones en esta categoría incluyen el diseño mecánico, componentes eléctricos y electrónicos y como apoyo al diseño urbano y arquitectónico
- *Diseño geométrico*. Incorpora la representación de objetos tridimensionalmente, con sus transformaciones geométricas como rotaciones, acercamientos, alejamientos, etc. Esta área es de impacto sustancial en el diseño urbano, arquitectónico e industrial.

Evolución de las computadoras y sus efectos en la computación gráfica y el CAD

Las computadoras aparecen en la década de los años cuarenta. Las primeras: la Mark I de IBM fue un dispositivo electromecánico que permitía la ejecución de operaciones aritméticas relativamente simples; la ENIAC (computadora de primera generación), con tecnología de tubos de vacío o bulbos, apareció después de la segunda guerra mundial y fue construida por el ejército estadounidense en 1946.

Hacia finales de los años cincuenta comienzan las aplicaciones

de computación gráfica. Es relevante el trabajo de tesis doctoral de Ivan Sutherland, quien introduce el concepto de uso del teclado en conjunción con una pluma luminosa para seleccionar, apuntar y dibujar una imagen desplegada en un monitor y elabora un modelo conceptual para el dibujo de gráficas en computadora al inicio de la década de los sesenta.

Aquí conviene señalar la diferencia que existe entre computación gráfica estática y computación gráfica interactiva; la primera se trata de computadoras dibujadoras en donde un graficador (*plotter*) ejecuta cada una de las instrucciones de dibujo ordenadas por el usuario; la segunda utiliza una pantalla de tubo de rayos catódicos que permite la posibilidad de mantener una comunicación con el usuario a través de la elaboración de pruebas, correcciones y resultados finales de manera interactiva.

Hacia mediados de la década de los sesenta, con los avances de la tecnología de los circuitos integrados, los investigadores comenzaron a utilizar dispositivos de entrada de datos muy poderosos, tales como las mesas digitalizadoras y el *stylus*. La mesa digitalizadora tiene una superficie sensitiva (una malla de hilos metálicos) que identifica un par de coordenadas cuando el *stylus* se presiona en una determinada posición de esa superficie. Simultáneamente, un cursor señala el punto en la pantalla de la computadora.

En la década de los setenta tiene un impulso mayor la graficación por computadora y el número de investigadores dedicados a ello aumenta. Paralelamente al desarrollo de las estaciones de trabajo y las grandes computadoras, se inicia una nueva aventura en la microcomputación con el impacto definitivo de la microcomputadora Apple II a finales de la década, con un potencial en aplicaciones gráficas muy elevado, aunque con un desarrollo todavía limitado para aplicaciones profesionales.

Desde los inicios de la década de los ochenta tiene un auge determinante la computación gráfica al incorporarse a áreas hasta ese momento inusitadas, tal es el caso de la televisión, los estudios de animación y una gran variedad de actividades profesionales. Se calcula que aproximadamente el 60% de los equipos de computación se usan para aplicaciones en computación gráfica. Una de las primeras aplicaciones de diseño asistido por computadora fue el diseño de automóviles de la General Motors, hecho público en el año de 1964, utilizando equipo IBM, con el sistema gráfico DAC-1 (*design augmented by computer*).

Si el desarrollo de la computación gráfica y en especial de las aplicaciones CAD tuvo su auge en la década de los años sesenta para computadoras grandes (*mainframes*), en los ochenta y con mayor énfasis en los noventa se observa una clara tendencia a utilizar microcomputadoras para aplicaciones CAD, debido a que las grandes computadoras mantienen todavía un alto grado de complejidad que las hacen inaccesibles a un número considerable de usuarios. Los pocos usuarios de *mainframes* eran investigadores dedicados de tiempo completo a esa actividad; los usuarios requerían meses para capacitarse en el uso de programas CAD. Con el advenimiento de las microcomputadoras esta situación se va salvando, en buena medida con los desarrollos de Apple Computer con la computadora Macintosh y actualmente con la aplicación Windows para las computadoras IBM PC y sus compatibles. Ambas presentan facilidad de aprendizaje, el uso sencillo y la potencialidad de sus programas; en contra-

posición con los desarrollos anteriores de las IBM PC compatibles con el sistema MS-DOS que presentan dificultad para el aprendizaje y uso.

Actualmente se calcula que cerca del 70% de los profesionales técnicos siguen utilizando métodos tradicionales para el diseño, el dibujo y la diagramación, en vez de utilizar las facilidades de programas CAD; ello se debe a la complejidad que significa el aprendizaje y el tiempo dedicado a ello, por lo que optan por seguir con las técnicas convencionales. Esta cifra muestra el potencial de mercado que tienen las computadoras que se acercan a los usuarios finales con sistemas operativos y programas CAD más "amigables", esto es, de uso sencillo y con alto potencial para la expresión gráfica.

En este momento el aspecto más relevante desarrollado en el área de la computación gráfica es el referente a CAD, como uno de los medios de dibujo que sustituye o complementa a los convencionales. CAD es un instrumento casi fundamental para los diseñadores. Los profesionales del diseño no pueden ignorar o permanecer al margen del diseño asistido por computadora, debido a que durante su corta trayectoria, sobre todo en el ambiente de las microcomputadoras, están teniendo un impacto que está afectando los métodos para ejercer el diseño tanto profesionalmente como en los medios académicos.

Las microcomputadoras. Los desarrollos con tecnologías Intel y Motorola

Como se mencionó antes, el desarrollo de la microcomputación tiene un impacto considerable en el desarrollo CAD desde sus inicios. Podemos hablar en términos generales de dos tecnologías que han marcado el desarrollo de las computadoras. Las IBM PC y sus compatibles, que han utilizado desde 1980 los procesadores Intel desde el modelo 8088 en 1981 hasta las versiones 286, 386 y 486 más recientes y la computadora Macintosh que ha utilizado desde 1984 el procesador Motorola 68000 y sus modelos siguientes 68020, 68030 y 68040.

El procesador inicial de Macintosh el Motorola 68000 tiene 32 *bits* y maneja 16 *bits* al mismo tiempo. Por su parte, el Intel inicial contaba con procesador de 16 *bits*, con 8 *bits* para manejo de datos. La computadora Macintosh inició con una función gráfica incorporada, denominada *bit-mapped graphics* que permite la realización de dibujos, gráficas y diagramas, además del manejo eficiente de caracteres en diversos tamaños y modalidades (negritas, cursivas, subrayadas, etcétera).

