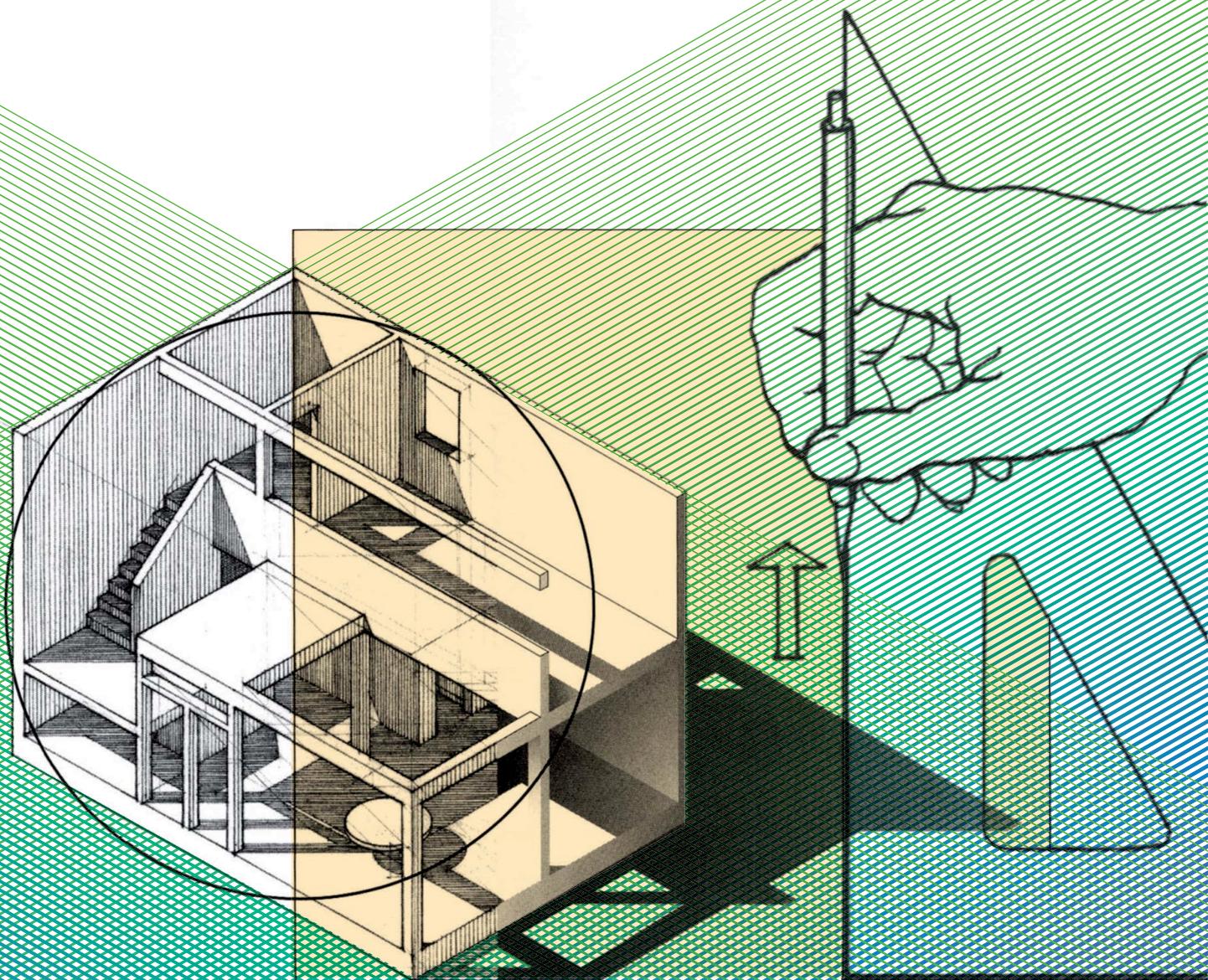


# MANUAL DE DIBUJO ARQUITECTÓNICO

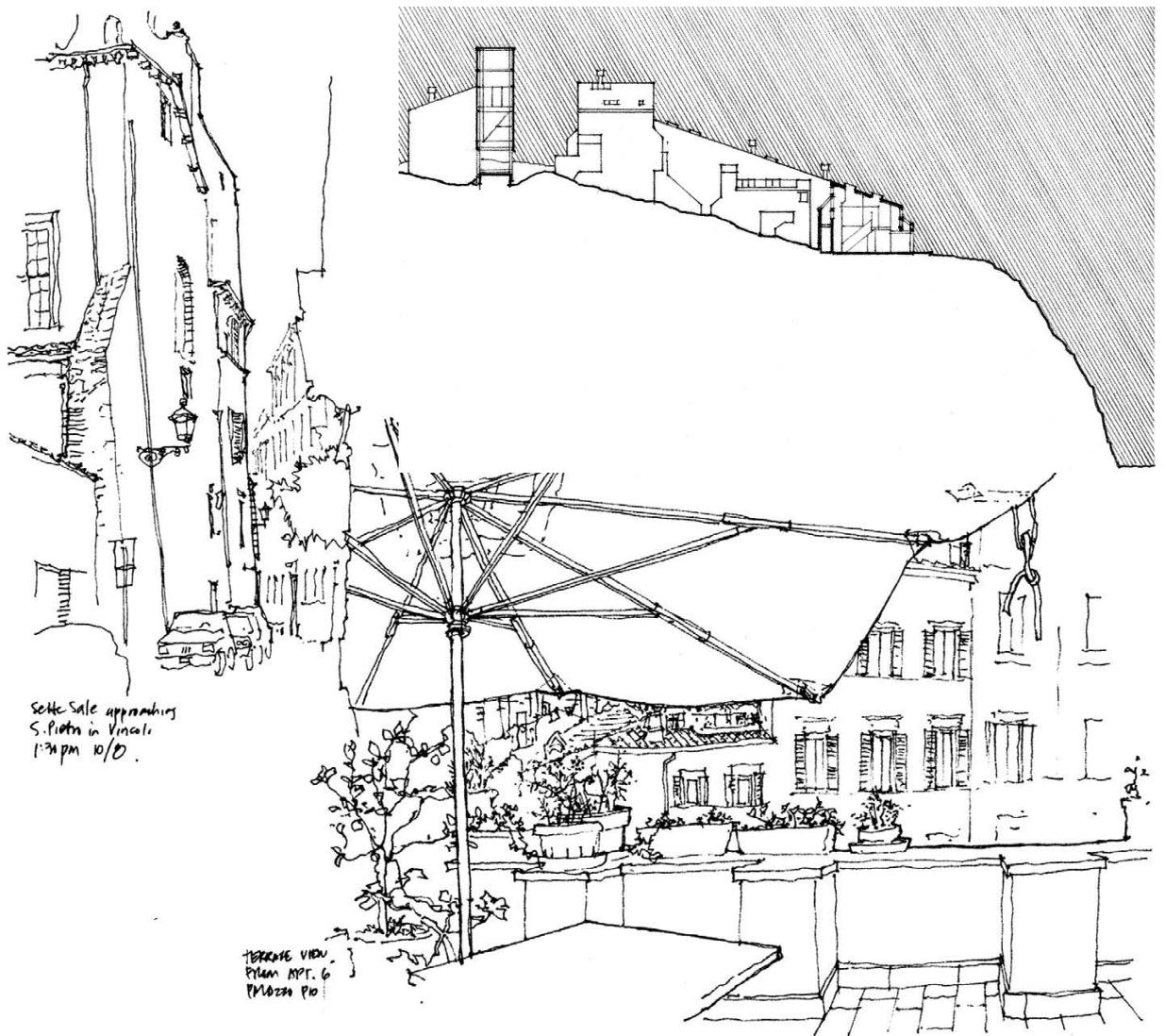
## FRANCIS D. K. CHING

QUINTA EDICIÓN REVISADA Y AMPLIADA



# MANUAL DE DIBUJO ARQUITECTÓNICO FRANCIS D. K. CHING

QUINTA EDICIÓN REVISADA Y AMPLIADA



Traducción de Marta Rojals

Título original: *Architectural Graphics*, sexta edición inglesa publicada por John Wiley & Sons, Inc., Hoboken (Nueva Jersey), 2015.

Diseño de la cubierta: RafamateoStudio  
Maquetación y revisión texto: Carme Muntané

Quinta edición, 2016

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org)) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

La Editorial no se pronuncia ni expresa ni implícitamente respecto a la exactitud de la información contenida en este libro, razón por la cual no puede asumir ningún tipo de responsabilidad en caso de error u omisión.

Todos los derechos reservados. Esta traducción se publica con la autorización del editor original en lengua inglesa John Wiley & Sons Inc.

© de la traducción: Marta Rojals  
© John Wiley & Sons, Inc., 2015  
y para esta edición  
© Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, 2016

ISBN: 978-84-252-2927-5 (PDF digital)  
[www.ggili.com](http://www.ggili.com)

**Editorial Gustavo Gili, SL**

Via Laietana 47, 2º, 08003 Barcelona, España. Tel. (+34) 93 322 81 61  
Valle de Bravo 21, 53050 Naucalpan, México. Tel. (+52) 55 55 60 60 11

# ÍNDICE

Prólogo .....	v
<b>1 Herramientas y materiales.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Delineación arquitectónica .....</b>	<b>17</b>
<b>3 Sistemas de representación arquitectónica .....</b>	<b>29</b>
<b>4 Dibujos de vistas múltiples .....</b>	<b>49</b>
<b>5 Axonometrías .....</b>	<b>91</b>
<b>6 Perspectivas.....</b>	<b>107</b>
<b>7 Aplicación de valores tonales .....</b>	<b>147</b>
<b>8 Representación del contexto.....</b>	<b>185</b>
<b>9 Presentaciones arquitectónicas.....</b>	<b>201</b>
<b>10 Dibujo a mano alzada .....</b>	<b>217</b>
Índice alfabético .....	259



## PRÓLOGO

Hace cuarenta años, la primera edición de este libro introducía a los estudiantes en el abanico de herramientas gráficas, técnicas y convenciones que los proyectistas utilizan para comunicar ideas arquitectónicas. El objetivo principal de la obra original y de las revisiones posteriores ha sido proporcionar una guía clara, concisa e ilustrativa para crear y trabajar con dibujos arquitectónicos. Al tiempo que conserva la claridad y el carácter visual de las primeras versiones, esta quinta edición del *Manual de dibujo arquitectónico* es única por su uso de medios digitales para expresar y clarificar los principios fundamentales de la comunicación gráfica.

Los avances de las tecnologías informáticas han supuesto cambios importantes en la práctica del diseño y el dibujo arquitectónico. Hoy en día, el *software* gráfico comprende desde programas de dibujo en dos dimensiones hasta el modelado de superficies y sólidos en tres dimensiones, instrumentos que nos asisten en el proyecto y la representación de los edificios, desde pequeñas casas a construcciones más grandes y complejas. No obstante, las normas y los criterios que rigen la comunicación eficaz de las ideas arquitectónicas son los mismos tanto para los dibujos realizados a mano como para los ejecutados por ordenador.

La organización general de los capítulos se mantiene respecto a la edición anterior. Los capítulos primero y segundo constituyen una introducción a las herramientas y técnicas básicas de dibujo y delineación. Aunque las herramientas digitales permiten mejorar las técnicas tradicionales, el proceso táctil, sinestésico, de trazar líneas con lápiz o pluma sobre un papel es el mejor sistema de aprendizaje del lenguaje gráfico del dibujo.

En el capítulo tercero se introducen los tres sistemas principales de representación gráfica —dibujos de vistas múltiples, axonometrías y perspectivas— y se analizan comparativamente los distintos puntos de vista que proporcionan. Los capítulos cuarto, quinto y sexto se centran en los principios y normas que regulan el uso y las convenciones de cada uno de estos tres sistemas, conceptos que son aplicables tanto a los dibujos realizados a mano como a los digitales.

El lenguaje del dibujo arquitectónico se basa en la capacidad de expresar el efecto tridimensional de un espacio o edificio con una composición de líneas trazada sobre una superficie bidimensional, ya sea esta una hoja de papel o la pantalla de un ordenador. Si bien la línea es el elemento fundamental de cualquier dibujo, en el capítulo séptimo se muestran distintas técnicas para crear valores tonales, así como recursos para aumentar la profundidad de los dibujos y representar la iluminación en los espacios. En este último apartado, debemos agradecer especialmente la ayuda y los conocimientos inestimables de Nan-ching Tai en la preparación de los ejemplos de iluminación digital.

