

00164
2ej.
2

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

Titulo de la tesis:
SISTEMA COMPUTARIZADO DE CUANTIFICACION DE
OBRA Y ESPECIFICACIONES

El autor:
F É N G H A I Y I N G

Para obtener el título de :
MAESTRO EN ARQUITECTURA
(tecnología)

Jurado: M. en Arq. Francisco Reyna Gómez
M. en Arq. Alvaro Sánchez González
M. en Arq. Gemma Verduzco Chirino

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1988



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

- I. INTRODUCCION

- II. LA COMPUTADORA Y LA ARQUITECTURA
 - II.1 La Computadora en el Campo de la arquitectura
 - II.2 La Etapa Creativa del Arquitecto
 - II.3 La Etapa de las Labores de Presentación

- III. LA COMPUTADORA EN LA SOLUCION DE UN PROBLEMA ARQUITECTONICO REAL
 - III.1 Los Planos de Acabados como Ejemplo Característico
 - III.2 El Desarrollo de las Láminas
 - III.3 Aplicaciones del Programa CUANTIFICACIONES DE OBRA I

- IV. EL PROGRAMA DE COMPUTACION: CUANTIFICACION DE OBRA I
 - IV.1 Qué es Cuantificación de Obra I
 - IV.2. El Contenido del Programa.
 - IV.3 Cómo usar Cunatificación de Obra I

- V. MUESTRA DE LOS EJEMPLOS.

- APENDICE 1. INTRODUCCION AL MANEJO DE LA COMPUTADORA PERSONAL Y LA CUANTIFICACION DE OBRA I.
- APENDICE 2. EL SISTEMA AUTOCAD.

I N T R O D U C C I O N

Hoy en día la computadora ya no es un misterio para el mundo, esta magnífica máquina ha mostrado su capacidad y eficiencia cooperando con todos los profesionistas en distintos campos de trabajo. Pero fuera de lo común y como una excepción, en el campo de la arquitectura la computadora todavía es un objeto desconocido por la mayoría de los arquitectos. Especialmente en México, la carencia de ciertos conocimientos sobre la computadora es muy grande. La necesidad real de introducir a los arquitectos en el uso de la computadora, y por otro lado hacer que la computadora entre al despacho del arquitecto fue el motivo principal del tema de investigación que se eligió para esta tesis.

En realidad la computadora ya está empezando a entrar en las labores del arquitecto. Por ejemplo, ya existen programas de cómputo para los Precios Unitarios, la Ruta Crítica y el Avalúo, que son muy conocidos ya en el mercado comercial. Como una aplicación más de la computadora en el campo de la arquitectura, el presente trabajo presentará el programa CUANTIFICACION DE OBRA I, el cual tiene la capacidad de cuantificar la cantidad de materiales requeridos para la obra directamente del dibujo arquitectónico.

Se tiene que reconocer que los programas anteriormente mencionados están orientados solamente a las áreas periféricas del campo de la arquitectura. Debido a esta manera indirecta de cooperación con el arquitecto, la evidencia de que la computadora puede trabajar en las labores principales del arquitecto ó sea en los planos arquitectónicos, todavía no se ve muy clara y por lo tanto ha sido muy difícil que el arquitecto acepte la computadora como elemento de apoyo en su despacho.

Hablando de las labores del arquitecto, se consideró que estas se pueden dividir en dos partes principales: la parte Creativa y la parte Laboral. Las actividades de la parte creativa son todos aquellos trabajos en que el arquitecto tiene que pensar antes de realizarlos, y las de la parte laboral que comprende la presentación gráfica de las anteriores a través del desarrollo de un proyecto arquitectónico. Se hizo un análisis de estas actividades comparándolas con las funciones de la computadora, y finalmente se llegó a una conclusión sobre la manera y hasta donde puede ayudar la computadora a las necesidades del arquitecto actualmente.

Como los lápices, los grafos, los plumones y todos los materiales que se utilizan en el despacho del arquitecto, la computadora es una herramienta que se creó para ayudar al arquitecto a expresar su creatividad e ideas. Actualmente, la computadora ya tiene capacidad de trabajar con colores y gráficas, que son componentes básicos para el lenguaje arquitectónico, en palabras más claras, la computadora ya se está empezando a adaptar a la forma de trabajo del arquitecto.

Como ejemplo de esto y tomando en cuenta la falta de conocimientos de cómputo de los arquitectos, la finalidad de esta tesis es introducir al profesional al manejo de la computadora personal (PC), al uso del AutoCAD y de la Cuantificación de Obra I, con el objeto de que el arquitecto tenga la inquietud e interés de aplicarla en la práctica profesional.

II. LA COMPUTADORA Y LA ARQUITECTURA

II.1 La Computadora en el Campo de la Arquitectura

II.2 La Etapa Creativa de Arquitecto

II.3 La Etapa de las Labores de Presentación

II.1 La Computadora en el Campo de la Arquitectura

Hoy en día la computadora personal (Personal Computer) es el producto que tiene más demanda en el mercado de computo. Aparte de ser pequeña en volumen y de fácil manejo, no requiere instalaciones especiales, ni de mantenimiento constante, existe otra razón más fuerte para que el arquitecto escoja la PC como el equipo adecuado para el uso diario, que es el costo. Actualmente el costo de la computadora personal en el mercado es bastante accesible para los ingresos de un despacho.

El correcto uso de una herramienta puede beneficiar al trabajo del usuario, en cambio el mal uso de la misma puede provocar la desconfianza y hasta el rechazo del usuario. Por lo tanto la tarea de introducir la computadora como una herramienta nueva para entrar en el campo de la arquitectura no es una tarea fácil.

Como todos los profesionistas el arquitecto tiene su forma particular para llevar a cabo su trabajo, del programa arquitectónico al proyecto es un proceso variable y complicado, casi se puede decir que cada arquitecto tiene su método particular para proyectar, pero si hablamos de las labores del arquitecto en el despacho en común, quizá podríamos llegar a una conclusión más lógica.

Es importante conocer el procedimiento para realizar un proyecto arquitectónico y las tareas específicas del arquitecto en cada una de sus etapas, porque actualmente la computadora todavía no puede hacer todos los trabajos por el arquitecto y su forma de trabajar es bastante rígida y sintetizada. Por lo tanto la asignación de tareas para la máquina influyen directamente en la eficiencia del trabajo de la computadora. Quizá el arquitecto tiene que cambiar un poco su forma tradicional de trabajar, con el

fin de lograr un mejor resultado de la utilización de la computadora en el despacho.

Como se puede ver en el esquema, durante la realización del proyecto arquitectónico, los trabajos del arquitecto pueden dividirse en dos etapas principales, las cuales se conocen por la Etapa Creativa del Arquitecto y la Etapa de las Labores de Presentación, y cada una de ellas tiene su característica particular de trabajo. El análisis sobre estas etapas de trabajo del arquitecto se encontrará posteriormente en el presente capítulo.

Si el procedimiento tradicional para realizar un proyecto arquitectónico es según el orden:

LABORES CREATIVAS → LABORES DE PRESENTACION

tal vez el camino más correcto para introducir la computadora en el campo de la arquitectura es:

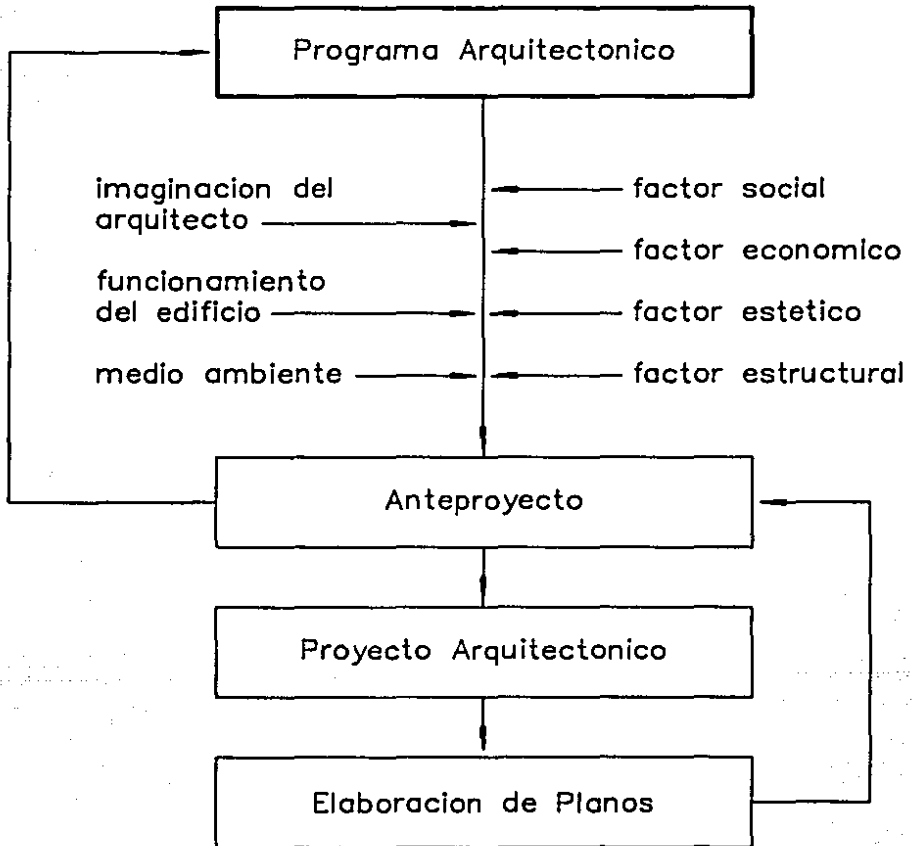
LABORES DE PRESENTACION → LABORES CREATIVAS

ó sea que la computadora empiece por ayudar al arquitecto en las labores no creativas, y después acercarse poco a poco a los procesos de creación y finalmente llegar a imitar parcialmente el pensamiento del arquitecto.

Como compañera del despacho, la computadora tiene las siguientes características de trabajo:

- la gran velocidad para manipular información y resolver problemas aritméticos y lógicos.

II.1 El procedimiento de realizar un proyecto arquitectónico



- la gran exactitud en la resolución de problemas, el poder resolver aquellos problemas que prácticamente son imposibles de solucionar sin su ayuda, ó que se tardaría demaciado tiempo en ello.

Cómo aprovechar estas cualidades de la computadora y en qué manera puede introducir esta máquina en el campo de la arquitectura será el tema principal de la discusión en los capitulos posteriores.

II.2 La Etapa Creativa del Arquitecto

Desde que un programa arquitectónico llega a la mano del arquitecto, las actividades creativas se inician. Como no existen dos personas iguales en el mundo, tampoco no existen dos construcciones idénticas en la tierra. Por lo tanto, cada proyecto que se empieza será una nueva creación del arquitecto.

Tal vez el trabajo más difícil para el arquitecto es proyectar sobre la "hoja en blanco", ó sea el primer intento de interpretar el programa arquitectónico a través de líneas, sobre todo cuando se trata de un tema desconocido. En la etapa de la investigación la computadora puede jugar un papel informativo, mostrar al arquitecto todos los antecedentes del proyecto ó de un proyecto semejante.

Antes de iniciar un proyecto ó sea antes de empezar a crear los espacios arquitectónicos, el arquitecto tiene que considerar todos los factores que intervienen en el proyecto, analizarlos y estudiarlos con el fin de determinar las jerarquías de los espacios y las relaciones entre ellos mismos.

En esta etapa el arquitecto pensará en el funcionamiento y las formas, imaginará los espacios y los elementos que lo componen, tomará en cuenta los factores sociales, culturales, económicos, topográficos y climatológicos que influyen de manera decisiva en el proyecto, pensará también en los materiales de construcción, para crear los colores y las texturas del espacio.