Es relevante mencionar que el diseño de la Macintosh tiene como antecedente un proyecto denominado Dynabook a cargo del Dr. Alan Kay, realizado en el Centro de Investigación Xerox. Las características del modelo idealizado fueron:

- La portabilidad de la computadora.
- Capacidad de señalamiento a través de un dispositivo.
- Capacidad de gráficas y mezcla de gráficas con texto.

- Naturalidad. Los objetos en pantalla se deben parecer a los del mundo real.

A partir de los conceptos desarrollados por A. Kay, Xerox anunció en 1981 la computadora Star 8010, diseñada con el siguiente esquema:

- Un modelo conceptual dirigido al usuario.
- Ver y señalar contra escribir y recordar.
- Lo que se ve es lo que se obtiene.
- Comandos universales.
- Consistencia de uso.
- Simplicidad.
- Interacción sin un modo específico de operación.

El proyecto de Xerox quedó inconcluso, y durante los años 1983 y 1984 Apple Computer Inc. lanza sus modelos Liza y Macintosh, basados en el sistema Star, con la idea de que fueran computadoras que pudieran ser utilizadas por cualquier persona.

Lo anterior es conveniente mencionarlo, ya que la incorporación de elementos gráficos usados para la comunicación hombre-máquina, principalmente los iconos, es uno de los aspectos innovadores en el desarrollo de sistemas operativos que facilitan el diálogo con el usuario. Fundamentalmente por ese largo proceso de diseño

de una computadora basada en un modelo ideal, es que Macintosh toma la delantera en las aplicaciones gráficas, en especial de CAD, sobre la tecnología de las PC compatibles.

Sin embargo, los principios que se aplican al desarrollo de programas interactivos de CAD son inherentes a cualquiera de las microcomputadoras. Conviene destacar fundamentalmente el uso de los siguientes elementos:

- puntos
- líneas
- superficies
- volúmenes

Así como las transformaciones que sobre esos elementos agrupados en objetos, se puedan realizar:

- rotaciones
- traslaciones
- cambios de escala
- acercamientos y alejamientos
- relleno de superficies con textura y color
- calidades de línea, etcétera.

Cada una de las cuales requiere de algoritmos que mantienen estándares más o menos comunes a los diversos desarrollos tecnológicos en la computación.

Dispositivos de la computación gráfica

La computación gráfica se fortaleció con el uso del tubo de rayos catódicos (CRT), monitor semejante a una televisión.

Se cuenta con dos categorías de gráficas, ambas basadas en el CRT; los sistemas vectoriales y los de barrido (*raster*).

El sistema vectorial usa un electrón que se transmite a la CRT para conectar coordenadas y así formar líneas. La luz es emitida cuando un electrón acciona el fósforo de la pantalla. La fosforescencia sólo dura una fracción de segundo; por tanto la imagen debe ser re-escrita muchas veces para crear una imagen homogénea y equilibrada; a este proceso se le llama refrescamiento de la imagen (aproximadamente 30 veces por segundo).

El sistema *raster* usa el CRT de manera similar a la televisión, desplegando líneas horizontales, en vez de la

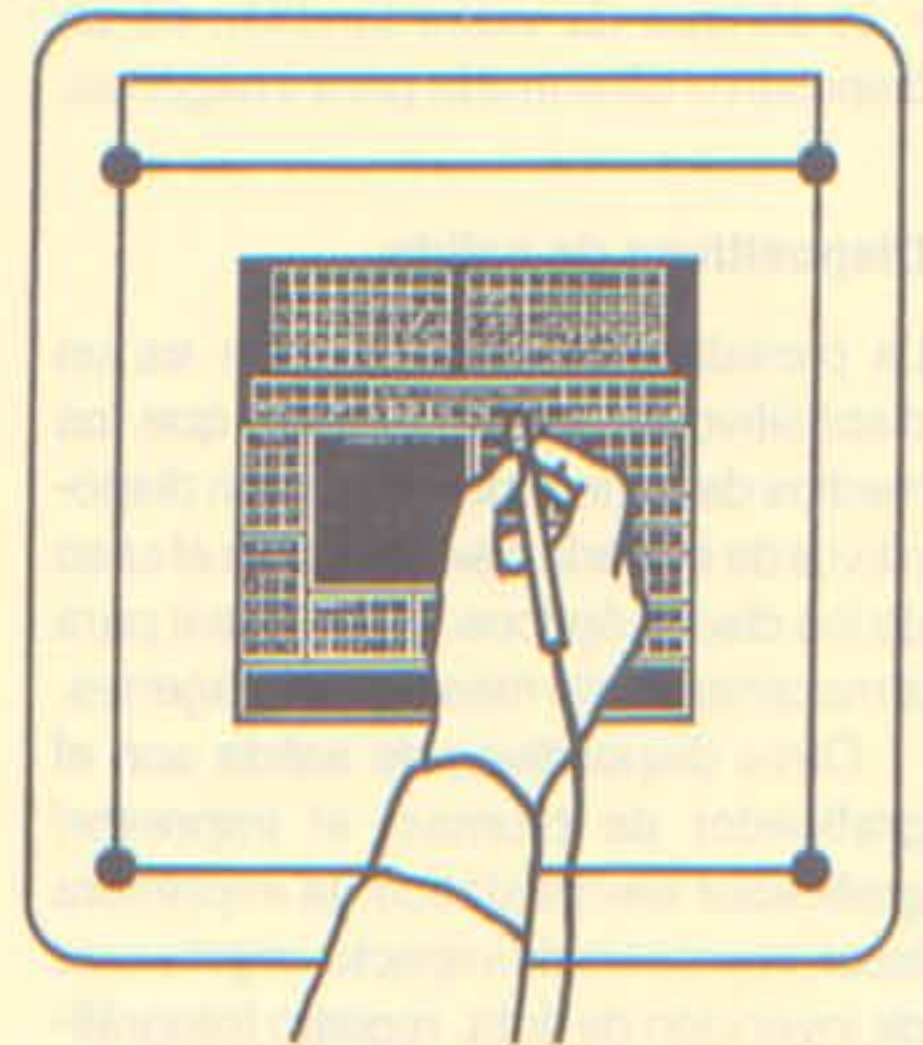
técnica vectorial que se realiza moviéndose de una coordenada a otra. A diferencia de una televisión, el monitor *raster* tiene mayor definición; un estándar es de 1280 por 1024 pixels, que contienen más de un millón de puntos para definir una imagen sobre la pantalla.