Puesto que dibujamos y analizamos la arquitectura en relación con su entorno, el capítulo octavo amplía el tema de la representación del contexto en las propuestas de proyecto, así como la indicación de la escala y el uso previsto de los espacios.

El capítulo noveno analiza los principios básicos de la comunicación gráfica y muestra por medio de ejemplos las distintas opciones estratégicas de planificación y organización de las presentaciones arquitectónicas. También incluye la información sobre símbolos gráficos y rotulación, elementos informativos fundamentales que cabe tener en cuenta cuando se prepara cualquier presentación, y que en la anterior edición formaba parte de otro capítulo.

Dibujar a mano alzada con lápiz o pluma sigue siendo el sistema más directo e intuitivo para registrar nuestras observaciones y experiencias, analizar las ideas y realizar esquemas de conceptos de diseño. De este modo, el capítulo décimo ofrece información complementaria sobre bocetos y diagramas, así como un apartado más extenso dedicado a los bocetos de viaje. El hecho de que este sea el capítulo final es un reflejo de la importancia del dibujo a mano alzada como técnica gráfica y herramienta fundamental para el diseño estratégico.

Además de las primeras fases del proceso de diseño, durante las cuales se plantean las ideas, la otra área más adecuada para el dibujo a mano alzada es dibujar in situ a partir de la observación directa. Por esta razón, se ha ampliado la parte dedicada al dibujo a partir de la observación para mostrar cómo el acto de mirar, su respuesta y el dibujo de bocetos de entornos espaciales estimulan la mirada, permiten entender el espacio y tienen mayor impacto en nuestra memoria visual.

A pesar de los cambios tecnológicos, en progresión creciente, los fundamentos de este manual siguen vigentes: con el dibujo arquitectónico podemos superar la planeidad de una superficie bidimensional y representar ideas tridimensionales de una forma clara, comprensible y convincente. Para desarrollar esta capacidad se requiere experiencia tanto en la ejecución como en la interpretación del lenguaje gráfico del dibujo. Dibujar no es solo una cuestión de técnica, sino también un acto cognitivo en el que intervienen la percepción visual, el buen criterio y la lógica de las dimensiones y relaciones espaciales.

# 1

## Herramientas y materiales

Este capítulo presenta los diferentes tipos de lápices y plumas para delinear, las herramientas que nos sirven de guía a la mano y la vista cuando dibujamos, y las superficies adecuadas como soporte para el dibujo. Si bien es cierto que las tecnologías digitales continúan creciendo y mejoran estos instrumentos tradicionales, la acción sinestésica de dibujar con lápiz o pluma sigue siendo el sistema más directo y versátil para aprender el lenguaje del dibujo arquitectónico.

Los lápices son relativamente baratos, muy versátiles y solo responden a la presión de la mano al dibujar.



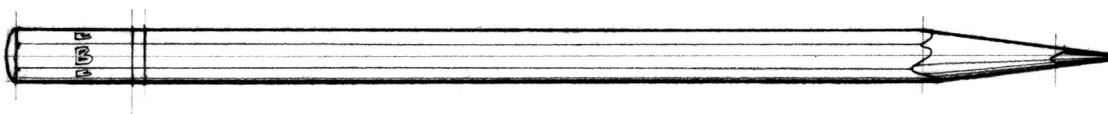
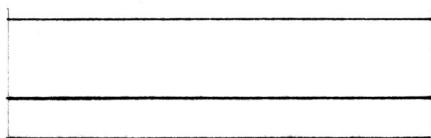
### Portaminas

- Los portaminas llevan minas estándar de 2 mm de diámetro.
- Accionando un pulsador automático podemos ajustar la longitud de la mina o esconderla cuando el lápiz no está en uso.
- La punta de la mina, que permite trazar líneas de distintos grosores, debe mantenerse bien afilada con un afilaminas.



### Portaminas automáticos

- Los portaminas automáticos admiten minas de 0,3, 0,5, 0,7 y 0,9 mm de diámetro.
- Un mecanismo de pulsación empuja la mina automáticamente a través de una boquilla metálica. La longitud de esta boquilla debe permitir salvar el canto de las reglas y escuadras.
- Las minas de los portaminas automáticos son relativamente delgadas y no es necesario afilarlas.
- Los portaminas de 0,3 mm permiten dibujar líneas muy delgadas, pero pueden romperse si se aprieta demasiado, por su escaso grosor.
- Los portaminas de 0,5 mm son los más prácticos para el dibujo en general.
- Los portaminas de 0,7 y 0,9 mm son útiles para dibujar bocetos y escribir; pero evitaremos utilizarlos para dibujar valores de línea gruesos.



### Lápices de madera

- Los lápices de madera son los más utilizados para dibujar a mano alzada y realizar bocetos. Si los empleamos para el dibujo técnico, deberemos dejar al descubierto unos 2 cm de mina para poderla afilar con papel de lija o afilaminas.

Cualquiera de estos tres tipos de lápiz nos permite realizar dibujos de calidad, y a medida que los vayamos probando, estableceremos nuestras preferencias según el tacto, el peso y el equilibrio característicos de uno u otro a la hora de dibujar.

## Minas de grafito

Los grados de dureza de las minas de grafito para dibujar sobre papel oscilan desde 9H (extremadamente duras) a 6B (extremadamente blandas). Con una misma presión de la mano, las minas más duras producen líneas más delgadas y claras, mientras que las más blandas generan líneas más gruesas y oscuras.

## Minas en azul no reproducible

Se utilizan para dibujar líneas auxiliares, porque las fotocopiadoras normalmente no detectan su tono azul claro. No obstante, los escáneres digitales sí las detectan, pero después pueden eliminarse con un *software* de edición de imágenes.

## Minas de polímero

En el mercado existen minas de polímero especialmente formuladas para dibujar sobre películas de poliéster. Sus grados de dureza oscilan desde EO, NO o PO (blandas) hasta E5, N5, o P5 (duras). Las letras E, N y P son las denominaciones del fabricante, y los números del 0 al 5 se refieren al grado de dureza.

## Recomendaciones sobre los grados de dureza de las minas de grafito

### 4H

- Esta dureza de la mina es la más adecuada para marcar y trazar líneas auxiliares delgadas y precisas.
- Son líneas delgadas y claras, difíciles de leer y reproducir; no recomendables para dibujos acabados.
- Si cuando se dibuja con minas duras sobre papel o cartón se presiona demasiado, las superficies pueden quedar marcadas con hendiduras difíciles de eliminar.

### 2H

- Esta mina de dureza media también se utiliza para preparar dibujos y es la dureza máxima que se considera adecuada para los dibujos acabados.
- Si al dibujar con minas 2H se presiona demasiado, no será fácil borrar las líneas.

### F y H

- Son grados de dureza de uso general adecuados para planos, dibujos acabados y rotulación a mano.

### HB

- Esta dureza, relativamente blanda, es adecuada para trabajos lineales densos y rotulación a mano.
- Se marcan y borran bien, pero tienden a emborronarse.
- Para controlar la calidad del dibujo lineal con HB hace falta tener experiencia y una buena técnica.

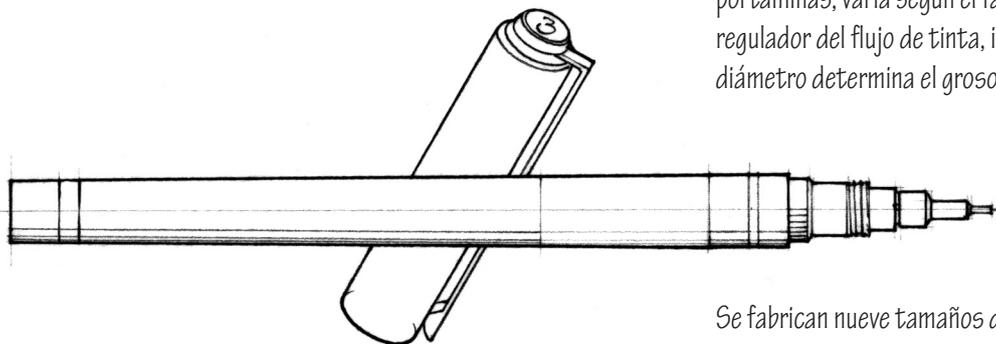
### B

- Esta dureza de mina es blanda y se utiliza para trabajos lineales muy densos y rotulación a mano.

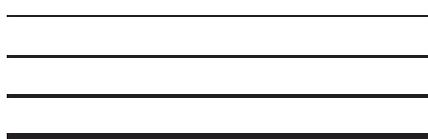
La textura y la densidad de la superficie de dibujo influye en la sensación de mayor o menor dureza que nos produce la mina: cuanto más rugosa o áspera sea la superficie, más dura deberá ser la mina que utilizemos; cuanto más densa sea la superficie, más blanda nos parecerá la mina.

### Estilógrafos

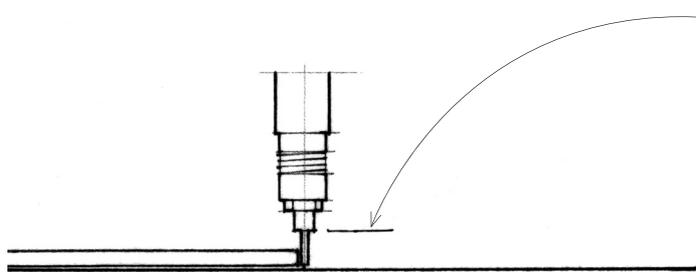
Los estilógrafos permiten trazar líneas precisas con un ancho uniforme y sin presionar. Su forma y funcionamiento, como en los portaminas, varía según el fabricante. El estilógrafo típico tiene un regulador del flujo de tinta, insertado en una punta cilíndrica y cuyo diámetro determina el grosor del trazo de tinta.



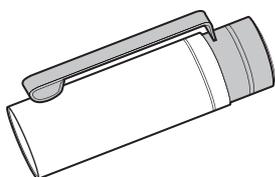
Se fabrican nueve tamaños de puntas, de muy fina (0,13 mm) a muy gruesa (1 mm). Un juego de plumas básico debe incluir los cuatro grosores estándar: 0,13, 0,25, 0,35, 0,5, y 0,7 mm.



- grosor de línea 0,25 mm
- grosor de línea 0,35 mm
- grosor de línea 0,5 mm
- grosor de línea 0,7 mm



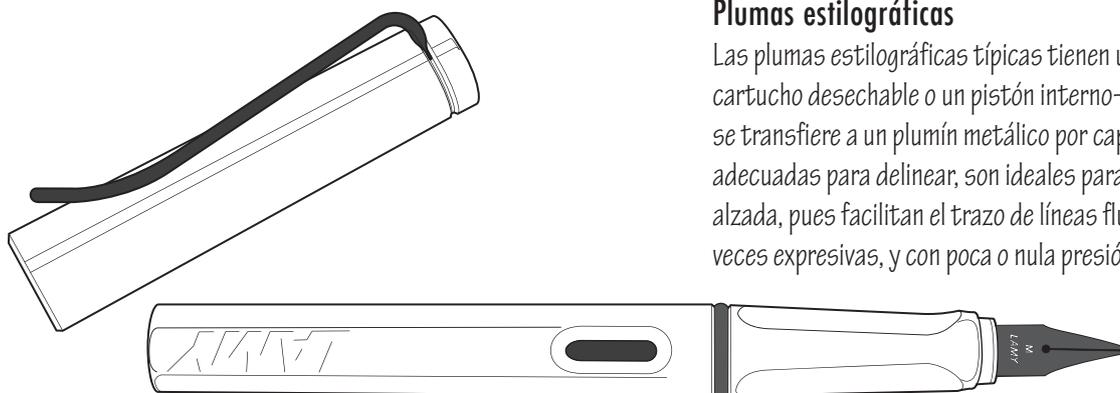
- La longitud de la punta cilíndrica debe permitir salvar el canto de reglas y escuadras.
- Se utilizará tinta negra resistente al agua, que no se atasque y de secado rápido.
- La rosca de las puntas debe estar bien apretada para evitar pérdidas de tinta.
- Después de cada uso, debe cerrarse bien el tapón para evitar que la tinta se seque.
- Cuando no se utilizan, deben guardarse en posición horizontal.



