

Manual práctico de dibujo técnico

Tercera edición

Schneider \ Sappert

The background of the cover features a silhouette of a person in a dark suit, viewed from the side, using drafting tools on a large sheet of paper. The paper is filled with technical drawing elements, including various circles, arcs, and straight lines. Some of these elements are labeled with numbers (1, 2, 3, 4, 5, 6) and letters (E). The overall color scheme is a gradient of yellow and orange, with the silhouette in black. The text is in white and yellow.

EDITORIAL REVERTÉ

Manual práctico de dibujo técnico

INTRODUCCIÓN A LOS FUNDAMENTOS
DEL DIBUJO TÉCNICO INDUSTRIAL

Tercera edición

WILHELM SCHNEIDER

DIETER SAPPERT



**EDITORIAL
REVERTÉ**

Barcelona · Bogotá · Buenos Aires · México

Título de la obra original:

Technisches Zeichnen für die Praxis

Edición original en lengua alemana publicada por

Georg Westermann Verlag

Copyright © by Georg Westermann Verlag

Edición en papel:

© Editorial Reverté, S. A., 1990

ISBN: 978-84-291-1451-5

Edición e-book (PDF):

© Editorial Reverté, S. A., 2022

ISBN: 978-84-291-9002-1

Versión española por

Dr. Carlos Saenz de Magarola

Doctor Ingeniero Industrial

Propiedad de:

EDITORIAL REVERTÉ, S. A.

Loreto, 13-15. Local B

08029 Barcelona. ESPAÑA

Tel: (34) 93 419 33 36

e-mail: reverte@reverte.com

www.reverte.com

Reservados todos los derechos. La reproducción total o parcial de esta obra, por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, queda rigurosamente prohibida, salvo excepción prevista en la ley. Asimismo queda prohibida la distribución de ejemplares mediante alquiler o préstamo públicos, la comunicación pública y la transformación de cualquier parte de esta publicación (incluido el diseño de la cubierta) sin la previa autorización de los titulares de la propiedad intelectual y de la Editorial. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (Art. 270 y siguientes del Código Penal). El Centro Español de Derechos Reprográficos (CEDRO) vela por el respeto a los citados derechos.

Prólogo de la última edición alemana

Este libro es apropiado, sobre todo, para quienes pretenden prepararse para la profesión de dibujante técnico.

A causa del poco tiempo de que disponen los alumnos de las escuelas técnicas del trabajo y los estudiantes de las escuelas técnicas y superiores para dedicarlo a su formación en el campo del dibujo técnico, sirve la obra como manual de consulta y libro de estudio.

Como el libro va de lo sencillo a lo difícil y de lo general a lo especial, resulta apropiado también para el autodidacta.

La obra original de mi colega Schneider, a quien, desgraciadamente, no pude conocer personalmente, la he recogido en este nuevo trabajo, variándola parcialmente en la forma. Espero, no obstante, haber sabido mantener el espíritu que la informaba.

He puesto empeño en emplear las más recientes normas de dibujo y la forma moderna de dibujar, dejando a un lado modos antiguos de representación y normas ya superadas.

La geometría descriptiva tiene que ser considerada como factor esencial para ejercitar a ver en el espacio y para construir con exactitud. Ocupa en esta obra un amplio espacio. Las penetraciones se hacen resaltar mediante impresión en color con objeto de hacer más visible la marcha de la construcción. (Es de recomendar como complemento el empleo de la carpeta de trabajo «Dibujo Técnico». Número de pedido: 201545.)

Agradezco cordialmente a cuantos me han ayudado y a las casas que me han cedido documentación en que apoyarme.

Agradeceré al lector su crítica y las sugerencias que quiera hacerme.

DIETER SAPPERT

Prólogo de la edición alemana de 1965

«... y seguir trazando líneas y más líneas durante toda una vida!...» Esto es lo que se decía antaño de un dibujante técnico o delineante. Este concepto, que refleja el espíritu de una época pasada, es el que trata de desvirtuar, e incluso de modificar, el presente libro. Y sólo a la lectura del índice de materias puede uno darse cuenta de la belleza de la profesión de dibujante técnico y de la influencia que tiene sobre la aproximación de unos pueblos a otros. Trata este libro de despertar, edificándolo sobre conceptos fundamentales, el concepto técnico de espacio y de sacar de él todos sus múltiples encantos. Da al dibujante técnico, o delineante, una visión ordenada sobre todo lo que debe saber para enfrentarse con los tribunales de examen o de oposiciones y para enfrentarse sobre todo con la vida y con la práctica de su profesión. Pretende este libro hacerle vivir un poco la dinámica de la geometría que conduce a la pieza final y a sus procedimientos de representación y de acotación relacionados con su fabricación y con su función; pretende también mostrarle las relaciones «terminación-dibujo» y, finalmente, estar en la práctica al lado de los instructores, profesores y alumnos.

Tiene también por misión esta obra prestar ayuda a los jóvenes en nuestras escuelas del trabajo y especiales cuando, sin conocimientos ni de materiales ni de instrumentos y sin estar aleccionados en su uso, sin experiencia alguna sobre el trazado y desarrollo de un dibujo técnico o de una diagrama, se les deja sueltos frente a un tablero de dibujo. Este libro les enseña los recursos, remedios y triquiñuelas prácticas de la técnica del dibujo que contribuyen a hacer agradable el trabajo y constituirán para ellos un seguro guía por el ancho campo del dibujo técnico.

A los técnicos y maestros de taller les indicará el modo de trazar y de leer correctamente los planos y gráficos facilitándoles una clara comprensión del arte del dibujo. También les resolverá algún problema la técnica de reproducción de planos que se trata igualmente en la obra. En la composición del libro me han servido de pauta la intención de inculcar un sentido de responsabilidad; el propósito de conseguir claridad, tanto en la expresión como en las figuras, y de restringirme a lo más importante, extendiéndome sobre lo que es más fundamental, así como el designio de enseñar a pensar con independencia y a respetar los postulados de un trabajo económico.

Debo agradecer la cesión de documentación práctica a firmas de Brunswick, industrias de la cuenca del Ruhr y fábricas de Bad Kreuznach. Agradezco igualmente al ingeniero jefe Dipl. Ing. BECHER y al ingeniero señor HEINE, de la Editorial Georg Westermann, por sus numerosas y valiosas sugerencias.

En la preparación de las sucesivas ediciones he tenido la ocasión de atender indicaciones provinientes del círculo de lectores. Me he esforzado también en recoger en el libro las normas más recientes. Quedaré muy agradecido a cuantas sugerencias de mejora reciba.

Agradezco al Dipl. Ing. E. FELBER, Schwal-Kalden/Thur, y al profesor FINK Bad-Kreuznach, por sus valiosas sugerencias e indicaciones. Expreso también mi especial agradecimiento al Dipl. Ing. E. LAMEL, Lage-Lippe, por su ayuda y su consejo, lleno de experiencia.

En la composición de la quinta edición se han tenido en cuenta indicaciones y sugerencias venidas de entre el círculo de lectores. El libro ha sido, además, cuidadosamente revisado por el catedrático de escuela industrial, Ernst Richter, de Berlín, y por el ingeniero Hermann Schäfer de Birkenau/Odw.