Otras tecnologías utilizadas en la computación gráfica para el video son la tecnología LCD (*Liquid-crystal display*, que son moléculas orgánicas que forman cristales y fluyen como líquidos entre dos paneles) y los videos de panel de plasma (que utilizan gas neón).

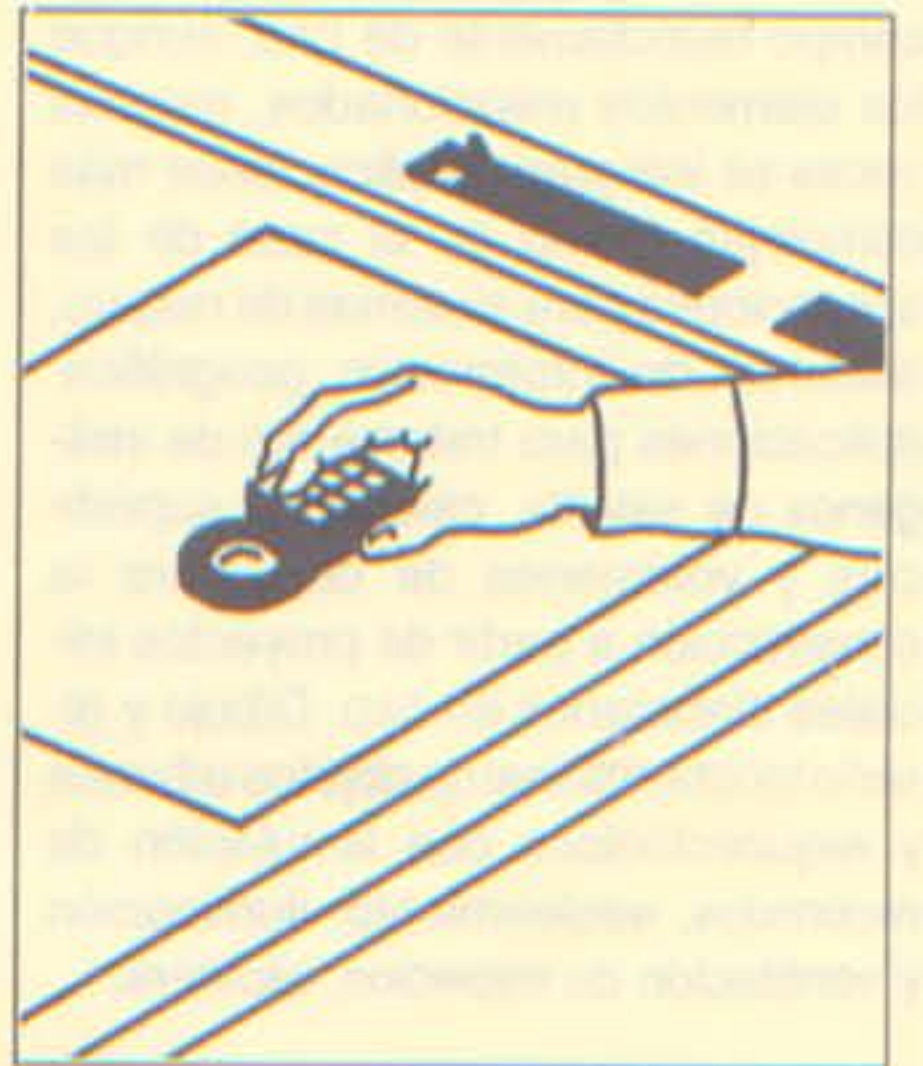
Dispositivos de entrada

Entre los dispositivos de entrada utilizados en la computación gráfica y más específicamente en CAD se encuentran:

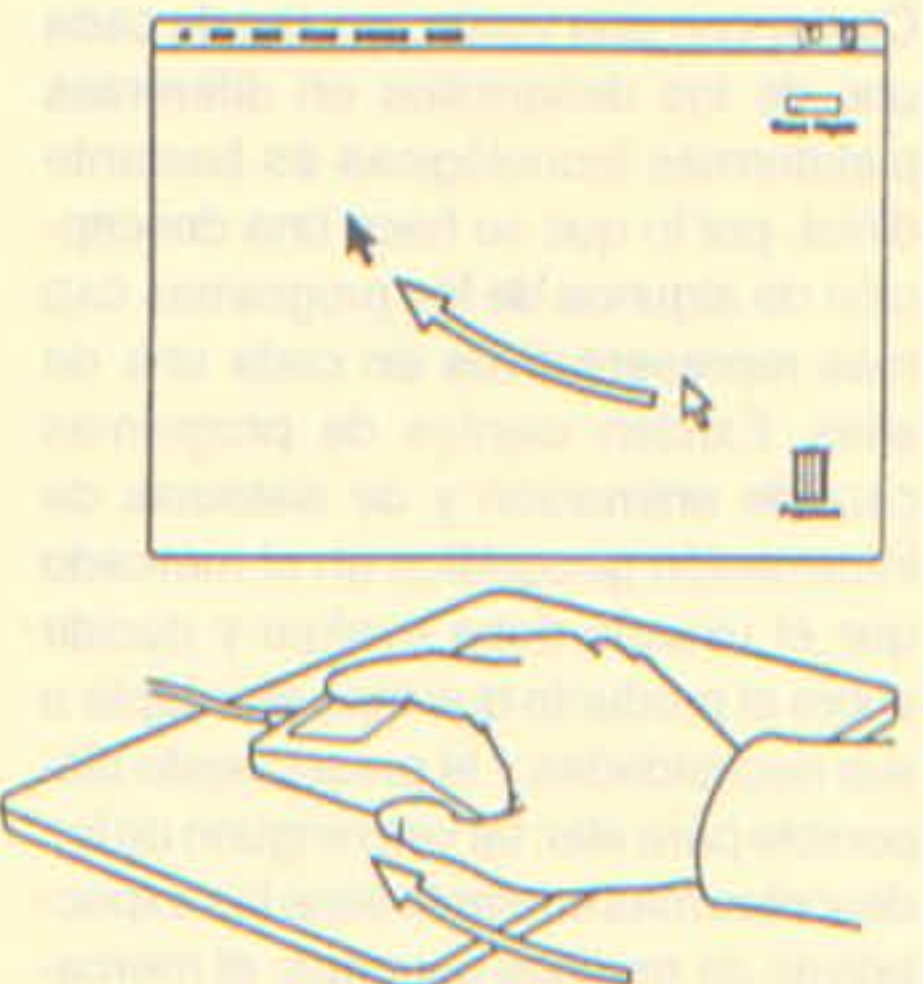
- el *stylus*, de forma semejante a una pluma, que funciona activando una matriz de hilos magnéticos para dar una posición en coordenadas x,y para transmitirla a la computadora y el video;
- cursor de mano, que funciona similarmente al *stylus* pero con un grupo de botones que pueden ser programados para ejecutar diversas funciones sobre el punto posicionado;
- mesa digitalizadora, que es una matriz de hilos magnéticos que sirve para reconocer los impulsos enviados a través del *stylus* o el cursor de mano;
- teclado, para transmitir caracteres alfanuméricos complementarios a las señales enviadas por otros dispositivos, o bien con funciones programadas para ejecutar acciones en el ambiente gráfico;
- pluma luminosa, son dispositivos que se utilizan en contacto con pantallas sensibles a ese tipo de señales (fotoceldas);
- *joystick* y *tracker ball*, se usan para mover objetos o el cursor dentro de la pantalla;
- *mouse*, semejante al cursor manual, pero con la ventaja de que no requiere una superficie sensitiva, sino que puede desplazarse sobre cualquier superficie plana, consta de ruedas que producen un pulso magnético en cada revolución. De esta manera la computadora puede identificar la posición de las ruedas;