Desde que las herramientas digitales han reducido la necesidad de delinear a mano, se han desarrollado varios tipos de plumas técnicas más baratas y de bajo mantenimiento. También tienen puntas cilíndricas, utilizan tinta pigmentada resistente al agua y son adecuadas para escribir, dibujar a mano alzada y delinear con reglas. Se fabrican con puntas de tamaños que van desde los 0,03 mm a 1 mm. Algunas son recargables y permiten plumillas reemplazables.

### Plumas estilográficas

Las plumas estilográficas típicas tienen un depósito —ya sea un cartucho desechable o un pistón interno— de tinta al agua, que se transfiere a un plumín metálico por capilaridad. Aunque no son adecuadas para delinear, son ideales para escribir y dibujar a mano alzada, pues facilitan el trazo de líneas fluidas, firmes, muchas veces expresivas, y con poca o nula presión.

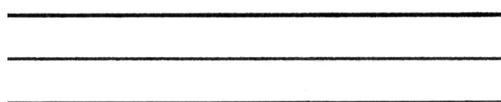


Los plumines se comercializan en tamaños que van desde los extradelgados y delgados hasta los medianos y anchos; también existen plumines planos para cursivas y trazos oblicuos. Algunos plumines son lo bastante flexibles como para responder de forma individual a una presión y dirección del trazo determinada.



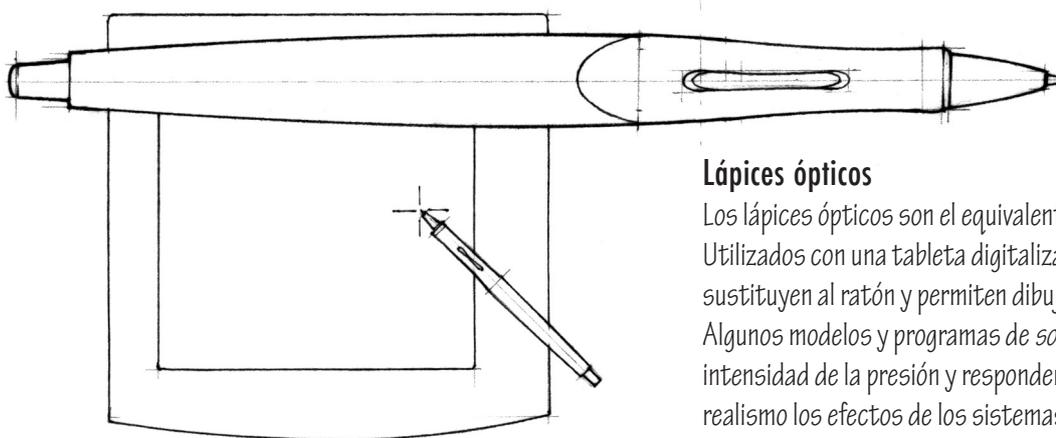
### Otras plumas

Las plumas de gel utilizan una tinta espesa y opaca formada por un pigmento suspendido en gel de base acuosa, mientras que las plumas tipo *rollerball* utilizan una tinta líquida de base acuosa. Ambas tienen características parecidas a las plumas estilográficas: el flujo de tinta puede ser continuo y permiten trazar líneas con menos presión que los bolígrafos normales.



### Lápices ópticos

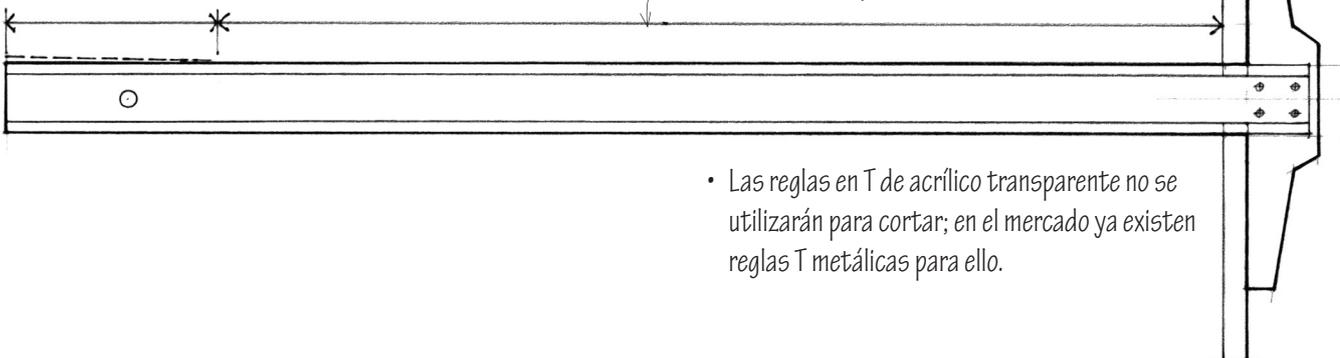
Los lápices ópticos son el equivalente digital del lápiz y la pluma. Utilizados con una tableta digitalizadora y el *software* adecuado, sustituyen al ratón y permiten dibujar como si fuera a mano alzada. Algunos modelos y programas de *software* pueden detectar la intensidad de la presión y responder a ella para imitar con más realismo los efectos de los sistemas tradicionales.



### Regla en T

La regla en T está formada por una regla larga que soporta un brazo transversal más corto, o cabezal, en uno de sus extremos. Este cabezal se desliza por el canto de la mesa de dibujo, que sirve como guía para definir y dibujar rectas paralelas. Las reglas en T son desmontables y relativamente baratas, pero requieren un canto recto y uniforme para poder deslizar su cabezal.

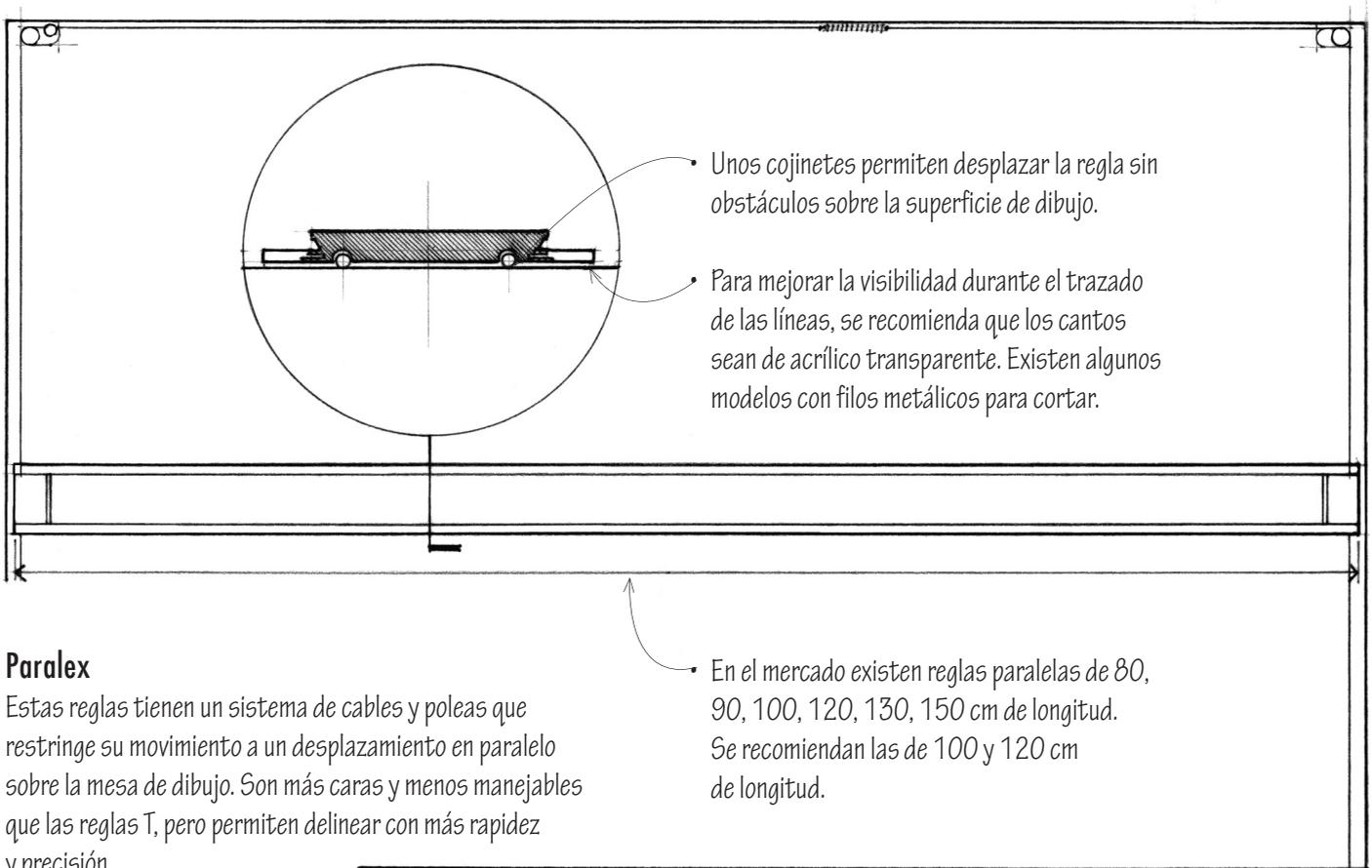
• Este extremo puede sufrir oscilaciones.



• En el mercado existen reglas en T de 50, 60, 80, 90, 100 y 120 cm de longitud. Se recomiendan las de 100 y 120 cm de longitud.

• Como canto recto podemos utilizar un perfil metálico fijado contra el canto de la mesa de dibujo.

• Las reglas en T de acrílico transparente no se utilizarán para cortar; en el mercado ya existen reglas T metálicas para ello.



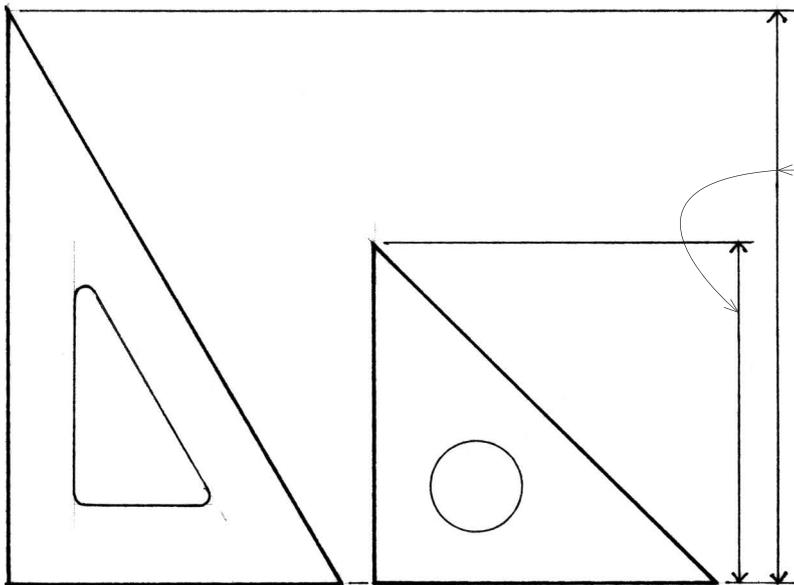
### Paralex

Estas reglas tienen un sistema de cables y poleas que restringe su movimiento a un desplazamiento en paralelo sobre la mesa de dibujo. Son más caras y menos manejables que las reglas T, pero permiten delinear con más rapidez y precisión.