Todos los factores anteriormente mencionados son importantes para llevar a cabo un proyecto arquitectónico, pero desgraciadamente muchas veces muchos de ellos están fuera del campo de la arquitectura, y algunos son muy difíciles para ser

manejados por el arquitecto directamente. Por ejemplo, el cálculo estructural es un trabajo asignado para los ingenieros civiles, pero en el momento de proyectar el arquitecto es la persona que propone la primera estructura al espacio diseñado. Actualmente el arquitecto obtiene la información sobre la estructura a través de los libros y los catálogos de materiales de la construcción, ó a través de la experiencia profesional. En este caso la computadora puede ser una gran ayuda para el arquitecto, su gran capacidad de almacenamiento de datos le permite ofrecer al arquitecto todo tipo de información sobre las estructuras adecuadas para un espacio ó un edificio seleccionado.

Como producto de todos los estudios anteriormente mencionados y la expresión de ideas de cada arquitecto, el proyecto llegará a ser una respuesta arquitectónica de las necesidades y espacios demandados.

Del mismo programa arquitectónico pueden resultar una infinidad de proyectos muy distintos desde la forma del edificio hasta la composición de los espacios, pero todos ellos encaminados a satisfacer una necesidad al mismo tiempo. Este fenómeno es algo muy especial que sucede solamente en la arquitectura, donde no existe el resultado único ni la verdad absoluta, todo es relativo. Esta variedad de soluciones se deben a la " CREATIVIDAD " individual de cada arquitecto. Es cierto que el concepto arquitectónico de cada uno y las personales influyen mucho en el momento de proyectar, pero tiene que reconocerse que esta " CREATIVIDAD " es algo tan misterioso del cerebro humano que por ello se diversifica en tantas expresiones.

Todavía no existe una máquina en el mundo que pueda sustituir al cerebro humano, y mucho menos crear en vez del arquitecto. Sin embargo, la computadora como una máquina con cierta inteligencia puede ayudar al arquitecto a memorizar y ordenar sus ideas de proyecto y ofrecer alternativas de las

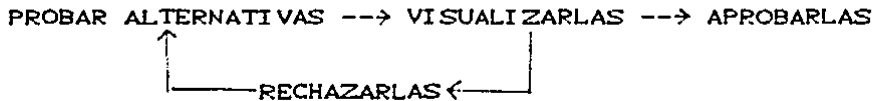
posibles composiciones de los espacios, para que el arquitecto pueda compararlas y escoger la mejor opción en un tiempo muy breve.

II.3 La Etapa de las Labores de Presentación

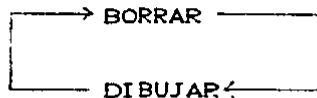
Una vez que el arquitecto tenga la idea global del proyecto, el trabajo inmediato es presentarlo sobre el papel, para poder visualizar y detallar posteriormente. Este trabajo normalmente se hace por los dibujantes del despacho, quienes estan encargados de "pasar en limpio" los croquis del arquitecto, esto quiere decir dibujarlos a escala y con medidas exactas.

El proceso de proyectar es un proceso de crear, las nuevas ideas pueden ocurrir al arquitecto en cualquier momento durante el progreso del desarrollo del proyecto, y cada una de ellas causará un cambio en los planos. Para los dibujantes esto significa borrar parcialmente el plano y dibujarlo de nuevo, a veces estos cambios son tan radicales, que la necesidad de repetir el plano es indispensable.

En la etapa del proyecto, el ciclo de trabajo del arquitecto es:



y el ciclo vicioso de trabajo del dibujante es:



Este proceso de reproducir las ideas del arquitecto es tan lento, que muchas veces el arquitecto tiene que parar su mente y esperar hasta que éstas sean dibujadas en el papel, para poder verificarlas con la realidad y seguir creando.

Aún para presentar el proyecto " Definitivo ", el trabajo de dibujar los planos es una labor repetitiva. Por ejemplo: tiene que repetir las mismas ventanas y puertas en las fachadas, repetir las mismas columnas en todas las plantas arquitectónicas entre otras. Existen todavía muchas repeticiones de trabajo semejantes a los ejemplos anteriormente mencionados en el despacho del arquitecto.

Si es cierto que las personas nacieron para pensar y las máquinas se crearon para trabajar, por qué no dejamos que la computadora haga los trabajos repetitivos por nosotros y tendremos más tiempo para pensar y crear.

III. LA COMPUTADORA EN LA SOLUCION DE UN PROBLEMA ARQUITECTONICO REAL

III.1 Los Planos de Acabados como el Ejemplo Característico

III.2 El Desarrollo de las Láminas de Acabados

III.3 Aplicaciones del Programa de CUANTIFICACION DE OBRA I

III.1 Los Planos de Acabados como el Ejemplo Característico

Dentro de muchos trabajos repetitivos en el despacho del arquitecto, la elaboración de los planos de acabados es un ejemplo muy característico. Actualmente los planos de acabados se hacen en maduros de los planos originales arquitectónicos. El procedimiento para la elaboración de estos planos puede considerarse a grandes pasos en lo siguiente:

1. Poner la simbología en los planos:

para los muros:

para los pisos:

para los plafones:

para los zoclos:

para las azoteas:

para la ventanería:

para la carpintería:

2. Llenar las simbologías:

Los espacios asignados para cada concepto son:

Acabado base:	1
Acabado iniciales:	2
Acabado finales:	3

TRADITIONAL SYSTEM



1. Ladrillo de barro común.
2. Tablaroca.



1. Aplamado de yeso.
2. Andado final.



1. Pintura.
2. Papel tapado.
3. Impresión en pisos.

ACABADOS EN PISOS



1. Lirio de concreto sin
estribo.



1. Lijeta ceramica 10x20.
2. Alfombra de lana.
3. Seta que cubra pulido
fino.



1. Encerado con anti-
da rayante.
2. Impresión en pisos.

ACABADOS EN PLACAS



1. Losa de concreto armado
10.



1. Aplamado de yeso con
regla.

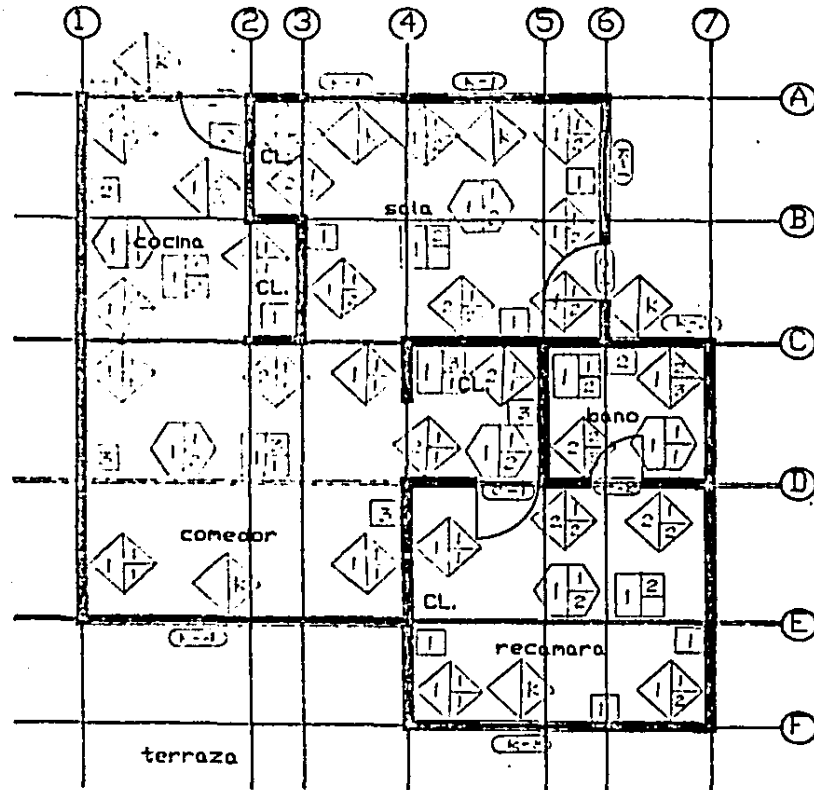


1. Pintura de aceite.
2. Aliso de revoltura.

ACABADOS EN ZOCLOS



1. de vinilo negro.
2. de mosaico.



ACARADOS

OBRA _____	PLANO. <u>AC-1</u>	NOJA
UBICACION _____	FECHA. _____	13
	CALCULO. _____	

CONCEPTO	LOCALIZACION		LARGO	ANCHO	ALTO	PZAS	RESULTADO	OBSERVACIONES
AG-11.- SUMINISTRO Y CO-	11a	14b	U-T _h	9.60	9.50		97.8	
LOCACION DE RISO DE				2.70	0.50		- 1.10	NEG.
LOSETA VINILICA MARCA			PERFORACION				31.7	
"LASA" DE 2MM DE ESPESOR.								
COLOR SS. INCLUYE FECH-	14b	16	U-T _b	3.30	5.50		18.15	
ALNTO, DISTERDICIOS, HE-			DISTADO MEDIO.					
PRIMIENTA Y MANO DE								
OBRA.	16-	17b	U-T _{lo}	5.00	5.50		32.45	
			CEJE					
	23a	24a	U-T	3.15	4.00		12.6	
			TALLER DE ANCLAJES					
	25a	26a	T-Sa	7.30	2.10		6.09	
			CTD. CONTROL PAVOS "X"					
	23a	25a	T-Sa	6.00	1.95		11.7	
			CIRCULACION					
	21a	23a	T-S	6.10	3.70		22.57	
			CIRCULACION (SIMILAR)					
	14a	21a	Tb-Sa	22.00	2.10		57.36	
			CIRCULACION					
	11a	14a	Tb-S"	2.10	4.00		20.00	
				1.70	1.35		- 2.29	NEG. TOILET.
			VERIFICACION PAVOS				17.50	

para los muros:

para los pisos:

para los plafones:

para los zoclos:

para las azoteas:

para la ventanería y la carpintería los números corresponden a los del detalle:

para la ventana KD-2:

para la puerta CD-3:

Uno de los más importantes usos de los planos de acabados es determinar la cuantificación de obra, este trabajo se hace a través de leer las simbologías dibujadas en los planos, clasificarlas y sacar volúmenes y cantidades de cada una de ellas según el concepto.

Como se ha visto anteriormente, la elaboración de los planos de acabados es juntar toda la información en un solo plano, y para la cuantificación de obra se tiene que leer otra vez estos datos desde el mismo plano y dividirlos por concepto.

Será posible no repetir este trabajo? No habrá una forma de almacenar las informaciones en los planos, y volver a usarlas para los trabajos posteriores. tales como la cuantificación de obra? La respuesta es definitiva: ¡LA COMPUTADORA! La gran capacidad de almacenar información le permite realizar este trabajo de una manera rápida y eficiente.

III.2 El Desarrollo de las Láminas de Acabados

Enfrentando el problema real de la cuantificación de obra el autor elaboró un programa de cómputo cuyo nombre CUANTIFICACION DE OBRA I. Este programa utilizó el programa AutoCAD (Computer Aided Design) como una herramienta de dibujo para llevar a cabo el trabajo. Es necesario que los arquitectos conozcan el desarrollo de la CUANTIFICACION DE OBRA I y el AutoCAD, sobre todo la gran capacidad y ayuda que puede ofrecer este programa en el dibujo arquitectónico

Dentro del AutoCAD los dibujos se desarrollan bajo un archivo especificado por el usuario, y dentro del esto los dibujos pueden ser dibujados en distintas láminas que se conoce como "Layers" en el programa. El AutoCAD permite al usuario crear numero infinito de "Layers" que se necesitan. El programa Cuantificación de Obra I tomó esta idea para presentar un acabado en cada "Layer", los cuales están denominados en esta forma (ver grafica IV.1).