EL EDITOR

ÍNDICE ANALÍTICO

1. Introducción	1
2. El papel de dibujo	3
2.1 Diversidad de tipos de papel	3
2.2 Formatos de papel	5
2.3 Impresos de pliegos de dibujos con espacio para rotulado	7
3. El manejo de los instrumentos de dibujo	10
3.1 Instrumentos para el dibujo a lápiz	10
3.2 Instrumentos para el dibujo a pluma	12
3.3 Modos de colorear un dibujo	18
3.4 El estuche de dibujo	19
3.5 Los tableros de dibujo	23
3.6 Regla de T y cartabones	24
3.7 Máquinas para dibujar y pequeñas instalaciones de dibujo	26
3.8 Medios auxiliares para el dibujo	30
4. La escritura y las líneas para el dibujo	33
4.1 Escritura cursiva según DIN 16	34
4.2 Clases de líneas y grupos de líneas según DIN 15	39
5. La ejecución de un dibujo	41
5.1 Determinación y distribución de la zona de dibujo	41
5.2 Proceso del trabajo durante la ejecución del dibujo	43
6. Manejo de dibujos terminados	45
7. Dibujo de ejercicios geométricos sencillos pero fundamentales	48
7.1 Reglas generales	48
7.2 Construcciones fundamentales	48
7.3 Enlaces circulares	55
7.4 Trazado de elipses	58
7.5 Construcción de la parábola y la hipérbola	60
7.6 Curvas técnicas	61
8. Cuerpos geométricos fundamentales	65
8.1 Punto-Línea-Superficie-Cuerpo	65
8.2 Prisma	70
8.3 Cilindro	79
8.4 Pirámide	84
8.5 Cono	89
8.6 Prisma	93
8.7 Esfera	94
8.8. Cuerpos de transición o enlace, y su desarrollo	95
9. Representación de piezas	99
9.1 Vistas necesarias	103
9.2 Representaciones en sección	104
9.3 Representaciones simplificadas	111

10. Acotación de piezas de máquinas	115
10.1 Reglas para la consignación de medidas o acotación según DIN 406	116
10.2 Acotaciones según los procedimientos de fabricación	124
11. Signos superficiales (DIN 140 y 3141)	150
12. La lista de piezas (DIN 6771)	157
12.1 Datos que figuran en la lista de piezas	157
12.2 Números correlativos en el dibujo y en la lista de piezas	158
12.3 Datos sobre el material en la lista de piezas	159
13. Representación de intersecciones	165
13.1 Intersección de rectas y superficies	165
13.2 Intersecciones de cuerpos limitados por planos	168
13.3 Intersecciones de cuerpos limitados por planos con cuerpos limitados por superficies	170
13.4 Intersecciones de cuerpos limitados por superficies curvas	174
13.5 Las intersecciones de cilindros son especialmente frecuentes	177
13.6 Intersección: cono-cilindro	180
13.7 Intersección de dos conos	181
13.8 Intersección del toro	184
13.9 Líneas de penetración (o de intersección) producidas en el mecanizado de piezas	185
14. Representación de un cuerpo en perspectiva	189
14.1 Perspectiva paralela	189
14.2 Perspectiva central o cónica	193
15. Tolerancias y ajustes	197
15.1 Tipo de ajuste y exactitud	197
15.2 La técnica de las tolerancias	198
15.3 Medidas unificadas de ajuste	200
15.4 Eje único y agujero único	201
15.5 Designaciones abreviadas para indicación de ajustes (DIN 7150)	202
15.6 Designaciones abreviadas para los campos de tolerancia ISA	204
15.7 Ajuste DIN (DIN 2061)	205
15.8 Tolerancia de cotas libres	206
15.9 Limitación de campos de tolerancia	206
16. Representación de uniones que pueden soltarse o desmontarse	208
16.1 Tornillos y uniones atornilladas	208
16.2 Uniones por medio de cuña, o chaveta, y de lengüeta	220
16.3 Pasadores para uniones	225
17. Representación de uniones que no pueden soldarse o desmontarse	228
17.1 Uniones con soldadura fuerte (falsa soldadura) y con soldadura corriente (DIN 1912)	228
17.2 Uniones mediante roblones o remaches	236
18. Representación de elementos constructivos	243
18.1 Muelles y resortes	243
18.2 Árboles y ejes	245
18.3 Acoplamientos	246
18.4 Poleas y transmisión	248
18.5 Mecanismos de engranajes	249

18.6 Soportes con cojinetes de deslizamiento y de rodadura	259
18.7 Platinas o bridas para uniones de tuberías	263
19. Dibujos especiales	265
19.1 El dibujo en las construcciones metálicas	265
19.2 El dibujo en las construcciones de arquitectura	268
19.3 Dibujos en instalaciones de tuberías	272
19.4 El dibujo en planos de esquemas eléctricos (DIN 407 10 a 407 17)	276
19.5 El dibujo en agrimensura	276
19.6 El dibujo en minería	277
19.7 El dibujo en la arquitectura naval	282
19.8 Dibujo de patentes	285
19.9 Gráficos de la marcha de trabajos y diagramas	285
19.10 Los dibujos en perspectiva dan una idea de conjunto	291
19.11 Dibujos para ofertas	291
19.12 Dibujo a mano alzada (croquizado)	292
19.13 Clases de dibujos (según DIN 199)	295
20. Sistematización de dibujos (numeración de dibujos)	297
21. Reproducción de dibujos (planos) y otros documentos	299
21.1 Procedimiento heliográfico de reproducción	299
21.2 Procedimientos de copia	301
21.3 Procedimientos de impresión	304

1. Introducción

Ya en los primeros tiempos de la historia de la humanidad hubo de manifestarse entre los hombres la necesidad de comunicarse unos con otros. Así nació el habla humana, partiendo de los primeros sonidos y voces inarticulados, primitivos, hasta llegar al elevado grado de desarrollo de las lenguas civilizadas de nuestro tiempo. No obstante, nunca bastó al hombre solamente la palabra hablada para expresar sus sentimientos. Y así, al mismo tiempo que el habla, surgió la *imagen*.

F 1.1³

En las cuevas de las mesetas calcáreas de Francia y España se han encontrado, pintadas con almagre en sus paredes, figuras de animales y escenas de caza que se han conservado hasta nuestros días durante más de 30 000 años (figura 1.1). El gusto de dibujar figuras, el afán de dar una expresión a la alegría y al dolor, la necesidad de producir imágenes religiosas pudieron mover a aquellos hombres primitivos a labrar o a pintar esas figuras de personas, animales y plantas, a reproducir esas vasijas de barro y esas armas y herramientas de piedra que, enriquecidas y embellecidas por aquellos artistas mediante adornos y signos de naturaleza variada, han llegado hasta nuestros días en cantidad muy abundante.

F 1.2

Al correr del tiempo, cuando resultó imposible para el hombre la preparación por sí mismo de todas las herramientas y aparatos que iba necesitando y fueron por ello desarrollándose especialistas en una u otra dirección, es cuando se prepararon ya los primeros *dibujos de contenido técnico*. Hubo *constructores* de gran genialidad que llevaron a cabo magníficas obras desde el punto de vista técnico y en lo que respecta al dibujo, como por ejemplo *Arquímedes* o *Leonardo da Vinci*, por citar solamente dos de entre ellos. Desde la edad media empieza a distinguirse ya entre la *reproducción* que consiste puramente en la representación gráfica y el *dibujo técnico* que constituye ya una exacta descripción o unas instrucciones de funcionamiento.

F 1.3

El dibujo técnico moderno es la representación precisa, exacta hasta en el detalle mínimo de un aparato, una herramienta o una construcción con cotas, signos y símbolos y ejecutado de acuerdo con normas directrices y leyes minuciosamente prescritas, contrariamente a lo que es una *reproducción o bosquejo más o menos artístico*, y que constituye una representación subjetiva de un objeto de acuerdo con el modo de verlo y entenderlo el dibujante. Los *símbolos* se conocieron ya en las más viejas culturas de la tierra. De ellos procede por sucesivo desarrollo la *escritura*. Gracias a ésta fue posible a los hombres transmitir sus ideas a través de las distancias y del tiempo. Cuando, con el descubrimiento de la máquina de vapor (*James Watt*, 1765), comenzó la auténtica marcha triunfal de la técnica se hizo necesario unificar los hasta entonces modos individuales de representación de los dibujos técnicos para hacerlos inteligibles de modo general, sin que fueran necesarias para ello explicaciones especiales orales o escritas. Se desarrollaron reglas para representaciones que se repetían constantemente llegándose por fin a que, después de 1921, cuando se fundó en Alemania la *Comisión de Normas de la Industria Alemana*,¹ se recogieron el conjunto de procedimientos de representación (acotación, símbolos, etc.) en las llamadas normas DIN.² En los demás países técnicamente desarrollados se produjo el mismo proceso.