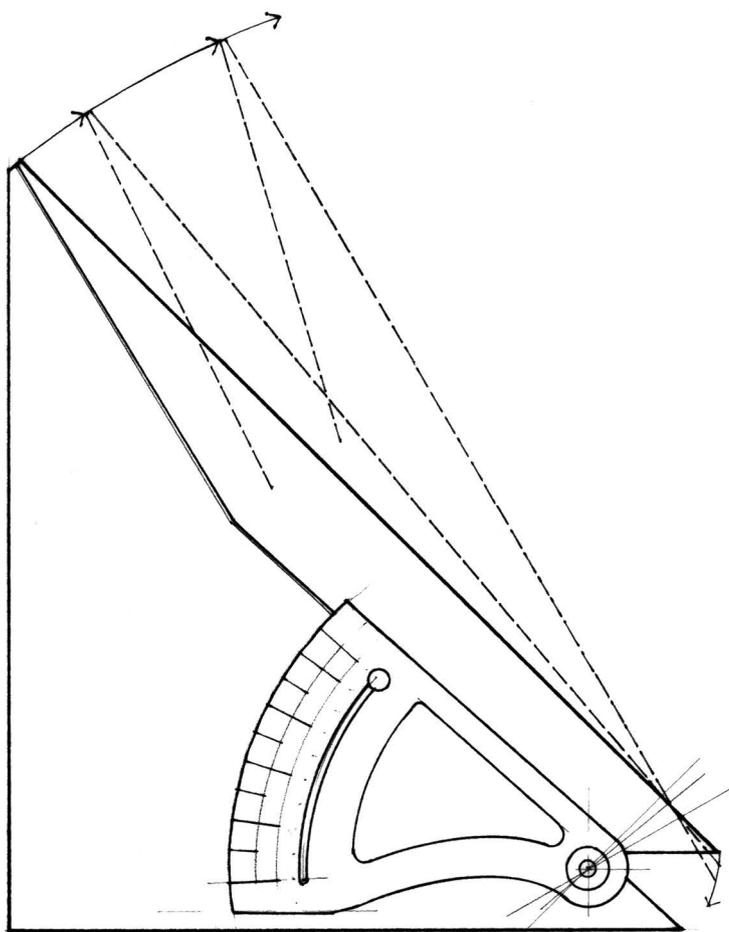
• En el mercado existen reglas paralelas de 80, 90, 100, 120, 130, 150 cm de longitud. Se recomiendan las de 100 y 120 cm de longitud.

### Escuadras y cartabones

Las escuadras y los cartabones son herramientas de dibujo técnico que sirven de guía para dibujar líneas verticales en ángulos concretos. Todos tienen un ángulo recto y los otros dos pueden ser de  $45^\circ$  (escuadras), o bien uno de  $30^\circ$  y otro de  $60^\circ$  (cartabones).



- Las escuadras se comercializan de 10 a 60 cm de longitud.
- Se recomiendan con longitudes de 20 a 25 cm.
- Las escuadras de menor tamaño son prácticas para sombrear pequeñas zonas y como guías para la rotulación a mano. Véase pág. 210.
- Las escuadras más grandes son útiles para construir perspectivas.
- La escuadra de  $45^\circ-45^\circ$  y el cartabón de  $30^\circ-60^\circ$  pueden combinarse para construir ángulos con incrementos de  $15^\circ$ . Véase pág. 26.



- Las escuadras y los cartabones se fabrican con acrílico transparente resistente al rayado y al amarilleamiento para permitir una visión clara y sin deformaciones del trabajo que tengan debajo. También existen escuadras de acrílico naranja fluorescente o verdes para una mejor visibilidad de la superficie de dibujo.
- Los cantos mecanizados deben estar pulidos para poder dibujar con facilidad y precisión. Algunas escuadras tienen cantos con muesca para trabajos en tinta con plumas técnicas.
- Los cantos interiores pueden tener biseles que sirven de sujeción para los dedos.
- Mantendremos las escuadras y los cartabones limpios lavándolos con agua y un jabón suave.
- Las escuadras y los cartabones no deben utilizarse para cortar, salvo aquellos metálicos pensados para tal fin.

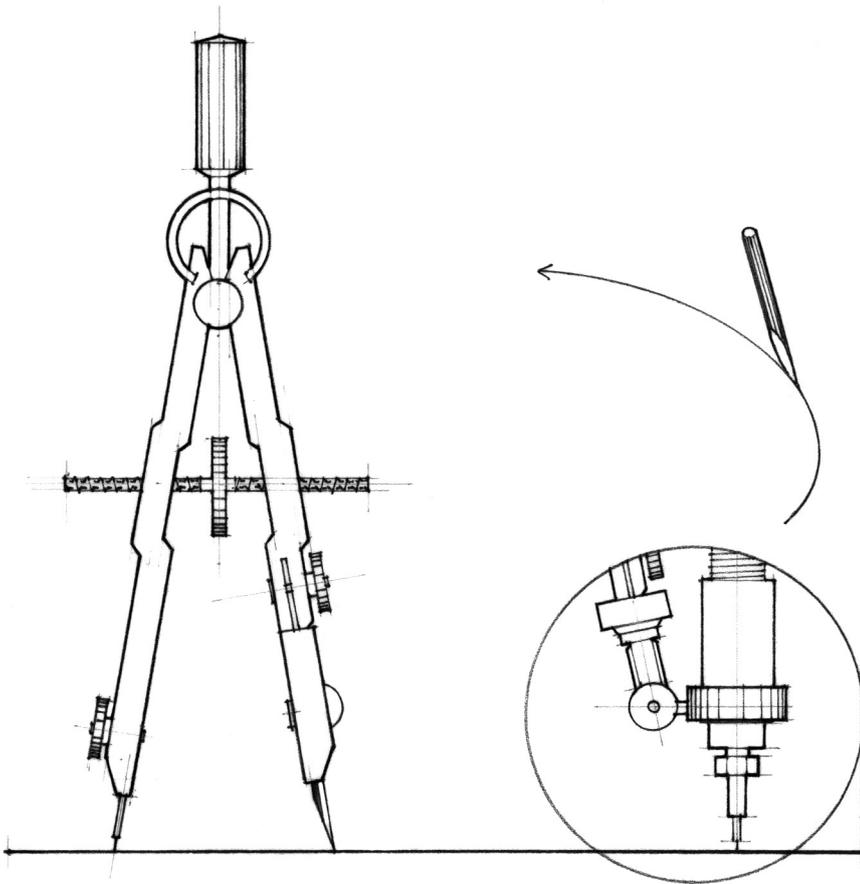
### Escuadras graduables

Las escuadras graduables tienen un brazo móvil que se ajusta con un tornillo manual, y una graduación para medir ángulos. Son muy útiles para dibujar líneas inclinadas, como pendientes de escaleras o de cubiertas.

### Compases

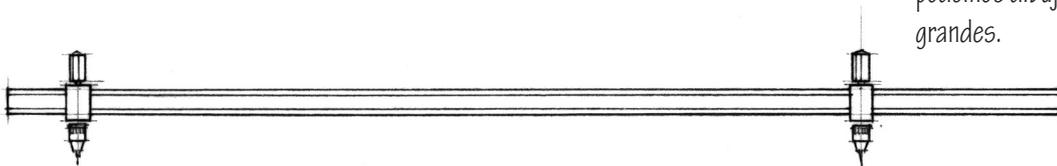
El compás es una herramienta básica para trazar circunferencias grandes y círculos de radio indeterminado.

- Con el compás es difícil aplicar presión: con una mina demasiado dura, el resultado puede ser una línea excesivamente delgada; con una mina más blanda, afilada en bisel, las líneas resultan más nítidas sin necesidad de aplicar demasiada presión. No obstante, las puntas biseladas se gastan con facilidad y hay que afilarlas con frecuencia.



- Con un adaptador podemos acoplar los estilógrafos al compás.

- Acoplado un alargador o un compás de varas, podemos dibujar circunferencias aún más grandes.

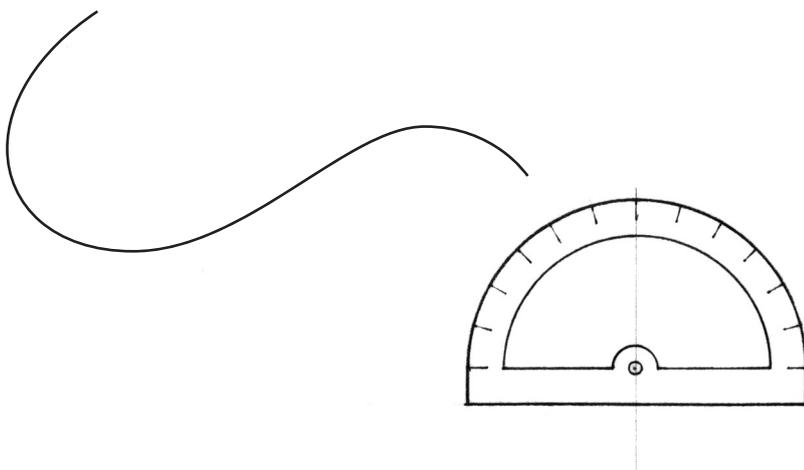


### Plantillas para curvas

- En el mercado podemos encontrar muchos tipos de plantillas para guiarnos en el dibujo de curvas irregulares.
- Existen reglas flexibles a las cuales se les da forma con las manos y que permiten dibujar curvas libres que pasen por una serie de puntos.

### Transportadores

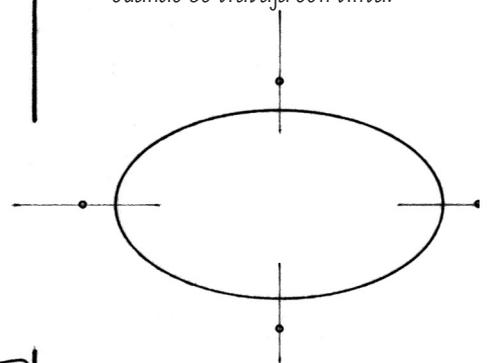
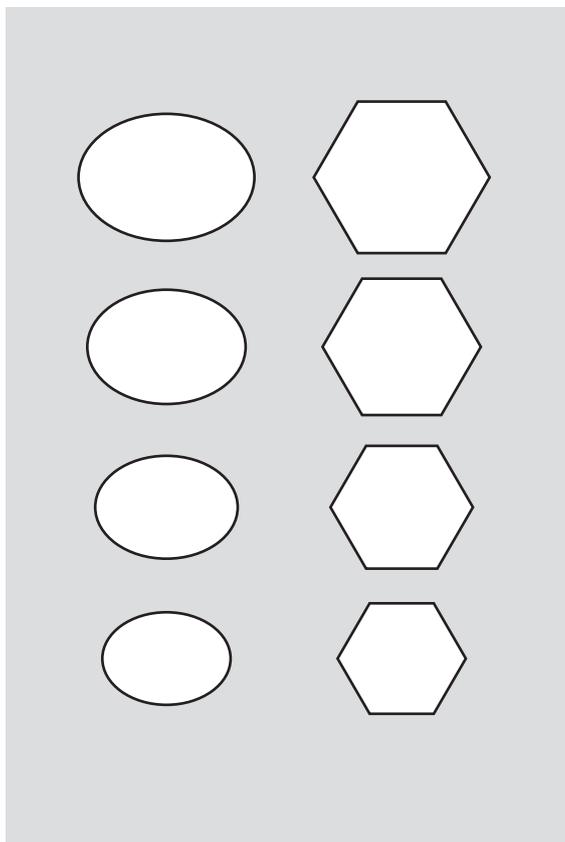
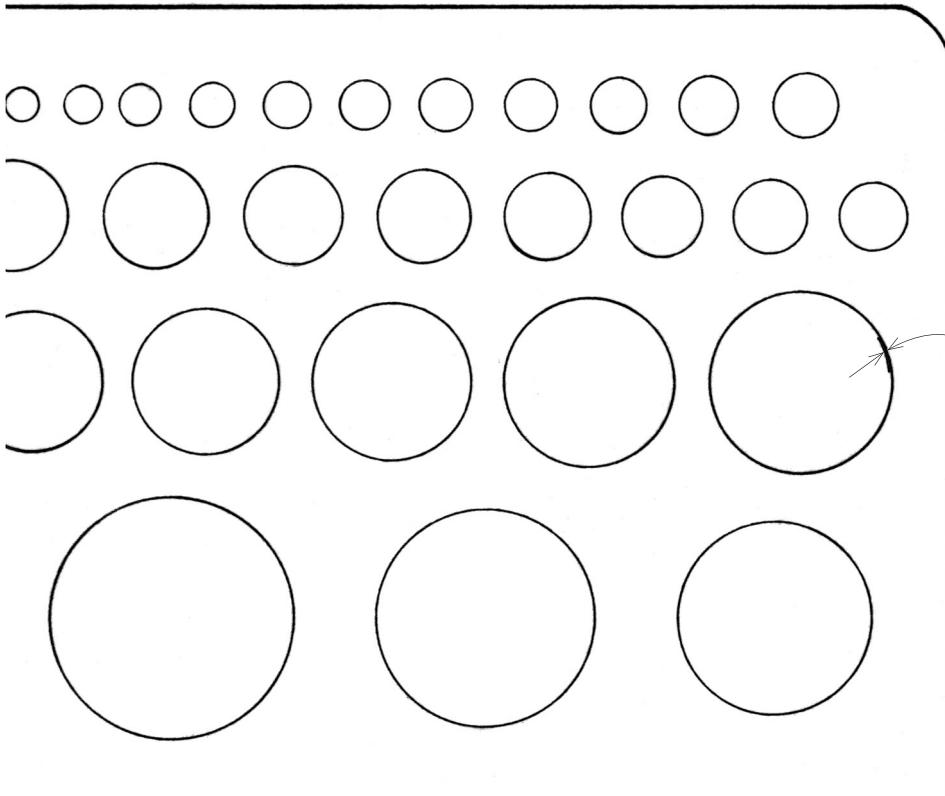
- Los transportadores son instrumentos semicirculares para medir y construir ángulos.