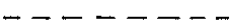









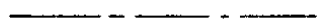

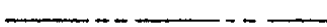





El AutoCAD solo permite usar un tipo de línea y un color para el dibujo del mismo "Layer." El tipo de línea ó el color puede ser distintos de un "Layer" a otro dentro del mismo archivo. Se ha creado un tipo de línea para el dibujo de cada concepto del acabado (ver grafica IV.2), con la cual se estableció una interface entre el aquitecto y la computadora. Por ejemplo, una línea gruesa (Polyline) en el dibujo está representando el acabado base en muros para el arquitecto, y para la computadora ésta es una línea que tiene el nombre "Polyline", que es muy distinta a una línea con el nombre "Dot" (línea punteada).

Se han asignado 20 colores para cada concepto del acabado (ver grafica IV.3), y éstos forman las claves de especificación en la lista de acabados al mismo tiempo.

IV.2 El Sistema de Líneas Sustituyendo las Simbología

COMPUTADORA












ARQUITECTO

LAYER	LINEAS	SIMBOLOGIA
TRAZOS	center 	
MB*	polyline 	
MI*	hidden 	
MF*	continuous 	
PB*	pb 	
PI*	pi 	
PF*	pf 	
PLB*	plb 	
PLI*	pli 	
PLF*	plf 	
ZOC*	dot 	

IV.3 Los Colores para las Especificaciones

COMPUTADORA

ARQUITECTO

LAYER	LINEAS	NUMERO DE COLORES
TRAZOS	center 	7
MB*	polyline 	1 - 20
MI*	hidden 	21 - 40
MF*	continuous 	41 - 60
PB*	pb 	61 - 80
PI*	pi 	81 - 100
PF*	pf 	101 - 120
PLB*	plb 	121 - 140
PLI*	pli 	141 - 160
PLF*	plf 	161 - 180
ZOC*	dot 	181 - 200

IV.1 El Desarrollo de las láminas

ARQUITECTO		COMPUTADORA
PLANOS ARQUITECTONICOS		NUMERO DE LAYERS
plantas arquitectonicas		ARQ
plano de ejes		TRAZOS
P	acabados base en muros	MB*
L	acabados iniciales en muros	MI*
A	acabados finales en muros	MF*
N		
O	acabados base en pisos	PB*
S	acabados iniciales en pisos	PI*
D	acabados finales en pisos	PF*
E		
A	acabados base en plafones	PLB*
C	acabados iniciales en plafones	PLI*
A	acabados finales en plafones	PLF*
B		
D	acabados en zoclos	ZOC*
O		
S		

Finalmente, se elaboró una lista de acabados, el cual sirve como guía para el desarrollo de las láminas posteriormente.

Cada "Layer" de acabados se identifica por su propio nombre, el cual está compuesto por el concepto del acabado y el número de especificación.

Ejemplo: el "Layer" MB1, representa el acabado número uno del acabado Muro Base, y según la lista de acabados, el acabado número uno es muro de tabique de barro común.

el "Layer" PF105, representa el acabado número cinco del acabado Piso Final, y según la lista de acabados, este número corresponde al piso de mosaico.

el "Layer" PLF162, representa el acabado número ciento sesenta y dos del acabado Plafón Final, y según la lista de acabados, el número corresponde al plafón de tirol.

III.3 Aplicaciones del programa CUANTIFICACION DE OBRA 1.

Como se ha visto anteriormente, existen muchos tipos de líneas para elaborar las lámina de acabados, pero el arquitecto no tiene que preocuparse de eso, porque una vez que se selecciona el número de acabado en la computadora, el programa Cuantificación de Obra I asigna el tipo de línea automáticamente en el "Layer" correspondiente.

Para elaborar las láminas de acabados, el arquitecto sólo tiene que escoger el número del acabado deseado en la lista de acabados y dibujar las líneas donde corresponda el acabado en el "Layer". Para cuantificar la cantidad de materiales, el programa Cuantificación de Obra I leerá todas las líneas dibujadas en los "Layers", las clasificará por tipo de acabados y finalmente calculará la cantidad de cada uno de ellos.

Para la presentación del trabajo, el arquitecto obtendrá un croquis del dibujo, una hoja escrita de la especificación de dicho acabado, y una hoja de cálculo que incluye la(s) localización(es), la(s) superficie(s) ó el volumen y los resultados parciales y totales del acabado.

El sistema de líneas que se ha propuesto para la Cuantificación de Obra I tiene muchas ventajas comparando con el sistema tradicional.

1. La línea marca muy claramente en qué superficie y en qué local, se empieza y termina un acabado.
2. El color de las líneas ayuda a distinguir fácilmente un acabado de otro, y permite ver directamente los cambios de materiales en los planos.

3. Las líneas ocupan un espacio mínimo en los planos, y esto evita el acumulamiento de gran cantidad de simbología en los planos, que es el problema principal del sistema tradicional.

La Cuantificación de Obra I ofrece la posibilidad de representar las láminas de acabados de distintas maneras. Por ejemplo, para ver la yesería del proyecto, puede mostrar el "Layer" con la clave MI22, y para revisar todos los acabados finales del piso, puede exhibir todos los "Layers" cuyo nombre se inicia con PF.

IV. EL PROGRAMA DE COMPUTACION: CUANTIFICACION DE OBRA 1

IV.1 Qué es la CUANTIFICACION DE OBRA I

IV.2. El Contenido del Programa.

IV.3. Cómo usar la CUANTIFICACION DE OBRA I

IV.1 Qué es la CUANTIFICACION DE OBRA I

La Cuantificación de Obra I es una rutina que se escribió para facilitar el trabajo de la cuantificación de obra , este programa utiliza el AutoCAD como una herramienta auxiliar de dibujo para realizar los planos de acabados y después calcula la cantidad de materiales requeridos de la construcción según la necesidad del usuario.

El programa propuso un nuevo sistema de presentación a base de líneas y colores para sustituir la simbología tradicional, y de esta manera facilitar la interpretación de los planos de acabados.

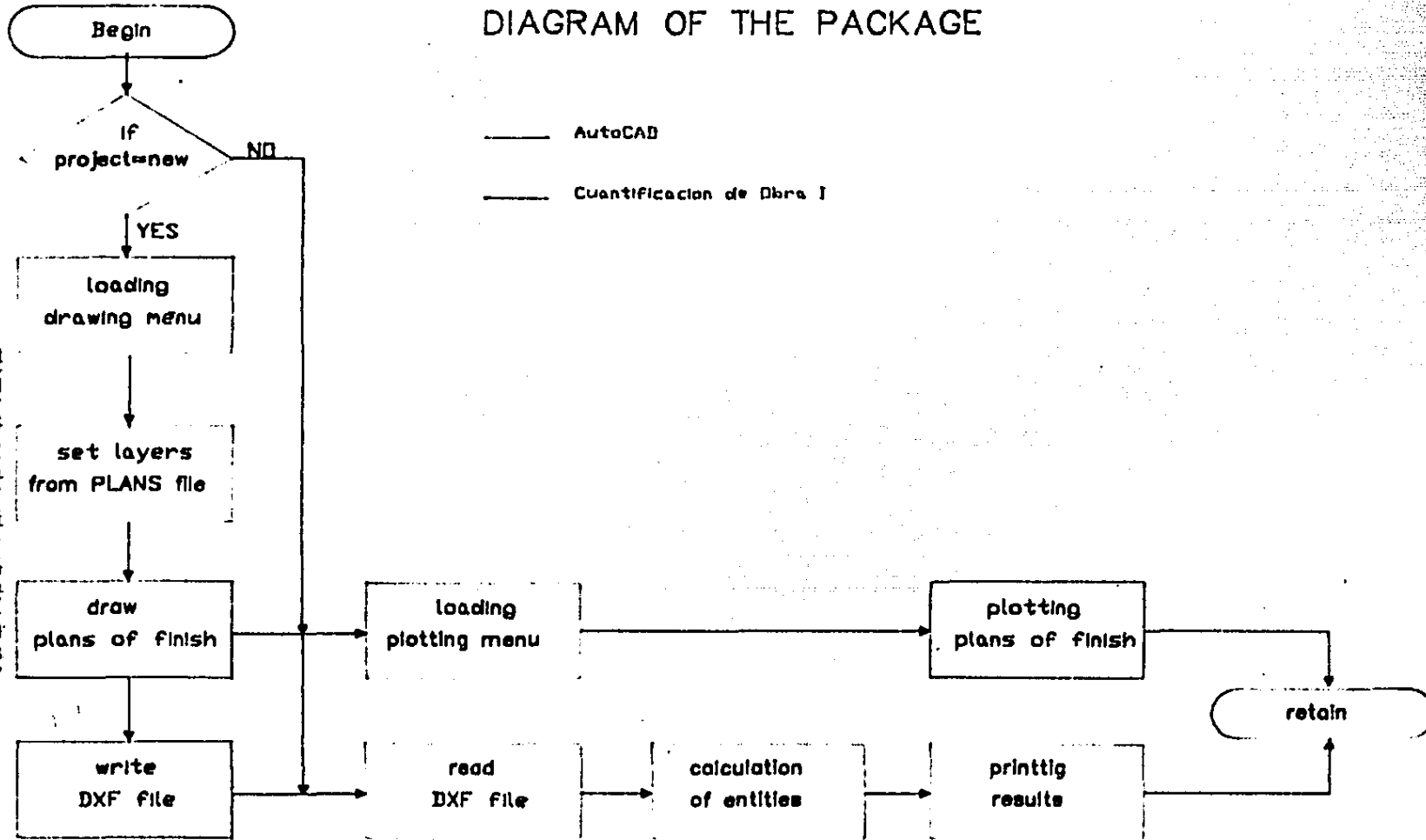
La finalidad de asignar a un acabado un número de color ayuda al arquitecto a organizar de esta manera más eficientemente su trabajo.

El paquete contiene un Menú especial para el uso de AutoCAD dentro del paquete, con la finalidad de que el usuario quien no tiene mucho conocimiento en el AutoCAD pueda realizar su trabajo fácilmente.

El paquete se creó con varios tipos de líneas para la presentación de cada concepto de acabados, así como con un archivo donde se almacenó todos los planos con su respectivo código de acabados necesarios para la elaboración de los planos de acabados y la presentación final del trabajo.

La Cuantificación de Obra I es un paquete que se creó a base de las necesidades reales del despacho del arquitecto, es un programa eficiente y práctico. El uso del paquete es sumamente fácil incluso para los principiantes de la computación.

DIAGRAM OF THE PACKAGE



IV.2 El Contenido del Programa

La Cuantificación de Obra I es un programa que cuenta con un programa principal, cuatro subrutinas principales y dieciséis subrutinas. El programa tiene la capacidad de leer el archivo "DXF" del AutoCAD, clasificar y cuantificar los elementos del dibujo almacenados en el mismo archivo.

Objetivos del programa:

PROGRAMA PRINCIPAL: dado un plano arquitectónico, cuantificar las cantidades requeridas de materiales de la obra.

Subrutinas principales:

INFORMACION: obtener información relevadas del archivo ".DXF".

DEFINICION: definir las variables y los arreglos que se van a usar en el programa e iniciarlos con valores apropiados.

PROCESAMIENTO: procesar toda la información anteriormente obtenida por conceptos de muros, pisos, plafones, zoclos, etc.

IMPRESION: imprimir los resultados según la necesidad del usuario.

Subrutinas:

Layerinfor: obtener información de "Layers" (layer name, color, linetype).

Plineinfor: obtener información del acabado base en muros

Ccoordenadas de líneas: X0,Y0,X1,Y1).

Lineinfor: obtener información de coordenadas (X0,Y0,X1,Y1) de las líneas "Layers": MI*, MF*, PB*, PI*, PF*, PLB*, PLI*, PLF*, ZOC*.

Hinfor: obtener altura de los muros asignada en los "Layer".

Blockinfor: obtener información de puertas y ventanas.

Ponenombre: poner nombre a los ejes.

Tablas: escribir tablas de información.

Indice: dado el nombre de un "Layer" encontrar el índice de dicho "Layer" en el arreglo de "Layername".

Convertir: convertir la altura de caracter a números reales.