Mesa digitalizadora y *stylus*.



Mesa digitalizadora y cursor de mano.



Mouse y su efecto en la pantalla de la computadora.

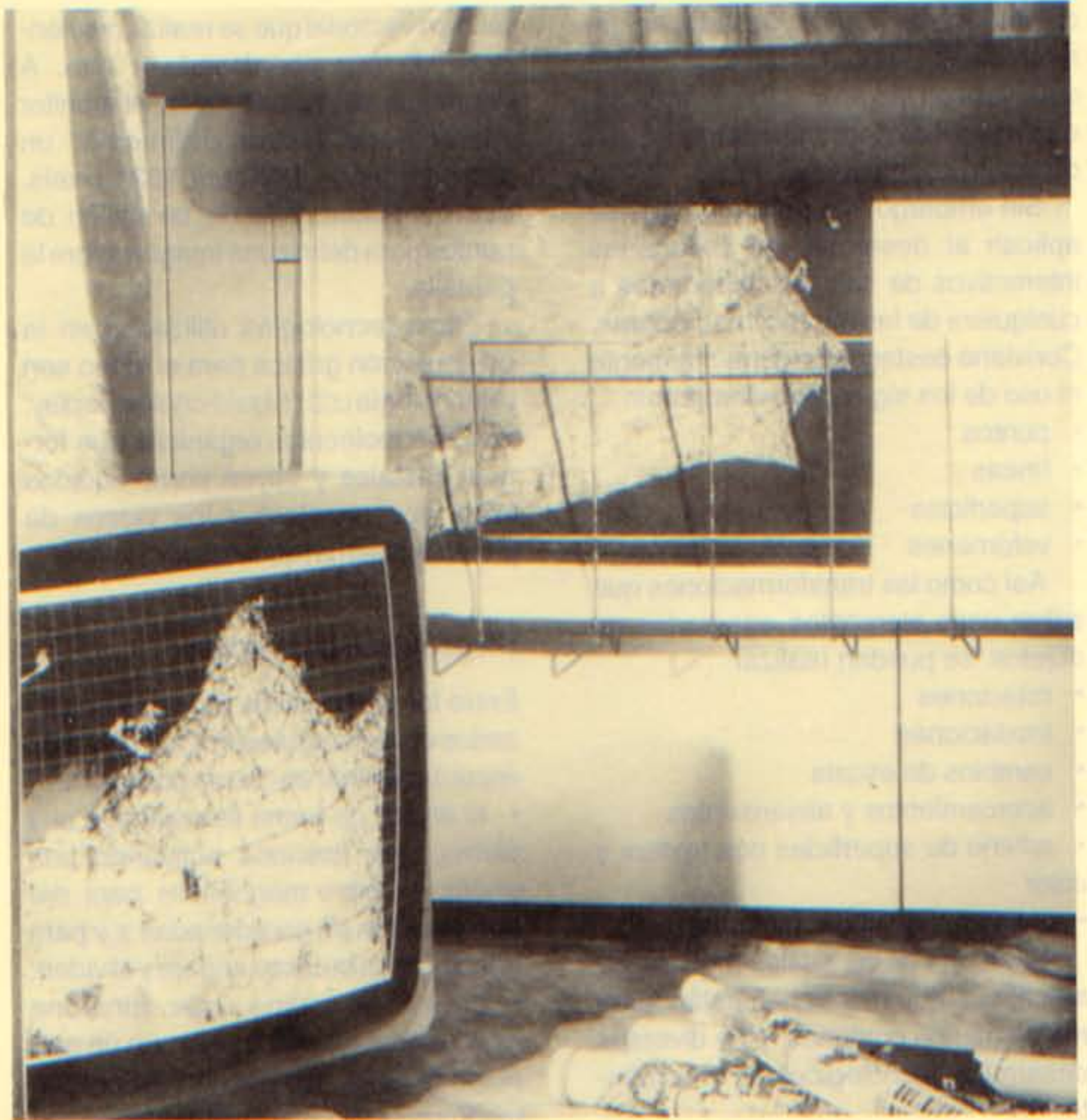
- la cámara de video también es un dispositivo de entrada para imágenes.

Dispositivos de salida

La pantalla de video también es un dispositivo de salida, al igual que los medios de almacenamiento son dispositivos de entrada o salida, tal es el caso de los discos ópticos, medio ideal para almacenamiento masivo de imágenes.

Otros dispositivos de salida son el graficador de plumas, el impresor/graficador electrostático, la impresora laser, impresora de impacto, impresoras de inyección de tinta, registro fotográfico, registro filmico.