**Plantillas**

Las plantillas tienen formas perforadas que sirven de guía para dibujar figuras predeterminadas.

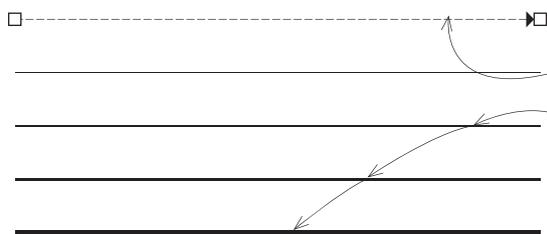
- Las plantillas de circunferencias contienen círculos vacíos de distintos tamaños, graduados en centímetros.
- Debido al grosor de la mina del lápiz o de la punta de la pluma, el tamaño real del dibujo diferirá del de la perforación de la plantilla.
- Algunas plantillas tienen unos pequeños resaltes que las mantienen separadas de la superficie de dibujo cuando se trabaja con tinta.



- Existen plantillas para dibujar otras formas geométricas, como elipses y polígonos, y también símbolos de aparatos sanitarios y de mobiliario a diferentes escalas.

### Dibujo digital

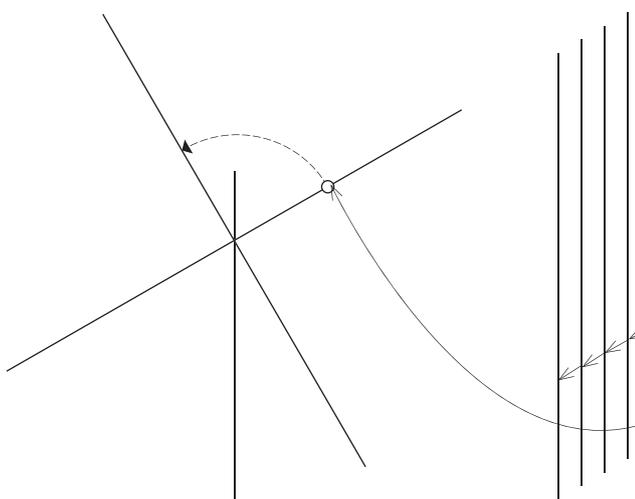
El *software* de los programas de dibujo vectorial en dos dimensiones define las líneas —el elemento fundamental del dibujo arquitectónico— como vectores matemáticos, y sus posibilidades son similares a las que ofrecen las herramientas tradicionales de delineación a mano.



- Para crear un segmento de línea recta podemos pinchar en dos puntos finales.
- El grosor del trazo puede seleccionarse de un menú o bien definirlo en términos absolutos (milímetros o el número de puntos, donde 1 punto equivale a 0,35 mm).

### Guías digitales

Los programas de dibujo suelen tener comandos que restringen el desplazamiento de puntos y líneas en una dirección horizontal, vertical o diagonal exacta. Las mallas y las guías, junto con el comando de forzado de coordenadas (*snap*), son ayudas adicionales para dibujar líneas y formas de manera precisa.



- Para dibujar líneas paralelas podemos mover una copia de una línea existente a una distancia y en una dirección determinadas.
- Para dibujar líneas perpendiculares se puede rotar 90° una línea existente.
- Para dibujar líneas a 30, 45, 60° o en cualquier otro ángulo, podemos definir guías inteligentes.
- Para dibujar líneas inclinadas se puede rotar una línea existente el número de grados que se desee.
- También se pueden establecer guías para alinear o distribuir segmentos respecto a su centro o sus extremos.

• Alineación por los centros

• Alineación por los extremos izquierdos

• Alineación por los extremos inferiores izquierdos

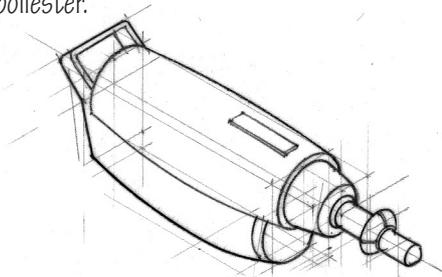
### Plantillas digitales

Los programas de dibujo en dos dimensiones y de diseño asistido por ordenador (CAD) disponen de plantillas digitales (bloques) de formas geométricas, mobiliario, accesorios, y también de elementos definidos por el usuario. La finalidad de las plantillas, ya sean físicas o digitales, sigue siendo la misma: ahorrar tiempo cuando se dibujan elementos repetitivos.

## Gomas de borrar

Una de las ventajas de dibujar con lápiz es la facilidad con la cual se pueden borrar sus marcas. Siempre hay que utilizar el tipo de goma más blando que sea compatible con la superficie y las herramientas de dibujo, y evitaremos el uso de gomas de tinta abrasivas.

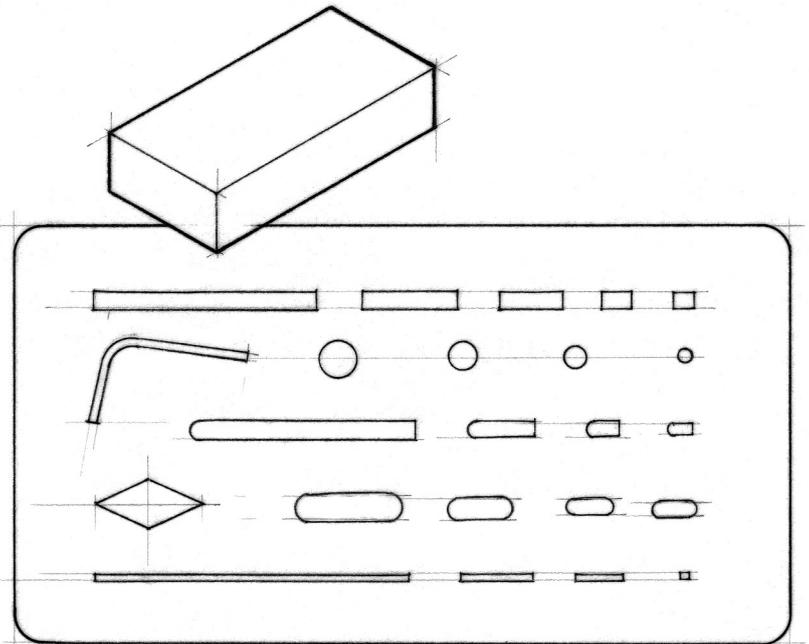
- Las gomas plásticas de vinilo o de PVC no son abrasivas, no emborronan y no estropean la superficie de dibujo.
- Algunas gomas están impregnadas de un líquido borrador para borrar tinta sobre papel y poliéster.
- El líquido borrador elimina el lápiz y la tinta del poliéster.



- Los borradores eléctricos son muy útiles para borrar grandes superficies y tinta. Los modelos compactos y a pilas son muy prácticos.

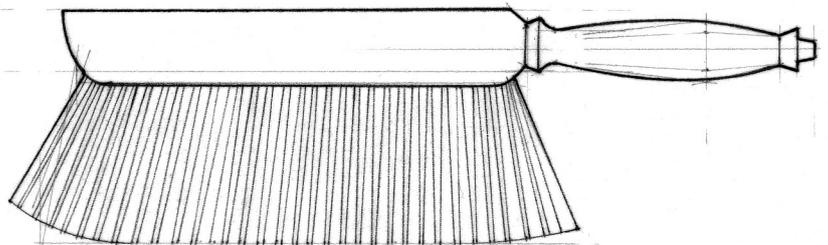
## Otros accesorios

- Los cepillos ayudan a mantener la superficie de dibujo limpia de virutas de goma y otras partículas.
- En el mercado existe un polvo limpiador suave, granulado, que forma una capa de protección provisional sobre el papel mientras se trabaja en el dibujo, recogiendo los restos de la mina del lápiz y manteniendo limpia la superficie. Si se aplica en demasiada cantidad puede hacer saltar las líneas dibujadas, de modo que hay que utilizarlo con moderación.
- Para preparar las superficies para el dibujo con tinta podemos utilizar polvos de talco.

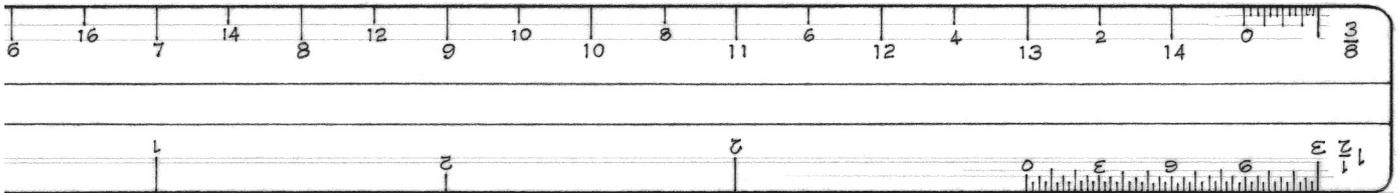


## Plantillas para borrar

Las plantillas para borrar son hojas delgadas de acero inoxidable que tienen perforaciones con formas de distintos tamaños para limitar la zona que se desea borrar. Cuando se utiliza un borrador eléctrico, estas hojas son de gran utilidad para proteger la superficie de dibujo. Las que tienen perforaciones cuadradas permiten borrar partes muy precisas.

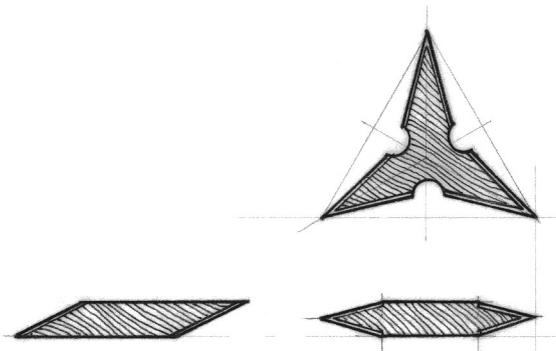


La escala de un dibujo es la relación proporcional de una representación con respecto al tamaño natural de lo que se representa. Los escalímetros son instrumentos graduados con una o varias series de escalas, y sirven para medir, leer o transferir las dimensiones y distancias a un dibujo.



## Escalímetros

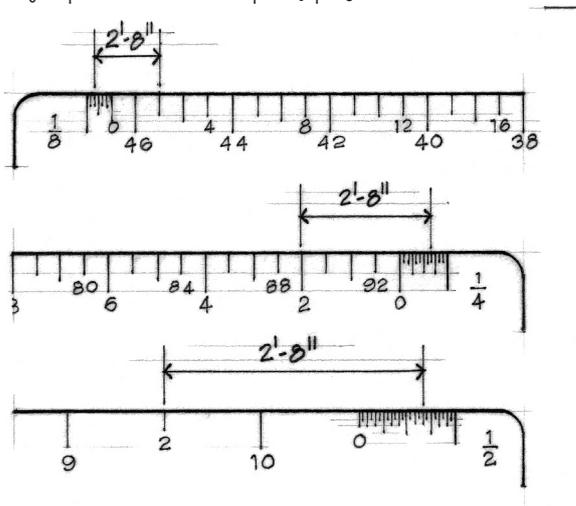
Tienen lados graduados que permiten medir directamente en metros y centímetros los dibujos a escala.



