

xpl Sig.: 1911 IE
Tit.: Lecciones teórico práctica:
Aut.: Becerril Blanco, Juan de
Cód.: 51042869



R^o 1419

O. 74

T. 11 m 33875

BECERRIL BLANCO.

LECCIONES TEÓRICO PRACTICAS

DE

DIBUJO

POR

D. JUAN DE BECERRIL.

PROFESOR DE DICHO ARTE.

2.^a EDICIÓN.



COMPRENDE EL LINEAL Y COLORIDO INDUSTRIAL,
(CON APLICACIÓN AL MATERIAL Y MÁQUINAS), LA COPIA DEL SÓLIDO,
EL TOPOGRÁFICO Y APUNTES DE PAISAJE, CHARLET,
ACUARELA Y REPRODUCCIONES.



SEGOVIA:
EST. TIP. DE S. RUEDA.
JUAN BRAVO, 20.
1892.

LECCIONES TÉCNICAS PRÁCTICAS

DIABLO

D. JUAN DE BECERRIL

INGENIERO DE MINAS

*Es propiedad del autor
con arreglo á la Ley.*

AL LECTOR.

El dibujo es un arte antiquísimo. Los monumentos Griegos y Romanos conservan aun figuras geométricas y artísticas que los adornan y comprueban nuestro aserto. Sus arquitectos indudablemente se valieron de planos para el estudio y la construcción de tanta maravilla, pues es absolutamente imposible que nadie pueda retener detalles tan numerosos ni explicar su idea á tanto obrero como en ellos tomaron parte.

En el momento actual es imprescindible su uso, y de día en día se extiende. El suprimirlo ó desatenderlo equivaldría á renunciar á nuevas invenciones, deteniendo las ciencias y artes y reduciéndolas á la rutina precursora del retroceso y de la muerte.

Se divide en tres agrupaciones distintas, aunque íntimamente ligadas por reglas comunes. El de la inspiración, generalmente llamado Arte ó Bella arte, cuyo principal objeto es copiar la naturaleza, crear situaciones y producir obras de agrado y de adorno. Su especialidad mas distinguida, es la Pintura.

El geométrico ó exacto imprescindible en toda demostración, en toda idea científica, en todo estudio complicado; sus reglas y su aplicación principal son las matemáticas.

Por último el industrial dedicado á satisfacer las necesidades de la industria, en sus creaciones, construcción y comercio. Es especialísimo para las Artes mecánicas.

Todas estas agrupaciones tienen algo de común, algo de ligazón que hace que los Maestros y aficionados en una de ellas ó en una de sus especialidades no puedan prescindir de tener nociones de las otras, pues el pintor precisa conocer las reglas de la perspectiva y el trazado exacto de algunas líneas geométricas; como el arquitecto y el industrial, el efecto y el partido que puede alcanzarse con un fresco ó un adorno oportuno en el edificio ó en el objeto de su fabricación.

Por eso el estudio general del dibujo se hace en dos partes. La primera ó elemental es comun á las tres agrupaciones; sirve para que el discípulo forme idea del

conjunto, demuestre su aptitud, y mas adelante, cuando se dedique á una especialidad, posea los rudimentos de las otras; se explica casi á la voz y con el ejemplo. La segunda ó superior es la que corresponde á la carrera ú ocupación del individuo, va unida á los estudios científicos ó industriales y es de amplitud variada según la necesidad de la especialidad del alumno.

Una división de los estudios de dibujo, por agrupaciones, es la siguiente:

ELEMENTAL.

Dibujo de figura (hasta cabezas, de estampa.)

De adorno (principios, de estampa.)

De paisaje (de estampa.)

Geométrico (problemas.)

SUPERIOR.

1.º *De Arte.* —Dibujo de figura (de estampa, del yeso, del modelo vivo.)

De adorno (de estampa, del yeso)

De paisaje (del natural á delineado, desvanecido, acuarela, pastel...)

Bella Arte (pintura al óleo)

2.º *Geométrico.* —Lineal (problemas delineados)

Del sólido.

Topográfico (delineado convenido.)

3.º *Industrial.* —De Figura y Paisaje (charlet.)

Lineal (Delineado, Lavado.)

Topográfico (Delineado, Colorido.)

Pintura (Al temple, óleo, encaústica...)

Reproducción (heliografía, en piedra, fotografía)

Como consecuencia, por lo que exprese el programa que sirva de guía, atendiendo á las facultades de cada alumno, el Profesor le dedicará más ó menos á cada una de las diversas partes que en el texto se explican y á los ejercicios prácticos progresivos, para adiestrarle la vista y la mano, familiarizarle con el modelo y que tome escuela, en la ejecución y forma de presentar el trabajo.

Un autor muy celebrado del siglo pasado (D. Antonio Palomino,) se esforzó en demostrar que el Arte de la Pintura es de origen divino y el practicarle ocupación noble y honrosa para el artista ó aficionado que quiera seguirle. Los Profesores modernos no precisan llevar este camino; pero sí el de inculcar la idea de que es excelente dibujante el que domine una de sus ramas ó variedades aunque sea una medianía ó no conozca las otras, ya que este error desanima á muchos, que no atienden á que hoy día es absolutamente imposible ser Maestro en todas, por el adelanto en que se encuentran.

Vallée nos ha hecho ver también que puede considerarse el dibujo, por sus fundamentos y principios, por sus demostracio-

nes físicas, algebraicas y geométricas, como una ciencia matemática, con su complicación, aridez y provecho como ejercicio ó gimnasia mental. Otros muchos escritores hacen alarde de sus conocimientos en arquitectura, mecánica ó fabricación, llenando sus libros con descripciones técnicas de dichas especialidades muy propias para explicarse en otras clases, como así se hace. Tales extremos tampoco merecen seguirse en la enseñanza, pues tratándose de un arte práctico y general, es preferible presentar con sencillez las ideas y concretarse á las pertinentes al dibujo en sí, para lograr el mayor adelanto del discípulo en este asunto, objeto principal de la presente obra.

RELACION DE EJERCICIOS PRÁCTICOS PROGRESIVOS.

LINEAL INDUSTRIAL.

- Delineado recto á tiralíneas.
- Idem curvo á compás.
- A mano alzada (con pluma y con tiralíneas.)
- De plantillas.
- De elipses
- De parábolas, etc.
-
- Cuadros.
- Rotulación.
- Adorno.
- Carpintería, cerrajería.
- Arquitectura.

- Mecánica.
- Varios modelos del Material. (Colorido.)
- Cartilla de representación de la materia.
- Pisos, mosaicos ó vidrieras.
- Carpintería.
- Modelos del material.

DEL SÓLIDO.

- Proyecciones de la mesa de dibujo.
- De un compás.
- Del estuche de dibujo.
- Del Material (sencillo.)
- De un edificio.
- De un carruaje.
- De una máquina del Material.
- De una máquina de vapor.
- De una obra por remoción de tierras.

-
- Sección longitudinal, transversal y oblicua de la mesa.
- Transversal del estuche.
- Longitudinal de un modelo del Material (complicado.)
- Transversal de íd.
- Corte transversal de la mesa.
- Idem de una máquina del Material por un plano que pase por uno de sus ejes.

-
- Perspectiva lineal de la mesa (deducida de las proyecciones.)
- Idem íd. (deducida directamente del modelo.)
- Perspectiva caballera de íd. (deducida de las proyecciones á la vista del modelo.)
- Idem caballera de una máquina del Material.

Corte perspectivo de un carruaje ó máquina por un plano transversal que corte á uno de sus ejes.

—
Desarrollo de una cartera, ó bolsa de tela ó cuero.

Idem de la sección en zig zags de la mesa.

Plantillas de un herraje de puerta ó ventana.

Plantillas de una cerradura de borjas.

Pliego de plantillas de una caja de varias piezas.

Rotura de un efecto hueco del Material.

Idem de una caldera de vapor.

—
Copia á ojo de poliedros y sus intersecciones.

Idem de herramientas.

Idem efectos del Material (sencillos.)

Varios grupos de id. (sencillos)

Varias máquinas (difíciles)

Copia rápida.—En 10' á la vista y luego por el recuerdo de

Dos máquinas del Material.

Dos grupos de id.

(*Fotografía.*)

Copia de la estampa á escala.

Idem del natural, un edificio á escala.

Idem de una máquina y varios de sus detalles.

Idem de modelo en movimiento

(*Proyectos.*)

De una obra del Material con memoria y dibujo.

TOPOGRÁFICO.

Ejercicios de trazos.

Idem de rasgueo.

Idem de puntuado.

Idem de progresivos.

Cartilla de cultivos.

Idem hidrografía.

Idem terrenos naturales.

Idem rotulación.

Idem signos convencionales.

Plano topográfico de gran detalle.

Idem de detalle (terreno suave.)

Idem id (terreno accidentado.)

Idem á gran escala.

Idem á pequeña escala.

Plano geográfico á gran escala.

Idem á escala media.

Idem á pequeña escala.

—
Cróquis.

Itinerario.

Plano itinerario.

Idem estadístico.

Idem de conjunto.

Varios especiales de la profesión.

(*Sistema mixto.*)

Colores y tonos.

Sostener, superponer. reforzar.

Cartilla de cultivos.

Idem aguas.

Idem terrenos.

Plano de gran detalle.

Idem de detalle (terreno llano.)

Idem (id. accidentado.)

Topográfico á gran escala.

Idem á pequeña escala.

Carta geográfica á gran escala.

Cróquis.
 Plano itinerario.
 Idem estadístico.
 Idem de conjunto.
 Especial de la profesión.
 (*Colorido convencional.*)
 Desvanecidos.
 Cartilla de cultivos.
 Idem aguas.
 Idem terrenos.
 Plano general.
 (*Colorido natural.*)
 Tierras de labor.
 Jardines.

Huertas.
 Inmediación de río.
 Montes.
 Plano general.

NOTA.—Para cada ejercicio se señalará el modelo y los detalles de copia y trazado, tales como clase de papel y dimensiones, útil de trazar, luz, escala, esmero,...; repartiéndose entre todos la copia idéntica, cambio de escala, inversión y composición; empleando también toda clase de papeles, útiles, y aparatos.



LECCIONES
TEÓRICO PRÁCTICAS

DE

DIBUJO LINEAL Y COLORIDO INDUSTRIAL

CON APLICACIÓN

AL MATERIAL Y MÁQUINAS

POR

DON JUAN DE BECERRIL,

COMANDANTE CAPITÁN PROFESOR DE LA ACADEMIA DE ARTILERÍA.

SEGUNDA EDICIÓN.

SEGOVIA:

Establecimiento tip. de S. Rueda.

JUAN BRAVO, 20.

1892

TECNOLOGIA
FABRIL DE FARMACIAS

INDUSTRIAS Y LABORIOS INDUSTRIALES

AL MATERIAL Y MAQUINAS

ES PROPIEDAD DEL AUTOR, CON AIREGLO
A LA LEY.



1.º—PRINCIPIOS FUNDAMENTALES.

1. **Dibujo**, es el arte de representar los objetos de la naturaleza en una superficie plana.

2. **Objeto**.—Es, por tanto, la manera de tener á la vista en poco espacio los modelos distantes ó voluminosos, de conservar las situaciones pasajeras, de representar cosas no creadas. Es el lenguaje universal de todas las épocas y de todos los pueblos, el medio que más facilita el conocimiento de las ideas.

3. *Durante el estudio* facilita el conocimiento de las teorías, lo mismo que el aprendizaje de las artes y oficios, pues familiarizado el alumno con la representación convencional de los objetos, es más cómodo, más hacadero y sencillo, el explicar las propiedades sobre esta representación que sobre el objeto mismo, sobre todo si se trata de asuntos complicados ó de partes interiores ú ocultas de él. En ocasiones es indispensable, como cuando no se dispone de modelo.

4. *En la industria*, es el único medio práctico y fácil que tiene el ingeniero ó constructor de dar á conocer al público y á sus operarios la forma, la disposición y dimensiones de sus proyectos; es, por tanto, la escritura ó lenguaje técnico entre el ingeniero y los maestros, entre éstos y sus operarios. Facilita sobre manera los trabajos directivos, como los de taller del último obrero mecánico.

5. *En la vida social*, facilita también el conocimiento de las cosas; consigna los hechos reproduciéndoles, los difunde y extiende; crea y compone trabajos que agradan á la vista; entretiene, distrae y tiende al buen gusto y al recreo de la moderna sociedad, á cuyos trabajos es de día en día más aficionada. Es el mejor adorno de nuestros templos y palacios.

6. **Importancia**.—En la actualidad, es, pues, un poderosísimo auxiliar de las ciencias, de las artes y de los oficios todos, haciéndose indispensable en muchas ocasiones.

7. **División**.—En el estudio del dibujo debe atenderse á su parte teórica y á su parte práctica. La primera, es el conjunto de principios y convenios sobre que descansa, obtenidos por deducio-

nes científicas; la segunda es la reunión de reglas de ejecución que facilitan el trabajo, dependientes de la primera de que no puede prescindirse para no caer en crasos errores que harían inútil la destreza del mejor artista: la parte práctica se subdivide á su vez en parte técnica y parte mecánica.

8. Todo sistema ó método de dibujo, tiene por norte el imitar lo más posible la naturaleza. Para ello, se establecen convenios ó claves de representación más ó menos sencillos, según el objeto que se trate de conseguir. Serán tanto más útiles, cuanto más fielmente copien y con más exactitud presenten el modelo, así como cuanto más sencillo, rápido y económico resulte la ejecución.

9. Tres son los grupos ó tendencias principales en que puede considerarse dividido el dibujo en general: el dibujo *artístico* ó de bellas artes, el dibujo *geométrico* ó matemático, el dibujo *industrial* ó especulativo.

Caracteriza esta división que en el primer caso se atiende más al efecto, al sentimiento, á lo bello; en el segundo, á la exactitud, á la precisión, al rigorismo de todas las partes; y en el último, á lo útil, á lo rápido, á lo conveniente y económico.

10. No obstante, en todo grupo, se atiende á los principios de los demás, aunque secundariamente, pues lo exacto no debe excluir á lo agradable, la precisión á la rapidez, ni lo bello á lo económico; y, por eso, combinando con habilidad estos extremos, se obtienen trabajos más apreciados del público y de más éxito.

11. El grupo principal es el geométrico, que dá dibujos tan aproximados á lo real, cual cabe en las facultades humanas. El artístico y el industrial, son variantes suyos para satisfacer el gusto ó la necesidad del público ó del dibujante, que usa licencias favorables á sus fines.

12. El dibujo matemático, es, por tanto, la base de la enseñanza de las otras tendencias. Se separa ó discrepa más de él el artístico que el industrial.

13. En los tres grupos hay parte que puede enseñarse y parte reservada á la inspiración y al génio del artista, como son las creaciones ó invenciones. Mas en esto, es superior y más libre el dibujante de bellas artes, que no tiene más guía que la naturaleza, mientras que los otros dos, necesitan poseer y ajustarse á la ciencia ó al arte de la especulación á que se contraen, y ajustarse á ella.

14. Para sobresalir, pues, en dibujo de bellas artes, se necesita más inspiración, más génio, más habilidad; para distinguirse en dibujo geométrico, más talento, más conciencia y exactitud; para darse á conocer en dibujo industrial, más estudio, más oportunidad y más ingenio.

15. Dentro de la agrupación dicha en el párrafo 9, se divide el dibujo en otros varios subgrupos más ó menos definidos.

1.º Por el sistema general de representación que se adopte; en *dibujo lineal* y *dibujo colorido*. En el primero, la representación es por líneas, con las que se forman los contornos y efectos; y en el segundo, se imitan los cuerpos con los tonos de color con que los aprecia la vista. Estos sistemas se auxilian, facilitándose de este modo el trabajo, y resultando el *dibujo mixto*.

2.º Por el procedimiento que se emplea: *dibujo geométrico* propiamente dicho, *dibujo á ojo* y *dibujo mecánico*; cuya distinción principal es, que en el primero se elije la posición más conveniente para expresar sus dimensiones con exactitud, y es preciso el trabajo manual del dibujante; el segundo lo caracteriza la rapidez, y aunque tiende á la exactitud, depende de la costumbre y ojo del dibujante; el tercero es aquel en que se obtiene el trabajo por máquinas ó aparatos que lo dán concluído ó facilitan notablemente su obtención.

3.º Por la precisión, esmero ó cuidado con que se hace el trabajo, en de *precisión*, *ordinario* y *alijerado*.

4.º Por la extensión y punto de vista, y perfeccionamiento con que se enseñe ó aplique en *elemental* y *superior*.

5.º Y otras divisiones menos razonables pero muy admitidas por el vulgo, son atendiendo á consideraciones más secundarias como las siguientes:

Por la materia donde se dibuja.....	}	Dibujo en papel, tela, tabla, piedra, cobre.
Por el material con que se ejecuta.....		Dibujo á tinta, lápiz, carbón, pastel, aguada, óleo.
Por el útil que se usa....	}	Dibujo á lápiz, pluma, tira líneas, pincel, buril.
Por el arte ú oficio á que se aplica.....		Dibujo de albañilería, arquitectura, astronomía, artillería, artefactos, bisutería, carpintería.
Por el modelo principal que se copia.....	}	Dibujo de figura (la humana), de animales, de flores, de paisaje, topográfico, de máquinas.

16. Trataremos en este libro á seguidas del dibujo lineal, con procedimiento geométrico pero aplicación industrial, luego del colorido; terminando con reglas de conjunto y la reproducción mecánica.

2.º—DEL DIBUJO LINEAL INDUSTRIAL.

17. Se llama *dibujo lineal* la representación de los objetos por líneas, sean rectas ó curvas, á lápiz, á tinta ó con cualquiera otra sustancia, ejecutado sobre cualquier materia y en copia de cualquier modelo planeado ó estampado.

18. Este sistema es más sencillo que el de colorido. Se gana en rapidez; la enmienda es fácil y la superficie del dibujo queda poco emborronada, siendo propia para hacer sobre ella trazados de estudio; pero necesita vista acostumbrada á leer, é imaginación capaz de concebir las superficies y el realce donde se represente, porque el dibujo de por sí ayuda poco á este fin.

19. El inconveniente del realce se obvia en parte por medio de las líneas de fuerza ó convenio del sombreado descriptivo. Para el vulgo que no está en condiciones de interpretar dicho convenio es preciso el sombreado lineal artístico que usando de los tonos desvanecidos le ayude á ver los objetos como de bulto.

20 Usaremos pues el sistema de sombra por línea de fuerza para dibujos técnicos como son los de taller, los proyectos que hayan de sancionar los Jefes propios, las explicaciones á público algo ilustrado. El sistema de sombra desvanecida para el público en general como en los anuncios, periódicos ú obras de recreo popular, etc.

21. La *parte elemental del dibujo lineal* se enseña á los alumnos al propio tiempo que los oficios ó á la vez que los rudimentos geométricos. El *dibujo superior* es una ampliación de lo anterior, propio para las ciencias y las artes en sus más altos fines; debe poseerse para estudiar con fruto las ciencias matemáticas y las industrias.

22. **Representación del punto.**—El *punto matemático*, que no tiene longitud, latitud, ni grueso apreciable, se representa por una señal circular y diminuta llamada también punto, tanto más pequeña cuanto más precisión se emplee. El límite inferior de esta dimensión es la dificultad de distinguirlo. En dibujos de precisión puede ser hasta de 0'05 milímetros, en los ordinarios debe ser 0'2; y en aquellos destinados á verse desde cierta distancia, de mayor dimensión, proporcional á ella.

23. Siendo inferior á la dimensión 0'2 ó debiendo examinarse de lejos; ó si está colocado en lugar que ofrezca confusión, para fijar la vista en él, se le pone próximo y al lado (á su altura hori-

zontal y derecha) una señal mayor ó más visible como una letra ó número, ó se le rodea de un círculo ó de varios trazos, fig. 1. Si el punto forma parte de una línea, se cruza esta por un trazo perpendicular á ella en aquel sitio.

24. Se representa siempre de igual modo, esté á la vista ú oculto, muy cerca ó muy distante. La importancia se expresa por la forma de la letra ó número citado.

25. **Líneas** fig. 2.—La línea matemática, que tampoco tiene grueso se representa por un trazo seguido del menor grueso posible, limitado por que pueda apreciarse; el grueso mas empleado es el de 0'2 de milímetro. La verdadera línea ó situación matemática se supone que pasa por el centro, es decir dejando 0'1 milímetro á cada lado.

26. Las diversas clases de líneas que hay que dibujar se pueden agrupar en esta forma. Vistas del observador; ocultas á él—en luz; id. en sombra—datos; resultados—auxiliares—principales; importantes; de detalle.

27. Las vistas se representan por línea cuajada ó seguida; las ocultas por línea del mismo grueso pero interrumpida ó sea de trazos.

28. Si se atiende á la luz que puedan recibir, las que por el convenio que se adopte esten iluminadas, se hacen de un grueso ordinariamente de 0'2 de milímetro, ya deban ser cuajadas ó interrumpidas; y si están en sombra ó son límite de luz y sombra, se las representa por un grueso mayor, llamado *de fuerza*, que varía de la mitad á otro tanto más, es decir de 0'3 á 0'4 de milímetro.

29. Las de estudio que determinan cosas importantes, como trazas de planos, ejes, doblez,... se representan por línea de trazos y puntos ó combinaciones de ambos.

30. Las de construcción ó auxiliares para indicar algunas situaciones importantes del trazado, como són las de referencia entre las proyecciones de los diversos puntos; la extensión de representación de las cotas ó distancias; indicación de giros; citas de rotulación, dato numérico etc., por línea fina de trazo corto ó largo según se trate de dibujo de pequeña dimensión ó grande, del orden preciso ó alijerado.

La situación momentánea de algunas líneas, para la explicación de figuras; y alguna vez también las ocultas, por línea de puntos. Esta representación se elude por las dificultades de ejecución.

31. Y por último, en algunos problemas ó asuntos en que se desee llamar rápidamente la atención del lector sobre el resultado, ó sobre algún dato ó condición, se la construye de grueso excep-

cional, que puede ser doble del que la correspondería por la condición de estar ó no iluminadas.

32. **Superficies.**—Se representan por los medios de la Descriptiva es decir por los elementos que las determinan en los planos de proyección, debiendo ser estos los más característicos y los menos posibles.

Los planos se fijan por puntos y líneas, generalmente las trazas sobre los planos de proyección. Las superficies de generación conocida por una generatriz y una directriz y las de forma cualquiera por diversos puntos y líneas ó por secciones horizontales.

Para las líneas trazas, se empleán líneas del grueso fino ó del de fuerza y también de línea de trazo y punto, combinando cierto número de unos con los otros.

La representación de una superficie limitada se hace proyectando la línea de contorno. Para algunas difíciles de formarse idea, se admiten licencias, de líneas que produzcan el efecto deseado.

33. **Cuerpos.**—Se representan por los puntos, líneas y superficies exteriores, que comprenden á toda la masa del mismo. Se dibujan, pues, las líneas de contorno y de intersección de superficies.

34. Cuando se trata de problemas de descriptiva, puede adoptarse el siguiente convenio, fig. 3, de cuatro tipos de grueso de líneas, que llamaremos números 1, 2, 3, 4, con la condición que el número 1 sea lo más fino posible dentro de ser visible y resistir la limpieza del papel. Los otros serán de doble, triple y cuádruple grueso.

Se empleará el *trazo cuajado* para la representación de datos y resultados:

del núm. 1 para la línea de tierra y ejes de giro.

» núm. 3 proyecciones de los datos.

» núm. 4 resultados (en proyecciones y verdadera magnitud.)

El *trazo interrumpido* para las operaciones auxiliares.

del núm. 2, las líneas de construcción.

las trazas de planos auxiliares.

las líneas de referencia.

El *trazo mixto* para trazas de planos auxiliares.

del núm. 2, primer plano auxiliar, con trazos de 4^{mm} é intervalos de 1^{mm} en cuyo centro vaya un punto.

» segundo plano auxiliar, con trazos de 4^{mm} é intervalos de 2^{mm} , en cuyo intermedio dos puntos.

» tercer plano auxiliar, con trazos de 4^{mm} é intervalos de 4^{mm} con tres puntos intermedios á 1^{mm} .

35 **Representación de la materia.**—Sobre la figura dibujada puede inscribirse ciertas señales ó efectos que marquen materia la

de que está formado el cuerpo teniéndose así cartillas de representación.

Para los casos particulares no previstos en la cartilla general, se adopta representación especial.

36. La representación general se hace por rótulos, letras ó signos y también lo más conveniente con arreglo á dibujo por un rayado de puntos, trazos ó líneas en cierta disposición, que aclarará el concepto y lo manifestará á primera vista.

37. Cuando el convenio no llena ó no afina lo bastante, se añade por escrito lo necesario á la comprensión.

38. Uno de los convenios más admitidos es de la fig. 4.

La madera por la imitación del betonado, señalándolo en dirección habitual de las fibras; el hierro por puntos ó rayitas si es laminado; la tela por una imitación del tejido; la lana ó peiota de almohadillado por un revuelto de los libros de que se compone.

39. Otro convenio, fig. 5, está formado por un rayado con arreglo á pauta. Consiste en cubrir la superficie que hay que representar por puntos, líneas etc., á cierta distancia y disposición.

40. **De la luz y sombreado descriptivo.**—El sistema de proyecciones no es todo lo claro y preciso que fuera de desear para la comprensión fácil y clara del dibujo, sobre todo, tratándose de modelos de relieve complicado. Facilita mucho esta interpretación, la consideración de la luz que reciba el objeto.

41. Se supone al cuerpo iluminado por una sola luz, fija y constante á infinita distancia, de infinito poder, que por tanto arroja rayos paralelos que forman ángulo determinado con los planos de proyección.

42. Los convenios más admitidos respecto á la situación del foco són:

1.^o Que las proyecciones del rayo de luz formen 45 grados con la línea de tierra, se dirija de arriba abajo, de atrás adelante, de izquierda á derecha. Su dirección es la diagonal de un cubo de caras paralelas á los planos de proyección, fig. 6. Este es el que seguiremos en nuestra obra.

2.^o Otro convenio muy admitido es el que el rayo de luz sea paralelo al plano vertical, fig. 7; y

3.^o Otro es que sus proyecciones formen también 45° con la línea de tierra pero en la disposición de la fig. 8.

43. **Del error.**—Los medios materiales que se emplean para la representación de los objetos ocasionan errores que es preciso evitar. La representación del punto y línea matemática se hace como hemos dicho por punto y línea de tinta que varía de 0'2 á 0'4 de milímetro de grueso, siendo mucho mayor en aquellos

dibujos que han de ser examinados de lejos. Este defecto unido al de la vista que no permite fijarse exactamente donde se desea, lo que presta y encoje el papel, y los lápices y tiralíneas que tampoco consiguen un trazo preciso, constituyen un error que en suma no debe pasar de la tolerancia admisible dada la escala ó proporción que exista entre las figuras y las dimensiones del modelo. Si esta tolerancia se traspasara, debe procederse á trabajar con mayor esmero y acudir á los recursos del distanciado que á su tiempo se dirá.

3.º—DE LOS ÚTILES.

44. Se llaman útiles todos los objetos que necesita el dibujante para ejecutar su trabajo.

45. Deben ser de excelentes condiciones, tanto en calidad de la materia, como en esmero de construcción, por que de otra suerte se pierde un tiempo precioso en sus continuas correcciones y se requiere una habilidad superior para manejarlos y suplir sus faltas.

46. Antes de empezar un dibujo, debe pues reconocerse los útiles con que se ha de llevar á cabo. Al efecto, se comprobará su precisión y los resultados que con ellos pueda obtenerse; se arreglarán los defectos que se adviertan y puedan corregirse; para tenerlos en cuenta al emplearlos ó prevenirse á disminuirlos ó corregirlos en el resultado.

47. **Papel.**—Se fabrica con una pasta de trapo de hilo ó de algodón, con cola y Kaolin, en diversas proporciones. El que se emplea para dibujo es de muchas clases y condiciones.

48. Estas variedades se pueden agrupar por su grueso y general aplicación, en papel *ordinario* ó de escribir, papel *marquilla* ó de dibujo y *cartulina*. Dentro de tales agrupaciones se fabrica, *satinado* ó de superficie lisa sedosa ó brillante, ó bien de *grano* más ó menos fino que le dá una aspereza propia, conveniente en algunos casos.

También se hace de color blanco y de los diversos matices del colorido ó medias tintas como caña, plomo, tabaco,...

49. Dos són los procedimientos generales de fabricación que conviene conocer. En uno ó fabricación en *tina* se obtienen los pliegos uno á uno. Se conocen en que sus extremos son desiguales presentando barbas, y el nombre del fabricante se lee por trasparencia. Otro sistema es el *continuo*: se conoce en que se espande en rollos ó piezas y de haber nombre de fábrica está en las orillas á lo

largo de la pieza. También se expende por metros ó cortado en pliegos de la dimensión que se desée. En los papeles con nombre de fábrica se llama *cara*, por estar fabricada con más esmero, aquella parte por donde se lee el letrero al derecho; la otra se llama *revés*.

50. Toda clase de papel está muy sujeta á dilataciones y contracciones propias y correspondientes al estado atmosférico en que se encuentre, influyendo la humedad y el calor que respectivamente le dilatan y contraen. Estas alteraciones son tanto más apreciables cuanto menos consistente es la mezcla. Donde más se aprecian es á lo largo en el papel que se vende en rollos. Por esto deben conservarse en lugar resguardado de todo exceso de calor y de humedad.

51. *El papel ordinario ó de escribir* es de poco cuerpo, lo que le hace económico, pero en cambio presenta la contra de no admitir enmienda de consideración pues al raspar fácilmente se ahonda, forma surcos, se agujera, se repasa de tinta y levanta pelusilla.

52. En el comercio se vende por pliegos doblados por mitad. Dimensiones y nombres con que se conoce cada una de las facciones del pliego de la marca española ó Romani.

Pliego.....	» en centímetros... »	45	×	33
Medio pliego....	»	33	×	22
Cuartilla	»	22	×	16
Octava.....	»	16	×	11
Diez y seis ava..	»	11	×	8

53. Se aplica *el de hilo de grano áspero ó engre* para dibujos á lápiz y con esfumino y el *satinado* para los cróquis ó apuntes de poco mérito y para redacción de memorias. Estas clases no pueden emplearse en trabajos de procedimiento húmedo por que al mojar se prestan y al secarse no vuelven á sus antiguas dimensiones.

54. *El de algodón* generalmente es satinado, se emplea á falta del de hilo para cróquis á lápiz, tinta y aguadas, en impresiones y litografías; si se raspa para la enmienda forma pelusilla y aparece señal que afecta la superficie.

55. La dimensión del pliego es generalmente de 46×32 , que á su vez se divide en fracciones con los nombres del párrafo 52.

56. Suelen hacerse también de ambas clases pliegos cuádruples que el pliego tipo y de más ó menos cuerpo según el uso á que se destinan. Los fabricantes lo venden al peso.

57. *El buen papel de dibujo ó de marquilla* ha de ser resistente y tenaz, doblemente encolado, con cola animal, fabricado de lienzo de hilo; fuerte, tenaz, flexible, duradero y que absorba completamente las tintas.

58. Para conocer si está encolado por igual, basta mojarlo con una esponja y mirando al trasluz no ha de presentar manchas. Si tiene cola de más, que se conoce en que no marcan bien los trazos, puede remediarse lavándolo con agua tibia. Si tiene cola de menos, que se advierte por que al poner encima la pluma ó pincel, ó al lavar en él se corre el líquido ó emborracha, se enmienda dándole unas capas de disolución de alumbre en agua destilada, cargándola hasta que tenga sabor picante.

59. Se vende también pegado á tela, llamado *indestruible*, conveniente para trabajos que deben ó se hayan de colocar en forma de cuadro ó mapa ó sufrir mucho uso manual.

60. Las marcas más acreditadas del papel en pliegos son las de Whatman y Canson; y como papel continuo el de Schleicher que se vende en rollos de 1'5 metros de ancho por 10 de largo.

61. El papel de grano grueso es propio para dibujos al lápiz y esfumino; el de cuerpo de grano grueso é igual bueno para colorido en grande escala; de grano fino y apretado para lavados esmerados; si es satinado de grano fino, superficie sedosa y color blanco nieve excelente para dibujo delineado.

62. También se expende el llamado *papel sin fin* de clase algo ordinaria, grano muy grueso, fabricado en piezas hasta de 2 metros de ancho y 200 de largo. Lo hay de colores medias tintas y también pegado á tela.

63. Como los pliegos se hacen de diversas magnitudes en Francia se distinguen con los siguientes nombres.

Grand monde.....	»	112	×	90	centímetros.
Grand aigle.....	»	105	×	75	»
Colombier.....	»	85	×	65	»
Chapelet.....	»	80	×	58	»
Jesús.....	»	70	×	55	»
Grand raisin.....	»	58	×	45	»
Carré.....	»	53	×	42	»

64. *La cartulina* es el papel de mucho más cuerpo, que el marquilla, que generalmente se emplea en tarjetas. La que se usa para dibujo debe tener las mismas condiciones que se exige al de marquilla. No puede enrollarse sin ocupar gran espacio, ni noblar sin resquebrajarse.

La de más fama por su esmerada fabricación es la llamada Bristol; la hay de diversos gruesos, blanca ó de color, de grano ó satinada, y alguna con un brillo excesivo para dibujo.

65. Se usa en trabajos de tamaño pequeño ó mediano que

deban presentarse en mano ó expuestos sin cuadro ni colgador, es decir sin doblar ni enrollar tales como dibujos para albums, tarjetas, menus..... Tambien se usa para hacer plantillas.

66. *Papel cuadrulado.*—Es de la consistencia del marquilla color blanco ó media tinta, con división en milímetros en dos sentidos perpendiculares, que forman cuadrícula muy diminuta y precisa. Las rayas divisorias son de color un poco más pronunciado y más las que señalan múltiplos de 5 y de 10.

67. El color de los fondos y líneas es generalmente amarillo, rojo, azul ó verde. Hay papel cuya división mínima no es el milímetro, sino 2 ó tres de estos.

68. Se emplea con ventaja en todo dibujo de croquis, para copia de máquinas, edificios, itinerarios, caminos,....

69. El tamaño en que se encuentra suele ser de 0'75^m por 10 de largo. A falta de esta clase se suple con el papel ordinario cuadrulado, pero al adquirirlo debe comprobarse por que es muy frecuente que no exista equidistancia entre las líneas ó no esté ajustada á la escala métrica.

70. *Papel dióptrico.*—Estos papeles tienen la propiedad de transparentarse y su empleo principal es la de dibujar por calco. Las principales variedades son las tres siguientes.

71. *Papel-tela ó vitela* es un tejido muy fino formando tela con un baño que la dá consistencia suficiente para dibujarse en su superficie; y mucha transparencia.

72. Es muy satinado por lo que se emplea con ventaja en los dibujos de tiralíneas; los de lápiz lucen poco, los de esfumino son imposibles y las aguadas cuesta bastante fijarlas. Para facilitar esto, hay tambien papel que se fabrica con una cara satinada y otra no, destinándose la primera al trazado y la segunda para el lavado.

Se fabrica en piezas de unos 0'75 por 20 metros, y vende por metros

73. Se expende tambien cuadrulado en milímetros propio para dibujo de croquis y bosquejos y para la copia por cuadrícula.

74. *Papel vegetal*, de mucha menos resistencia que el papel tela; no mancha el modelo, es de color blanco ó algo amarillento, cambiando el color con el tiempo.

Como se pliega bien ó pesa poco, se usa para trabajos que se han de enviar por el correo.

75. Es bueno para delinear pero malo para el lavado por que se arruga ó encoge mucho. Cuando esto suceda, para volverlo á su ser, se coloca sobre un tablero vuelta la cara contra la tabla; se sujeta con prensa, chinchas ó goma, y por el revés se humedece con

agua dada con esponja, consiguiéndose que al sacarse vuelva á su estado primitivo.

76. Como presenta poca resistencia, si quiere dársele se le pega después de dibujado á *papel engomado*, que se expende así en rollos; ó si no se le paga á marquilla.

77. *Papel pergamino*.—Es bastante resistente y admite bien el trazado y lavado. No cambia tanto de color como el vegetal, pudiéndose hacer mejor en él, las enmiendas.

78. *Papel poligrafo*.—Es de poco cuerpo y flexible, con una cara manchada de una composición que deja la huella cuando se le oprime.

Se emplea para calcar dibujos colocándolo debajo del modelo y encima del papel donde se vá á dibujar.

79. Los hay de dos clases en una la composición es tal que las líneas señaladas con el calcador desaparecen facilmente con la goma y es propio para aquellos trabajos que después se han de hacer á tintas; en otro, la composición manchadiza es grasienta y la huella que traza no desaparece, propio para cuando el dibujo que se obtiene se quiere conservar, como en la obtención de cróquis. En ambos casos cuando la composición manchadiza es excesiva y ensucia el papel-dibujo, se la quita fuerza flotándola con un trapo.

80. Otras clases suelen usarse, menos frecuentemente, tales como papel pelleé, seda, chillot, cristal, secante, sensibilizado, para oleo, para preservar de la luz, de la humedad, del fuego; para envolver.

81. **Piezas geométricas —Reglas.**—Es un útil, fig. 9, de madera; caoutchout endurecido, metal, marfil ú otra materia, que sirve para apoyar el lápiz, tiralíneas y demás útiles de trazar, guiándoles en línea recta.

82. Su forma es de un listón plano con cantos ó bordes formados por su grueso ó espesor que son las verdaderas guías. Estos cantos pueden ser perpendiculares á sus asientos, en forma de bisel ó en escuadra, fig. 10.

83. Las de madera, han de ser de material bien seco, sin nudos y de fibra unida y homogénea para que sufran poco con las variaciones atmosféricas. Se hacen de peral, limoncillo, ébano, plátano, boj,

84. Algunas reglas, sobre todo las de canto á bisel están graduadas en milímetros y sus múltiplos, empezando la graduación en un extremo ó próximo á él. Las más usadas en dibujo, suelen ser de medio metro de longitud. En algunas la arista de trabajo está reforzada con una tira metálica de latón.

85. Las metálicas tienen la ventaja de no sufrir tanto las varia-

ciones atmosféricas, pero son muy frías en invierno, su peso hace manchen ó hieran el dibujo; y aún forradas de papel su cara inferior borran el trazado de lápiz por efecto del roce.

86. Se usa mucho las reglas pequeñas, tamaño *doble decímetro*, ó un decímetro, que se hacen de marfil ó boj.

87. *Comprobación*.—Para saber si una regla está corriente, es preciso cerciorarse si su canto es matemáticamente recto. Se consigue

1.º Dirigiendo una visual á lo largo de él, la que debe confundirse toda en un punto extremo, de dicha arista, y la cara ó canto aparecer también confundida en su línea extrema.

2.º Se traza, apoyándose en su canto la recta A B, fig. 11, y después se vuelve en la forma A' B' y traza de igual modo la A' B'. Si hay error lo acusará un desvío en estas dos líneas y el defecto de la regla será la mitad de esta diferencia.

Este defecto, es muy malo de corregir y lo mejor es desecharla; Cuando es solo en un trozo, puede señalarse sobre la regla donde está la imperfección, para no usarla en esta parte.

88. **Escuadras**.—Es un triángulo rectángulo, isósceles ó escaleno, de madera ó metal, que se usa principalmente para trazar ángulos rectos, figuras 12, 13 y 14.

Se construyen de madera ó metal, con un ojo, para facilitar su manejo ó tenerlas colgadas. Algunas tienen bisel graduado y otras canto metálico como las reglas.

89. Cuando la escuadra es isósceles ó tiene los ángulos agudos de 45º, se llama escuadra á 45º fig. 12. Si es escalena, se hacen de 22½ y 67½ fig. 14; ó de 30 y 60 fig. 13, que entonces se llama exágona.

90. Se comprueban en sus partes rectas como las reglas. Lo referente al ángulo recto, apoyando la escuadra en una regla fig. 15, y 16, y trazando la recta *a b*; cambiando la escuadra en la forma E' y trazando la *a' b'*; el defecto es la mitad del ángulo *b' a b*.

El ángulo de 45º se comprueba como en la fig. 17, poniendo la escuadra en la forma E y luego en la E' debiendo resultar ángulo recto, en *b y c*.

91. *Te*.—Es una regla larga, fig. 18, que termina en su extremo en una cabeza en forma de té, la cual tiene más grueso que la regla resultando un resalte de un medio centímetro. Este resalte marca línea perpendicular á las guías de la regla.

92. Hay té que tienen la cabeza fija, y otras que la tienen movable, fijándose per medio de un tornillo de presión, fig. 19. Las té sirven para el trazado de paralelas.

93. **Compás**, fig. 20.—Es uno de los útiles más necesario. En

general se compone de dos piernas ó brazos de igual longitud que se reunen formando la cabeza á favor de un eje que los liga por medio de una tuerca de opresión. Ambas piernas terminan por el otro extremo en punta muy fina.

94. Se construyen de muchas clases en calidad, forma y dimensiones. Lo más común es hacerlos de metal blanco, latón, hierro, madera, según la precisión que de ellos se desee. Las puntas suelen ser de metal más duro para evitar el desgaste, siendo lo mejor de acero bien templado.

95. Un buen compas debe tener las piernas de igual longitud y las puntas tan finas como lo exija la clase de trabajo y superficie en que se dibuje; no ha de abrirse ni cerrarse de golpe. Cuando se cierre las puntas han de estar en contacto y al separarse han de marchar en un plano perpendicular al eje. Dándole una abertura se ha de quedar ó conservarla mientras á intento con un leve empuje no se le varíe.

96. Si una pierna es larga se la recorta ó afila hasta igualarla á la otra; si no hay contacto entre las puntas cuando está cerrado, se encorvan ligeramente hasta conseguirlo; si hay opresión en el juego se le afloja la tuerca del eje de cabeza con la llave de tuercas, fig. 21, toca ligeramente con aceite. Si es poco premioso se oprime lo preciso hasta conseguir el temple necesario.

97. El tipo de compás descrito es normal y se llama de *puntas fijas ó secas*. Sirve y se emplea para tomar medidas en el modelo y llevarlas á la escala ó al dibujo.

98. Una modificación es el *compás de piezas*, fig. 22, en que una ó las dos piernas están partidas hacia su medianía, con un taladro en su extremo, con objeto de empalmar ó enchufar en él, otras diversas *piezas* de *recambio* representadas en las figuras 23, 24, 25 y 26. En los extremos partidos hay tornillo de presión ρ para sujetar la pieza que se le una.

99. Otra es el *compás articulado*, fig. 27, en el que una ó las dos piernas tienen articulación con objeto de que la parte inferior cierre más y cuando deba emplearse con gran abertura esté en mejores condiciones de trabajo.

100. Otra es el *compás de bigotera ó ba'austre*, figs. 28, 29 y 30, de forma igual á los anteriores, excepto que del eje de las piernas ó cabeza arranca un apéndice que facilita su uso. De ordinario son más pequeños que los normales. También se hacen con las piernas constituyendo un muelle de acero con tendencia á separarse, que se unen por un tornillo que las junta lo preciso, figs. 28 y 29.

101. Otra el *compás al pelo*, fig. 31, en que la pierna A B está dividida en dos partes: la A del compás como los ordinarios pero

con una canal ó rebajo longitudinal donde se aloja parte de la punta B. Su extremo C está fijo á la parte A por un tornillo, y la B es solicitada á aproximarse ó separarse de la D por el tornillo de presión *p*. Este compás es muy preciso y lo aumenta la forma de sus puntas que suelen ser como indica la fig. 32.

102. *Compás de vara ó de regla*, fig. 33.—Para grandes rádios los compases se componen de una regla cualquiera R y de dos correderas ó mordazas A B que se unen á ella fijándose por medio de tornillos de presión *p*. Estas correderas terminan en punta ó en enchufe para colocar en él punta, lápiz ó tiralineas. Una de ellas tal como la B, tiene un tornillo *m* que hace mover su punta independiente del cuerpo de la corredera. El tornillo *p*, es pues de presión y el *m* de coincidencia.

103. Si la regla está graduada, por la separación de las mordazas, puede saberse la de las puntas. En vez de regla pueden emplearse varios tubos metálicos que enchufen unos en otros.

104. *Piezas complementarias del compás ordinario. Alargadera*.—Es una pieza de la forma de la fig. 26, que termina en una espiga prismática *a* igual al taladro que tenga practicado el compás en su pierna partida; el otro extremo *b* tiene un taladro semejante al del compás y el tornillo *p*. Se une al compás como se ve en la figura 34. La contra es que pierde el útil precisión por la poca solidez y estabilidad del sistema, siendo menor cuanto mayor es el número de las que se empalmen.

105. *Punta*.—Cuando el compás de piezas ó el articulado se ha de usar como compás ordinario se precisa la pieza de la fig. 23 que termina en punta seca.

106. Otra forma de punta es la A que tiene un apéndice con un taladro, por donde se pasa una aguja de acero, que se sujeta por medio de un tornillo de presión. Entonces se dice que el compás tiene pie de aguja. Esta *aguja de centrar* es de forma cilíndrica con una punta muy fina ó dardo que sale de su centro C que ocasiona un tope para que no penetre con exceso en el papel; otras tienen la punta en su costado D.

107. *Portalápiz*, fig. 24.—El extremo termina en un enchufe ó mordaza tronco-cónico, dividida en dos quijadas que se aproximan por medio de un tornillo. En estas quijadas se introduce un lápiz fino ó un estuche porta-mina.

108. *Centros*, fig. 35 —Para apoyar la punta del compás y que no maltrate el papel haciendo en él agujero grande se usan unos círculos de talco que tienen tres agujas ó puntas muy finas que son las que se clavan. Sobre el talco se apoya luego la punta del com-

pás. Algunos centros B están formados de una corona anular metálica que es donde van las puntas.

109. *Tiralíneas*.—Es otro útil que como indica su nombre sirve para el trazado de líneas con tinta. Se compone, fig. 36, de dos láminas ó paletas de acero templado, metal ó caoutchouc, que estando próximas retienen entre sí por adherencia cierta cantidad de tinta, que luego vá soltando sobre el papel en la parte de la superficie en que roce. Se juntan ó separan por el tornillo T. Sustituye con ventaja á la pluma, pues la separación de las láminas gradúa el grueso de la línea.

110. Un *buen tiralíneas* debe rayar por igual y por tanto ser las paletas de igual longitud; que no varíe la distancia de las láminas sin tocar esprofeso el tornillo regulador y para esto que no sean tan flexibles que cedan al empuje contra la regla; no de hacer surcos en el papel, por lo que sus puntas han de ser redondeadas figura 37, y sin asperezas.

111. Para que no se desgasten ni deterioren los brazos suelen ser de acero y en algunos muy buenos tienen la punta de zafiro, siendo de este cristal el rectángulo ζ , fig. 38. En todos ha de cuidarse que las paletas no se oxiden, y en estos que no recíban golpe ni se cierren fuertemente para que no se parta el cristal.

112. Las formas generales del tiralíneas son el *de mano*, fig. 36, con mango A de metal, madera, hueso ó marfil y el *de compás*, figura 35, con su extremo de enchufe para unir al compás de piezas.

113. *Otros tiralíneas*.—En algunos uno de sus brazos gira á charnela 90° con objeto de facilitar la limpieza. En otros especiales para el trazado de líneas muy gruesas las puntas están cerradas de ordinario y por medio del el tornillo se separan. Otros tienen la punta sesgada, fig. 39; y otros propios para el trazado de paralelas se construyen de dos tiralíneas unidos en forma de horquilla ó mejor de compás bigotera, fig. 40 con tornillo T de aproximación de tiralíneas.

114. *Arreglo*.—Si por el uso ó al comprarlo no está corriente para el trabajo, por estar duro, se le arregla gastando materia del exterior de sus paletas, por frote en piedra de afilar ó de su interior con una lámina de pizarra untada también en aceite ó por un papel esmeril doblado con lo áspero al exterior y corriéndolo de un sentido á otro: cuando el defecto sea que raye el papel se le frota con las paletas cerradas y con movimiento circular de la mano sobre la piedra ó el papel citados. El frote de la parte interior de las paletas debe hacerse en sentido de la longitud para facilitar el descenso del líquido; el exterior perpendicular, para detenerlo.

115. *Rueda de puntear*, fig. 41.—Se compone de una rueda

eta *a* con dientes que gira en un eje y pasa entre dos platillos *b*, donde se pone la tinta que hace de depósito. Se sustituye con ella al tiralíneas para el trazado puntos y trazos.

La carga de tinta del depósito se hace con un pincel ó pluma.

116. *Transportador ó semicírculo graduado*, fig. 42 —Es de forma semicircular que sirve para la medida y trazado de ángulos. Se constituyen de talco ó de cuerno en láminas muy finas transparentes, ó bien metálicos en cuyo caso tienen vaciado su interior, figura 43.

117. En ambos casos se marca en ellos dos líneas concéntricas, con graduaciones inversas desde 0 á 180. Además de esta división en grados están divididos en minutos. También tiene este limbo las líneas de fé que ván desde 0 á 180 y desde la mitad de este diámetro al grado 90.

118. Los de talco y cuerno presentan la ventaja de la transparencia pero la contra de su poca precisión por encorbarse con mucha facilidad. Los metálicos son más seguros pero les falta la otra condición, muy conveniente

119. Se rectifican si hay paralelismo entre la línea diámetro y el borde, trazando una recta indefinida y apoyando el transportador sobre ella, fig. 45, de modo que cada vez sea una cara la que esté en contacto con el papel, coincidiendo siempre los extremos y marcando las dos veces el lugar de las graduaciones 0 y 180; estas rectas deben confundirse. Para las líneas de fé se hace confundir el diámetro con una recta por sus dos caras de modo que el centro esté ambas veces en su mismo punto; el error es la mitad del ángulo 102.

120. Se suele usar por ser muy manuable un transportador combinado con escuadra, de metal ó cartón, que tienen también un decímetro dividido en milímetros.

121. *Estuches*.—Las piezas geométricas se guardan en estuches de formas diversas, bien como carteras de bolsillo que resultan muy manuales, bien cajas con más ó menos surtido de objetos. En lo interior tienen rebajos que proporcionan un almohadillado á las piezas, y las perservan de los golpes.

122. **Varios efectos** —*Lápiiz*.—Es una barrita de grafito color negro, protegida por madera

123. Para ser buenos, la barra ó *mina* ha de ser de una pieza en toda su longitud, de grano fino y homogéneo, no quebrándose con demasiada facilidad; tampoco debe ser tan duro que raye el papel produciendo surcos, ni tan blando que no se adhiera la señal.

Esta es ligeramente grasa y debe ser negra por igual. El mejor grafito es el de las minas de Siberia del Ural.

124. La madera que protege á la mina es de cedro ó palosanto

de forma cilíndrica ó prismática exagonal ó triangular, estando barnizados ó nó.

Los cilíndricos se escurren y ruedan con mucha facilidad sobre el tablero; los no barnizados se ensucian mucho y manchan el papel.

125. En el comercio se venden numerados con arreglo á la dureza de la mina. La marca más acreditada, que es la de Fáber, hace la siguiente clasificación.

Número » Extrablando—1.—Blando—2.—Duro—3.—Mediano—4 —Mas duro—» Extraduro.

126. Cada una de estas clases se emplea con preferencia para el objeto á que más se amolda, como es, los blandos para trazos más gruesos y efectos más negros, los duros para líneas más finas y precisas.

127. Hay lápices en que la mina es una pasta que imita al grafito y dá muy mal resultado; otros son de pastas que producen trazos imborrables, color negro ó violeta, imitando á tinta y otros són de pasta que dá líneas color bermellón, azul ú otros tonos.

128. El lápiz se prepara haciéndole punta, fig. 45, que se saca con preferencia por el extremo en que no está el número y marca de fábrica. Para ello se emplea un cortaplumas ó navajita de buen corte. La parte de madera se labra por igual, de modo á formar un cono recto alargado, de uno á dos centímetros de altura; luego se cortará la mina con cuidado, constituyendo el remate ó cúspide, quedando el vertice en el centro ó eje del cilindro ó prisma.

129. Para que la superficie cónica de la punta no presente resaltes, se la frota sobre superficie áspera, como papel esmeril, piedra de grano ó un trocito de lima, fig. 46.

130. *Afila lapiceros*, figs. 47 á 49.—Se emplean cuando se desea obtener con igualdad el corte de la madera, cosa algo difícil y entretenida á mano. Tales modelos consisten en una cuchilla de acero que hiere y corta la madera al obligarla á pasar y sufrir contacto.

131. *Porta mina ó lápiz mecánico*, fig. 50.—Consiste en un mango A B hueco y terminado en rosca en la parte inferior, como se vé en A partido en aletas para hacerlo flexible. En este extremo entra la cabeza cuyo detalle dá la letra B, con rosca y una parte más estrecha en C.

En la parte hueca del marco se pone una barrita ó trozo de mina, que se venden sueltas como se vé en *m*. Se atornilla la cabeza B y oprime quedando en la forma de la figura.

Se afila dejando un trocito de barra exterior, oprimiendo la cabeza, iniciando la punta con la navaja y concluyéndola por frote sobre superficie áspera,

132. Las barritas de mina, fig. 51, se guardan en pequeños estuches de metal, hueso ó madera, fig. 52

133. *Portalápiz*, figs. 53 y 54.—Para aprovechar los cabos del lápiz ordinario se emplean estos útiles metálicos de latón ó de acero. Por medio de las anillas ó correderas se hace el apriete de las garras.

134. *Plumas*, fig. 55.—Se usan para dar tinta en la escritura y en dibujo para trabajos rápidos, poco esmerados ó de mucho rasgueo. Las hay de dos clases principales, de acero y de ave. Las primeras que hoy día son las que casi exclusivamente se usan, a las que se suele también llamarse *puntos*, se hacen de una laminita de acero de diversas formas, que tiene una superficie cóncava ó depósito del líquido y está partida su punta en dos ó tres puntas para que adquiera mayor flexibilidad y como canal de descenso del líquido. La carga de tinta la conservan por adherencia y la suelta por la misma propiedad al sufrir contacto con el papel.