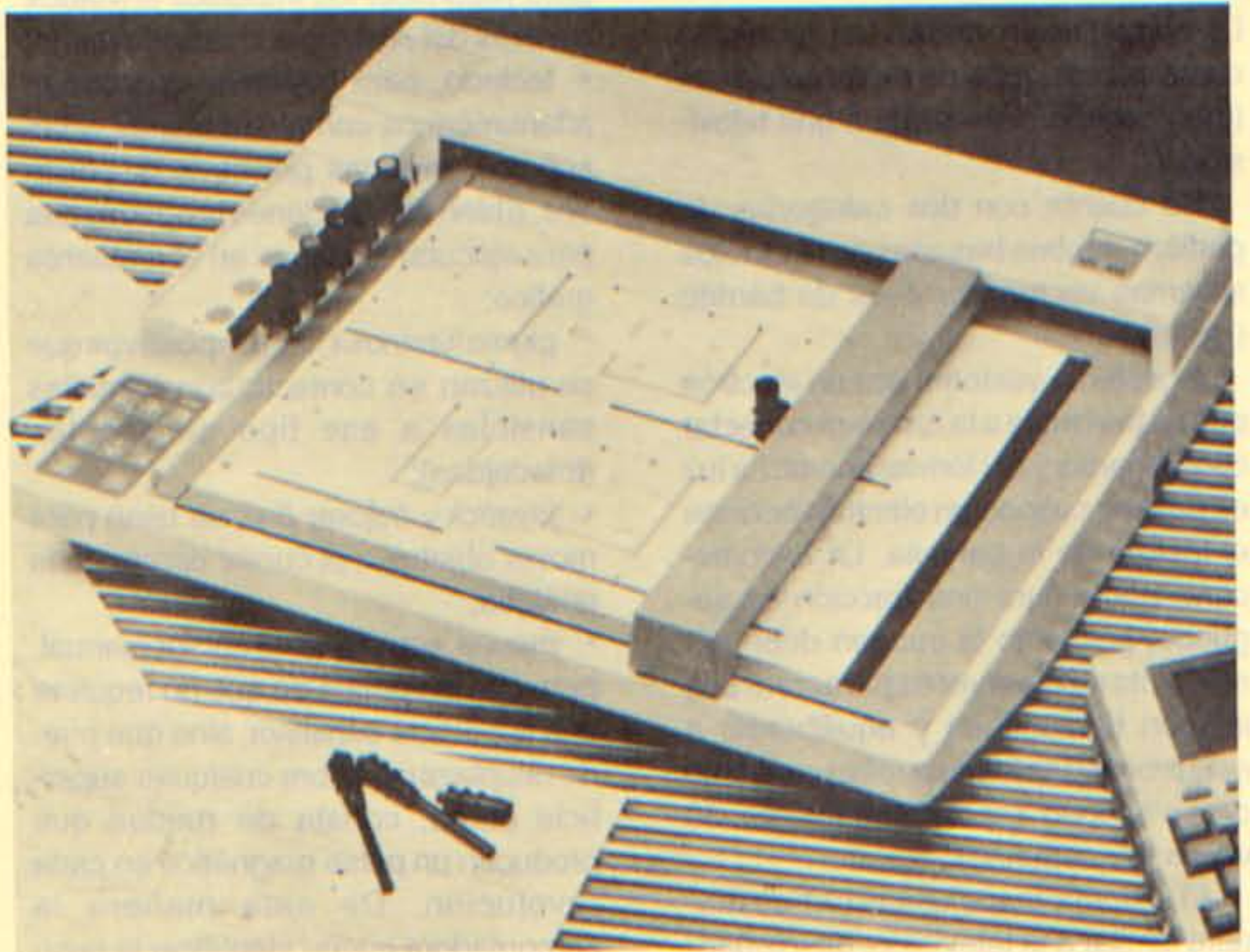
Como colofón a esta breve descripción, conviene mencionar que hasta ahora sólo hemos hecho referencia al campo estrictamente de CAD, aunque los elementos mencionados, muchas veces se integran a aplicaciones más complejas, como es el caso de las aplicaciones para sistemas de mapeo, sistemas de información geográfica, aplicaciones para tratamiento de imágenes de satélite, cálculo de superficies y volúmenes de obra para la construcción a partir de proyectos iniciales elaborados en CAD. Dibujo y diseño tridimensional de objetos urbanos y arquitectónicos con simulación de recorridos, asoleamiento, iluminación y ventilación de espacios, etcétera.



Monitor y graficador electrostático.

Descripción de algunos programas CAD en IBM PC compatibles, Macintosh y estaciones de trabajo

Contar con una visión precisa de cada uno de los desarrollos en diferentes plataformas tecnológicas es bastante difícil, por lo que se hace una descripción de algunos de los programas CAD más representativos en cada una de ellas. Existen cientos de programas CAD, de animación y de sistemas de información geográfica en el mercado que el usuario debe evaluar y decidir sobre el producto que más se adapte a sus necesidades y al presupuesto disponible para ello; tal vez ninguno de los descritos más adelante llene las expectativas de muchos usuarios; el mercado de productos es amplio y algunas empresas se dedican exclusivamente



Graficador de plumas.

a registrar los nuevos productos y a difundir catálogos (impresos y en medios magnéticos por ejemplo en CD-ROM) de los programas existentes para diversas aplicaciones (científicas, educativas, recreativas, etcétera).

Entre los programas para estaciones de trabajo y PC compatibles el programa que más éxito ha tenido en ventas es el AutoCAD. Este programa también tiene una versión para Macintosh, pero no es el mejor ni el más utilizado.

- AutoCAD para estaciones de trabajo y PC compatibles

AutoCAD es un programa de propósito general para diseño y dibujo. Permite la creación interactiva y edición de dibujos de cualquier tamaño. Se tiene la facilidad de personalización del programa con un lenguaje de alto nivel.

AutoCAD hace uso de un digitalizador o *mouse* para la selección de opciones de menú y movimiento de dibujos en la pantalla, auxiliándose del teclado. Incorpora elementos de dibujo básico, incluyendo líneas, arcos, círculos, polígonos rellenos, texto y la inserción de otros dibujos.

Las operaciones de edición incluyen la copia, el borrado, la opción de espejo, movimientos, rotaciones, escalamiento y deformación de las imágenes seleccionadas. Los usuarios pueden graficar (en un *plotter*) sus dibujos a cualquier escala.