Lee: leer un código de un grupo y su valor (del archivo ".DXF").

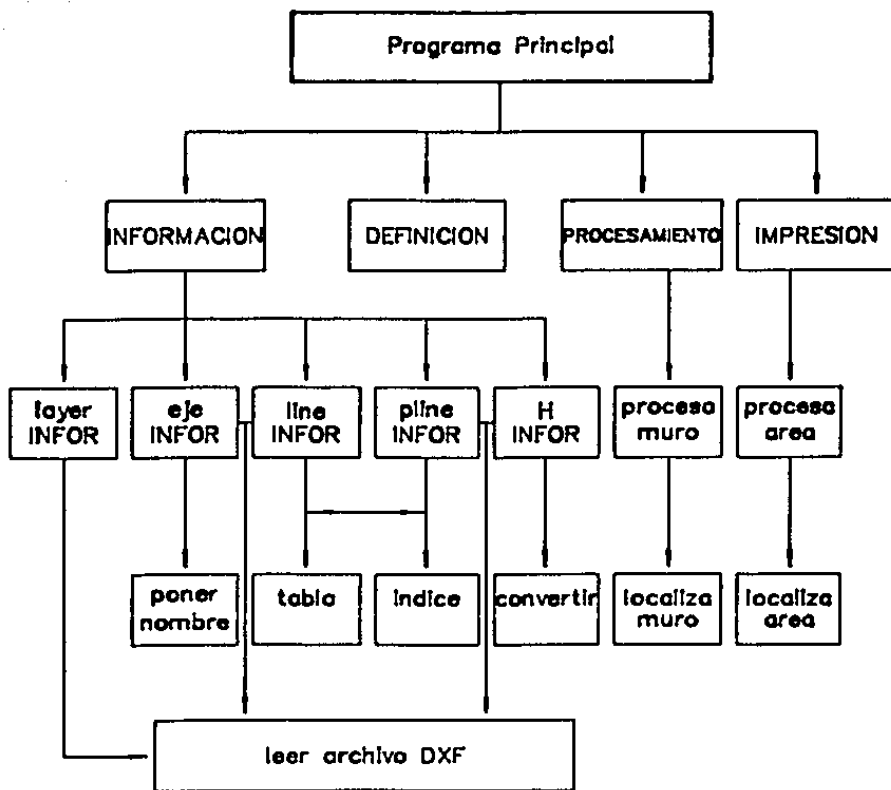
Procesamuro: procesar la tabla de M*TAB.TAB y obtener la longitud, la altura y la colocación de los muros.

Procesarea: procesar las tablas P*TAB.TAB y PL*TAB.TAB, obtener áreas y colocaciones de pisos y plafones.

Localizamuro: encontrar la localización de muros de acuerdo con los ejes.

Localizarea: encontrar la localización de pisos y plafones de acuerdo con los ejes.

V.2 Diagrama de Bloques



IV.3 Cómo Usar la CUANTIFICACION DE OBRA I ?

El manejo de La Cuantificación de Obra I es muy simple, el trabajo principal del usuario es a base de dibujar líneas en las láminas correspondientes. Después de entrar el paquete, el usuario tiene que dibujar todas las plantas arquitectónicas que son necesarias para llevar a cabo la elaboración de los planos de acabados en la computadora, y escoger el número del acabado deseado en la Lista de Acabados para el Usuario.

Después de que el usuario haya escogido el número del acabado deseado en el menú de la pantalla, el programa expodrá automáticamente una lámina con el número correspondiente y una planta arquitectónica como el plano de referencia en la pantalla, el usuario sólo tiene que dibujar líneas en donde va a aplicar el acabado en la dicha lámina.

Al finalizar los planos de acabados, el usuario puede decir al programa que cuantifique un acabados del proyecto e imprimir los resultados y croquis de localizaciones. Para la presentación final del trabajo, el usuario recibirá una hoja de calculo y un dibujo de la computadora, donde aparece la(s) localización(es), la longitud, el ancho, la superficie y otras informacionse del acabado escogido.

Obviamente el arquitecto tiene que cambiar un poco su forma tradicional de trabajar para poder usar el paquete, sin embargo estos cambios favorecen el trabajo del arquitecto, porque la Cuantificación de Obra I permite al usuario trabajar con líneas y colores en vez de simbologías, y éstos son elementos fundamentales para el arquitecto expresar sus ideas en el proyecto. El paquete ofrece otra facilidad al usuario, eso es la ausencia de números, el arquitecto ya no tiene que preocuparse por las operaciones matamaticas en la cuantifacación de obra.

La lista de acabados para el usuario:

Conceptos	Clave	Acabados
ACABADOS EN MUROS	1	tabique de barro común: a) 7; b) 14; c) 21; d) 28
acabado base	2	tabique de barro aparente: a) 7; b) 14; c) 21; d) 28
	3	tabique de barro prensado, hueco: a) 6x10x20; b) 10x10x20; c) 6x12x24
	4	concreto armado colado en el lugar: a) aparente; b) martelinado; c) común
	5	bloque de concreto hueco: a) 10x20x40; b) 12x20x40; c) 20x20x10
	6	paneles de concreto: a) precolado b) precolado con ventanas
	8	paneles de asbesto extruido: a) 7.5; b) 10
	9	bloques de vidrio: a) 20x20; b) 25x25; c) 30x30
	10	piedra braza: a) aparente; b) común
	11	celosía de barro prensado: a)

	:	:	10x10x6; b) 10x10x10; c) 10x20x20
	:	:	d) 14x14x10; e) 12.5x12.5x10
	:	:	
	:	12	celosía de concreto
	:	:	
	:	13	muro de metal desplegado con
	:	:	canaleta para recibir aplanado
	:	:	
	:	14	tabique refractario: a) 6x10x20;
	:	:	b) 12x10x20; c) 10x20x3.5
	:	:	
	:	15	ladrillo refractario: a) 3x10x20
	:	:	
	:	16	paneles ó mamparas de lámina de
	:	:	acero
	:	:	
	:	17	tabicón ligero
	:	:	
	:	18	tabique ligero
	:	:	
	:	19	paneles de tablaroca
	:	:	
	:	21	aplanados: a) mezcla; b) de pasta
acabado inicial	:	:	c) impermeabilizante
	:	:	
	:	22	aplanado de yeso: a) talochazo;
	:	:	b) reventón; c) a regla y plomo
	:	:	
	:	23	recubrimientos vidriados
	:	:	prensados: a) azulejo 11x11; b)
	:	:	cintilla 6x20; c) loseta de barro
	:	:	
	:	24	recubrimientos pétreos (piezas
	:	:	naturales ó rústicas): a) cantera;
	:	:	b) laje de Taxco; c) cuartón
	:	:	Guanajuato; d) mármol

	:	25	:	recubrimientos pétreos ó mármol
	:		:	cortado: a) chiluca; b) rosa; c)
	:		:	blanca; d) travertinos; e) negro
	:		:	de Moterrey; f) blanco de Durango
	:		:	g) granito natural
	:		:	
	:	26	:	mosaico veneciano: a) cerámica;
	:		:	
	:	27	:	mosaico industrial: a) cerámica;
	:		:	b) loseta de barro prensado; c)
	:		:	granito artificial
	:	28	:	bastidores: a) madera; b) metal
	:		:	
	:	29	:	aislamiento térmico: a) corcho;
	:		:	b) frigolite; c) fibra de vidrio
	:		:	
	:	30	:	impermeabilizantes: a) integrales
	:		:	b) asfálticos en frío; c)
	:		:	asfálticos en caliente
	:	31	:	aislamiento para radiaciones: a)
	:		:	aplanado de bario; b) plomo
	:		:	
	:	32	:	acabados aparentes: a) lijado; b)
	:		:	martelinado
	:		:	
acabado final	:	41	:	pintura: a) de cal; b) aceite; c)
	:		:	vinílica; d) expóxica; e) laca;
	:		:	f) esmalte
	:		:	
	:	42	:	selladores transparentes: a) a
	:		:	base de silicón; b) de resinas
	:		:	plásticas; c) de resinas expóxicas
	:		:	
	:	43	:	recubrimientos: a) telas
	:		:	plásticas; b) papel tapiz; c)
	:		:	chapas finas de madera; d) de
	:		:	pañó

	44	lambrines: a) de duela; b) de triplay; c) formica; d) metales
	45	losetas acústicas: a) celotex; b) corcho
ACABADOS EN PISOS	61	relleno compacto (90%): a) con tierra; b) con grava cementada
acabado base	62	firme de concreto: a) simple; b) con refuerzo
	63	capa de tierra vegetal
	64	impermeabilizante (bajo firme)
	65	empolinado
	66	aislamiento térmico: a) poliestireno expandido
acabado inicial	81	pulido con endurecedor
	82	mezclas asfálticas: a) concreto asfáltico
	83	fino de cemento pulido
	84	cemento pulido con color integral a) con rodillo de madera; b) con llana metálica
acabado final	101	terrazo: a) normal; b) conductivo
	102	piedras naturales ó mármoles: a) rosa de Querétaro; b) recinto; c)

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

	103	travertino; d) cantera; e) bola madera: a) duela; b) adoquí; c) parquet
	104	mosaico de cemento ó granito artificial: a) 20x20; b) 30x20
	105	mosaico veneciano: a) Rajueleado; b) Césped; c) grama
	106	loseta de barro cocido y/o prensado: a) 20x20; b) 10x20
	107	alfombras: a) de lana; b) fibra acrílica; c) yute
	108	recinto artificial: a) martelinado
	109	loseta flexible: a) asbesto-vinilo; b) asfalto-vinilo c) vinilo; d) hule; e) corcho
	110	linoleo: a) de rollo; b) conductivo
	111	rejillas metálicas: a) hierro
ACABADOS EN PLAFONES	121	elementos de concreto
acabado base	122	elementos metálicos
	123	bloque de vidrio ahogado en concreto
	124	rejilla de plástico para

		ventilación ó iluminación
acabado inicial	141	aplanados: a) yeso; b) mezcla; c) pasta
	142	paneles: a) metal; b) yeso; c) asbesto; d) de fibra de vidrio; e) acrílico; f) vidrio; g) poliestireno expandido
	143	madera: a) triplay; b) dueña
	144	canaletas y metal desplegado
	145	bastidores para recibir madera
	146	canaletas metálicas para recibir placas de : a) metal; b) yeso; c) asbesto; d) fibra de vidrio; e) acrílico
	147	armazones para tragaluces de vidrio
	148	brocales para domos
acabado final	161	pintura: a) cal; b) aceite; c) vinílica; d) epóxica; e) esmalte
	162	tirol: a) de revoltura con color; b) de revoltura sin color
ACABADOS EN ZOCLOS	181	de vinil negro ó café: a) 7.5; b) 10
	182	de mosaico: a) de color; b) de

:	:	granito artificial
:	:	
:	183	de madera: a) medio bocel; b)
:	:	chaflan
:	:	
:	184	de concreto pintado (rodapie)
:	:	
:	185	pedras naturales ó mármoles
:	:	cortados: rosa Querétaro; b)
:	:	recinto;c) travertino; d)
:	:	cantera; e) boia; f) granito
:	:	natural
:	:	
:	186	recinto artificial
:	:	
:	187	concreto: a) pulido; b)
:	:	martelinado
:	:	
:	188	zoclo sanitario
:	:	
:	189	zoclo de cintilla esmaltada de
:	:	6x22
:	:	