135. Los puntos deben tener ligeramente redondeados sus extremos para que no hieran al papel; y las especiales para trazo grueso, con el corte inferior inclinado á fin de presentarse por igual al papel conforme á la inclinación con que se escribe. Deben estar pavonadas para evitar en lo posible la oxidación. Las hay adiamantadas con punta de iridio que no se oxidan y duran mucho más.

136. *Plumillas, plumas de trazar ó de dibujo*, E.—Son muy pequeñas y tienen su cuerpo cilíndrico con la punta en pico, también las hay de forma ordinaria D.

137. *De ave*, fig. 55. A.—Se hacen de las alas de los cuervos, gansos y otros animales. Se cortan con cortaplumas y dan el grueso de puntos que se desea. Esto resultaba muy entretenido y difícil. Hoy se han sustituido por los puntos de acero, ó por puntos también del cañón de pluma de ave cortados á máquina que se venden en cajas.

138. Todos los puntos de pluma se unen para su manejo á un mango de madera, hueso ó corcho, de mil formas diferentes.

139. *Tinta china*.—Es una pasta de componentes y fabricación desconocida para los europeos, que solo saben imitarlo. Se cree que se compone de carbón de espina de pescado pulverizado ó de negro de humo, con un agua gomosa como cola de pescado ó gelatina; y además almizcle ó alcanfor.

140. Se encuentra en pastillas ó en barras de forma prismática, cilíndrica ó ovada; con letreros, signos característicos ó geroglíficos en negro, dorado, azul ó encarnado; ó con realces de zigüña, león y demás alegorías usadas en China y Japón que es donde se hacen las de buena calidad. La superficie exterior suele ser algo más dura

que la parte interior de la barra, á causa del secado de la pasta, que se verifica á fuego

141. La hay de varios tonos, una negra oscura que tira á azul (ala de cuervo) propia para rotulación, escalas, cuadro; otra negra rosácea con reflejo bronceado muy apreciada para el trazado y labado; y otra negra mate (carbón) sin brillo alguno.

142. La bondad de la tinta se conoce muy mal estando en barra; es necesario probarla para dar el fallo. Para ser buena debe ser negra, de grano fino y homogéneo, fractura conchoidea, brillante y reflejo bronceado. Humedecida ligeramente dá olor á almizcle y frotada la uña ó dedo no produce líquido gomoso sino suelto, ni se nota al tacto el efecto del grano. La mala se deshace fácilmente y dá olor á alcanfor ó cola.

Es más seguro, deshacer una poca en un platillo, y entonces no debe producir granitos ó desigualdades procedentes de la mala pulverización del negro; en la superficie del líquido no debe aparecer una película grasienta á modo de polvillo que se observa en las malas mirando á la superficie por 45°; manchando un papel con la tinta hecha y puesto seguidamente al fuego hasta secarse no cambiará el color por pardo; al secarse los bordes de la mancha que produce en el platillo no debe resultar de color bajo, turbio ni de superficie granulosa; el trazado con ella debe dar línea negra clara y superficie brillante; después de seca la línea pasando sobre ella un pincel con agua debe resistirle sin alterarse en sus bordes; no engrasarse, engrasar ni ensuciar excesivamente los tiralíneas. Su evaporación en el platillo debe ser lenta y depositar un color unido, brillante, metálico, y no desigual, rugoso y arenoso. El exremo humedecido de la barra al sacarse toma el aspecto de la tinta hecha; las barras malas se descascarillan fácilmente. El partirse procede de un secado excesivo.

143. *Tinta china líquida*, se vende en frascos de diversos tamaños, con la ventaja de evitarse la molestia y alteración del pulso al hacerla y el ahorro de tiempo.

144. *Efectos de borrar*.—Se emplea la *miga de pan* para borrar la mancha de lápiz blando y para limpieza general del dibujo. Debe ser del metido en harina y sentado, es decir que no sea del día á fin de que no tenga humedad que engrasaría el papel. Tampoco ha de ser duro que rayaría la superficie

145. El *cautchouc ó goma elástica*, se usa para los trazos de lápiz en papel ordinario ó de tela. Se vende en tabletas su color negro, rosáceo olor característico y pegajoso al tacto sobre todo al calor del frote. Se debe usar en trozos algo gruesos, blandos y suaves. La goma llamada *carne de ballena*, no sirve para este uso.

146. La *goma blanca ó raspador*, fig. 56 á 59, es un compuesto de lo anterior con polvos de piedra pomez, que la hace blanquecina. Es propia para quitar trazos profundos de lápiz y trazos, y manchas de tinta y labados. Se vende en pastillas, ó en estucnes de madera para dos usos, en un extremo goma blanda para lápiz y en el otro dura para tinta. Otra forma tiene un lomo de veludillo que hace el efecto de escobilla para quitar la suciedad y pelusilla del frote, fig. 60.

147. *Raspador*.—Es una cuchilla de acero de filo redondeado, fig. 61 *Pica*, fig. 62, es una aguja de acero colocada en un mango y sirve para pasar los dibujos.—*Calcador*, fig. 63, es una barrita ó mango de marfil ó madera dura, acabado en punta aguda, redondeado y sirve para pasar por calco las figuras.—*Pinceles*, fig. 64, son unas brochitas de pelo fino de diversos animales, compuestos de un mango de cañón de pluma ó de madera con virola y brocha que hace punta una vez humedecida.—*Tacillas ó platillos*, figs. 65 y 66, son unos trozos de porcelana ó cristal con uno ó más huecos, pocillos ó senos donde se depositan las tintas.—*Chinches*, fig. 67, son unos clavillos con cabeza de latón ó acero.—*Arranca chinches*, figura 68, son unas palanquitas para levantar los chinches que estén clavadas al tablero.—*Prensa papeles*, fig. 69, es una plancha de plomo de bastante peso, forrada de baqueta para sujetar los dibujos por presión.—*Goma líquida*, se hace echando goma arábica en polvo ó grano en agua fría y teniéndolo en reposo 24 horas. Se vende también hecha y se extiende con una brocha. Hace el propio efecto el uso de la *cola de boca*, fig. 70, que se vende en pastillas ó tabletas rectangulares y debe humedecerse con la lengua ó agua, siendo mejor la tibia.

148. **Tablero**.—Es como su nombre lo dice una superficie perfectamente plana y manejable de madera, sobre la que se coloca el papel del dibujo que se va á ejecutar. Sus dimensiones dependen del uso á que se destina.

149. Un buen tablero debe ser de madera ligera y blanda, sin nudos y seca que sufra poco las variaciones atmosféricas. La mejor es el álamo, tilo ó pino. Para que no se alavee se le refuerza con un cerco machiembrado fig. 71, de madera más dura como haya ó roble. Puede hacerse esto solo en dos costados opuestos, aquellos en que terminan las fibras y se dice que están *encabezados*. Otros peor concluidos llevan largueros embarrotados á cola de milano, en la parte posterior, fig. 72. Los más precisos se componen de un lecho de tabletas, fig. 73, ó mejor de tres lechos, fig. 74.

150. **Cartones**.—Para dibujos de dimensiones pequeñas ó poca precisión es conveniente y cómodo el empleo de un cartón en

vez de tablero. Debe ser grueso, resistente, de superficie lisa y compacto. El cañón madera y el de paja son más apropiado que el ordinario.

151. **Cuidado, conservación y arreglo de los aparatos útiles.**—El dibujante debe esmerarse en el cuidado y conservación de sus efectos, y en el arreglo de aquellas cosas de fácil remedio, tanto para ahorrarse tener que adquirir otros nuevos, cuanto por ganar el tiempo que precisaría el ensayo y la corrección. Por otro lado, existen pocos operarios capaces de dejar corrientes ciertos aparatos, como los tiralíneas, y si los hay no se puede asegurar existen en todas las localidades.

152. Debe ponerse el mayor cuidado en no golpear los útiles, en no forzarlos durante su uso, ni guardarlos en lugar expuesto á choques al trasportarlos. Se les protegerá contra el polvo, humedad, excesivo calor ó frío, pues los términos extremos los estropea, sobre todo á los delicados y de precisión.

153. Así es que las piezas metálicas, se han de reservar de la humedad de las manos; vao de la respiración y agua que se tenga para el lavado por que las oxidaría. Para esto al terminar el trabajo del día se las frotará ligeramente con un trozo de piel de gamuza, guardándolas en el almohadillado de sus estuches.

Las piezas pequeñas como agujas de centrar, tornillos, chinchas, se guardarán en cajas que contengan serrin ú otro polvo secante absorbente de la humedad, para que se apodere de ella.

154. Los muelles y tornillos se han de conservar flojos, de modo que estén lo menos forzados posible para que las roscas no padezcan. Al empezar á introducir los tornillos en sus hembras ó viceversa, se hará con sumo cuidado para que no se pasen y estropeen los filetes.

155. Los tiralíneas y plumas después de usados se secarán perfectamente. Se quitará la carga de tinta con un papel suave, luego se secarán con un trapo. Algunos los introducen en agua y lavan secándolos después. En este caso, no debe meterse en agua la rosca del tiralíneas por la dificultad del secado.

156. En toda pieza metálica debe respetarse el pavón; dorado á fuego ó baño superficial que tenga, las que lo hayan perdido ó no teniéndolo se desee poner brillantes, se mojarán con espíritu de vino donde se pongan polvos de albayalde ó tiza, y luego se frota con gamuza ó cepillo fino, ó bien, según la dimensión de la pieza, se frota con corcho ó médula de sauco. En las piezas de cristal se hace lo propio.

En las piezas metálicas se puede emplear también una pasta es-

pecial que se vende en tabletas, fig. 75, que por frote las deja muy limpias sin molestar el pavón.

157. Los de madera, caoutchouc, talco, etc., se han de guardar sobre superficie plana para que no se alaveen, ó bien colgados. Cuando se encorven, no se las forzar  con la mano; para quitarlas el pandeo basta dejarlos en disposición   invertidas y si se quiere abreviar la operación ponerlas sobre un tablero y encima un peso ligero. Si no est n barnizados se ensucian mucho, debe quit rseles   diario el polvo y cuando tengan adherido mugre, se les frotará con papel lija   goma de borrar tinta.

158. En el arreglo de los útiles metálicos se usa mucho el recortarlos   afilarlos para dejarlos al largo   grueso preciso. Esto se ejecuta en un *tren de afilar*, fig. 76, que se compone de varias l mas muy finas, piedras de afilar y suavizador de correa. El desgaste se hace por frote poniendo en las piedras agua, aceite   petróleo, empezando con la superficie más áspera y concluyendo por la más suave que d  el acicalado. En algunos casos basta frotar con el papel esmeril fino.

159. Las manchas de tinta en las manos desaparecen frotándolas con piedra pomez y también humedeci ndolas con cloro y lavándolas inmediatamente con agua.

4. —OPERACIONES PREPARATORIAS.

160. En la ejecución de todo dibujo se pueden distinguir cuatro partes principales, que son: operaciones de preparación, delineado   lápiz, delineado   tinta y conclusión.

161. El alumno   dibujante se proveerá con anticipación de todo lo necesario, pues nada detiene más que la falta de útil que no se pueda suplir en el momento preciso. Cuando no pueda proporcionarse alguno de los adecuados para un objeto determinado, empleará otro que supla sus veces.

162. Todo útil y efecto será reconocido para cerciorarse si cumple las condiciones de bondad apetecidas,   para apreciar sus defectos, con objeto de corregirlos si es posible   eludirlos si esto no fuera fácil.

163. Antes de empezar el trabajo limpiar  cuidadosamente todos los efectos del polvo   suciedad que pudieran tener, lo mismo que sus propias manos, no empleando durante todo él de útil ni papel s cio que pueda manchar el dibujo ni los efectos que hayan de estar en su contacto.

164. *Pegado del papel.*—Se coloca el tablero sensiblemente horizontal y sobre él el papel, con su cara al contacto con la madera, cuidando que no se interponga migas de pan, goma de borrar ni otro estorbo que produzca desigualdades; se dobla hacia arriba un centímetro de todos los bordes del papel, formándose de este modo como una bardeja, dentro de la cual se vierte agua limpia que se tiene en esta disposición 10 ó 20 minutos hasta que el papel la embeba bien. Se vacía el agua y se vuelve el papel de modo que el revés ó sea la superficie humedecida directamente apoye en la madera, se dá cola de boca á las bandas, y se unen éstas al tablero para que peguen facilitándose con pasar por encima de dichos bordes una muñequilla ó almohadillado formado con un trapo ó pañuelo. De este modo se estirarán las bandas, quedando el centro abollado desigualmente mientras permanece húmedo; luego se deja secar á la sombra y sin calor de estufa ni brasero próximo, con lo que se contraerá hasta resultar perfectamente terso y estirado.

Cuando haya prisa, basta humedecer el revés del papel con una esponja y pegar las bandas con cola líquida.

Cuando el dibujo no es de grán esmero y sobre todo sino se trata de lavados ó estos són de poca extensión, se une el papel al tablero por medio de chinchas.

165. *Despegar el papel.*—Para levantar el papel se colocará una regla de madera ó mejor metálica con su guía de más espesor en dirección y sobre el límite ó contorno interior de la banda pegada. Luego se pasará una hoja del cortaplumas al contacto de la guía profundizando en el papel hasta llegar á la madera sin hierla demasiado.

166. Despegado el papel del tablero sufre un encogido ó recobro de $\frac{1}{500}$ de sus dimensiones, lo cual debe tenerse muy en cuenta en los dibujos de gran precisión.

167. *Protección al dibujo.*—Para evitar que se ensucie se unen al tablero diversos pliegos de papel común ó de periódicos, figura 75, de modo que al extenderlos monten ó crucen. Durante el trabajo se tendrá tapada la parte que no estorbe el manejo de aparatos. Tratándose de dibujos entretenidos en que hay que estar mucho tiempo sobre lugar determinado, se abren ventanillas V.

168. Para poder llevar el tablero de un lado á otro, se sujetan las cubiertas con un bramante, cordón ó hilo en la forma de la fig. 76, á favor de chinchas ó clavillos *m*. Si ha de quedar horizontal basta con prensa papeles.

169. *Volante.*—Para apoyar las manos y enseyar los útiles de trazar se usa un pequeño papel que debe ser de la misma calidad

que el en que se dibuja. A veces es bueno que sea secante para prevenir á cualquier borrón.

170. **Reunión de hojas.**—Cuando el papel de que se dispone no es suficientemente grande para el dibujo, se procede á reunir dos ó más hojas, pegándolas por medio de cola de boca ó goma líquida.

171. Para reunir dos pliegos, fig. 77, se hace montar al de la izquierda, para que el lápiz ó útil de trazar tenga en su marcha ordinaria que descender y no ascender al pasar á la hoja de la derecha. Se disimula el escalón quitando materia con el raspador en la superficie de la banda *b C c B*, hasta formar cuña. Se pegará esta sobre la de la derecha para conseguir el efecto de la sección *a* de dicha figura. También se puede desgastar materia de ambas hojas, para lograr los efectos de las secciones *b* y *c*.

Para el pegado se dá cola ó goma á la parte desbastada, que se coloca sobre la que ha de unirse, sobre un tablero, cuidando no haya exceso de líquido; encima se pone papel secante que absorva el exceso que pudiera espeler la juntura; se oprimirá con una muñequilla: se colocará encima á lo largo de la unión una regla sobre la que se pondrá prensa papeles que conserven el contacto, hasta que seque.

172. Si los trozos han de exponerse uno superior á otro, fig. 78, como en los mapas, es conveniente monte el inferior, para que al examinarlo no se vea tanto el resalte.

173. Cuando la reunión ha de ser de cuatro trozos, fig. 79, se reúnen el 1.^o con el 2.^o, el 3.^o con el 4.^o y después el grupo de la derecha con el de la izquierda.

174. **Preparación de los útiles de trazar.**—*Lápiz*—El que más conviene en líneal es el ordinario de madera Fáber, núm. 3, y si se ha de trabajar con alguna precisión ó aquél resulta muy blando el número 4. Se afilará, 122 y siguientes, de modo que no presente aristas ni resaltes que obstruyan el roce suave con la guía.

El polvillo procedente de afilar los lápices se debe recojer en una cajita, platillo ó pedazo de papel, para que no ensucie el dibujo, tablero, mesa ni útiles que mancharían después el trabajo.

175. **Tinta**—La tinta china se hace echando en un pocillo (perfectamente limpio de las veces anteriores) una pequeña cantidad de agua clara, la suficiente para el trabajo en una sesión. Se frota suavemente la barra con la superficie del pocillo, hasta obtener un líquido negro, fluído que no presente granitos ó puntos más negros. Caso de aparecer alguno se cuidará de deshacerlos batiéndolos. Si son muchos, la tinta está *cortada*, lo mejor es lavar el pocillo y empezar otra vez á hacerla. Estos granitos suelen proceder de un frote excesivo ó de desigualdades ó defectos de la pasta.

176. Al tomar el agua se ha de atender á que si es mucha, resulta exceso de trabajo ó clara la tinta, y si se echa poca se consume á poco rato. Debe contarse con que el calor de la habitación sobre todo en verano, evapora el agua y la espesa, haciéndose más negra y menos fluída.

177. Para apreciar el grano de fluidez, con un pincel ó pequeña tira de papel, formara una gota; para conocer el color se manchará una parte limpia del borde del platillo ó bién una parte del volante ó de otro papel. La mejor prueba es la que se haga con el tiralíneas ó pluma.

178. La muy fluída se adhiere poco á los útiles de trazar, admitiendo estos por tanto poca carga, lo que ocasiona frecuentes recargas. Si se fuerza la carga hay exposición á que se desborde y escape el líquido manchando el papel ó las guías en que se apoye. Si por el contrario está muy espesa no se pueden obtener líneas finas, por secarse al momento y adherirse á las puntas del útil, formando costra y delgazando la línea. Es molesto por que se necesita recargar muy amenudo. Si hubiese que lavar sobre ella hay riesgo de que se corra por exceso de pasta. La tinta clara realza poco. La muy negra generalmente tiene el defecto contrario y es consecuencia de ser demasiado espesa.

179. Cuando una tinta convenga hacerla más fluída, se la añade unas gotas de agua dando al líquido unas vueltas de mezcla. Si se desea espesarla se continúa el frote con la barra hasta lograr el objeto ó bién se pone el platillo al sol ú otro calor para lograrlo por evaporación.

180. En el caso en que haya que hacer líneas de mucho grueso para que la carga se sostenga en el tiralíneas, debe mezclarse con la tinta un poco de goma líquida.

181. La *tinta china líquida* debe usarse solo para dibujos de poca importancia. Para aclararla se echa una poca en un platillo y añaden gotas de agua; para espesarla se frota en el platillo con una barra de tinta china, ó se emplea el procedimiento de la evaporación.

182. La *tinta de otro color* se hará deshaciendo color de pastillas preparadas para la aguada, en la forma dicha para la tinta china. También se puede usar la de frasco que se vende en el comercio, sobre todo la carmín y azul.

183. De las tintas solo debe usarse la parte líquida superior que es la más exenta de granitos é impurezas. La parte en contacto con las paredes del pocillo ó embase es siempre más impura sobre todo la del fondo.

Deben tenerse tapadas durante el trabajo, para que no tomen

polvo. No ha de usarse más de una sesión pués al terminarla se debe lavar el pocillo.

184. **Colocación de efectos.**—Durante el trabajo se pondrá el tablero en lugar cómodo para estar de pie ó sentado.

Generalmente será un poco inclinado el cuerpo hácia adelante, sin apoyar el pecho en el tablero ni en la mesa. Se abrirán los resguardos plegán toles sobre sus bandas ó solo los necesarios. Sobre la superficie del tablero, se distribuirán los útiles más en uso colocando cada uno en el punto más á la vista y próximo á las manos ó en la disposición más conveniente para ser empleado. En este mismo lugar se dejarán siempre que se termine de usarlos, con cuya costumbre resulta más ordenado el trabajo y gana tiempo.

185. Una distribución puede ser la de la fig. 80. A la derecha el lápiz y tiralíneas, compas y goma de borrar; á la izquierda la regla y las plantillas; en la parte superior el estuche geométrico; del lado próximo al que delinea, el volante, el doble decímetro y el par de escuadras. Los demás aparatos y útiles en la mesa en lugar próximo. Cuando se use de cróquis se colocan en la parte superior izquierda; los datos al costado izquierdo. Los platillos de tinta sobre un papel prefiriendo sea secante y sobre la mesa, mejor que sobre el tablero; cuando deba estar sobre éste en la parte superior izquierda.

186. **Del cuadro y centro.**—*Primer método*, fig. 81.—Sugeto el papel al tablero se puede colocar á ojo el lado mayor $a b$ del cuadro, levantar en sus extremos dos perpendiculares $a c$ y $b d$ sobre las que se tomarán distancias iguales al lado menor. Uniendo c con d quedará cerrado el cuadro. Luego se prolongarán las cuatro líneas de este cuadro ó *contorno interior*, la cantidad que se desée y uniendo los puntos A B C D, quedará el contorno de corte. El centro se encuentra en la intersección de las dos diagonales $a d$ y $b c$. Este procedimiento es muy rápido y exacto; solo exige cuidado al situar la base $a b$. Se emplea con ventaja cuando se desean establecer márgenes desiguales.

Segundo método, fig. 82.—Suponiendo de forma cuadrilonga el contorno del papel, se trazan sus diagonales. En el punto de cruce, haciendo centro con una abertura de compás cualquiera se marcan los puntos a, b, c, d , que determinarán un rectángulo; ó un cuadrado si el ángulo $a O b$ es recto. Tomando dimensión mayor se trazará el otro contorno exterior A, B, C, D.

Por este método es difícil obtener los cuadros de la dimensión justa que se desée. Se emplea para obtener la mayor superficie aprovechable de papel.

Tercer método, fig. 83.—Se traza la A B sensiblemente para-

lela al borde, de modo que no toque á la parte pegada al tablero. Se levanta en sus extremos las perpendiculares $A D$, $B C$, de modo que sean tangentes á la zona aprovechable de estos lados; por último, se levanta en D , la $D C$ perpendicular á la $A D$ con igual condición.

A partir del medio M se toma la $M p$ y $M q$ igual á la mitad del lado del cuadro que se desée; se levantan las perpendiculares $p p'$, $q q'$ á la $A B$. La $M M'$ se divide en dos partes iguales y tomando desde O otras dos distancias $O N$, $O N'$ igual á la mitad de la otra dimensión del cuadro y levantando perpendiculares en N , N' á la $M M'$, por intersección con las anteriores, tendremos el cuadro $p p'$, $q q'$. El punto O es el centro.

Por este sistema se aprovecha bien el papel y se hace justo el cuadro que se necesita.

187. Cuando el papel no está pegado al tablero y solo unido con chinchas es todo él aprovechable para margen. Si además está cortado con cuidado se dá por hecho el contorno de márgen.

A veces el contorno de márgen se encuentra provisionalmente y luego se traza otro, trazando líneas paralelas al anterior.

188. **Bandas y contornos**, fig. 84.—Todo dibujo que supondremos pegado al tablero, ocupa una extensión por lo general de forma cuadrilonga, A donde están incluidas las figuras y limitada por una línea de contorno B llamada *cuadro*, compuesta generalmente de cuatro líneas rectas, con algún adorno más ó menos sencillo. Después se deja una faja ó banda ó zona de papel C llamada *márgen* que á su vez se limita con otras líneas de contorno de corte D . El márgen tiene por objeto hermohear, hacer resaltar y que luzca el dibujo; para poner rótulos y unirlo á otras hojas.

Seguido á esta línea resulta otra banda desigual E de ensayos inaprovechable, pues que toda ella ó parte está pegada al tablero y se rompe al separar el dibujo. Por último límite del papel tenemos la línea F que generalmente es de líneas desiguales ó con barbas procedentes de su fabricación ó de haber cortado el pedazo á mano.

189. **Enmienda**—Es muy frecuente, sobre todo en principiantes las equivocaciones y manchas, procedentes, bien de dibujar donde no se debe, bien de trazar cosa indebida ó por descuido. Debe saberse enmendar el yerro, para no inutilizar el papel, el trabajo y el tiempo empleado ya.

Toda mancha es tanto más difícil de quitar cuanto más grande ó compacta es; cuanto más oscura, más profundamente el papel ó más antigua.

190. Ante todo se debe examinar lo mal hecho é imaginarse sobre lo que ha de aparecer, para deducir si hay parte que pueda

aprovechar íntegra ó con ligero retoque. En ocasiones no convendrá dejar ni aprovechar nada de la zona de la enmienda y en otras el ampliar ésta á fin de conseguir más limpieza en las líneas ó tono igual en el trazado. Hecha esta consideración se procede á borrar lo que se juzgue mal puesto, luego á dibujar lo que deba aparecer.

191. *En el papel marquilla* para borrar el lápiz, basta frotar ligeramente con un trozo de caoutchouc, goma elástica ó guttapercha, que por su condición algo pegajosa se apodera de lo súcio ó huella de dicho lápiz.

192. Cuando el trazo es de lápiz duro ó se ha oprimido bastante, presenta surco profundo, se empleará la goma blanca suave.

193. Debe frotarse siempre en un sentido y por la parte del canto del caoutchouc ó goma, pues si se hace por su superficie exterior puede engrasar el papel ó ensuciarle. Si así sucede, basta raspar la película súcia de la goma y frotar con la parte descubierta. En otras ocasiones cuando la pastilla está demasiado caliente suele dejar algunas partículas adheridas á la superficie del papel: se quitan frotando de nuevo con otro borde de la misma pastilla ó dejándola enfriar un poco.

194. Durante la operación se enviarán lijeros soplos sobre la parte donde obre el útil, para alejar la parte sucia ó borra que se desprende, frotando alguna vez y siempre el final, la parte borrada con superficie algo áspera; como veludillo, brocha, paño ó pañuelo. En ningún caso se pasarán los dedos sobre dicha parte, pues engrasaría el papel y no se dibujaría luego bien.

195. Tratándose de borrar trazos de tinta, se frotará con goma blanca de la más dura, hasta que se levante la superficie del papel y con esto la parte impregnada de tinta. También se puede ejecutar raspando con un trocito de papel esmeril fino, hasta lograr el objeto. Cuando se comprenda que está la tinta muy impregnada, se apepla á un raspador ó cortaplumas de buen corte, apoyando el papel sobre parte dura y plana como cristal ó tablero.

196. Después de levantar la mancha, se satina el lugar de la parte levantada, pasando cuando se emplea raspador una goma más suave, y si fué éste el último útil, frotando con veludillo ó paño en una sola dirección, hasta conseguir que no haya partícula sobrante ó desprendida de la superficie; luego se frota toda la parte raspada ó borrada con un cuerpo de superficie pulida como marfil, boj ó la uña, hasta lograr un brillo semejante al del resto del papel. Algunos frotan ligeramente con cera virgen á fin de imitar el brillo del satinado.

197. Si el papel por ser poco homogéneo ó compacto, se corriera mucho, se puede después de la raspadura frotarle con *grasilla*

y luego seguir el frote de satinar. Este polvo impide el que se corran las líneas, pero da el dibujo un color algo amarillento.

198. Por último, se procede á dibujar llevando sumo cuidado al trazar sobre todo en grueso, pues que generalmente suelen ensanchar.

199. *En papel tela.*—Se borra con el caotchouc ó la goma blanca, cuando no basta se acude al papel esmeril que raspa sin herir la superficie. En último caso, se moja ligeramente con un pincel ó esponjita humedecida en agua, frotando hasta que se levante la tinta, teniendo completamente estirada la tela y sobre un papel secante.

200. Con el uso del agua se forma en el papel tela unas bolsas ó hinchazones que afean el dibujo. Se aminoran estas abolladuras frotándolas á medida que se secan, con la palma de la mano ó con una muñeca de trapo de hilo que esté caliente. Si esto no es suficiente se apela á pasar por encima, con la interposición de un papel, una plancha caliente.

201. El satinado se le procura dar como se ha dicho para el papel marquilla, pero se logra muy imperfectamente. La transparencia tampoco se logra una vez humedecida.

202. *Papel cuadrículado.*—Es de muy difícil disimulo pues la raspadura quita la cuadrícula. Su mucha porosidad hace que se corran las líneas de tinta y debe acudirse á humedecer la parte borrada con el agua de alumbre. Despues del satinado, se imitará á colores el rayado de la cuadrícula levantada. Encima se hará el dibujo.

5.º—PROBLEMAS GRÁFICOS.

203. En este lugar nos vamos á ocupar de la resolución gráfica de algunos problemas geométricos, empleando solo los útiles más usuales en dibujo.

204. **Hacer pasar una recta por dos puntos dados, fig 85,**—Se toma la regla R y apoya de modo que su canto se aproxime por igual á los dos puntos dados P P', dejando el espacio suficiente al grueso del lápiz L. Se pasa el lápiz apoyandolo en el canto como guía que dejará á su contacto la señal A B.

205. Cuando los puntos están muy distantes, fig 86, y no alcance ni la T, se colocarán dos guías rectas R, E en contacto sus cantos y con ellas se marcará la dirección justa. Se quita una por ejemplo, la R y la otra E servirá para marcar una línea *m n*. Ahora

colocando la regla justamente sobre la $m n$ se puede trazar una parte de la $A B$, y prolongándola toda ella.

206. Si estuvieran más distantes, fig. 87, se coloca en ellos chinchés ó agujas á las que se sujetará un hilo de seda tirante. Por esta referencia, de trecho en trecho, más próximos que la longitud de la regla que se tenga, se señalan con el lápiz puntos, para hacer las construcciones del caso anterior.

207. **Dividir una recta en dos, tres ó más partes iguales.**—Se aplica el doble decímetro ó regla graduada en milímetros de un extremo á otro, viendo el número de ellos que comprende, cuya cantidad se dividirá por 2, 3 ó las en que se desee dividir. Con el lápiz á partir de uno de los extremos, se vá señalando el punto que corresponde á cada división.

El ojo menos experimentado puede hacer esta operación con error menor de un tercio de milímetro. Con un compás por tanteos se hace con gran precisión.

208. **Por un punto hacer pasar una recta que forme con otra un ángulo de 45° ú otro de la escuadra,** fig. 88.—Si el punto p está en la recta $A B$, se coloca la escuadra de 45° de modo que la hipotenusa siga la dirección de la recta y que su vértice pase por p ; el cateto $a b$ servirá de guía. En el caso que se desee que la recta se marque á los dos lados de $A B$ se apoyará en la escuadra la regla R .

209. Si el punto está fuera, fig. 89, se coloca una regla en dirección $A B$, se pone la escuadra á su contacto en cualquier posición tal como M , y se la corre hasta lograr pase por p .

210. **Levantar una perpendicular á una recta en un punto dado,** fig. 90.—Se coloca la regla R y apoyando en ella se resbalará una escuadra apoyada en uno de sus catetos, corriéndola hasta llegar á p en donde servirá de guía. Lo propio se hace si el punto es un extremo $A B$.

211. Cuando se está trabajando con dos escuadras M, N , fig. 91, se colocan al contacto de modo que la N esté en la dirección $A B$. Se corre la N á la posición N' que pase por p . El cateto de la derecha, servirá de guía.

212. **Desde un punto fuera de una recta trazarla una perpendicular,** fig. 92.—Se coloca la regla R y la escuadra E con un cateto al contacto. Corriéndola, el otro cateto dará la guía.

213. Cuando se usa el par de escuadras, fig. 93, se colocan en la disposición $M N$, se desliza la M á M' y colocando la N en la posición N' tendremos la guía.

214. **Trazado de paralelas,** fig. 94.—Para trazar por un punto p una paralela á la recta $A B$, se traza primero la perpendi-



cular á dicha recta desde el tal punto 212 luego otra perpendicular á esta en el punto p , 210.

215. Otro medio, fig. 95. Se coloca la escuadra M en la dirección $A B$, se pone la regla al contacto y se hará resbalar la escuadra hasta la posición M' .

216. Con dos escuadras se puede hacer como en la fig. 96. Colocadas en la disposición M, N , se corre la M á la posición M' .

217. Si el punto está muy distante de $A B$, fig. 97, se corren alternativamente las escuadras M y N , hasta lograr que la M llegue al punto p . En cada recorrido no conviene que cada escuadra marche más de la mitad de su hipotenusa para no disminuir excesivamente el contacto.

218. Si aún el punto estuviere en la disposición de la fig. 98, en que por el movimiento oblicuo la escuadra en M^2 no puede llegar á p se pone al contacto la regla R' , á su favor se traslada la escuadra M^2 á M^3 y se sigue como en el caso anterior, hasta llegar á la posición M^4 .

219. En el caso en que haya que trazar muchas paralelas á una dirección dada, se usa de la té articulada, fig. 99. Para ello se coloca la té formando con su cabeza el ángulo que la $A B$ con el canto del tablero. Si ahora se corre la té por el tablero en contacto de cabeza, tendremos una guía continua.

La té de ángulo recto fijo se emplea con igual ventaja, dando siempre guía escuadrada con las bandas del tablero.

220. **Por un punto fuera de una recta trazar otra que forme con la primera un ángulo dado**, fig. 100.—Sean $A B$ y p los datos. Se toma un trasportador con el que se señala en un lugar cualquiera de $A B$ la dirección $m n$ deseada, luego se hace la construcción de trazar por p una paralela á la $m n$.

221. **Trazar la tangente á una circunferencia en un punto de ella**, fig. 101.—Sea o la circunferencia y p el punto dado. Se señala el diámetro $p o$ y en él se apoya el par $M N$. Haciendo resbalar la M , hasta M' nos dará la guía.

222. **Desde un punto dado, exterior á una circunferencia, trazarla una tangente**, fig. 102.—Sean p y o los datos. Se toma una regla que se apoya en el lápiz colocado sobre p , aproximándola á la circunferencia hasta que diste de ella el huelgo del dicho lápiz. Fijándola servirá de guía.

223. **Dividir una circunferencia en 6 partes iguales**, fig. 103.—Se coloca una regla en una posición cualquiera R , se apoya en ella la escuadra de 60° M de modo que un cateto pase por el centro de la circunferencia. Por su intersección con ella nos dará dos puntos buscados, el 1 y 4. Se hace resbalar la escuadra hasta que la hipo-

tenusa pase por el centro, entonces esta guía nos dará los 2 y 5. Por último, sin variar la regla, volviendo la escuadra á la posición M" en que su hipotenusa pase por el centro determinaremos los 3 y 6.

224. Uniendo con rectas estos puntos tendremos un exágono inscrito en la circunferencia. Si se unen entre sí los pares ó los impares nos dará el triángulo equilátero.

225. Se divide en cuatro partes iguales empleando escuadra de 45°.

6.º—DELINEADO.

226. Se llama *delineado* la parte material del trazado de las líneas. Es lo más esencial de la práctica del dibujo lineal, pues el esmero y exactitud de las figuras depende de la ejecución de sus líneas.

227. **Del grueso de las líneas** —Ya dijimos, 25, las condiciones con que deben trazarse las líneas y su límite inferior; pues menor grueso es difícil apreciarlo sin recurrir á microscopios ó lentes, que molestan, embarazan y estropean la vista del dibujante y del lector. Cuando el grueso es mayor que 0,3 en los esmerados y 0,5 en los ordinarios, resultan borrones que deslucen mucho.

228. Lo generalmente admitido para láminas de estudio, es en décimas de milímetro:

DIBUJOS.	LÍNEA DE LUZ.	LÍNEA DE FUERZA.
Precisión.....	1	2 á 3
Ordinario.....	2	4 á 5

229. En los de grandes dimensiones en que el observador ha de estar muy distante, el grueso de las líneas aumentará proporcionalmente.

230. **De los útiles de trazar.—Lápiz** —Se prepara como se ha explicado 128. Durante el trabajo no debe humedecerse la punta para que señale más, pues daría tono de color desigual á la línea. Al cabo de algún tiempo se desgasta la punta y por tanto aumenta el grueso de la línea. Se corrige adelgazándola de nuevo ó por el temple de la mano, oprimiendo menos.

231. **Tiralíneas.**—Ya sabemos las condiciones que debe cumplir para ser bueno. Para usarlo se principia por darle una abertura mayor que la que se ha de usar. Se le carga, poniendo la tinta entre las paletas con una brochita, pluma ó papel cuidando de no manchar las superficies exteriores de las láminas y se pondrá al ancho de carril necesario, haciendo los ensayos sobre el volante.

232. Durante el trabajo, á medida que se agote la tinta se ceba ó recarga sin abrir sus paletas, cuidando de no echarle tanta carga, que su peso resulte mayor que la fuerza de adherencia, lo que haga rebosar los cantos y se derrame. Al empezar una línea ha de cuidarse que tenga carga para toda ella.

233. Si el tiralíneas no marca bien por que la tinta se haya puesto pastosa ó grumosa, se la agregan algunas gotas de agua para que recobre mayor fluidez. Si es por que se ha secado la tinta en contacto de la punta del tiralíneas, se corrige excitándola á salir por frote con un trozo de paño, papel ó la falange extrema de un dedo.

234. La tinta influye mucho. Una tinta muy suelta y líquida, desciende rápidamente y el exceso puede estenderse por el papel aumentando el trazo. Si está espesa puede dejar de fluir é interrumpirlo ó aglutinarse en la punta de las láminas y adelgazarlo. Si está clara necesita mas grueso que si es negra, para el mismo efecto.

235. **Trazado de la línea recta.**—Se coloca la regla ó escuadra, de modo que señale la dirección que ha de tener la línea 204, oprimiéndola con la mano izquierda, mientras que en la derecha se lleva el útil de trazar, apoyado sobre su canto, resbalándole de modo que haga señal sobre el papel.

236. La seguridad y garantía de la rectitud de la línea, la dá el canto de la regla; luego se llevará el útil lo mas unido que se pueda á él. Los diversos movimientos de aproximación y alejamiento acaecerían una línea sinuosa, fig. 104. Esto se obvia llevando el útil en todo momento inclinado igualmente con relación á la cara vertical de la guía; por esto la mano ha de correrse según se traza la línea y estar flexible al movimiento. La mejor posición es la de la fig. 105, para el lápiz. El tiralíneas no debe unirse mucho para evitar cuando rebese líquido de las láminas por exceso de carga ó por huella húmeda, se adhiera á la guía, afuya al contacto y descienda sobre el papel á lo largo de la guía.

237. El grueso de la línea debe ser uniforme. Si se traza con lápiz se ha de procurar que la opresión sea constante, y que si hay desgaste sensible aumente el grueso disminuyendo la presión para nivelar el efecto. Esto se logra por medio del temple y la costumbre.

Empleando el tiralíneas, se cuida de que constantemente marche con igual velocidad y opresión para que suelte igual cantidad de

líquido, y que se conserve con igual carga. El recorrido se hará de izquierda á derecha. Si se apoya fuertemente al principio y después se afloja ó se precipita el movimiento, resultaría la línea adelgazada en esta parte.

238 Al terminar una línea de tiralíneas hay peligro de que resulte reforzada ó de mayor grueso, pues al elevar el útil, el líquido por adherencia sale de las paletas en una pequeña cantidad que forma hilo; el cual al partirse se une parte á la línea últimamente trazada y parte ingresa de nuevo en el depósito. Al unirse esta cantidad de líquido á la recta la alarga y ensancha en las inmediaciones del extremo; por eso se elevará el tiralíneas con rapidez en la dirección del trazo hecho, algo oblicuamente.

239. También suele derramarse más líquido del preciso al pasar sobre puntos ó surcos que haya sobre la superficie del papel, como consecuencia del uso de punzones, compases, tiralíneas ó lápiz. Igual daño ocasiona las desigualdades que procedan de la fabricación del papel, las suciedades, raspaduras, etc.

240 **Intersección de líneas.**—*Empalme*—Cuando dos trozos de líneas deben unirse de modo que parezcan prolongación, ó bien que haya que continuar una de ellas, se empezará por poner el carril del tiralíneas al grueso de la línea ya trazada, se colocará la regla guía á distancia de huelgo y se marcará el trozo de modo que la unión no se note. Debe rehuirse llegar con el nuevo trazado sobre el primero estando húmedo, por que se reforzaría la línea en esta parte.

241. *Concurrencia*, fig. 106.—Si en un punto *p* han de concurrir dos líneas, conviene trazarlas de modo que no le pasen ni que den escasas; y que los contornos interiores y exteriores formen ángulos iguales al matemático. Cuando éstas líneas deban ser de igual grueso, el carril del tiralíneas estará al grueso justo.

242. Si la concurrencia es de varias líneas, fig. 107, con objeto de que resulte limpio el punto común ú origen, se cuida que solo se verifique en él un cruce, lo más perpendicularmente posible. Las demás líneas se dejarán escasas, procurando presenten simetría en esto y se verifique que á cualquier distancia no lleguen más líneas que las necesarias para cubrir la mitad de la superficie. Lo contrario produciría borron.

243. *Cruce*, fig. 108.—El cruce de dos líneas se ha de hacer con el cuidado que la trazada primero se encuentre seca; lo contrario expondría á que se reforzase la línea.

244. Por la simetría si se trata de líneas de puntos, el cruce se hace de modo que uno de estos sea común. Si hay trazos, que dos de estos lo formen; si es de trazos y puntos que uno de estos sea

común. Si es de varias líneas, fig. 109, se procederá como en el 242, para que no se forme borrón y se pierda el punto de cruce.

Cuando en una línea hay que señalar un punto, fig. 110, se acude á señalar un cruce B. Si el punto está muy próximo, C, D, E, solo aparecerá limpio cuando diste su lugar geométrico del de la línea, la suma de de los gruesos de ambos, E.

245. *Línea interrumpida*, fig. 111.—El trazado como las seguidas, en lo referente á la igualdad en la longitud y equidistancia en las líneas de puntos, de trazos ó mixtas. Se ayuda empleando regla, graduado su canto en milímetros.

246. Al señalar los trazos debe oprimirse el tiralíneas lo mismo al principio que al final de cada uno, con objeto que cada uno de por sí resulte rectangular A y no irregular B, como ocurriría si se levantase sin cuidado al terminar. Los puntos han de tener el mismo diámetro que el grueso de las líneas.

247. Mecánicamente puede hacerse la línea de puntos empleando la ruleta.... Después de cargada de tinta, se apoya en regla de guía alta y se cuida que la mano no oscile para que resulte la línea recta.

248. **Rayado**.—Es el nombre vulgar del trazado de muchas líneas paralelas, y próximas lo que se emplea mucho en dibujo.

249. Después de colocada la primera línea ó directriz, fig. 112. 1.^a se coloca la escuadra apoyando en ella el cateto *a b*. Se la busca contacto en su hipotenusa con una regla que se fija al tablero con ligera presión de la mano izquierda. Haciendo resbalar la escuadra con la mano derecha sobre el tablero sin perder el contacto de la regla, la guía marcará siempre posiciones paralelas á las anteriores.

250. **Paralelógramo articulado** fig. 113.—También se puede emplear un aparato muy sencillo, que consiste en dos reglas de igual longitud A B, C D, unidas por dos bridas de igual tamaño que tienen juego en sus extremos *m, n, m', n'*.

De este modo basta colocar la C D en la dirección dada y mover la A B, hasta que equidiste la distancia que se desee; su canto servirá de guía.

El inconveniente es que la equidistancia hay que establecerla también á ojo.

251. **Regla de rodillo**, fig. 114.—Se usa también de una regla que tiene una abertura central *a b* y dos montantes A B sobre los que encaja el eje de un rodillo *r* metálico ó de madera. Puesta sobre el dibujo y empujada, la superficie del rodillo sufre contacto con el papel y marcha por igual llevando la guía constantemente paralela á su posición anterior.

Se precisa que el tablero esté perfectamente plano y horizontal y que el empuje sea suave para que no haya desvío.

La equidistancia del rayado resulta igual á la superficie rodada del cilindro sobre el papel; y fundado en esta propiedad existen reglas perfeccionadas de este tipo.

252. **Con índice.**—Para aminorar la dificultad de las equidistancias, la regla, fig. 115, se procura que tenga el canto graduado en milímetros. Se hace en la escuadra una señal cualquiera M , que sirva de índice ó referencia de su movimiento. Entonces si al rebalar la escuadra se la detiene cada vez después de recorrer el mismo número de milímetros, marchará cantidades iguales y el lado $a b$ se trasladará también distancias iguales. El inconveniente que presenta es que hay que hacer la coincidencia á ojo.

Puede emplearse la escuadra con la hipotenusa graduada, ó bien que la regla y la escuadra tengan graduación lo que daría más exactitud.

253. Conocido el ángulo agudo $b a c$, fig. 116, se puede conocer la distancia ó recorrido $y y'$ del índice para que resulte una equidistancia $p m$ dada ó viceversa.

Al efecto conocemos los suficientes elementos del triángulo rectángulo $m p n$, en que $p n = y y'$ y los ángulos en p y n son iguales á los en c y a . Se simplifica esta resolución si la escuadra es isósceles.

254. **Con patrón.**—Se usa una plantilla metálica ó de cartón que tenga una abertura ó ventana como se vé en la fig. 118. Se coloca este patrón sobre la regla directriz R , á la que se sujeta por medio de dos chinchas ó clavillos m, n , cuidando que la base de la abertura sea paralela al canto de la regla.

En esta disposición y colocando debajo del patrón y en contacto con la regla una escuadra, si introducimos un punzón ó estilete dentro de la abertura y lo apoyamos en un punto de la escuadra tal como el x y lo corremos hasta llegar á y en el otro borde, de modo que la escuadra no haya perdido el contacto de la regla, la guía superior de la escuadra señalará la línea 2, que será paralela á la 1, y la equidistancia entre ambas proporcional á la distancia $x y$ y al ángulo a de la escuadra.

255. De aquí la posibilidad de construir un patrón que sirva para todos los casos. Al efecto damos en la fig. 119, muestra del que debe procurar hacerse cada dibujante para su uso á causa de no expandirse en el comercio.

Se compone de varias ventanas en que la base superior de cada una, es de igual longitud que la inferior de la anterior. Tiene además las aberturas circulares ó señales $m n$ cuya línea es para-

lela á las bases de las aberturas y existe una serie de líneas horizontales con graduación 1, 2, 3..... que indica la equidistancia del trazado en cada caso.

256. **Escuadra de trazar** fig. 120.—Se compone de una regla R sobre la que hay una chapa, C D, con dos aberturas, una rectangular D y otra triangular C. En la primera se introduce un tornillo que la fija á la regla y en la triangular entra un pivote de la escuadra que puede moverse en el huelgo de la ventana. Sujetando la regla al papel con el dedo índice de la mano izquierda y puesto el pulgar en la escuadra, con maña se puede hacer marchar alternativamente una y otra pieza; la hipotenusa de la escuadra marcará las posiciones paralelas, de equidistancia constante. Es procedimiento que requiere mucha práctica.

257. Otros aparatos existen para esta labor, entre ellos el *Reuille*, fig. 121, que se compone de una regla y una escuadra ligadas por una goma, que permite el juego de un esilete entre una distancia variable; y el *Diax Marcilla* que es de precisión.

7.º—DELINEADO CURVO.

258. El trazado de curvas es más difícil que el de líneas rectas, y debe hacerse por tanto con más esmero, para que aparezca con igual grado de perfección.

Se dividen en varias clases, unas que pueden dibujarse mecánicamente con el uso de aparatos (curvas geométricas, circunferencia, elipse, parábola); otras que se facilita mucho con el uso de los útiles (curvas de plantilla), y otras en que no existe medio conocido de auxilio, se ejecutan á mano (curvas de sentimiento).

259. **Trazado de la circunferencia**.—Es una curva reentrante y con todos sus puntos equidistantes del punto centro. Se construye con el compás de piezas con útil de trazar, dándole una abertura de piernas igual al radio y colocándole de modo que la punta seca apoye en el centro. Se hará girar á la del útil sobre el papel, de suerte que deje señalado su recorrido.

260. Se debe cuidar: 1.º Para tomar el radio, abrirle un poco más que la distancia que ha de tener, y luego, por lijera opresión irle cerrando hasta lograr la que se desea. Si se usa compás de pelo, se hará mover progresivamente el tornillo.

2.º Colocar el compás de modo que el extremo inferior de las piezas se presenten normales al papel, ó lo más posible.

3.º Tomar el compás con la mano derecha y por su cabeza guiarle en la dirección de las agujas de un reloj, de modo que sus piernas marquen en cada momento un plano normal al papel ó sensiblemente inclinado en dirección del movimiento. Se cuidará de no hacer más presión que la que buenamente tolere la tuerca de la cabeza, á fin de que no se cierren las piernas ni hagan flexión.

4.º Que la punta seca ó de centro penetre lo menos posible en el papel, pues si lo hiciera en cantidad apreciable y oblicuamente, la distancia del útil al centro resultaría menor que la que hay entre las puntas, fig. 122. $ac < ab$. Al penetrar la punta, oponiendo resistencia el papel en c , podría abrirse si la tuerca de cabeza está floja.

5.º Llevar una presión moderada y una velocidad uniforme, tanto para que la línea resulte de buen aspecto y grueso, cuanto porque el roce del útil con el papel no abra las puntas, cuya tendencia es á separarlas, aumentando el peligro con la velocidad.

6.º Cuidar mucho que al terminar el trazado junto la línea con el extremo de cabeza ó deteniéndose unos dos milímetros antes para cerrarla á mano.

261. Para el trazado con radio mayor se hace uso de la alargadera, fig. 34. Resulta la contra de la poca estabilidad á causa de los enchufes.

262. Es mejor en tal caso el uso del compás de varas, fig. 33. Se ponen sus puntas de modo que próximamente estén á la distancia deseada. Se fija la punta seca y la otra se lleva á tomar la distancia justa, que se consigue por el tornillo de precisión; luego se fija. El trazado se hace como con el compás ordinario, pero ayudando con las dos manos.

263. *Las circunferencias de gran radio*, fig. 122, desde medio metro en adelante se hacen con el auxilio de un hilo (torzal de seda) el cual se sujeta por un extremo al punto centro y se une al otro el lápiz ó tiralíneas por medio de una lazada.

Exige esto generalmente varios operadores, uno que cuide del centro y otro de la marcha del útil de trazar. En algunos casos, en el centro se puede clavar una chinche, á la que se sujeta el hilo y entonces un solo dibujante puede llevar el útil; pero ha de cuidarse de sostenerle algo tirante, sin variar la tensión, y á ser posible, que descansa sobre el papel, á fin de anular la catenaria ó pandeo que de otro modo se ocasionaría.

264. *Las circunferencias de pequeño radio*, se hacen con compases pequeños. Se facilita la disminución del radio usando de aguja con dardo descentrado y poniendo éste del lado del útil de trazar. También, si se usa lápiz se podrá afilar á favor de cerrar el

rádío. Usando compás articulado se doblan todas sus articulaciones de modo que faciliten este objeto.

265. **Elipse**, fig. 124.—Es una curva cerrada, que se forma por la intersección que produce en un cilindro ó como recto un plano que le corte oblicuamente con relación al eje. En toda elipse hay cuatro vértices A, B, C, D, dos ejes A B, C D; dos focos F, F'.

Se verifica que llamando

$$A B = 2 a, C D = 2 b.$$

$$F C = a = C F'$$

$$F m + m F' = 2 a.$$

$$\text{ángulos } F' m P = P m F.$$

En cuyas propiedades se fundan las principales construcciones.

266. *Trazado por puntos*, fig. 124.—Conocidos los ejes A B y C D, si desde C con un rádío igual á O B = a se describe un arco que corte al eje A B, lo hará en dos puntos F, F', que son los focos.

Conocidos estos, se divide la recta F O en varias partes, 1, 2, 3 y 4, se hace centro en F y en F' con el rádío A 1, trazándose cuatro arcos, 1', 1', 1', 1'; desde F' y F con el rádío B 1 se describen otros cuatro hasta que respectivamente corten á los primeros. Así obtendremos cuatro puntos de la curva. Para otros se describen los arcos con los rádíos A 2 y B 2.

267. *Trazado del jardinero*, fig. 125.—Conocidos los ejes se determinarán los focos como anteriormente. Se toma un hilo ó cuerda del largo del eje mayor = 2 a, los extremos se sujetan en los focos colocando la punta de un lápiz interior al hilo, y obligándole á estar en tensión, se señala el contorno de la elipse.

268. *Compás elíptico*, fig. 126.—Fundado en la anterior propiedad existe el siguiente aparato. Se compone de una varilla metálica A B, que termina en un tambor C dentro del que se arrolla un hilo. En la varilla resbalan dos dados m n terminados en la parte inferior en puntas y en la superior en tornillos de presión. De la cabeza del primero arranca un hilo que pasa á la del n y va al tambor.

El complemento es un portalápiz y un tiralíneas, cuyas puntas L y T tienen hendiduras para resbalar en contacto del hilo. El trazado se hace con la mano izquierda que sujeta la varilla, y la derecha que llevará el útil.

269. *Trazado con la regla*, fig. 127.—Otro trazado fundado en que M' A' = a y M' B' = b. Se toma una regla ó tira de papel, en la que se señala un punto M', á partir de él se toman sobre esta

regla las distancias $M' A' = a$ y $M' B' = b$. Se trazan los ejes y luego se hace resbalar la regla de suerte que siempre su punto B' waya sobre el eje mayor y el A' sobre el eje menor, llevando en el punto M' la punta de un lápiz irá trazando el contorno de la curva.

270. *Compás elíptico*, fig. 128.—Se construyen compases fundados en la anterior propiedad, que tienen una base acanalada en forma de T, por la que resbalan dos pitones variables de una regla R que se ponen á la distancia conveniente del útil T.

271. *Otro trazado*, fig. 129.—Fundado en la propiedad de que si una recta P Q constante resbala por los ejes verificándose que $M Q = a$ y $M P = b$, el punto M describe la elipse $2 a$ y $2 b$, se vende un aparato, fig. 130, compuesto de dos brazos A B, C D en cruz, en los que hay ranuras, por las que corre las guías de una regla B D. En estas reglas se fijan á tornillo las correderas B y D á la distancia necesaria de la M, donde va el útil de trazar.