- Los escalímetros triangulares tienen seis lados con sus respectivas escalas, que varían dependiendo del modelo. Las más usuales suelen ser: 1:5, 1:50, 1:500, 1:10, 1:100, 1:1.000, 1:20, 1:200.

- Las escalas planas y biseladas pueden tener dos lados con cuatro escalas o cuatro lados con ocho escalas.

Ejemplos de escalas en pies y pulgadas



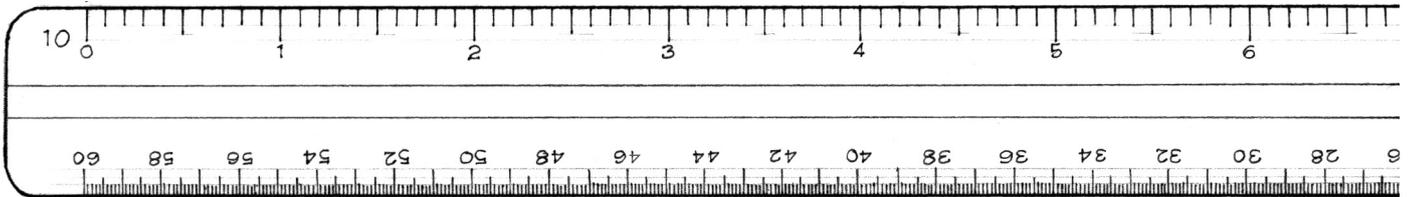
- Se fabrican en longitudes de 10 y 30 cm.
- Las graduaciones de una escala deben estar calibradas con precisión y el grabado de las marcas debe ser resistente al desgaste.
- Los escalímetros nunca deberán utilizarse como reglas para trazar líneas.

- Para leer un escalímetro utilizaremos el lado graduado en metros, y la división de un metro para incrementos menores.

- Cuanto mayor sea la escala de un dibujo, más información puede y deber contener.

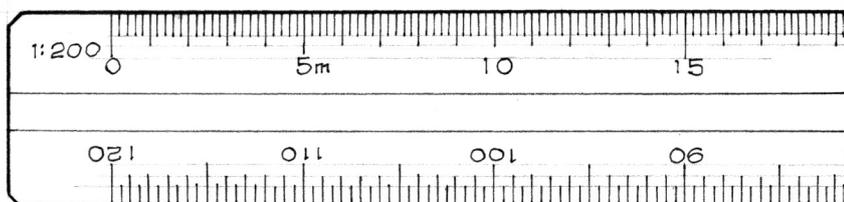
### Escalas de ingeniero

Tienen una o varias series de escalas graduadas y numeradas, cada una con divisiones de 10, 20, 30, 40, 50 o 60 partes por pulgada.



### Escalas métricas

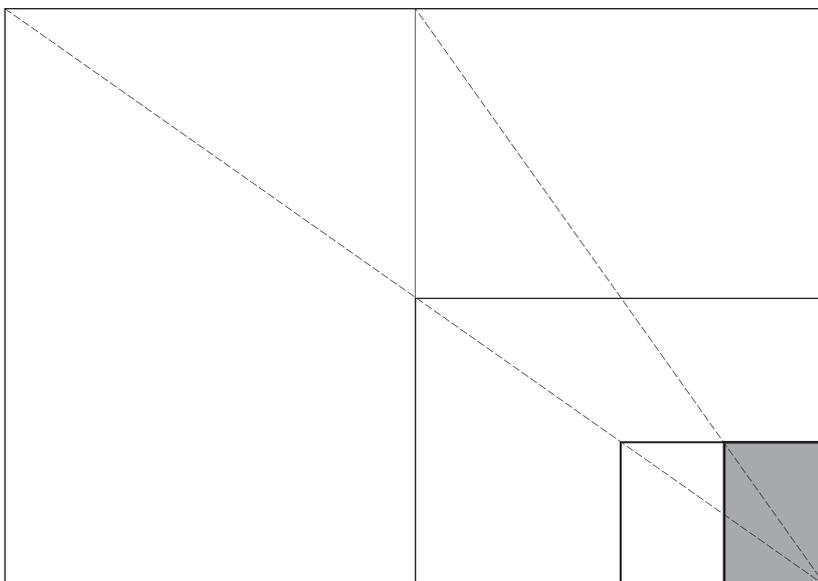
Tienen una o más series de escalas graduadas y numeradas, y cada una de ellas define la proporción de un milímetro respecto a un número determinado de milímetros.



- Las escalas métricas normales tienen las siguientes escalas: 1:5, 1:50, 1:500, 1:10, 1:100, 1:1.000, 1:20, 1:200.

### Escalas digitales

Cuando dibujamos de forma tradicional pensamos en unidades reales y utilizamos la escala para reducir el dibujo a unas dimensiones manejables. En el dibujo digital introducimos la información en unidades reales, pero hay que tener cuidado para no confundir el tamaño de la imagen visualizada en la pantalla —que podemos ampliar y reducir independientemente de sus dimensiones reales— con la escala de salida de la impresora o plóter.



Por su transparencia, los papeles de calco y las películas de poliéster son adecuados para trabajos de superposición, ya que permiten dibujar o calcar partes del dibujo a la vez que vemos a su través.

### Papel de calco o vegetal

Se caracteriza por su transparencia, blancura y la rugosidad o grano de su superficie. Los papeles de grano fino generalmente son mejores para trabajar con tinta, mientras que los de grano medio son más adecuados para los trabajos a lápiz.

### Papel de croquis

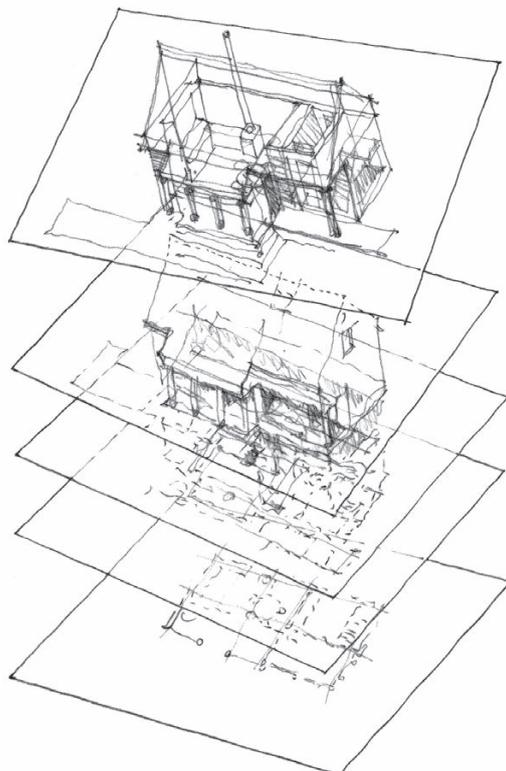
Es un papel barato y ligero. Se vende en blanco, crema, amarillo o beis en rollos de diferentes medidas DIN: 29,7; 42; 59,4; 84; 100 y 120 cm. Se utiliza para bocetos, calcos rápidos y apuntes a mano alzada. Solo se utilizará con minas blandas o rotuladores; las minas duras pueden desgarrar este papel con facilidad.

### Papel vitela o vellum

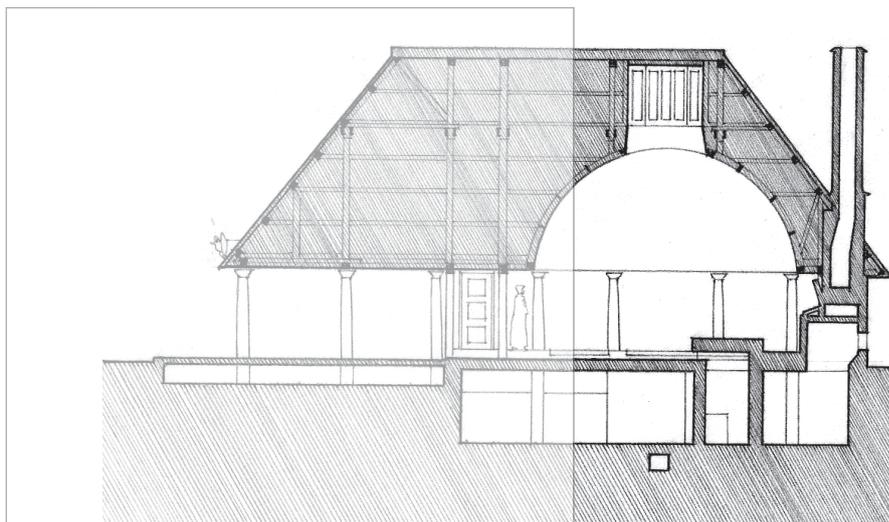
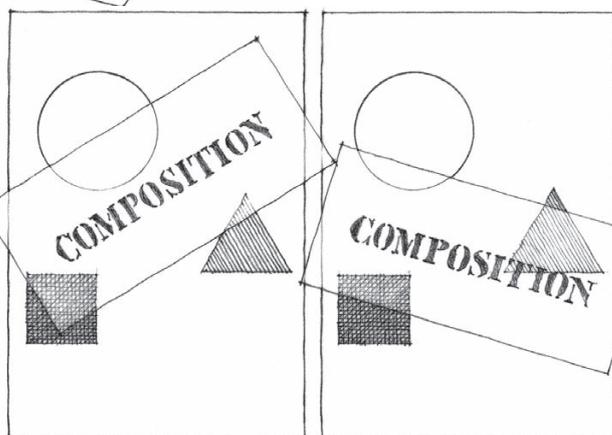
Se vende en rollos, blocs y hojas individuales de 60, 75 y 90 g/m<sup>2</sup>. El papel vitela de peso medio de 60 g/m<sup>2</sup> se utiliza para planos en general y para dibujos preliminares; el de 60 o 75 g/m<sup>2</sup> con una composición de un 100 % de algodón (rag) es un papel sólido, transparente y que permite borrar. Se utiliza para dibujos terminados y también se vende con retículas milimetradas de color azul no reproducible.

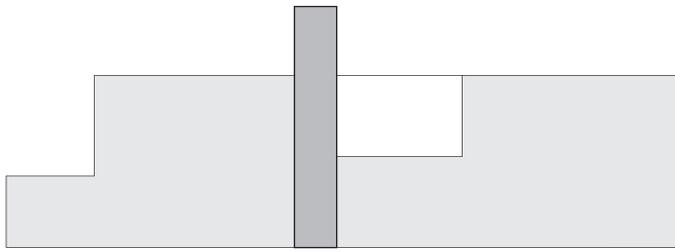
### Película de poliéster

Es una lámina de poliéster transparente, duradera, dimensionalmente estable y suficientemente translúcida que sirve para realizar reproducciones nítidas y trabajos de superposición. Las películas tienen un grosor de entre 0,08 a 0,1 mm, y pueden encontrarse en rollos o bien en hojas sueltas. Pueden presentar un acabado satinado o mate en una o en ambas caras, adecuado para facilitar el dibujo a lápiz o tinta, aunque solo deben utilizarse minas, tinta y gomas de borrar compatibles. La tinta puede eliminarse con un líquido o con una goma de borrar de vinilo impregnada en dicho líquido.

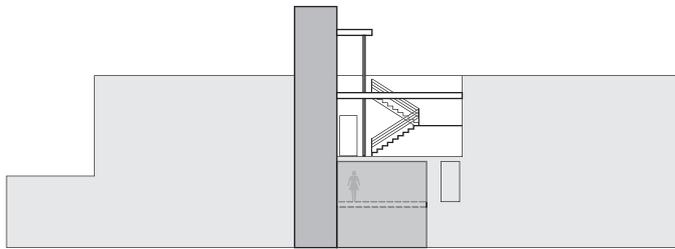


- Las láminas de papel vitela y de poliéster necesitan ser fijadas a la mesa de trabajo con cintas o puntos adhesivos de baja adherencia. No hay que utilizar cinta adhesiva normal, porque al retirarla se puede desgarrar la superficie del papel.