F 1.4

1. Registrada como sociedad en Berlín el año 1917.

2. DIN=siglas registradas desde 1926 para la organización sucesora «Deutscher Normenausschuss» (Comisión Alemana de Normas) (DNA).

3. Para simplificar se ha empleado la letra **F** como abreviatura de figura.



Fig. 1.1 Representación de un animal de los primeros tiempos de la Humanidad —período glacial, unos 30.000 años antes de Jesucristo— en una cueva de la Dordoña, en Francia



Fig. 1.2 Dibujo rupestre de la prehistoria nórdica

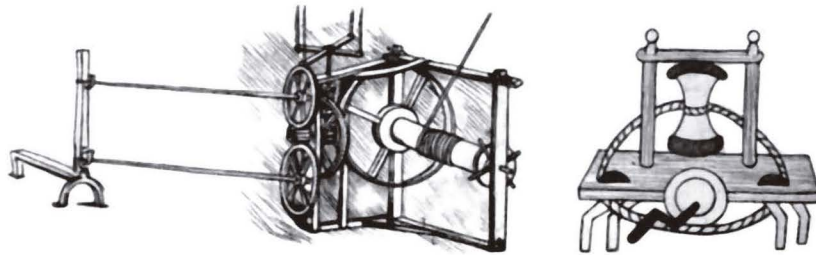


Fig. 1.3 Representación de un mecanismo de, aproximadamente, el siglo XVI. Máquina de esmerilar diamantes 1430



Fig. 1.4 Jeroglíficos del antiguo Egipto (3000 años antes de J.C.)



Letras de los fenicios (1000 años antes de J.C.)



Escritura cuneiforme de los sumerios (500 años antes de J.C.)



Escritura nórdica de runas (200 años después de J.C.)



Escritura romana (300 años antes de J.C.)

Hoy día, en la edad de la *construcción intercambiable*, del EWG, del Mercado Común, etc., se trata también de unificar internacionalmente el modo de dibujo; actualmente se adaptan cada vez más las normas DIN a las normas ISO.³

3. ISO=International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización), con sede en Ginebra.

2. El papel de dibujo

Como en toda profesión, es evidente también, en el caso del delineante, que ha de estar familiarizado con sus útiles de trabajo.

Los útiles de trabajo del delineante son el papel, el contenido de la caja de dibujo, el tablero o la máquina de dibujar, los lápices y los instrumentos de dibujar o escribir con tinta china.

2.1. Diversidad de tipos de papel

El papel para dibujar, soporte del dibujo, está compuesto de fibras que son principalmente de origen vegetal, pero que pueden proceder también del reino mineral o del animal o ser de naturaleza sintética. Puede llegar a manos del dibujante en forma de rollos o en pliegos recortados. El papel de dibujo está muchas veces sometido a condiciones duras. Por esta razón debe poderlas aguantar holgadamente, tanto por lo que respecta a su resistencia como a su conservación o inalterabilidad. Su peso por m^2 (generalmente en g/m^2) es un dato que sirve para tener una idea sobre el espesor del papel.

Se distinguen dos clases principales de papel de dibujo: 1. Papel opaco. 2. Papel translúcido (papel transparente).

1. El papel *opaco* de dibujo tiene un color que varía desde el blanco hasta el amarillento, es ligeramente brillante y de estructura unas veces con tendencia granujenta y otras de grano grueso. Está compuesto principalmente de celulosa. Son preferibles los que tienen adición de sustancias textiles (cuerda, cáñamo, algodón, trapos). Son más fuertes, no se deshilachan y ofrecen una mayor resistencia a la acción de la humedad. La adición —que no es de desear— de pasta de madera en las calidades de bajo precio, se pone de manifiesto por un tono rojizo del papel. Debe preferirse, para dibujar, el papel de doble encolado. Se reconoce éste en que una gota de estearina, depositada en una de sus caras, no se hace visible en la otra.

Un buen papel de dibujo admite bien el trazo del lápiz y permite hacer que desaparezca éste sin dejar huella. Los trazos con tinta china, de grueso igual o superior a 2 mm, no deben correrse sobre el papel. Después de secarse el trazo no deben quedar tampoco bordes difuminados. El borrado no debe dejar huella alguna. Sobre sitios en que se haya borrado debe poderse repetir el trazo de modo neto sin que se corra la tinta. El papel debe admitir los colores a la acuarela, tiene que poderse lavar, ser tenaz, resistente a la luz, poderse plegar y aguantar bien el trato un poco áspero y rudo. No debe «trabajar» de modo apreciable con los cambios de temperatura y de humedad; es decir, no debe sufrir con ellos modificaciones ni en su longitud ni en su anchura.

El campo de aplicación se limita a dibujos que hayan de tener una especial duración, a ilustraciones y representaciones perspectivas. No se pueden reproducir los dibujos hechos sobre este papel nada más que con ayuda de procedimientos fotográficos o térmicos.

2. Los papeles *translúcidos* tienen un interés más particular, comparados con los opacos, dado el progresivo perfeccionamiento de los procedimientos heliográficos de reproducción. Esta clase de papel tiene que ser tenaz, notablemente transparente, de tono blanco o amarillento, y debe permitir ver a su través un dibujo a lápiz colocado debajo, con tal claridad que pueda calcarse. El buen papel de calcar tiene que ser muy transparente, de color blanco o azulado, poco o nada aceitado, inodoro y fuerte, sin ser quebradizo. Tiene que admitir bien la tinta china y las pinturas y permitir borrar sobre él con goma o

con cuchilla o raspador, sin que la zona borrada se ponga de manifiesto después en la reproducción heliográfica.

La buena transparencia del papel es de especial importancia porque en la producción intensiva de copias por la acción de la luz dependen de ella tanto el tiempo empleado como el consumo de corriente.

La transparencia de los diversos papeles de calcar se puede determinar tomando como índice el número de hojas de papel que pueden superponerse hasta hacer que desaparezcan los caracteres de una inscripción colocada debajo. Están normalizadas las denominaciones de *papel claro o transparente*, *papel claro aceitado* y *papel tela**. De éstos, el más corrientemente usado es el papel *transparente*. Tiene que protegerse contra las atmósferas demasiado calientes y secas, que lo hacen frágil y quebradizo, así como contra la humedad, que produce bolsas en él, inutilizándolo para el uso. Es decir, habrá que evitar guardarlo en la proximidad de radiadores de calefacción o en sótanos húmedos. Los trazos de tinta anchos hacen que el papel se ondule.

El *papel claro aceitado* (antiguamente papel aceitado para calcar) tiene aspecto azulado, amarillento o blanco, tacto liso por ambas caras y es extraordinariamente transparente y poco sensible a la humedad.

El *papel tela* es resistente al rasgado, permite borrar bien, no está aceitado y no se encoge. Se emplea para dibujo de planos que han de manejarse mucho o que tienen que guardarse durante largo tiempo, por ejemplo para figurar en escrituras.

Cuando el papel tela o el papel de calcar no admiten la tinta china, se frotran con tiza finamente pulverizada o con goma de borrar. Se consigue con ello también que los trazos de lápiz resulten más negros.

El Klarzell¹ es un material de forma pelicular para dibujar sobre él y está constituido por celuloide o Zellon. Es un material liso por ambas caras y de elevada transparencia. Se extiende de forma completamente plana y es igualmente apto para dibujar sobre él con tinta como con lápiz.

Para la ejecución de gráficos o diagramas se emplean papeles que llevan impreso un retículo de líneas. Estos papeles se hacen también en calidad transparente con el retículo en azul, en rojo o en verde. Cuando se quiere que el retículo no aparezca en las copias se escoge el papel provisto de retículo azul.