V. MUESTRA DEL PROGRAMA

ACABADO NUMERO

1

LOCALIZACION

LARGO

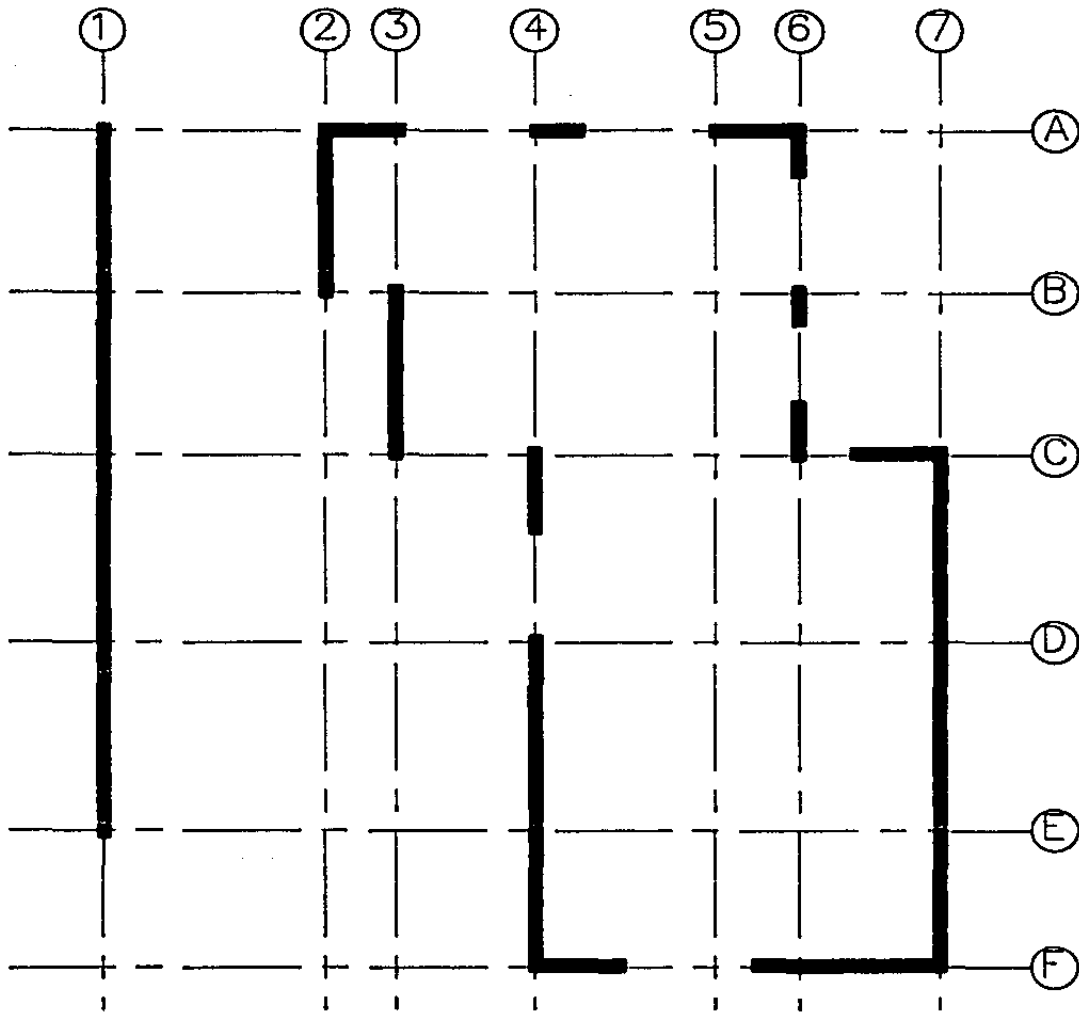
ALTURA

SUPERFICIE

1	A-E	8.57	2.30	19.71
2	A-B	2.10	2.30	4.83
3	B-C	2.10	2.30	4.83
4	C-D	1.05	2.30	2.41
4	D-F	4.04	2.30	9.29
6	A-B	0.65	2.30	1.50
6	B-C	0.49	2.30	1.13
6	B-C	0.72	2.30	1.66
7	C-F	6.31	2.30	14.51
2-3	A	0.78	2.30	1.79
4-5	A	0.60	2.30	1.38
5-6	A	0.88	2.30	2.02
4-5	F	0.91	2.30	2.09
5-7	F	1.95	2.30	4.49
6-7	C	0.90	2.30	2.07

La Suma Total

73.72 M²



1. tabique de barro comun

H=2.30

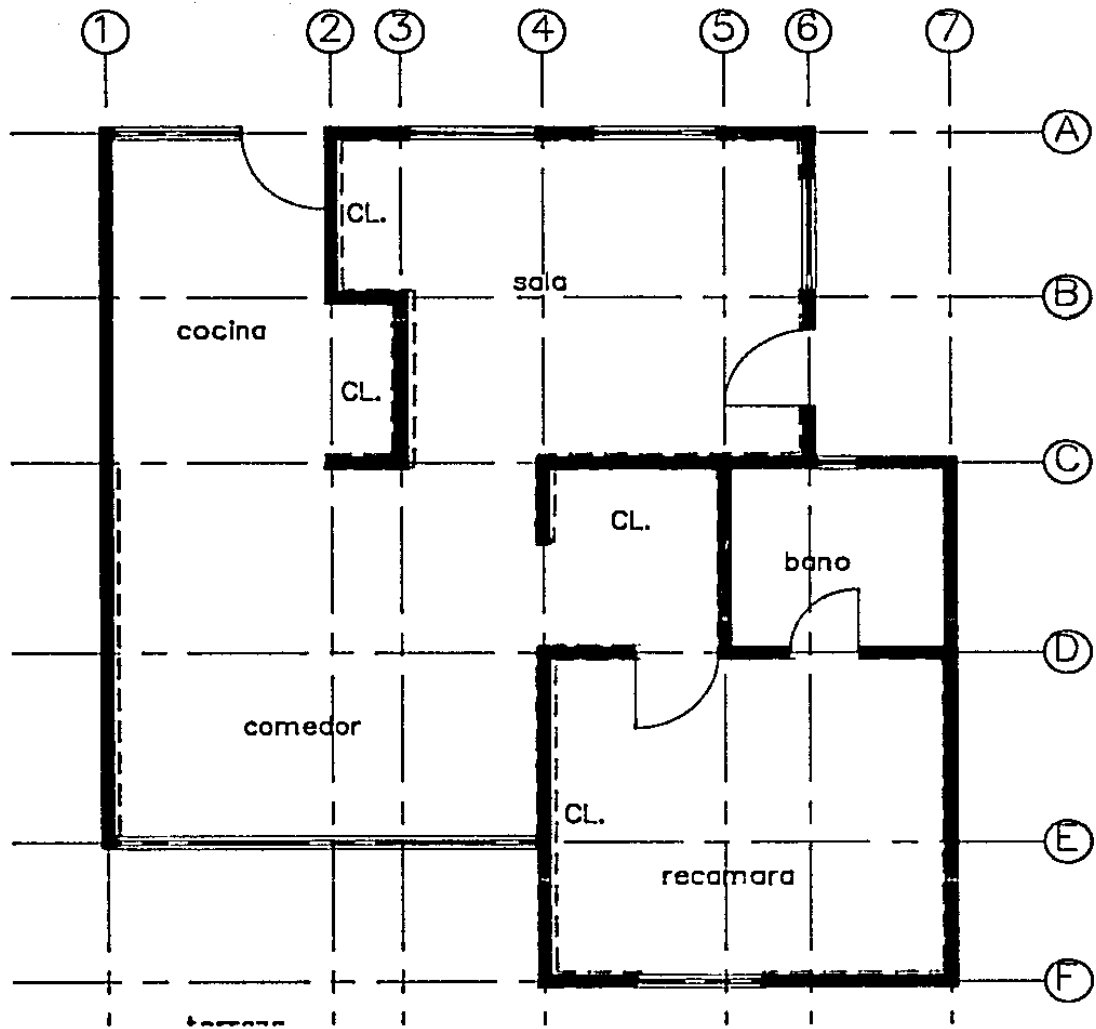
ACABADO NUMERO

22

LOCALIZACION	LARGO	ALTURA	SUPERFICIE
1 C-E	4.37	2.30	10.05
3 B-C	1.78	2.30	4.09
2-3 C	0.75	2.30	1.72
2-3 C	0.98	2.30	2.25
3 B-C	2.10	2.30	4.83
2-3 B	0.77	2.30	1.77
2 A-B	1.78	2.30	4.09
2-3 A	0.74	2.30	1.70
4-5 A	0.60	2.30	1.38
5-6 A	0.84	2.30	1.93
6 A-B	0.49	2.30	1.13
6 B-C	0.49	2.30	1.13
6 B-C	0.56	2.30	1.29
4-6 C	2.83	2.30	6.51
4 C-D	1.05	2.30	2.41
4-4 B	0.20	2.30	0.46
4 C-D	0.89	2.30	2.05
4-5 C	1.76	2.30	4.05
5 C-D	2.27	2.30	5.22
5-6 D	0.80	2.30	1.84
6-7 D	0.88	2.30	2.02
7 D-F	3.72	2.30	8.56
4-5 F	0.91	2.30	2.09
4 D-F	3.72	2.30	8.56
4-5 D	0.91	2.30	2.09
4-5 D	1.11	2.30	2.55
4 D-E	2.26	2.30	5.20
2-3 B	0.75	2.30	1.72
5-7 F	1.96	2.30	4.51