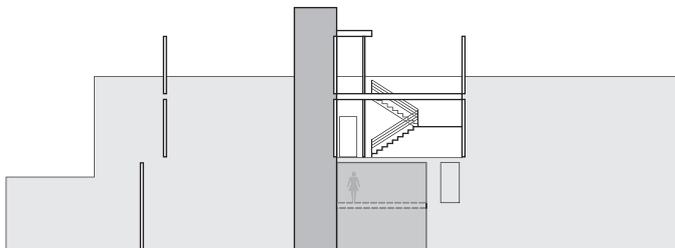




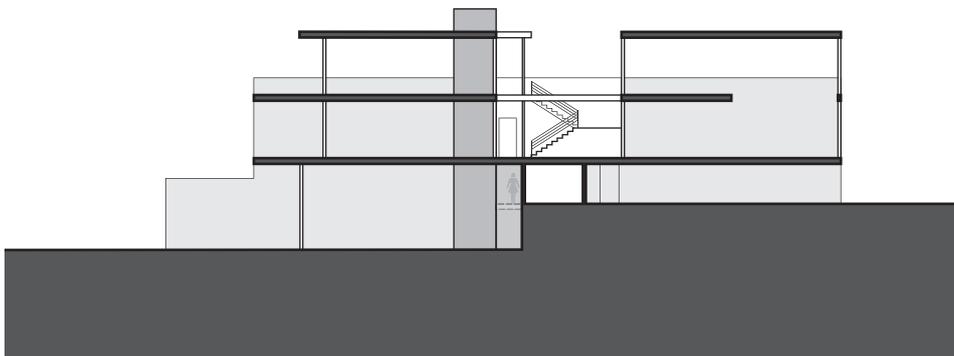
Capa 1



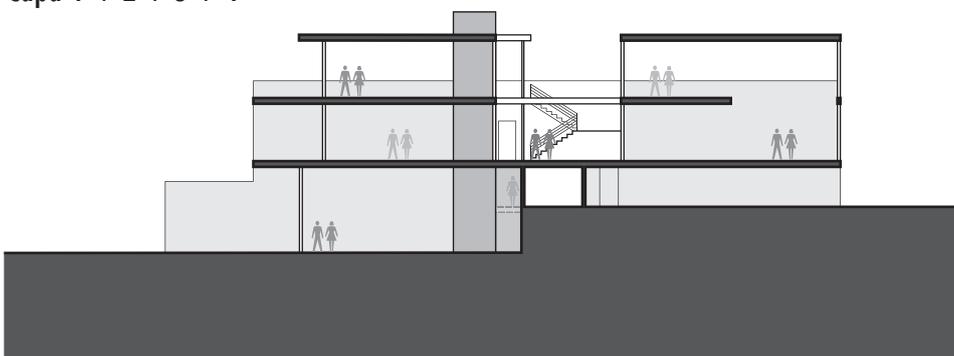
Capa 1 + 2



Capa 1 + 2 + 3



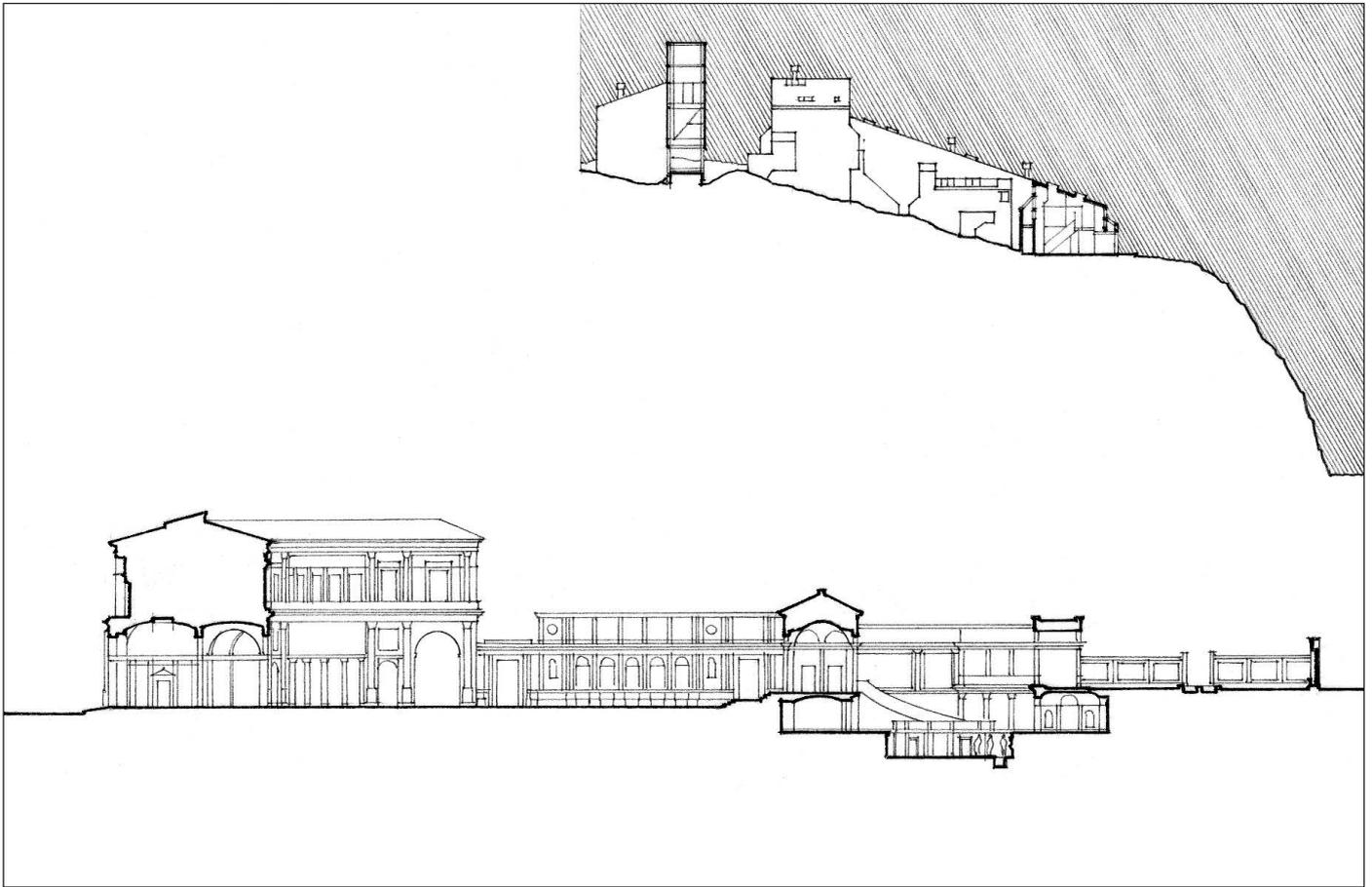
Capa 1 + 2 + 3 + 4



Capa 1 + 2 + 3 + 4 + 5

**Capas de dibujo por ordenador**

Los programas de CAD y modelado tridimensional permiten organizar grupos de información en diferentes capas. Aunque estas capas o categorías pueden pensarse y emplearse como un equivalente digital del papel de calco, ofrecen más posibilidades de manipulación y de edición de la información que contienen que el papel. Una vez introducida y almacenada la información, esta resulta más fácil de copiar, transferir y compartir que los dibujos tradicionales.



### Cartones de ilustración

Estos soportes tienen una lámina de papel adherida a la base de cartón. Se fabrican en grosores de 1,6 mm y 2,4 mm. Para las presentaciones acabadas se recomienda que el papel sea 100 % de algodón (*rag*).

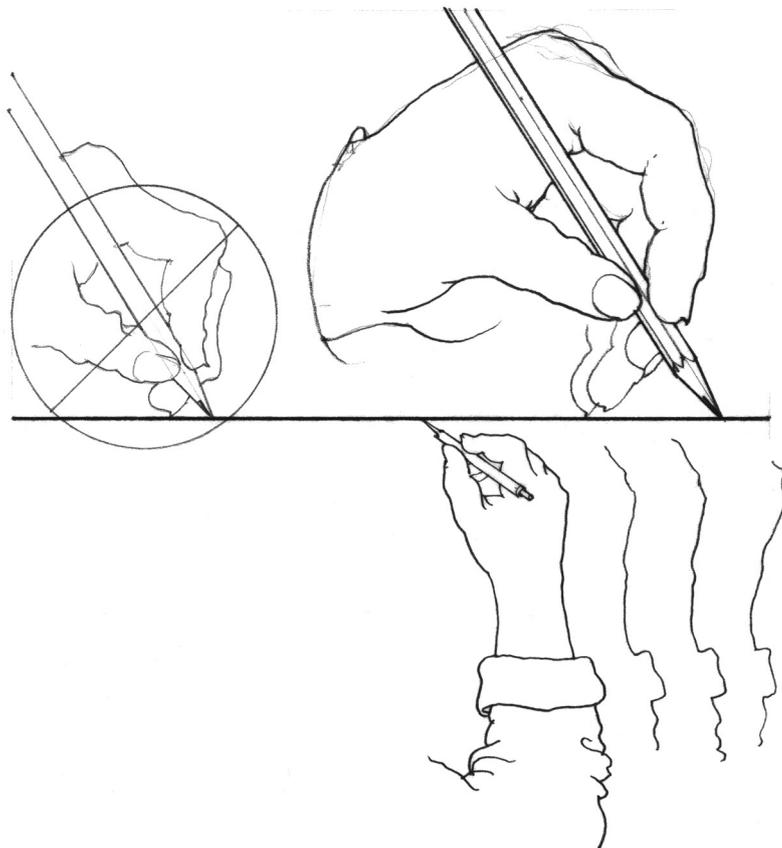
Los cartones prensados en frío tienen un cierto grado de rugosidad para trabajos a lápiz; los prensados en caliente tienen una superficie relativamente lisa, más adecuada para los trabajos a tinta.

Algunas marcas de cartones de ilustración tienen láminas blancas adheridas a una capa intermedia de pasta blanca de papel, por lo cual sus cantos también son blancos y pueden utilizarse para construir maquetas.

# 2

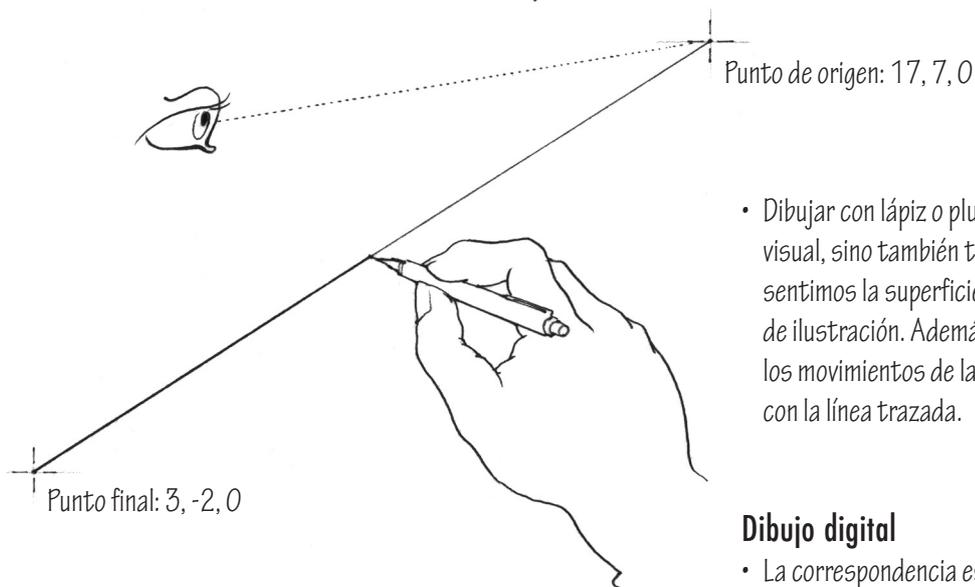
## Delineación arquitectónica

La *delineación* —con reglas, escuadras y cartabones, plantillas, compases y escalímetros— es el procedimiento tradicional para elaborar planos y representaciones arquitectónicas, y sigue ocupando un lugar importante en un entorno cada vez más digitalizado. El acto de dibujar una línea con lápiz o pluma lleva implícito un sentido sinestésico de la dirección y la longitud, un procedimiento táctil que se retroalimenta en la mente para reforzar la estructura de la imagen gráfica resultante. Este capítulo presenta técnicas y orientaciones para trazar líneas, construir formas y figuras geométricas, y realizar operaciones como la subdivisión de una longitud determinada en una serie de partes iguales. El conocimiento de estos métodos se traducirá en una representación más eficaz y organizada de las construcciones arquitectónicas y de ingeniería; además, muchos de estos procedimientos también son útiles para dibujar bocetos a mano alzada. En este capítulo se intercalan los equivalentes digitales de las técnicas de delineación a mano para reflejar los principios subyacentes en cualquier dibujo, ya sea hecho a mano o por ordenador.