F 2.1

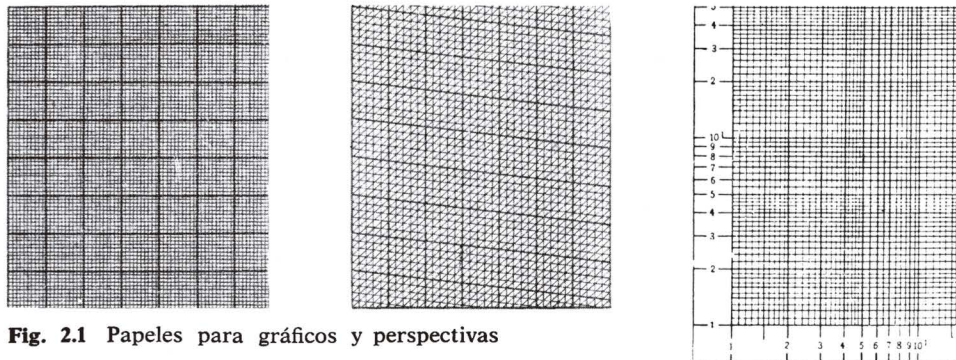


Fig. 2.1 Papeles para gráficos y perspectivas

* Véase en el Capítulo 21 «Reproducción de Planos».

1. Denominaciones comerciales: Ultraphan, Astralon, etc.

2.2. Formatos de papel

Los formatos de papel están normalizados por DIN 823. La longitud del rectángulo normal es igual a la diagonal del cuadrado formado a base de su anchura como lado, o sea que los lados guardan entre sí la relación $x : y = 1 : \sqrt{2}$. Hay varias series de formatos, que se distinguen con las letras A, B, C, D y así sucesivamente. La serie más empleada, con mucho, es la *serie A* (DIN A). La base de esta serie está constituida por el pliego de $841 \text{ mm} \times 1189 \text{ mm} = 1 \text{ m}^2$ aproximadamente. Mediante una sucesión de dobleces, partiendo en dos el tamaño anterior, se van obteniendo los demás formatos de la serie A. Los pliegos pueden utilizarse en forma vertical o apaisada. Los tamaños de los pliegos de dibujo sin recortar están también normalizados.

F 2.3

En los pequeños dibujos del tamaño A4 es conveniente dejar un margen de 25 mm, que viene a disminuir, en esa anchura, la superficie utilizable de la hoja final. Se obtienen formatos alargados partiendo por dos, cuatro, ocho, etcétera, los formatos principales, o bien añadiéndolos uno al lado de otro. En el tamaño A4 se prefiere el formato vertical al apaisado por resultar aquél más cómodo de manejar en carpetas.

F 2.4

Los formatos de la serie A constituyen lo que se llaman formatos finales. Se emplean para todos los tamaños de papel independientes como pliegos de dibujo, impresos, tarjetas postales, cartas, dibujos, anuncios, fichas, etc. En dibujos pequeños es admisible un borde de 15 mm de anchura para cosido, quedando disminuida la anchura o la altura del formato final en esa misma magnitud. Como los planos de tamaño demasiado grande resultan de manejo incómodo, deberán, en lo posible, evitarse los formatos desde el DIN A1 hacia arriba.

F 2.5

Los formatos de las series auxiliares B y C se emplean para tamaños que dependen de la serie A, como sucede con sobres, cubiertas, clasificadores, dibujos sin cortar, ficheros, chasis, etc. Los formatos alargados se obtienen: a) partiendo longitudinalmente por dos, cuatro, ocho los formatos normales; b) colocando unos al lado de otros formatos iguales o consecutivos de la misma serie.

F 2.6

F 2.7

El pliego de dibujo se fija sobre el tablero con tiras de cinta adhesiva¹; esto es lo más conveniente, pudiéndose fijar toda la longitud de los márgenes del pliego, o también solamente las esquinas, cruzando en ellas un trozo de tira adhesiva. El procedimiento antiguo de fijar con chinchetas el pliego de dibujo ha quedado prácticamente en desuso, ya que por un lado el pliego quedaba

F 2.2

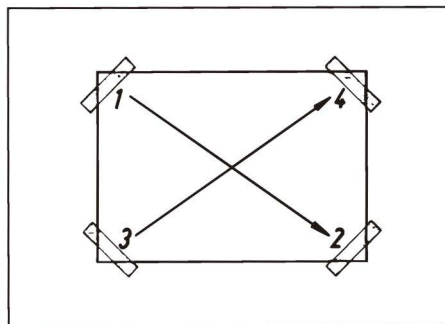


Fig. 2.2 De este modo se fijan los pliegos de dibujo sobre el tablero

1. Una marca de estas tiras es, por ejemplo, la Tesa-Krepp.

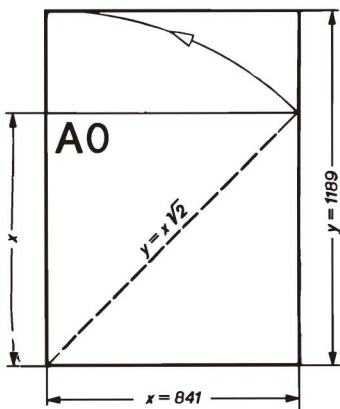


Fig. 2.3 Génesis de las relaciones entre los lados según DIN 223

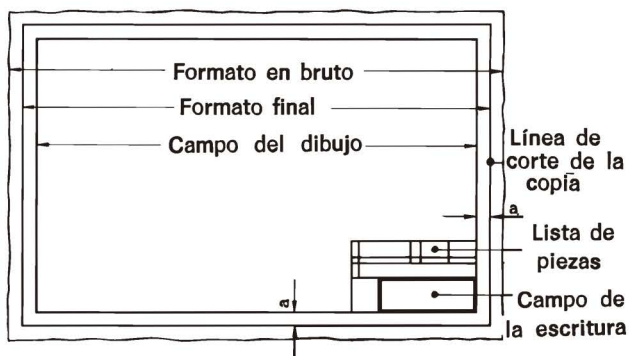


Fig. 2.4 Espacio destinado al dibujo y ribetes de éste

Formato	Formato bruto	Formato final	Cota=a
4 A0	1720 × 2420	1682 × 2378	20
2 A0	1230 × 1720	1189 × 1682	15
A0	880 × 1230	841 × 1189	10
A1	625 × 880	594 × 841	10
A2	450 × 625	420 × 594	10
A3	330 × 450	297 × 420	10
A4	240 × 330	210 × 297	5
A5	165 × 240	148 × 210	5
A6	120 × 165	105 × 148	5

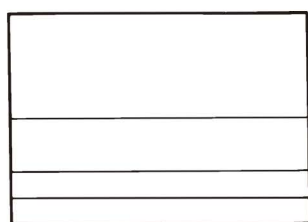
¡Apréndase de memoria estas cifras!

Fig. 2.5 Serie de formatos DIN A (formatos finales)

Series adicionales

B	C	
1000 × 1414	917 × 1297	0
707 × 1000	648 × 917	1
500 × 707	458 × 648	2
353 × 500	324 × 458	3
250 × 353	229 × 324	4
176 × 250	162 × 229	5
125 × 176	114 × 162	6

Fig. 2.6 Series DIN de los formatos B y C



a
 División longitudinal por dos de DIN A 4
 = $1/2$ A 4 = 105 × 297
 División longitudinal por cuatro de DIN A 4
 = $1/4$ A 4 = 52 × 297
 Octava parte longitudinal de DIN A 4
 = $1/8$ A 4 = 26 × 297

b
 Aplicaciones:
 Sobres
 Etiquetas
 Billetes de viaje
 Talones o cupones
 Dibujos



Fig. 2.7 Formatos longitudinales según DIN (formato A)

agujereado y, por otro, la lámina de material sintético con que se recubren hoy día los tableros de dibujo se deterioraba.