La Suma Total

97.22 M²



22. aplanado de yeso

H=2.30

ACABADO NUMERO

41

LOCALIZACION

LARGO

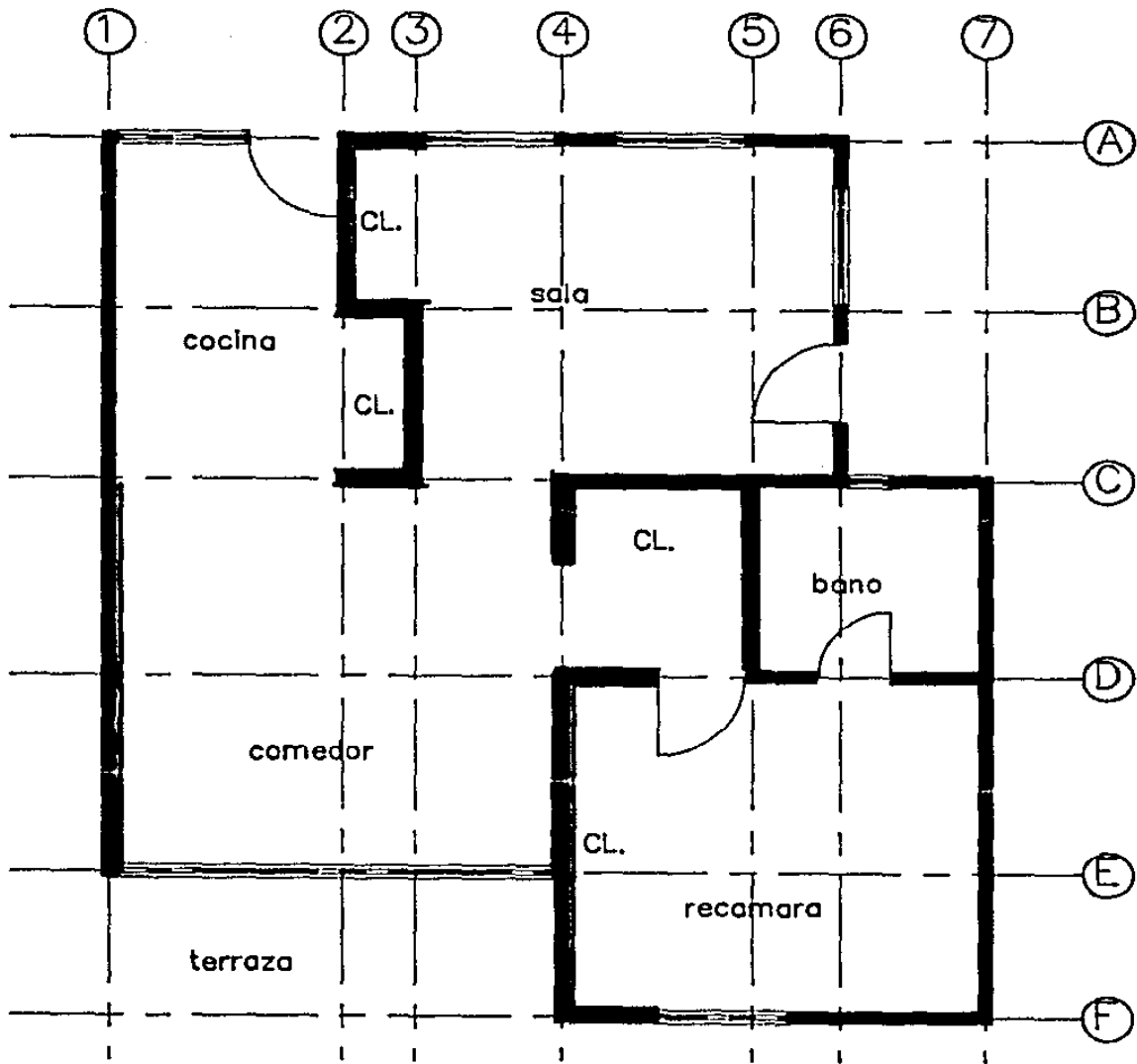
ALTURA

SUPERFICIE

1	C-E	4.37	2.30	10.05
2-3	B	0.75	2.30	1.72
3	B-C	1.78	2.30	4.09
2-3	C	0.75	2.30	1.72
2-3	C	0.98	2.30	2.25
2-3	B	0.77	2.30	1.77
2	A-B	1.78	2.30	4.09
2-3	A	0.74	2.30	1.70
4	C-D	1.05	2.30	2.41
4-4		0.20	2.30	0.46
4	C-D	0.89	2.30	2.05
4-5	C	1.76	2.30	4.05
5	C-D	2.11	2.30	4.85
4-5	D	1.08	2.30	2.48
4	D-E	2.26	2.30	5.20
4-5	D	0.88	2.30	2.02
4	D-F	3.72	2.30	8.56
4-5	F	0.88	2.30	2.02

La Suma Total

61.53 M²



41. pintura

H=2.30

ACABADO NUMERO

46

LOCALIZACION

LARGO

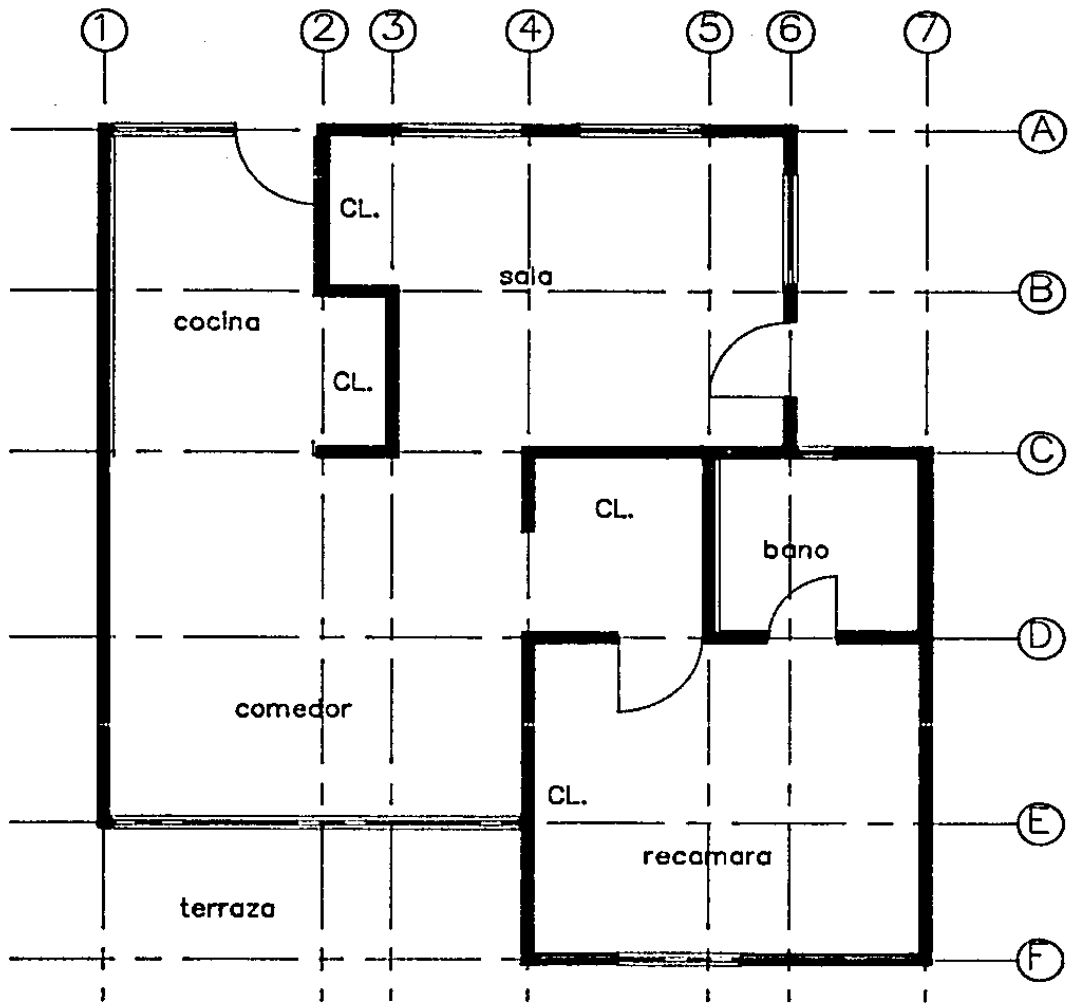
ALTURA

SUPERFICIE

1	A-C	3.88	2.30	8.92
2	A-B	1.94	2.30	4.46
5-6	D	0.57	2.30	1.31
5	C-D	2.11	2.30	4.85
5-7	C	2.19	2.30	5.04
7	C-D	2.11	2.30	4.85
6-7	D	0.88	2.30	2.02
2	B-C	0.19	2.30	0.44

La Suma Total

31.90 M²



46. azulejo 11x11

H=2.30

ACABADO NUMERO

93

LOCALIZACION

LARGO

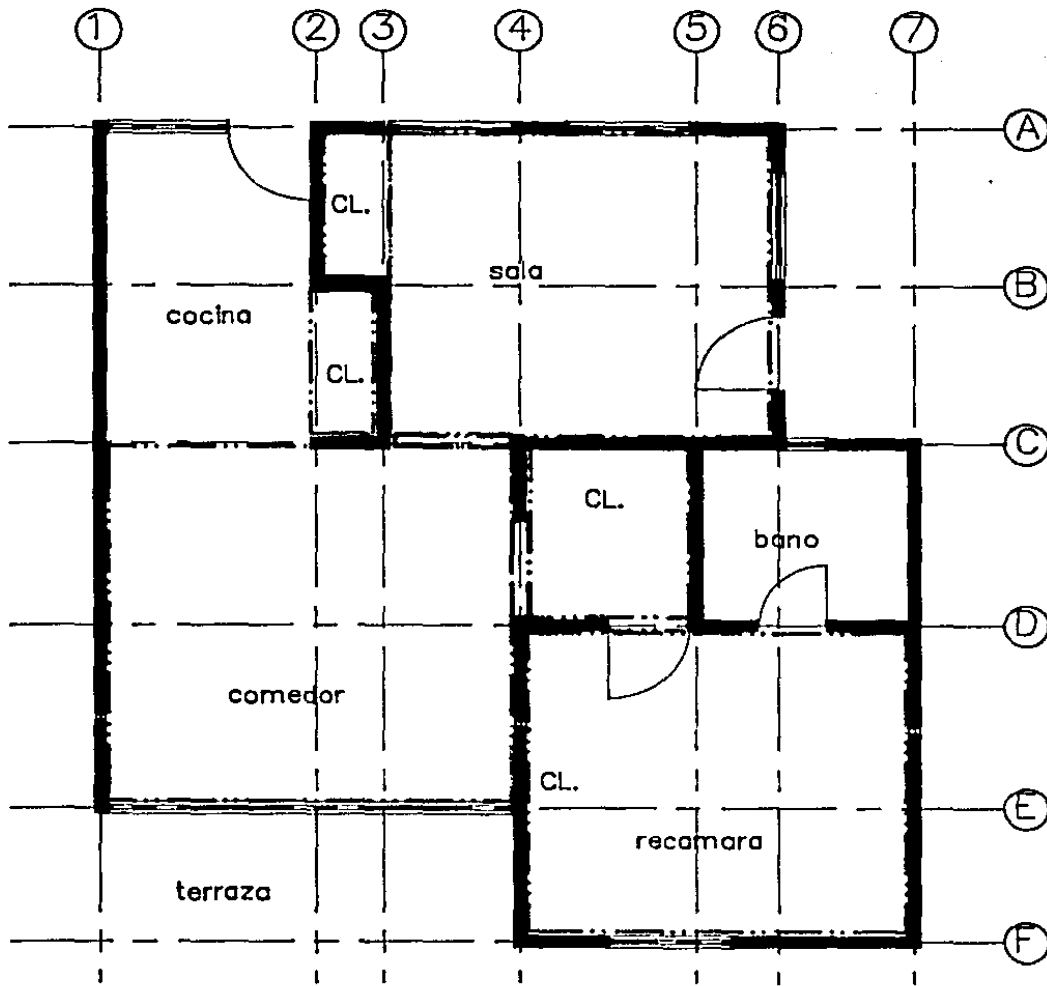
ANCHO

SUPERFICIE

2-3	A-B	1.78	0.74	1.32
2-3	B-C	1.78	0.71	1.26
1-4	C-E	4.37	4.45	19.45
4-5	C-D	2.11	1.76	3.71
3-4	C-C	0.16	1.28	0.20
4-4	C-D	1.22	0.20	0.24
4-5	D-D	0.16	0.91	0.15
3-6	A-C	3.72	4.14	15.40
4-7	D-F	3.72	4.15	15.44