272. Se improvisa este aparato, fig. 131, aunque imperfectamente, empleando una regla, una escuadra y una tira de cartón fuerte.

273. *Trazado por puntos*, fig. 132.—Puede hacerse valiéndose de dos círculos concéntricos. Al efecto, dados los dos ejes, se trazan dos circunferencias tomando á aquellos por diámetros. Se divide la mayor en cierto número de partes iguales y se trazan los radios correspondientes. Desde los puntos donde cortan á la circunferencia menor se tiran paralelas al eje mayor, y donde cortan á la circunferencia mayor, paralelas al eje menor; el punto de encuentro de estas líneas respectivamente dará puntos de la elipse.

274. *Compás Fort*, fig. 133.—Consiste en tres reglas F A, F, B y C D, las cuales por medio de correderas y botones pueden colocarse de modo que las distancias $F p = F_1$, $q = F F_1 = 2 a$ á favor de los botones en p y q .

En la parte F F₁ hay dos puntas secas y en m puede ponerse un útil de trazar que señale en cada instante la intersección de dichas reglas. Ahora bien, siendo este lugar el de una elipse, tendremos lo que deseábamos.

275. **Curvas parecidas á la elipse**—La dificultad que presenta el trazado de la elipse y el mucho uso que de ellas se hace, ha hecho el que se trate de representarla de una manera sencilla, imitándola con el compás.

276. *De centros*.—Dado el eje mayor A B, puede dividirse en tres partes, fig. 134, y con los centros en o y o' se trazarán dos circunferencias; uniendo los puntos y , y' con o , o' y prolongando estas rectas hasta m , n , m' , n' ; y de nuevo haciendo centro en y , y' con los radios $y m = y' m'$, tendremos la curva deseada.

277. Puede también dividirse en *cuatro partes*, fig. 135 y haciendo centro en O, O', O'', se trazarán las tres circunferencias que se ven de puntos. Levantando en O' la perpendicular á A B cortará á la circunferencia O' en γ, γ' , los que unidos con O y O'' determina los puntos m, n, m', n' , arranque de los arcos $m n, m' n'$, que se describen desde γ é γ' con los radios $\gamma m = \gamma' m'$.

278. *Asa de cesta*, fig. 136.—Dados los ejes A B, y C D, se lleva la distancia O C, sobre O A, determinándose el foco F; se une A con C y sobre esta cuerda á partir de C se toma una distancia C L = A F; se levanta una perpendicular á la A L en su punto medio y el punto S donde encuentre al eje C D prolongado servirá de centro para el arco A C b y los R y R' para A a y b B.

279. *Otra construcción*, fig. 137.—Dados los dos ejes A B y C D, se hace centro en A y B con el radio igual O C determinándose el punto R; la distancia O R se divide en cuatro partes iguales, llevándose una de ellas en la dirección R B, hasta S; luego con el radio B S y centro en B y A se trazan los arcos $m S m', n S' n'$; con el mismo radio y centros en S y S' los arcos $m B m' y n A n'$; después con centro en m y m' y radio $m n$, los arcos $n \gamma' y n' \gamma$; y por último con centro en γ é γ' y radio $\gamma' n$ los $n C m$ y $n' D m'$ que completan la curva.

280. *Por intersección de líneas*, fig. 138.—Dados los ejes A B y C D, se construye el rectángulo M N P Q cuyos lados sean iguales á los ejes; se dividen los semiejes O B y N B en el mismo número de partes iguales que se numerarán como indica la figura; y trazando las rectas D 1, D 2, ... y C 1', C 2', ... por sus intersecciones respectivas tendremos puntos de la curva.

281. *Otro trazado*, fig. 139.—Dado los ejes $a = O A$ y $b = O C$ se determina la distancia $(a - b) \frac{12}{7}$ y con esta abertura se describe la circunferencia O M; haciendo centro en los puntos M M' P P' se construye una curva de cuatro centros muy semejante á la elipse y más cuanto mas se aproxime á la circunferencia, por la igualdad de sus ejes.

282. **Ovoide, huevo ó falsa elipse**, fig. 140.—Dada la línea A B se levantará en su centro una perpendicular indefinida. Con dicha A B por diámetro se trazará una circunferencia; luego uniéndose los puntos A y B con γ , prolongándolos y haciendo centro en A y B se trazarán los arcos B n y A m; y haciéndolo en γ el m D n.

283. *Otro trazado*, fig. 141.—Dado el eje C D se dividirá en tres partes iguales, y haciendo centro en O y O' con los radios iguales respectivamente á una de estas partes y á su mitad se traza-

rán las circunferencias O, O' ; se toma la distancia $ns = O'D$; se une S con O' ; se levanta la perpendicular en el punto medio de $O'S$ y en el punto y en que corta á la mn se hace centro, para trazar el arco nr ; lo propio para encontrar el arco mt .

284. *Por intersección de líneas*, fig. 142.—Dado el eje CD , se traza sobre él un trapecio $MNPQ$, se divide cada uno de sus lados en igual número de partes que se numerarán. Trazando las líneas auxiliares en la forma que indica la figura y describiendo la curva tangente é interior á estas líneas tendremos la curva que se desea. Cuando sean muchas las líneas auxiliares que se tracen, se puede considerar que la intersección de unas con otras da la curva, si son pocas se considerarán como curva los puntos medios de la parte de cada recta comprendida entre las inmediatas.

285. **Parábola**, fig. 143.—Es una curva plana, de una sola rama, que tiene un eje AB , una directriz PQ , un vértice A y un foco F , verificándose en ella que la distancia de un punto M al foco, es igual á la distancia á la directriz, de modo que $MF = MG$.

286. *Dado e eje AB y el foco*. Fig. 144.—Se prolonga el eje una distancia $AC = AF$; levantando en C una perpendicular al eje, la recta PQ es la directriz. Sobre el eje se toman puntos cualesquiera, 1, 2, 3... y trazan perpendiculares al eje, que serán paralelas á la directriz. Si desde F con un radio $C1$ se traza un arco hasta que corte á la perpendicular trazada por el punto 1, los puntos M, m , de intersección serán de la curva; y así se encontrarán los demás.

287. *Un trazado mecánico*, fig. 144.—Siendo AB el eje, PQ la directriz y A el vértice se determina el foco por la consideración $CA = AF$. Se toma una regla que se coloca en PQ y una escuadra que se apoya sobre la anterior. Se toma un punto H cualquiera de la escuadra, al que se sujeta un hilo de la longitud Ha , y el otro extremo se sujeta en F ; luego se hace resbalar la escuadra sobre la regla, obligando con la punta de un lápiz á que el hilo esté tirante y ceñido al canto de la escuadra, de esta suerte se marcará la curva mA deseada.

288. *Curva parecida*, fig. 145.—Sea AB el eje, A el vértice y M un punto de la curva. Se traza el rectángulo $MNPQ$, se divide el lado MN y la parte AN en el mismo número de partes iguales que se numerarán y trazando las líneas auxiliares que se vé en la figura, por sus intersecciones respectivas, tendremos puntos de la curva aproximada que se desea.

289. **Hipérbola**, fig. 146.—Es una curva plana, abierta, de dos ramas, con dos ejes de simetría indefinidos, AB y CD , dos vértices A y B , y dos focos F y F' . Se verifica en ella la propiedad,

que la diferencia de las distancias de un punto á los dos focos es una cantidad constante. Así $MF - MF' = AB = 2a$.

Dados los ejes AB y CD para encontrar los focos se levanta en A una perpendicular $HA = CO$; desde O con el radio OH se describe el arco HF que nos da el punto F ; para el otro se sabe que $FO = OF'$.

290. *Trazado gráfico*, fig. 147.—Dado el eje AB y el CD se encontrarán los focos F, F' , como anteriormente. Se tomará una regla en la que se elegirán dos puntos, uno a para estar fijo en F y otro b para sujetar el extremo de un hilo; luego se tomará un hilo del largo $ba - AB$, sujetando los puntos b y F' , seguidamente con la punta de un lápiz se obligará al hilo á permanecer en tensión y contacto con la regla. Haciendo girar á ésta el lápiz marcará una parte de la curva. Las otras tres partes semejantemente.

291. *Curva parecida*.—Dado el eje AB y un punto de ella M , fig. 148, se construirá el rectángulo auxiliar, $MNPQ$; las partes Ma' y Ma , se dividen en el mismo número de partes iguales que se numerarán y las líneas del mismo número por sus intersecciones nos darán puntos de la curva.

292. **Cicloide**, fig. 148.—Es una curva plana y abierta, con un eje de simetría ó monte BA , y una directriz ó base rs . Se engendra por un punto de una circunferencia generatriz que rueda sobre una recta directriz.

293. *Por puntos*, fig. 149.—Dado el diámetro de la circunferencia generatriz, ó monte AB , se le levantará en A la perpendicular indefinida pq ; se encontrará la rectificación de la circunferencia o ; su mitad se llevará sobre la directriz á un lado y al otro, determinándose los puntos r y s ; se dividirá la semicircunferencia en cierto número de partes iguales, por ejemplo, 4 que también se llevarán sobre las $Ar = As$ numerándose; desde los puntos $1', 2', 3', \dots$ como centro y con los radios respectivos $A1, A2, A3$, se trazarán arcos de círculo, que por sus intersecciones con las paralelas á la directriz trazadas desde los puntos $1, 2, 3$, nos dará puntos como los r, n, m , de la curva.

294. *Trazado mecánico*, fig. 150.—Se apoya una regla en la directriz mn y se toma una tableta ó rodaja igual al círculo director hecha de cartón ó madera. En ésta se hace en su periferia una muesca ó señal á la que se une la punta del útil de trazar. Haciendo rodar el dicho círculo sin que resbale marcaremos la curva.

295. **Epicicloide**.—Es una curva plana y abierta, simétrica con relación á un eje, que se engendra por un punto de una circunferencia que gira sobre otra.

296. *Por puntos*, fig. 151.—Siendo O y O' los datos puede

dividirse la circunferencia O en cierto número de partes iguales, rectificar estos arcos y contar estas distancias en arcos de O' ; trazar desde O' los arcos $1 m, 2 n, \dots$ cuyos puntos m, n, \dots los fijará la intersección con los arcos trazados desde los puntos $1', 2'$, con los rádios $A 1, A 2, \dots$.

297. *Trazado gráfico*, fig. 152.—Puede hacerse construyendo de cartón, madera ó metal los círculos O y O' , que se unirán por una regla, que permita girar, sin resbalar, uno sobre otro; y llevando la punta de un lápiz unido á un punto tal como m , se irá marcando la curva.

298. **Catenaria**, fig. 153.—Es la curva que forma un hilo, cuerda ó cable flexible abandonado á su propio peso y suspendido por sus dos extremos.

299. Para trazarla gráficamente dados sus dos extremos m, n y la flecha $p q$ se coloca el papel sobre un tablero que se pondrá vertical; se sujeta á él un hilo flexible por sus extremos y afloja hasta que llegue á q ; entonces se marcan varios puntos de la curva y se corre con cuidado el lápiz por toda ella.

300. **Espiral**.—Es una curva plana, abierta y reentrante en sí misma.

301. *La de dos centros*, fig. 154.—Se construye trazando la línea auxiliar $O O'$ que pasa por ambos, haciendo centro en uno de ellos O , con un radio $O O'$ y describiendo la semicircunferencia $O' a$; haciendo centro en O' con el radio $O' a$ y describiendo la semicircunferencia $a b$; haciendo centro otra vez en O con radio $o b$ y describiendo la semicircunferencia $a b$, y así sucesivamente.

302. *De cuatro centros*, fig. 155.—Se forma un cuadrado $a b c d$ y prolongan indefinidamente los lados $b a, c b$ y $a d$; se hace centro en uno de ellos por ejemplo el b y con radio $b a$ se traza el arco $a c$; se hace centro en c y con radio $c e$ se marca el arco $e f$; luego con centro en d y radio $d f$ el arco $f g$ y así sucesivamente.

303. *De Arquímedes ó continua*, fig. 156.—Sea O el centro y A el origen. Se divide la recta $O A$ en tantas partes iguales como vueltas se desee que tenga, en nuestro ejemplo dos; se traza una circunferencia auxiliar con radio $O A$ la cual se divide en tantas partes como se desee (en 10) y se trazarán los rádios que se numerarán en su extremo; cada una de las partes en que se dividió el radio $O A$, se dividirá también en igual número de partes que la circunferencia auxiliar, que á su vez tomarán número. Ahora, llevando sucesivamente á los rádios las distancias señaladas de O á A tendremos diversos puntos de la curva.

304. **Evolvente del círculo**.—Es una curva plana y abierta, que procede de considerar un punto de una circunferencia que se

separa de ella, en la forma que lo haría si perteneciese á un hilo arrollado á la misma y que fuese desarrollándose.

305. *Por puntos*, fig. 157.—Sea O la circunferencia y a el punto generatriz. Se dividirá la circunferencia O en un cierto número de partes iguales (en 8) y se trazarán los rádios auxiliares; se trazará una recta AB igual al desarrollo de la circunferencia O , la cual se dividirá en el mismo número de partes iguales; se trazarán las tangentes á la circunferencia en los puntos 1, 2, 3,.... sobre las que se tomarán sucesivamente las distancias A_1 , A_2 ,...., AB , $(A_1 + AB)$, $(A_2 + AB)$,.... que nos dara los puntos abc ... deseados.

306. *Gráficamente* puede construirse, haciendo de madera ó cartón un cilindro recto cuya sección sea el círculo O , al que se sujetará y enrollara un hilo fino á cuya punta a vaya unido un lápiz. Al desenrollarlo irá describiendo la curva.

307. *Ojiva*, fig. 158 á 161.—Es una curva abierta simétrica con relación á un eje y formada por arcos de círculo.

308. Por el trazado geométrico se determinan los diversos centros c, c', c, c', c_2 en cada caso y después á compás se ejecutaran uno á uno los diversos trozos. Las A, B y C son de dos centros y la D de cinco.

8..—DE LAS CURVAS DE PLANTILLA.

309. Todas las curvas no pueden trazarse mecánicamente, y aún las que en teoría podrían hacerse así, presentan algunas veces dificultades en la práctica, que es más sencillo y conveniente acudir á otros medios.

310. Estas curvas no mecánicas pueden agruparse, en curvas geométricas, ó sea las que su trazado obedece á un principio estudiado y conocido; y en curvas de ley no conocida.

En el primer grupo figuran la *cicloide*, *epicicloide* y *catenaria* explicadas anteriormente; la *cisoide*, *cuadratriz* y otras; las conocidas en las artes por corazón, turquesa, pica,.... las empleadas en los gráficos de los estudios experimentales; las trayectorias, asas y brocales en las piezas de artillería; las de las sillas y collerones en guarnicionería; las de la madera curvada,....

311. **Construcción** —Si se conoce su ley y por ella algunos de los puntos por donde ha de pasar, tales puntos son obligados y deben fijarse geométricamente. Los que con preferencia se han de

señalar son el principio y fin de la curva, el empalme de varias curvas, trozos rectos ó que cambien bruscamente, el de máxima y mínima ordenada ó abscisa, los de inflexión, retroceso, los de cambio de luz. De los demás puntos se fijarán los más posibles, esparcidos convenientemente y tantos más cuanto menos franca sea la curva ó más exactitud se desee.

312. **Tanteo** — Por los anteriores datos y la descripción, marcha general ó antecedentes que se tengan de la curva se forma el dibujante idea de ella, y á lápiz con trazo muy fino, por medio de puntos cada vez más unidos irá formando línea continua en toda la extensión de ella. Debe fijarse mucho que en los cambios de inflexión no aparezcan ángulos curvilíneos.

Examinará después la línea de tanteo para descubrir si en el todo ó parte hay trozos mecánicos, pudiéndose considerar descompuesta en partes rectas, de compás y en general de curva mecánica. Si así fuese, ensayará sobre el tanteo el procedimiento que haya descubierto, y asegurada la conveniencia, cuajará la línea de lápiz con el empleo del aparato correspondiente. Los demás trozos los dejará para hacer como diremos.

313. *Plantillas de curvas*, figs. 162 y 163. — Son unas piezas planas y delgadas de madera, latón, cartón, cautchouc endurecido, talco ú otra materia que proporcione relieve suficiente a servir de guía al útil de trazar en dirección no recta.

314. Tienen formas muy variadas. Generalmente sus contornos son en línea que progresivamente aumenta ó disminuye de curvatura, presentando diversos puntos de inflexión y de retroceso. Por la mucha variedad de curvas que existen, no es suficiente tener una sola plantilla y el dibujante debe disponer de un juego de ellas, lo más distintas posible.

Antes de usarlas deben suavizarse sus bordes con papel esmeril, luego bruñirse. Las reglas y escuadras son plantillas muy sencillas.

315. *Elección de la plantilla*, fig. 164. — Para saber el trozo que ha de servir de guía, se la coloca sobre la línea de tanteo ya trazada y se la corre de un lado á otro hasta lograr encontrar un trozo en ella que concuerde con la dicha curva. Obtenido así, con el lápiz se hará en la curva y en la plantilla del trozo común señal de límites, distinguiéndolos con letras, números ú otro signo. Luego se repite este procedimiento con los demás trozos. Así tendremos en la plantilla señalados por trozos las diversas partes de curva que se han de hacer de esta manera.

316. Al elegir los trozos de la plantilla se ha de cuidar, figura 164, que en los límites no haya cambio de inflexión ó variación notable de curvatura, pues sumadas estas dos razones en dos guías

contiguas, pudiera aparecer un ángulo curvílineo que desfigurase la progresión de la curva. Para evitarlo, al elegir el trozo, guía de cada trozo, se ha de cuidar que en sus extremos haya un momento ó parte de 2 á 5 mm., que también pudiera servir de guía al contiguo. De esta manera, las guías consecutivas tienen una tangente común que es garantía de que no haya el dicho defecto. También al elegir los trozos de plantilla se ha de cuidar del huelgo para el útil de trazar que haya de emplearse en definitiva.

317. Otro método es encontrar trozos aislados y distantes de 2 á 8 mm. que luego se unirán á mano.

318. *Trazado á tinta.*—Elegidos los trozos de plantillas y rectificado á lápiz, se empieza á hacer el trazado á tinta, trozo á trozo, empezando por un extremo, prefiriendo el de la izquierda. Cada uno se coloca en la parte que le corresponda, de modo que resulte y coincida con la línea en que deba estar; luego se apoyará y sujetará la plantilla contra el papel con la mano izquierda y con la derecha se pasará el tiralíneas en toda la extensión del trozo, 316, ó algo menos, 317.

319. Para que la línea sea limpia, debe llevarse el útil de modo que se presente con la inclinación más conveniente para el rayado en todo momento. Debe, pues, volverse la mano á medida que vuelve la curva, llevarse igualmente inclinado, con igual velocidad y carga de tinta.

320. *Tiralíneas para plantillas*, fig. 165.—Consiste en un tiralíneas ordinario, cuyo mango es la varilla *b* dentro de un tubo ó manguito libre, pero que no puede salirse por el tope *m*. Unido á una de las paletas tiene una planchita metálica *a n*, que es susceptible de subirse ó bajar más ó menos. Para emplearlo con las plantillas curvas, se le lleva en contacto con la guía. y sin volver la mano gira de por sí á favor del dicho manguito.

321. *Regla flexible ó lata*, fig. 166.—Para el trazado de curvas para las que no se tengan plantillas, se venden unas bandas sumamente delgadas y flexibles, de acero ó ballena, muy estrechas (de unos 5 mm.) capaces de tomar la curvatura que se las dé y las cuales se sujetan en esta disposición por medio de plomos ó con corchetes dispuestos al efecto. Para facilitar el trazado, sobre todo en las curvas progresivas, por un extremo suelen ser más delgadas que por el otro.

Las de ballena tienen la contra de que saltan las fibras exteriores si se las fuerza mucho.

322. *Curvas simétricas.*—Si la curva que hay que trazar es simétrica con relación á un eje, basta con ejecutar lo dicho para la parte que se encuentre de uno de los lados del eje y luego refe-

rir los puntos límites de las secciones del trazado al otro lado. Al aplicar el plantillaje en cada trozo, la cara que estaba de apoyo sobre el papel en el primer caso, en éste se pondrá al descubierto y viceversa.

323. Si la simetría es con relación á dos ejes perpendiculares ó coordenados, basta encontrar el medio de hacer el trazado de la curva entre dos ramas de ellos, referir por simetría los puntos extremos de trozo á los otros cuadrantes y aplicar los trazados mecánicos en el sentido que deba ser. Lo propio se hará cuando se trate de curvas simétricas con relación á varios ejes concurrentes en un punto.

224. **Plantilla especial.**—En algunas ocasiones en que hay que trazar una curva con esmero, ó que no se disponga de plantillas construidas que sirvan para el caso y sobre todo en la copia de una curva que deba repetirse muchas veces, tiene el dibujante que construir una plantilla especial.

325. Tomará una cartulina cartón ó papel cristal del grueso suficiente. Sobre esta materia se procede á dibujar lo más exactamente posible la curva á que ha de servir de guía. Luego se recorta esta cartulina ó tableta siguiendo la dirección de la curva, limando las asperezas del corte y alisando con el bruñido, que se dará con trozo cilíndrico de marfil.

326. Se debe tener en cuenta el huelgo ó juego preciso para el útil que se ha de emplear, figs. 104 y 105. Según esto la plantilla para una curva cerrada, fig. 167, es menor á ella. Si la plantilla hubiera de colocarse exteriormente sería mayor. Es preferible las de la primera condición por que el tiralíneas corre mejor.

327. Si la plantilla se construyó de poco cuerpo ó relieve, se puede hacer otra igual ó menor y pegarla debajo para que levante y porción en apoyo alto al tiralíneas, fig. 168.

328. El trazado de un tornillo, verja etc. queda reducido á determinar los puntos referencias donde se han de apoyar los extremos de las plantillas de los filetes, labores, etc., en cada vez. Otras veces esta plantilla puede hacerse conteniendo dos ó más trozos simétricos, y llevar referencias para otras plantillas, fig. 169.

329. Cuando no pueda construirse la plantilla de modo que una hoja sea suficiente, fig. 170, y sirva de una vez, por ejemplo: cuando ciertas líneas han de ser cuajadas y otras á puntos; ó unas en negro y otras en color, entonces se hace una plantilla para cada caso con puntos comunes de referencia.

330. Cuando se compone el dibujo de diversos contornos ó recintos que de recortarse quedarían aislados, cual sucede á las letras, fig. 171, se puede apelar á hacer dos plantillas, una para cada

contorno, que al colocarlas puedan concordar; ó bien hacer una liola plantilla que comprendan los contornos ó la parte de ellos más interesantes y difíciles; que se ligan por rectángulos de materia que proporcionen solidez. Los trozos interrumpidos se concluirán á mano.

En el comercio se emplea este sistema para rotulaciones y pintura de paredes á brocha y para sellos de contraseñas. Se venden en placas finas de cobre, latón, zinc, cuero y cartón, según la aplicación que después se le ha de dar. Cuanto más delgada y flexible sea la lámina, más limpia saldrá la figura.

9.º—DESVANECIDO, RECTO Y CURVO.

331. Las aplicaciones más interesantes del rayado desvanecido, ya recto ó curvo es para obtener los efectos de luz y sombra que favorezcan la visualidad del realce en las figuras y para imitar el colorido cuando se emplea una sola tinta en todo el dibujo.

La manera de conseguirlo es cambiando progresivamente el grueso de las líneas, la separación de ellas ó por la combinación de estos dos elementos.

332. **Progresión del grueso.**—Consiste en colocar las líneas unas al lado de las otras y equidistantes, aumentándolas de grueso sucesivamente. La equidistancia ya sabemos obtenerla por medios mecánicos; en cuanto al cambio del carril del tiralíneas, cuando se emplea el modelo ordinario debe darse á mano un pequeño movimiento al tornillo antes de cada trazado. Dicho avance debe ser constante ó progresivo.

No obstante, como estos tiralíneas no obedece su construcción á un trazado riguroso para obtener el resultado anterior, debe ensayarse la línea cada vez antes de emplearla. El hábito del dibujante es en esto el todo.

333. *Tiralíneas con disco divisor*, fig. 172.—Para preveer á esta dificultad, se usa un tiralíneas, cuyo tornillo tiene el paso de un milímetro, y la cabeza graduada con 20 divisiones numeradas, por lo que cada una de ellas corresponde á $1/20$ milímetro de carril $5/100$. Se puede pues por medio de él variar y obtener líneas de 5 diezmilésima de metro, distintas ó sus múltiplos. El útil tiene debajo de la cabeza del tornillo un pequeño resalte que al pasar sobre un muelle y produce un leve ruido que acusa la variación.

334. **Progresión de la distancia.**—Ante todo diremos la ma-

nera de *dividir una línea progresivamente*. Sea A B la recta dada, si desde B como centro se traza un cuadrante de circunferencia y esta se divide en partes iguales, bajando desde estas divisiones perpendiculares sobre A B quedará ésta dividida progresivamente, en el mismo número de partes que lo estaba el arco.

335. Este trazado es muy fácil, basta con tomar las distancias en el arco, con una abertura de compás constante á partir de A y bajar perpendiculares á A C con la escuadra. También puede ejecutarse trazando el arco por la izquierda, haciendo igual división, y uniendo los puntos simétricos con relación á A B.

336. Mecánicamente se puede dividir la A B usando del procedimiento del párrafo 254, corriendo el índice cantidades progresivas en vez de constantes. Se señalará sobre la A B dicho resultado, figura 174.

337. Un método más perfecto es usando de patrón y corriendo el estilete cada vez apoyado en una división distinta de longitud que varíe progresivamente lo cual transmitirá el avance de la guía.

338. *Rayado paralelo progresivo*, fig. 175.—Basta trazar una recta A B que sirva de directriz, aplicarla el sistema de división progresiva 336; y cada vez que la guía se presenta en disposición de hacer una línea, trazarla, con lo que obtendremos el efecto deseado. Esta figura es en el caso que se use de patrón. En la práctica suele prescindirse de trazar la A B.

339. *Rayado concurrente*, fig. 176.—Puede efectuarse clavando una chinche ó aguja en el punto O donde deben concurrir las líneas. Para determinar la separación entre ellas, desde el punto de concurrencia, se traza una circunferencia, que se dividirá en cierto número de partes iguales, ó bien se tomará sobre ella arcos iguales. Si ahora juntamos cada una de estas divisiones con el centro tendremos el efecto que se busca.

340. También puede hacerse este rayado usando de cualquier regla que avance cantidades iguales, apoyando un extremo en un punto fijo, para que solo pueda trasladarse el lado libre.

341. *Rayado concurrente progresivo geoméricamente*, figura 177.—Si se divide la recta A B progresivamente y unen los puntos de división con el de concurrencia, tendremos resuelto el problema. Cuando este punto no esté dentro del papel del dibujo se debe tomar fuera, en el tablero ó en la mesa. Podría emplearse el dividir progresiva y semejantemente las dos líneas, A B y A' B', pero esto dificultaría mucho. La división de A B puede hacerse con el patrón.

342. *Mecánicamente* se hace poniendo una chinche ó aguja clavada en el punto O, fig. 178 en la que se apoyará constantemente

la regla guía R. Se apoya en el otro extremo el patrón y se hace con este la operación del avance progresivo, lo que nos pondrá la guía en las condiciones que deseamos.

343. *Rayado curvo*, fig. 179.—En todos casos, si la guía en vez de ser una regla ó una escuadra es una plantilla curva, el rayado resultará de esta forma.

344. En el caso del resbalamiento de la escuadra, si en vez de servir de guía para el trazado de rectas, apoyamos en cada traslación la pierna de un compás en un punto de ella y trazamos un arco de circunferencia con radio constante, resultará el efecto de la fig. 180.

345. En el caso de que se desée el desvanecido sobre una línea como la A M, fig. 181 habrá que dividir las rectas A A', B B',... progresivamente y con la misma ley y obtenidos diversos puntos en ellas, unirlos con línea continua.

346. Si se trazan con plantilla se puede hacer la de la línea exterior, y en cada rayado ir quitando materia.

347. *Rayado circular progresivo*, fig. 182.—Para el rayado concéntrico, cuando el centro deba ser el lugar más lineado se divide el radio O A progresivamente. Haciendo centro en O, con radio igual á las diversas divisiones encontradas, tendremos el efecto deseado. Una cosa semejante se hará si la agrupación de líneas se necesita lo más distante del centro.

348. Si se desea una representación en que las diversas circunferencias han de estar descentradas, fig. 183, se dividirán las líneas O O' y A O', progresivamente, se numerarán estas divisiones y se trazarán circunferencias, avanzando con el centro hacia O' y disminuyendo el radio á la distancia de O' al número correspondiente.

349. En la práctica en todos los casos, desvanecidos las distancias entre líneas y centros es muy pequeña, lo mismo que las progresiones obteniéndose así degradaciones muy lentas de buen efecto.

350. La degradación de las líneas es haciendo los trazos cada vez de menos longitud y más espaciados, llegando hasta los puntos.

10.—DELINEADO Á MANO ALZADA.

351. Es el trabajo de tiralíneas, pluma ó lápiz hecho sin guía en que apoyarse.

352. En dos ocasiones principales se emplea. Una es cuando se necesita hacer una labor minuciosa y esmerada ó precisa, la cual

debe ejecutarse lentamente, que generalmente sirve para enmendar ó complementar las deficiencias del trabajo hecho con útiles. La otra es de menos esmero, pero de más sentimiento é intención, ejecutado con rapidéz á grandes rasgos y se emplea cuando el tiempo apura.

353. Las *dificultades* de ambos casos son grandes. Por eso la mano ha de tenerse ensayada y debe obedecer al pensamiento. Es necesario pués, tenerla diestra en marchar recta y rasguear en todos sentidos, en hacer línea continua, en detenerse donde se desée y en oprimir el útil de una manera constante ó progresiva según convenga.

354. El tiralíneas y la pluma deben moverse á medida que la curva lo exija, de suerte que en cada momento se proyecten de igual modo sobre la prolongación del elemento que se vá á trazar; que la línea de los puntos de la pluma esté en cada instante igualmente inclinada con relación á la dirección de marcha; y usando tiralíneas que el carril sea normal; los puntos circulares; los trazos rectangulares, los ángulos bien determinados interior y exteriormente; el final de toda línea recta perpendicular á su dirección, y en todo se observe aquella igualdad y esmero de detalles recomendado en el delineado recto.

355. Al trazar los círculos diminutos, hay tendencia por la costumbre adquirida en la escritura á darles la forma alargada é inclinada de la letra *O*. Para evitarlo se procurará ensancharlos en sentido perpendicular; ó si se hace antes apunte con lápiz ejecutarlo de dos veces, una en la dirección y forma de la *O*, y otra como corrección de la anterior con la mano variada en 90 grados.

356. Observemos que la pluma tiene el depósito de tinta en su parte interior, de suerte que la línea que señala está más cerca del dibujo que la punta metálica, cuando está humedecida solamente su parte cóncava ó interior. Si también lo está la exterior, entonces la línea se produce sobre la huella que señala la punta.

357. *Tiralíneas para mano alzada*, fig. 184. —Para prevenir los defectos del cambio continuo de posición en la mano, se puede emplear un tiralíneas cuyas paletas *C D* sean de filos inclinados, estando su cabeza unida á una varilla *B* que gira libremente en un mango *A*.

358. Para emplearlo se carga como los ordinarios y toma con la mano derecha por el mango ó tubo *A*, y se lleva sobre el papel con la punta como si se tratase de una pluma, fig. 185. Cualquiera que sea la forma ó inflexiones de la curva que deba trazar, siempre resultan sus piernas igualmente dispuestas para el trazado.

359. Para la ejecución de una curva á mano alzada, se tantea á lápiz la dirección que ha de tener, empezando á señalar puntos;

luego á cuajarla y por último darla el grueso necesario si ha de quedar señalada de lápiz. En el caso que haya que señalarla de tinta se pasará este úti: sobre la huella del lápiz.

360. Otro método consiste en imaginarse sobre el papel la dirección que ha de tener la línea, ensayar varias veces sobre su superficie pero sin tocarle con la punta del lápiz, ó bien ejecutar este movimiento varias veces sobre un papel borrador; y cuando la mano parezca acostumbrada al movimiento que ha de llevar, con el lápiz, pluma ó tiralíneas y con resolución, hacer de una vez el trazado.

361. Se cuidará de distinguir bien las líneas de luz de las de fuerza, de las dimensiones adoptadas, sin aumentar ni disminuir grueso en los recodos y ángulos; que el cierre y unión de curvas se ejecute sin resaltes ni refuerzos de las líneas; y por último, que los trozos en que hay cambio de curvatura por progresión, inflexión ó recodo, resulten suaves y lentos, tendiendo á una gracia severa y apropiada.

362. **Adorno.**—Los adornos que entran en dibujo geométrico, son en pequeño número y de poca importancia; No obstante es necesario considerarlos, por que son muchas las obras en que hay que hacer esta representación.

363. El trazado se hará á ser posible por medios geométricos mecánicos; pero debido á la irregularidad de las líneas, lo ordinario es que se ejecuten á mano alzada, si bien se ha de acudir á este sistema en el último extremo y sirviendo de guía en lo posible algún método geométrico de los descriptos.

364. El desvanecido se ha de hacer geométricamente á ser posible y sino á mano alzada, rasgueando á buscar los efectos, ó con pluma por un plumeo cruzado si así fuera preciso para aumentar el oscuro, fig. 186.

365. Otro sistema apróposito para este caso es el *punteado*, que consiste en dar los efectos á fuerza de puntos colocados en el lugar del oscuro. Estos puntos han de ser circulares, fig. 187, y de igual grueso y colocados equidistantes para que constituyan igual tono de color. Los efectos desvanecidos se obtienen poniéndolos tanto más próximos cuanto más oscuro deba aparecer.

366. Otro procedimiento es el de poner los puntos de cualquier modo, fig. 188, cargando más de ellos donde necesite más oscuro.

367. El primer sistema exige puntos más gruesos, es más difícil y cansado, estropea más la vista por que hay que tenerla constantemente fija sobre el papel. El segundo es más rápido, dá también buenos efectos, puede levantarse la vista ó distraerla frecuentemen-

te sin interrumpir el trabajo, tiene mejor enmienda y en fin es más sencillo por lo que se usa más.

368. Estos procedimientos se emplean para representar los capitales de las columnas de arquitectura; en retablos, sillería y de toda clase de muebles; en armas blancas, repujadas y estampadas, etc., fig. 189 á 191.

11.—DE LA COPIA.

369. Se llama *copia* la ejecución de un dibujo igual á otro que se toma como muestra, ó para que guarde con él una relación de semejanza.

270. Pueden ocurrir varios casos: que se desée el dibujo exactamente igual ó idéntico; que se desee mayor ó menor, ó que se desée inverso.

En los citados casos, el procedimiento que se sigue es muy parecido. Antes de entrar de lleno en su esplicación, daremos las de varios asuntos con el relacionados.

371. **De las escalas.**—Se llama escala la relación que existe entre las magnitudes del dibujo y sus homólogas del modelo. Esta relación es la de semejanza entre las líneas y las figuras; por tanto por simple proporción, conocidas las magnitudes en uno de ellos se deduce las del otro y viceversa.

372. De su elección depende que el dibujo que haya de hacerse ocupe mucha ó poca extensión, que los detalles puedan ó no consignarse; el esmero y los útiles que hay que emplear y el tiempo que ha de invertirse. De aquí la importancia y preferencia que debe concederse á este asunto.

373. Por medio de la escala se resuelven los dos problemas siguientes:

1.º Dado un modelo conocer la dimensión de las líneas homólogas de la copia.

2.º Dado un dibujo encontrar el valor de las líneas verdaderas del modelo.

Se resuelve en la práctica por dos procedimientos, por la relación de escala y por la escala gráfica.

374. **Relación de escala.**—Si representamos por l , fig 192, una longitud del dibujo y por L la semejante del modelo y averiguamos las veces que una contiene á la otra, el número que lo exprese será la relación deseada. Será pues preciso tomar con un compás

la distancia l llevarla sobre la L ver el número de veces que la contiene toda entera, por ejemplo cuatro veces de a á b ; la parte bc se lleva sobre la l que la contendrá dos de m á n ; la parte np sobre la bc que resulta junta tres veces. El valor de ac es

$$L = 3l + bc \quad l = 2bc + np \quad bc = 3np$$

luego substituyendo tendremos

$$l = 2 \cdot 3np + np = 7np \\ L = 3 \cdot 7np + 3np = 24np$$

La operación se sigue hasta encontrar una dimensión np que mide justamente la fracción bc de la otra línea ó que pueda considerarse como tal. La relación es

$$R = \frac{l}{L} = \frac{7np}{24np} = \frac{7}{24}$$

375. El sistema anterior es largo y muy dado á errores que se obvian por el intermedio métrico ó sea reduciendo á medida métrica ambas distancias. Representando por R el resultado, por D el número que exprese la longitud en metros... y milímetros de l y por M la de L tendremos

$$R = \frac{D}{M}$$

376. Como se ve el valor de R depende de los de D y M , de modo que si D es menor que M , igual ó mayor, R será menor, igual ó mayor que la unidad.

377. Cuando R es menor que la unidad el dibujo es menor que el modelo y se llama trabajo de reducción; si es igual resulta exacta y cuando es mayor que la unidad el dibujo es una ampliación.

378. En dos dibujos del mismo modelo á escalas diferentes resulta mayor ó menor la figura de aquel en que la relación es también mayor ó menor. Así

$$R = \frac{2}{3} > R' = \frac{6}{10}$$

379. En la práctica se procura que R sea número entero ó bien

una fracción en que el numerador ó el denominador sea la unidad á fin de que la vista aprecie rápidamente la proporcionalidad entre las líneas y las superficies. Si no puede hacerse esto se ha de procurar números sencillos tales como el 1, 2, 3, 4, 5, 10 y sus múltiplos.

380. Los valores mas usados para R son pues, $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$ $\frac{1}{5}$ $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$.. para las reducciones; $\frac{2}{1} = 2$ $\frac{3}{1} = 3, 5, 10...$ para ampliar; $\frac{1}{1} = 1$ para la escala natural ó verdadera dimensión. En casos precisos se emplea

$$\frac{2}{3} \quad \frac{4}{5} \quad \frac{3}{2}$$

También suele emplearse la relación en forma decimal

$$R = \frac{5}{1000} \quad \text{ó sea } R = 0,005$$

Dichas relaciones se nombran así.

Relación ó escala de un medio $\frac{1}{2}$ ó á un medio.

Idem á un tercio $\frac{1}{3}$ — Dibujo doble ó al doble (2) ó á mitad $\frac{1}{2}$.

Dibujo á un décimo 0,1; dibujo á 5 milímetros por metro (0,005); dibujo de 5 milímetros en metro; ..

381. **Escalas gráficas** —El método anterior tiene el inconveniente de no dar en razón métrica las distancias, siendo preciso tomarlas con un compás y llevarlas sobre una regla dividida, haciendo antes ó después el paso que indique la Relación. Se evita trazando una línea sobre la que se marquen el valor métrico de las distancias del modelo en las magnitudes relativas señaladas en el dibujo.

382. *Escala lineal*, fig. 193.—Se traza una línea recta á ser posible de la longitud próximamente igual á la mayor del dibujo. Sobre ella se elige un punto de origen y apartir de él se van señalando las longitudes métricas traducidas, es decir la extensión de los metros, decímetros, centímetros y milímetros.

383. Para facilitar su lectura á las divisiones múltiplos de 5 y 10, 100, ... se les señala con división mas alta ó gruesa, fig. 194.

384. Se evita el señalar tanta subdivisión, se coloca á la izquierda del cero una unidad subdividida y las de la derecha sin dividir, de este modo se tomarán las decenas á la derecha y las unidades á la izquierda del cero, fig. 195.

La letra se hace apoyando una punta del compás en una de las divisiones de decenas y leyendo las unidades en las divisiones de la izquierda.

385. *Escala de transversales*, fig. 196.—Otra escala más perfecta se forma trazando once líneas equidistantes, dividiendo la superior y la inferior en unidades como anteriormente, y unir las por verticales como expresa la figura.

Para apreciar una distancia, se apoya el compás en la línea vertical de centenas superior, como en el caso anterior; se va resvalando el compás, al igual sus puntas, hasta encontrar la línea horizontal que más concuerde. Así tendremos las centenas en la línea vertical, las decenas en las oblicuas y las unidades en la horizontal.

Este procedimiento, independiente de la equidistancia de las paralelas, aumenta con su separación la claridad en la lectura.

386. La construcción de la escala se simplifica sabiendo el número de milímetros que corresponde á cada una de las unidades que se van á señalar. Para ello basta colocar la reglita ó el doble decímetro en contacto con la línea que se desea graduar, señalando con lápiz á partir del lugar del cero diversos puntos para término de las unidades dichas.

387. En la relación $\frac{1}{100}$, señalando de centímetro en centímetro, tendremos marcados los metros en la escala, señalando los milímetros, tendremos los decímetros. En la relación $\frac{1}{500} = \frac{2}{1000}$ señalando de dos en dos milímetros, tendremos los metros.

388. Para facilitar el marcar la escala y para no tener que construirla cuando se dá solo la relación, se venden regletas de boj, plátano, marfil ó metal, fig. 197, que tienen en sus caras planas y en sus vises dibujadas las escalas gráficas en las relaciones más usuales.

389. También se venden primas triangulares con rebajo cóncavo longitudinal, fig. 198, en que aprovechando las seis partes planas que forman sus aristas, contienen seis escalas en las relaciones de uno á 100, 250, 500, 1000, 2000 y 5000.

390. **De la copia exacta.**—Para la ejecución de una copia exacta de un dibujo se ha de disponer de un papel de igual tamaño que el del modelo.

391. *Método geométrico.*—*Por puntos.*—Se procede á estudiar detenidamente la figura de la estampa para descubrir la línea que mas convenga elegir para base del trazado. Si no estuviere señalada se elegirán dos puntos principales lo más distantes posibles, que se supondrán unidos por línea recta. Dicha línea *a b*, fig. 199, idéntica en longitud á la *AB* se señalará sobre el papel. Luego se situarán todos los puntos y líneas sobre ella y en sus inmediaciones y luego los distantes por referencia geométrica, en esta forma.

392. Los puntos situados en la base por distancia á uno de los extremos de ella. Advertimos que cuando haya que situar varios,

cada uno se situará independientemente de los otros; pues si se tomara de unos en otros los errores de apreciación se sumarían.

En puntos fuera de ella como el C, se tomará con el compás la distancia BC y la AC y trazando desde *ab* los dos arcos que se ven en la figura, dará el punto *c*. También puede hacerse uniendo C con B y construir este ángulo en *b*, bien con el trasportador ó por arco de círculo; dada la dirección se tomará la distancia de compás BC y se llevará sobre la dirección *bc*. Otro método es tomar y construir las dos direcciones *ac* y *bc*.

Puede ocurrir que un punto esté muy escéntrico de la base y no convenga hacer lo del método anterior. Entonces se construye con referencia á una línea principal ya construida. Las líneas de esta clase se han de situar con mucho cuidado rectificando su situación varias veces.

Los detalles que faíte por poner, por referencia á los principales ó secundarios, y si por su estremada pequeñez ó falta de importancia no fuese necesario mayor cuidado á mano y á ojo.

393. Del sistema precedente se vé que la exactitud depende de la representación de la base del trazado; que los errores aquí cometidos se acumulan á la situación de los puntos y líneas secundarios, y la de estos pasan á la construcción de los detalles.

394. También se vé clara la ventaja de ligar y deducir directamente de la base el mayor número de dituciones, para evitar la acumulación de errores.

395. *Método de coordenadas* — Otro medio es el de determinar todos los puntos por referencia á una línea base, por medio de perpendiculares á ella. Este sistema se emplea mucho porque lo facilita el empleo de las escuadras. Basta, fig. 200 con emplear una regla y una escuadra graduada, é ir en el modelo viendo punto á punto el valor de las distancias A a y a M, que se llevarán sobre la directriz de la copia.

Se aplica el método y conviene mucho en las figuras de arquitectura y todas las que abundan en ángulos rectos.

396. *Por equidistancia*, fig. 201.— Si sujetamos el dibujo A á la parte superior del tablero y en la parte inferior colocamos un papel B; tomamos una T que apoyamos constantemente en el canto superior del tablero y adoptamos una distancia arbitraria *mn*, no hay más que correr dicha T de modo que pase por los diversos puntos del dibujo y en cada momento señalar el que le corresponda inferior, para tener todos los puntos referidos. Dicha distancia constante se toma con un compás, regla graduada ó banda de papel doblado.

397. *Cópia ó construcción de una figura*.— Toda figura puede

considerarse formada por una serie de puntos que unidos por líneas constituyen sus contornos. De este modo se deduce su copia á consignar en el dibujo el sitio de los puntos que convenga. Al efecto se descubren en el modelo los puntos y líneas principales como son centros, concurrencias, cruces, vértices y límites; en líneas los ejes, bases, límites. Se fijan por los métodos descriptos que luego se unirán como convenga.

Cuando se trate de una curva indefinida se elejirán los puntos interesantes según se ha dicho al tratarse de estas líneas.

En la fig. 202 se traza primero la base A B, luego el rectángulo de la caldera, los centros de las ruedas, la parte de la campana C se relaciona con el rectángulo de la caldera.

En la fig. 203 lo primero es situar el eje de simetría del detalle P; luego se construye la parte Q.

398. La *cópia exacta* es cuando se desea el dibujo idéntico é igual al original. Estará pues, tanto mejor hecho cuanto mas imitación presente en toda sus partes; y esta exactitud ha de ser mas exagerada cuanto de mayor precisión sea el trabajo.

Resulta de igual tamaño, es de fácil y rápida ejecución y se comprueba con poco trabajo. Además tiene la gran ventaja de que no debiendo alterarse nada la disposición de las líneas, puntos ni representaciones no hay que discurrir sobre el asunto y puede ejecutarlo por sí cualquier delineante, aunque no entienda el arte de que se trata. Otra ventaja es el poder obtenerla por reproducción como á su tiempo diremos.

399. La *ampliación* es la copia en mayor escala, es decir en mayor tamaño. Todas las dimensiones quedan proporcionalmente ampliadas. En este caso al hacerse mayor el dibujo, aparecen mas visible todas sus partes, y es de más fácil ejecución é interpretación; pero presenta la contra de que al ampliarse hay que interpretar los pequeños detalles expresados malamente en el modelo, de modo que se corre el peligro de no hacerlo bien. Otro defecto es que el límite del error se disminuye y puede ocurrir que algunos detalles que estaban por licencia ampliados, sinó se sabe esta circunstancia, reciban patente de exactitud, lo propio que con otros detalles de los que no se hicieran mención y deberían representarse.

400. La *reducción* tiene la ventaja de que se emplea poco papel y su menor dimensión favorece el exámen. Resulta mas exacta.

Tiene la contra de que no puede contener tantos detalles y fatiga la vista del delineante cuando se extrema mucho; queda á la discreción del delineante el suprimir, simplificar ó ampliar por licencia ciertos diminutos detalles.

401. La *inversa* es la representación de suerte que aparezca

los puntos y líneas del dibujo en igual relación unos con otros que los del modelo pero en disposición contraria, es decir, en forma simétrica con relación á un eje, presentándose á la vista como si se viera al trasluz en el papel en que está la matriz.

Tiene mucha importancia este procedimiento para la ejecución de plantillas y sobre todo en las reproducciones, que explicaremos más adelante.

402. *Copia por picado*.—Se coloca la estampa sobre el papel en que se va á dibujar y con la pica ó aguja se hace un taladro en todos los puntos que convenga consignar. Levantado el modelo se unen los puntos así pasados. Los taladros han de hacerse verticalmente; es procedimiento muy rápido pero estropeado el modelo y el dibujo.

403. *Copia por calco*.—Si se coloca la estampa sobre el papel en donde se desea obtener su copia y entre ambos se pone un papel polígrafo ó manchado, basta con pasar y oprimir ligeramente los puntos y líneas del primero con un estilete para queden señalados en el segundo. Deben adoptarse varias precauciones. Los dos papeles se han de sujetar con chinchas al tablero; el estilete no debe herir el papel; debiéndose llevar por el centro de las líneas. Si el dibujo ha de hacerse luego á tinta ó lápiz solo se señalarán los puntos para referencias. A falta de papel manchado del comercio, se unta con polvo de lápiz ó negro de humo un papel fino ó el revers de la estampa.

404. *Copia al trasluz*.—Sobre el modelo se coloca un papel fino ó transparente y sujetándolo con chiches, se puede dibujar haciendo línea sobre línea. Cuando el dibujo tenga que hacerse en papel que no trasparente, se pasa como queda dicho á un papel transparente y de este se lleva al que se desea por calvo.

Favorece el sistema el hacer la operación sobre un cristal que por la parte posterior reciba mas luz que por la anterior.

405. *Cópia inversa*.—Geoméricamente se obtiene la copia inversa de una figura, construyendo los elementos del modelo de modo que las líneas y los ángulos resulten iguales pero estos en direcciones opuestas, fig. 204.

406. Por el procedimiento de la equidistancia se puede encontrar la imagen como expresa la fig. 205, valiéndose de la T y tomando como base una línea cualquiera *m n*.

407. Si no se dispone de T se coloca una regla, fig. 206 sobre la línea auxiliar, y con una escuadra se bajan perpendiculares desde todos los puntos; después se prolongan por la parte inferior cantidades iguales. Estas distancias se toman á compás, ó bien se ha po-

dido trabajar con escuadra dividida y acotado las líneas, que luego se prolongan distancias iguales.

408. Si se ve la estampa y mira al trasluz la imagen que aparece es la inversa de la natural. Se puede, pues, obtener esta figura dibujándola en la parte posterior de la estampa, ó bien por medio de calco ó al trasluz, colocando el modelo de este modo.

409. En la copia inversa según el lugar donde se encuentre el eje de simetría la copia que se obtiene puede aparecer en una de las situaciones que indica la fig. 207, siendo M el modelo. Para la comprobación de exactitud del dibujo, no teniendo acostumbrada la vista á leer inverso, se usará de un espejo, en el que se vea reflejada la imagen, que debe ser idéntica á la copiada.

410. **Reducción**, fig. 208.—Se llama reducir el obtener una figura semejante á la del modelo, la que ha de resultar con los ángulos iguales y todas sus líneas proporcionales. Salvo esto su construcción es como en la copia exacta. Las ventajas é inconvenientes de la reducción quedan dichas 400.

El obtener la longitud de las rectas por la relación de proporción ó relación de escala, se puede hacer.

1.^o Encontrando directamente de todas las distancias del modelo la línea reducida, valiéndose del compás ordinario. Este sistema es muy pesado.

2.^o Empleando el *compás de reducción*, fig. 209.—Que se compone de dos piernas *a b* y *c d* de igual longitud, con una ranura á lo largo de ellas por el que pasa un tornillo de presión M. Las piernas terminan en puntas secas por ambos extremos y tienen divisiones ó señales tales como $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$,... que manifiestan la proporción entre la distancia *a c* y *b d*. de sus aberturas.

De este modo en la reducción se pone el compás en la proporcionalidad deseada y basta tomar con la abertura mayor una distancia para que las puntas de la abertura menor dé la que se desea.

Como la reducción á $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{3}$ es muy frecuente se venden *compases de división* en los que el centro está fijo y la proporción de aberturas de sus puntas es una de las expresadas. El de la fig. 210 es de un medio $AB = 2 a b$.

3.^o Por *ángulo de proporción*, fig. 211.—Si formamos un ángulo cualquiera, X O Y y sobre él tomamos en uno de sus lados una longitud y en el otro la longitud reducida por ejemplo: $OA = 3 O a$, y unimos A con *a*, no hay más que sobre el primer lado llevar cualquier longitud tal como la O M y por los puntos M trazar paralelas á la A a para obtener las distancias O m buscadas. Esto se hace muy fácil por medio de las escuadras.

4.^o Para evitarse el tener que trazar el ángulo y las paralelas

existe el *compás ó escuadra de proporción*, fig. 212 que se compone de dos brazos graduados, en el que están expresadas diversas numeraciones, Abierto en la proporción deseada para una distancia, las demás reducciones se obtienen sencillamente.

Si $OA = Oa$ y $Aa = \frac{1}{3}AO$ tendremos siempre, que tomando $OM = om$ será $Mm = \frac{1}{3}OM$.

Se aplica también á las líneas trigonométricas, que son proporcionales á los rádios para ángulos iguales

5.^o Por la *reducción métrica* que es muy rápida, basta con aplicar una regla graduada en milímetros sobre las diversas distancias, leer su longitud métrica para reducir este número y tener la longitud expresada en dicha regla. En muchos casos este es el mejor sistema.

411. **Ampliación.**—La figura ampliada se hace en su construcción, como la copia al justo en sus ángulos y situación de líneas; solo que estas son mayores en la proporción de relación de semejanza.

Para obtener la extensión ó longitud de las líneas se emplean procedimientos como los dichos para la reducción, salvo el considerar que las distancias menores son las del modelo y las mayores son las que deseamos para la nueva figura.

412. *Otros procedimientos.*—Existen otros muchos procedimientos para la copia directa inversa, á escala igual ó diferente, que no explicamos en este lugar por no ser de resultado exacto, tal es empleando espejos, cristales, cámaras y pantógrafos.

12.—APLICACIONES ELEMENTALES.

413. Como aplicaciones sencillas de la copia, y como cosa muy usada y comun en todo dibujo, nos ocuparemos en los párrafos siguientes de dar reglas, para determinar partes que entran en la composición de todo dibujo, las cuales deben tenerse en cuenta si se desea que el trabajo resulte esmerado, concluido y con arreglo al arte.

414. **Rotulación.**—Es toda la parte de escritura que se pone en las láminas y figuras.