2.3. Impresos de pliegos de dibujos con espacio para rotulado

Los impresos de pliegos de dibujo están normalizados por DIN 6781. Con objeto de ahorrar al delineante el trabajo de dibujar cada vez sobre el pliego el recuadro, el cajetín de rotulación y la lista de piezas se han preparado sobre papel opaco y sobre papel transparente impresos para dibujo con su recuadro, sus cajetines, etc. Unas veces se hace la impresión sobre cada dibujo parcial y otras se reúnen los formatos pequeños para formar una hoja grande. Este último procedimiento se emplea especialmente en el caso de dibujos en DIN A 4 y A 5. El encasillado se imprime a modo de reproducción sobre un espejo en el reverso del pliego transparente con objeto de que al hacer copias heliográficas la capa sensible del papel de copiar quede directamente en contacto con dicho pliego transparente y nos dé líneas netas bien acusadas.

F 2.8

El espacio para rotulado

Para ser completo un dibujo técnico, además de los ya conocidos datos gráficos, cotas, símbolos e indicaciones escritas que hemos explicado, necesita que el objeto representado lleve una porción de indicaciones escritas complementarias. Todos estos datos escritos no pueden colocarse en el plano de un modo arbitrario, sino que han de estar ordenados en él con claridad y de tal manera que queden fácilmente visibles. Por esta razón se reúnen todos estos datos e indicaciones en un espacio especial destinado a la *rotulación*. Éste se sitúa en el ángulo inferior derecho del plano (distancia al borde: 5 mm; a partir de DIN A 3: 10 mm), porque de este modo puede encontrarse en el cajón del armario de planos o en el montón de ellos el plano que se desee, con la misma facilidad con que se saca una ficha de un fichero. Cuando el plano en cuestión contenga distintas piezas, éstas deben relacionarse en una *lista de despiece* (véase capítulo 8.8).

F 2.9

La forma y disposición del cajetín o espacio destinado para la rotulación, así como de la lista de piezas, maduraron a lo largo de muchos años de trabajo del Comité de Normas, dando como resultado las Normas DIN 6771, 6781... 6783. Estas hojas de normas concuerdan entre sí y unifican la cuestión de formatos y presentación de los dibujos. La norma DIN 6771 se ocupa especialmente del tipo de formulario o cajetín *sin* lista de piezas y la DIN 6781 de aquella disposición que hace posible la aplicación de una misma disposición del cajetín para planos de fabricación y para los que han de ir a entidades u organismos clientes. El cajetín de rotulación y la lista de piezas están constituidos, según esto, de tal modo que, o bien añadiendo o bien suprimiendo determinadas partes, resultan apropiados para distintos fines de ordenación. DIN 6782 se ocupa de cajetines para dibujos con lista de piezas (en parte, sustitutivo del DIN 6781).

F 2.10

El cajetín para rotulación (s. DIN 6771) consta en realidad de tres franjas, colocadas una sobre otra, de 185 mm de longitud y 17 mm de altura. Esta altura de 17 mm es múltiplo de la distancia entre renglones de la máquina de escribir, según DIN 2107. Las tres franjas están divididas en zonas de rotulación.

De la *designación* tiene que deducirse claramente la clase de aparato, elemento constructivo, grupo o pieza que se haya dibujado.

El *número del dibujo* es el número característico del plano. Es igual que el que figura como característico en la lista de piezas. En el recuadro *Sustituye*

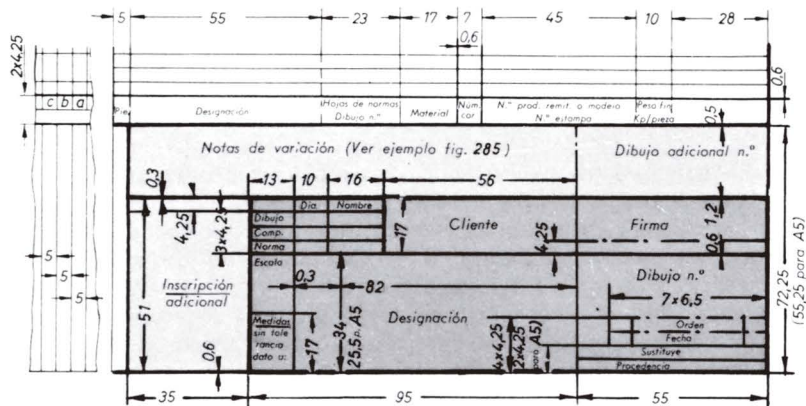


Fig. 2.11 Cajetines K1 y K2, DIN 6782

Donde dice *Dibuj.*, *Compr.*, *Norm.*, se indican de modo bien legible los nombres de los correspondientes señores. En cuanto a la *Escala*, se pone la escala principal, pero deberían en realidad ponerse también las demás. *Signos de registro* son los que nos señalan las copias o número de originales.

Las variaciones deben describirse, a poder ser, en una comunicación separada del plano. En la casilla «*Variación*» deberán entonces consignarse únicamente el número de la comunicación de variación y la designación de la zona del plano. Los renglones tienen una distancia entre sí de 4,25 mm.

Para dibujos de montaje, en el caso de grupos de fabricantes y también en el de dibujos de piezas sueltas se emplea el cajetín de rotulado K2 DIN 6782. El cajetín K1 (recuadro más oscuro) está previsto para dibujos que no estén sujetos al servicio de correcciones, como, por ejemplo, los dibujos para ofertas. Para los dibujos que puedan ser variados se utiliza el cajetín K2 (zona clara más zona oscura).

La altura de las zonas (divisible por 4,25 mm) está adaptada para la altura entre renglones de las máquinas de escribir.

F 2.11

3. El manejo de los instrumentos de dibujo

3.1. Instrumentos para el dibujo a lápiz

F 3.1

El útil principal para dibujar es el lápiz, ya sea para esbozar o croquizar o ya sea para delinear. Los lápices de madera habituales en tiempos pasados son poco prácticos para el afilado y resultan antieconómicos. Y esto hasta el punto de que apenas se emplean ya en las salas de dibujo. El lápiz realmente adecuado es el *lápiz portaminas* (también llamados *lápices mecánicos* o *de mordazas*) en sus diversos tipos de ejecución y espesores de mina.

Las minas de dibujo se fabrican en diversos grados de dureza. Estos grados de dureza se consiguen en la fabricación mediante la adecuada elección de las proporciones de mezcla de los elementos aglomerantes y del grafito. El grado de dureza se indica en el caso de lápices portaminas hacia la mitad de la mina con las letras B, F o H.¹ Las durezas B y H se escalonan mediante cifras colocadas delante. HB significa «semiblando y negro».

El dibujante tiene siempre a su disposición lápices de diversos grados de dureza: para dibujar un trazo vivo, intenso, susceptible de dar una buena copia, se emplea hoy, por ejemplo, una mina 2H, pero mañana puede ser necesaria una dureza F, ya que el papel de dibujo y sobre todo el papel claro, transparente, es muy sensible frente a la humedad y según sea ésta resulta más *duro* o más *blando*.

Más blando	Muy extr. blando, profund. negro	7B	Demasiado blando	
	Extraordinariamente blando y negro	6B		
	Notablemente blando y negro	5B		
	Muy blando y negro	4B		
	Muy blando y muy negro	3B		
	Blando y muy negro	2B		croquizar
	Blando y negro	B		rotular
Más duro	Semiblando y negro	HB	Demasiado duro	
	Semiblando	F		delinear o para pasar a tinta
	Duro	H		
	Más duro	2H		
	Muy duro	3H		
	Notablemente duro	4H		proyectar trazado
	Extraordinariamente duro	5H		
	Muy extraordinariamente duro	6H		
	Dureza de piedra	7H		
	Dureza acerada	8H		
	Dureza de diamante	9H		

Fig. 3.1 Serie de grados de dureza de las minas

1. Nota del traductor. Estas letras hacen referencia, respectivamente, a las palabras inglesas *black* (negro), *firm* (firme) y *hard* (duro).