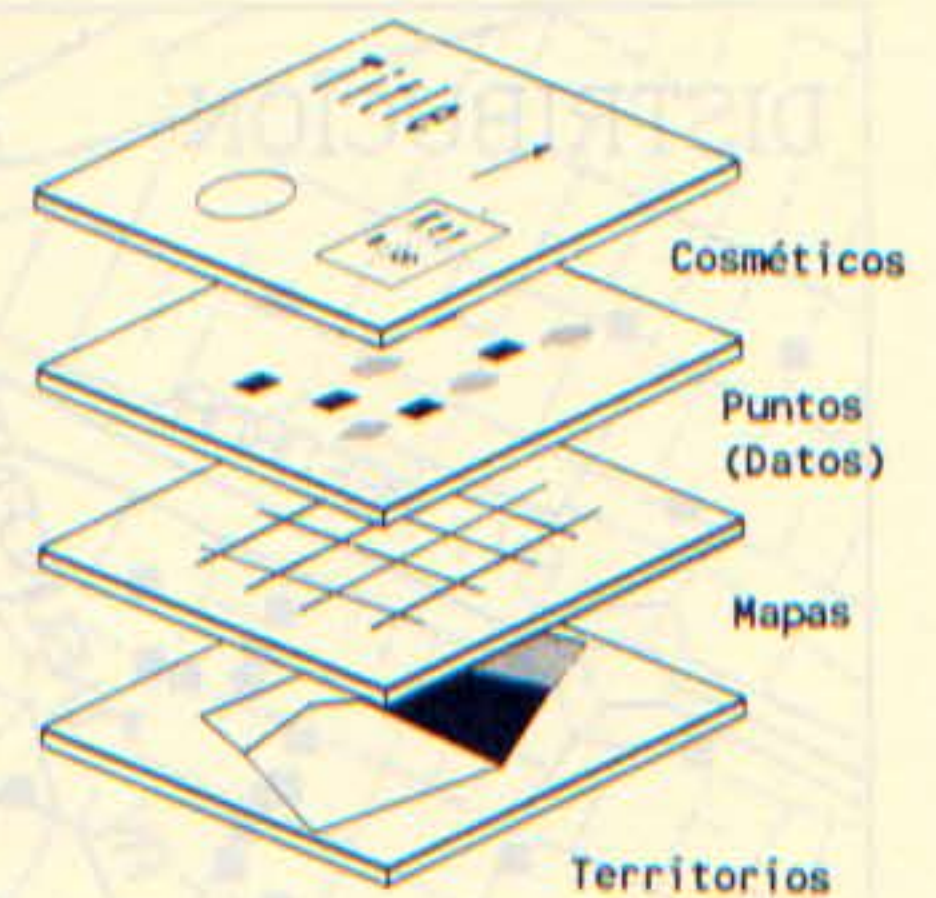
Otras funciones incluyen puntos, líneas y caras en tres dimensiones y otras funciones avanzadas.

AutoCAD usa los formatos IGES (*Initial Graphics Exchange Standard*) y el DXF (*Drawing Interchange File*), que permiten la translación de dibujos a y desde muchos sistemas CAD.

- InfocAD para estaciones de trabajo.

Es un sistema de información geográfica (GIS) que proporciona al usuario un potente grupo de instrumentos para mapeo, base de datos, análisis espacial, análisis de redes, manejo de imágenes y generación de reportes de alta calidad. Toda la información, incluyendo las imágenes, está en referencia con el mundo real a través de COGO (geometría de coordenadas).

InfocAD combina el poder y la alta productividad de CAD con una multitud de instrumentos gráficos y no gráficos adicionales, entre ellos el sistema SQL



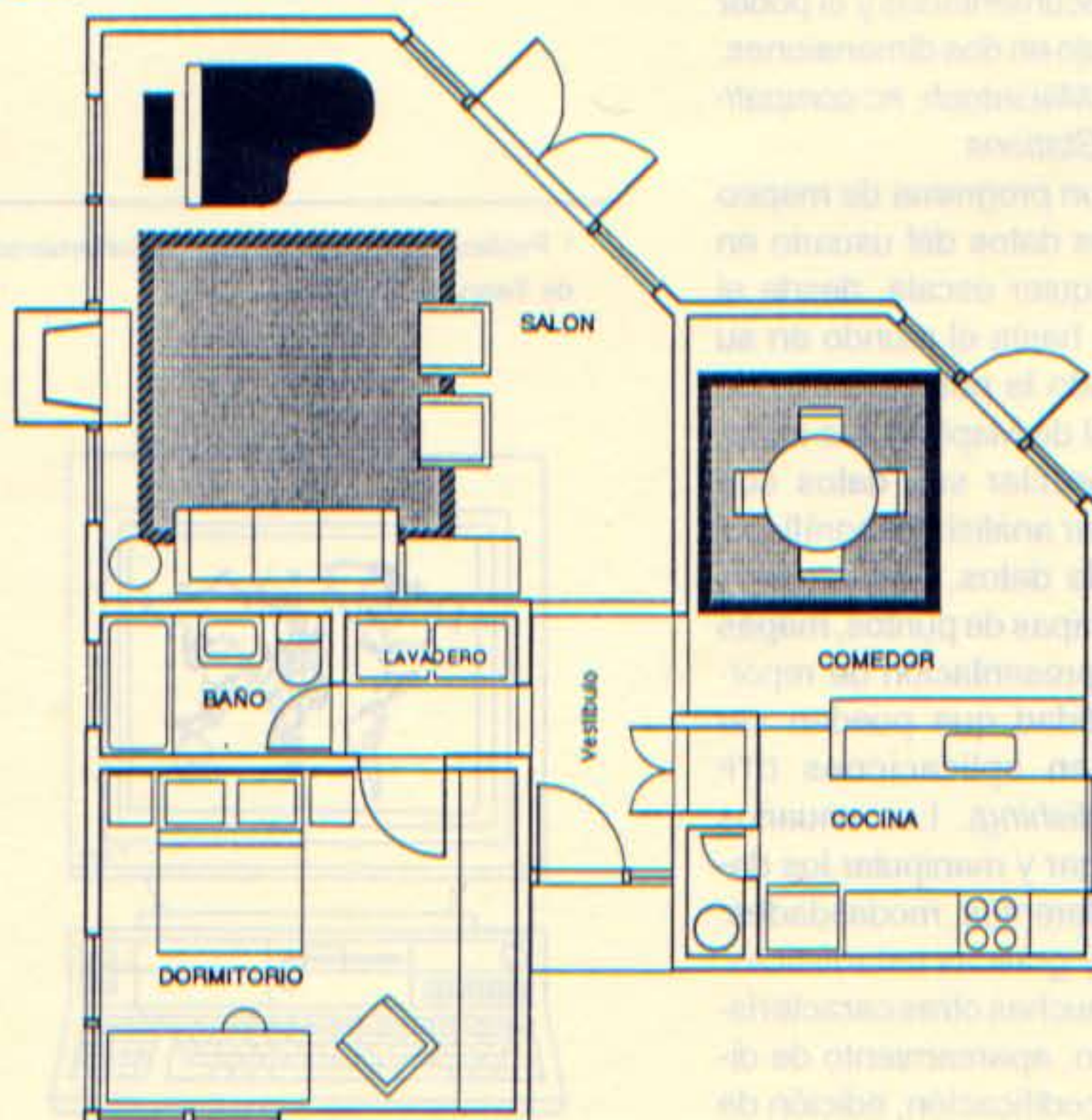
Esquema de información por capas en un Sistema de Información Geográfica (GIS).