415. Es de las cosas que deben hacerse más á la perfección, puesto que hay seguridad de que se ha de fijar en ella todo el que vea el plano. Además como de lectura entiende todo el mundo, si las letras ó las palabras aparecen mal colocadas, se juzga así del

resto del trabajo. Puede asegurarse que dibujos mal ejecutados y con buena rotulación son mas apreciados por el vulgo que aquellos de mucho esmero y descuidado en su escritura.

416 Las formas de letras que más se emplean son la *romana* ó *de imprenta* que se caracteriza por sus trazos rectos y no tener rasgo alguno, existiendo la de trazo vertical, fig. 213 y la inclinada, fig. 214. La *itálica*, fig. 215, muy parecida á la anterior en las mayúsculas y á la manuscrita española en las minúsculas, aunque con poco rasgueo. La *redondilla*, fig. 216 de forma como la ordinaria en escritura, de perfiles gruesos; y la de *adorno*, fig. 217, cuya variedad es grande, solo sometida á que se parezca en forma á una de las anteriores ó á la escritura ordinaria.

417. **Trazado de la forma romana.** — Si examinamos su abecedario, distinguiremos que las letras mayúsculas tienen todas igual altura, que su trazado se compone casi todo de líneas rectas y curvas muy semejantes unas á otras que los anchos en todas es igual ó proporcional; de donde se deduce como se pueden construir. Si suponemos inscriptos á las letras, números y signos rectángulos iguales, podemos comprobar que la letra I y el número 1 ocupan un rectángulo; la M ocupa 3 y las demás letras y números dos. El espacio entre letra y letra es de un ancho; y el de las palabras dos. Estas separaciones pueden aumentarse en igual proporción. Además: respecto al grueso de líneas todas son iguales; la mayoría son verticales, otras horizontales, pocas inclinadas y bastantes circulares de disposición muy semejante. Los trazos horizontales en las mayúsculas e encuentran á cuatro alturas distintas, como se vé en las letras T H A L.

418. Si trazamos pues, fig. 218, ocho líneas horizontales y equidistantes y el suficiente número de verticales á la misma distancia unas de otras, tendremos una pauta con líneas que servirán de guía para señalar con el lápiz, la forma de las letras. Las minúsculas necesitan solo pauta de cuatro horizontales.

419. Cuando el dibujante tenga práctica suficiente, puede hacer el trazado sobre siete horizontales, sobre seis y á veces sobre tres. En ocasiones no se necesita de las líneas de anchos, fig. 219.

420. La división de anchos se hace muy fácilmente por medio de una regla graduada y una escuadra, fig. 220, bastando en ocasiones con hacer la indicación del punto, en la línea directriz donde debe empezar cada letra.

421. El trazado á tinta se hace: Primero todos los trazos verticales con regla y escuadra; luego todos los horizontales de la línea superior de la pauta, luego los de las inferiores, por último, los trazos oblicuos; terminando con los curvos á mano.

422. En ocasiones si se dispone del letrero impreso, se pasa al dibujo por calco; y si solo se tienen letras sueltas ó se desean tomar de varios letreros ó rótulos, se pasan al trasluz sobre un papel transparente y luego se calcan en el dibujo; ó bien directamente al trasluz se pasan al dibujo haciendo antes en él una guía recta y señalando el punto donde debe empezar cada letra ó signo.

Si las letras han de ser de tamaño grande y se toman de papel que no interese conservar se pueden picar ó *estarcir* sus contornos y pasarlos estregando sobre él una muñequilla con polvo de carbocillo.

423. El trazado de letras ó signos se facilita con el uso del papel cuadrículado al milímetro. La clasificación de un tipo de letra se hace así: en forma romana ó tal otra, recta ó inclinada, alto 4 *m m*, ancho 2, intervalo 2, grueso de línea 0'2.

424. La extensión de un letrero es por tanto igual en unidades de ancho á las que reúnen los de sus letras, números y signos, más sus espacios y el de las palabras. Los problemas que se suelen presentar, son: 1.º Dado el letrero, unidad y condiciones de anchos saber la extensión que ha de ocupar. 2.º Dada la extensión en que ha de colocarse determinar el ancho unidad y los espacios.

En ambos casos se escribe el letrero con letra ordinaria y sobre él se cuentan los elementos de que se compone, haciendo apuntes á lápiz, que luego servirá para norma de la construcción.

425. *De la letra itálica*, fig. 221.—Las mayúsculas con una pauta de pocas líneas y semejantemente al carácter romano. Las minúsculas sobre tres horizontales. En estas, las líneas 1.^a 2.^a se suele poner más próximas que las 2 y 3. Como esta forma se suelen confundir con la ordinaria, ponemos de manifiesto, en la fig. 222, algunas de sus diferencias.

526. *De la redondilla*, fig. 223.—Se suele trazar las mayúsculas entre dos ó tres horizontales; las minúsculas sobre tres ó dos. Si el que escribe es dueño del pulso, solo necesita de una línea, la inferior.

427. *Letra de adorno*, fig. 224.—Cuando no se copie de un abecedario previamente formado, es preciso construirlo antes de empezar el letrero, para que todas las letras, números y signos concuerden en sus proporciones, rasgos y aspecto. En su vista se elegirán las líneas de guía y espacios necesarios.

428. Un tipo que puede incluirse en adorno pero que por su sencillez se emplea mucho es la *forma cuadradilla*, fig. 225. Se tiende en ella á la forma itálica, empleando la mayor parte de trazos rectos y el menor de curvos. En este caso se puede hacer casi todo

el trazado con guía de regla; dirigiéndose por las horizontales de la pauta.

429. **Signos.**—En casi todos los dibujos se incluyen signos ó indicaciones que convencionalmente expresan determinadas cosas. Su construcción y trazado se hace semejante al sistema explicado para la rotulación. Si debe consignarse lo de la fig. 226, se señalan las líneas guías del trazado, después se perfila á lápiz y por último se hace el trazado á tinta, valiéndose de la regla, compás ó á mano alzada según convenga.

430. **Del cuadro.**—El cuadro 186, son las líneas exteriores que limitan el dibujo. Sirven para indicar la superficie disponible por el dibujante; es la guía del encuadernador y para cuando se quiera conservarlo en cuadro ó doblado. Estas líneas favorecen y dan buen aspecto al trabajo.

431. Las líneas que forman el cuadro, son generalmente del grueso de las que constituyen las figuras del dibujo; pues si fueran mayores atraerían sobre sí la atención del observador, quitándola de las figuras que es lo que más debe resaltar.

432. Por eso en dibujos de esmero, el mejor cuadro se compone de un doble filete constituido por dos líneas, la interior del grueso de la línea fina del dibujo y la exterior del tipo de la fuerza, fig. 227, A.

433. En la misma figura de mos mues ra de cuadros que suelen emplearse. Todos los que incluimos tienen la propiedad de ser fáciles de construir y si tiene algún adorno, no merecen estudio especial.

434. Algunos dibujos no necesitan cuadro, esto sucede en los de grandes dimensiones, como trazado de perfiles en los caminos, los dibujos propios de taller, los croquis. En ciertas obras hay dibujos que se presentan sin cuadro, pero es por que la guía para el plegado del encuadernador se hace en lugar disimulado, indicando el dobléz ó la unión con la impresión. Generalmente se pone cuadro de adorno ó recargado á los dibujos para exposición; á los industriales muy sencillo y los geométricos también sencillo ó se les suprime. Los cuadros para problemas de descriptiva suelen hacerse de $400 \times 260_{\text{m.}}$ para dimensión cuarto de *Grand aigle*.

435. **Construcción y trazado.**—Se sigue la regla general. La construcción se hace señalando la línea principal primero y luego por referencia á estas líneas demás. Después se hace el trazado á tinta. La línea directriz suele ser la interior del cuadro, que de ordinario es fina y hecha con esmero. El trazado se hace con regla, cuidando de que la concurrencia de líneas en los ángulos sea con mucho esmero.

En lo referente á la construcción, ya adelantamos estas ideas en los párrafos 186 y siguientes. Un procedimiento que podemos añadir es el empleo de la *te*, fig. 228. Colocada como indica la figura se pueden señalar las líneas *a b* y *c d* y apoyada en una de las ondas perpendiculares del tablero, la *a c* y *b d*. Las distancias se toman en el canto del citado tablero.

436. **Sombreado** — Dos son los procedimientos que pueden aplicarse á las figuras para la representación de sus sombras, 20. Uno es el *sombreado descriptivo*, fig. 229 ó sea el convenio de representar con línea de fuerza las líneas en sombra y las que formen el límite de luz y sombra. Los convenios y dirección de la luz queda consignado en los párrafos 40 á 42.

La construcción ó estudio de las partes que han de consignarse con línea fina y de fuerza, se hace con arreglo á descriptiva á la vista del modelo. El trazado se hace reforzando las líneas á que corresponda la línea de fuerza.

437. Si lo que se desea es el efecto de luz para producir el realce ó *sombreado artístico*, se extiende el estudio á lugares de la sombra, intensidad y límites y luego se dá el efecto por medio de los desvanecidos del capítulo 9.º ó de lo dicho sobre adorno, párrafos 362 y siguientes.

438. Estos efectos son muy difíciles, por eso no se emplean ó no suele hacerlos el ingeniero, dando solo el estudio anterior y dejando á cargo del delineante la ejecución del mismo. En los grandes talleres hay artistas destinados solamente á estos efectos. En la figura 230 damos muestra de determinados efectos y en la fig. 231, aparecen muestras de los resultados.

439. Debemos consignar que el sombreado industrial no se extiende mas que á la sombra propia de cada parte ó cuerpo simple en que puede considerarse dividida la máquina ó modelo; es decir que no se expresa la sombra arrojada ni los reflejos.

440 **Del adorno** — Ya dijimos la importancia y los casos en que se emplea 362. Cuando haya que copiar dibujos de esta índole se hace el perfilado á lápiz tomando geoméricamente los puntos principales, luego las demás líneas y rasgos se harán á ojo procurando caracterizar el estilo del modelo. Puede también copiarse por cuadrícula para limitar los errores del ojo á las dimensiones de una de estas. Si se copia á igual escala se puede acudir al procedimiento de tomar la nota en papel trasparente y luego pasarlo por calco, ó bien pasarlo por transparencia.

Despues se dibuja á tinta empleando el procedimiento del rasgueo cuando el dibujante tiene seguridad del éxito. Cuando no está

diestro se apelará al procedimiento del punteado. En las figs. 190, 191 se ven los efectos.

441. **Licencias industriales.**—En el dibujo industrial la tendencia es á la rapidez, simplificación y economía compatible con la representación.

442. Por esto hemos admitido ya algunos convenios generales de representación, que no son otra cosa que licencias industriales para facilitar el dibujo, Explicación y conocimiento de las figuras. Entre los aludidos está el que los objetos se representen solo por sus líneas de contorno y cambio de superficie; el del grueso de las líneas; del sombreado; del rayado de sección... Son también del orden de licencias los convenios particulares que se usan en determinados trabajos.

443. Se toleran las licencias industriales, las más de las veces *por el inconveniente de la escala*, que siendo reducida no permite dibujar en requieño espacio los detalles. En tal caso, si fuera de gran conveniencia el consignar la omisión, se dibujará lo mas diminuto que permitan los útiles y luego se explicará la licencia en la leyenda ó en la figura aparte, en escala ampliada, donde consten todos los detalles, fig. 232. A veces se emplea la disminución de los gruesos de las líneas del convenio, fig. 232, C.

444. Por igual motivo se suprime el dibujar los contornos en algunos objetos diminutos dejando reducida la representación á simples puntos. Tratándose de clavos ó estaquillas vistas por su cabeza ó punta; agujas ó alfileres y pequeños taladros, ejes y redoblonos en las construcciones de hierro, véase la fig. 233

Se empleará también solamente líneas para la representación de clavos y estaquillas vistas de costado; de hilos y cordones; de alambres, cables, cadenas y muelles y cosas semejantes, fig. 234. Idem de líneas más gruesas, en las formas más complicadas, como en la cerradura, goznes y adornos de la fig. 232

445. Otra licencia es la de dibujar algún detalle, no en su verdadero lugar sinó un poco corrido. Esto se hace cuando falta espacio. Preciso es que se explique el error, por la distancia verdadera que exista á otro punto ó lugar bien representado, fig. 235.

446. Para ahorrar tiempo y trabajo se representan los cordones, cuerdas, betas y cables como en la fig. 236. El ramaje, cañas, yerba, paja, según la fig. 237. Los tornillos de hierro y madera, fig. 238.

447. Para abreviar se representan también las elipses, para bolas... por curvas parecidas, cuyos ejes ó elementos esenciales de la construcción sean iguales á los de las verdaderas.

448. Otro motivo de licencia es el de *facilitar la interpreta-*

ción. Para explicar la distancia real que hay entre dos puntos, se unen ambos por una línea de trazos, terminando sus extremos con puntas de flecha y en el intermedio en la misma línea se escribe el número que exprese la verdadera distancia, fig. 239.

449. La marcha del agua, del viento, á veces de la luz, del ruido, de las ruedas y cosas semejantes se representa por líneas ó flechas que vagan en dicha dirección y partan del origen ó foco que lo produce, fig. 240. En algunos casos se suele dibujar una mano cerrada, teniendo solo extendido el dedo índice en la dirección que le quiera señalar, fig. 241.

450. *Para llamar la atención* y conseguir que el lector se fije en determinado punto, se usa de una flecha ó mano que termine en el lugar deseado, escribiendo en su vástago ó inmediato á él, rótulo ó número que exprese tales circunstancias, fig. 242.

51. Se cubre también de tinta toda la superficie del objeto ó detalle que se desee poner de relieve. Esto suele emplearse en óptica para señalar el lugar de los lentes; para expresar el espesor de las corazas en el dibujo de sección de la arquitectura naval; en ciertas membranas ó nervios en la descripción del cuerpo humano,...

452. En muchas ocasiones se supone materializado el líquido ó el fluido de que se trate, constituyendo como hilos ó superficies que se representarán como en la fig. 243, en la que se expresa un salto de agua A, un torbellino de viento B, las ondas sonoras de un efecto de ruido C, la emisión de luz y rayos luminosos D,...

453. En la representación de la materia, fig. 4 y 5, en dibujos diminutos se imitará lo más posible. Cuando no pueda hacerse se adoptará un convenio particular que se consignará en la leyenda.

454. En la representación de la figura si es simétrica solo se dibuja una parte completa y los diversos ejes, ó centros, sustituyéndose las demás detalles con ligeros perfiles.

Si en una lámina ó figura hay que *consignar lo que aparece en otra*, se hace en aquel lugar una ligera indicación de su dibujo y se cita donde se encuentra completo. Tratándose de figuras ó asuntos muy conocidos basta á veces con perfilarlos ó indicarlos.

13.—COLORIDO.

455. **Teoría de los colores.**—Se llama *color* el efecto que produce en nuestra vista la luz reflejada en la superficie de los cuerpos.

456. La luz procedente del Sol, principal foco que alumbra la tierra, es de color *blanco*. Si se hace pasar un rayo de ella á través de un prisma de cristal, se verá que se descompone en diversas tintas, en degradación continua, á causa del diverso grado de refrangibilidad presentando también entonación diversa, fig. 244.

457. Esta escala de color podemos dividirla en tres grandes fajas ó *colores elementales*, que son:

rojo — amarillo — azul

458. Si estudiamos con más detención el espectro puede dividirse también en seis fajas más estrechas, con colores llamados *simples, primitivos ó principales*, que son:

Rojo — Anaranjado — Amarillo — Verde — Azul — Violado.

La carencia de luz, el límite del violado, es decir más allá del ultravioletado es el color *negro*.

459. Como comprobación de lo anteriormente expresado, si por medio de una lente ú otro medio, y sobre una pantalla reunimos todos los rayos del espectro, obtendremos el efecto de la luz blanca, fig. 245.

460. Si reunimos de dos en dos los rayos de color elemental obtendremos el efecto de los otros tres simples, y reuniendo de igual modo estos simples reproduciremos los elementales.

Así el naranjado se obtiene con el rojo y amarillo.

Verde.....	amarillo y azul.
Violado.....	azul y rojo.
Rojo.....	violado y anaranjado.
Amarillo.....	anaranjado y verde.
Azul.....	verde y violado.

Si obtenemos las combinaciones ternarias, cuartenarias,... resulta un sin fin de tonos y matices, con los diversos colores que admiramos en la naturaleza.

461. El arco iris es una descomposición de la luz blanca. Al pasar la luz á través de cristales y agua, al reflejarse en ciertas circunstancias se verifica más ó menos perfectamente dicha descomposición.

462. *Colores complementarios*.—Se llaman así los colores ó tonos que reunidos constituyen la luz blanca. Así cada uno de los tres colores elementales tiene por complemento la combinación binaria de los otros dos.

El rojo tiene por complemento el verde.

azul.....	anaranjado.
amarillo.....	violado.

El de los demás tonos y matices se sabe por la diferencia entre los rayos que los constituyen y los de la composición de la luz blanca.

La luz de otros focos produce el espectro con los colores de la del sol, aunque las fajas sean de diversa extensión ó falte algún color ó domine el del foco. En las de vela y gas domina el amarillo.

En la fig. 246, aparece la formación de la rosa de los colores y de los tonos.

463. *Color de los cuerpos.*—Los cuerpos descomponen también la luz por reflexión y en diferente grado ó poder para los diversos rayos simples. De aquí que todo cuerpo que refleja todos los rayos y en igual intensidad y condiciones que les recibe es blanco, el que no refleja ninguno negro; y así es rojo, amarillo, ó de una tinta ó matiz determinado, el que refleja los rayos á las combinaciones precisas para constituir esta luz.

Dentro de estas condiciones influye mucho para el color del cuerpo el de la luz que recibe. Los que están en cámara ó habitación oscura, no tienen más color que el del rayo que les hiera; los que reciben la de un foco como bujía en que domina el tinte amarillo, tienen á este tono de color; los que estando á la luz del día reciben rayos de luz de determinado color, toman esta entonación.

464. *De los útiles.*—*Papel.*—Reasumiendo lo dicho en el párrafo 47 y siguientes, diremos que debe ser de color blanco de nieve ú otro claro, de tinta uniforme, sin manchas ni desigualdades, por doblez, raspadura ó marca de fábrica; el grano fino, unido apretado; el espesor grueso ó de cuerpo; y respecto al encolado de tal condición que humedeciéndole con una esponja fina con agua no aparezcan manchas; que no chupe demasiado, ó se emborrache, ni mirado al trasluz presente transparencia desigual. También puesto horizontal y mirado por 45° debe presentar superficie unida, sedosa y planteada, aunque no pulida.

El papel cuanto más viejo mejor admite el lavado.

465. *Pinceles* ya los describimos 147, fig. 64. Para que sean buenos han de separarse fácilmente sus pelos cuando esté completamente seco; metido en agua y enjugado después en la boca ha de formar punta cónica y bien unida; y oprimiéndola contra el papel ó borde del platillo ha de recobrar prontamente su forma normal, *no quedándose* con la inclinación que se le hubiese dado, ni formar más que una punta y esta ser fina y no gruesa ni chata. Para quitarle los pelos sobrantes se le humedece y sacude con objeto que se descarguen del agua sobrante y se pasa rápidamente por la llama de una vela para que se quemen.

466. *Colores del comercio.*—La imitación del color de los

cuerpos se dá en dibujo por medio de sustancias que producen el efecto del reflejo de los cuerpos. En el comercio se hacen colores imitados á los simples y á los tonos mas usados.

Se venden en polvo impalpable, muy tamizado, de procedencia mineral, vegetal ó animal, adherido por medio del agua gomosa ó de la miel, formando pastillas de diversas formas.

Tambi3n se venden en líquido ó tinta, encerrados en frascos de cristal; y en tubos en forma de jarabe ó papilla espesa. Los más empleados para el lavado es en pastilla, de los que vamos á ocuparnos.

467. *Negro*.—La tinta china es de color negro intenso, muy fino trasparente y sólido. Se funde y mezcla bien con todos los colores; se extiende con facilidad. Dada con tiralíneas aguanta inalterable el que se pase sobre ella un pincel humedecido con agua ó con color, por el procedimiento del lavado. Las otras propiedades se explican más extensamente, 139.

468. *Sepia*.—De color oscuro variable. De procedencia animal. Es de uso muy fácil y útil para la composición de tintas oscuras, resultando tonos muy sólidos.

469. *Carmin*.—Es de color rojo púrpura muy vivo. Se extrae de la cochinilla.

Su empleo es fácil por que se estiende con facilidad y resulta muy transparente, pero con poca fijeza, pues la acción de la luz la hace palidecer, tomar tinta amarillenta y desaparecer poco á poco.

470. *Minio ó rojo de saturno*.—Es de color anaranjado; de procedencia mineral. Produce color muy vivo y brillante, pero tiene la contra que lo pierde muy pronto; además decanta en el platillo, con lo que se dán muy mal las tintas sostenidas.

Mezclado con otras tintas las oscurece de día en día.

471. *Goma gutta*.—De color amarillo de oro.—Es producto resinoso de un árbol de las Indias. Se deshace muy facilmente y produce aguadas transparentes pero poco sólidas. Empleado oscuro ó espeso dá efecto desagradable por lo desigual. Se remedia quitándole la parte superabundante de su goma, moliéndola y lavándola por decantación en muchas aguas sucesivas ó reduciéndola á polvo y dejándola en infusión en espíritu de vino.

472. *Indigo*-(*azul de rey*).—Es color de procedencia vegetal. Se deshace fácilmente y se estiende lo mismo sobre el papel; pero poco firme se vuelve frio y desluce ó descolora al poco tiempo. Se le emplea para hacer los verdes oscuros.

473. *Azul de prusia*.—Es de color azul oscuro. Se obtiene de procedencia mineral y animal. Es susceptible de darse muy transparente pero difícil de sostener con él el color en superficies extensas.

Tiene mucha solidez. á medida que pasa el tiempo se pone más oscuro, tendiendo al tinte verdoso.

474. *Cobalto*.—De color azul celeste y procedencia animal. Es muy sólido y brillante pero no tiene trasparencia, dando á la luz artificial tonos violaceos. Es muy difícil de dar en tintas sostenidas, pero tiene una solidez grande, no siendo alterado por la luz natural, pues al contrario la exposición á ella lo fija.

475. *Verde esmeralda*.—Color de procedencia animal que reemplaza con ventaja á los verdes compuestos de azul y amarillo.

476. *Siena*.—Composición mineral; ocre que existe en la tierra de Sienna, territorio de Toscana, de color anaranjado. Da tintas bastante solidas y de tonos calientes.

477. *Blanco*.—Es difícil encontrar este color puro; lo general es sustituirlo por el fondo del papel. El blanco se emplea para aclarar todas las tintas

478. **Preparativos**.—Antes de proceder á dar el color se ha de tener en cuenta las reglas y advertencias del párrafo 160 y siguientes, sobre todo lo referente á pegar y despegar el papel, 164, que es imprescindible cuando la parte que ha de lavarse es de alguna extensión para que no aparezca con arrugas ni bolsas

479. *Estirador*.—Otro medio de extender el papel es empleando la prensa ó chasis de la fig. 247, que se compone de un vano ó marco rectangular A B en el que encaja un tablero ó prensa C D que se oprime con los dos barrotes *m n*. Para usarlo se toma el papel que se humedece por la cara en que se vá á dibujar, con agua clara, ó mejor con una solución saturada de alumbre ó sulfato de alumina, con objeto de llenar los poros que tenga, y quitarle la mala propiedad de ser esponjoso y que le resulten manchas ó pecas.

Del otro lado ó revers, se moja con agua de almidón que se deja enjugár á la mitad, y sirve para dar más cuerpo al papel, sobre todo si está mal encolado, para que el color no se repase.

Se pone sobre la prensa una hoja seca de papel comun que se una al papel de dibujo, el almidón hacia la parte inferior. Enseguida se coloca el tablero C, en el marco y oprime con los barrotes.

480. Hay otros *estiradores vacíos* ó huecos, que consisten en dos marcos, fig., 248, que se reunen por mordazas, y toman en su interior el papel, quedando éste al descubierto por ambas caras. Tienen ventaja, y es que puede humedecerse por un lado y por el otro y darse las tintas por ambos lados. Con lo primero se facilita la extensión y mezcla del color.

En vez de tablero, puede emplearse cartón 150, pero es preciso

que sea lo suficientemente grueso para que la humedad del papel no lo alavee. El almidón es entonces mejor que la cola de boca.

481. *De las tintas.*—Se hacen tomando la pastilla del color necesario que se deslien en agua como se ha explicado para la china 175. Debemos decir que hay colores en que se hace muy facilmente como con la china, goma gutta y el indigo. En las de procedencia mineral es más difícil.

El estenderlas ó sea lavar sobre papel es facil con algunas como la gutta pero muy difícil con otras como el cobalto.

Dado el color los hay en que puede resultar muy trasparente, hasta el punto de no ocultar las líneas de lapiz ni menos de tinta que se hayan hecho antes, mientras que otros como el cobalto las dejan invisibles.

Al secarse las aguadas resultan algunos colores con tonos muy vivos y como brillantes; tal sucede á la china, carmin y cobalto, mientras que otros como la gutta lo presentan apagado.

Durante el trascurso del tiempo los hay sólidos ó permanentes es decir que no cambian su color por la exposición á la luz: tal es la china y el cobalto. Otros se descoloran y rebajan de día en día, como el minio, gutta é Indigo. Y otros tal como el azul de Prusia á medida que pasa el tiempo tiende á obscurecer y toma tinte violaceo.

El carmin al descolorar tiende al amarillo.

Por último los hay con aspecto de crudez ó acritud como el gutta estando espeso y otros que á la luz artificial dán un matiz distinto que el suyo á la luz del día, como ocurre al cobalto, que lo tiene violaceo.

482. *Mezclas.*—Cuando la tinta deba componerse del color de dos ó más pastillas, se deshace lo que corresponda de cada una en un platillo y despues se juntan estas tintas mezclándolas perfectamente con un pincel.

El tono que resulte será proporcional á la intensidad de cada componente y á la cantidad tomada de él. Una vez hecha la mezcla las particulas más densas se decantan con más rapidez y la entonación irá constantemente cambiando, descomponiéndose la tinta.

La tendencia es pues al tono del color más soluble.

Estos inconvenientes se eluden moviendo el líquido siempre que haya que mojar ó empapar el pincel ó pluma para usar el color, ó mejor empleando pastillas al tono que se desea, pues que en la fábrica han procurado hacer más sólida é indisoluble la mezcla.

483. *Combinaciones.*—Mezclando por el sistema anterior, color de las pastillas, de dos en dos, nos resultan diversos colores y matices según la importancia de los componentes.

Con el negro todos los colores oscurecen, y con el blanco aclaran.

Los encarnados con amarillo forman colores anaranjados. Los azules con los amarillos forman los verdes, los encarnados con los azules los violáceos.

Para obtener los tonos más brillantes y frescos, como encarnado es conveniente usar el carmín, como amarillo el gutta, como azul el Prusia.

El cobalto recubierto de otras tintas claras queda siempre color azul.

Dos tintas compuestas de la mezcla de los mismos colores, en diversas proporciones, presentan el mismo matiz, pero diversa entonación. Cada una aparecerá con más punto de color del simple de que tenga más proporción.

Las mezclas que resultan de combinar cualquier color con el blanco ó con negro se llaman *grises*. Las combinaciones de blanco y negro *tintas neutras*.

Aquellas en que entre el encarnado *calientes*, las en que domina el azul *frias*. Con el amarillo los tonos se avivan, con el azul palidecen.

Las mezclas con blanco abrillantan ó blanquean, los de negro oscurecen ó sombream. La mayor cantidad de agua alijera la tinta, es decir, la aclara pero no la blanquea: si esto sucede es porque siendo más trasparente y el papel blanco el efecto del color del papel se une al de la tinta.

Si se desea ver el efecto que resulta del empleo de ciertos colores mezclados, se dibujará un círculo que se divide en varios sectores y dará á cada uno de ellos el color de un simple, de modo que el número de los tintados de cada color resulte con los demás en la proporción deseada. Luego se hace girar el círculo rápidamente sobre un eje que atraviese su centro.

484. *Imitar una tinta*.—Cuando se desee imitar un color, se examinará el modelo para indagar la cantidad y fuerza ó condiciones de los colores que lo forman. Se deducirá cual es el dominante y la proporcionalidad de los componentes. Se verán las pastillas de que se dispone y formará juicio de la cantidad que de cada una se precisa, cuidando que en el compuesto entre el menor número de colores y estos á ser posible de igual densidad. Se hace por el sistema de tanteos hasta llegar al punto deseado.

485. *Nombre de los colores y matices*.—Es infinita la variedad y el nombre con que se les distingue. El nombre común se aprende por la práctica, que por ejemplo, admite los siguientes nombres:

Blancos — de nieve, leche, plata,... marfil,...

Rojos — encarnado, rosa, ... granate, ... sangre de toro, ladrillo ..

A todos ellos se les suele añadir en ocasiones el calificativo de color vivo, apagado, subido, medio, bajo, tostado, viejo, nuevo, claro, oscuro, ligero, sucio, moda, ...

486. *Contraste*.—El poner al contacto colores diversos produce efectos de visibilidad notable que se aprovechan en la práctica.

Pintado en contacto los colores simples del espectro en el orden que los apreciamos dan efecto desvanecido y apenas se nota la unión, resultado que agrada á la vista. Puestos en otro orden se pone enseguida de manifiesto la línea divisoria.

Cuando la reunión es de los colores complementarios ó de oposición se exaltan en sus bordes.

Por eso todos los matices de su color casan ó dan efecto suave (el carmin, con el rosa, granate, ..) Son de oposición el blanco y el negro y ambos colores con todos los demas. Las tintas neutras casan siempre con el blanco y con el negro y á veces con los azules por que los negros del comercio generalmente tiene algo de este color. Los grises casan con los colores base y es el medio de unir los demás colores al blanco y al negro.

Dos tintas unidas de color opuesto, blanco y negro por ejemplo, la blanca ó sea la de más luz parece más ancha y más larga. Una tira estrecha de color sobre un fondo de contraste ó contrapuesto, se llama *vivo*.

Las partes brillantes de los cuerpos parecen mayores que lo son en realidad. Cuando están próximas á la sombras parecen mas claras y las sombras mas vigorosas

En un color de fondo sostenido (encarnado por ejemplo) es de mal gusto el colocar dibujos diminutos de color contrapuesto (estrella ó círculos verdes)

El gusto poco delicado acepta bien los dibujos con solo los colores primitivos. Los que le tienen afinado prefieren los medios tonos ó tintas suaves y estas que resulten casadas excepto en los casos en que se desee obtener un efecto. Los árabes, los orientales y los chinos son ejemplo de lo dicho: emplean casi exclusivamente los colores primitivos y contrapuestos.

Los colores complementarios mezclados se destruyen dando tintas incoloras y de mal efecto. El no poder en la práctica conseguir llegar por este medio al blanco depende de no disponerse de ingredientes suficientemente puros y de entonación justa.

Una de las causas principales de la visualidad y realce, es pues, el contraste de las sombras y de las partes más ó menos claras y brillantes.

487. **Del Lavado** —Se debe disponer por lo menos de un par de pinceles apropiados al caso, de modo que si se trata de pequeñas superficies basta con dos de tamaño pequeño y si de trozos mayores, dos brochas. Los pinceles han de estar unidos de dos en dos por un asta y ser desiguales; uno mayor que otro

Se dispondrá también de dos vasos lavapinceles, uno para lavarlos y otro el más pequeño, con agua limpia para enjuagarlos. Se sujetará el papel como se ha explicado.

488. Las tintas han de hacerse ligeras para que corran bien y resulten transparentes. Debe tenerse en cuenta si se ha de dar una ó más capas para hacerlas con más ó menos agua y que resulte más ó menos clara. Si es color de los que el tiempo oscurece ó aclara, también se procurará contrarrestar este defecto.

489. Para *lavar* ó sea para dar un color sostenido, llano, liso ó plano, que de todos estos modos se llama, en una parte del papel en que ha de resultar el tono por igual, se tomará el pincel proporcionado, se cargará lo suficiente de la tinta, cuidando no coja posos y se manchará de ella la parte superior del trozo que se desea. Seguidamente frotando con los dos tercios del pincel se irá corriendo el líquido á la parte inferior, llevando por delante la tinta que sobre, recorriendo así toda la superficie hasta la última parte donde al elevar el pincel se asimilará el líquido sobrante. Si no lo tomase todo, se aplicará el otro pincel unido al asta, que estará descargado y absorberá apurando el resto.

El color dado en estas condiciones resulta sin solución de continuidad en el tono. No sucede lo mismo si se deja secar una parte y luego se continúa lavando, pues se notará una línea divisoria procedente de los dos tonos, ya que por momentos varía aunque insensiblemente; ó bien por la línea de unión, que siempre se marcará algo á causa de montar un tono sobre otro

Para evitar lo anterior, durante el trabajo, los bordes de la parte tintada por donde haya de continuarse, se tendrán constantemente humedecidos con sobrante de líquidos, para que no se sequen. Otras veces con anticipación se tiene ligeramente humedecido con agua clara la parte que después ha de recibir el color.

490. Cuando la tinta está perfectamente disuelta y el pincel tome partículas de las que aquella tiene en suspensión, se observará que aparecen situadas en el papel, desigualmente, presentando mayor número en los bordes, y en el fondo de las abolladuras que la humedad haya ocasionado en el papel, es decir, en aquellos lugares donde el líquido pasa con menos velocidad.

491. Estos defectos una vez originados es difícil corregirlos; se disimulan solamente dando otras capas encima, cuidando que se

repartan estas desigualdades, á cambio de oscurecer sucesivamente e te lugar en cada pasada.

492. Dentro del procedimiento anterior y como ampliación de él se emplean diversos recursos que vamos á detallar.

493. *Superponer, Reforzar.*—Si dada una capa de color sostenido y después de completamente seco se dá encima otra de cualquier color, la superficie aparecerá de un tono igual al de la nueva tinta variado según su transparencia y el color inferior. La transparencia irá perdiendo en las capas sucesivas. A esto se llama superponer.

494. Si la tinta de la capa superior es igual al de la inferior, el tono es el mismo, tendiendo á oscurecer y llegar como límite al de la pastilla. Esto se llama reforzar.

495. *Bandas.*—Un caso particular de reforzar una superficie tintada es dar de nuevo la misma tinta en toda ella menos en una banda ó faja del mismo ancho en todo el contorno. Haciendo esta operación diversas veces el resultado es un desvanecido ó progresión de color, tanto más delicado cuanto más estrechas sean las bandas y más ligera la tinta que se emplee.

496. *Otros efectos.*—En algunos casos el color puede darse á pincel casi seco, es decir, ligeramente cargado de tinta. Se emplea para trozos de cortas dimensiones y cuando hay que reforzar por pinceladas.

497. Cuando dada una capa de color sostenido, aún húmeda, se dán pinceladas de otro tono, el color se verá correr y confundirse con el anterior, resultando por sí un desvanecido, que pasa del primitivo color al superpuesto. Si el tono segundo es igual al primero llegará al reforzado.

498. *Enmienda.*—La tiene muy mala la superficie lavada. Si en el color es admisible reforzarlo se subirá el tono semejante á como se dijo 491. Si no es posible se humedece la parte equivocada con agua limpia y se frota con una esponja hasta quitar el color; se deja secar y de nuevo se dibuja.

Si hubiere necesidad de apelar á la raspadura, como en los párrafos 189,

499. **Convenios de representación**—En el dibujo industrial no se emplean los efectos del colorido, solo las tintas sostenidas. En algún caso excepcional de poca importancia se imita algún desvanecido si el dibujante tiene habilidad para ello.

Se aprovecha la sencillez del lavado para la representación de la materia. Para esto se forma una cartilla de representación, en que á cada materia se le asigna un color, cuidando que en lo posible

se parezca al natural, y que sea fácil de dar cuanto más haya que emplearlo.

No existe convenio general; cada arte, cuerpo, ó fábrica y aún cada ingeniero emplea el suyo, que debe saberse por los que havan de examinar el dibujo ó debe consignarse en la leyenda. Lo más corriente es que se represente.

La madera, por.....	siena clara,
hierro y acero.....	azul obscuro
pedra.....	tinta neutra
tierras.....	siena tostada,
aguas.....	azul claro
cobre.....	rosa.
ladrillo.....	encarnado
latón y bronce.....	amarillo.

En la madera se puede además indicar el beteadado con tinta más obscura; y lo mismo en las piedras y ladrillos las uniones; en las tierra las desigualdades.

En el comercio, se venden por A. W. Faber pastillas hechas á tono convencional para las siguientes representaciones.

Construcciones.—Pizarra, madera, ladrillo rojo, ídem amarillo, hierro, fundición, albañilería, corte de piedra, plomo, zinc, estaño, terreno, tejas y cristal.

Máquinas.—Madera, ladrillo rojo, hierro, fundición, albañilería, acero, bronce, cuero, cobre amarillo, ídem rojo.

500. A veces se emplean tintas espesas para hacer líneas de diversos colores ó rayados sobre los lavados para completar el citado convenio.

14.—REGLAS DE CONJUNTO.

501. Todo dibujo lineal se empieza ó perfila á lápiz y después se hace á tinta. Si se emplea el sistema lavado se constituye primero á lápiz, luego se dá el lavado y por último se trabaja con tiralíneas.

502. El orden es empezar por elegir papel y fijarlo en el tablero: luego se hace el cuadro y elije la escala para las diversas figuras. Se adoptan también los diversos convenios de representación ya generales, ya particulares, que servirán para todo el trabajo. Se pasa por fin á la

503. **Distribución de figuras.**—Para esta repartición se hace un croquis en papel aparte, bosquejando dentro del cuadro las diversas figuras, en proporción á las dimensiones con que han de aparecer. Al hacer esta distribución se atenderá y dejará lugar para los rótulos, indicación de las mismas figuras, escalas y explicación ó signos que deban acompañarse.

504. En algunos casos tratándose de una figura grande que haya de ocupar todo el cuadro, ó de varias de igual extensión superficial, es necesario encontrar del cuadro sus diagonales, líneas medias ó centro, para colocarlas con relación á estos elementos.

505. **Construcción y trazado.**—Determinado el lugar donde debe dibujarse una figura, se empieza por construirla ó sea situar sus *puntos ó líneas principales*, como son la línea de tierra, centro ó eje de simetría. Con relación á estos se fijan despues los *puntos y líneas importantes*, tales como líneas de contorno, puntos de concurso. Por último se señalan los *puntos y líneas de detalle* que permita consignar la escala. 390.

Ahora se hace el estudio de las líneas de sombra ó de fuerza, las que se señalarán con línea de este grueso.

506. Durante el trazado se ha de llevar el lápiz con suavidad constante y bien afilado, marcando línea sostenida y limpia, de modo que el efecto resulte por igual. También se ha de cuidar que no se agujere el papel, que no se produzcan surcos ni se ensucie con los útiles ni las manos.

507. Terminado el dibujo á lápiz se empieza á pasar de tinta, haciéndose ésta previamente con las precauciones ya conocidas 175. Luego se elije el grueso de las líneas para las de luz y sombra, según la escala y la distancia del punto de vista á que ha de ser examinado el cuadro consignándose las tomadas por tipo en una banda del papel ó en el volante. Se pasa á señalar todas las líneas finas, empezando por las figuras más altas en el cuadro y más á la izquierda, luego se irán señalando las de la derecha y descendiendo hasta la última. Acabado lo anterior se hacen en el mismo orden las líneas de fuerza, llevando gran cuidado en los empalmes y en el desvanecido en los pasos de luz á sombra.

508. Las líneas de trazado difícil, como son las de plantilla y las á mano se pueden hacer después de las anteriores, cuando hay seguridad de que han de resultar aceptables; si hubiera duda de este resultado se harán las primeras, para desechar el trabajo si no salieran á satisfacción.

509. Siempre que una recta y una curva empalmen se empezará el trazado por la curva; y si son dos curvas por la más difícil ó que menos seguridad ofrezca.

510. Por último se dá de tinta á todos los rótulos é indicaciones que deba llevar el trabajo.

511. Cuando el dibujo está destinado á hacerse en tinta, se pueden admitir abreviaciones en lápiz que aligeran el trabajo.

Las líneas á lápiz pueden trazarse sin límite justo, es decir no precisa que las concurrencias y ángulos queden bien terminados en sus centros ó vértices, dejando solo este cuidado para el trazado á tinta que es como se ha de dar al público. Las líneas pues se cruzarán en vez de concurrir,

Ciertas líneas cuya colocación sea sencilla y no ofrezca duda su trazado por estar determinada su dirección, situación y longitud, no necesitan señalarse á lápiz, dejando esto á la tinta

Las líneas de fuerza en los dibujos fáciles y en las copias, no necesitan señalarse en el trabajo á lápiz.

Las rotulaciones sencillas y algunos signos de representación; las letras de las figuras y números en el distanciado, dada la habilidad del delineante, solo se suele tomar para ellas con el lápiz indicación del lugar donde han de colocarse, pues el trazado puede hacerse solo á tinta.

512. Cuando el dibujo lleva colorido se hace á lápiz el perfilado de las líneas y de los límites de color. Luego se dá el lavado y por último sobre los colores se hace el trazado á tinta. Solo en caso excepcional, siendo la tinta china muy superior, se hará el lavado sobre el trazado á tinta.

En los lugares que hayan de ocupar las tintas de color se tiene cuidado de no hacer línea de lápiz que luego no haya de constar; y si fuere imprescindible el hacerla por exigencias del trazado se ha de limpiar antes de dar el color.

513. Cuando el dibujo ó las figuras hayan de llevar alguna línea á tinta concentrada de color, se dá después de la china y si hay lavado después de éste. Los colores del lavado se ha de cuidar tengan diversa entonación que estas tintas. Los tiralíneas se han de limpiar perfectamente para este uso y las plumas han de ser nuevas.

514. **Operaciones de conclusión.**—*Líneas de corte*—Terminado el dibujo á tinta se hacen con él diversas operaciones. Si está pegado al tablero ó si los bordes estan muy sucios se trazan á lápiz las líneas de corte 188, con línea seguida ó de trazos muy largos. Por ellas con un cortaplumas apoyado en una regla metálica ú otra guía se corta el papel; ó bien se levanta forzándolo con el cortaplumas, de modo que respete la banda interior á esta línea, por la que se cortará con tijera larga. Si ha de encuadernarse ó unirse á un marco ó ponerle barras de madera para colgarlo, como

sucede á los mapas murales se tendrá en cuenta la superficie que hay que destinar á este objeto.

515. *Limpieza*.—Se procede á limpiar el centro del dibujo pasando miga de pan ó goma suave que no levante su epidermis ni la tinta; las tandas y lugares más sucios se frotan con goma fuerte, ó primero con raspador ó lija y luego con goma, con las precauciones ya explicadas 189.

516. *Repasso de las líneas*.—En este momento se examina todo el dibujo para ver si en la limpieza ó por olvido, alguna ó algunas partes están incompletas; esto suele suceder en los cruces de líneas, en los centros y en los detalles. Al efecto con la pluma se hacen los ángulos que estén escasos y se raspa el sobrante de los cruces. Algunos agujeros procedentes del compás ó de las chinchas, se cerraran apretando ligeramente el papel contra el tablero.

517. *Firmas*.—Para acreditar en todo tiempo el que hizo el dibujo y responder de lo consignado, se pone las firmas ó indicaciones del autor y del delineante á semejanza de lo que ocurre en los trabajos de imprenta. Si después el trabajo se reproduce por litografía ó fotografía también llevará el nombre de este artista.

El autor firma y rubrica dentro del cuadro y generalmente en su parte inferior y derecha. Cuando se trata de una colección de laminas, se coloca su nombre en el encabezamiento ó membrete de la primera ó de todas ó se explica en el texto.

El delineante si responde del dibujo por haberlo compuesto firma dentro del cuadro, como se dijo para el autor; pero si su trabajo es solamente el de haber puesto en limpio los croquis ó instrucciones que le hayan dado, pone su nombre fuera del cuadro, al pie de la orla, seguido de la abreviación *dib.* que quiere decir dibujó ó delineó.

A veces se pone en esta parte y á la izquierda el nombre del autor, seguido de la abreviación *inv.* inventó.

Si el dibujo es oficial, el que hizo el proyecto firma dentro del cuadro, como autor, y á su izquierda pone el V.^o B.^o y firma y rubrica el jefe que lo haya examinado y estando conforme con él lo autorice. A su inmediación se pone el sello de la dependencia y el número de orden del registro.

Al firmar y rubricar no debe emplearse letra y rasgos inmoderados que desluzcan el trabajo y esmero del delineante; la tinta y pluma que se emplee, será la que proporcione el delineante para que en todo aparezca la simetría y buen gusto peculiar en estas obras.

El nombre de la localidad y fecha se escribe antes de las firmas en tipo de letra de las recomendadas, generalmente la itálica, y en la misma irán los nombres de los que no rubriquen.

518. **Fijativo.**—Si el dibujo se ha de presentar en lápiz ó partes en lápiz y en esfumino se humedece su superficie con un líquido fijativo tal como la leche, agua de goma muy clara ó alguno de los que venden en el comercio. Se puede distribuir por medio de un pulverizador ordinario y se ha de cuidar que no llegue el líquido á la parte de tinta ó lavado para que no se corra.

519. **Barnizado.**—A los trabajos que se han de exponer colgados se les puede preservar del polvo por medio de un barniz de los que se venden en el comercio para este objeto, que se dará por medio de una brocha suave ó muñequilla, teniendo el papel extendido sobre una mesa horizontal donde ha de conservarse hasta que se seque. La capa ha de resultar poco espesa y muy trasparente.

Se debe cuidar que durante la operación no haya polvo en la habitación, calor excesivo ni le dé el sol directamente.

Los dibujos destinados á barnizarse no se cortan al justo hasta después de esta operación, porque los contornos toman mal generalmente el barniz.

520. **Dobleces.**—Los dibujos de grande tamaño deben conservarse doblados y así han de entregarse por el dibujante. Para ello se gradúan las diversas dobleces que han de tener y se hace la señal valiéndose de una regla viselada, á favor de la cual se inicia el doblez y ejecuta.

Al doblar se tendrá en cuenta los gruesos del papel, y que unas partes no sean exactamente iguales á las otras porque no plegarían bien.

En el doblez, á ser posible, se procura que la dimensión que resulte sea igual ó proporcional á las del papel ordinario.

521. Los dibujos de caminos y de muchas industrias que por aprovechar el papel tela y ferroprusiata suelen hacerse en tiras de hasta cinco metros de longitud y de un ancho de 30 á 35 centímetros, se doblan á la dimensión de 30×20 ó 35×20 .

Los dobleces en este caso son alternativos y se usa de la primera ó última doblez para portada, leyenda, escalas y firmas, fig. 249.

522. Los dibujos destinados á estar colgados ó unidos á pared ó techo no deben doblarse, porque después conservan siempre este vicio y se ensucian mucho. Cuando haya que guardarlos en sitio reducido, se enrollan.

Para colgarles se les une por la parte superior é inferior unas barras de madera, fig. 250, pegadas ó clavadas, ó mejor una barra de adorno por delante y un listón de madera en la parte posterior. Al barrote superior se le colocan dos anillas ó colgaderos y á este se une el cordón que ha de sostenerlo.

Cuando se trata de dibujos en papel tela se les debe rodear de

un doble marco en forma de cuadro, que proteja sus contornos y lo conserve en tensión, fig. 251.

523. La contra del doblez es el peligro de que se rompa el papel; que suele alterar algo sus dimensiones y que al extenderlo es difícil medir exactamente las distancias.

15.—DIBUJOS ESPECIALES.

524. Todo lo dicho anteriormente es en el caso de un dibujo ordinario, el tipo de lo que se emplea en el aprendizaje y en las artes. Pero hay casos en que se precisa más ó menos cuidado, exactitud y rapidez, empleándose los medios que vamos á detallar.

525. **Dibujo de precisión.**—Todos los útiles han de ser escogidos y comprobados con esmero. El papel de primera calidad; el tablero de lechos de tabletas; el doble decímetro de marfil, dividido en medios milímetros, las reglas y escuadras bimetálicas ó de acero ó latón; los compases de buena calidad, recomendándose el descripto en el párrafo 100, fig. 29, y el del párrafo 101, fig. 31. Los tiralíneas de punta sesgada y los de punta de záfiro. La tinta china de barra de la buena y los colores de los finos y fáciles de deshacer.

526. Se hace á veces uso del compás de tres piernas, fig. 252, que abrevia mucho y es muy exacto para la construcción, al situar los puntos con relación á otros dos dados, como en la copia de triángulos y curvas.

527. El *compás de resorte* para círculos diminutos, fig. 253, esta formado por un tubo A A, terminando en la punta B, con los dos orejetas C. Dentro del tubo hay la varilla D, que sube, baja y gira á voluntad. Lleva el tiralíneas E E cuyo extremo superior es un muelle que constantemente le separa del tubo A, mientras que el tornillo *m* le aproxima. En vez de tiralíneas puede ponerse portalápiz. El compás permite que para el momento del trazado baje la punta del útil á tocar en el papel, elevándose seguidamente por causa del resorte que hay en el interior del tubo A.

528. El *tiralíneas universal*, fig. 254, se compone de una plancha metálica A A, en la que hay un eje B que sostiene la palanca C que termina por un extremo en la uña D, y en el otro lleva el tiralíneas E. Hay además el muelle M, que obliga al tiralíneas á tener su punta baja, como está en la figura, es decir, en contacto con el papel, mientras que la ruedecita R, que tiene su periferia

con dientes, obliga con ellos á moverse la uña de la palanca, y por tanto, á levantar la punta del tiralíneas. Esta rueda roza con el papel y se mueve al trasladar el tiralíneas.

De este modo automáticamente se hacen las líneas de trazos, puntos y sus combinaciones, empleando ruedecitas, cuyos dientes obedezcan á esta ley. Se venden hasta 30 clases de ruedas distintas de otras tantas combinaciones.

Para el trazado se lleva la planca metálica en sus partes *m n* al contacto de la regla, por la parte posterior de lo que se ve en la figura.

529. El sistema de tiralíneas anterior se aplica á un compás de varas, fig. 255. Se compone el aparato de una corredera de centro A con un pivote ó varilla para situarla en el punto centro; otra corredera B lleva el tiralíneas que es muy semejante al descrito anteriormente.

530. **Máquinas de rayar.**—El aparato *Diaz*, fig. 256, sirve para rayar y sombrear recto. Se compone de una plantilla A que tiene los soportes *s s*, donde va el husillo de acero B, por el que corre la tuerca C, la que en uno de sus resaltes tiene diez muescas en las que entra sucesivamente un muellecito. La pieza *a b* es empujada en el husillo por la tuerca motora, y arrastra por estar unida á ella al arco graduado D y á la regla E que gira en su centro y se sujeta por el tornillo *m*, formando un ángulo cualquiera. Para más exactitud hay el nonio F.

Por el movimiento de la tuerca se gradúa constante ó progresivamente el de la regla.

531. *Regla de Richter*, fig. 257.—Se compone de una regla A A, en la que hay un cilindro *b b*, que un gran eje *b, b*, que termina en dos ruedas dentadas triangulares *c, c*, y en el centro tiene una rueda mas pequeña *d*, dentada, que se mueve á favor de un tornillo sin fin *e*, que va unido á una ruedecita *f*, que obedece á una cremallera *g*, la que va unida á una palanca *h*. Esta palanca solo funciona al tornillo al descender y no al ascender.

Para usarla: Se coloca sobre el sitio en que se va á rayar, se oprime el botón *i* hasta que la palanca baje; entonces la cremallera hace girar más ó menos (según la amplitud de la palanca) la rueda *f* y el eje *e*, y por tanto, la rueda *d*, el eje *b b* y las ruedas *c c*, que apoyándose en el papel ó piedra nacen retirar la regla. Se hace una línea apoyando en el borde; y así sucesivamente.

Cuanto más amplitud tiene la palanca, más se retira en cada golpe la regla, más equidistancia en el rayado. Si en cada golpe se dá una vuelta ó media al tornillo, la equidistancia es mayor ó menor y el rayado progresivo creciente ó decreciente. Si se quiere un

rayado muy ancho no se hace señal más que de 2 en 2 ó de 3 en 3 movimientos de la guía.

532. Existen en los talleres de dibujo máquinas de rayar de gran estabilidad y peso, de diversos tipos, que en general se componen de un gran marco ó banco de hierro, el cual proporciona estabilidad á un tornillo que hace mover paralelamente á sí mismo una regla ó guía recta, sobre la que va montado un carrillo que lleva el lápiz ó tiralíneas cuando se dibuja sobre papel y el buril ó diamante si se trabaja en piedra ó cobre.

En otras el carrillo y útil marcha sobre dos guías del marco y la traslación del dicho útil es también por un tornillo de precisión.

533. Durante *la construcción* todas las precauciones serán pocas, para la situación de la base y de los puntos, comprobando diferentes veces por diversos procedimientos. Lo mismo *en el trazado* de ángulos y en la construcción de la escala. El trazado y el lavado no ha de desmerecer de las prevenciones apuntadas. Los artistas suelen emplear lente ó lupa y capacete de cartón para proteger la vista.

534. **Dibujo aligerado.**—Se emplea y es necesario aligerar el trabajo cuando el tiempo es el factor importante ó no se precisa *mas exactitud*, como en los croquis y en campaña.

El papel que se emplea es el de hilo ó algodón de cuerpo satinado.

Los útiles serán los que se disponga siempre que no sean complicados. Con lápiz, regla, el par de escuadras, un compás de piezas surtido y el semicírculo hay bastante para el trazado. La tinta china de frasco ó la común de escribir es suficiente. En vez de tiralínea se usa de pluma que llevada con temple de líneas aceptables.

De compases los hay *de bolsillo* que tienen un estuche metálico para guardar en ellos las puntas. En otros se doblan para el interior.

Se venden unos aparatitos muy conocidos que unidos al lápiz proporcionan un compás suficiente en muchos casos.