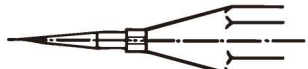
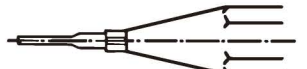
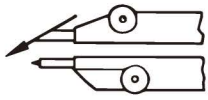
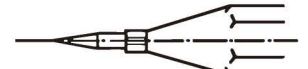

Punta cónica	Punta de cincel	Punta unilateral
 <p>Punta larga = mina dura trazado definitivo</p>		
 <p>Punta corta = mina blanda: rotulado</p>	 <p>Mina semidura: aristas de cuerpos, trazado</p>	<p>Mina del compás</p>

Fig. 3.2 Clases de afilado para las minas de lápiz

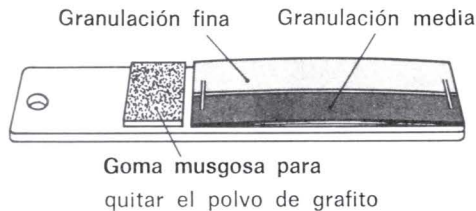


Fig. 3.3 Tablilla con papel de lija

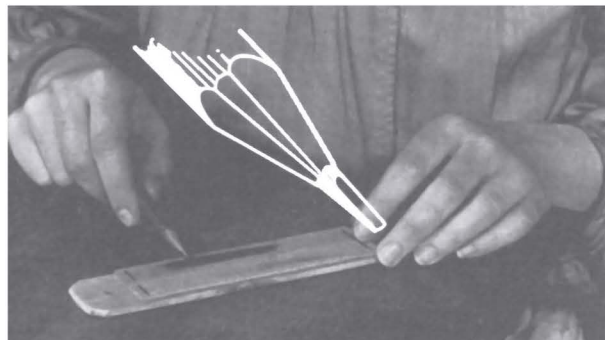


Fig. 3.4 Así se sujeta el lápiz al aplicarlo en la tablilla. Aquí se emplea una tablilla plegable de material sintético de la casa Hebel

Como las minas se desafilan continuamente al dibujar, tienen que ser *afiladas* con frecuencia.

Existen dos tipos de afilado: afilado en punta cónica y afilado en forma de cincel.

Las minas del portalápiz del compás se afilan por un solo lado, con objeto de poderlo hacer incluso con el compás cerrado.

El afilado se realiza o bien en la *tablilla con papel de lija*, o bien en la *máquina de afilar*.

Modernamente existen lápices con minas cuyo diámetro de 0,5 mm no necesitan ser afiladas.

Para borrar trazos de lápiz se utiliza la goma de borrar. Existen gomas de borrar para lápiz de dibujo, para lápiz de copiar y para lápices de colores; para carbón, para tiza, para tinta china y para tinta corriente, así como para la escritura a máquina. De la goma para lápiz de dibujo puede decirse lo siguiente: *los trazos duros se borran con goma dura, y los trazos blandos, con goma blanda*.

Una goma es buena cuando no mancha ni colorea. Si no está limpia, se la frota sobre una superficie de papel antes de usarla.

La goma de borrar debe utilizarse con mucha parquedad. Con objeto de poder utilizarla también para borrar limpiamente zonas pequeñas, debe tener una forma adecuada. Con esta finalidad se utilizan también las *plantillas para borrar*.

F 3.2

F 3.3

a

F 3.7

F 3.8



Fig. 3.5 Afila-minas para afilado cónico (ajutable para dos longitudes) de la casa Dahle

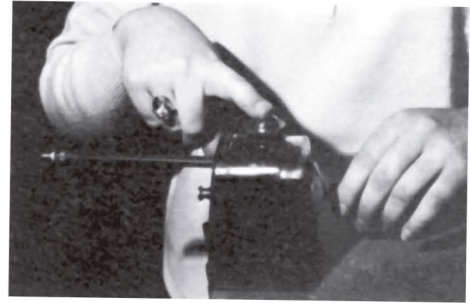


Fig. 3.6 Afila-minas con el que pueden obtenerse afilados cónicos o afilados en forma de cincel (casa Dahle)

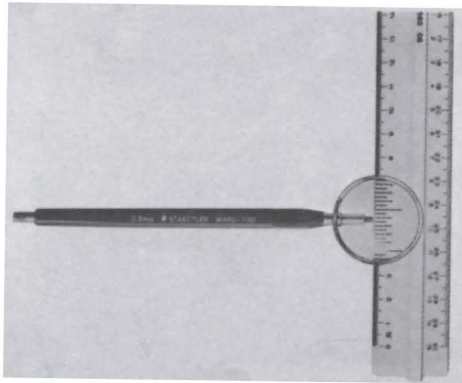


Fig. 3.7 Lápiz de mina fina de 0,5 mm de diámetro

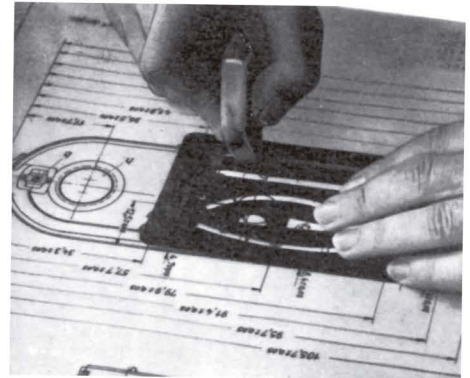


Fig. 3.8 Para borrar zonas pequeñas es útil el empleo de una plantilla

3.2. Instrumentos para el dibujo a tinta

Trabajo con el tiralíneas

Antiguamente se delineaban los dibujos únicamente con el *tiralíneas*. Hoy día no está todavía eliminado del todo; para trazos coloreados se emplea aún, cuando no resulta económico el empleo del *portaplumas* fuente lleno de tinta de color.

El *tiralíneas* consta de dos lengüetas de la misma longitud y resistencia, hechas de acero especial resistente al desgaste y de puntas templadas, cuya separación se puede graduar, a voluntad, con un tornillo, de acuerdo con el espesor de líneas que se desee obtener.

La tinta se deposita entre ambas hojas del *tiralíneas*. Estas hojas o lengüetas han de ser de la misma longitud y estar exactamente enfrentadas una a otra sin desplazamiento alguno relativo.

El *tiralíneas* ha de mantenerse escrupulosamente limpio, para lo cual se frota con un pequeño lienzo desde los costados.

Como esta limpieza del *tiralíneas* no es muy sencilla de realizar, especialmente cuando está graduado para trazo fino, y es muy fácil que se ejerza una presión desigual sobre ambas hojas que puede terminar por deformarlas con el tiempo, resulta práctico que para limpiar el *tiralíneas* pueda abrirse o levantarse

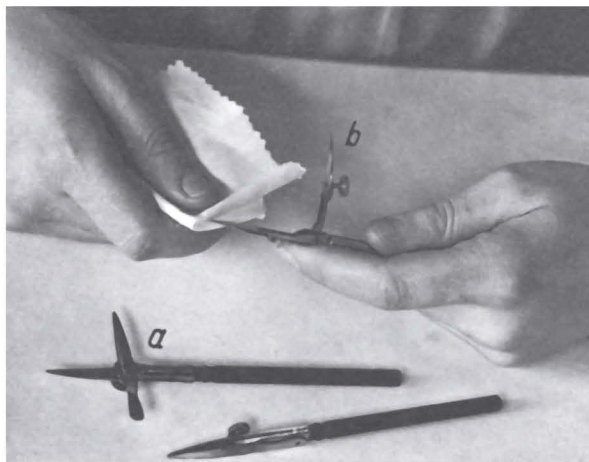


Fig. 3.9 Tiralíneas: a) con charnela para abertura en la dirección del trazado; b) con charnela para abertura en sentido normal a la dirección del trazado



Fig. 3.10 Al cargar el tiralíneas, se deja que la gota salte partiendo de la punta del mismo

una de las hojas. El tiralíneas tiene que estar confeccionado en este caso de modo tal que después no quede la hoja defectuosamente fijada o «temblequeante». Hay dos maneras para conseguir que se abra o levante una de las hojas. En uno de los sistemas existe una charnela que permite levantar ampliamente una de las hojas normalmente a la dirección del trazado. Más práctico resulta el segundo sistema, según el cual una de las hojas gira alrededor del tornillo de ajuste, abriéndose en el sentido de la marcha del tiralíneas con movimiento de tijera.