(*system query language*) de gran utilidad para comunicación con otros sistemas y el desarrollo de X-Windows que permite un diálogo amigable con la computadora. Los sistemas operativos a los que se adecúa son UNIX, RISC y ULTRIX.

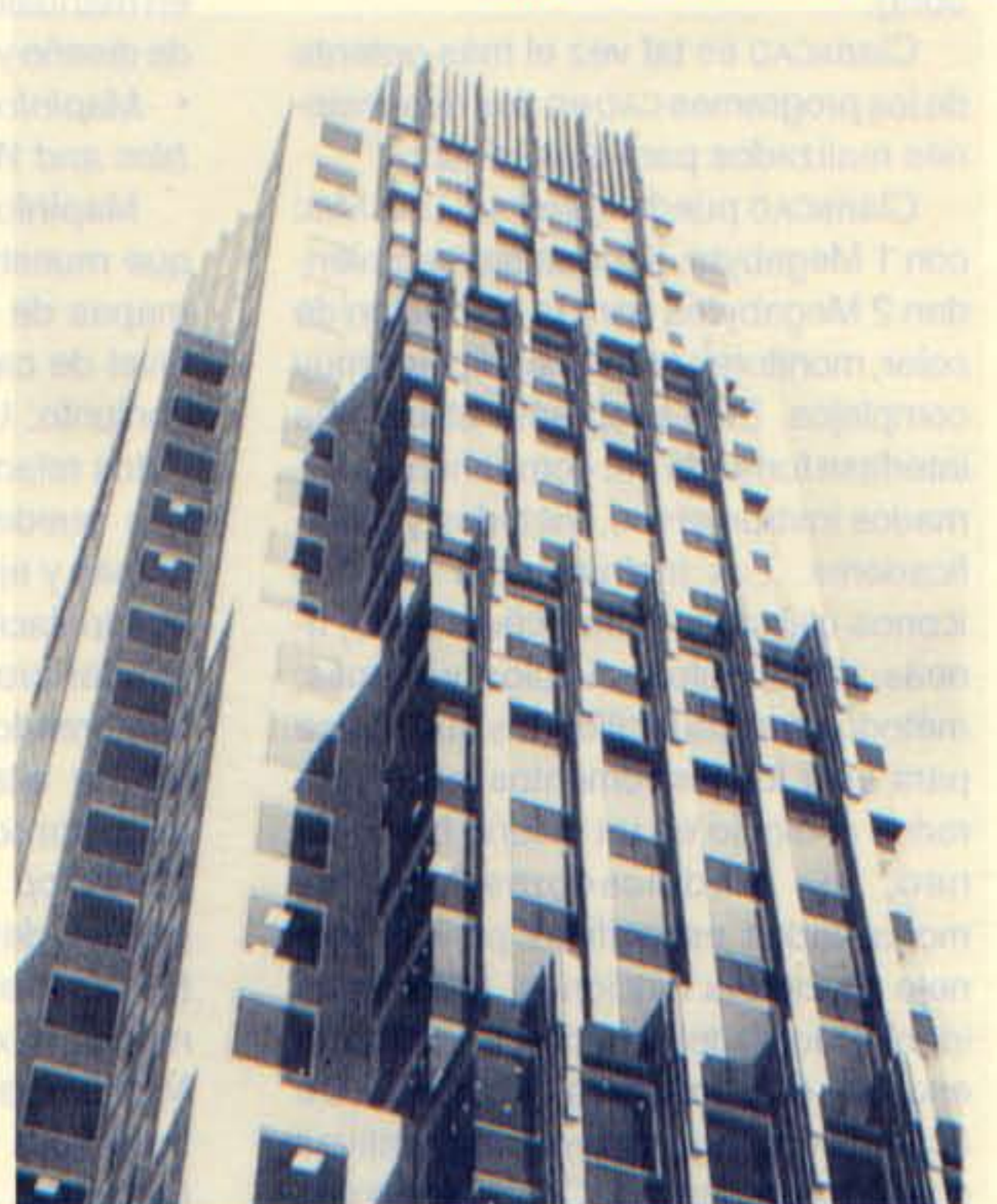
- ClariscAD para Macintosh

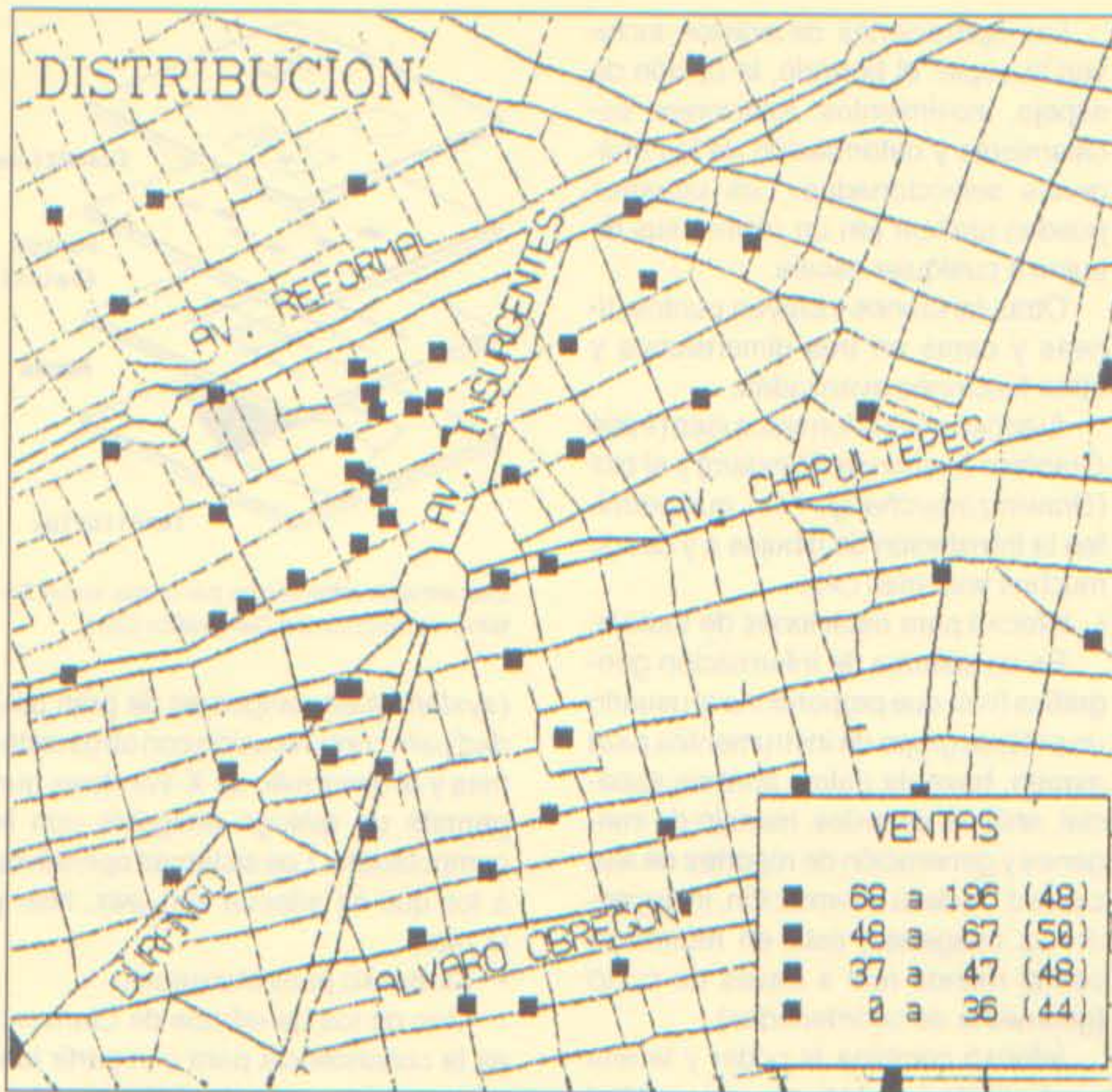
Uno de los beneficios de ClariscAD es la consistencia para compartir iconos, menús, cajas de diálogo y otras facilidades de pantalla con MacDraw II (también de aplicación CAD) y con

Dibujo bidimensional con Autocad



Dibujo tridimensional con Autocad.





Mapa base de un sector urbano con información puntual en un Sistema de Información Geográfica (GIS).

MacProject (para programación de obra).

Clariscad es tal vez el más potente de los programas CAD en dos dimensiones realizados para Macintosh.

Clariscad puede correr en una Mac con 1 Megabyte, aunque se recomiendan 2 Megabytes para la utilización de color, monitores grandes o dibujos muy complejos. Este programa utiliza una interfase formada por componentes llamados instrumentos, métodos y modificadores. Los instrumentos son los íconos utilizados para activar texto, líneas, rectángulos, círculos y demás; métodos son las facilidades que ofrece para usar los instrumentos e incorporarlos al dibujo en un diseño homogéneo; los modificadores son las modalidades específicas para el manejo de ciertas funciones, tales como identificación del centro de un objeto, la esquina o la tangente al mismo. De acuerdo con las pruebas comparativas con otros programas, Clariscad se dis-

tingue por su facilidad de uso, el apoyo en manuales documentados y el poder de diseño y dibujo en dos dimensiones.

• *MapInfo For Macintosh, PC compatibles and WorkStations*