El trazado se hace casi exclusivamente con las escuadras; los cambios de escala por reducción á la métrica.

535. **Dibujo de gran tamaño.**—Los dibujos de dimensiones grandes como son los que se exponen al público en pared ó techo se hacen por las mismas reglas explicadas.

La superficie donde se haya de ejecutar se prepara con anticipación. Si es lienzo se le dá una capa de color.

Si es pared ó techo se dá de yeso y empapela ó pinta con un color que sirva de fondo. Una vez seco se hace el trazado empleando reglones ó cuerdas, compases grandes de madera, y tiralíneas contruídos con dos chapas de acero que determinen el carril. También

se puede emplear un pincel que se llevará con cuidado, siguiendo la huella del lápiz ó del carboncillo.

El tiralíneas ó pincel se puede mojar en colores disueltos en goma ó cola cuyo pintado se llama al temple ó bien disueltos en aceite que se llama al óleo. Lo mejor es adquirir hechos los colores que más han de usarse y luego componer los tonos necesarios. Una vez terminado y seco puede barnizarse con líquidos que también proporciona el comercio.

536. **Dibujo diminuto.**—Son de poca aplicación y necesitan mucha vista, habilidad y paciencia por parte del artista. El papel ó material en que haya de dibujarse y todos los útiles han de ser de excelente calidad y precisión.

Lápiz extraduro, reglas de marfil, compases de los especiales para círculos diminutos ó de resorte, tiralíneas de punta sesgada son imprescindibles; y en cuanto á la construcción y al trazado todo el cuidado es poco para no hacer agujeros en el papel, para la igualdad en las líneas y terminación de los ángulos. Para esto, para las rotulaciones y casi todos los detalles es necesario valerse de lente.



INDICE.

	PÁGINAS.
1.º Principios fundamentales.....	3
2.º Del dibujo lineal industrial.....	6
3.º De los útiles.....	10
4.º Operaciones preparatorias.....	25
5.º Problemas gráficos.....	32
6.º Delineado.....	35
7.º Delineado curvo.....	40
8.º De las curvas de plantilla.....	48
9.º Desvanecido, recto y curvo.....	52
10. Delineado á mano alzada.....	54
11. De la copia.....	57
12. Aplicaciones elementales, (rotulación, del cuadro)	65
13. Colorido.....	71
14. Reglas de conjunto.....	81
15. Dibujos especiales.....	86

ERRATAS.

Este libro está escrito por los apuntes de clase. Por ello abunda en repetición de ideas y frases, necesarias para fijar en ciertos puntos la atención del alumno. Las faltas de imprenta por cambios de letra ó signo ortográfico, no necesitan corregirse, dada la condición del lector que sabrá subsanarlas.

LECCIONES TEÓRICO PRACTICAS
DE
DIBUJO COPIA DEL SÓLIDO

POR

DON JUAN DE BECERRIL,

COMANDANTE CAPITÁN PROFESOR DE LA ACADEMIA DE ARTILLERÍA.

SEGUNDA EDICIÓN.

SEGOVIA:

Establecimiento tip. de S. Rueda.

JUAN BRAVO, 20,

1892

LECCIONES TEÓRICAS PRÁCTICAS

DE

LIBRO COPIA DEL SÓLIDO

POR

DON JUAN DE BECERRIL

Don Juan de Becerril, Profesor de la Academia de Artillería.

.....
ES PROPIEDAD DEL AUTOR, CON ARREGLO
A LA LEY.
.....

SEGUNDA EDICIÓN

SECOYA

Establecimiento tip. de S. Secoya

José María, 22

1891



1.^o—PRELIMINARES.

1. **Objeto.**—Se entiende por *Dibujo Copia del Sólido*, el arte que tiene por objeto el planear un modelo de bulto ó realce, ó sea dibujarle ó representarle sobre un plano.

2. El modelo puede ser de diversas clases y condiciones, como herramienta, utensilio, edificio, máquina, persona, terreno; empleándose en cada caso, diversos procedimientos, aunque con cierto grado de similitud.

3. La copia de la figura humana, constituye la especialidad llamada dibujo de figura; la del terreno se llama de paisaje ó topográfico, según el punto de vista que se adopte; la copia de herramientas, máquinas, edificios y modelos semejantes, se comprende bajo la nominación de copia del sólido que es la especialidad que desarrollaremos en este libro.

4. **Casos en que se emplea.**—Los casos en que se ofrece acudir á la copia del sólido es: cuando tiene que hacerse estudios sobre las dimensiones, disposición ó mecanismo del modelo; cuando hay que reproducirle ó recomponerle; cuando se teme su rotura, destrucción ó desaparición; cuando hay que darlo á conocer á persona á que no puede enviarse el original y en casos análogos.

5. **Utilidad.**—Este arte es de una utilidad grandísima y á veces de necesidad absoluta, en todas las ciencias, artes y oficios, por que permite el tener todas las dimensiones y circunstancias de las partes de un modelo sin tenerle á la vista; Así el hombre de ciencia para estudiar las propiedades geométricas; el Ingeniero para reproducirlo ó modificarlo; el obrero para copiar las dimensiones y el comerciante para la propaganda de venta; todos tienen que acudir á obtener copias del modelo sobre un plano, por que resulta más barata, más manuable y cómoda su representación, estudio y examen que con el objeto mismo.

6. **Partes en que se divide.**—Se divide en dos partes bien distintas y definidas. La primera consiste en hacer la copia del sólido ó planear el modelo, que es el verdadero objetivo de nuestro

estudio y produce el borrador del dibujo; y la segunda en poner en limpio el dicho borrador, ó sea delinearle.

7. La primera de ordinario se ejecuta á lápiz sin dar una preferencia excesiva á los detalles de ejecución del delineado. La segunda explicada y conocida ya de los discípulos bajo el título de dibujo lineal é industrial, no necesita que nos ocupemos de ella.

8. **Principios generales.**—De todo lo anterior se deduce que lo que nos proponemos en los diversos casos es presentar sobre un plano el modelo que se desea, con más ó menos exactitud, con más ó menos intención en determinado sentido, según los fines especulativos que rijan. Esto se consigue por copia geométrica, mecánica ó á ojo.

9. **1.^o**—La *copia geométrica ó matemática*, es el dibujo del modelo, en el que aparecen sus dimensiones justas con arreglo á reglas y convenios matemáticos. Es un trabajo ejecutado á mano con útiles especiales, resultando muy exacto y tanto más cuanto mayor cuidado se ponga y mejores aparatos se empleen.

2.^o La *copia mecánica*, se hace empleando aparatos que por sí ejecutan el trabajo, aunque con más ó menos ayuda manual, como resulta usando la cámara clara, la oscura y la fotográfica.

3.^o La *copia á ojo* es aquella en que las dimensiones se toman á la vista y por la comparación con las dimensiones del modelo, exponiéndose á los errores consiguientes á la falta de adiestramiento en el ojo y en la mano. Es procedimiento muy rápido pero poco exacto, que generalmente solo se aplica á las perspectivas.

10. Hay que atender también en primer lugar al *objetivo y exactitud* que se proponga el dibujante. Cuando se desean obtener *datos exactos* y fieles de las dimensiones y colocación de las diversas partes, se pone un cuidado primoroso y dedica una atención preferente á obtener dichas condiciones, midiendo varias veces las líneas y ángulos, empleando útiles de precisión y bien corregidos; no influyen las demás condiciones que no hagan referencia á la extensión.

11. Cuando se desea *para la reproducción ó para la construcción* de objetos semejantes ó iguales en forma, hay que descender á todos los datos necesarios al artista ó al obrero que ha de ejecutar la obra en el taller; y entónces se han de consignar con especialidad las uniones, empalmes, pegaduras, cosidos, etc., lo mismo que los pasadores, espigas, estaquillas, tornillos, redoblones,..... Al efecto, el modelo se supone sin pintar, barnizar, preservativo ni funda alguna.

12. Si esta copia se desea idéntica en detalles, debe ampliarse la consignación de estos, hasta expresar las piezas de que está hecha cada superficie, sus remiendos, señales,.....

13. Si se necesitan de estos materiales de construcción, debe consignarse la materia de las diversas partes. Si dentro de esto se desea la identidad, hay que consignar el color, manchas y otras que convengan.

14. Cuando solamente se desea *para recomponer* el modelo, se concreta el trabajo á la parte necesaria para este fin. Suele entónces interesar el consignar las roturas, dobleces, uniones ó partes desperfectas á que se ha de referir el arreglo.

15. Por último, si es *para propaganda* ó se destina á la publicidad, entónces solo hay que fijarse en el aspecto exterior, presentándolo de modo que llame la atención y sea más agradable ó interesante para el público á que se destina, descendiendo á los detalles que tiendan á este objetivo, como cerraduras, adornos, asas y otros que manifiestan su utilidad, seguridad, economía, buen gusto ú otras condiciones que lo hagan recomendable.

16. La *importancia y condiciones de precisión del modelo* influye también en el trabajo de copia. Cuando es delicado, como máquinas de reloj, aparatos de precisión, etc., se debe ejecutar con gran exactitud; las máquinas en general y aparatos de uso corriente, solo exigen la exactitud absoluta en algunos detalles, como partes de enchufe y ajuste; la copia de objetos de carpintería, de mampostería, útiles y objetos ordinarios y corrientes, admiten más tolerancia; y los de piezas por desvastar necesitan solo aproximación con grandes tolerancias.

17. Es muy interesante también, y debe atenderse á que la copia sin perder tampoco en exactitud, se efectúe con el menor trabajo, mayor rapidez y economía. Así todo lo que tienda á satisfacer estas necesidades deben tenerse en cuenta.

18. **Colocación del modelo.**—*Plano de asiento y de fondo.*
=A ser posible el objeto que se vá á copiar se pone en lugar que facilite su observación, reconocimiento y el trabajo de copia. Esto en el caso que sea fácil trasportarlo, pues si se trata de edificios, grandes aparatos, ó de pequeños que estén unidos á los anteriores ó no convengan mover ni cambiar de lugar, deben copiarse en su mismo sitio.

19. Lo más común es colocarlo si es pequeño, sobre una mesa de tablero horizontal y los de tamaño medio sobre un piso que así lo esté. De no ser posible, se cuida de colocarlos sobre un plano, lo menos inclinado.

20. También es útil algunas veces que el fondo ó lejos donde haya de destacarse, sea superficie plana y perpendicular al plano de asiento; otras que la superficie sea color claro ú oscuro, cuando el modelo es oscuro ó claro para que forme contraste; por el contra-

rio, á veces conviene que en vez de superficie esté el espacio despejado y sin obstáculo alguno.

21. **Elección del punto de vista.**—El punto de vista es el lugar desde donde vé el modelo ó supone verlo el dibujante, y desde donde se figurará verlo el que examine el dibujo. De aquí que su elección exija mucho cuidado por la trascendencia que tiene su buena ó mala elección. Debe pues ser tal que el modelo aparezca lo más conveniente para el estudio ó exámen; que además resulte fácil ó sencillas las operaciones materiales de la copia; que reciba la luz sin formar grandes contrastes y que el fondo donde se destaque permita apreciar el conjunto y los detalles interesantes. Además en dibujos de propaganda que dé un efecto de belleza, simetría ó el que interese.

22. **De las licencias** —En la copia del sólido, puede decirse que sólo se aplica para su representación el dibujo industrial, pues el geométrico es solo apreciable á los estudios científicos y casi nunca á las artes y oficios, y se hace así con objeto de ganar tiempo, ahorrar trabajo ó dar más claridad.

23. Así es que en este concepto se admiten en la representación, todas aquellas variantes ó licencias de la imitación lógica y exacta, que se tiene consignado en dibujo industrial. Estas licencias son generalmente por falta de exactitud, por insuficiencia de escala, por falta de veracidad, exageración ó supresión.

24. Cuando se representa una licencia, sobre todo las de género de duda ó aquellas que no se hace la representación, se puede salvarla poniendo el signo de duda (?) cerca del detalle que esté en este caso; mas si la duda es general á toda la figura, este signo se pondrá á continuación del rótulo de ella, así fig. 3 (?). No es costumbre consignarlo en las figuras que se exponen al público, sino en los borradores ó comprobantes que se conservan en los archivos.

25. **Exactitud** —Unos de los motivos que originan la licencia de este género es la insuficiencia de escala, lo que limita la falta de representación, si se desease llevar á todos los detalles, por ejemplo la de los poros de la materia. Por eso hay que conformarse con un límite que satisfaga en la práctica. En los dibujos descriptivos solo se aspira á la representación de las líneas de contorno de sus partes principales; en los de taller se llega á las líneas de construcción ó delineado de todas las piezas y adornos; en los de propaganda solo se representan los contornos y los detalles ó adornos que aguarden ó interesen haciendo caso omiso de los que no se necesitan.

26. En otros modelos, en que no existe seguridad de expresar ciertas líneas, como en las copias rápidas en que desaparezca el modelo, ó en aquellas de grandes ampliaciones ó copia de modelos

de arte no conocido, también dejan de consignarse datos que debieran haberse expresado.

27. **Exajeración.**—Esta licencia es empleada en muchos trabajos, sobre todo en los de propaganda. Se tolera en beneficio de la rapidez. Puede ser aumentando las dimensiones del detalle, cambiando el convenio de representación de la materia, suprimiendo alguna que otra línea para no manchar el conjunto y favorecer las que se desee, y otras de este jaez que se ocurran en cada caso.

28. **Supresión.**—Es otra licencia por la que dejan de consignarse aquellas partes no interesantes conocidas ó repetidas, las cuales ó no importa describir ó se deducen fácil y lógicamente. Se emplea mucho en los dibujos de proyectos de recomposición y en los croquis.

29. **Escala.**—Ya sabemos desde lineal lo que se entiende por relación de escala y por escala, siendo la primera el número ó fracción que expresa la proporción entre las longitudes de las líneas del dibujo y sus homólogas del modelo; y la segunda, la línea dibujada en la que se señalan las diversas longitudes de las unidades del modelo con arreglo á escala.

30. Los dibujos de copia se pueden hacer, bien á dimensiones iguales, bien á dimensiones proporcionales. El primer caso resulta muy sencillo y rápido porque las mismas dimensiones del modelo se llevan sobre el papel; el otro caso se divide en ampliación que dá dibujos claros y de reducción que exige mayor esmero.

31. Debe, pues, tenerse en cuenta la mucha importancia de esta elección y considerar que en grandes escalas aparecen todas las figuras grandes y dibujadas en extensiones de papel donde es fácil poner y consignar sin dificultad todos los detalles; mientras que en escalas reducidas no hay posibilidad de que la punta del útil de trazar pueda seguir las líneas tan próximas como es preciso. Hay, pues, en este caso que acudir á licencias, sobre todo las de supresión, que quitan la propiedad de exactitud de la copia.

32. La copia del sólido de objetos pequeños como llaves, útiles de dibujo se suelen hacer á tamaño natural; los de tamaño medios, como sillas, mesas á $\frac{1}{16}$; los grandes, como edificios, puentes, á $\frac{1}{100}$; y en los diminutos y de precisión, como relojes de bolsillo á $\frac{2}{1}$ ó $\frac{10}{1}$. De todas suertes se ha de procurar que los números del numerador y denominador sean sencillos, tales como 1, 2, 3, 5, 10 y sus múltiplos; y sobre todo, á ser posible que uno de los dos, numerador ó denominador sea la unidad.

33. **Error.**—El error que puede cometerse y tolerarse depende de diferentes causas; una la ocasionada al medir las dimensiones del modelo; otra el de traducción de dichas dimensiones á las que

ha de tener en la copia; y por último, el error material de la ejecución de las figuras como trabajo de dibujo lineal.

34. Todas estas causas han de tenerse en cuenta á fin de que el error probable cometido como final en el dibujo no traspase el límite de tolerancia admisible en la representación del objeto, que realmente depende en primer lugar, de las condiciones de exactitud de este objeto.

35. En algunas ocasiones, sobre todo en modelos muy precisos, cuando se desean copias muy exactas, la imperfección relativa de los aparatos y del trabajo lineal llega á no satisfacer; pero entonces se acude á diversos medios, como son el aumento exajerado de escala y el distanciado.

36. El aumento de escala, como sabemos, dá más exactitud, más certeza y veracidad á la representación, siempre que se procure conservar igual cuidado en los medios de ejecución y en los útiles empleados. Si por este medio no se logra alcanzar el límite de error tolerable se salvará acudiendo al distanciado ó explicación de las distancia; y cuando no sea posible se acude á la licencia, salvando los errores por explicación escrita.

37. En la práctica, por tanto, se ofrecerán frecuentemente estos problemas: 1.^o Dado un objeto y el grado de tolerancia en su construcción, y conocida la relación de escala para la copia, averiguar el límite de tolerancia en la representación de las líneas. 2.^o Dado el objeto y grado de tolerancia en su construcción, y el de precisión en la representación gráfica ó dibujo, encontrar la relación de escala.

38. Para ambos problemas se supone tiene el alumno base suficiente para resolverlos.

39. **Tipos principales de copia.**—Tanta variedad de modelos de diversos ramos, sometidos al arte del dibujo que nos ocupa; tanta variedad en el deseo y objeto de la copia producen un sin fin de casos, que forma una serie no interrumpida de necesidades, desde la copia ligera rápida y sin cuidado ni precisión, hasta el más delicado, minucioso y detenido.

40. Pero atendiendo á que nuestro estudio, especulativo por esencia, es en primer término el auxilio de las artes y oficios, y á que explicados los procedimientos para estos casos, se deducen todos los demás por aplicación de las reglas expuestas, concretaremos nuestro trabajo de copia á tres tipos principales, los que continuamente nos referiremos.

1.^o *Copia exacta de presión*, dibujo de estudio; en que se atiende á la exageración en precisar las dimensiones y la materialidad del delineado.

2.^o *Copia de construcción* ó dibujo de taller; se atiende á las dimensiones del conjunto y de todas las piezas, á la manera de ligarlas, es decir, á los detalles de construcción; á la materia de que están formadas cada una de ellas...

3.^o *Copia de propaganda* ó dibujo en que se atiende á la belleza, conjunto y solo detalles interesantes de utilidad ó conveniencia para el comprador.

2.^o—DE LOS ÚTILES.

41. Los útiles y aparatos para la copia del sólido 6, deben ser adecuados á la clase de modelo y condiciones del trabajo; precisos ó bastos cuando así lo exija el dibujo; de manejo rápido ó más lento; de tamaño grande ó pequeño según el caso. En general puede decirse que en precisión interesa que excedan al grado de exactitud de la copia, á fin de que por acumulación de errores no se puedan cometer mayores que los tolerables.

42. Deben tenerse comprobados, corregidos los defectos ó conocidas sus faltas para cludirlas ó subsanarlas; y esto es de tanto interés que con algún cuidado puede sacarse partido de útiles no fervibles para el que no los conozca; y usarse como precisos los que para otro no presentan esta cualidad. Por eso antes de usarse, sinó fueran muy conocidos ó hubiera duda de que han sufrido alteración, han de ser comprobados y corregidos.

43. **Reglas.**—Sirven para medir distancias rectas en modelos de dimensión pequeña y media. Se construyen de madera, caoutchouc, latón ó materiales semejantes, hasta de un metro de longitud y con graduación en uno de sus bordes ó cantos, que es el que se aplica á la dimensión del modelo que se desea medir, fig. 1. Las que más se usan son las de sección rectangular, fig. 2, aunque proporcionan ventaja en determinados casos las de forma *b*; las de lineal de sección bicelada *c*, para modelos delicados.

44. En el comercio en las reglas de material blando como la madera no suele empezar la graduación en el canto de la regla, y para subsanarlo, se mide esta distancia y se apunta este número escribiéndolo con tinta sobre dicha regla para tenerlo en cuenta al medir distancias desde el extremo aludido.

45. Cuando las reglas son de peso ó de alguna longitud suelen tener bolones para su manejo, fig. 2, *d*. Las de madera de bastante tamaño se hacen de majagua, que se alteran poco con las varia-

ciones atmosféricas. Las reglas de 2 á 3 metros de madera se llaman *reglones*.

46. **Medidas plegadas.**—Fig. 3.—Se construyen para hacerlas manuales, metros ó doubles metros, de madera, marfil ó metal, en disposición de plegarse por decímetros ó doble decímetro. Son convenientes cuando el trabajo de copia hay que hacerlo fuera de la clase ó taller donde se tengan los efectos de dibujo; pero no son muy exactas por la dificultad de extenderlos en línea recta.

47. **Cintas graduadas.**—Fig. 4, 5.—Para medir distancias de modelos grandes se emplean cintas de tela, trama metálica ó acero con graduación. Es conveniente sean flexibles, que no presten ni encojan, que no se estropeen con la humedad, pues frecuentemente se ha de trabajar lloviendo ó adaptarlas á superficie húmeda.

48. Para protegerlas suelen ir enrolladas en un cajón estuche ó rodete de cuero ó madera con manecilla. El extremo de la cinta suele tener una anilla ó agarradero.

49. Otras medidas propias para grandes distancias, son las cintas de acero que se enrollan en horquillas de hierro y las cadenas. Ambas medidas se emplean con preferencia en topografía.

50. Todas las medidas longitudinales, están divididas en metros y sus fracciones; algunas con la división en pulgadas españolas ó inglesas.

51. **Escuadras**—Se emplean como plantillas de ángulo recto para apreciar estos ángulos y para medir las distancias más cortas á una línea ó un plano. Generalmente son de madera, aunque también de hierro, latón, etc. Cuando son pequeñas ó de material ligero son de una hoja ó lámina de dicha materia, fig. 6; cuando son grandes ó de metal se hacen con tres bandas ó tirantes que corresponden á los tres lados del triángulo, fig. 7.

52. Es conveniente que tengan graduado métricamente el cateto más largo, empezando la graduación en el ángulo recto; pero algunos fabricantes no empiezan la graduación en este punto justo sino un poco corrido; en tal caso, se subsanará este defecto, 44.

Es conveniente el que una de sus aristas presente una canal ó rebajo corrido, figs. 6*b* y 7*b*. Otras tienen en un cateto una pestaña ó sombrero perpendicular á su plano, fig. 8.

53. **Plomadas.** Figs. 9 y 10.—Sirven para marcar verticales, señalándolas en dirección. Se componen de un hilo, cordón ó cuerda de materia flexible que no preste y dé un peso capaz de hacer tensión. El peso debe terminar en su parte inferior en forma cónica ó piramidal. Debe tener además una parte plana ó de otra forma *c* que en la parte superior de la cuerda acuse el saliente del peso con relación á la línea del plomo, es decir, $p q = r s$.

54. Como no hay seguridad de que preste ó encoja el hilo de la plomada no está graduado; pero es conveniente que se conozca y tenga apuntado en toda plomada la *distancia* $m n$; y la $p q$ si no fuese igual al *rádío* de la parte cilíndrica $r s$, fig. 9

55. **Niveles.**—Se usan para determinar la línea horizontal. Se construyen estos aparatos de dos formas muy distintas por ser diferente la propiedad en que están fundados. Los *de perpendicular*, figs. 11, 12 y 13, llamados vulgarmente de albañil se componen de dos brazos de igual longitud, unidos á ángulo recto, con un travesaño paralelo á la hipotenusa ó un semicírculo con centro en el ángulo recto; provistos de una plomada que parte desde dicho ángulo recto. El tirante debe tener marcado su punto medio para referencia. Si es arco de círculo entonces además de este punto de referencia medio debe estar graduado, en la división de grados sexagesimales, centesimales ó los dos á la vez. Los de travesaño recto también suelen tener dicha graduación, fig. 12, aunque no es lo común

56. *Los de aire*, fig. 14, consisten en un tubo de cristal casi lleno de agua ó un líquido cualquiera, en que aparezca una burbuja de aire. El tubo vá montado sobre un pié; y en el cristal ó en su cubierta hay dos referencias, que manifiestan que cuando la burbuja está entre ellas, el asiento del tubo está sobre una línea ó plano horizontal.

57. De estos los hay que tienen á sus extremos tornillos de corrección y sirven para que moviéndolos se varíe la colocación relativa del tubo y de su asiento y corrijan los defectos. Está en buen estado cuando colocado en dos posiciones inversas en un mismo lugar, la burbuja se aparta distancias iguales del punto medio de las referencias.

58. Los hay *perfeccionados*, fig. 15, con arco graduado, en que el nivel gira sobre su asiento y lleva un índice que señala sobre un arco los grados de círculo de su inclinación con la base. Es también de este género el declivómetro rápido de Cornié, fig. 16, que son cinco varillas que se despliegan y sostienen en la forma $A B$ teniendo el nivel de aire n , expresándose la pendiente en el brazo vertical. Se pliega para trasportarlo en la disposición C .

59. **Grafómetros.**—Son los aparatos que se emplean para medir los ángulos de dos líneas. En general se componen de dos brazos que giran á charnela que comprende un arco graduado. Aplicando cada uno de los brazos á una de las líneas ó direcciones se lee la graduación que marque la abertura. Los hay de muchas formas, siendo todos ellos descritos con mucha detención en topografía. En la fig. 17, se representa uno de forma de paralelógramo; el de la fig. 18, mide el ángulo en la disposición $A O C$ haciéndose la lec-

tura en H B, sirviendo para dibujar la abertura á favor de las reglas C O y A B.

60. **Compases de espesores** —Se llaman así los útiles dispuestos para tomar la distancia que separa dos puntos poco distantes. Algunos son parlantes ó sea que indican por sí la distancia que hay entre sus puntas; estos son más convenientes, por que al mismo tiempo que toman la distancia la miden. Los de gran precisión llevan nonio que aprecia las fracciones de esta distancia. Se construyen de un sin fin de formas, pero sus variedades principales son de charnela y de vara ó corredera.

61. *De charnela*. —Es tipo muy conveniente y cómodo, capaz de señalar la distancia, cualquiera que sea el obstáculo que separe los dos puntos. Hay gran variedad.

62. Los más usados y baratos llamados *esféricos* tienen sus piernas curvas, fig. 19. El de la fig. 20 tiene parte recta y parte curva para alargar más sin tanto vuelo: tiene otro arco A dispuesto para dar estabilidad á las piernas una vez abiertas ó señalar en ella una abertura dada para volver el compás á esta posición cuando interese. El 21 es como el 19 con el arco graduado que sirve para guiar y fijar y además para dar la medida de la separación de las puntas. Los de la forma 22 y 23 se llaman *dobles*; el de la 24 de *ocho*; el de la 25 es de *doble curvatura* y sus piernas pueden pasar á un lado y otro tomando las posiciones *a*, *a* y *b*, *b*; el de la 26 tiene brazos curvos y pies rectos de la forma llamada maestro de baile. Los 27, 28 y 29 se llaman *de gruesos*; el primero es para casos especiales, los otros dos son muy precisos, pues dan la distancia á que se coloquen sus puntas *a b*, en el arco *c d*, apreciándola el 29 en décimas de milímetro á favor de ser más grandes los brazos de la graduación que los del distanciado. En la otra cara suele apreciar dozavos de pulgada. Otra forma del compás de gruesos es el llamado de regla ó de *tableta*, fig. 30. Se compone de una varilla con cabeza que corre por una mortaja practicada en una tableta. La distancia se lee por la separación *a b*.

63. El de la 26 se llama de *piezas* y es muy útil por que sirve para casi todos los casos que puedan ocurrir en la práctica. Se compone del cuerpo de compás A, que consta de dos piernas, una guía de arco G y un tornillo de presión T. Tiene diversas piezas de enchufe para las piernas, que son: puntas secas de la forma *m*, punta curva forma *n*, puntas pie maestro de baile *p*, punta ó mejor cuchillo ó broca de trazar ó señalar sobre el modelo *q*. Necesita, pues, el compás dos piezas de las formas *m*, *n*, *p* y una de la forma *q*.

64. Todo compás de espesores de charnela ha de cumplir la condición de girar sus piernas constantemente en un mismo plano;

y si son de dos usos. es decir, ha de pasarse, entonces lo han de hacer en planos paralelos.

65. Otro tipo son los de *corredera* ó vástago, llamados también de *pié de Rey*, figs 32 á 35. Los hay propios para medir distancias interiores, otros exteriores y otros ambas cosas á la vez. Unos son para apreciar distancias entre puntos y otros para medir redondos.

66. También se hacen de mucha precisión, y al efecto, para leer la graduación hay un nóio que puede tener tornillo micrométrico y lente para la lectura.

67. *Compases especiales*.—En algunos artes se emplean compases especiales, como son el de alargadera, fig. 36, propio para interiores de tubos: es poco preciso. El de paredes, fig. 37, propio para el espesor de los tubos. Las vitolas y calibradores, figs. 38 á 40, que contiene diversas medidas hechas entre los huecos de sus espesores, cuyas distancias están escritas en el aparato. A este género pertenecen también los hipocelómetros que se emplean en Artillería para calibrar las piezas.

68. **Otros efectos**.—*Papel*.—Se emplea el de hilo ordinario ó mejor el de algodón; el de marquilla, el de tela y el cuadrulado en milímetros. Todos nos son conocidos lo que dispensa la explicación.

68. *Lápiz*.—Se usan los de dibujo, tratándose de esta operación. Para hacer referencias ó señales sobre el modelo se emplea el lápiz español resguardado con madera, ó bien el lápiz español en barra. Hay materiales en que se hacen estas señales con yeso, almazarrón, negro de humo ú otra materia semejante. En otras se hace la impresión con buril, formón, clavo ó punta de hierro.

Al lápiz dispuesto para trazar sobre madera, piedra, etc., se le hace punta en forma de lengua de gato, fig. 42.

70. *Plantillas trasportadores*—Se usan de forma semejante á los de lineal, aunque mucho más grande, como el semicírculo de la fig. 41.

71. *Carpetas*.—Como para hacer los borradores solo es conveniente trabajar con papeles de cortas dimensiones, y para servir de apoyo durante el trabajo y para guardar las hojas concluidas, se emplean carpetas de cartón del tamaño de $0'31 \times 0'41$ ó si se guardan las hojas dobladas de $0'31 \times 21$, que es dimensión muy manuable.

3.º—PROBLEMAS ELEMENTALES.

72. **Medición de distancias.**—Para encontrar la distancia que hay entre dos puntos dados, exteriores de la superficie de un modelo, fig. 42, se aplica un compás de espesores de puntas (lo mejor es el de piezas) de modo que cada una se apoye en uno de los dichos puntos, y esta será la distancia. Si el modelo consiente se retira el compás sin variar su abertura, pudiéndose saber métricamente esta distancia aplicándola sobre una regla graduada.

73. Si el compás no puede retirarse del modelo sin variar sus puntas, se empleará un compás con arco guía en el que se señalará con lápiz una línea de referencia de la posición de la punta móvil en el momento en que las piernas estén apoyadas en los dos puntos dados: se cierra luego el compás y retira; y estando libre se le abre hasta que la punta móvil se coloque en la posición indicada por la referencia.

74. Si el compás es de condición de cruzar sus piernas, la distancia ha de apreciarse por la que señalen los bordes de las dos superficies de contacto, como indica la fig. 43, es decir, la distancia A B.

75. Cuando los puntos son interiores ó sea están situados en la superficie interior ú oculta, se colocan las piezas en la disposición de la fig. 44 y luego se retira. Si no fuere posible esto, se hace la referencia como en el caso anterior.

76. Cuando los puntos pertenecen á un tubo estrecho y están muy separados de la boca hay que recurrir al compás de alargadera.

77. Si lo necesario es saber la distancia entre dos puntos, uno interior y otro exterior, se arma el compás como expresa la fig. 45.

78. Cuando no alcanza el compás con todas sus alargaderas y los puntos están sobre arista recta, superficie plana ó en general sin obstáculo intermedio, se aplica una cinta métrica de un punto á otro, que dá la distancia medida. Ha de tenerse cuidado que no forme pandeo ó que éste sea el mínimo posible, cuidando de hacer ligera tensión para amortizar en lo posible la catenaria; sobre todo si están los puntos próximamente á nivel. Cuando dichos puntos están sobre una misma superficie plana no existe esta causa de error.

79. Si la distancia, fig. 46, es vertical, se mide por la plomada,

siendo igual á la parte interceptada de cuerda que despué: se mide la mn , por ejemplo. Si la distancia es desde un punto A , á otro que marque el extremo de la plomada, será igual á la longitud de esta más la de la cuerda. Así $AB = Bb + bA$.

80. Cuando entre los puntos existe obstáculo, se estudia el medio de deducir la distancia por suma ó diferencia de otras, como en la fig. 47 en que $ab = am + pq$.

81. Si esto no es fácil se procura ó imagina sobre el modelo un polígono plano en que la distancia que se desea ab , fig. 48 y $a'b'$, fig. 49, formen parte del que puede construirse igual ó semejante y deducir de él la verdadera distancia.

82. Por último para distancias mayores por los medios topográficos. La altura de un techo ó bóveda se mide llevando el extremo de la cuerda unida á la punta de una pértiga ó tirando una bola de pez que la pegue al cielo raso. Estas alturas, las de tejados, torres y árboles, se pueden medir por triángulos imaginarios, por la sombra y otros medios.

83. **Distancia de un punto á un plano.**—Se entiende por tal la mínima distancia desde el punto á dicho plano. Esta como sabemos desde geometría se mide en la perpendicular bajada del punto al plano.

Para la expresión material de esta línea, se apoyan dos escuadras, sobre el plano, fig. 50, y colocan de modo que sus cantos estén en contacto ó paralelos y uno de ellos toque al punto dado. La línea así determinada es perpendicular al plano y la distancia entre el punto a y el pié b es la pedida. Si se desea medirla, basta hacerlo de dicha parte. Se facilita pues la operación usando la escuadra mayor, con el lado ab dividido métricamente; y también la colocación perpendicular usando una de ellas con el canto rebajado á escuadra, que proporcionará sencillamente el contacto.

84. Cuando el plano puede considerarse como horizontal se usa con ventaja de la plomada, fig. 51. Se une el hilo al punto, se deja deslizar suavemente hasta que la punta toque al plano; y en tal caso, se mide como se ha dicho, 79.

85. Cuando la distancia entre el punto y el plano está cubierta, se puede emplear uno de los procedimientos de las figs. 52 y 53. El de la fig. 53, es general, aunque el plano no sea horizontal.

86. **Medida de ángulos.**—El que forman *dos líneas* ó aristas que están en un plano y concurren, se hace por la aplicación de un grafómetro ó trasportador, fig. 54, que se coloca con el centro de graduación en el punto de concurso, el diámetro en dirección de una arista y la otra señala una medida del ángulo deseado.

87. Si las dos aristas no concurren, estando en un plano, se

prolonga con reglas hasta conseguirlo, fig. 55, y entonces como en el caso anterior.

88. Para medir el ángulo de una recta ó arista con una superficie plana, se busca la intersección ó se prolonga la arista con una regla ó dos si es preciso, fig. 56, hasta encontrar el punto m : por medio de dos escuadras se determina la perpendicular de un punto de la arista al plano, que dará el punto n , y no hay más que medir el ángulo formado por las líneas am y mn , con trasportador ó grafómetro. Mejor fuera tal vez el construir en un plano el triángulo amn y medir en él el ángulo que se desea.

89. Se simplifica mucho el problema cuando la superficie es horizontal, pues entonces basta colocar en la arista un nivel de pendientes y medir el ángulo que forma con su asiento, fig. 57, y si está la arista en la disposición de la fig. 58, se auxiliará la operación con una escuadra en cuyo canto superior se pondrá el nivel.

90. Si son dos superficies planas de quien se desea medir el ángulo, y tiene una parte seccionada perpendicular á la intersección como en la fig. 59, se mide el de estas dos aristas, como se ha dicho para este caso, 86, y tendremos el ángulo de los planos.

91. Si las dos superficies concurren y no se dispone de esta sección, se levanta con la escuadra en cada superficie, perpendiculares á la arista, haciendo señal á lápiz ó yeso y se mide el ángulo de estas dos líneas. Cuando la arista es exterior como la fig. 60, se le aplica el grafómetro ó dos escuadras ó reglas á buscar contacto, y se separan midiéndose después el ángulo.

Si el ángulo es de arista interior, fig. 61, en que no haya posibilidad de introducir el grafómetro, ó bien por la pequeña cantidad de superficie, se puede considerar que solo están iniciadas, se aplican unas reglas al contacto para emplear el procedimiento de la fig. 62.

92. Cuando una de las dos superficies es horizontal se simplifica mucho. Al efecto, sobre la inclinada se busca una línea de nivel, valiéndose de un nivel de cualquier clase, puesto sobre el canto de una regla si es demasiado oblicua la superficie; se señala esta línea ab en la superficie, fig. 63, se la levanta á escuadra una perpendicular que también se señala cd y se mide el ángulo de esta línea con el horizonte, á nivel de aire ó de albañil.

93. **Medida de espesores.**—El espesor de una pared de caras equidistantes es igual al que existe entre dos puntos, uno en cada superficie que estén en línea perpendicular á ambas.

94. Fundándose en que esta línea y distancia es la más corta, basta aplicar un compás y cerrarlo lo más posible; y cuando esto se advierte su abertura marcará el espesor, fig. 64.

95. Cuando es pequeño como en chapas de palastro, cartón,

tabla, etc., se aplica con ventaja el compás de gruesos, buscando el contacto con su cuerpo y talón, fig. 65.

96. El *diámetro exterior ó interior (calibre de un tubo)* figura 66, se mide aplicando el compás de modo que pasen sus puntas por una sección recta, para lo cual, se tantea á que tenga la mayor ó menor abertura posible. Se consigue también con el uso del compás de pié de rey con grandes vástagos, fig. 67.

97. El espesor del tubo, si este es constante se averigua aproximadamente haciendo la operación de la fig. 68, con el compás de piezas ordinario A y con el B, con tal de ponerle en un plano que pase por el eje y resulte su eje de giro en la dirección del cilindro.

98. Si se desea el *diámetro de la esfera*, basta aplicar un compás de pié de rey de grandes vástagos, pasándole en cualquier dirección con la menor abertura posible y esta es el diámetro. Si no se dispone de compás de tan grandes brazos, se toma ó pone al lado una superficie plana ó auxiliar, como tablero P, fig. 69, se levanta una perpendicular á escuadra y señala el contacto y su intersección con el plano; del lado opuesto se marca el contorno y luego haciendo centro en el plano en el punto *a* se vé la distancia que hay al punto más distante de los del arco y esta es el diámetro. Si el plano auxiliar que se elije es horizontal, se ejecuta muy rápidamente usando de la plomada.

98. **En una esfera determinar los polos, meridiano, paralelo, prolongación del radio. etc.**, fig. 70.—Con un compás de vara ó con la plomada se determina los dos puntos opuestos y más distantes que son los polos y se señalarán sobre la superficie *p p'*. De uno á otro se hace pasar un hilo poniéndolo tirante, que dará la dirección de un meridiano. Se divide la parte interceptada en dos partes iguales y se señala el punto *m*. Se toma un compás y con la abertura *p m* se traza y señala una circunferencia que será el paralelo ecuador. Sobre este la distancia $m n = m p$; se hace centro en *n* y con el radio anterior se traza y señala el meridiano *p m p*. Si desde tres puntos cualquiera del ecuador, por ejemplo los *m, n, r*, (conviene que estén promediados) se hacen partir tres hilos de igual longitud determinarán el arranque un punto S, que con el *p* dá la dirección ó prolongación del radio en *p*. La dirección de la tangente se encuentra por medio de una escuadra apoyando un cateto en el hilo *s p*.

99. **Desde un punto trazar una recta que forma 45° con el horizonte**, fig. 71.—Basta colocar en la parte inferior una superficie plana horizontal P Q, apoyar en ella una escuadra como expresa la figura, señalar su traza y tomar en ella á partir de *b* la distancia

$b x = a A$, uniendo A con x . Como puede deducirse tiene un sin fin de soluciones, y todas ellas pertenecen á una superficie cónica.

Si no puede disponerse de colocar la superficie plana horizontal $P q$ se pone una plomada que pase por A y en ella se apoya la escuadra,

100. Desde un punto trazar una línea recta cuyas dos proyecciones formen 45° con la línea de tierra, fig. 72.—Supongamos que se trata del punto A ; encontraremos su proyección horizontal a por medio de la plomada. Apoyaremos una escuadra en la línea de tierra y la correremos hasta que apoyando en uno de sus catetos una regla, pase esta por dicho punto a y entonces el punto b de la línea de tierra será el de la perpendicular bajada desde a á ella. Dejando la regla en dicha situación y trasladando la escuadra de modo que quede en la posición II 11, y prolongando con una regla la línea $a c$, tendremos la proyección horizontal de la recta que buscamos. Lo propio se hará para encontrar la proyección vertical.

101. Los demás problemas que pueden ocurrir, los resolverá el discípulo prácticamente empleando un procedimiento geométrico, aplicable al modelo; trazando líneas sobre el mismo valiéndose de los útiles generales ó particulares, explicados y apelando en último término á la resolución sobre el papel cuando no se encuentre otro recurso, ó el que se pueda emplear de mucho error.

4.º—PROYECCIONES.

102. El encontrar las proyecciones de un modelo es la parte más importante de nuestro trabajo, por que es la operación que requiere más esmero y exactitud. Las reglas y operaciones para llevarlo é cabo constituye lo que se llama *arte de proyectar* que se emplea mucho en la copia exacta y es imprescindible en los dibujos de taller. Además por esta clase de trabajo se conoce la escrupulosidad y conciencia técnica del dibujante.

103. Este ejercicio pertenece principalmente al dibujo geométrico ó matemático y se ejecuta con arreglo á las reglas de la descriptiva, no pudiéndose hacer á la perfección, en modelos complicados, si no se está impuesto en aquellas teorías, sobre todo en las de rebatimientos, cotas y sombras. También suelen necesitarse algunas reglas de topografía, cuando se copian grandes edificios ó modelos que entran en el dominio de esta ciencia.

104. Lo ordinario y común es elegir dos planos de proyección perpendiculares entre sí; que las líneas proyectantes sean perpendiculares sobre ellos, resultando así el sistema llamado ortogonal. En lo referente á representación ó dibujo se hacen los rebatimientos necesarios hasta conseguir estén todas las proyecciones en un solo plano que es el del dibujo.

105. Antes de proceder al trabajo de proyecciones, se examina el modelo con objeto de formarse idea del resultado que se vá á obtener y medios de llevarlo á cabo. De este exámen se ha de deducir y elegir los diversos elementos necesarios en la copia, como son punto vista, colocación del modelo y planos de proyección.

106. *Punto de vista.*—Se elegirá de modo que desde él se puedan examinar las partes principales del modelo sin complicar la materialidad de las proyecciones.

107. Lo ordinario en modelos que tienen plano de asiento definido, es elegir para puntos de vista, uno en el infinito sobre la perpendicular indefinida á él; otro en el infinito en línea perpendicular al vertical en el plano de asiento; y si se eligen otros, en este mismo plano de asiento, de modo que la dirección á dichos puntos resulten perpendiculares unas á otras.

En los modelos de eje, interesa que uno esté en su prolongación y otros en los planos principales *paralelos* de la figura.

108. *Colocación del modelo.*—Si es portátil y no hay inconveniente en ello, se debe colocar, sobre mesa, tablero ó superficie que esté horizontal. Si no lo es se cuidará de que al menos su asiento lo esté, colocándole sobre polines ó apoyos. En caso de que tampoco pueda lograrse esto se tratará de que se aproxime lo más posible á aquella condición.

109. Es también conveniente situarlo en posición natural de exámen, es decir que tratándose de objetos como carruajes, sus ruedas han de descansar en el plano de asiento; si es un estuche como el de dibujo geométrico, ha de estar abierto y descansado también sobre el plano de asiento y su tapa más distante del observador que la caja de piezas; una herramienta colocada sobre la mesa en disposición de cogerse, etc.

110. Habrá modelos, que no convendrá suponerlos colocados sobre plano horizontal, y si apoyados en un plano vertical, que se llamará *plano de contacto*; tal sucede con relojes de pared, barómetros etc.

111. Si no es portátil ni admite moverse de su posición, debe recurrirse á copiarlo en la situación en que se encuentre. Esto ocurre con las grandes máquinas, edificios, terrenos, etc.

112. **Planos de proyección.**—Se elijen de modo que el mo-

delo resulte todo él en el primer cuadrante, á fin de que su representación pueda hacerse con líneas seguidas y no de puntos. Se le supondrá descansando en el plano horizontal ó en uno paralelo y superior á el llamado *plano de apoyo*. Otras veces interesa el que aparezca apoyado en el plano vertical ó en uno paralelo y anterior ó sea en el *plano de contacto*, debiendo en ambos casos conocerse la distancia al principal.

113. Otras veces se procurará que el plano, línea ó eje principal más importante del modelo sea paralelo á la línea de tierra ó por lo menos á uno de los planos de proyección.

Esta elección se hará con cuidado, pues de su buen ó mal acierto, depende la simplificación del trabajo sucesivo.

114. La *representación material* del plano principal de proyección, es generalmente el suelo ó tablero de la mesa de dibujo y el vertical una pared ó tablero colocado en dicha disposición. Cuando no es posible encontrar ó disponer estas superficies se transporta el modelo donde los haya, y si tampoco puede lograrse, se supone el horizontal que pasa por una estaquilla ó señal que se haga en el terreno ó en el modelo, ó bien por una línea horizontal señalada materialmente. Por otra línea material y horizontal en el plano anterior se representará la línea de tierra.

115. En los modelos como edificios, fortificación .., el plano horizontal se debe elegir pasando por el punto de menos cota del sótano ó foso; en los topográficos al nivel de la altura media del mar.

116. Los planos de proyección auxiliares se elegirán perpendiculares á la línea de tierra de modo que dejen al modelo entero de un lado. Se fija la situación por una ó dos de sus trazos y representará en una habitación por la pared de cortado, y estando el modelo en una mesa por un tablero colocado sobre ella. En edificios, fortificación, grandes máquinas, los planos auxiliares se elijen que pasan por la línea del tejado. zócalo. En las de fortificación por la línea de fuego.

117. Los planos auxiliares de disposición cualquiera, se emplean muy poco, por que producen trabajo grande. Se fijan por sus trazas con dos planos de proyección y representan por tablas, cartón ú hoja de papel.

118. **Ejecución material de las proyecciones.**—El modelo se aproxima á una pared ó tablero vertical que en unión de la mesa ó piso horizontal en que descansa representen materialmente los planos principales de proyección.

119. En el lugar de estos planos en que haya de resultar la figura puede colocarse sobre la tabla ó pared, papel blanco, ence-

rado de tela ó papel embreado especial y fuerte para dibujar sobre su superficie

120. El trazado sobre estas superficies ó papeles se hace segun el caso, con lápiz de dibujar ó con lápiz de carpintero, carboncillo, almazarrón, yeso, pintura. No debe pasar el grueso de las líneas de lo que convenga á la exactitud. Como útiles de dibujo se emplean los reglones, grandes escuadras, semicírculos y compases. Las rectas de mucha longitud se trazan con bramante untado de almazarrón.

121. Para señalar puntos y líneas en el modelo se hace uso de los anteriores efectos, ó buril cuidando de que las que se hagan en los delicados, se borren con facilidad

122. Las proyecciones de un punto sobre un plano se hacen bien con la plomada, con dos escuadras acopladas ó con la escuadra de cabeza.

El número de puntos que deben proyectarse para fijar las aristas y superficies se sabe por la descriptiva. Para determinar los trozos de las líneas y superficies, prolongando por medio de cuerdas, reglas ó visuales las líneas que convenga.

123. El orden de hacer la proyección es empezando por las *líneas y puntos principales*: por ejemplo el centro tratándose de una esfera, el eje en los modelos simétricos que lo tengan como columna, cañón; la traza del plano de simetría en los carruajes, etc.; pues en estos casos encontrada la proyección de una parte, la otra se deduce por las reglas de simetría del dibujo industrial.

124. Si dichas partes no son enteramente iguales ó simétricas solo se proyecta la parte distinta y las líneas ó partes que las ligan á lo común.

125. Después se proyectan los *puntos y líneas importantes* como los de contorno separación de cuerpos y partes y por último se proyectan los *detalles*.

126. Para esto hay que atender al objeto de dibujo de modo que si es para taller deben fijarse los detalles de construcción aunque sean diminuto ú ocultos por la pintura, barniz, pabón, como son en los trabajos de madera las espigas, cuñas estaquillas pasadores, en los de hierro los tornillos, pasadores, cosidos y así en los demás.

127. Cuando el dibujo es de descripción no es necesario estos detalles y se acentúan más los de clasificación como rótulos, números,.....

128. Se admite la transparencia completa del aire pero no la del agua, cristal, talco, etc, aunque lo sea á la vista. Los efectos accidentales no se tienen en cuenta como es el humo ó polvo, el movimiento, etc.

129. La dureza del modelo no influye en la representación.

Igual grueso de líneas lleva una masa de hierro que de yeso. Si se quiere consignar la materia se emplea el convenio de su representación.

130. El color tampoco se considera si el trabajo no se hace á colores. Por esto debe cuidarse de no manchar de circulitos los negros ó figuras que representen clavos ó sus agujeros, llave boca de tubo, de cañón, etc., ni huecos ó profundidades en la materia.

131. Las señales superficiales pintadas ó grabadas como números, cifras, rótulos, escudos, se dibujarán á perfiles de lineal y cuando sea posible con líneas de perfiles extremos en cada trazo.

132. Se supone que todo el espacio está igualmente iluminado y que la luz llega á todas partes con igual fuerza y dirección. Para simplificar se supone también que cada parte ó forma de cuerpo simple recibe luz directa, es decir, que no hay sombra arrojada de cuerpo á cuerpo.

133. Dos piezas unidas invariablemente por cola, presión forzada de clavazón ó soldadura ó presión natural, originada por el propio peso se representa en su unión por una sola línea que es la común del contacto. Esto es frecuente en las espigas y en la parte inferior de los cajones.

134. Dos piezas que tienen por construcción un huelgo ó espacio para el juego aunque sea pequeñísimo se representan por dos líneas, una por superficie de contacto, aun cuando se use para la representación. Esto acontece en los costados y parte superior de los cajones, en las cuatro bandas de las ventanas y balcones, en el juego de las recámaras de las armas de fuego. Si esta regla no puede cumplirse por no poderse ni aun usar de la licencia á causa de la pequeñez de escala, debe expresarse en la explicación tratándose de dibujo de detalle en este asunto.

135. La representación de dos piezas de enchufe á presión ó dimensión justa, lo mismo en la de molde y modelo ofrece una particularidad debido al grueso de las líneas y es que la hembra A fig. 73, presenta un hueco interior igual á la dimensión justa, menos el grueso de una línea y el macho B es exteriormente de dimensión justa más el grueso de una línea. Parece, pues, que no representaban piezas de ajuste y es que el lugar geométrico de la representación es siempre el centro del trazo.

136. **Proyección horizontal** —De todo lo anteriormente expuesto, si se trata de hacer la representación sobre el plano material horizontal, nos valdrémos principalmente de la plumada para señalar las proyectantes y las proyecciones de los puntos. Uniendo los puntos así encontrados, tendremos la figura deseada.

137. Si uno de los puntos que deben proyectarse, estuviese

inferiormente cubierto de masa que impida la tensión del plomo ó la erección de la escuadra empleando este medio, se proyectará por desvío á línea horizontal hasta lograr la caída ó línea de plomo libre. Luego en el plano de proyección se corrije tomando una distancia igual á la del vuelo empleado.

138. En esta proyección, solo son visíbles los puntos que tengan línea de plomo libre superior á ellos, pues que esto demuestra que no hay obstáculo hasta el punto de vista.

139. Para determinar la proyección del contorno, se pasa la plomada rozando al modelo de modo que le toque siempre en algún punto ó en toda la superficie si esta es plana y vertical. Así conoceremos las líneas exteriores.

140. Para conocer las líneas en luz y sombra, nos valdrémos de una escuadra á 45° que se aplicará sobre el plano de proyección ó uno paralelo, de modo que uno de sus careros tenga la dirección de la luz proyectada, entónces la hipotenusa tendrá la del rayo de luz. Se recorrerá en esta disposición la escuadra, aproximándola por todos lados al modelo para deducir lo que se busca.

141. La proyección horizontal la llaman algunos por abreviación *plano* (*plan*).

142. **Proyección vertical.**—Se obtiene bajando desde todos los puntos perpendiculares al plano material vertical de proyección. Si á la línea la cubre la masa, se emplea el procedimiento de desvío. Los puntos y partes visíbles se descubren por que tengan su horizontal proyectante libre al punto de vista.

143. Observemos que las proyectantes verticales son horizontales y por tanto que son paralelas é iguales á las rectas traza las en el plano horizontal, desde el pié de la proyectante horizontal á la línea de tierra, perpendicularmente á ella. Esto proporciona un medio muy sencillo de obtenerlas cuando se hace la proyección vertical después ó al propio tiempo que la horizontal.

144. Para ello, obtenida la proyectante horizontal por medio de una escuadra, se baja la perpendicular á la línea de tierra; y con la misma escuadra se levanta en este punto otra perpendicular á la misma en el plano vertical. Señalando en este plano una distancia igual á la acusada por la plomada, tendrémos la proyección vertical que se desea.

145. Si el plano vertical se supone ya rebatido sobre el horizontal, basta con prolongar la primera perpendicular á la línea de tierra y tomar en su prolongación la distancia dicha.

146. En la práctica, lo anterior se simplifica señalando á la vez todas las líneas de plomo, luego todas las perpendiculares á la línea de tierra y después la situación de todos los puntos.

147. Cuando el plano de asiento ó de referencia no es horizontal como cuando se dispone solo de mesa con el tablero inclinado, ó el modelo está en rampa, el otro plano principal de proyección tampoco es vertical. Se imagina entónces que el sistema ha girado lo suficiente ha encontrarse en la situación normal.

148. Si el modelo por incidencia está con su base inclinada, se le proyectará sobre el plano de asiento empleando el sistema de las perpendiculares; pero si su construcción obedece á esta inclinación, como las verjas de bajadas ó escaleras se proyectará sobre planos imaginarios de posición normal.