Lo más cómodo es utilizar para el llenado del tiralíneas unos *tubitos de tinta china*. Con objeto de no cargar en el tiralíneas más tinta de la que realmente puede admitir, se procede al llenado partiendo de la punta, con lo cual se evitan goteos y borrones.

Para *dibujar* se toma el tiralíneas con la mano derecha, bastante abajo y de tal modo que queden sobre él los dedos índice y medio, porque cuando no descansa sobre el mango nada más que el dedo índice, la mano se fatiga prematuramente. Las dos hojas tienen que tocar el papel a un mismo tiempo y por

F 3.9

F 3.10

F 3.11



Fig. 3.11 Al tirar líneas, agárrese muy corto el tiralíneas. Colóquense dos dedos sobre él

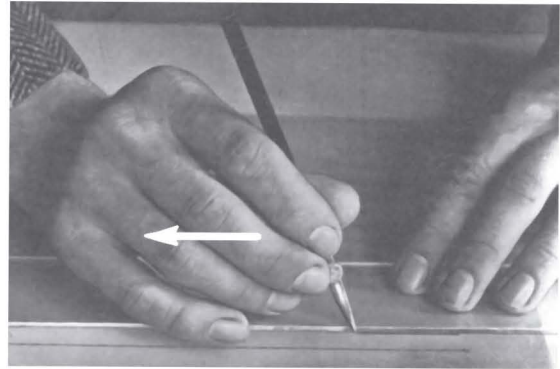


Fig. 3.12 El tiralíneas se mantendrá inclinado siguiendo el trazado

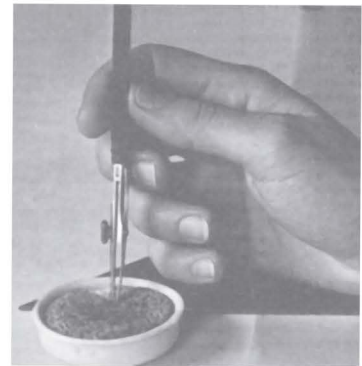


Fig. 3.13 La esponjilla ahorra muchos malos ratos

F 3.12

igual. El tiralíneas, pues, tiene que aparecer, mirándolo en la dirección del trazado, sin inclinación ni a un lado ni al otro con respecto al plano del papel *. No debe llevarse el tiralíneas de modo que la punta de una de las hojas resbale apoyando directamente sobre la regla o la escuadra. En este caso no funcionará o, si lo hace, es muy fácil que el trazo resulte sucio y se emborrone el papel al correr hacia abajo la regla o la escuadra.

El trabajo con el tiralíneas es un verdadero *tirar* en el sentido estricto de la palabra, y de ningún modo se ha de ejercer presión con él sobre el papel. La pluma, por lo tanto, tiene que mantenerse ligeramente inclinada, mirándola perpendicularmente a la dirección en que se tiran las líneas. Al mismo tiempo se conduce el tiralíneas de tal forma que el trazo de tinta queda exactamente centrado sobre el de lápiz.

Cuando un tiralíneas correctamente afilado no funciona, ello puede ser debido a las siguientes causas: o bien la superficie del papel no ha sido rascada o fro-tada, o bien no hay tinta en el extremo de la punta del tiralíneas, o bien se ha secado la tinta en aquella parte. En estos dos últimos casos basta con apretar de plano el tiralíneas contra un fondo firme, corriéndolo ligeramente sobre él. Con esto penetrará la tinta china hacia el extremo y llenará el espacio hueco que había en la punta o será expulsada la partícula de tinta seca que pudiera haber en ella.

* *Nota del traductor.* A quienes ya tienen nociones de geometría del espacio será más claro decirles que el tiralíneas debe moverse dentro del plano vertical que pasa por el canto de la regla o del cartabón que le sirve de guía (suponiendo horizontal el plano del papel).

Una porción de tinta seca puede también eliminarse disolviéndola en agua. Para esto se emplea un pequeño receptáculo que contiene una esponja mojada, por el estilo de los que se utilizan para pegar. Si el tiralíneas «rebelde» se oprime contra esa esponjita, responderá nuevamente al cabo de poco rato. Si se dibujan trazos capilares se recomienda poner en las interrupciones del trabajo, el tiralíneas en contacto con la esponjita para mantenerlo en condiciones de funcionar. El trabajo con tiralíneas es cuestión de práctica. Muy pronto se adquiere el tacto necesario para darse cuenta de que el tiralíneas no debe estar ni demasiado vacío ni demasiado lleno, de que no debe alterarse durante el trayecto la inclinación de la pluma y de la influencia que tiene saber el espesor del trazo. Se aprende el modo de empalmar líneas interrumpidas por agotamiento de la tinta sin que se note la unión al reanudar el trazado con el tiralíneas nuevamente lleno, el modo de dibujar esquinas agudas y el de trazar con perfección las transiciones entre arcos circulares y rectas.

- 1 Mango
- 2 Botón escalonado
- 3 Caperuza
- 4 Cono y parte delantera
- 5 Depósito transparente

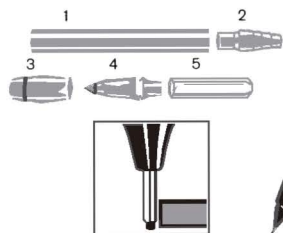


Fig. 3.14 Portaplumas-fuente Rotring Rapidograph «Variant». Es necesario emplear una tinta especial porque la corriente tapona la pluma. El portapluma para Micronorm es pardo rojizo con anillos de colores caracterizadores



Fig. 3.15 Portaplumas-fuente «Staedler-Mars 700» con juego de humectación. Los colores característicos de Micronorm van dispuestos en la punta y en el capuchón

Trabajo con el portaplumas-fuente

En las oficinas técnicas de construcción se trabaja, hoy en día, casi exclusivamente con el portaplumas-fuente, ya que resulta más económico de tiempo y es más regular en cuanto al trabajo que el tiralíneas.

Al comprar un portaplumas-fuente hay que tener presente que sea adecuado para el trabajo con Micronorm. El portaplumas debe ir provisto de una *m* y de los colores normalizados que caracterizan la anchura de trazo.

El trabajo con este instrumento es sencillo y los trazos resultan siempre con una hermosa regularidad en las anchuras deseadas.

Es interesante, no obstante, en todos los instrumentos tener en cuenta lo siguiente:

Después de su uso atornillar inmediatamente el portaplumas. Limpiar metódicamente (cada vez que se rellene la pluma) el instrumento con chorro de agua. Además de esto deberían leerse las instrucciones de empleo antes de usar el instrumento por primera vez.

Mediante accesorios adecuados puede utilizarse el portaplumas-fuente en el compás.

F 3.14
F 3.15

F 3.16
F 3.17



Fig. 3.16 El portaplu-mas-fuente puede emplearse en el compás con ayuda de adaptadores especiales



Fig. 3.17 Bigotera especial para portaplu-mas-fuente.

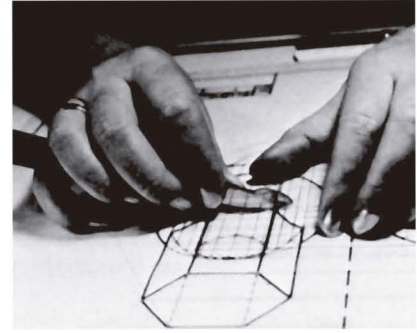


Fig. 3.18 Así se trabaja con el raspador. ¡Obsérvese el modo de manejarlo!