El elemento fundamental del dibujo arquitectónico es la línea; es decir, la marca que deja un lápiz o pluma cuando se desplaza sobre una superficie. El dominio del lápiz o la pluma es básico para dibujar líneas de calidad y con el valor adecuado.

- Dibujaremos con la mano relajada: no hay que agarrar el lápiz o la pluma con demasiada fuerza.
- Sujetaremos el lápiz o la pluma unos 5 cm por encima de la punta o la plumilla, nunca demasiado cerca de la base.
- Controlar el movimiento del lápiz o la pluma con la mano y el brazo, no solo con los dedos.
- Acompañar el lápiz o la pluma a medida que dibujamos; no empujarlo con la punta hacia delante.
- Hay que mirar hacia donde se dirige la línea.



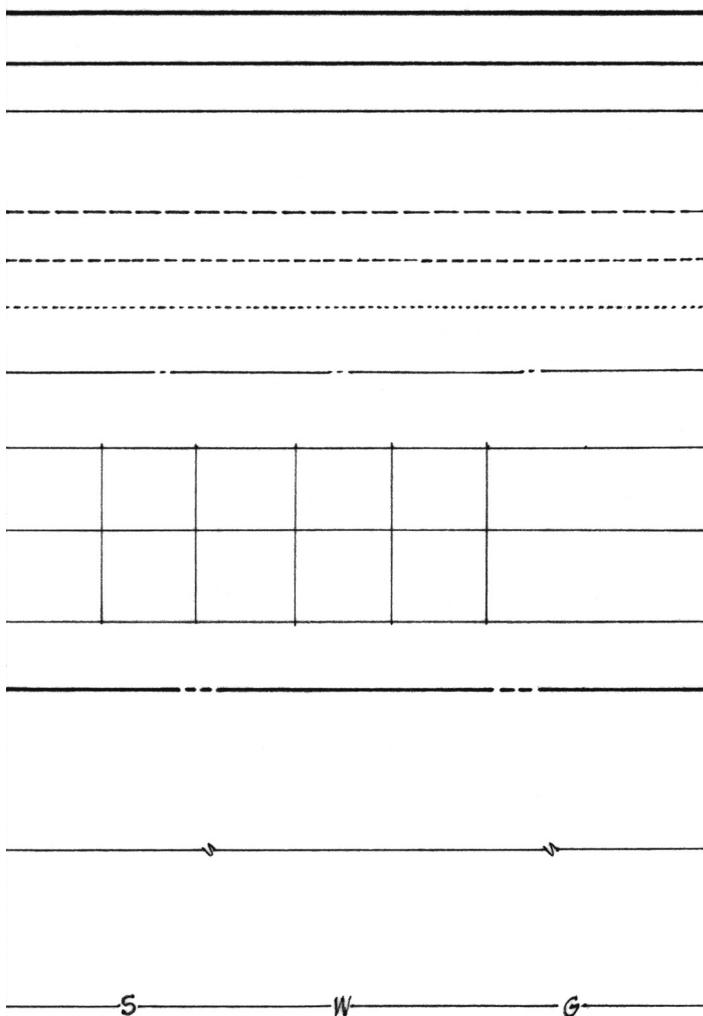
- Dibujar con lápiz o pluma no solo supone una experiencia visual, sino también táctil: mientras dibujamos sentimos la superficie del papel, la película o el cartón de ilustración. Además, es un acto sinestésico en el cual los movimientos de la mano y los ojos se corresponden con la línea trazada.

### Dibujo digital

- La correspondencia es parecida, pero menos directa, cuando dibujamos con un ratón o con un lápiz sobre una tableta digitalizadora; lógicamente, cuando introducimos las coordenadas de una línea con el teclado, no se da tal paralelismo con el movimiento espacial.

En un dibujo, todas las líneas cumplen una función. Cuando dibujamos es fundamental que sepamos qué representa cada línea, si es el borde de una superficie plana, un cambio de material o, sencillamente, una línea auxiliar.

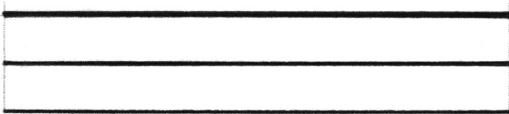
Para facilitar la lectura y la interpretación de los dibujos arquitectónicos, estén estos elaborados a mano o por ordenador, normalmente se utilizan los tipos de línea siguientes:



- Las líneas continuas perfilan la forma de los objetos, el borde de una superficie plana o la intersección entre dos planos. Su valor relativo varía según la profundidad que reflejen.
- Las líneas discontinuas, formadas por trazos cortos y muy juntos, representan los elementos eliminados u ocultos a la vista.
- Las líneas de eje, formadas por trazos delgados y relativamente largos separados por un guión o un punto, representan el eje de simetría de un objeto o de una composición.
- Las retículas son un sistema ortogonal o radial de líneas delgadas, continuas o de eje, que sirven para situar y ordenar los elementos de una planta.
- Las líneas de propiedad, formadas por segmentos relativamente largos, separados por dos guiones o dos puntos, representan los límites legales de un solar.
- Las líneas de corte, formadas por segmentos relativamente largos y unidos por trazos cortos en zigzag, se utilizan para representar la parte seccionada de un dibujo.
- Las líneas de instalaciones están formadas por segmentos relativamente largos y separados por una letra que indica el tipo de instalación.

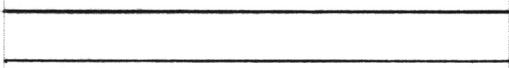
En teoría, todas las líneas deberían tener una densidad uniforme para facilitar la legibilidad y reproducción. El valor de línea es principalmente una cuestión de grosores: mientras que las líneas a tinta son de un color negro uniforme y solo varía su grosor, las líneas a lápiz pueden variar en grosor y valor tonal, dependiendo de la dureza de la mina, de la rugosidad y densidad de la superficie, y de la velocidad y presión del trazo. Procuraremos siempre que las líneas a lápiz tengan una densidad uniforme, y variaremos su grosor para conseguir distintos valores de línea.

### Líneas gruesas



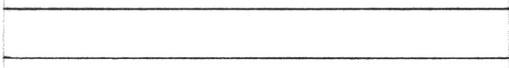
- Las líneas gruesas y continuas se utilizan para trazar el contorno de los elementos que aparecen cortados en planta o sección (véanse págs. 54 y 71), así como el perfil de los límites espaciales (véase pág. 99).
- Para producir valores de línea gruesos se utilizan minas H, F, HB o B; si hemos de presionar demasiado para dibujar una línea gruesa significa que la mina es demasiado dura.
- Utilizaremos un portaminas normal, o trazaremos líneas muy juntas con un portaminas automático de 0,3 o 0,5 mm; evitaremos lápices de 0,7 o 0,9 mm.

### Líneas intermedias



- Las líneas continuas de valor intermedio se utilizan para dibujar las aristas e intersecciones de planos.
- Utilizaremos minas H, F o HB.

### Líneas delgadas



- Las líneas delgadas y continuas definen un cambio de material, color o textura de un objeto, pero no de forma.
- Utilizaremos minas 2H, H o F.

### Líneas muy delgadas

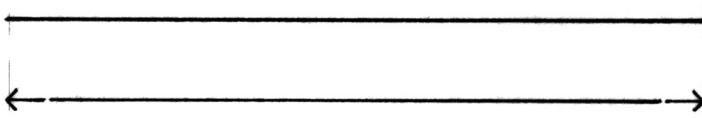


- Las líneas continuas y muy delgadas se utilizan para preparar dibujos, definir retículas de ordenación y dibujar texturas de superficies.
  - Utilizaremos minas 4H, 2H, H o F.
- La gama y el contraste visual de los valores de línea deben ser proporcionales al tamaño y la escala del dibujo.

### Valores de línea digitales

- Una clara ventaja de dibujar o delinear a mano es que los resultados son visibles de inmediato. Cuando utilizamos un *software* de dibujo o CAD podemos seleccionar el valor de línea de un menú, o especificar una anchura de trazo en unidades absolutas (milímetros o número de puntos, donde 1 punto = 0,35 mm). En cualquier caso, lo que vemos en la pantalla puede que no coincida con el resultado impreso, y, por tanto, se aconseja hacer una prueba de impresión o de ploteo para determinar si el resultado de la jerarquía y el contraste de valores de línea es el adecuado. Cabe señalar, sin embargo, que en un dibujo digital suele ser más fácil hacer cambios de valores de línea que en uno hecho a mano.

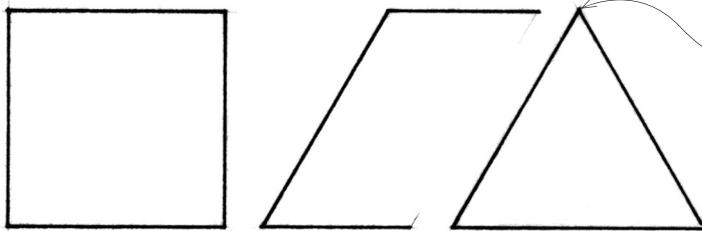
La calidad de la línea define la precisión, claridad y uniformidad de una línea trazada.



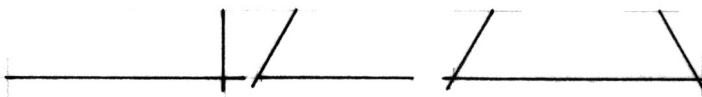
- La densidad y el valor de una línea deben ser lo más uniformes posible en toda su longitud.
- Las líneas rectas deben tener una calidad tensa, como si estuvieran firmemente estiradas entre dos puntos.



- Evitaremos dibujar las líneas con una sucesión de breves trazos superpuestos.



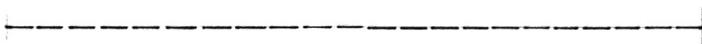
- En las esquinas, el encuentro de las líneas debe ser exacto.



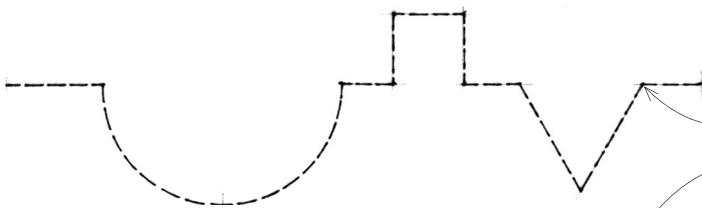
- Si las líneas no se tocan en las esquinas, el vértice resultante parece redondeado o poco consistente.



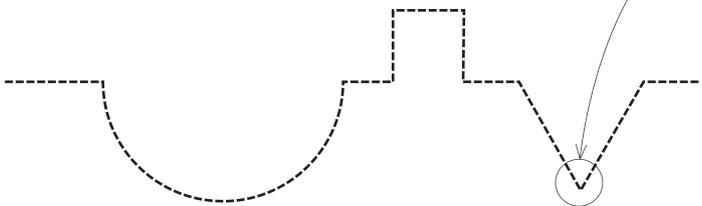
- Hay que evitar un solapamiento excesivo de las líneas que parezca desproporcionado en relación con las dimensiones del dibujo.



- En las líneas discontinuas, los trazos deben tener una longitud uniforme y espaciados pequeños para favorecer la continuidad visual.



- En los ángulos de los puntos de inflexión, el trazo de las líneas discontinuas debe ser continuo.



- Si un espaciado coincide con un punto de inflexión, el ángulo se suaviza.

### Calidad de la línea digital

- Lo que vemos en la pantalla del ordenador no representa necesariamente lo que obtendremos al imprimir o plotear. Para valorar la calidad de las líneas de un dibujo digital, primero tendremos que ver una impresión real.
- En los programas de dibujo vectorial, las líneas se basan en fórmulas matemáticas y su resultado impreso generalmente es mejor que el de las imágenes de mapa de bits.