149. La proyección vertical se suele llamar *elevación ó alzado*. En este caso se dice *alzado de frente*. A la proyección vertical sobre un plano auxiliar perpendicular á la línea de tierra, le llaman algunos *perfil* y al plano *plano de perfil*. Por semejanza con el anterior nombre se conoce también por *alzado de costado*.

150. **Proyecciones sobre un plano cualquiera**.—No es común ni frecuente, ni debe emplearse planos de esta especie por la dificultad de la ejecución.

Se suele emplear tratándose de modelos con huecos ó interiores de difícil representación en las proyecciones generales.

151. Estos planos se determinan por sus trazas sobre los planos principales auxiliares y sinó sobre auxiliares bien definidos. La representación material es muy difícil. Las proyectantes por medio de las dos escuadras ó con la escuadra con cabeza; ó con el aparato de trazar paralelas.

152. Uno de los planos sencillos de esta especie es el que se coloque entre el observador y el modelo, proyectando sobre él la parte posterior del modelo con punto de vista en el infinito en el 2.^o y 4.^o cuadrante. Para llevarlo al plano del dibujo hay que suponer un doble giro, primero sobre un plano de perfil y luego de éste sobre uno de los de proyección. La figura resultante es el *alzado de espaldas*, fig. 74, ó bien la *vista del fondo ó asiento*, fig. 75. En cada caso hay dos posiciones aceptables de presentar las figuras, la B y la C y una no aceptable que es la A.

153. **Croquis y Dibujo**.—El croquis ó dibujo de las proyecciones está realmente hecho en los planos materiales de proyección; pero como estos no son manuales y á veces sus dimensiones excesivas hay que copiar la figura en papel á escala conveniente.

154. El que domina la descriptiva no necesita del anterior procedimiento. Puede á la vez tomar los datos de la proyección é ir dibujando ésta en papel á la escala reducida que necesite.

Para esto se empieza por considerar el espacio que ha de ocupar

la figura midiendo las dimensiones mayores del modelo para por ellas deducir la relación de escala y el papel preciso.

155. Luego se elije el número y clases de proyecciones que se van á hacer y la marcha de los rebatimientos, de suerte que al resultar todas las figuras en un plano procedan de un orden natural de giro ó desarrollo. Así, si se proyectan dos, tres ó más proyecciones, han de aparecer por ejemplo, como en las figuras 76, 77 y 78.

En todos estos casos se vé la proyección vertical principal encima; inferior y correspondiéndose la horizontal principal. Las demás verticales correspondiéndose con las anteriores, á la derecha ó izquierda de ellas, si el punto de vista está á la izquierda ó derecha del modelo.

156. Después de perfiladas las proyecciones y hechos los rebatimientos se proyecta el rayo de luz en cada plano de proyección que se acompañará á la figura en dicho rebatimiento. Con arreglo á esta dirección se hará el sombreado. Véase las flechas en las figuras anteriores.

157. El delineado se hará como se ha explicado en industrial. Cuando las proyecciones se corresponden no necesitan rótulo; si se dibujan sueltas ó que no se corresponden, se escribe lo que sean.

158. **Abreviaciones importantes**—El alumno diestro en el dibujo de proyecciones debe emplear todas las abreviaciones explicadas y que se le ocurran según el caso para ganar tiempo. El empleo de útiles adecuados, el hacer á la vez todas las proyecciones, el hacer el dibujo sin emplear los planos materiales de proyección y hasta el dibujo en limpio desde el primer momento debe emplearse para obtener el resultado apetecido.

5.º—ACOTACIONES.

159. Es el método de representar el modelo con ayuda de un solo plano de proyección. Este sistema se conoce por icnográfico.

160. *Sistema que se emplea.*—Consiste en elejir un plano de referencia ó acotación sencillo, que generalmente es horizontal é inferior á todas las partes del modelo, bajar desde todos los puntos perpendiculares á dicho plano y medirlas poniendo escrita su dimensión al lado de la representación ó proyección. Estas distancias ó alturas se llaman *cotas*.

160. En el caso de plano de acotación horizontal, fig. 79, se emplea la plomada ó la escuadra de cabeza, en cuyo cateto vertical

se leerán las cotas. En modelos de edificios y obras de tierra se hace uso de uno ó varios planos auxiliares superiores al principal en 1,10 ó más metros; se acota con relación á estos y luego se refiere las distancias al nivel del principal sumando las diferencias de nivel. Puede elegirse el plano auxiliar inferior al principal y entónces se restaría de sus cotas la diferencia de niveles.

161. Las cotas de puntos superiores al plano principal son positivas, las de puntos inferiores negativas. La diferencia de nivel entre ambas se obtiene así según el caso:

$$(+ A) - (+ B) = A - B$$

$$(+ A) - (- B) = A + B$$

162. Tratándose de grandes extensiones de terreno, para plano general de referencia se elije la superficie del agua que comprende el plano, ó la altura ó nivel medio del mar. Las cotas se encuentran por el sistema de nivelaciones ó por aparatos que la dan automáticamente.

163. El dibujo se hace pasando al papel la figura que den los puntos acotados pero ofrece la dificultad de que los muchos números que hay que escribir emborronan y confunden el dibujo.

164. Otra confusión nace de los puntos de igual proyección que á veces por la cota no se sabe á qué superficie del modelo pertenecen.

165. En copia del sólido solo se emplea el método de acotaciones en pocos casos y en modelos sencillos, como carpintería y cantería; y en aquellos que siendo de mucha extensión en un sentido no lo son en el otro, por lo que resultaría esta proyección muy confusa, como en las obras de fortificación y caminos.

166. Para eludir el inconveniente de la confusión de tanto número se emplea el procedimiento de las *secciones horizontales*, basando uno de ellos para indicar la altura de toda la línea. En topografía es donde verdaderamente se aplica esta consideración.

6.º—SECCIONES.

167. *Definición.*—Se entiende por sección la intersección del modelo con una superficie. Es, pues, la sección figura imaginaria que materialmente no existe por no tener grueso como la superficie que la origina.

168. Esta figura tampoco está á la vista, siendo preciso deducirla en presencia del modelo y de la superficie que la causa por

medio de la intersección. El estudio de la geometría descriptiva proporciona recurso, por tratarse de cuerpos que pueden considerarse descompuestos en trozos ó partes elementales.

Cuando la superficie de sección es plana, cilíndrica, cónica ó esférica que son las más usadas, la figura sección afecta también la forma plana, cilíndrica.....

169. Cuando el plano de sección corta al modelo según su mayor longitud, se llama plano y sección *longitudinal*; si es perpendicular á la dirección anterior *trasversal*; y *oblicua* cuando lo es con relación á los planos anteriores. Se llaman también sección *vertical* ú *horizontal* las originadas por planos de esta índole.

170. Se las distingue también por el nombre que reciben los planos ó superficies que las causan en los planos principales de proyección. Así se dice sección por el plano A, M N, P Q R, 1.^o, 5.^o, ó por la superficie A B C D.

171. *Determinación de la sección en el modelo* — Si la sección es originada por un plano que es lo más frecuente, puede señalarse este por dos reglas, reglones ó hilos, y luego uniendo cualquier punto de uno, con puntos del otro, las intersecciones con el modelo serán puntos de la sección; uniendo estos puntos del modelo se puede trazar en su superficie el contorno de la sección. Los puntos que más interesa encontrar de estas intersecciones, son los de las aristas y cambios de curvatura. El trazado se simplifica, cuando el plano de sección es perpendicular á uno de los de proyección, por ejemplo al horizontal, pues entónces pasando una plomada sobre la traza del plano de sección y buscando contacto con el modelo, se podrán obtener diversos puntos. También haciendo como se vé en la fig. 80; determinando dos *a* y *b*, uniéndolos con un reglón y resbalando una plomada, su extremo y su línea de plomo acusará los puntos necesarios.

172. Los inferiores se encuentran con auxilio de dos plomadas *m*, *n* en las que se apoyará una regla *m n* sobre la que á su vez se apoyará la plomada S.

173. Los interiores por medio de los compases de espesores, bien por distancias horizontales á una vertical conocida ó por construcción geométrica, según el caso. Entre estos están las líneas de separación de piezas, huecos, etc.

174. Si el plano de sección es horizontal, los reglones se pondrán así por medio de niveles. La unión de puntos de unos á otros puede hacerse con reglas, hilos ó visuales. La sección horizontal tiene todos sus puntos de igual cota. En modelos grandes, como edificios, el plano se determina con un nivel.

175. La sección por una superficie cilíndrica se determina por

medio de un plano auxiliar perpendicular á la generatriz. Se encuentra la traza del cilindro sobre éste y levantan perpendiculares al plano. El contacto de estas con el modelo dará la sección.

176. *Copia de la sección.*—Si la figura de la sección, fig. 81, está marcada en la superficie del modelo no hay más que copiarla en el papel. Cuando fué causada por un plano resulta muy fácil por ser conocidos todos sus lados y ángulos que están sobre el modelo y pueden medirse. Los métodos que más se emplean son por el contorno sucesivo, por triangulación ó por distanciado con relación á la traza del plano.

177. Si fué causada por una superficie cualquiera la copia se hará proyectando la figura resultante en los planos de proyección.

178. Cuando exista imposibilidad de manchar ni señalar el modelo en su superficie ó que el sistema directo es muy difícil y se dispone de las proyecciones con anterioridad, se emplea el procedimiento descriptivo.

179. Toda sección significa una figura imaginaria, que no tiene grueso, por tanto no cabe el representarla con línea de sombra. Se dibuja pues todo su contorno con línea del grueso ordinario y lo mismo las líneas interiores.

180. *Conventos y licencias.*—Por la condición de no tratarse de una figura real sinó ficticia se dibuja siempre sobre la parte seccionada un rayado paralelo equidistante; y para facilitar el que se distinguan unas piezas de otras á cada una se hace el rayado en diferente sentido.

181. Cuando se desea representar la materia, fig. 82, se emplea el convenio industrial y sobre él se hará el rayado anterior. Se emplean también todas las licencias explicadas para líneas unidas, diminutas y detalles.

7.^o—CORTES.

182. **Se llama corte** la parte ó partes en que puede considerarse dividido el modelo por la intersección de una superficie (que generalmente es plana) la que recibe el nombre de *superficie ó plano de corte*. La intersección aludida es la sección.

183. Suponiendo materializado el corte por el plano P, fig. 83, observando el modelo desde el punto de vista, queda dividido por aquel en dos partes una delantera ó de cabeza A, en que se vé por el observador parte del modelo y tal vez algunas líneas del contorno

de la sección y otra B, en que aparece en primer término la sección y además tal vez á la vista algo de la parte restante del modelo.

184. Si el plano de corte es paralelo á uno de los de proyección y se proyecta cada una de las partes del modelo en la posterior aparecerá la sección en su verdadera magnitud.

185. Las partes en que aparece dividido el modelo, se suelen distinguir por el nombre con que se conocen las superficies que originan las secciones. Así se dice corte longitudinal, trasversal, oblicuo, horizontal, vertical ó inclinado, ó bien corte por el plan tal ó cual.

186. La determinación del corte en el modelo se reduce á señalar la sección.

187. **El croquis ó dibujo** es cosa fácil. Si suponemos el modelo separado por la superficie de sección, que ya estará señalada, se reduce á encontrar las proyecciones de cada uno de los trozos.

188. Las proyecciones de la figura de la sección ha de ser igual en todos los trozos, salvo la distinción de ser ó no visibles sus líneas. Si las proyecciones de todos los trozos se reúnen se constituirá la proyección total del modelo.

189. Lo anterior sirve de base para simplificar el trabajo, pues ejecutada la proyección de una parte, se toma para la otra las líneas y ángulos visibles. Si con anterioridad se tenían las proyecciones del modelo, de estas se parte aprovechando el trabajo para dibujar los cortes. También puede obtenerse por construcción teórica descriptiva

190. En la práctica casi no se usa más que los planos paralelos á los de proyección para superficies de corte, en cuyo caso las secciones se proyectan en un plano en su verdadera magnitud y en el otro en su traza.

191. **Convenio de representación.**—Como el dibujo de corte se compone de parte en proyección y parte en sección, se representa cada una de estas partes como se ha explicado en su lugar. La parte proyectada perfilada y con el sombreado descriptivo, la parte seccionada con el rayado de sección, figs. 84 y 85.

192. Generalmente no se representa por no tener interés más que la parte del modelo en que aparece visible la sección, ejecutándose tan solo la proyección sobre el plano principal paralelo al de corte.

193. **Sección del corte.**—Interesa á veces el representar solamente la figura correspondiente á la sección en el dibujo de corte. Esta es igual al dibujo de sección adicionada con la expresión de líneas de fuerza procedente del sombreado descriptivo.

194. Cuando esta figura deba encontrarse directamente del

modelo se hace previamente el estudio de la sección y luego se observará las líneas que deban reforzarse.

195. La sección y la sección del corte son por tanto dos dibujos casi iguales, pero este último aclara mucho el concepto del relieve lo que en la práctica es muy importante, evitando y supliendo muchas veces al dibujo de corte.

196. **Perfiles.**—Se dá este nombre á las figuras resultantes de las líneas de contorno del dibujo sin expresar los intermedios ni la materia del cuerpo. Así hay perfiles de las proyecciones, de las secciones y de las secciones del corte.

197. Como suele ofrecer confusión las anteriores clasificaciones presentamos como resúmen en la fig. 86, una esplicación clara de todas ellas.

8.º—DESARROLLOS.

198. **Se llama desarrollo** la figura que resulta de extender en un plano una superficie ó varios del modelo

199. Para que pueda ejecutarse es preciso que las superficies sean de las llamadas desarrollables. Es muy útil para las artes que emplean materiales como papel, cartón, tela, noja de lata y palastro, lo mismo que las que necesitan tener todas las partes del modelo á la vista, para comparar su extensión ó repartirlo (decorar, adornar,...)

200. El procedimiento es elejir una de las superficies como base de la representación y hacer girar las demás hasta rebatirse en el mismo plano que la anterior, quedando todas unidas por una de las aristas comunes

201. Las dimensiones de las caras planas, lados y ángulos, se toman directamente del modelo. Las superficies curvas se miden con reglas en las direcciones regladas y con hilos en las encorvadas.

202. El ingenio del delineante con ayuda de la descriptiva le dirá cual es en el modelo la dirección de la línea que al desarrollarse ha de resultar en línea recta, circunferencia, etc., cual los puntos de concurrencia de líneas, centro, límite; haciendo las señales correspondientes en el modelo.

203. **Ejecución.**—El dibujo se efectúa copiando las superficies una á una. Se elije para base generalmente la de asiento, la mayor en extensión ó la más central; sobre uno de sus contornos como base se dibuja otra y así las demás.

204. En las líneas curvas en general se determinarán á puntos que luego se acabarán como se dijo en industrial.

205. Cuando se trata de modelos de pequeñas dimensiones y de superficies planas, se abrevia colocándole sobre el papel de modo que sucesivamente esté cada una de ellas al contacto para pasar un lápiz fino por los contornos á uso de plantilia. Con superficies cilíndricas cónicas también puede determinarse sus dimensiones haciéndolas resbalar con sumo cuidado.

206. Todo el delineado es con línea ordinaria. En unos casos convendrá señalar las líneas que corresponden á aristas ó cambio de superficie, otros dejar indicios ó señales de ello y en otros concretarse solamente á la línea de contorno. Véase las figuras 87, 88 y 89.

207. En los casos anteriores que es cuando se trata del desarrollo de la superficie matemática ó geométrica del modelo, al medir las distancias en una cara, se atenderá á su situación con la inmediata, es decir, se ha de medir hasta el plano bisectriz de los ángulos y no olvidar si la arista está matada, redondeada ó achaflanada. Si el desarrollo que se desea es el de la capa exterior que la envuelve (funda) ó el de la interior que lo constituye; entónces no es el desarrollo de la línea A lo que se pretende, es el de las bandas B ó C, fig. 90, que variará según la masa de que estén formadas, y por tanto, de lo que presten ó encojan al sufrir este cambio la materia. Tales datos se adquirirán del arte correspondiente. Al dibujante le basta saber el tanto por ciento del alargamiento sobre su dimensión interior ó exterior. Cuando estos datos no se saben, se aprecia y opera según el valor de la línea del contorno medio *bb* y *cc*.

208. **Desarrollo de secciones.**—En algunas ocasiones conviene el desarrollo de una ó varias secciones producidas en el modelo por una ó varias superficies. Se emplea mucho en Arquitectura.

Cuando se trata de una sola superficie se supone que se la desarrolla, y dibuja en esta figura la resultante de llevar todos los puntos y líneas á la nueva posición. Si se trata de varias superficies se hacen girar todas al plano de una de ellas y se las acompañará con las figuras correspondientes. Servirá de base la línea traza de las superficies contiguas. Cada parte conservará el nombre ó distintivo de la superficie que la haya originado.

209. En la práctica las superficies que se emplean se elijen perpendiculares sobre uno de los planos de proyección y su sección recta ó traza afecta una de las formas de la fig. 91, que es en *zeda*, *zig zas*, en *u*, en *semicírculo* ó en *circunferencia*.

210. Si al efectuarse el desarrollo superficial de un modelo que

se figure cortado, se desea el de la superficie de la sección que originó el corte, se dibuja esta como si fuera una de las caras del modelo; pero se cubrirá su superficie en el dibujo con el rayado paralelo del convenio de sección.

9.º—PLANTILLAS.

211. **Plantilla ó patrón** es la pieza que sirve en las artes de guía ó norma para cortar, labrar ó construir las diversas piezas de los objetos, siendo imprescindibles en muchos casos.

212. Los que exija cada modelo y su fraccionamiento como el orden en que han de emplearse ó explicación que debe acompañar para su uso, es exclusivo del director ó ingeniero, teniendo en cuenta el trazado del modelo, el material que ha de emplearse y la habilidad de los operarios. Nuestro objeto se reduce á dar reglas para dibujarlas.

213. **Plantilla plana.**—Las caras planas solo necesitan para guía el contorno. La plantilla se obtiene dibujando la figura á dimensión justa sobre una lámina de cartón, tabla, papel forrado de tela ó chapa de zinc fig. 92; luego se recorta esta figura. El obrero la aprovecha colocándola sobre el plano del modelo que vá á labrar, señalando el contorno de la plantilla y desgastando la materia hasta llegar á la dimensión justa.

214. Cuando en el modelo las caras contiguas se ligan por doblez ó refuerzo, para cosido ó pegadura se supondrá desarrollada estas superficies que montan, é incluirán en la figura de la plantilla. Lo mismo se hará con las cilíndricas y cónicas.

215. El trabajo de las diversas piezas de madera, piedra ó hierro sabemos que se divide en tres períodos: de desbaste, de primera labra y de dimensión justa. Se necesitan pues tres plantillas para cada pieza, las que se harán con distinto esmero como distinta es la tolerancia que exige la industria, fig. 93.

216. Las de gran tamaño como armaduras de puentes se dibujan en una pared ó suelo plano que se construirá apropósito sino lo hubiese. De este dibujo general se sacará la plantilla total ó en diversas piezas, fig. 94.

217. Para poder distinguir las diversas plantillas unas de otras se las señala con el nombre de la pieza á que pertenecen, y luego se numeran las de cada pieza ó trozo. Lo común es distinguirlas con letras mayúsculas ó con números romanos fáciles de ejecutar y

trazar por los artistas con sus herramientas de filo recto. Si hubieren de emplearse algunas plantillas complementarias, (para aclarar ciertas partes de las principales) se las pondrá letra minúscula ó número que ligue con la principal; y cuando haya necesidad de que por su mucha extensión ó peso se forme una de dos ó más trozos, cada uno estará referido con señales de unir á los contiguos, fig. 94.

218. En ocasiones debe descontarse ó aumentarse la superficie de la plantilla. Tal se hace cuando ha de servir para con ella dibujar sobre la materia, efectuándolo por contacto de buril, brocha, etc., fig. 95. Entonces se disminuirá de la extensión superficial de la figura el espacio ó banda que exija la clase de herramienta que se ha de emplear y la manera ó forma de llevarla. Es para modelos que exijan poca precisión.

219. Cuando la materia deba prestar ó encojer por efecto de las operaciones á que deba sometérsela antes de emplearse, se tendrá en cuenta para la formación de la plantilla. A veces se necesita de la dimensión de varias caras del modelo, como es tratándose de cajas de cartón, efectos de hojadelata, cuero, ... que se hacen de un trozo para todas las mas caras posibles y contiguas.

220. Si la cara ó caras estuvieren formando trozos que luego al recortarse resultaran aislados é indêpendientes, se les ligará con los otros por apêndices ó bandas de sosten, haciendo sobre su dibujo señales de dicha circunstancia para que el artista los eluda al servirse de la guía, fig. 96. Estas ligazones se pondrán en el lugar del dibujo en que corresponda trozo recto ó curva de vuelta franca.

Si no fuese así conviene hacer aparte una pequeña plantilla de este trozo. De este género son las que emplean los pintores para letras, números y adornos.

221. **Plantilla de superficie de revolución.**—Consiste en determinar la línea de contorno que corresponda á la pieza que se ha de labrar por torno. Se emplea también para determinar el filo de la herramienta en un lugar dado. En este caso se procederá con gran esmero, pues la falta cometida en uno de los puntos se trasmite á toda la circunferencia en un paralelo.

222. Para obtener la plantilla en un modelo dado se determina la sección que pasa por su eje de revolución, fig. 97. La línea del contorno es realmente la plantilla. Para construirla, esta línea es obligada, las demás se limitan á voluntad por líneas de cualquier orden, generalmente escuadradas.

223. La plantilla para el filo de herramientas en sus diversos períodos, se deduce de dicho perfil, fig. 97.

224. **Otros casos.**—Se emplean plantillas en otros muchos casos á más de los explicados, para los que no pueden darse reglas



firmas ni concretas sobre su trazado Nos limitaremos á presentar algunos ejemplos.

Para *molduras* corridas de piezas labradas, se construye la seccion de la moldura que el cantero vá aplicándole todo á lo largo del trabajo segun lo ejecuta, fig. 98.

Para *troqueles* de superficie plana en que á golpe se ha de sacar diverso recorte, se hace un perfil del modelo y por éste el filo de la herramienta.

Para *realces* se elijen una serie de líneas paralelas y en ellas se determinan sus alzados, perfiles y todos sus contornos y líneas.

Para superficies tales como las de madera curvada, se toma su proyeccion sobre un plano; luego sobre otro y así se facilita algo el trabajo. La plantilla resulta apoyando el compás de gruesos de pié de rey, sobre el plano guía, concluyéndose lo demás á mano y á ojo, fig. 99.

Para los modelos de capricho como bustos, escudos, se hacen á escala las líneas principales y se terminan los detalles á ojo. Estos pueden hacerse exactos, recurriendo á otros medios de copia que no entran en el dominio del dibujo, como galvanoplastia, molteria.....

225. **Simplificaciones.**—Es muy conveniente que la plantilla sea lo más sencillo posible. Las de modelos con superficies escuadradas se reducen muchas veces á señalar las tres dimensiones en un región. Las plantillas de perfiles pueden ponerse dos ó más en una sola pieza, con tal de poner rótulo ó señal que manifieste la parte aprovechable en cada caso, fig. 100.

226. **Dibujo.**—Es sencillo pues se hace todo él á línea fina sin emplear la de sombra, no teniendo más cuidado que el de señalar la separación de caras, superficies, líneas de doblez, cosido, pegadura y contornos de corte, con las referencias para unir las piezas.

Es del dibujo elejir los apoyos ó mámparos que hayan de unir los trozos aislados.

227. Cuando se hacen varias plantillas para distinguirlas el contorno se hace de línea variada, empleando la línea cuajada, de trazos, combinación de esta con punto, con aspas, números ó letras y signos semejantes. Las líneas interiores de doblez, etc., por líneas de trazos.

228. Con objeto de poder conservar antecedentes de las plantillas, se pueden dibujar de modo que ocupen poco. Para ello, se forma un *pliego de plantillas* que consiste en una hoja de papel en la que se dibujan todas ellas á escala natural y montándose, de modo que haya claridad en sus perfiles, fig. 101.

229. Cuando son muchas, se hacen varios pliegos, reuniendo

en cada grupo las de materiales iguales ó las referentes á la misma pieza.

230. Puede ocurrir que por la extensión de una plantilla no coja su figura en el papel ó en el lugar destinado á hoja de plantillas, entónces se la supondrá doblada, dibujándola como resultare si se hiciese con ella esta operación siendo de papel fino. Al hacer el trazado de la plantilla verdadera, se tendrá en cuenta esta circunstancia.

231. Por último, puede descarse tener las plantillas en pequeña escala. Se dibujarán en tamaño reducido, pero entónces se las pondrá el rótulo de *Plantillas reducidas* para no confundirlas con las verdaderas.

10.—ROTURAS.

232. *Se llama rotura* la representación de una parte que esté rota ó fracturada en el modelo. Por ampliación se dice así á la representación de una supuesta rotura ó á la falta de una ó varias piezas.

233. **Ventaja y casos en que se emplea.**—Este dibujo proporciona mucha ventaja para la descripción, por que por este medio se pone de manifiesto la parte interior, y por tanto, la disposición y juego de las piezas, su orden ó distribución.

Como la rotura puede suponerse no solamente de la capa exterior sinó también de las interiores y en mil variadas direcciones y formas, resulta que por un detenido estudio del modelo puede siempre presentarse este perfectamente descubierto hasta en sus lugares más ocultos.

234. La rotura se copia en proyección ó perspectiva, por el método ordinario si es de forma regular y aparece en el modelo, fig. 102. Pero siendo su forma irregular y no importando una extremada exactitud, generalmente solo se fijan exactamente las líneas ó los puntos principales, tales como los de máxima y mínima cota, los de tangente horizontal, cambio de curvatura, mayor realce.....; lo demás se imita á ojo.

235. Cuando no existe rotura y hay que imaginarla existiendo modelo, sobre la superficie de este se señala la línea que convenga, que se llevará al dibujo; sinó se dispone más que de las proyecciones, se supone que la rotura sigue poco más ó menos la dirección de un plano, fig. 103, superficie cilíndrica, esférica..... se halla al-

gunos puntos de la intersección con el modelo y sobre estos datos á ojo se acaba el delineado, bien considerando rotura geométrica regular ó rotura irregular, fig. 104.

Si se supone que lo que falta es una ó más piezas del modelo, debe dejarse rastro de esta representación, para que el observador no pueda creer que esto es lo corriente.

236. La parte interior del modelo es visible á través de la parte rota, se dibuja en el mismo orden y á igual escala que la exterior, de modo que si el todo es en proyecciones, lo descubierto será una parte igual en dimensiones que la abertura, si se dibuja en perspectiva lineal será mayor, dependiendo de la distancia del punto de vista. Se la supone iluminada como si no existiese la envuelta ó envueltas exteriores.

237. En algunas ocasiones se dispone del dibujo y se desea representar una rotura. En este caso la solución es encontrar la línea exacta ó aproximada por los métodos de la descriptiva.

238. La representación ó dibujo de la parte rota se hace empleando perfiles finos ó líneas de fuerza, según corresponda á cada parte en luz ó sombra por el convenio de luz convenida, fig. 102.

Otro sistema es el de emplear trazos cortos y puntos que produzcan un desvanecido que dé el efecto, fig. 103. Este efecto no debe resultar con oscuro excesivo que anule ó domine amortizando el resto de la representación.

Cuando se desea presentar una fractura irregular, las líneas geométricas encontradas para guía deben disimularse, conservando la situación de algunos puntos, fig. 104.

239. En ocasiones interesa dibujar aparte la figura del trozo desprendido, fig. 105; en tal caso basta con darle por perfiles los del contorno de la rotura y en su interior colocarle los detalles que correspondan de la línea de conjunto.

240. Otras veces conviene dibujar el trozo separado por un punto de vista inverso al anterior, fig. 106. Entónces los contornos se obtienen del anterior ó de la rotura en el dibujo principal por líneas simétricas. Los detalles se tomarán del modelo ó de los datos que puedan adquirirse.

11.—PERSPECTIVAS GEOMÉTRICAS.

241. **Objeto.**—La perspectiva es el arte de representar los modelos tal como aparece á nuestra vista. Con ello se consigue una

figura ó imagen muy clara del todo y de la disposición de sus partes ó elementos, por que aparecen ante el observador en la disposición que está acostumbrado á verlos.

242. **Sistemas** — Los diversos sistemas generales que se pueden seguir para obtener este resultado, son cuatro: 1.^o geométricamente, 2.^o á ojo, 3.^o con auxilio de aparatos y 4.^o mecánicamente. De todos ellos trataremos seguidamente.

243. Dos son los procedimientos más admisibles de la perspectiva geométrica, que vamos á explicar á continuación y son la *perspectiva lineal* y la *perspectiva caballera*.

PERSPECTIVA LINEAL.

244. *Perspectiva lineal* es la representación de los objetos en proyección cónica, desde *un punto de vista* y sobre un plano anterior al modelo que se copia, que se llama *cuadro*.

245. **Principios fundamentales** — La perspectiva de una línea recta es la traza en el cuadro del plano que pasa por ella y por el punto de vista.

246. Las perspectivas de las líneas paralelas son rectas concurrentes en un punto llamado de *huida ó concurso*, que se halla trazando desde el punto de vista una paralela á las rectas paralelas del modelo y encontrando su traza con el cuadro.

Si desde el punto de vista *V*, figs. 107 y 108, se baja la perpendicular *VP* al cuadro, y por la traza *P*, se tira la horizontal *H H'*, se llama al punto *P* *punto principal* del cuadro; á la *H H'* *línea de horizonte*.

247. Tomando las distancias $P D = P D' = P V$, los puntos *D* y *D'* se llaman *puntos de distancia*. También se pueden tomar puntos de media distancia, un tercio, etc.

248. Se verifica. Que las horizontales del modelo que son paralelas tienen siempre su punto de huida en la línea de horizonte. Si además de ser horizontales reúne la condición de ser perpendiculares al cuadro, lo tienen en *P*.

249. Si las paralelas (horizontales) lo son al cuadro, su punto de huida está en el infinito, luego sus perspectivas son líneas paralelas á las de horizonte.

250. Las rectas que no son horizontales no tienen el punto de huida en la línea de horizonte. Las que suben separándose del cuadro lo tienen encima de la línea de horizonte y se llaman *aéreas*; las que descendiendo se separan lo tienen debajo y se llaman *terrestres*.

251. Se llaman *traza de huida ó huyente* de un plano, la traza sobre el cuadro del plano paralelo al primero que pasa por el punto de vista.

252. Todos los p'anos paralelos dibujados en perspectiva tienen una línea de concurso, que es la traza de huida dicha anteriormente.

253. Si el plano es vertical su traza huyente es vertical y pasa por el punto de huida de su traza horizontal que está en la línea de horizonte.

254. Si además es perpendicular al cuadro su traza huyente pasa por el punto principal P.

255. Si tiene una inclinación de 45° con el cuadro, su traza de huida pasa por los puntos de distancia.

256. Si es paralelo al cuadro no tiene traza de huida y se llama *plano de frente*.

257. Si el plano es horizontal su traza de huida es la línea de horizonte.

258. Todos los planos de frente tienen su traza entre la línea de tierra y la de horizonte, que por esta consideración es el *limite desvanecido del terreno*.

259. El plano de frente más distante que es el correspondiente á la línea de horizonte se llama *fondo del cuadro*

260. **Ejemplos.—Perspectiva lineal de la mesa.** (*deducida de las proyecciones*).—Sean la línea de tierra y las proyecciones de la mesa las que indican la fig. 109. Sea V el punto de vista; X Y la traza del plano cuadro; sea A B la dimensión de la base cuadro = 0.30^m .

Sea $X_1 Y_1$, fig. 110, la base inferior del cuadro $A_1 B_1 = 0.30$. Se toma por altura $A_1 C_1 = 0.20$. Los puntos de distancia son D y D' siendo $D V = D' V = v a$ (de la fig. 109.)

261. *Situación del punto de vista y de los de distancia.*—Se toma cualquiera, 109 y 110,

$$B_1 b_1 = B a \quad b_1 V = b V' \quad V D = V D' = v a.$$

262. *Perspectiva del punto 1.*—Por este punto puede considerarse que pasan las rectas horizontales $1 c$ y $1 d$, la primera perpendicular á X Y y la segunda formando 45° con ella ó sea paralela á la línea de distancia.

La perspectiva de 1 es la intersección de las dos líneas dichas. La de la primera pasa por c , punto fijo en la base del cuadro y que puede tomarse sobre $X_1 Y_1$, y por V por ser perpendicular al cuadro. Luego se determina fácilmente en la fig. 110, tomando $A_1 c_1 = A c$ y trazando la $c_1 V$. La perspectiva de la $1 d_1$ tomando $A_1 d_1 = A d$ y uniendo d_1 con el punto de distancia D.

La intersección de las dos rectas anteriores dá el punto perspectiva del 1.

263 *Perspectiva del punto 2.*—Se baja desde dicho punto la perpendicular á la $X Y$ y la inclinada 45° . Al buscar las perspectivas de estas líneas, la de la 2 C la tenemos ya. Luego haciendo la construcción como en el caso anterior tendremos el punto 2.

264. *Perspectivas de los puntos 3 y 4.*—Es idéntico el sistema para estos puntos que para el 1 y 2; el punto f será el que tomaremos en f_1 con la condición de que $A_1 f_1 = A f$.

Como comprobación, estando las líneas 1 — 3 y 2 — 4 paralelas á la $X Y$ en la construcción anterior han de resultar también las $1_1 — 3_1$ y $2_1 — 4_1$ paralelas á la $X_1 Y_1$.

265. *Perspectiva del punto 5.*—Si desde dicho punto se traza una vertical, nos dará un punto en el plano horizontal tal como el 1 cuya perspectiva sabemos encontrar. Ahora la perspectiva del punto 5 estará sobre la del 1 en una perpendicular á la línea $X_1 Y_1$.

Para limitar dicha perpendicular hay que formar la *escala de alturas* y deducir por ella la longitud de representación que corresponde á la magnitud 1—5 en el término del cuadro en que está el punto 1.

Al efecto, se toma $A_1 b_2 = 5_1$, se une b_2 con V , se traza por 1_1 la horizontal $1_1 3_1$ (caso de no estarlo), en el punto de intersección m se levanta la perpendicular $m n$ á la base cuadro hasta encontrar á la $b_2 V$; esta distancia $m n$ se trasporta sobre la recta indefinida $1_1 5_1$ también perpendicular á la base cuadro que dará el punto 5_1 deseado.

266. *Tablero.*—Si es horizontal, con los datos encontrados hay suficiente. Si fuese inclinado es necesario hallar los del otro borde horizontal.

267. *Otros puntos.*—Para fijar la situación perspectiva de cualquier punto, si está en el plano horizontal de proyección se procede como para el núm. 1; si está en una posición cualquiera debe procederse como para el 5. Al efecto y previamente se traza por él una vertical. El dibujo que resulta uniendo todos los puntos, es el de la fig. 111 y 112.

268. *Reglas practicas.*—El dibujante desde el primer momento se debe hacer cargo de lo que ha de ocupar la figura que es lo que ocupe la proyección vertical del modelo, mas el *vuelo* que debe tomar por el lado del punto de vista, con objeto de que pueda centrarla bien en el papel.

Las líneas auxiliares de construcción se harán muy finas y se irán borrando á medida que no se necesiten, para que no confundan.

Tratándose de un dibujo complicado, con muchos puntos que no tengan entre sí relaciones que faciliten su trazado, el trabajo es muy difícil y largo.

Se facilita empleando un sistema mixto que consiste en situar geoméricamente los puntos principales y á ojo los restantes. De otro modo se originaría gran confusión á causa del sin fin de líneas que había de trazar.

269. **Perspectiva lineal de la mesa de dibujo** (*deducida directamente del modelo.*)

Se elije por ejemplo para punto de vista, uno colocado á unos tres metros retirado del frente de la mesa y elevado un metro mas que su tablero. En su elección se ha de atender á que pueda situarse en su lugar un punto material fijo, como clavo ó anilla.

270. Se elije el piso para plano horizontal principal de proyección, y para vertical la pared á que esté arrimada, ó el plano que se suponga pasar próximo á ella, paralelo á su longitud. Para plano cuadro el vertical que pase por delante del tablero. Estos se señalan en el suelo con línea de tiza.

271. Con un hilo atado al punto material de vista, se marcan la dirección de las diversas visuales, llevándolo estirado á los puntos que hayan de consignarse. El encuentro del hilo en cada posición con el lugar del plano cuadro nos dará puntos que deben llevarse al del dibujo. Para ello nos valdremos de una plomada y así cada punto podrá venir referido por las dimensiones de su abscisa y ordenada.

272. Como se vé el dibujo que va imaginándose el dibujante en tamaño natural en el plano cuadro supuesto, lo irá reduciendo sucesivamente á escala, dibujándolo en el papel.

273. En resúmen, el trabajo es muy fatigoso y complicado y difícilísimo en modelos de formas irregulares.

274. **Perspectiva deducida directamente de las proyecciones.**—Supongamos un fuerte ó edificio, tal como el que se representa por A B C... fig. 114. Como conocemos los relieves de la obra podemos obtener la proyección vertical P Q ó mejor un corte por la línea de simetría M N; de este modo aparecerá todas las líneas principales de parapetos, terreno y fosos. Supngamos que se elije por punto de vista el V que se proyectará en V'. Elijamos para plano cuadro el X Y Z.

275. Por las reglas de perspectiva, la figura perspectiva de la obra estará proyectada horizontalmente en X Y y verticalmente en Y Z. Para obtenerla en su verdadera magnitud, ó sobre un plano cualquiera horizontal, basta rebatirla sobre el plano horizontal ó sobre otro plano cualquiera de esta condición. Para no colocar sus

líneas sobre las de la proyección horizontal lo haremos sobre la paralela á ella $Y' X'$. La marcha de la operación para fijar un punto es la siguiente.

Un punto tal como el C se encuentra proyectada su perspectiva en $m^1 m^2$. Si tomamos á partir de N' la distancia $N' m^3 = N m^1$ y $m^3 h = Y m^2$ el punto h será la perspectiva del C. Por igual construcción se sitúan los demás.

276. El punto de vista resulta proyectado en V'' de tal modo que $V'' N' = Y n$.

277. Para ver en buenas condiciones esta figura perspectiva el observador debe colocar su vista sobre V'' y á una distancia de este punto igual á $V N$.

278. La figura perspectiva resulta disminuída en sus dimensiones comparada con la extensión de las proyecciones, sobre todo en las partes lejanas. Por eso muy frecuentemente se desea la perspectiva de la figura á mayor escala, es decir doble ó triple. Basta para conseguirlo el tomar en vez de las distancias $N' m^3$ y $m^3 h$, distancias dobles ó triples y entónces los puntos h nos determinarán la figura deseada.

PERSPECTIVA CABALLERA.

279. *La perspectiva caballera* de un objeto en la proyección oblicua de dicho objeto sobre un plano.

De aquí se deduce que todos los problemas que ocurran pueden resolverse con arreglo á los principios generales de la descriptiva, siendo semejantes á los que se presentan en las sombras.

280. *Principios fundamentales.* Las reglas de perspectiva caballera se deducen de las de perspectiva lineal, suponiendo que el punto de vista se aleja del infinito.

281. En este caso todos los rayos visuales son paralelos y se llaman proyectantes.

282. La perspectiva de toda rayo visual es un punto: la traza sobre el plano cuadro.

283. Las perspectivas de las líneas perpendiculares al plano cuadro, se llaman líneas de huída.

Suponiendo que $a c$, fig. 115, sea la línea de huída, a y c las perspectivas de dos puntos del espacio A y C, la relación $\frac{a c}{A C}$ se llaman *relación de reducción*.

Conocida esta relación y dada la situación perspectiva de un punto A es fácil encontrar la de otro C, que esté del primero á una distancia conocida.

284. Para mayor facilidad en dibujo supondremos que el rayo visual es el que se señala con flechas en las figs. 115 á 118, es decir, que sus dos proyecciones forman siempre 45° con la línea de tierra.

285. Con este convenio se verifica que la distancia perspectiva de dos puntos que estén en una perpendicular al cuadro es igual á las que están en el espacio.

Resolveremos los problemas que en la práctica ocurren.

286. **Perspectiva caballera de la mesa de dibujo**, (*obtenida de las proyecciones*) —Se adopta la dirección del rayo visual y plano de perspectiva, y suponiendo sea como en la fig. 115, se copia la proyeccion vertical del modelo y trazan por cada punto proyectado *a* líneas indefinidas inclinadas 45° con la horizontal. Sobre ellos se tomarán distancias *a c* iguales á las proyecciones horizontales correspondientes. Uniendo todos los puntos determinados así, tendremos la perspectiva deseada.

287. Ahora debe hacerse un estudio detenido de las líneas visibles y las que no deban consignarse; lo propio que de las líneas de luz y sombra.

Los modelos de las figuras 111, 112 y 113, por este método aparecen segun las 115, 119 y 120.

288. **Perspectiva caballera de la mesa de dibujo**, (*obtenida directamente del modelo*).—Se adopta por plano de proyección horizontal el piso y por vertical la pared próxima á la que esté arriada ó uno paralelo que se señalará su traza ó línea de tierra con tiza. Marcaremos con un reglón ó hilo la dirección del rayo visual y con otro la del rayo de luz.

189. Adoptamos para plano cuadro el horizontal superior á la mesa que la toque, el tablero mismo, entonces fig. 117 podemos partir de la proyección horizontal que resulta en su verdadera magnitud, y desde cada uno de sus puntos *a, b* trazar rectas inclinadas 45° sobre las que se toman distancias *ac* iguales en verdadera magnitud á las aristas del modelo.

290. Uniendo todos los puntos resultará imágen como las de las figs. 117 y 118; y si se hace la construcción sobre el plano vertical anterior que roce al borde de la mesa resultarán las imágenes 115 y 116.

291. **Casos en que se emplea cada sistema** —Resumiendo y pesando las ventajas é inconvenientes de los procedimientos explicados por el trabajo que necesitan y la imágen que producen, se emplean:

El de la fig. 109, en asuntos sencillos en que se dispone del modelo ó en aquellos que no necesitando precisión se busca el de pocos puntos y el resto se hace libremente.

El de la 114, cuando solo se dispone de las proporciones. Se emplea para vistas de fortificaciones y granjas agrícolas, poblaciones y campos de batalla.

El de las 115 y 116, para materiales de construcción y piezas sueltas de máquinas (carpintería, cantería, herrería) y para representar las máquinas y edificios.

Y el de las 117 y 118 para topográficos, y explicar la disposición de los talleres y establecimientos industriales.

En las figuras 115' á 118' damos muestras de diversos dibujos.

12.—PERSPECTIVAS Á OJO.

Objeto.—El dibujo de perspectiva geométrica explicado anteriormente es de suyo muy difícil y complicado, no siendo por otro lado indispensable tanta escrupulosidad. Se apela pues, al trazado á ojo que se ejecuta con gran rapidez pudiéndose así aplicar á los grandes modelos, como vistas de poblaciones y grandes industrias de las que no se posea plano.

293. La copia á ojo está fundada en la costumbre y habilidad del dibujante, dependiendo la exactitud de su destreza. Para su enseñanza observará las reglas siguientes:

294. *Punto de vista.*—Se elejirá un *punto estación* desde el cual en el modelo aparezcan visibles las partes interesantes ó la mayoría de ellas, iluminadas convenientemente; y á una distancia que puedan percibirse los detalles necesarios. Por ello debe estar situado de vez y media á dos veces la extensión del modelo, frente á su parte central, algo elevado sobre su plano de asiento, de modo que resulte escorzado en sus planos principales.

295. *Luz.*—No se tiene en cuenta los efectos de la luz del Sol, de la luna, ni artificial que hiera directamente ó refleje sobre el modelo. Estos datos para la perspectiva aérea no se tienen en cuenta en la perspectiva industrial que explicamos.

296. Admitiremos pues estos convenios. 1.º Que la luz la recibe el modelo en la dirección constante y condiciones adoptadas para las proyecciones.

2.º Que esta iluminación es independiente para cada parte del

modelo, es decir, que no se consideran las sombras arrojadas, como no se atiende á los reflejos.

3.º Qué están también iluminados los anteriores.

297. *Situación del modelo.*—Si es portátil se llevará á un lugar que satisfaga lo más posible las condiciones de naturalidad, luz, distancia y comodidad del dibujante. Generalmente se coloca en piso horizontal, ó sobre mesa ó columna, cuyo fondo sea la pared, telón de color que forme contraste con el del modelo ó el cielo. Cuando no es trasportable, el dibujante es quien debe elegir el punto de vista de modo que en lo posible se cumplan estas condiciones. Si estuviera en movimiento se le supondrá detenido en una actitud ó disposición fija.

298. *Plano cuadro* —Se elejirá para plano cuadro uno perpendicular á la visual dirijida desde el punto de vista al centro de figura y colocado intermedio á una distancia tal que resulte la imagen igual á la figura que se desee obtener.

299. *Orden normal de la copia*, figs. 121 y 122.—Para la copia á ojo el dibujante procede á examinar detenidamente el modelo. Elejirá el punto de vista ó estación, dirección de la luz y relación de escala y allí provisto de lápiz y papel blanco, que apoyará sobre tablero ó carterá, empezará la faena, haciéndose cargo de las proporciones é inclinación de todas las líneas, descubriendo cuales son las principales, las importantes y las de detalle. Lo mismo descubrirá de los puntos, líneas y superficies auxiliares, reales ó imaginarias, (centros, ejes, simetría....)

300. Pasará á la estación, tomando un cómodo asiento, y preparando sus útiles decidirá sobre el papel, por tanteos, la extensión que ha de ocupar la figura.

301. Situará también por puntos y líneas casi perceptibles de tanteo, las líneas principales, comparando en cada momento lo ejecutado con el modelo, en magnitud é inclinación, cosa fácil si se considera que colocando el papel perpendicular á la visual al centro del modelo, las líneas deben resultar paralelas, proporcionales é igualmente inclinadas con relación á la horizontal y á la vertical.

Lo mismo hará con los elementos importantes, ligándolos ó armonizándolos con los anteriores.

302. De este modo cuando crea ó esté seguro de la colocación de los elementos los marcará fuerte, cuajando ó vigorizando las líneas. Por último, tanteará y cuajará los detalles referidos á los polígonos ó elementos anteriormente consignados.

303. Se pasa al estudio de las sombras, suponiendo que la iluminación es la convenida, deduciendo el efecto que producirían

los rayos solares. En su consecuencia se reforzarán las líneas que corresponda con arreglo á descriptiva.

304 A veces en este momento se ayuda el dibujante de regla y útiles para repasar todas las líneas, adquiriendo la figura de este modo el aspecto del dibujo geométrico.

305 Por último se puede hacer sobre la figura la representación de la materia.

306. En modelos de formas geométricas regulares facilita el consignar desde el primer momento los elementos auxiliares que se descubran, pues que tratándose de centro, ejes, planos de simetría, se obtiene por ellos referencias y propiedades que han de cumplír las líneas que se dibujen y comprobaciones muy necesarias. Estas líneas se borran conseguido el objeto.

307. *Licencias.*—En casos excepcionales que se ha de procurar sean los menos se admite alguna variación en la representación general para conseguir más efecto de realce. Por ejemplo:

En la fig., 123, en vez de representar la boca del cañón como en A se dibuja como en B que habla más á los sentidos.

En vez de emplear la línea de fuerza de un grueso constante fig. 134 A, se puede hacer de grueso progresivo B, disminuyendo donde la curvatura es menor. Variará su grueso entre los gruesos de la línea de luz y la de fuerza.

A veces se iniciará un desvanecido por medio de corto número de trozos, fig. 125.

Por último, se emplearán todas las licencias explicadas para proyecciones y las de dibujo industrial

308. *Método de la regla,* fig. 126.—Facilita la copia á ojo el extender el brazo poniendo con la mano el lápiz delante del modelo en posición horizontal, ó inclinado, y hacer sobre él composiciones ó tomar medidas que luego se llevan al papel.

De igual modo se extiende frente al modelo una regla graduada en la que se leen los puntos de intersección de la imagen de las líneas principales.

Por último se hace una banda ó tira de papel que se coloca como los anteriores útiles y señala en ella con lápiz los principales datos. Estos se llevan luego al papel.

Estos procedimientos son tanto más exactos cuanto más fijo esté el ojo en las diversas observaciones y más constante sea la distancia de él al útil.

309. *Método de la plomada,* fig. 127.—Se toma el papel y sujeta al tablero ó cartón de modo que sus contornos sean paralelos. Se presenta el tablero frente al modelo de modo que su borde su-

perior sea paralelo á la línea de horizonte y deje ver por encima á todo el modelo.

Se coloca la plomada de modo que enrase con el borde del tablero y en dirección á los diversos puntos notables de la figura que se vá á copiar, señalando estas direcciones en el borde superior del tablero y tomando nota de la altitud aparente sobre el borde. Transportando estos datos sobre una recta A B tendremos bastantes indicaciones ó referencias para concluir los demás detalles á ojo.

310. **Método del espejo.** fig. 128.—Consiste en colocar un espejo E entre el dibujante y el modelo M de modo que se vea reflejada la imagen. Entonces basta copiar dicha imagen tal como se vé planeada, es decir en la superficie del cristal, prescindiendo del realce.

311. La dificultad estriba en colocar el espejo de modo que produzca la imagen que corresponda á un punto de vista dado. Para ello se recordará que la imagen se refleja formando ángulos de reflexión iguales á los de incidencia. Así que si el modelo es el M y E el espejo el ojo colocado en B percibe el modelo como si estuviese colocado el observador en B'. De aquí que cuando se quiera copiar desde un punto de vista tal como el B' se colocará el espejo ó intermedio de este punto y el modelo. trasladándose el dibujante delante de la posición del espejo es decir en un punto B, simétrico del B' con relación al plano del espejo.

Los dibujantes suelen emplear espejos negros y esféricos para mejor ver los objetos y de tamaño más reducido que en los de forma plana.

312. **Método de la cuadrícula.**—Se emplea una pantalla ó bastidor A fig. 129 atravesado en dos sentidos perpendiculares por sedas de color ó cerdas formando cuadrícula, espaciada á 1, 2 ó 5 milímetros según se desée de exactitud. Tiene también un arco en uno de sus costados que permite inclinarle con relación á su pié. Sirve á este aparato de complemento un ocular B susceptible de elevarse ó descender.

313. La manera de usar del bastidor cuadrículado consiste en tomar papel cuadrículado y señalar en él á lápiz un rectángulo igual ó proporcional al del bastidor. Colocar el ocular en el punto de vista y el bastidor entre este y el modelo, de modo que se vea todo él dentro de su cuadrícula y bien promediado, fig. 130.

314. Se imagina que todo el modelo se encuentra en el plano de la cuadrícula del bastidor, viendo cada punto de la figura á qué hilo co-responde, haciendo señal en el lugar correspondiente de la cuadrícula de papel; que unidas todas convenientemente dá una copia muy precisa.

315. Si se coloca el ocular y el bastidor á distancias conocidas

del modelo por ejemplo á diez metros y á nueve, podremos establecer

$$o A : A B :: o a : a b \text{ ó bien}$$

$$10 : x :: 1 : a b \text{ ó sea}$$

$$x = 10 a b$$

que dice que las distancias que dá la cuadrícula son la décima parte de las verdaderas del modelo.

316. Al situar el bastidor debe tenerse cuidado que su plano sea sensiblemente perpendicular á la visual dirigida desde el ocular ó punto de vista al centro del modelo. Si así no fuera se alterarían las imágenes como puede observarse en la fig. 130 B.

317. Para una copia que precise poca exactitud no se necesita ocular, basta con tomar una posición en la mesa, afianzarse en ella de suerte que el ojo siempre que mire esté en igual posición. Para ello al principio se elije *visual de referencia*, ó sea un cruce de hilos y un punto importante del modelo; las demás veces, que se haya variado la cabeza para dibujar, antes de contar de nuevo, se coloca el ojo en esta visual de referencia, procurando también esté á la distancia primitiva, lo que ya es fácil apoyándose en la mesa.

318. Puede sustituir al bastidor el empleo de un cristal en el que se señala con tinta la cuadrícula, ó bien rayándola con la punta de un diamante.

319. **Método del cristal.**—Colocando un cristal entre el punto de vista y el modelo, en la situación que se dijo al hablar del bastidor cuadrículado. También se puede poner un ocular en el lugar del punto de vista.

Mirando á través del cristal se dibujará sobre su superficie el contorno y demás líneas, empleando tinta espesa dada con pluma ó pincel, ó bien con lápiz grueso construído expresamente para el caso. Terminado el trabajo, se pasa esta figura al papel, por calco ó por cuadrícula. Lavando despues el cristal queda listo para otra copia.

320. **Cámara obscura ó negra de caja**, fig. 131.—Es una caja cerrada, que puede alargarse ó cerrarse á voluntad por constar de dos partes principales A y B. En un extremo tiene una pequeña ventana ó abertura en la que hay una lente convergente. Los rayos al penetrar por este cristal se trasportan al espejo D donde se reflejan, viniendo á parar al cristal E. Aquí hay un papel de calcar, ó tela, en donde puede dibujarse el modelo ó paisaje como si se pasase. La tapa F sirve para resguardar de la luz y hacer más ópaca la parte superior del calco facilitando así este trabajo.

321. Cuando se quiera hacer á escala aproximada y conocida el dibujo, se unirá el foco más ó menos al espejo midiendo la pro-

porción de una línea del modelo y la correspondiente en el cristal.

322. Aunque más imperfecta, puede improvisarse una cámara sin lente. Se emplea una caja común con un agujero muy pequeño en la parte C un espejo en D y un cristal en E.

323. **Cámara negra de prisma** — Se compone, fig. 132, de un trípode que contiene en la parte superior un estuche A donde vá un prisma. A mitad de su altura hay una plataforma ó tablero B sujeto al trípode; el todo está envuelto por una tela C c que cubre y deja oscuro la parte interior cuando el dibujante se coloca dentro.