La Suma Total

57.17 M²



93. fino de cemento pulido

ACABADO NUMERO

105

LOCALIZACION

LARGO

ANCHO

SUPERFICIE

5-7

C-D

2.11

2.19

4.62

1-2

A-C

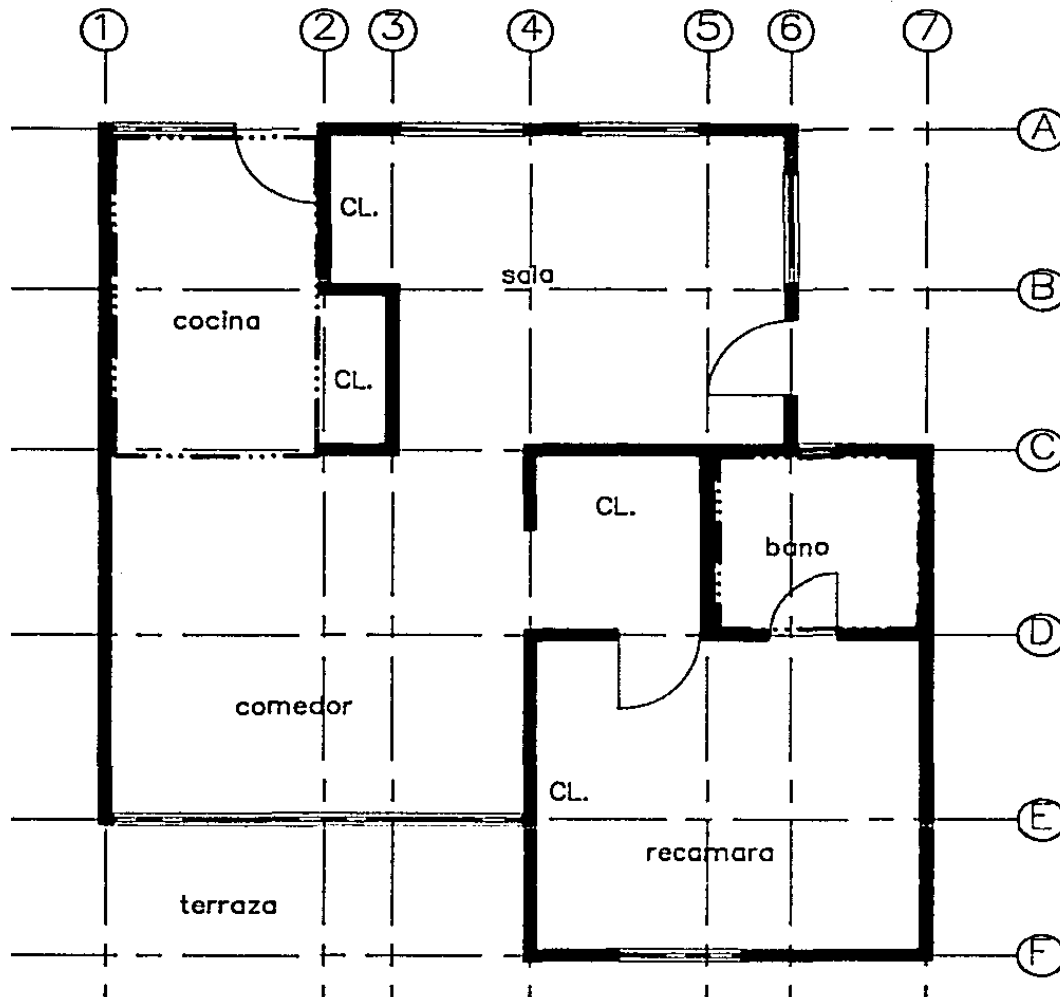
3.88

2.19

8.50

La Suma Total

13.12 M²



105. mosaico

ACABADO NUMERO

121

LOCALIZACION

LARGO

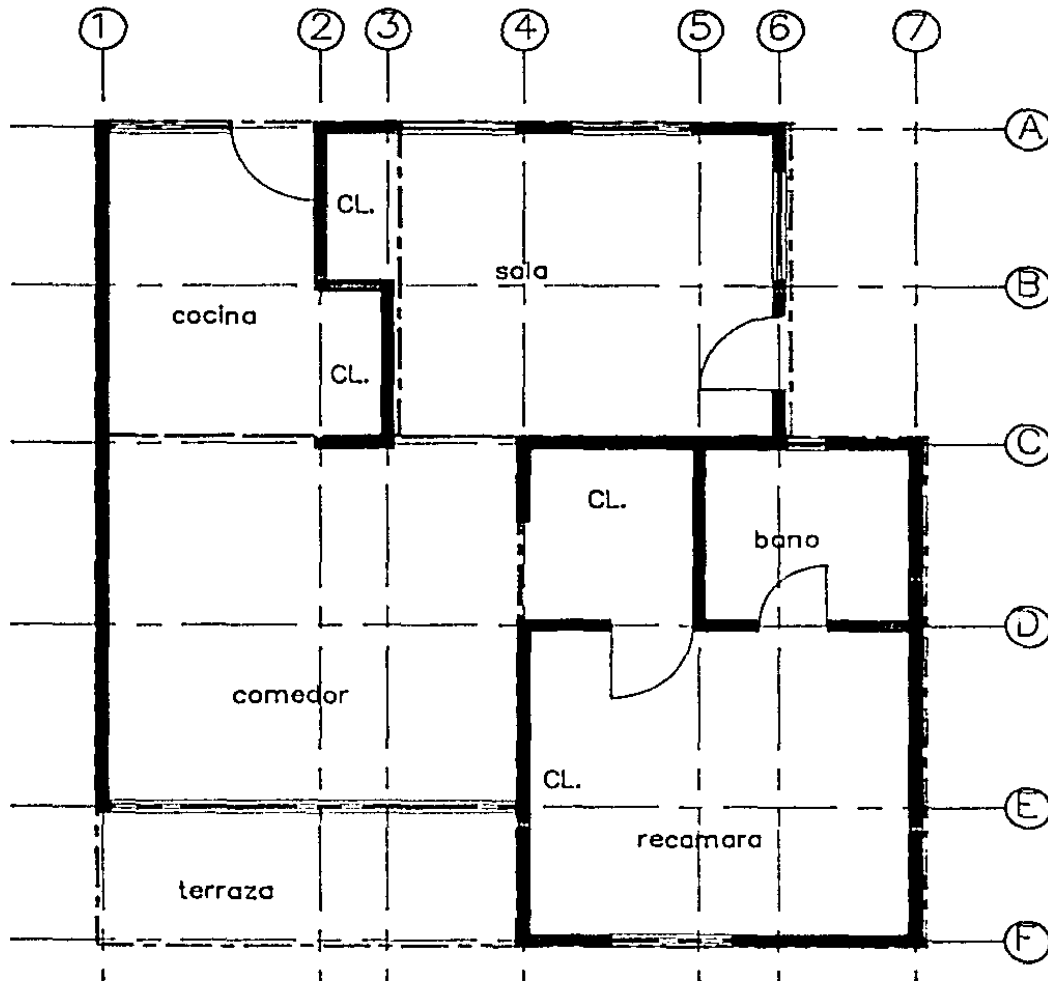
ANCHO

SUPERFICIE

1-3	A-C	3.88	3.34	12.96
1-4	C-F	6.31	4.65	29.34
3-6	A-C	3.88	4.35	16.88
4-7	C-F	6.31	4.51	28.46

La Suma Total

87.64 M²



121. losa de concreto
armado

ACABADO NUMERO

161

LOCALIZACION

LARGO

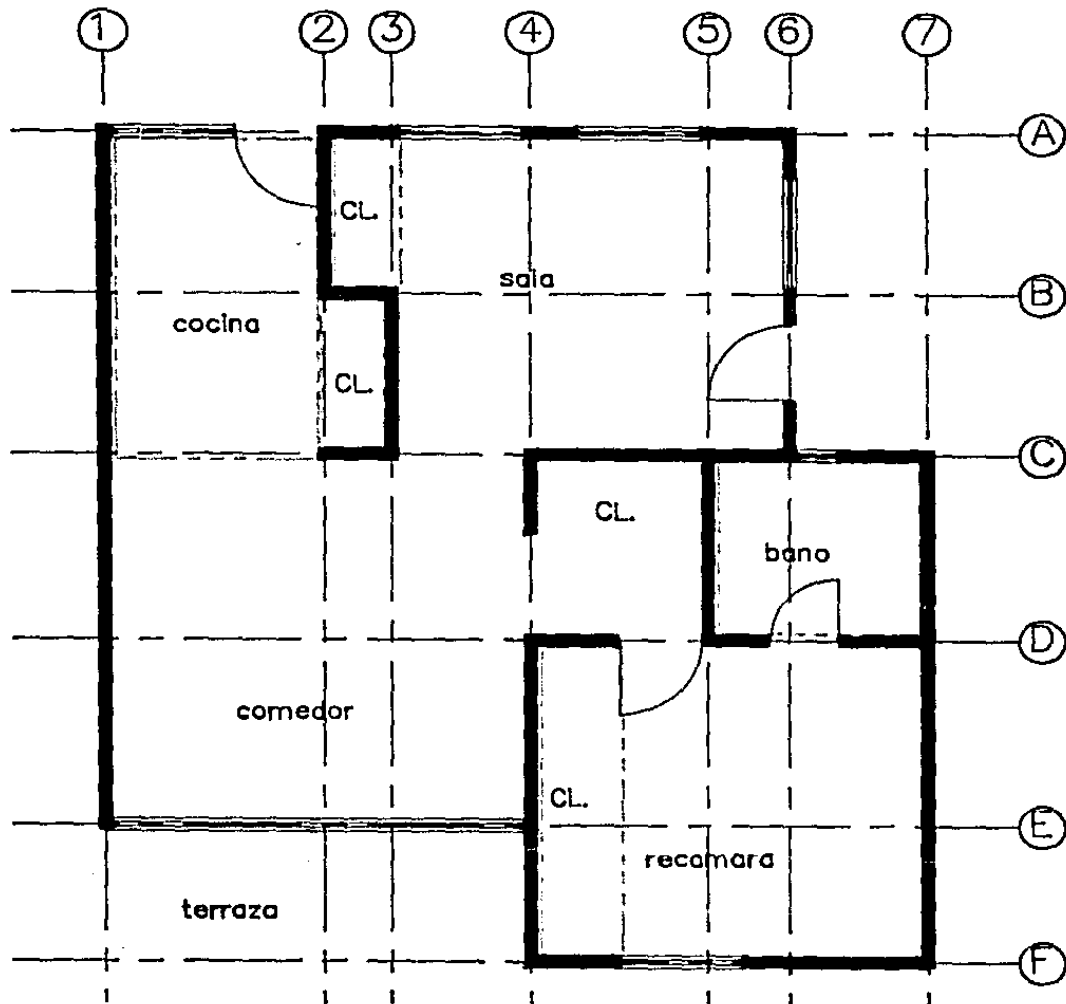
ANCHO

SUPERFICIE

1-2 A-C 3.88 2.19 8.50
2-3 B-C 1.78 0.71 1.26
2-3 A-B 1.78 0.74 1.32
4-5 D-F 3.72 0.88 3.27
5-7 C-D 2.11 2.19 4.62

La Suma Total

18.97 M²



161. pintura

ACABADO NUMERO

181

LOCALIZACION

LARGO

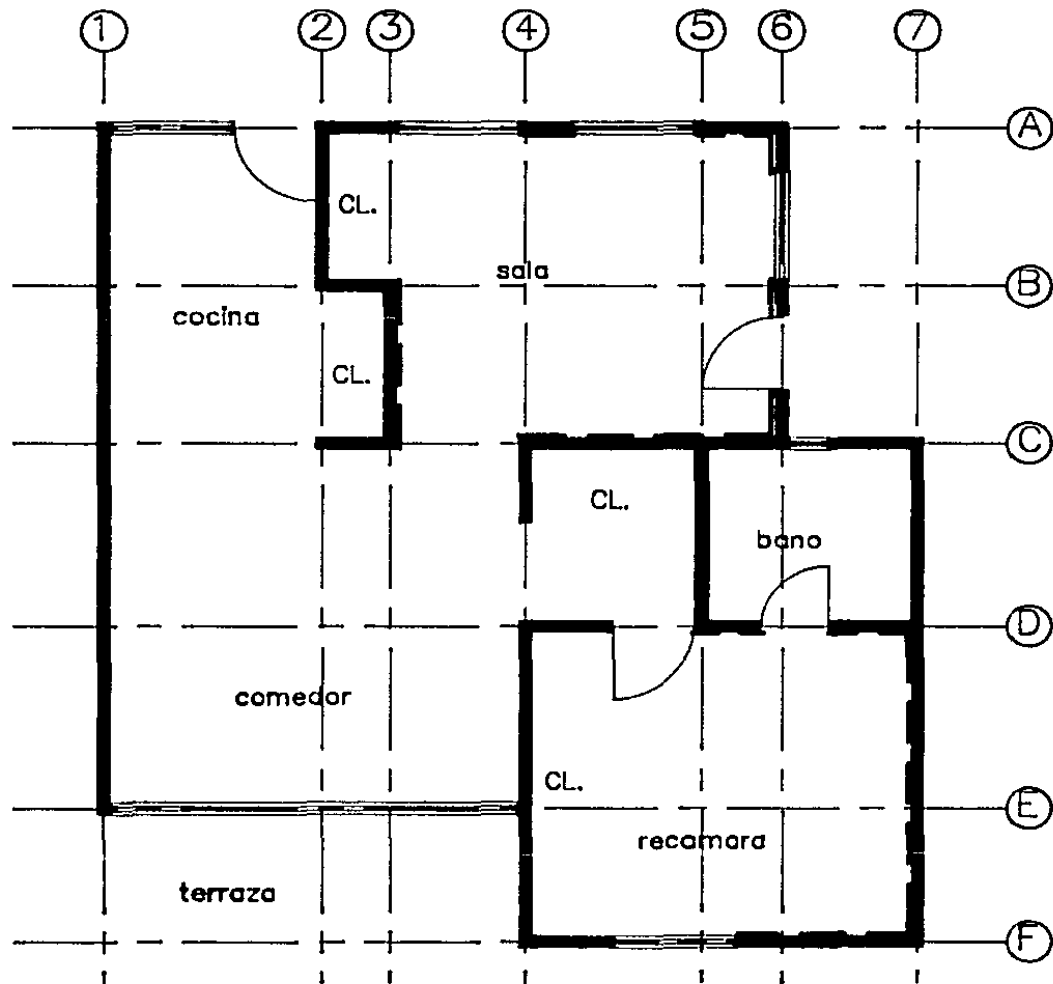
ALTURA

SUPERFICIE

4-5	A	0.60	0.00	0.00
5-6	A	0.84	0.00	0.00
6	A-B	0.49	0.00	0.00
6	B-C	0.49	0.00	0.00
6	B-C	0.56	0.00	0.00
4-6	C	2.83	0.00	0.00
3	B-C	2.10	0.00	0.00
5-6	D	0.80	0.00	0.00
6-7	D	0.88	0.00	0.00
7	D-F	3.72	0.00	0.00
5-7	F	1.92	0.00	0.00