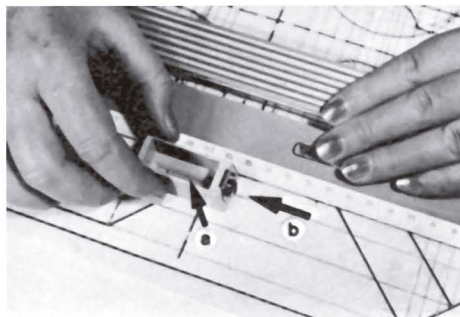


Fig. 3.19 Así se trabaja con el cepillo para borrar tinta pasándolo junto a la regla, a = mirilla, b = hoja rascadora

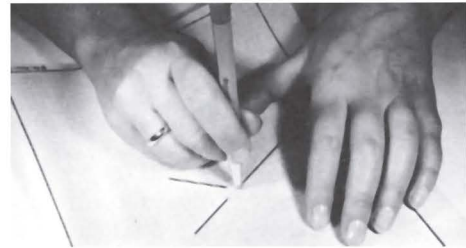


Fig. 3.20 El pincel de lana de vidrio elimina los últimos vestigios de tinta

Modo de borrar tinta

La tinta china se elimina con medios un poco fuertes, tales como el cortaplu-mas o el raspador, la hoja de afeitar, el pincel de vidrio, la lana de vidrio y el cepillo para borrar tinta china.

Respecto a la hoja de afeitar como medio para borrar, diremos que no es recomendable porque se producen estrías muy pegadas unas a otras y el papel resulta muy áspero.

Para obtener buenos resultados son, desde luego, condición indispensable en todo caso un cuidado máximo y una larga práctica. El borrado de la tinta es un verdadero arte que exige mucha habilidad. La seguridad de poder solventar incluso los «casos» difíciles sin dejar señal alguna, libera al dibujante de la preocupación continua de estropear, por una pequeña equivocación o por un descuido, un dibujo laboriosamente ejecutado: solamente sabe dibujar el que sabe borrar.

Borrar no quiere decir «rascar», sino quitar la tinta aplicada sin que el soporte, que es el papel, sufra deterioro alguno. Al realizar el trazo, el tiralíneas ha hundido el papel haciendo dos surcos. Por esta razón es ventajoso, antes de borrar, colocar debajo de la zona correspondiente alguna cosa dura y lisa que levante el papel. No debe borrarse el trazo de tinta normalmente a su dirección, para evitar que el instrumento utilizado pase sobre los dos surcos formados al tirar la línea sin llegar a tomar a fondo la tinta depositada en ellos. Se debe borrar, por el contrario, siguiendo la dirección del trazo y sacar



Fig. 3.21 Cepillo borrador constituido a modo de lápiz o cínzel, con el cual se pueden realizar correcciones de gran precisión

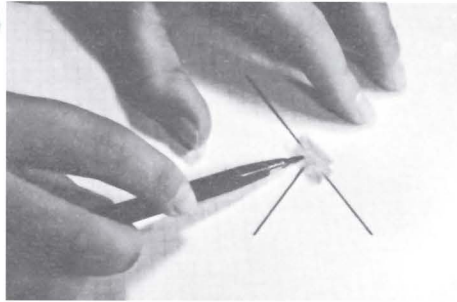


Fig. 3.22 Mediante aplicación de grafito a la zona borrada se evita el corrimiento de la tinta al dibujar encima

las últimas partículas de tinta con la punta de la hoja. Además, se estropea menos el papel al borrar cuando se actúa en la dirección del trazo. Para hacer que la afilada hoja empleada actúe de modo eficaz, no se borra nada más que en su movimiento de ida o de vuelta, pero nunca en ambos sentidos. Con el pincel de vidrio se consigue una acción final de limpieza.

F 3.18

El moderno cepillo pada borrar tinta china se hace pasar a lo largo de la regla. En una o dos pasadas se elimina la línea de tinta que se quería suprimir. Este instrumento conformado a modo de lápiz o de cínzel se utiliza para el caso de líneas curvas o de pequeñas correcciones. El papel se alisa al mismo tiempo de modo que pueda trabajarse nuevamente a continuación con tinta china en la parte borrada.

F 3.19

Después de haber eliminado la tinta, se pasa por la zona afectada primeramente una goma dura y después una goma blanda y se alisa finalmente con una plegadera o cortapapeles.

F 3.20

Hay el peligro de que la tinta china se corra al volver a delinear sobre la zona borrada. Para solventar este inconveniente lo que se hace es ennegrecer esa zona uniformemente con un lápiz blando. Ahora podrá ya dibujarse o escribir encima sin peligro alguno. Cuando se haya secado la tinta se borra con una goma blanda la zona grafitada.

F 3.21

Para el *afilado del raspador* se utiliza la piedra de afilar con adición de agua, o mejor la piedra de raspador con adición de aceite. Para que la hoja tenga un ángulo pequeño en el filo, el canto opuesto se eleva ligeramente durante el afilado.

F 3.22

Mediante el afilado vuelven a su sitio las pequeñas e invisibles partes de la punta del filo que actúan como si fueran dientes por haberse doblado durante el uso del cuchillo. Para evitar que se forme alguna cresta o rebaba en el filo, se maneja la hoja del raspador exactamente en la misma forma que una nava-

F 3.23

F 3.25



Fig. 3.23 Durante el afilado no se levanta sino ligeramente el canto opuesto de la hoja.



Fig. 3.24 La hoja bien afilada debe notarse claramente por su acción sobre el dedo

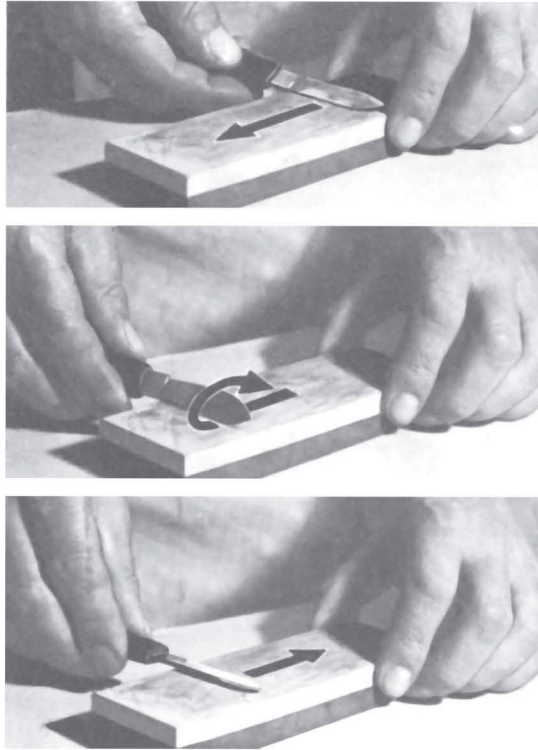


Fig. 3.25 Afilado del raspador sobre la piedra de aceite

ja de afeitar durante el afilado, con un ángulo de unos 30° en la dirección del filo, de tal modo que las fibras se coloquen como dientes de sierra inclinadas con respecto al filo. Para ello se gira la hoja sobre su lomo.

F 3.24

El grado de afilado se prueba pasando el filo sin presión sobre la superficie interior humedecida del pulgar. Cuando el filo actúe en toda su longitud, es decir, cuando se note nuevamente la acción de los diminutos dientecillos recién enderezados, será prueba de que la hoja está bien afilada.

3.3. Modos de colorear un dibujo

Los lápices de colores deben ceder el color sin esfuerzo, fácilmente y con trazos suaves, a pesar de lo cual sus minas deben ser firmes y no desmoronarse o quebrarse. Resulta ventajoso que el trazo de los lápices de colores pueda disolverse en agua mediante el paso de un pincel húmedo; tales lápices resultan de este modo apropiados para colorear dibujos y diagramas que no tienen sino una validez pasajera.

Para hacer que los dibujos transparentes puedan admitir el borrado, lo que se hace es rayarlos o darles el negro o el color por *el revés*.

Como colores de acuarela se utilizan sustancias vegetales o minerales térreos que llegan al comercio en más de cien tonos de color y en forma de pastillas o en tubos. Para la aplicación de las pinturas de acuarela lo mejor es emplear