324. El prisma es de la forma del detalle P. Los rayos *a b* reflejados en la cara plana que hace de espejo y por la cara convergente, se cruzan como indica la figura y manifiestan en el tablero, produciendo la imagen real de la perspectiva sobre el papel que se coloque sobre el tablero.

325. Si se desea en escala conocida se procede como en el caso anterior.

326. Se improvisa un aparato de esta clase poniendo en vez del prisma un espejo dentro de una caja cúbica M. El interior del tubo es de hoja de lata, debiéndose pintar de negro de humo todo el interior. La imagen sobre el tablero no es tan clara pero suele satisfacer.

327. **Cámara olara** (de dibujantes, Hofmann,) fig. 233.—Es un aparato formado por una varilla de latón A B. En B hay un recodo B C D E que sirve para sujetarla á un tablero ó mesa por medio del tornillo T. En el extremo A de la varilla va un estuche R, cuya sección se detalla en la fig. 234, teniendo en *a b* un espejo, en *a c* un cristal y la cara *c b* cerrada, con un agujero ó mira o. En B hay giro para aproximar ó separar el estuche á la mesa; en A para subirlo ó bajarlo girando también; el vástago *s* entra en su caja más ó menos, permitiendo la traslación del estuche R. Es, pues, susceptible de dárse al estuche la disposición conveniente. Montado sobre el vástago *s* hay medio de poner una pantalla de cristal ahumado delante de la cara *a c*.

328. La manera de usarlo es sujetándolo al tablero en el que estará también fijo el papel, mirando por el punto O y dando una inclinación al aparato y estuche tal que resulte como en la fig. 234. La punta del lápiz se verá directamente según L O, los rayos del modelo se reflejarán en el espejo *a b*, pasando á reflejarse en el cristal *a c*. De este modo en el papel veremos las dos imágenes y siguiendo con la punta del lápiz los contornos del modelo M, obtendremos su copia en M'. Con la pantalla se graduará la más ó menos luz de uno ú otro rayo para que las dos imágenes se vean próximamente con igual fuerza.

329. Existen otras cámaras más complicadas, pero la descrita es suficiente para el trabajo ordinario.

330. El procedimiento automático por excelencia es la *fotografía* con la cual resulta perspectiva lineal sumamente detallada y exacta. Pero formando esta especialidad un arte algo complicado lo publicaremos por apéndice.

13.—COPIA RÁPIDA Y POR EL RECUERDO.

331. **Objeto y casos en que se emplea.**—En muchas ocasiones escasea el tiempo de que se dispone, y no es posible hacer la perspectiva por las reglas anteriores. Es el mismo caso cuando el modelo se mueve, tiende á desaparecer, á cambiar de forma ó se aproxima el término de la luz.

Otro motivo de practicar este trabajo, es en las visitas á fábricas, exposiciones ó lugares donde no se permiten tomar notas, siendo necesarias, como las que se buscan en establecimiento, buque ó plaza enemiga.

332. Para obtener buen resultado hay que estar diestro en el trabajo de perspectiva á ojo, teniendo la mano suelta y la vista acostumbrada á ver de prisa y bien, reteniendo los detalles en la memoria hasta el acto de consignarlos en el papel.

333. **Abreviaciones.**—Para ayudar á la memoria si el modelo se parece á otros conocidos solo se examinará y consignará las diferencias; si hay simetría, solo se fijará el dibujante en una de estas

334. Entre los medios que se emplean para obviar esta falta de la memoria, se usa llevar punta de lápiz y papel en el bolsillo ó interior de la ropa, y acostumbrarse á dibujar sin ser visto. Lo más conveniente es el empleo de máquina fotográfica especial para este caso. Cuando sean varios los visitantes se repartirán la recordación.

335. **Ejecución.**—La manera práctica de ejecutarlo á mano es en primer lugar hacerse cargo del tiempo seguro ó probable de que puede disponerse para arreglar á él la velocidad del lápiz; luego examinar detenidamente el modelo y todas sus partes; seguido se trazará á grandes rasgos las líneas principales y demás elementos, pasando á los detalles que se pueda ó á los más interesantes. Si en este momento ó antes desaparece el modelo ó debe suspenderse el trazado, lo más pronto que se pueda el dibujante empezará su operación, consignando en croquis todo lo que recuerde. Una vez terminado empezará á repasar lo hecho y perfeccionarlo, reforzando las líneas y ejecutando el sombreado.

14.—DESCRIPCIÓN GRÁFICA.

336. **Reglas de conjunto.**—Conocidas las teorías y prácticas anteriores, vamos á dar reglas generales del procedimiento que se ha de seguir para descubrir por medio de figuras el conjunto de un modelo, sus partes y la ligazón entre ellas.

337. Ante todo hay que hacerse cargo del móvil que preside al trabajo y fijar las condiciones del caso de que se trata, referente al modelo, exactitud que se desée en la copia 10 á 16 y procedimiento que se desée emplear 9.

338. Debe considerarse también que las perspectivas son utilísimas é irremplazables para la descripción del todo y ligar sus partes, que las proyecciones son imprescindibles para conocer las dimensiones justas, las secciones y los cortes para ligar las diversas partes y dar á conocer los interiores, lo propio que las roturas. Por último las plantillas son indispensables al llevar á la práctica todo trabajo manual.

339. **Elección de representación de figuras** —Con tales antecedentes, el dibujante decidirá el número y clase de trabajos parciales ó figuras que ha de ejecutar. Dirá, pues, tantas proyecciones, tantas secciones,.. del conjunto; y tal ó tales de la parte ó detalle tal; vistas desde tal punto, que será aquel que resulte más útil y de resultado sencillo é intencionado.

340. Atenderá también á que las figuras se completen, ó sea que entre todas den idea del modelo y sus partes interesantes sin repetir las descripciones.

341. Todas las figuras se han de referir á la misma situación y si el modelo es de movimiento al mismo instante. Así tratándose de manivelas ó volantes, se representarán como si se hubieran detenido en aquel momento; las veletas, banderas, humos,.. en la misma dirección; la luz igual para todas las figuras de la lámina...

342. Cuando esto no convenga se expresará en la leyenda la excepción, ó se pondrá rótulo especial á cada figura ó grupo de ellas que lo consigne, á no ser que por tratarse de asuntos sencillos ó muy conocidos el solo exámen exprese la situación sin la explicación dicha.

343. Como consecuencia el dibujante acordará la situación de los planos de proyección principales y la línea de tierra; la escala y la luz con los convenios, de delineado y representación de la materia.

344. La disposición é ingenio del alumno donde más se manifestarán, es en la elección de situación del modelo y de los planos principales y auxiliares de proyección, lo mismo que en la elección de figuras; su habilidad como dibujante en la escrupulosidad y exactitud en medir y delinear; y su inspiración como artista al representar las figuras libres, sobre todo en sus relieves y detalles.

345. Lo general en dibujo de estudio es obtener dos proyecciones; dos secciones, (una longitudinal y otra trasversal ú horizontal) y los desarrollos necesarios.

Para construcción, una perspectiva, dos proyecciones, dos secciones ó cortes y las plantillas de todas sus piezas. Para propaganda una perspectiva del conjunto y una rotura.

346. En asuntos de mucha precisión se suele emplear la acotación ó distanciado, por lo menos para las figuras de proyecciones, cuando la escala no las dá muy grandes. Tal sucede en contornos de herramientas para torno, piezas de ajuste, maquinaria diminuta (relojería)...

347. En dibujos de mucha longitud, relativamente al ancho como caminos, líneas de tiro, gráficos, se emplean dos escalas. Debe procurarse que una sea múltiplo de la otra.

348. Los cròquis de perspectivas y roturas á ojo se hacen en Romaní; para cròquis geométricos se emplea el cuadrículado; para repartir las figuras el Romaní; para dibujos en limpio el tela ó el marquilla blanco.

349. Para las dimensiones del papel y cuadro se atenderá á que ha de contener todas las figuras precisas á la escala acordada, más los rótulos, escalas, explicaciones. También se atenderá al plegado. sí ha de formar parte de un libro, de una colección ó se dedica á exponer.

350. **Cròquis del conjunto y de las partes.**—En la práctica suelen presentarse varios problemas, que han de resolverse para la repartición de figuras. Estos, son: 1.º *Dado el tamaño ó cuadro de la lámina y sabiendo las figuras que se han de dibujar, determinar la relación de escala.*—Se resuelve trazando á lápiz el cuadro y las figuras á ojo y próximamente á la escala que se crea conveniente.

2.º *Dada la escala y conocidas las figuras, encontrar el cuadro.*—Para ello, en un papel se van tomando á seguida los contornos de las diversas figuras, y por lo que ocupan todas se deduce la superficie de papel necesaria.

3.º *Dada la relación y el cuadro, repartir las figuras.*—Puede ser posible ó no. En el cròquis del cuadro se van tomando las

dimensiones de las diversas figuras, cuidando de espaciarlas suficientemente.

351. En la distribución anterior, se ha de tener en cuenta el objeto del dibujo, de modo que si se hace la lámina para explicación, sigan las figuras el orden del texto; si se desea buen golpe de vista, que haya armonía ó simetría, ya en la lámina, ya de unas con otras; y, por último, si es para propaganda que el buen gusto ó las aficiones del público se le presenten más de relieve.

252. En vista de todo, se procede á sacar del sólido las figuras acordadas, empezando por colocarlo en buena disposición y examinarlo para descubrir en él sus puntos, líneas y planos reales é imaginarios, partes de diversas materias, trabazones y demás detalles que han de consignarse, como la figura de cada parte, cilíndrica, esférica,....

353. Luego se decide el *orden de hacer las figuras*, que generalmente empieza por las proyecciones del conjunto, por que son de por sí sencillas, se vá el dibujante haciendo cargo detenido del modelo y son la base de toda descripción. Se empieza por las proyecciones principales y luego por las sobre planos auxiliares.

En asuntos en que está marcada la importancia de una proyección sobre otra para conocimiento del modelo, se empieza por aquella. En los edificios, carruajes, mesas, etc., se empieza por la vertical; en los topográficos y objetos materialmente unidos al piso que tengan poco relieve por la horizontal.

254. Se pasa á hacer las secciones y cortes; más tarde las perspectivas, y, por último, los desarrollos, plantillas y dibujo de detalle.

355. Para estas figuras aprovecharán las dimensiones y ángulos encontradas en todas las figuras ya determinadas, sobre todo en las proyecciones.

356. Para decidirse por uno ú otro sistema de perspectiva, se atenderá á lo manifestado al tratar de ellos, lo mismo al punto de vista, aplicándose á perspectivas de roturas cuando interese este medio de aclaración.

257. *Detalles.*—Después de los dibujos del conjunto explicados en sus diversas agrupaciones en los párrafos anteriores se pasa á detallar todas las piezas que lo necesiten. Esto solo se ha de referir á una de las que sean iguales y á las que no aparezcan con datos bastantes en las figuras del conjunto.

358. Para esta representación se acude á todos los medios expresados, proyecciones, secciones,.... perspectivas y hasta plantillas. Cuando se sabe que las piezas son de chapa, es decir, de

grueso determinado y constante, no se necesita más que una proyección principal.

359. Como regla general, se adopta para los detalles una escala múltiple de la del conjunto, resultando, pues, las piezas ampliadas. Este múltiplo ha de ser sencillo, como 2, 5, 10, etc.

360. Se aprovechará de todos los recursos, como abreviaciones, resoluciones descriptivas, etc. Si se gana tiempo encontrando la figura del corte deducida de las proyecciones, no se tomará directamente modelo; si la perspectiva puede obtenerse con cámara no se hará á ojo, etc.

361. **Leyenda.**—Terminados los croquis, se procede á consignar las indicaciones de cada figura. Habrá un encabezamiento general, uno para las hojas si así se presentan las figuras, una para cada agrupación de figuras y una distinción para cada una de estas. En la mayoría de los casos, cada hoja ó lámina y cada figura se distingue por un número de orden ó una letra. Se estudia también las indicaciones ó los rótulos para ligar las partes entre sí y con el conjunto de modo que no haya confusión.

Se consigna también la escala lineal ó traducción de las dimensiones reales del modelo, en dimensiones de la figura, la relación de estas dimensiones. Se ponen también ciertas indicaciones peculiares al caso, la orientación en los planos, las líneas de altitud ó cotas,.....

Por último, en lenguaje lacónico, expresivo, claro, se consigna el convenio de representación de figuras, de signos, de trazos, de colores. Las indicaciones de ejecución del trabajo, como punto ó taller donde se hizo, el dibujante, el ingeniero que lo trazó, etc.

362. Una vez terminados los croquis de figuras, reparto de ellas y de la leyenda, todo bien previsto, se pasa á hacer el dibujo por las reglas del lineal industrial.

363. Lo dicho en este capítulo se presta á abreviaciones que deben ejecutarse en bien del ahorro de tiempo tan recomendado en éstos trabajos gráficos

Estas abreviaciones pueden ser mayores si una sola persona es la que dirige, hace los croquis y ha de poner el dibujo en limpio. No puede decirse fijamente en cada caso las que sean, pero siempre que haya que repetir alguna parte idéntica á la de otra figura se suprime en los croquis y luego se copia por paso al trabajar en limpio. En los dibujos sencillos no se necesita ni aún croquis, haciéndolos desde luego en limpio.

364. En las figs. 235, 236 y 237 damos ejemplos de repartición de figuras.

15.— APLICACIONES INDUSTRIALES.

365. Todas las reglas dadas en este libro son para la copia del sólido en general, ó sea sin fijarnos en determinado modelo ni arte. De ellas se derivan los métodos especiales para los diversos ramos de la industria en consonancia con la especialidad y forma de los objetos; con la necesidad y con la costumbre.

366. Al tratar de cada ramo nos ocuparemos de consignar la forma general de los modelos, los procedimientos y medios que se aplican para su copia y el delineado ó dibujo más corriente. Lo que no se cite ó es de fácil deducción ó pertenece á las reglas generales expuestas.

367. **Arquitectura.**—Es el arte de la edificación en el que los modelos abundan en líneas y ángulos rectos, arcos de círculos, elipses y ojivas. Es semejante la *fortificación* y toda *obra de fábrica*. Para la representación se emplea mucho los alzados, plantas, perfiles y secciones planas; para el detalle de piezas las plantillas. Para planear solo se usa la cinta, plomada y nivel. La copia de fachadas y exteriores es fácil, las secciones y cortes de interiores dan más confusión. Si el terreno en que asienta el modelo es horizontal se tomará este plano como principal ó como de referencia; cuando no lo sea se tomará por auxiliar uno superior á él, que se señalará en una fachada.

El delineado no precisa esmero extremado á no ser en la unión de piezas de armaduras, plantillas de arcos; lo que generalmente necesita es gusto artístico para la representación de las fachadas de proyección horizontal á lo que suele acompañar parte topográfica. Son muy estimados los lavados.

368. **Artillería.**—Pertenece á este ramo la industria militar de armas, carruajes y pólvoras. Los modelos de armas de fuego, son de mucha precisión en la parte de las recámaras, cierres, alzas, proyectiles y espoletas; también se observa mucha superficie irregular.

Para la copia se emplean compases especiales para el interior de las piezas, llamados hipocelómetros; se usan compases especiales para espesores y calibradores. El interior de los cañones se vé llevando á su interior un rayo de sol por medio de un espejo.

En el delineado, se pondrá esmero de precisión en las partes dichas, en las demás el ordinario. Para las curvas tales como las de los cierres, trayectorias, etc., las plantillas ordinarias ó la lata. Las

de sentimiento, como asas, cascabeles y adornos de capricho, se hacen á mano. Los adornos en las armas portátiles, (sables, dagas,) á puntos desvaneciendo. La representación en lavado, á color con venido, del que hay una cartilla.

De los carruajes ya trataremos en su lugar. En las pólvoras se emplean pocas figuras; sólo para las máquinas y artefactos.

369. **Arte naval.**—Trataremos la construcción exclusiva de buques. Los diques, máquinas y accesorios como en los párrafos que se ocupan de estas obras. La representación del mar como en topografía.

Los buques presentan un sin fin de curvas en sus líneas generales, y hasta en sus piezas. En la construcción y distribución, se asemejan mucho á la arquitectura, por eso se los suele representar de un modo semejante, con alzados, plantas y desarrollos. Prestando mucha utilidad la perspectiva é indispensable el plantillaje.

Por eso en dibujo debe tenerse la mano muy suelta para el trazado de curvas, empleando las plantillas y la lata. El dibujo de perspectiva á color llamado marina, es apropiado para el dibujo de conjunto.

370. **Caminos.**—Toda vía sea *carretera, ferrocarril ó canal* ocupa una extensión de gran longitud y poco relieve, siendo de sección casi constante. Abunda en líneas rectas y en arcos de círculo, apreciándose con esmero los pendientes. Hay también mucha línea irregular correspondiente al terreno no trabajado.

La copia se hace con arreglo á topografía. Se emplea imprescindiblemente la proyección horizontal, la sección longitudinal desarrollada é infinidad de secciones trasversales. En dibujo las plantillas de curva conocida y líneas á mano; usándose una escala para las distancias horizontales y otra múltipla de ella para los verticales. Se hace gran uso de las cotas.

Las obras de fábrica, como puentes, tajeas, esclusas y todas las de *Puertos* como en arquitectura.

371. **Cantería.**—Sus piezas están constituidas por líneas y ángulos rectos, arcos de círculo y molduras corridas con escaso número de adornos.

La representación por medio de proyecciones y plantillas. El de molduras por la sección con expresión de los centros y rádios.

El dibujo es de precisión en las piezas de ajuste. Los adornos necesitan la mano suelta y acostumbrada á los dibujos de los diversos órdenes arquitectónicos.

Como en este caso se hacen los dibujos de los *marmolistas, y cerámica* para la construcción.

372. **Carpintería.**—Los objetos que se hacen en la carpintería

de taller, se componen casi exclusivamente de líneas y ángulos rectos. Su precisión no es grande, excepto en los empalmes y ajustes. La representación es por proyecciones; el dibujo es sencillo.

Los de carpintería de armar son de menos precisión: emplea la cuerda para trazar rectas y los reglones; es de poca precisión. La carpintería de ribera como se ha dicho para las piezas en arte naval.

La *ebanistería*, hace modelos más delicados de ajuste, con parte de adornos que debe copiarse con gusto artístico á mano.

En tonelería hay mucha línea curva. Son objetos difíciles de copiar exactamente, admitiéndose por ello tolerancias grandes.

373. **Carretería.**—Sus modelos son poco precisos á no ser en la parte de las ruedas, (llantas, pinas, cubos, eje) y en los tornos. Casi todas son líneas que parecen rectas. La copia se hace con las proyecciones, su delineado es sencillo.

Los *coches* son carruajes de más esmero y admiten menos tolerancia. Los lavados son fáciles y de buen efecto.

374. **Herrería.**—Abundan las piezas de precisión y tienen muchas líneas curvas. En las grandes piezas de armaduras se ven solo líneas y ángulos rectos y círculos diminutos (redoblones.)

La representación por proyecciones y plantillas. El delineado es sencillo.

En *cerrajería* hay más exactitud, debiendo emplearse el aumento de escala ó el distanciado. Los adornos con trazos de sentimiento á punto desvaneciéndose.

375. **Tejidos.**—Estos modelos tan variados se dan á conocer casi exclusivamente por sus plantillas ó *patrones*. Si por medio del cosido ú otro medio están armados, entónces es necesario acudir á la perspectiva para el conjunto.

Cuando pertenecen al ramo de *sastrería* casi todas las líneas son curvas; algunas de precisión media, otras no tanto. Al sacar los patrones hay que contar en todo momento con la superficie que corresponda para el cosido y lo que debe embeber ó prestar el género y los puntos que se correspondan en una y otra. El dibujo exige un pulso muy acostumbrado; la perspectiva, llamada *figurin*, pide cierto gusto de ejecución.

En los modelos llamados *confecciones ó modas* como el caso anterior; lo propio en *gorrería, saquería, banderas, velámen...*

Los lavados son de buen efecto en sastrería, confección y banderas.

376. **Vidrieras.**—Las vidrieras ordinarias y las artísticas se componen de un gran número de piezas regulares iguales, formadas por líneas rectas. Cuando tienen labor de figura humana ó paisaje tienen curvas de trazado sencillo aunque de sentimiento.

Para el conocimiento basta una proyección. El dibujo es sencillo, haciendo buen efecto lavado.

Es de este orden la copia de *embaldosados* y *mosáicos*.

377. **Maquinaria.**—Son aparatos muy variados con parte muy precisa en los engranes, ajustes y registros; con otros menos exactos en los órganos de transmisión y refuerzos y algunas en que esta cualidad no es atendible como en las basas.

La copia se hará con cuidado, extremando según la importancia. A veces es necesario saber el trazado y su propiedad geométrica.

Se usa mucho de las proyecciones y de las plantillas para la construcción.

En maquinaria muy diminuta se emplea la ampliación; en la muy complicada la perspectiva.

16.—PROYECTOS.

378. Se llama *proyecto* el trabajo preliminar ó estudio que se hace de un asunto industrial para describirle ó para dar reglas de su construcción.

379. Consta de dos partes esenciales, una de inteligencia ó *inventiva* propia del ingeniero (perito en la ciencia ó arte á que el asunto se refiera) y otra *gráfica* ó de dibujo sujeta á las reglas que sucesivamente irémos detallando.

380. En su confección influye poderosamente el motivo que lo ocasiona, porque así debe dársele más ó menos desarrollo y extenderse su estudio á más ó menos detalles.

381. Hay no obstante términos generales á que han de ajustarse todos, tales son: orden en la exposición, formas sencillas, economía, belleza ó gusto artístico, siempre que estas cualidades no sean incompatibles con el objetivo que se persigue.

382. Tampoco debe salirse de los principios de la ciencia ó arte, de las teorías y medios conocidos ó demostrados. Los obreros ó máquinas, los precios y los elementos todos necesarios para su desarrollo han de asegurar la existencia, la posibilidad de lo que se pretende. Esto puede resumirse diciendo que todo proyecto ha de ser factible y realizable, pues de lo contrario su estudio y desarrollo no conduciría á nada útil.

383. Se dice que es proyecto completo ó solo *Proyecto* al trabajo que se extiende á considerar todos los detalles para su ejecución. Si solo se refiere á los términos generales de la solución,

sin descender á detalles de resolución sencilla se llama *Anteproyecto*, todo vez que este estudio sirve de base para el primero.

384. Lo regular es formar el anteproyecto para someterlo á un jefe superior ó Director que lo apruebe ó modifique poniendo los *reparos* que juzgue conveniente. Estas observaciones ó mandatos se tendrán en cuenta cuando se haga el proyecto.

385. Todo proyecto debe presentarse de un modo libre y con arreglo al criterio de la persona que lo idea. Sin embargo en los servicios del Estado se debe seguir el orden marcado de real orden y en las circulares de la Dirección general respectiva. En los Establecimientos industriales libres se procura llevar orden semejante al empleado para proyectos anteriores; y si no hubiese antecedentes se imita á la que se practique para otras industrias parecidas ó para las del Estado.

386. **Inventiva-Apunte.**—La parte de inteligencia ó inventiva 379 es única y exclusivamente de la iniciativa é ideas del autor, ocurrente al caso. Los pensamientos cuya afluencia es libre y espontánea los ayudará y encauzará con los razonamientos basados en el conocimiento previo del asunto, fijando en un papel con lápiz los rasgos de la imágen, ya por medio de figuras, ya escribiendo ideas, ya iniciando cálculos ó determinando datos.

387. Véñse aquí esbozados dos trabajos de orden distinto bien definido. Uno es la *invención*, la ocurrencia, otro es el *apunte*, el acto material de expresarlo.

388. Estas ideas del apunte primero se amplían agrupando las *figuras*, las *ideas* que explique, el objeto y los *cálculos*. Se armonizan todas la partes y se llega á acotar, redondear ó completar el pensamiento.

389. Se bosqueja, pues, el conjunto del objeto, y se indican las figuras todas que luego han de terminarse, señalando los detalles que sean clave del problema. Del escrito se indica el índice ó encabezamiento, de los capítulos y artículos y las ideas principales base exencial de ella, y de los cálculos se expresan todos los datos, las fórmulas y los resultados.

390. Esto es lo que constituye realmente el apunte, que se hace generalmente y se presenta en un pliego de papel blanco á lápiz.

391. **Diversas clasificaciones.**—Antes de pasar más adelante diremos las diversas agrupaciones que se pueden hacer con la multitud de proyectos de la construcción y de la industria, expresando la nota dominante en cada uno de ellos, la que ha de dar la norma de la extensión con que se trate, acepciones con que se aprecie y forman de exposición. Formaremos cuatro grupos principales, que son, invento, modificación, copia y recomposición.

392. *Invento*.—Se llama así al proyecto que se desea realizar no habiendo nada conocido; dependiendo todo del ingenio ó inventiva por lo menos la parte esencial ó principal del estudio

Predomina en este caso la primera parte de las citadas en el párrafo 387, que es la que dá la norma y á veces la única que merece mencionarse, aún que todo ello se explique en cortas líneas y con figuras extremadamente sencillas. Necesita llevarse al ánimo del lector el convencimiento de la verdad ó del principio descubierto.

393. *Modificación* ó arreglo se llama cuando á un aparato ú objeto se desea variarle uno ó varios de sus órganos ó partes. Para ello debe hacerse un estudio de inventiva acomodado á las formas y dimensiones del todo, cuidando de que resulte en lo nuevo armonía ó estilo con la forma de lo antiguo

Por ejemplo; si en el aparato todas las palancas y demás brazos rígidos afectan la forma elíptica en su sección, los que se añadan ó proyecten serán de igual forma. Si los pernos del aparato son de cabeza exagonal, los nuevos serán de igual modo su grueso y el paso el mismo; Si la madera empleada es álamo blanco ó pino, la que haya de sustituirse será de igual clase para que estén en las mismas condiciones de esfuerzo.

Si todo el aparato es de precisión y materiales caros, en estas condiciones serán los que se propongan.

394. *Copia*.—Es cuando se trata de hacer un objeto igual á otro hecho ó conocido por sus planos completos ó incompletos.

El proyecto se reduce solamente á llevar á la práctica de la construcción el objeto deseado, interpretando ó completando los dibujos de que se disponga.

395. *Recomposición*.—Cuando se tienen efectos rotos, deteriorados ó con alteración en su estado de servicio, se forma un proyecto para su arreglo. Como la aspiración es dejarlo como cuando se hizo, el estudio se reduce al exámen de las partes que tiene de servicio y las que faltan ó deben sustituirse. Si se dispone de sus planos, por ellos puede deducirse la forma de todas las piezas; sinó existen hay que inventarlas de modo que estas jueguen con las ya construídas.

396. **Partes en que se divide un proyecto**.—Con los antecedentes explicados en los párrafos anteriores, que manifiestan la importancia y acepción de los diversos extremos de cada grupo de proyectos, pasaremos á detallar la formación de cada una de las dos partes en que puede considerarse dividido su desarrollo técnico, que es el dibujo y la memoria.

397. **Del Dibujo**.—Se parte de las figuras del apunte 390, con lo que se forma el *croquis* ó dibujo alijerado que se hará de ordina-

río á lápiz en papel cuadrículado y á escala, iniciando en él los detalles de la rotulación, leyenda y convenios. Se ejecuta de este modo para poder hacer enmiendas en la distribución general, y en las figuras. La distribución y colocación de las figuras, como se ha explicado en conjunto.

398. Por el croquis, se hace el *dibujo* á tinta en limpio, con ligeras modificaciones en la colocación de las figuras y demás detalles, si así lo necesitase. Generalmente se hace en papel tela ó en papel marquilla, poniendo la rotulación, firmas y sellos que correspondan. Estos dibujos en limpio suelen hacerlo los delineantes ó dibujantes.

Cuando se trata de dibujos muy complicados, es conveniente que el primero ó dibujo en limpio lo haga el autor. Los delineantes harán las copias.

399. El autor suele firmar y rubricar dentro del cuadro. Si el trabajo es oficial pone además el V.^o B.^o el jefe superior que lo haya examinado detenidamente y éste conforme con los extremos de su desarrollo, poniendo también el sello de la dependencia. En los de poca importancia no firma el autor, bastando lo haga en la memoria.

El delineante pone siempre su nombre fuera del cuadro.

400. Los ingenieros de caminos, los industriales, artillero etc. hacen los dibujos en tiras. Los croquis, borradores y dibujos para replantar, en papel cuadrículado de unos 35 centímetros de ancho y hasta 5 metros de longitud. Los en limpio en papel tela del tamaño anterior; con color para transparencia, presentándose doblados en la dimensión 35×20 ó 30×20 . Los arquitectos y Topógrafos hacen los borradores en papel blanco, y los dibujos los presenta en papel marquilla blanco ó papel tela de las dimensiones ordinarias, exponiéndolos arrollados ó unidos á un tablero. Unos y otros presentan las copias al ferropusiató.

401. **De la memoria.**—Para redactarla se empieza por hacer un *borrador* bajo la base de lo escrito y calculado en el primer momento 390. Con tales antecedentes se pasa á cordinar y escribir los párrafos completos, haciendo bién los cálculos y ligando y refiriendo todo al dibujo, cuyos trabajos irán simultáneos.

402. Sobre la forma no pueden darse reglas muy concretas ni precisas. Debe procurarse que resulte escrita en lenguaje lacónico, castizo y apropiado; que no lleve en el conjunto redundancias ni se concrete á decir solo lo que el dibujo exprese; de lectura amena, si es para el público en general y con la severidad ó en la forma acostumbrada cuando se trate de asuntos oficiales.

403. Con objeto de poder elejir encabezamiento á los capítulos

y artículos en que dijimos se debe fraccionar, damos á continuación una lista de los que principalmente se emplean.

- 1 Introducción —Advertencias.
- 2 Historia.—Datos históricos.
- 3 Objeto que se propone —Objeto del aparato. .
- 4 Descripción de la máquina, aparato, útil, obra.
- 5 Descripción del terreno, de la máquina, etc. que se ha de transformar.
- 6 Demostración científica ó práctica.—Cálculos id. id.
- 7 Comparación del invento, reforma ó construcción con los actuales ó con tal otro.
- 8 Ventajas del empleo ó uso —Inconvenientes de tal otro.—Ventajas é inconvenientes del uso del aparato ó trabajo.
- 9 Medios de construcción.—Sistema que debe emplearse en la transformación.
- 10 Presupuesto.—Precio.
- 11 Observación final —Resúmen.
- 12 Pliego de condiciones facultativas.
- 13 Índice.

404. De estos se elijen los más adecuados. Generalmente en trabajos científicos de escasa importancia se adoptan los encabezamientos 3, 4, 6; para construcciones los 4, 9, 10 y 12; para propaganda el 3.^o y el 8.^o

405. En toda memoria completa debe expresarse las condiciones y situación de que se parte, entre ellas la situación de la fábrica ó talleres en que ha de ejecutarse. Cuando nada se dice, se entiende que el trabajo se ha de llevar á cabo en la fábrica, dependencia ó localidad donde se está, en la fecha que se firma y con los recursos corrientes ó bien que puede hacerse sin dificultad en cualquier taller ó fábrica. Cuando no pueda hacerse ni emplearse lo normal, ha de citarse, demostrando la utilidad del nuevo método.

406. *Presupuesto.*—Este capítulo es de los más interesantes y que con más atención han de hacerse. Se debe consignar el gasto en materiales que deban emplearse según la obra, la localidad y la época, luego lo que ha de costar la mano de obra según el número de jornales en peones, oficiales y maestros á precios corrientes ó extraordinarios.

407. Algunas veces se debe añadir cierta cantidad para las obras auxiliares ó máquinas que sean preciso para este caso. Por último, otra pequeña partida que suele ser de un 5 á un 10 por 100 del total para *imprevisto*. Al poner esta cifra variable se procura sea tal que con ella la cantidad total aparezca sin céntimos y terminando en uno ó más ceros.

408. Para justificar los resultados citados en el párrafo 306, se toma de los *Prontuarios* ó de los datos que existan en la localidad ó en la factoría las noticias para formar una Tabla de precios elementales de jornales, otra de los precios elementales de materiales por unidad, otra de precios medios de obra. Se procede á cubicar todos los materiales que entran en la obra agrupándolos en diversas clases, según los precios y condiciones; se encuentra ó deduce el peso de los que deban pagarse por este medio; á medirse la parte de superficies ó líneas que deban consignarse y á contar aquellos otros objetos cuyo precio no puede deducirse por otro medio, como tornillos, cerraduras, para-rayos, etc. Con estos antecedentes es fácil ya por sumas, valiéndose de encasillados, deducir el precio de las diversas partes y del conjunto.

En ocasiones se abrevia lo anterior, poniendo los precios corrientes de unidades de obras terminadas; pero esto ha de ser en localidades y sobre asuntos muy conocidos y precios hechos por la costumbre.

409. *Precio*.—Otro capítulo interesante es aquél en que se trate del precio del objeto, que debe ponerse á continuación del presupuesto ó formar capítulo con él. Para ello, se sabe el precio de los materiales, al que se añadirá el de la mano de obra, luego el del ajuste y conclusión y así se deducirá el *precio al pié de taller*.

A esta cantidad, se aumentará una cantidad proporcional ó constante, que estará consignada por la dirección de la fábrica, para compensar los gastos de dirección, locales, máquinas, etc., y así se obtiene el *precio de fábrica*.

410. En industrias particulares se aumenta un tanto por ciento por *rédito de capital*. A veces alguna ó las diversas partidas no se detallan, hace el cálculo el Director ó el Gerente, y el número lo consigna bajo el nombre de gastos ó atenciones generales, ó bien dá el precio final de venta sin más explicación.

411. *Pliego de condiciones facultativas*.—En ciertas obras sobre todo las que después han de hacerse por contrata exige que el ingeniero una á la memoria las condiciones especiales para la ejecución en el cual por párrafos se va tratando de definir las circunstancias en que ha de hacerse cada trabajo, por ejemplo, al hablar del mortero se citará el lugar de donde ha de extraerse cada componente, su calidad y la proporción de la mezcla; las maderas de la clase que han de ser, tiempo que lleven arrancadas (Se mandará la época en que ha de hacerse cada cosa, el acopio, cada una de las partes generales en que pueda dividirse la obra y la terminación. Se citará la relación del contratista con el Director en lo corriente y en lo

imprevisto por sí hubiese que hacer aumento, disminución ó en general variación de obra.

Se tratará de la forma de hacer el pago por obra concluída, por partes ó periódicamente previos reconocimientos y cálculos del ingeniero que dará certificado para que el contratista cobre el importe. Por último se tratará de la recepción provisional y definitiva por la persona ó corporación que ha de hacerlo y de la rescisión del contrato cuandó el contratista por muerte ú otro evento no puede seguir ó no le convenga continuar ó á la empresa tampoco adelantar la obra.

412. Terminado el borrador, corregido en forma y corriente también el croquis, se pasa á escribir la memoria ó sea á poner en limpio dicho borrador. Lo más comun es escribirla en papel de hilo, al natural por medios pliegos, con letra gruesa y clara, redondilla toda ella ó al menos los encabezamientos. Terminará con la fecha y firma del autor. En los asuntos oficiales llevará además el V.^o B.^o del jefe y sello. De la claridad del escrito, del orden y del modo de presentarlo, depende en muchas ocasiones de que se lea ó nó, dependiendo también en parte el éxito sobre todo en los asuntos industriales de propaganda. Por eso algunas suelen imprimirse ó escribir á máquina.

413. Se debe dejar un lomo de unos 3 centímetros para el cosido y un canto de un centímetro también en blanco. Cuando se componga de varios pliegos se cose por las márgenes con hilo encarnado ó negro ó bien cosido de alambre y algunas se encuadernan.

414. Si el dibujo lo forma una ó pocas hojas pequeñas se unen por cosido al final de la memoria, con un plegado igual á la dimensión de esta. Si ocupan varios pliegos se hacen carpetas 400, en que se resguardan unas y otros.

ÍNDICE.

	PÁGINAS.
1. ^o Preliminares:.....	3
2 Útiles.....	9
3 Problemas elementales.....	14
4 Proyecciones.....	18
5 Acotaciones.....	25
6 Secciones.....	26
7 Cortes.....	28
8 Desarrollos.....	30
9 Plantillas.....	32
10 Roturas.....	35
11 Perspectivas geométricas.....	36
12 Idem á ojo.....	43
13 Copia rápida.....	49
14 Descripción gráfica.....	50
15 Aplicaciones industriales.....	54
16 Proyectos.....	57

ERRATAS.

Este libro está escrito por los apuntes de clase. Por ello abundan en él la repetición de ideas y frases necesarias para fijar en ciertos puntos la atención del alumno. Las faltas de imprenta por cambios de letra ó signo ortográfico, no necesitan corregirse, dada la condición del lector que sabrá subsanarlo.



TOPOGRÁFICO.

1.º—PRELIMINARES.

1. *Objeto.*—El dibujo topográfico es el arte de representar en un plano el terreno con todos sus accidentes.

2. Para conseguirlo, se supone proyectada su superficie en un plano horizontal inferior á él ó que pase por el punto más bajo; y que el punto de vista está superior y á infinita distancia.

3. **Diferencias con el dibujo de paisaje y del sólido.**—El dibujo topográfico y el de paisaje tienen ambos por objeto la copia del terreno y sus detalles, solo que en éste se toma por plano de proyección uno vertical y el punto de vista en el terreno en el lugar que ocupe el observador.

De este modo, en el topográfico tienen representación muchos más objetos que en el de paisaje, á causa de la mayor distancia del punto de vista; y aparecer todos los objetos en dimensión proporcional á la suya verdadera.

4. También el topográfico puede considerarse como caso particular de la copia del sólido, en que el modelo es la superficie terrestre en vez de serlo una herramienta ó máquina. Sin embargo, los procedimientos de copia tienen que ser muy distintos á causa de la gran extensión del modelo y de su infinidad de líneas curvas, así como del grado de precisión.

5. **Ventajas del topográfico.**—Son muchas las que proporciona este arte, haciéndose imprescindible en determinadas circunstancias.

Con su uso se tiene cómodamente y en poco volúmen, en una hoja de papel, la representación fiel y exacta de una vasta extensión de terreno, pudiéndose recordar cuando sea preciso todos los deta-

lles del mismo, estudiarlo sin conocerle, y proyectar lo que fuese necesario, sin tener que trasladarse al lugar y que recorrerlo.

6. Obtienen, pues, marcada ventaja los ingenieros agrícolas en sus planes de aprovechamiento y estudio de cultivos; los de montes, para los de repoblación cultivo y aprovechamiento; los de caminos, en el trazado de obras; los arquitectos, en el emplazamiento de sus construcciones; y con más ó menos extensión todo el que hace de la superficie del suelo la base de sus trabajos, como el propietario para sus planes y proyectos; el estadista, para consignar sus observaciones, el viajero, el comerciante,.....

Pero para quien más importancia tiene es indudablemente para el militar en su aplicación á la guerra, bajo las fases de fortificación, logística, castrametación y planes de combate. En todo tiempo se ha usado de los planos ó cartas como guía de las tropas por terreno desconocido; pero hoy día á causa del creciente desarrollo de los ejércitos, las fuerzas que no se auxilian de este arte, son con facilidad envueltas y derrotadas, ó no obtienen ventaja de las victorias que consiguen.

7. Por ampliación ó semejanza, dibujan con arreglo á estas teorías y principios, los marinos en el estudio de las cartas, de las corrientes, de las profundidades y derrota; los ingenieros de minas, en sus demarcaciones, planes de labores y explotación; los geólogos, en el estudio del terreno superficial y secciones; los astrónomos, en la representación de los astros; los aereonautas, para saber el punto donde se encuentran durante la marcha, ..

8. **Dificultades.**—Lo que se propone el dibujo topográfico es en resúmen la copia de la naturaleza, cosa sumamente difícil dada la infinita variedad de aspecto con que se presenta. Esto pudiera eludirse llevando el rigorismo matemático á la copia de los últimos detalles; pero tal propósito, complicaría mucho y ocuparía largo tiempo sin proporcionar ventaja, por no ser necesario este extremo en la mayoría de los casos.

9. En vista de lo cual, se adopta un sistema mixto (industrial especulativo,) de exactitud geométrica en la representación de ciertos puntos ó partes del dibujo, y de libertad artística para aquellos detalles que no implican en la bondad de la obra.

10. Aún así se hace difícil la ejecución para la mayoría de los que están obligados á servirse de este medio, por que para dar buena representación en el dibujo hay que sentir alguna inspiración de artista. Esto se elude en parte por medio de la adopción de cartillas ó convenios que hermanan esta necesidad, habiéndose logrado que pudan usar de este arte, en condiciones aceptables, aún los más refractarios ó menos dispuestos para distinguirse en él.

11. **División.**—La representación del terreno ó el dibujo topográfico, lo podremos considerar dividido en varias partes según el criterio que rija para hacer esta división.

Atendiendo á la *exactitud* con que se hace la copia, se puede considerar la *copia geométrica* ó exacta, no empleada más que en estudios geográficos; la *copia libre* ejecutada á ojo, con tendencia á la exactitud pero sin garantía de ella, que solo se usa para conocer á la ligera el terreno; y la *copia ordinaria* en que se emplea exactitud para ciertos puntos y libertad en los que interesan menos.

Atendiendo á los extremos del modelo ó sea del terreno que hay que representar, se divide en *dibujo topográfico de detalle* (gran escala); en *topográfico general* (pequeña escala); en *dibujo geográfico* (mapas ó cartas), para las grandes extensiones.

Atendiendo al sistema de copia, en *copia convenida*, cuando la representación se hace con sujeción á cartilla; *copia libre*, cuando se copia á cartilla dada ó propuesta por el mismo dibujante; y *copia natural*, cuando se trata de imitar el aspecto del campo tal como aparece á nuestra vista.

Con relación al procedimiento en *delineado*, *lavado* y *mixto*; y en cada uno de estos á un color ó á varios.

2.º—PRINCIPIOS GENERALES.

12. **Medios de representación.**—Dijimos que nuestro objeto es el de representar las superficies del terreno sobre un plano, de modo que aparezca en ella todos sus detalles con la mayor exactitud y fidelidad.

13. Observemos que la superficie terrestre, es de una forma sumamente irregular, con multitud de puntos á distinto nivel, sin guardar regla ni disposición fácil de explicar. Además, cualquier extensión que desee representarse, siempre las dimensiones horizontales del modelo (largo y ancho), son sumamente mayores que las verticales.

14. Varios son, pues, los sistemas de representación que podemos seguir, deducidos de los principios científicos que dá la descriptiva. Todos ofrecen ventajas é inconvenientes que analizaremos con objeto de usar de cada uno en el caso más conveniente.

15. Los sistemas generales, pueden ser:

El *icnográfico* ó representación sobre un plano de proyección.

El *ortográfico*, valiéndose de dos planos de proyección.

El *escenográfico* ó perspectiva sobre un plano cuadro.

16. El *primer sistema*, es decir la representación sobre un solo plano en el que se considere proyectada toda la superficie del terreno; si es *horizontal*, tendrá la ventaja de dar perfecta idea de la extensión ó planta, así como de la disposición de todas las partes.

17. Si el plano de proyección fuese *vertical* no produciría ventaja, toda vez que por las condiciones del modelo 13, las proyecciones se acumularían en poca superficie lo que resultaría muy complicado y confuso. Además los puntos de las vertientes opuestas al punto de vista no serían visibles en la proyección.

18. Dentro de la conveniencia del plano horizontal, se puede emplear 1.º El *sistema de cotas* ó acotaciones, es decir, la representación por números que expresen la altitud de los diversos puntos sobre el plano de asiento general. Tiene la contra que produce confusión y hace ininteligibles los planos fatigando su lectura y no obteniendo claridad el dibujo, por lo que solo se emplea en casos en que se precisa mucha exactitud y para pocos puntos y líneas; tal ocurre en el trazado de caminos y construcciones.

19. El 2.º medio es el empleo de *secciones horizontales*, que consiste en suponer el terreno cortado por una serie de planos horizontales y equidistantes que dan líneas de intersección con el relieve del terreno. Estas líneas se suponen proyectadas sobre el plano de asiento general, y como son de nivel, sabiendo la equidistancia se sabe su alzado, dando cabal idea de la forma del modelo. Los inconvenientes del método es que solo es exacto en las líneas de sección; pero estas zonas pueden estrecharse cuanto se quiera, disminuyendo la equidistancia; otra es que tiene igual representación las elevaciones que las depresiones. Esto se elude con el sombreado: es el más empleado.

20. El *segundo sistema general* ó de las dos proyecciones, dejaría perfectamente definido el terreno, pero atendiendo á que la proyección vertical acusaría los defectos dichos, 17, no se emplea. Solo es conveniente en caso especial, como es para consignar la silueta y las laderas ó faldas de las montañas del lado del punto de vista.

21. La dificultad procedente de la confusión en la proyección vertical, 17 y 20, podrá eludirse aumentando la escala de alturas; tal procedimiento presentará el inconveniente de dos lecturas en el mismo dibujo.

22. El *tercer sistema general* ó *perspectivo* es muy usado en el dibujo llamado de paisaje del género libre artístico. Su ejecución con arreglo á descriptiva, tiene el inconveniente de una complicación muy grande si se hace geoméricamente, si bien es fácil em-

pleando medios mecánicos. Presenta una gran ventaja, que es dar el efecto, tal como aparece á la vista del observador. A cambio tiene inconveniente de que solo obtienen representación los detalles visibles desde el punto de vista, quedando mucho por consignar.

Por eso en topográfico solo se emplea para precisar algunos detalles como dibujo libre; ó bajo la base de perspectiva caballera sobre plano horizontal, en otras ocasiones.

23. **De las secciones horizontales.**—De las condiciones anteriores, se desprende que el sistema más útil y conveniente para la representación de la superficie del terreno es el de secciones horizontales, 19, proyectadas sobre un plano también horizontal. Entremos, pues, de lleno en el estudio de este asunto.

24. *Plano de asiento.*—Ante todo se supone que inferior al terreno que se vá á representar pasa un plano horizontal, llamado principal ó de asiento, que elejirémos por plano horizontal de proyección.

25. En dibujos corrientes se elije el que pasa por el punto más bajo del terreno; en los de costas, que coincida con la superficie del mar á la altura de la marea media; en los geográficos, el plano tangente á la esfera terrestre en el punto medio;...

26. Evidentemente las cotas de los puntos situados en el plano de asiento son cero; las de los superiores á él las consideraremos positivas y las de los inferiores negativas; todas ellas se expresarán en metros anteponiéndolas los signos + ó — según la región en que estén situados.

27. *Secciones.*—Determinado el plano de asiento, se supone, fig. 1.^a, que existen una série de planos paralelos á él y equidistantes, los que cortarán á la superficie del terreno en líneas curvas. Todos los puntos de cada una de estas tendrá la misma cota ó nivel. La diferencia de cotas de una á la inmediata será la equidistancia.

28. Para fijar la forma del terreno, basta pues proyectar cada una de estas secciones 1, 2, 3... sobre el plano de asiento y así tendremos una colección de líneas, que nos darán una forma aproximada de ella.

29. *Equidistancia mínima de las secciones.*—Como la representación ó dibujo de cada curva es por medio de una línea continua, se necesita que las proyecciones horizontales de ellas no resulten excesivamente juntas, de modo que en el dibujo aparezca confusión. Ahora bien, las pendientes más rápidas que ordinariamente se encuentren en el terreno son de 45°; y como el mínimo de distancia aceptable para distinguir dos líneas en dibujo es de

medio milímetro, resulta que podremos formar la siguiente tabla:
Equidistancias mínimas de las curvas de nivel en las escalas que se expresan:

Escalas.	Equidistancias.
2.000	1 metro
5.000	2'5
10.000	5
20.000	10
100.000	50
400.000	200

30. Si esta distancia de medio milímetro pareciera extremadamente pequeña para dibujar sin confusión, advertiremos que realmente en la práctica los terrenos que se representan no pasan de 35° de pendiente, lo que dá una separación de 0'7 en vez de 0'5 mm. para la escala 2 000 en equidistancia un metro.

31. Si adoptáramos como caso general y para siempre la misma equidistancia para la misma escala, por ejemplo, la que se expresa en el cuadro anterior, nos resultarán las siguientes ventajas:

1.^a Las curvas aparecerán á igual distancia en los diferentes dibujos, cuando la pendiente sea la misma, cualquiera que sea la escala. Con esto se acostumbra la vista á la lectura del relieve.

2.^a Al reducir los planos á escala mitad tercio, cuarto, solo debe copiarse una curva de cada dos, tres ó cuatro.

3.^a Para el empleo de los trazos normales entre las curvas de nivel basta con un diapasón para todas las escalas.

32. Este convenio es más conveniente tratándose de colecciones de planos á diversas escalas, como son los dibujos que se hacen para una obra; los dibujos militares, etc. Esto constituye el *Diapasón de pendientes*.

33. No obstante la dicho, para facilitar el trabajo de campo y el dibujo, la equidistancia de los planos no se disminuye al límite sino que se adopta doble, triple, ... según la exactitud que se desee.

34. Por el contrario, algunas veces interesa representar con gran exactitud un punto ó una de las zonas. Entónces se acude al empleo de los planos auxiliares 2' 2'', fig. 1.^a, que ocasionarán curvas de nivel auxiliares ó complementarias y se dibujarán como las principales. Lo propio se hará para representar la cúspide si se encuentra en el caso de la figura (Se usa del plano 4').

35. Tratándose de un punto aislado, tal como el M, se puede suponer ligado á otras dos de las curvas inmediatas, bien por un triángulo o M b, bien por la diferencia de la cota sobre la curva

inmediata y proyección sobre el plano horizontal, como se dá á entender en el punto N.

36. **Alzado** (*proyección vertical*).—Si dado el dibujo A B, figura 2, deseásemos saber la proyección vertical de la montaña en todas sus partes, trazaremos una serie de líneas distantes entre sí que representen la equidistancia del dibujo. Referirémos sobre ellas todos los puntos del dicho dibujo y tendremos señalados en el plano vertical lo que deseamos. Advertirémos que no tienen representación visible más que los lugares ó laderas anteriores.

37. **Perfiles**.—Si lo que se desea es conocer el perfil general, fig. 2, se trazarán solamente las líneas de referencia, que siendo perpendiculares al plano vertical, sean tangentes á las curvas de nivel.

Si el problema es encontrar el perfil que cause un plano dado M N, fig. 3, se trazarán las equidistantes paralelamente á la traza M N, y sobre ellas se hacen las referencias y trazado anterior, refiriendo solamente los puntos de intersección, tales como los *a, b, c*.

38. **Sección**.—En el caso de desearse la sección causada en el terreno por un plano M N (fig. 3) consideraremos que su figura es plana y limitada por el perfil anterior y el plano de asiento. Luego se procede para encontrarla como en el caso anterior.

39. Los planos de sección que se emplean en la práctica son los verticales; los oblicuos no proporcionan ventaja, pero si fuere menester usarlos, se encuentra el perfil punto á punto con arreglo á Descriptiva, estudiando la intersección del dicho plano con las diversas curvas de nivel.

40. **Corte**.—El corte del terreno es la parte del mismo que queda visible suponiéndole separado en dos partes por un plano. Para su representación se encontrará la sección que cause el plano de corte; y el terreno que deba verse se dibujará limitado por dicha figura. Así en la figura 4 el corte por el plano A dá la elevación A'. El corte por el plano 2 dá la figura B'.

41. **Perspectiva**.—La *perspectiva lineal*, fig. 5, del terreno desde un punto cualquiera se encuentra geométricamente trazando desde la proyección horizontal de dicho punto *o*, visuales á todos los del terreno A B y refiriendo estas rectas al plano cuadro, nos dará los puntos deseados M. El trabajo resulta complicado y de poca utilidad, por lo que no se emplea.

42. La *perspectiva caballera* se puede obtener partiendo del mismo dibujo, suponiendo que todas las curvas y puntos del terreno giran hasta colocarse á 45° de su posición primitiva. Esto produce también bastante trabajo y dá efectos poco apreciados. El terreno A B resultaría representado en la forma N.

43. **Silueta.** fig. 6 — Se llama así el límite visual del terreno desde un punto de vista. Se encuentra suponiendo que por el ojo del observador ó por el punto de vista pasa una recta que en todos momentos es tangente á la línea exterior del modelo. La construcción geométrica puede hacerse considerando la proyección horizontal del terreno y del punto, trazando desde éste tangentes á las curvas y refiriendo estos puntos de tangencia al plano cuadro, que nos dará la línea que buscamos.

44. **Relieve.**—Por lo anteriormente expuesto, con la proyección horizontal ó dibujo topográfico podemos resolver todos los problemas que se nos ocurran y formarnos idea del relieve del terreno; pues á cualquier punto ó trozo y al conjunto podríamos darle su situación verdadera, si quisiéramos hacer de bulto el modelo, aunque no lo tuviéramos á la vista.

45 Si por ejemplo, deseamos saber la distancia entre dos puntos ó bien *la pendiente*, es decir, la inclinación de la recta que los une, se supondrá que por ambos pasa un plano vertical, el cual, se rebatirá sobre el horizontal de proyección, donde fácilmente mediríamos la distancia y el ángulo deseado.

46. Observemos, no obstante, que por la representación en zonas ó rebanadas, los puntos intermedios necesitamos fijarlos por construcción especial y uno á uno, 35, pues sinó, lo que encontramos al hacer el relieve es una serie de rebanadas de superficie exterior rectilínea, en vez de la forma movida que presenta el terreno. Esto ocasiona algún error en la situación de estos puntos. Ya veremos más adelante el medio de corregir estos defectos.

3.º—DE LA LUZ.

47. **Definiciones.**—Luz es el fluido que nos proporciona el ver los objetos. Su rapidez de propagación se considera infinita.