La Suma Total

15.23 ml



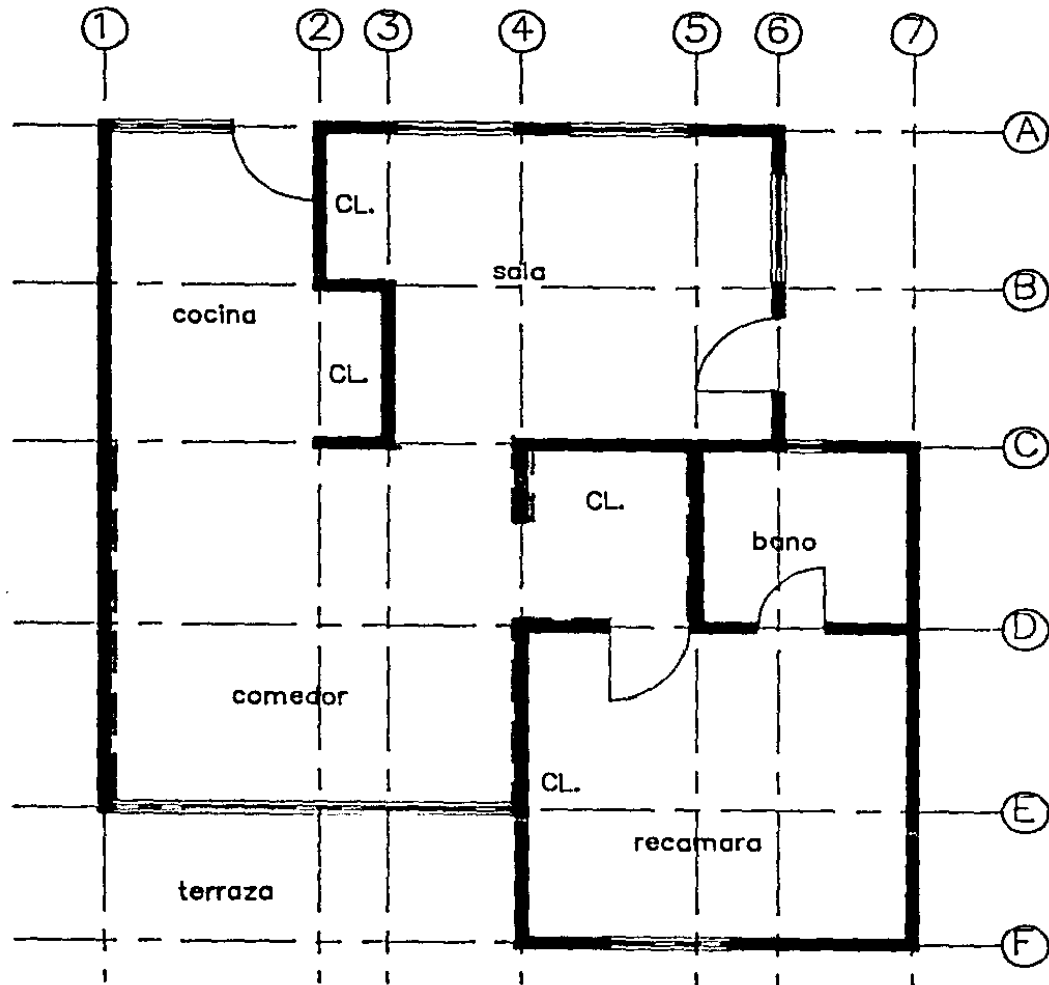
181. **vinilo negro**

ACABADO NUMERO

183

LOCALIZACION		LARGO	ALTURA	SUPERFICIE
1	C-E	4.37	0.00	0.00
4	D-E	2.26	0.00	0.00
4	C-D	1.05	0.00	0.00
4	C-D	0.89	0.00	0.00
4-5	C	1.76	0.00	0.00
5	C-D	2.11	0.00	0.00
4-5	D	1.08	0.00	0.00
2-3	C	0.94	0.00	0.00
4-4		0.20	0.00	0.00

La Suma Total 14.66 ml



183. madera

BIBLIOGRAFIA

- Programación Basic, Byrons Gottfriend, Editorial Mc Graw-Hill,
U.S.A., 1975
- The AutoCAD Drafting Package, User Guide, AutoDesk, California,
U.S.A.
- Draft, A quarterly Newsletter for AutoCAD Users Volume 2. ISSUE1.
AutoDesk, INC. winter 1986/87, California, U.S.A.
- Especificaciones Normalizadas para Edificios, Alvaro Sanchez,
Editorial Trillas, S.A. México D.F. 1980
- Fundamentales of Interactive Computer Graphics, Foley and VanDam
- PC magazine, The Independent Guide to IBM Personal Computer, IBM.
New York, U.S.A

APENDICE 1: Introducción al manejo de la computadora personal y el AutoCAD.

Introducción al manejo de PC

1. Encender la computadora.

1.1 Si la computadora está apagada

Si la computadora está apagada tu tienes que encenderla. Sigue los pasos de operación:

1. Prender la computadora con el apagador que se encuentra en el lado derecho ó la parte trasera de la computadora.
2. Encender la pantalla con los botones colocados al lado derecho de la pantalla (la computadora de color tiene botones en el frente) y ajustar el brillo de la pantalla, si ésto es necesario.
3. Prender la graficadora con el apagador propio.

1.2 Si la computadora está prendida:

Si la computadora ya está prendida solamente tienes que seguir las instrucciones para entrar al ambiente de trabajo.

2. El manejo de la computadora

Cada computadora necesita un sistema operativo para poder trabajar. Actualmente el sistema operativo más usual es el MS-DOS. Si el sistema operativo ya está copiado en la máquina, tu puedes trabajar directamente en ella. En el caso contrario, tienes que copiar el sistema operativo antes de empezar a trabajar.

2.1. Si el sistema operativo ya está copiado en la máquina

Después de que el sistema operativo alcance 640K, tu puedes ver en la pantalla que aparecen las siguientes letras:

```
Current date is Sat 8-23-1986
```

```
Enter new date(mm-dd-yy):
```

Entonces puedes enterar con una nueva fecha de trabajo ó simplemente ignorar la pregunta usando el boton "Enter" ó "Return". Después en la pantalla aparecerá:

```
Current time is 9:56:09.01
```

```
Enter new time:
```

Con lo que puedes entrar con un nuevo tiempo de trabajo ó ignorar la pregunta usando el boton "Enter" ó "Return". Cuando una C) aparece en la pantalla, ya puedes iniciar el trabajo

APENDICE 2. El programa AutoCAD

Para expresar sus ideas el arquitecto trabaja con líneas y colores, solamente adoptando esta manera de trabajar del arquitecto la computadora podrá entrar al campo de la arquitectura.

El programa de computo AutoCAD (Computer Aided Design) es un programa que permite al arquitecto trabajar con líneas y colores, es un apoyo poderoso de dibujo para los planos arquitectónicos. Este programa sigue las instrucciones del usuario y produce el dibujo tal como desea el usuario rápidamente. El AutoCAD también ofrece al usuario la posibilidad de corregir errores del dibujo en una manera fácil y revisar el dibujo a una escala mayor, finalmente el AutoCAD produce un dibujo limpio y preciso.

El AutoCAD proporciona al usuario una serie de entidades para el desarrollo del dibujo, y cada una de ellas es un elemento del dibujo. Los elementos básicos que se usan con frecuencia en el AutoCAD son: líneas, círculos, elipses, curvas, texto, etc.

El usuario usa "commando" para ordenar al AutoCAD el elemento que va a dibujar. Estos comandos pueden ser escritos en el teclado ó ser seleccionados en el menú de la pantalla. La lista de abajo presenta todos los comandos que se usan para dibujar dentro del AutoCAD.

[LINE]

from point:

to point:

Línea: para dibujar una línea dando el punto inicial y el punto final.

[ARC]

Center/⟨Start point⟩:

Center/End/⟨Start point⟩:

End point:

Arco: para dibujar un arco dando el punto inicial y el punto final, ó el centro y un punto del arco.

[POINT]

Point:

Punto: para dibujar un punto dando sus coordenadas (X,Y).

[CIRCLE]

3P/2P/⟨Center point⟩:

Diameter/⟨Radius⟩:

Círculo: para dibujar un círculo dando el centro , el radio ó el diámetro, ó dando dos ó tres puntos del círculo.

[PLINE]

From point:

Arc/Close/Half width/Length/Undo/Width/⟨End point of line⟩

Línea gruesa: para dibujar una línea gruesa dando el punto inicial, el ancho y el punto final de la línea.

[TEXT]

Start point:

Height:

Rotation angle:

Text:

Texto: para desarrollar un texto en el dibujo, dando el punto inicial del texto, la altura y el ángulo de giro de las letras.

Como se puede ver anteriormente, abajo de cada commando existen unos parámetros para el elemento escogido. Estos parametros siempre incluyen el punto donde quiere el usuario que aparezca el dibujo, el tamaño ó el ángulo de giro del dibujo a veces son requeridos también.

Otras funciones del AutoCAD permiten al usuario modificar el dibujo en distintas manera. Los elementos pueden ser borrados, movidos ó copiados usando los siguientes comandos:

[ERASE]

para borra el dibujo total ó parcialmente.

[MOVE]

para mover un elemento de un lugar a otro del dibujo.

[COPY]

para copiar un elemento ó un dibujo de un "Layer" a otro ó en el mismo "Layer".

El AutoCAD permite usar 256 colores para la presentación de gráficas, puede cambiar las escalas del dibujo cuantas veces se requiera y a la escala necesaria, permite revisar detalles del dibujo a mayor escala a través de una ventana especificada.

El sistema de entrada de datos se puede realizar de dos maneras:

- el sistema numérico: escribir las coordenadas de los puntos (X,Y) a través del teclado.
- el posicionador: que se conoce como "Mouse", que permite dibujar líneas en la pantalla a través de los movimientos del mismo, ó entrar un commando con apretar un boton del mouse.

Finalmente, el AutoCAD puede desarrollar un archivo de datos, donde se permite almacenar los puntos iniciales y finales de todas las líneas dibujadas en el dibujo, el cual es el archivo ".DXF." Gracias a este archivo, el usuario puede revisar toda la información de líneas posteriormente.

En adición a un sistema básico de computadora de 640K (incluye procesador, teclado, pantalla de exhibición y disco duro) AutoCAD requiere un monitor de gráfica, una graficadora conectada al sistema para producir el dibujo en papel.