MapInfo es un programa de mapeo que muestra los datos del usuario en mapas de cualquier escala, desde el nivel de calles, hasta el mundo en su conjunto. Usando la potente base de datos relacional de MapInfo, los usuarios pueden mezclar sus datos con mapas y ejecutar análisis geográfico y manipulación de datos. Los usuarios pueden crear mapas de puntos, mapas sombreados y presentación de reportes de alta calidad que pueden ser incorporadas en aplicaciones DTP (*DeskTop Publishing*). Los usuarios pueden desplegar y manipular los datos en tres diferentes modalidades: mapas, textos y gráficas estadísticas. MapInfo tiene muchas otras características tales como, apareamiento de direcciones, geocodificación, edición de

mapas y contornos, búsqueda de polígonos, recuperación de registros de la base de datos y control de zoom. MapInfo para Macintosh es directamente compatible con MapInfo para Windows y MapInfo para Workstations y puede leer directamente FoxBase+/Mac, hojas de cálculo de Microsoft Excel y archivos ASCII delimitados.

Bibliografía

- Allen, Dennis. "Will peanut redefine the home market?", revista *Popular computing*, diciembre 1983, USA.
- Sin autor. *ULTRIX Software Source Book*, Digital Equipment Corporation, USA, 1991.
- Giloi, Wolfgang K. *Interactive computer graphics*, Prentice Hall Inc, New Jersey, 1978.
- González Aragón, J. "Una micro al alcance de todos", revista *Obras*, marzo 1984, México.
- Kelly, Eric. "Programación en la Macintosh", revista *DTI*, octubre 1986, México.
- Lewell, John. *Computer Graphics*, Orbis Publishing Limited, Londres, 1985.
- Park, Chan S. *Interactive microcomputer graphics*, Addison-Wesley, USA, 1985.
- Peltz, David L. "Hands on CAD", revista *MacUser*, julio 1989, USA.

* Profesor investigador del Departamento de Teoría y Análisis.