El cuerpo que la emite se llama *luminoso* ó *luminar* y puede ser un foco *natural* ó *artificial* por reflejar el poder de otro. Los que reciben los rayos de luz se dicen *iluminados* ó *alumbrados*; los que la dejan pasar hasta el punto de verse á través de ellos la figura de los objetos *diáfanos* ó *trasparentes* como el aire, agua y cristal; los que solo permiten el paso de la luz y no el de la figura *traslucidos* como el papel; los demás son *opacos* ó *umbrosos*.

La parte expuesta directamente á la luz se llama *en luz*, *alumbrada* ó *iluminada*; la opuesta en *sombra propia* ó *adumbrada*; la

parte de sombra que un cuerpo produce en otro por su interposición con el suyo de luz *esbatimento*.

48. *Radio luminoso* es la dirección recta en que se trasmite la luz: puede ser *directo* ó *primario* cuando procede del luminar y *reflejo* ó *secundario* cuando ha sido desviado por un cuerpo iluminado. *Radio directo* es el que cae perpendicularmente sobre una superficie, es decir se confunde con la normal en aquel punto; *oblicuo* el que la llega en otra forma; *tangente* el que toca á un cuerpo en esta disposición.

49. *Ángulo de incidencia* el que forma el rayo luminoso con su proyección sobre el plano; *ángulo de reflexión* el que forma el radio reflejado con dicha proyección: estos son siempre iguales.

50. *Claridad* es la luz difusa que existe en el ambiente por la reflexión de la luz del sol en la atmósfera. *Obscuridad* ó *tinieblas* la carencia absoluta de luz directa y refleja. *Toque de luz* ó *explendor* la parte de un cuerpo en que se observa desde el punto de vista más iluminación; *punto brillante* el lugar en que el radio reflejado hiere á nuestra vista.

Relieve es el efecto de bulto ó resalte que presentan los dibujos por efecto del delineado y adumbración. *Contraposición*, es la colocación del claro contra el obscuro y viceversa. *Desvanecido* la degradación y paso de la luz á la sombra. *Intermisión* el obscuro que hay entre la iluminación de la luz esplendente y la secundaria. *Color* es un efecto superficial de los cuerpos opacos. *Reverberación* la reflexión del color unida á la de la luz, como se ve en el acero y porcelana.

51. **Espejismo.**—Toda superficie pulimentada se llama espejo, tal es la del cristal, agua y metal bruñido.

Reflejo.—Los rayos de luz como el A que llegan á un espejo E E', fig. 7 son debueltos por esta en la dirección B, formando un ángulo de reflexión B' M E' igual al de incidencia A M E. La intensidad depende del pulimento de la superficie del espejo.

52. La imagen de un punto ó de un objeto tal como el B, se forma ó se ve desde A en un punto B' que está sobre la perpendicular bajada desde el objeto al espejo y á igual distancia. Resulta la imagen de igual tamaño y simétrica.

53. Cuando el espejo es un cristal, desde A se ven varias imágenes, por efecto de las dos superficies pulimentadas que tiene y las diversas reflexiones que en ellas se ocasionan; pero la principal es la más clara, perdiendo mucho las demás en intensidad.

54. Los espejos esféricos dan imágenes que son de mayor ó menor tamaño. Los convexos la forman menor, lo que se aprovecha para la copia de paisajes.

55. *Refracción* se llama á la desviación que se observa, toman los rayos de luz al pasar de un medio á otro distinto, como del aire, al agua, al cristal

Así, fig. 8, la imagen de un objeto B que esté dentro del agua no se ve según la línea A X M, sino en el punto M' según la línea A X M', es decir más cerca de la superficie.

Por igual motivo si se introduce en el agua una vara A B C, figura 9, la imagen de la parte B C no se verá en la prolongación de A B sino desviada en una dirección tal como B D.

56. *Lentes*, fig. 10.—Son unos trozos de cristal, muy precisos y dispuestos para cambiar las dimensiones de las imágenes. Tienen dos superficies de reflexión y por la forma del todo ó de las superficies se clasifican en *esféricas, cilíndricas, elípticas...* ó *biconvexas A, biconcavas B, plano convexas C...*

Cada lente tiene un eje y un foco principal que es donde produce la imagen más clara, siendo la distancia focal la que hay desde este lugar á la superficie de la lente. La abertura de la lente es el mayor ángulo para que sirve.

58. *Anteojos*.—La lente biconvexa siendo de radios de curvatura pequeños aumenta en muchos diámetros el de los objetos. Se llama *lupa ó microscópio simple*.

Para largas distancias se emplean tubos con dos ó más lentes, que producen un aumento en la imagen, á la vez que concentran la vista en el punto é impiden los reflejos, resultando aquellas más claras ó limpias.

En todo antejo se distingue el *eje óptico*; el *campo* que es el espacio angular determinado por todos los puntos visibles; *ocular* la lente más cerca del ojo y *diafragma* una tapa con agujerito circular que es por donde se mira, poniéndola al contacto del ojo.

58. La luz al pasar por las lentes como por todo medio diáfano es absorbida por él ó pierde en intensidad. La dispersión ó irisado que suele producir se remedia por la reunión de dos lentes una biconvexa y otra cóncavo-convexa, es decir *acromáticas*.

59. *Ojo*—El ojo humano, fig. 11, que es el órgano de la visión, es de forma esferiódica y se compone de una porción de membranas, humores, nervios y elementos. Citarémos solo los más esenciales para nuestro objeto.

60. La *esclerótica e* es la membrana ó capa exterior que lo envuelve teniendo una abertura en la parte anterior, la que ocupa la *córnea c* membrana trasparente de forma de casquete esférico. La letra I señala el *iris*, membrana ópaca con abertura circular en su centro llamado *pupila*; que ambas producen el color del ojo llamado *niña*. En la parte c'r está el *cristalino*, cuerpo trasparente en forma

de lente con poder refringente variable del centro á su periferia.

En la cavidad que hay entre la córnea y el cristalino, es decir bañando al iris, está el *humor acuoso* A; y llenando el interior del ojo el *humor vitreo* H.

En la parte R está la *retina* que es una membrana destinada á recibir la impresión de la luz y el *nervio óptico* que lo trasmite al cerebro. Detrás de la retina hay la *cloroide* otra membrana de color negro destinada á absorber los rayos que no deben concurrir á la visión.

61. Como se ve, el conjunto es una cámara oscura perfeccionadísima, en la que la esclerótica representa las paredes que la forman; la córnea es un cristal para preservar las lentes y el interior; el iris es el diafragma variable, el cual se cierra ó dilata según la fuerza de luz que recibe; el cristalino es la lente; la retina la placa donde se forma la imagen y el humor acuoso y el vitrio con el cristalino y otros elementos modifican la dirección de los rayos para que en todo caso se forme la imagen en buenas condiciones.

62. **De la visión**, fig. 12.—La imagen de los objetos alumbrados y colocados delante del ojo se manifiesta en la retina. La de los puntos A que están en la misma dirección que el centro de la pupila y del cristalino, ó sea en el *eje principal* ó eje de figura del ojo, no sufren refracción. La de los puntos tales como B y C sufren refracciones que aproxima su imagen al del eje principal.

Por lo anterior se deduce que la imagen resulta invertida de como están los objetos. El nervio óptico trasmite no obstante la impresión en orden natural.

63. Si suponemos que M y N son los puntos límites, cuya imagen aparezca limpia ó clara en la retina, el ángulo M O N se llama *ángulo visual* y todo el espacio semejante á que corresponde *campo visual*. Los rayos luminosos procedentes de puntos exteriores del campo visual no producen efecto en la retina. El ángulo visual varía pequeña cantidad para cada individuo en determinadas circunstancias.

64. **Dimensión de los objetos**, fig. 13.—Dos objetos desiguales á la misma distancia M N y *m n* produce ángulo visual proporcional á sus diámetros ó dimensiones y por tanto menor impresión en la retina el menor de ellos. El mismo objeto ó dos iguales á distinta distancia B C y M N la hace menor el que está más distante.

65. Es, pues, por efecto del estudio el como apreciamos las dimensiones y las distancias. De las personas, árboles y edificios sabemos poco más ó menos sus dimensiones, aunque la retina nos acuse figura diminuta. La distancia á que se encuentran de nosotros se deduce también por la pequeñez de la imagen. La dimensión y

distancia de los objetos que están próximos á los anteriores se deducen también por comparación. La distancia á que se encuentran las montañas lejanas por su aspecto dada la diafanidad de la atmósfera.

66. La distancia más conveniente para mejor ver un objeto varía en cada individuo y á veces en cada uno de sus ojos. Generalmente es de 25 centímetros, y se llama *distancia de la visión distinta*.

Los que necesitan aproximarse más, son *miopes* y los que tienen que retirarse *presbitas*. Estos defectos se subsanan con el uso de lentes.

67. Si dirigimos la vista á un cuadro, fig. 14, que consideramos dividido en partes iguales, $AB = BC = CD \dots$ sus impresiones en la retina serán desiguales y sucesivamente menores, por su forma especial; también cuanto más disten del eje principal, la imagen es menos limpia. Lo que se debe tener en cuenta cuando haya que examinar dibujos, siendo pues lo mejor colocarse lo más próximo y en dirección del eje principal.

68. Cuando los puntos extremos del objeto son M y N en que se verifica que $AM = AN$ y $OA = AM$, es decir que la distancia del punto de vista al cuadro, es la mitad de la dimensión de este cuadro, el ángulo visual es recto; si el punto de vista se sitúa entre O y A el ángulo resulta obtuso, y si está más distante agudo.

En la práctica bajo un ángulo obtuso no se puede ver de una vez el objeto y sus partes exteriores; con el ángulo recto se ven confusamente éstas; con el ángulo agudo es como se ven los detalles. El mejor ángulo es el de 60 grados. Este se traduce en dibujo diciendo; el punto de vista debe estar de dos veces y media á tres distante del cuadro.

69. *Con dos ojos*.—Cada ojo dá de por sí una imagen que se trasmite al cerebro. Cuando los ojos están bien conformados la sensación de la doble imagen, por la costumbre adquirida, parece una sola. Si á un ojo se le obliga á un desvío de la dirección ordinaria, se ven dos imágenes de los objetos, resultando confusa la apreciación. El ángulo AMB , fig. 15, en que se vé un objeto cualquiera, se llama *ángulo óptico*.

Exactamente considerado, cada ojo vé una imagen algo distinta, apreciando más detalles del lado del modelo en que está colocado, siendo más exacto cuanto más próximo se encuentra. Esta diferencia sirve para dar el efecto del relieve de los cuerpos, que se aprecia mejor mirando con los dos ojos que con uno solo.

70. Mirando con cada ojo á un objeto distinto, se vé una sola imagen formada por la superposición de líneas y de colorido de

ambos objetos, y situada en el punto de confluencia de las dos visuales. Las visuales se han de separar, bien mirando por un tubo cada ojo, ó por la interposición entre los ojos de una pantalla. En esto está fundado el estereóscopo.

71. *Fenómenos de la retina.*—Los rayos visuales que terminan en el nervio óptico, no producen efecto. Esto se observa cuando solo se mira con un ojo.

72. La retina conserva la figura y su colorido por algún tiempo, tanto mayor cuanto más brillante ó más alumbrado estaba el modelo. Cuando por algún tiempo se mira una figura de color, por ejemplo un círculo encarnado sobre fondo negro, la vista empieza á cansarse y el efecto del color á bajar. Pasando la vista rápidamente sobre un papel blanco ó cerrando los ojos, se verá por un buen rato la misma imágen de color complementario, verde en nuestro caso. Esto se llama *imágen accidental*.

73. Por el efecto que produce también la impresión de la luz ó irradiación en la retina las líneas ó partes de color claro y brillante sobre fondo obscuro, parecen mayores que lo son en realidad, aumentando este efecto cuanto más tiempo se observan. A las líneas negras ú ópacas sobre fondo claro, las pasa lo contrario..

74. Observando con gran atención un objeto, y tanto más cuanto más alumbrado, parece estar rodeado de colores complementarios á los propios, lo que se conoce por *aureola*.

Dos colores al contacto aparecen también mirados detenidamente con aureola accidental en su línea divisoria, procedente de la reacción recíproca ó contraste, resultando en los bordes de cada uno un color que es compuesto del color propio y el complemento del inmediato. Así la divisoria de rojo y naranjado produce las aureolas violado y amarillo respectivamente sobre el rojo y naranjado.

75. Algunas personas, por defectos en la retina ó en las demás partes del ojo, aprecian bien los objetos en sus contornos; y en el claro y obscuro, pero no el color, cambiando á veces unos por otros.

76. **Perspectiva aérea** —La representación del objeto necesita, además del efecto de las líneas el de luz y del color. Las reglas que presiden á estos extremos se llama *perspectiva de luces ó aérea*

77. La atmósfera ó aire rodea y envuelve á todos los objetos de la naturaleza. Esta capa ó masa, más ó menos espesa, que le separa del punto de vista es lo que amortigua los efectos de la luz produciendo su degradación y la del color.

78. *Luz directa.*—En todo estudio de efecto de luz en un cuerpo debe atenderse á su *dirección, intensidad y color*. Referente á su dirección é intensidad, de la luz directa diremos que los rayos sola-

res reciben en cada molécula del aire una refracción, lo que ocasiona, sumando todos los efectos, que llegan dichos rayos desde el sol al objeto con una pequeña desviación de la línea recta. También dicha refracción ocasiona la luz *aérea* ó *atmosférica* que ilumina en todas direcciones, dando así mismo lugar á la *aurora* y al *crepúsculo* y á que la noche no sea en absoluto tiniebla.

Todo objeto expuesto al sol ó que no reciba rayos directos, produce una sombra propia y arrojada bien definidas. La luz *aérea* es de muy poca intensidad con relación á la anterior, pero no obstante la modifica. Su dirección principal es en sentido opuesto al de aquélla.

80. Los objetos, pues, expuestos al sol, presentan un máximo de luz donde les hiere el rayo solar directo; otro máximo de luz atmosférico en el lado opuesto en la prolongación del rayo solar; un mínimo en la mitad de las partes intermedias y una degradación en los intervalos. La luz mínima no se encuentra precisamente á los 90° del punto donde toca el rayo solar, sinó á unos 120° .

81. Los que están en el terreno, es decir, tal como en P, figura 16, que no tiene aire inferior, la luz principal será, por ejemplo, el rayo directo del sol, S; y tendrá otra luz atmosférica, cuya intensidad máxima M estará en el plano vertical de la primera y en el cuadrante adyacente. Si el objeto no recibe luz del sol, el efecto máximo de luz lo recibe del zénit Z.

82. Si el objeto se supone que se eleva del suelo, irá aumentando la masa atmosférica inferior, la línea M ó rayo atmosférico principal irá bajando á tomar la posición horizontal, y luego la opuesta á la del sol, cual sucede en las nubes y globos libres, es decir, cuando la elevación es considerable.

83. Cuando el sol está en la dirección de P L, es decir, en el horizonte, la M P suele formar con la P T unos 20 grados. Cuando los rayos solares son de 45° , el ángulo de la M P con P T es próximamente de igual valor; y si los rayos solares son casi verticales, como los rayos moléculares serán menos intensos que en el caso anterior el ángulo M P T será de unos 60° .

84. Las objetos algo elevados del terreno, estando oculto el sol, reciben más luz atmosférica sus partes altas que las bajas. Esta es de la sombra que parece arroja la tierra. Así, suponiendo todas las condiciones iguales para un objeto, las partes inferiores reciben más sombra que las superiores.

85. El aire en pequeña masa, es incoloro. En más espesor ligeramente azulado, aumentando en intensidad con el espacio.

Todos los objetos reciben el efecto azulado; pero en los expuestos á la directa del sol no influye por el gran poder de su luz blan-

ca. Las sombras sometidas á la de la atmósfera tienen tinte azulado marcado. Los objetos resguardados de la luz directa del sol, si son blancos aparecen con ligera tinte azulada, y si de otro color, con tinte de mezcla, mucho más pronunciada en las sombras.

86. *Luz reflejada* Obedece á los principios de la luz directa. El rayo reflejado más intenso será el que más se aproxime á la dirección de los rayos reflejados por el cuerpo reflejante.

El color es combinación de la luz directa, de la pared reflejante y del cuerpo que recibe el reflejo.

La intensidad es proporcional á la luz directa, al ángulo de incidencia, al pulimento del cuerpo, al color de éste á la proximidad del reflejante y del reflejado.

87. La luz reflejada como la directa, alumbrá más ó menos á una cara, según el rayo la llegue bajo ángulo más ó menos grande (intensidad proporcional á los senos).

Luego, según dijimos, 80. el punto del cuerpo en que el plano tangente es perpendicular al rayo de luz, es el más alumbrado. En las partes en que sean paralelos no recibe luz y son puntos de separación de luz y sombra. Los puntos más alumbrados de la sombra tienen también su plano tangente perpendicular al rayo principal.

88. La luz que recibe una cara del mismo foco estando á diversas distancias es inversamente proporcional al cuadrado de dicha distancia. No obstante, por la inmensa distancia á que está el sol y la luna se supone que llegan á todos los cuerpos con igual intensidad

De estos principios se deduce la degradación, que será más rápida en una esfera ú objeto pequeño que en uno mayor.

89. *Problemas.*—Con el auxilio de la geometría, descriptiva y principios anteriormente expuestos, se puede demostrar que la longitud de la sombra de los cuerpos á igual distancia del luminar, es proporcional á sus dimensiones.—La sombra de un cuerpo varía proporcionalmente con la altura del luminar.—Ningún luminar puede alumbrar á la mitad de un cuerpo esférico. (El sol y la luna se exceptúan por considerarse á distancia infinita).—El esbatimiento de un cuerpo es siempre en la iluminación de los demás á quienes toque. Será más activo donde la luz directa, lo fuera también.—Desde el luminar no se ve sombra.—La degradación de la cualidad ó color, es proporcional á la de la cantidad ó figura.—Con la distancia se pierde antes el obscuro, el claro y el color que la forma.—Se pierde antes la luz reflejada, que la directa.

90. *Efecto aparente*, es la impresión que hace el modelo al observador colocado en el punto de vista. Toda la parte del disco

aparente que envíe luz en condiciones de que llegue al observador será visible; el del lugar que aparezca con más intensidad, será el punto brillante; los inmediatos irán degradando, dependiendo su claro y oscuro de la materia y pulimento de la superficie del cuerpo.

91. La arista intersección de caras planas de la zona en luz produce línea brillante; el alumbrado de las caras irá suavemente disminuyendo á partir de dicha línea.

La arista de dos caras en sombra aparece también más alumbrado que las partes inmediatas de las superficies que la forman.

La arista que sea separación de luz y sombra se vé más oscura que la cara en sombra á que pertenece

92. Por efecto del aire las partes colocadas en altas regiones ó elevaciones se ven mejor que las inferiores, á causa de los insectos, polvo, vapor de agua y nieblas más densas, cuanto más inferiores son.

93. También la cara alumbrada pierde luz á medida que está más lejos del punto de vista, y la sombra irá perdiendo intensidad á medida que se separa del modelo, tomando ambos tinta azul.

94. El color del rayo solar se mezcla también con el del objeto, ya la atmósfera esté roja, ó las nubes por que atraviesan de rayos directos preenten uno de los variados matices que toman las ordinario. Por la tarde la sombra que produce el sol sobre fondo blanco, es de azul muy pronunciado. De día los oscuros son más débiles por ser mayor la luz reflejada.

95. Como las superficies mates se pueden suponer compuestas de una infinidad de partes convexas ó asperezas, aparecerá el cuerpo á la vista con muchos puntos brillantes, donde diseminará la luz sobre la superficie, la que contiene pues muchos rayos blancos.

Por esta luz blanca que devuelve todo cuerpo se forma el observador idea de él y de sus superficies. El movimiento de las aguas, el efecto de las nubes, el aspecto de los árboles y de las telas se distingue por la disposición y repartición ó golpes de luz blanca que nos transmiten.

96. Lo dicho anteriormente es para la luz solar. Cuando se trate de luz artificial los principios son los mismos salvo la distancia, intensidad y color de foco. Con este alumbrado se observa menos vivos los puntos brillantes, disminuye muy rápidamente la intensidad por ser muy pocos los reflejos, las sombras son muy pronunciadas.

97. En un dibujo no puede admitirse dos ó más luminaires iguales pues perjudicaría el relieve por la perturbación del claro y del obscuro. Lo necesario es llegar al rompimiento de la superficie

en que se trabaja, ya desmintiéndola con el efecto de la iluminación y adumbración, ya por la contraposición del color. El mejor punto de vista para apreciar el relieve es el que ve por mitad el claro y el obscuro; para retratos el que lo aprecia por 45° con relación al rayo de luz.

98. **Aplicación topográfica.**—El terreno se supone constantemente iluminado por un foco de luz fija y potente de intensidad uniforme y colocado á infinita distancia. Tal sucede de ordinario con la luz del sol en un momento dado.

99. El foco se puede suponer en el *zénit* ó fuera de él. En el primer caso, es decir, encontrándose sobre la vertical los rayos de luz caerán en igual dirección ó normalmente al plano horizontal, produciendo las sombras de los objetos, tales como casas y árboles debajo de sí mismo, siendo del mismo tamaño y forma que sus proyecciones. Tiene la ventaja de que simplifica el trabajo suprimiendo el estudio de las sombras, de suyo difícil y no presenta el dibujo partes oscuras que emborronen el papel, lo que suele ser conveniente cuando se destina á estudios y proyectos. A cambio de esto, los dibujos aparecen como muertos, sin animación ni vida; parece un terreno en día nublado con luz difusa ó país de la zona tórrida donde la vista no aprecia el realce. Empleando, pues, este método se sacrifica el arte por la sencillez y prontitud.

100. El otro método, el de la *luz oblicua*, produce sombras arrojadas sobre la superficie del terreno, que es un dato apreciableísimo para conocer la altitud ó alzado de los objetos; aparece el campo tal como estamos acostumbrados á verlo continuamente á media mañana y por la tarde; y las dificultades de la representación no son insuperables, como veremos.

101. Suponiendo que el rayo de luz es *inclinado* 45° , entonces las sombras arrojadas sobre un plano horizontal que pase por el pie de los objetos es igual á la altura de estos objetos. Por este concepto, unido al paralelismo de las líneas límite de las sombras, las figuras en el terreno guardan con los alzados cierta relación muy interesante y conveniente para darse cuenta de su forma.

No obstante, en la práctica no resulta esta ventaja tan de manifiesto, puesto que el terreno no es de ordinario horizontal sino inclinado y desigual. Esto ocasionaría construcciones geométricas complicadísimas que se subsanan tomando con exactitud las principales dimensiones y acabando lo demás á ojo, que haciéndolo con cuidado suele satisfacer.

102. Cuando la dirección de la luz es cualquiera, la dificultad para encontrarla geoméricamente es poco más ó menos como en el caso anterior; pero en la práctica aumenta, toda vez que la longitud

de las líneas es variable, dependiendo del ángulo de inclinación de los rayos.

103. Por lo dicho se adopta como inclinación para el rayo de luz la de 45° , ó sea la diagonal de un cubo, que tenga una cara horizontal, y la otra, paralela al vertical de proyección (si lo hubiera) y sinó paralela á la situación del observador. Pero aquí hay diferencia de criterios y unos adoptan la posición 1.^a de la fig. 17 que viene de arriba á abajo, atrás á adelante, izquierda á derecha; otros la 2.^a de arriba á abajo, adelante á atrás, izquierda á derecha, y otros la dirección de las figs. 3 y 4.

104. La primera tiene la ventaja de que las caras que vé el observador aparecen iluminadas; la sombra es muy parecida á la silueta, y cuando al dibujo acompañan detalles perspectivos ú otros, no hay necesidad de cambiar de luz.

105. La segunda es de mejor efecto artístico, ya se examine el dibujo horizontalmente ó colgado; pero tiene la contra que los dibujos de detalle que se le acompañen, no pueden presentarse con igual luz, porque las fachadas principales están en sombra. Sería, por tanto necesario cambiar á estos la luz.

106. La figura de las sombras en los cuatro convenios es simétrica; lo que facilita la copia al pasar de una á otra luz.

107. En la fig. 18 consignamos la representación de un árbol con luz zenital; en la fig. 19, con luz de 45° , y en la fig. 20, con luz de 30 grados. En todas se presenta la construcción descriptiva, para dada la proyección vertical, encontrar la sombra propia y la arrojada sobre el plano horizontal.

En la fig. 21 aparece el mismo árbol, proyectado con luz de 45° , y en los diversos convenios admitidos con los números 1, 2, 3 y 4.

En la fig. 22 presentamos un estudio de la sombra arrojada cuando el terreno es inclinado y desigual.

108. *Degradación.*—El terreno resulta con arreglo á la perspectiva aérea, alumbrado además de la luz directa con la difusa. Por más que su superficie es desigual y mate hay reflejos que deben tenerse en cuenta; como el aire que en estos trabajos influye mucho por la gran extensión del modelo.

109. Como todo esto conduciría á grandes estudios, se ha convenido en no hacer cuenta de dichos extremos, considerando solamente la luz directa que produzca sombras poco oscuras. En la fig. 23 damos ejemplos de esta representación.

110. Únicamente cuando el dibujante desee copiar en el terreno á la naturaleza debe buscar en cada superficie su punto brillante, y el más acentuado de la adumbración; después los refle-

jos para consignar la degradación de las tintas y pasar así del punto brillante al claro, luego al claro obscuro, y por fin al obscuro.

111. Si se tiene en cuenta también la superficie del terreno se observa mayor sombra de la que le correspondería sinó hubiera vegetación en ella, debido á los mil arbustos y pequeñas plantas que la pueblan. Así las superficies oscurecen muy rápidamente según se alejan, ó el ángulo de percepción es más oblicuo cuanto mayor es la pendiente.

También en la sombra de los objetos suele haber claros, como sucede á la de los árboles de poca hoja en que la parte más oscura es la del tronco; luego sigue el centro de la copa, y por fin, sus extremos, fig. 24.

En un objeto cualquiera la opacidad es mayor en la parte del pie que en la elevada, á causa de los rayos reflejados, fig. 25. Por igual razón, la arrojada por un objeto sobre el plano A, fig. 26, es más intensa que sobre el plano A'; y si el terreno presenta un escalón, será más opaca sobre el escalón alto que sobre el bajo á igual distancia del pie.

112. En el caso de que se produzca una sombra sobre otra, fig. 27, oscurecerá la iluminación del segundo cuerpo y solo la parte de su sombra que pertenezca á lugar más diáfano.

113. **Convenio de Luz.**—De todo lo expuesto se desprende y ya se ha dicho, lo mucho que complicaría el considerar la luz atendiendo á todas las circunstancias de la realidad; por eso convenimos en un solo foco, fijo, á infinita distancia, de potencia constante é inclinados sus rayos 45° con el plano horizontal, en la posición 1 ó 2 de la fig. 21; que la luz difusa es bastante intensa para aclarar las sombras arrojadas; y que no hay reflejos, ni influye la masa de aire para amortiguar la luz directa.

4.º—DE LA ESCALA.

114. Ya sabemos que se llama escala la relación que existe entre las magnitudes del dibujo y sus homólogas del modelo; y que esta relación puede expresarse numérica ó linealmente.

115. La expresión numérica se adopta siempre de modo que el numerador sea la unidad, pues que por la especialidad del modelo el dibujo es en todo caso menor que aquél. Por esto, al citarse la relación de escala, puede suprimirse el numerador y en vez de 1: 100 escala de 1 á 100, decir relación 100 ó escala de 100.

Para denominador se usa casi en absoluto el 1, 2 ó 5 seguidos de ceros.

116. Como cuanto mayor es la escala, más espacio ó papel ocupa la representación ó dibujo del mismo terreno, resulta que para poder expresar detalles en un papel de dimensión manuable, se debe emplear las relaciones siguientes en los casos que se expresan:

- 50.—Para dibujo de gran detalle, como representar plantas, arbustos, estatuas, fuentes y sus inmediaciones.
- 100.—Proyectos de alineaciones, obras de pequeñas dimensiones, jardines...
- 500.—Planos parcelarios.
- 1,000.—Planos detallados de fincas rústicas ó urbanas.
- 2,000.—Planos de pueblos y de grandes fincas.
- 5,000.—Planos de conjunto de poblaciones.—Ídem de detalle de caminos y canales.
- 10,000.—Planos de conjunto de plazas fuertes.
- 20,000.—Conjunto de términos municipales.—Itinerarios militares.
- 50,000.—Cartas topográficas de bastante extensión.
- 100,000.—Cartas topográficas de provincias.
- 200,000.—Carta geográfica de los reinos antiguos.
- 1,000,000.—Carta geográfica de los estados modernos.

117. Las relaciones de 10 á 100 se llaman *grande escala*, de 1.000 á 10.000 *escala media*, y de 10.000 en adelante *pequeña escala*.

118. Una escala especial para topográfico, es la *escala de cuadro*, que suele ponerse en los dibujos de pequeña escala, como son los geográficos terrestres y marítimos.

Consiste, fig. 28, en expresar en los lados que forman el cuadro del dibujo, la escala gráfica con numeración en cada lado á partir de uno de sus vértices. Uniendo las divisiones correspondientes en los lados opuestos, resulta el dibujo dividido en cuadros que cada uno representa un metro, decámetro ó área, hectárea, ó kilómetro cuadrado. De esta manera se aprecia rápidamente la extensión superficial y lineal del terreno.

119. Por no ensuciar el dibujo, las cuadrículas suelen no hacerse. Cuando sea necesario determinarlas, se trazan con lápiz ó se representan construídas valiéndose de reglas ó hilos que apoyen en las divisiones del cuadro, fig. 29.

120. En geográficos de grande extensión, fig. 30, se señalan solamente cierto número de paralelos y meridianos, aunque esté completa la escala de cuadro. La numeración de los paralelos em-

pieza en el ecuador; la de meridianos en el observatorio principal y la división del cuadro es en grados geográficos en vez de serlo en metros. Los marinos suelen señalar las escalas de sus cartas en millas.

121. **Motivos de error** —El dibujo topográfico tiene por modelo el terreno, que por su continua desigualdad hay que suponerle formado de una infinidad de superficies diferentes y unidas, que originan un trabajo ímprobo para su representación exacta. Por eso no puede esperarse una figura acabada y hay que admitir cierto error, siempre que sea tolerable con el objeto que nos proponemos.

122. Detallando los motivos que principalmente originan el error, encontramos en primer lugar el levantamiento del plano por la dificultad de medir las líneas y los ángulos con los útiles nunca exactos á la perfección. También es imposible llevar este trabajo á todos los detalles por el sin fin de pequeñas superficies en que dijimos se puede considerar dividida la del terreno y los muchos objetos que hay sobre ella. Otro motivo de error es al reducir las dimensiones anteriores á la escala del dibujo, que deben apreciarse con los útiles de delinear que tampoco ofrecen mejor garantía. Por último hay que contar con la habilidad del dibujante en la ejecución material y con la vista de todos los que intervienen, muy dada á acrecentar dichos defectos.

123. Debe, pues, admitirse todo dibujo con reserva; los errores cometidos darlos como buenos si no traspasan el límite de lo conveniente y eludirlos por medio del aumento de escala, por el distanciado ó la ampliación de alguna de las partes en que convenga más exactitud.

124. **Del grado de exactitud.**—Todo dibujo puede hacerse bajo el punto de vista geométrico, industrial ó artístico, dominando ó tendiendo respectivamente á la exactitud en la copia, á la representación sencilla y rápida ó á la imitación agradable de la naturaleza.

125. Por eso, según el procedimiento adoptado, se ha de tender á la realización en cada caso: líneas finas y bien comprobadas en longitud é inclinación, esmero tal vez exajerado en el delineado, es indispensable en el primer caso; sencillez en el procedimiento y rapidez de ejecución, es el ideal del segundo; mientras que los artistas buscan la ilusión de la imagen y el buen golpe de vista, aunque la descripción no resulte completa.

123. Debe por tanto, en cada caso, esperarse una exactitud proporcionada al sistema; pero dentro de esto depende también de algunas causas citadas al hablar del error, como es la escala, el trazado y la habilidad del dibujante.

124. Cuanto mayor sea la escala, mayor es la representación de los objetos y más fácil y exacto su dibujo.

Cuanto más finas se hagan las líneas y puntos, más exactitud en expresar su lugar geométrico; pero esta condición está limitada por la distancia de exámen, ó sea la que haya de existir entre el punto de vista y el cuadro.

Y, por último, la habilidad del dibujante, pues hay quien por su pulso, por su maña ó costumbre, hace puntos ó líneas con tal seguridad y perfección que realzan y son más vistos que otros de más grueso y trazados con mejores aparatos.

126. En virtud de todo y en cada caso se elegirá la escala, el grueso de las líneas de luz y fuerza y los útiles con que ha de auxiliarse el dibujante.

5.º—DE LA COPIA.

127. Dos casos principales debemos distinguir; el primero, que se desee obtener la copia del natural, tomando los datos del mismo terreno. Esto tiene bastante dificultad y se explica detenidamente en los tratados de Topografía.

128. Se empieza por elegir sobre el terreno los puntos de una triangulación, que se mide y lleva al papel; después dentro de cada uno de estos polígonos, se hace lo propio, y por último, se fija la situación de los principales puntos de los objetos importantes; acabando el relleno á mano y á ojo. Necesita, pues, para que pueda admitirse como bueno, conocimiento técnico, inteligencia y habilidad de ejecución.

129. El otro caso que es el más frecuente y más dentro de nuestro objeto, es la copia de un dibujo hecho; ó el dibujar en limpio de los apuntes, resultado del caso anterior.

130. Estamos, pues, en el caso general de copiar una figura dada; si bien es de mucha más complicación que cuando el modelo es cualquier otro objeto, como herramienta, maquina, etc.

131. Puede, por tanto, emplearse cualquiera de los procedimientos ya conocidos, como es el geométrico, por puntos, coordenadas ó equidistancia; por piscado, calco, trasluz.

132. **Cuadrícula.**—El procedimiento especial es el que consiste, fig. 31, en trazar con lápiz sobre el modelo una série de líneas cruzadas perpendiculares y equidistantes, por ejemplo, á un centímetro ó á medio y hacer lo propio en el papel en que se vá á dibujar. A las

líneas de la estampa y del papel del dibujo, se las distingue con las mismas letras ó números y luego no hay más que con lápiz á ojo poner en cada cuadrícula puntos y líneas del modelo, que luego se uniran como convenga.

Este procedimiento es muy rápido y tanto más exacto cuanto menor sea la cuadrícula.

Si no se quiere ensuciar el modelo, se hace la cuadrícula sobre cristal ó en papel trasparente que se colocará sobre él; ó bien se señalan referencias en sus bandas y se marcan con hilos las líneas.

Si se desea exactitud para la situación de algún punto, dentro de la cuadrícula correspondiente se hace la construcción geométrica.

133. **Ampliación y reducción.**—La copia del natural es siempre de reducción en topográfico. La copia de estampa puede ser de uno ú otro género, pero advertimos, que como en esta clase de dibujos siempre hay detalles sin consignar, la ampliación, al acrecentar el error, hace muy incompleta la representación, por lo que se emplea poco.

134. Los procedimientos de ampliar y reducir son los generales, con el compás ordinario, el de reducción, etc. Lo más usado es el de la cuadrícula 132, sin más que la equidistancia entre las paralelas que se tracen en el papel del dibujo, guarden con las que se construyan sobre el modelo la relación de la escala. La fig. 32, es una reducción de la fig. 31.

135. **Pantógrafos**—Un procedimiento en parte mecánico se consigue con el aparato que se vé en la fig. 33. Consiste en cuatro varillas metálicas A B, B C, D E y F G, que tienen todas juego en su unión. La parte A vá unida á un gran peso que la dá estabilidad y fijeza, en M vá un estilete y en N un lápiz. Diversas ruedecillas sostienen las varillas para que no arrastren por el tablero.

Las figuras que trace la punta del lápiz y del estilete son semejantes; luego colocando estos dos útiles en lugar conveniente, ambas figuras guardarán la relación de proporcionalidad deseada, á cuyo efecto tienen las dichas varillas las indicaciones precisas.

136. Se venden otros más sencillos con los nombres de *americano* y *popular*, que están fundados en los mismos principios y solo les falta la precisión por el poco ajuste de las piezas. Suelen satisfacer en dibujos alijerados.

137. Un aparato sumamente ingenioso y económico puede emplearse para dibujos de poco esmero, fundado en la elasticidad de la goma proporcional á su longitud. Se compone, fig. 34, de un disco metálico A B C, con tres anillas y una aguja *b m* cuya punta termina en el centro del mismo. Una goma se coloca en la forma M a b c N; por la lazada N se hace pasar un estilete para fijar el

extremo al papel y por la lazada M se pasa un lápiz con el que se irá haciendo el trazado

Para su manejo se dispone como se vé en la fig. 35. Con la punta de la aguja se vá siguiendo el contorno del modelo y el lápiz irá señalando la ampliación. Para la reducción, en vez de lápiz se pone un estilete y se irá señalando con un lápiz el camino que recorre la punta de la aguja.

6.º—SISTEMAS GENERALES DEL DIBUJO.

138. La base de la representación topográfica es la proyección horizontal de la superficie del terreno expresada por las secciones horizontales, tanto más unidas cuanto más exactitud se desee. Antiguamente se usó la perspectiva caballera sobre el plano horizontal.

Después queda la representación de los detalles comprendidos entre estas zonas

139. Lo exacto y preciso sería el representar todos los objetos geoméricamente y ligarlos con dichas secciones horizontales; mas esto es imposible hacer por lo largo que resultaría.

140. Hay pues, que recurrir á la libertad del arte para lograr la representación de los últimos detalles, el relleno de los últimos triángulos de la representación matemática. Se compondrá, pues, el plano de puntos colocados á precisión, por medio de una red triangular y de un sin fin de detalles dibujados á ojo en los espacios demarcados por dichos polígonos

141. El aspecto superficial se puede copiar: 1.º tal como se presenta á la vista del dibujante en el momento de la copia; 2.º como estará en cierta época del año, y 3.º con arreglo á convenio de representación. Lo primero, más natural, verdadero y agradable, es difícil para todo el mundo; solo los artistas y con inspiración propia pueden cumplir á satisfacción. Lo segundo, es más fácil, pues se escoje para el todo ó cada parte el momento más fácil, como es para las tierras de labor cuando no están nacidas, para los arbolados cuando están cubiertos de hoja, etc. Lo tercero, es lo más conveniente y hacedero, por que se sujeta la representación á tipos conocidos y estudiados, que se dibujan fácilmente eludiendo las variantes infinitas de la naturaleza.

142. Para la copia convenida se supone el terreno en su estado normal en aquél clima, es decir sin nieve, escaso de humedad,

polvo, niebla, ú otro accidente que empañe la vista. Se supone también está iluminado por la luz potente del sol, cayendo sus rayos paralelos, á 45 grados de inclinación, de atrás á adelante y de izquierda á derecha.

143. De este modo, el dibujante puede examinar el modelo y seguir el trabajo por la mañana, tarde y aún la noche, cualquiera que sea la iluminación del campo, natural ó artificial, pues lo que difiera del supuesto de situación se lo debe figurar como si realmente existiere.

144. Además de la representación anterior, puede desearse detallar los cultivos ó condiciones superficiales; las relaciones geográficas, políticas ó históricas; y también el estudio geológico de la superficie ó del interior de la tierra. Tales objetivos se realizan con los medios que á su tiempo explicaremos.

145. **Los métodos generales** de dibujar el terreno, son:

- 1.º Dibujo delineado ó á trazos.
- 2.º Mixto de á trazos y colorido.
- 3.º Colorido convencional.
- 4.º Colorido natural.

146. Dentro de cada uno de estos grupos puede adoptarse diverso criterio, como es, para la obtención de datos el geométrico, especulativo ó artístico; para su interpretación el de precisión, ordinario ó aligerado; y para la ejecución el geométrico, mecánico y á pulso.

147. El procedimiento á trazos consiste en representar la superficie del terreno y los objetos por una colección de líneas que indican los contornos y todos los detalles y á veces los efectos de las superficies y de las cosas. La ejecución es á lápiz, pluma ó tiralíneas.

148. El mixto resulta de representar el tono general del terreno y de los objetos con color dado á pincel y expresar los contornos y detalles como en el procedimiento á trazos.

149. El de colorido convencional es el trabajar solamente con color dado á pincel, empleando tonos convenidos para facilitar la ejecución y su lectura.

150. El colorido natural consiste en copiar el terreno á color y con pincel, tal cual se presenta á nuestra vista en el momento que se elije para la copia.

151. **Ventajas é inconvenientes.**—El procedimiento á trazos resulta may preciso y necesita de menos útiles que los otros por lo que se emplea en los trabajos de mucha exactitud y muy detallados. Es también muy conveniente para los cróquis. El mixto es más agradable y rápido que el anterior. Se emplea en planos poco montaño-

sos y no de mucha precisión. El colorido convencional es el más rápido de todos aunque poco preciso. El de colorido natural es de gran efecto artístico, de ejecución difícil, por lo que necesita mucha habilidad en el dibujante. Se emplea como obra de arte.

7.º—SISTEMA DELINEADO.

152. **Objeto.**—Este sistema consiste en emplear para la representación del terreno, en cuanto al relieve, al cultivo y todos los detalles, líneas más ó menos largas y movidas que expresen los contornos de las cosas ó los efectos que á la vista produzcan.

153. La ejecución se hace con aparatos de trazar líneas tal como lápiz ó pluma, y se señala con una tinta de color cualquiera (negro, sepia, rojo, azul), prefiriendo el negro por el mayor contraste con el color blanco del papel.

154. El trazado ha de ser con línea del grueso necesario para que pueda distinguirse perfectamente á la distancia á que habitualmente se ha de leer el plano, pero no más á fin de obtener la mayor exactitud en la representación.

155. Es conveniente adquirir soltura para dibujar rápidamente y no perder tiempo, ya que este procedimiento tiene este inconveniente.

156. Se adopta para la enseñanza del dibujo, se emplea en obras delicadas y de esmero como los planos del Instituto geográfico y estadístico y en todos los que tengan que servir para estudios científicos y precisos; se emplea también en los procedimientos litográficos; y en todos los apuntes ó croquis.

157. **Útiles y su uso.**—Los que se emplean en topográfico como en toda clase de dibujo han de elegirse con el esmero que requiera el trabajo que haya de ejecutarse.

Antes de empezar se reunirán los elementos necesarios, que se comprobarán para rectificar los que convenga.

158. **Lápiz.**—Al perfilar se emplean los de Faber, núms. 2 ó 3 para croquis ó apuntes; el núm. 3 para los dibujos ordinarios, y el 4 para los de precisión.

Plumas—Las más usadas son las de acero ó ave, llamadas plumillas, especiales para topográfico, con dos puntos que las hace bastantes flexibles.

El doble decímetro, la regla con bisel graduado; las escuadras y compases y el trasportador que han de emplearse son muy

conocidos; la tinta china de frasco para los dibujos ordinarios, usando la de barra para los de más esmero.

Los demás efectos no merecen especial mención.

159. Los preparativos para el dibujo, como pegado del papel, protección ó resguardos para que no se ensuncie, hacer las tintas y hacer las enmiendas, es bien sabido ó se explica á la voz, por lo que no nos obliga á detenernos.

160. En lo tocante á la materialidad de la representación del topográfico se puede dividir en dos partes: 1.^o de la superficie ó relieve; 2.^o de los accidentes. Pero antes de pasar adelante debemos tratar de ciertos ejercicios preliminares que deben hacer los alumnos cuando no tengan destreza para el trabajo á que han de dedicarse.

161. **Del trazado.**—*Trazos.*—Éstos ejercicios son para acostumar la mano á marchar rectamente y oprimir el útil contra el papel proporcionalmente al grueso de la línea.

Al hacer líneas paralelas de grueso constante, se llevará el útil inclinado en la dirección de la marcha. En las líneas interrumpidas se cuidará de la igualdad de los trazos y de los espacios, sobre todo en los arranques y en las terminaciones; en las rectas cuyo grueso aumente ó disminuya que la presión del útil varíe de igual modo y sin cambios bruscos.

162. *Rasgueo.*—Su objeto es dar soltura y flexibilidad á los dedos y muñeca.

Las líneas curvas en varios sentidos se harán cuidando de que sea continuo el movimiento de la mano, volviendo el útil según la pida las curvas y oprimiéndole donde corresponde la presión. Las curvas de más complicación ó de sentimiento se hacen para aunar el deseo con la vista y la mano, á fin de obtener líneas resueltas y limpias. También se hacen círculos entre estos ejercicios que sirven para acostumbrarse á dicha forma.

163. *Puntuado.*—Es conveniente el acostumbrarse á trabajar con puntos que han de ser círculos de igual ó distinto grueso y de la misma entonación. Al efecto, se harán ejercicios con puntos que den color sostenido y en otros un desvanecido procedente de puntos que varíen los gruesos ó las distancias.

A la vez se puede ensayar en hacer señales pequeñas muy usadas en dibujo como cruces, espas y flechas.

164. *Progresivo.*—Por último, conviene ejercitarse en el trazado de rectas y curvas que disten entre sí distancia progresiva, lo mismo que el de trazos y puntos en igual ley y servirán de ensayo y base para las cartillas que más adelante explicaremos.

165. **Del relieve.**—Su representación es difícil y se hace de

modos distintos, por líneas continuas por trazos y por puntos.

166. *Por curvas de nivel*, fig. 36.—Resulta el método más sencillo y rápido con la ventaja de no impedir la representación de los cultivos y demás detalles del terreno; en cambio no habla á los sentidos y es poco artístico, de modo que las personas que no están acostumbradas á la lectura de planos no comprenden por estos dibujos el movimiento del terreno. Se emplea casi exclusivamente en dibujos aligerados, como croquis é itinerarios y en los científicos; pero no en los que tienen que darse al público.

Las curvas se deben señalar á línea seguida en toda su extensión, lo más fino que permita la escala y el punto de examen y de igual grueso.

167. Mejora el efecto tratando de consignar las partes iluminadas y en sombra, fig. 37. Las primeras se hacen del grueso expresado en toda la extensión de la parte iluminada; y las en sombra se hacen con línea más gruesa, del doble al triple de la línea fina.

168. Observemos que con luz de 45° toda la superficie del terreno está generalmente iluminada, puesto que excepción de los costados y picos de las altas montañas, el resto de las pendientes no suelen pasar de 35° ; pero atendiendo á las sombras que sobre ellas arrojan sus accidentes de cultivo y la oblicuidad con que la hiere la luz, se admite, por licencia, sombrear estas partes, con lo que gana el efecto del relieve.

169. Cuando se dibujen curvas auxiliares se hará la representación con arreglo al mismo principio.

170. *Por trazos*.—Se rellena todo el intervalo entre las curvas de nivel, por una serie de trazos próximos, normales á las curvas, que determinen aproximadamente la dirección de la línea de máxima pendiente.

Tales trazos, que no son más que representación de las secciones causadas en la superficie del terreno por planos verticales normales á las curvas de nivel, podrían determinarse geoméricamente; pero esto exigiría mucho trabajo, por lo que se admite su trazado á ojo, cuidando que sea cada uno sensiblemente normal á las curvas y con línea movida y temblorosa, de igual grueso todos, y á una distancia fija, la quinta parte de su longitud.

Cada trazo resultará, pues, sensiblemente perpendicular á las tangentes á las curvas de nivel en los puntos de contacto.

171. Otros dibujan de modo que los trazos solo cumplan esta condición con la curva superior, promediando su dirección de unas con otras.

172. Hay algunos que en vez de separar los trazos cantidad

proporcional á su longitud, los hacen á distancia fija y les dan un grueso mayor, cuanto más cortos sean.

173. Con todos los sistemas, donde las curvas de nivel aparecen más unidas, lo que acusa más pendiente en el terreno, el efecto es más obscuro y resulta proporcional á dicha inclinación. Teniendo pues, un diapasón de pendientes y acostumbrando la vista á su lectura se puede dibujar un plano, sabiendo en cada punto la pendiente que existe. También en un dibujo hecho, comparando en cada trozo su tono con el del diapasón, deducir con bastante aproximación la pendiente.

174. El trazado de las curvas de nivel, solo se dibujarán á lápiz, y á tinta los trazos dibujados entre aquellas. El lugar de las curvas no desaparece, por esto, pues lo distinguirá la vista por ser donde se encuentran los trazos de las zonas inmediatas.

175. Damos en la fig. 38, A B C, muestra de las diversas direcciones que se se dá á los trazos. En las partes en que las curvas deben aparecer muy separadas se emplean curvas de nivel intermedio ó auxiliares, E, que servirán para hacer trazos más cortos.

En donde las curvas sean muy rápidas, D, se pueden hacer trazo intermedios para cubrir espacios grandes, haciéndoles seguir una dirección intermedia á la de los próximos.

Y en aquellos lugares en que los trazos terminan muy separados y no continúan, por ser el principio ó fin de la pendiente, se terminan con línea interrumpida ó con puntos F.

176. Lo dicho anteriormente es bajo la base de abstracción de la luz, suponiéndola zenital ó difusa que no produzca sombra en las laderas de las montañas que hiera directamente; ni atendiendo al reflejo, ni al punto de observación. Cuando á todo esto se considere ó si se atiende á lo dicho en el párrafo 168 la dificultad es grande; debe acudirse á formar un diapasón de tonos de sombra.

177. En las figs. 39 á 42, damos diversos diapasones de pendientes en luz y sombra por los diversos procedimientos.

178. *Por puntos.*—El otro medio es suponer el terreno iluminado y por medio de infinidad de puntos finos dar el tono conveniente á producir el efecto del realce.

Este sistema se usa, en parte, en combinación con los anteriores, cuando por error ó falta de práctica no resulta el efecto al hacer los trazos y hay que enmendarlo; pues es preferible esté punteado á tener que reforzar todos ellos.

179. Por convenio la sombra en las laderas no se dá por desvanecido sino por masa de igual color, excepto en las líneas de separación de luz y sombra en que se desvanece para que no aparez-

ca como cortada. Tampoco se considera la sombra arrojada de unas montañas sobre otras, ni los reflejos.

180. **Representación de los accidentes.**—Los detalles que se encuentran en el terreno, se pueden clasificar para su estudio en *naturales y artificiales*. Los primeros son los que presenta la naturaleza; los segundos son debidos á la mano ó intervención del hombre. Como consecuencia, en aquellos todo es variado, agreste, sin orden, ni simetría. La representación exige curvas continuas, líneas variadas, de sentimiento; por tanto, es de difícil ejecución. Sujetas al convenio de cartillas, la dificultad disminuye, pero no puede hacerse en absoluto sencillo, por no caer en una fría representación, que nada diga á los sentidos

181. El 2.^o grupo, como obra humana abunda en líneas rectas y geométricas; la simetría se observa en todo; el ángulo recto se repite mucho. Es, pues, más fácil y hacedera su representación. Entre este grupo se considera los pueblos, caminos, puentes, fábricas, cultivos ó labores.

182. Haremos una descripción de los principales accidentes naturales, poniendo de manifiesto las circunstancias que los caracterizan, de donde se deduzca el efecto para su representación.

183. **Terrenos naturales.**—*Arenal.*—Se llama así el lugar cuya superficie está formada de arena fina ó gruesa. Se encuentran en las orillas del mar, en los ríos ó en el sitio por donde frecuenta á pasar agua.

Su representación se hace de dos modos: una por medio de puntos de distinto grueso, espaciados simétricamente. Entonces el efecto de superficie inclinada se hace dando más obscuro en las partes que resultan con menos nivel. El otro sistema es por medio de puntos de igual grueso, muy finos y colocados sin guardar orden definido.

184. *Medanos ó Dunas.*—Son los montículos formados por los vientos en los grandes arenales. Se representan por puntos, acudiendo al sombreado para dar el relieve, aun cuando la inclinación de la luz no lo autorice. El dibujante debe extremar más que en los arenales el emplear puntos muy finos.

185. *Pedregal.*—Son terrenos que presentan su superficie llena de guijarros de diversos tamaños y arenas más ó menos gruesas. Se imitan por medio de líneas cerradas de formas redondeadas que expresan el contorno de los cantos rodados, y algunos puntos más ó menos gruesos que indiquen la desigualdad de las arenas.

186. *Berrocal.*—Lugares en que existen trozos de piedras desiguales, esparcidos sin orden determinado. A su alrededor hay pedregal y arenas de diverso gruesos. Los grandes trozos de piedra

no son de ordinario de aristas vivas, sinó de formas redondeadas. Las sombras se dan con líneas cortas y equidistantes.

187. *Escarpado de roca*.—Sitios donde se muestran grandes masas de piedra desnuda de vegetación, lo que se vé en las orillas de los ríos y del mar, en los picos de las grandes montañas y en las grandes cortaduras. Estas rocas pueden presentar forma compacta, con tendencia á la redondez como las graníticas, y otras en forma laminar como son todas las pizarrosas. El contorno se hace exacto ó parecido, dando los efectos del relieve por la sombra propia. La copia exacta es muy difícil.

188. *Escarpos de tierra*.—En realidad son lugares en que por la dureza de los terrenos aparecen cortes casi verticales, presentando grandes resaltes. Otras veces ésta inclinación no es tanta, solo de trecho en trecho se ven partes escarpadas de piedra que ayuda ó contienen la tierra ocasionando fuerte pendiente.

Realmente el escarpado lo puede indicar las curvas de nivel, haciendo trazos muy desiguales en la dirección normal de la pendiente.

189. *Tajos*.—Son cortaduras muy pronunciadas formadas generalmente de escarpados de piedra ó piedra y tierra muy compacta. Se dibujan perfilando las piedras, y con trazos equidistantes y normales á las pendientes los trozos que puedan considerarse como planos ó de superficie definida.

190. **Terrenos artificiales**.—*Cultivos*.—*Erial*.—Se llama erial los terrenos abandonados del hombre, y que por tanto, solo presentan vegetación natural ó ligeras huellas de antiguo cultivo. Se observa en su superficie algunos corros de vegetación en que crecen plantas silvestres, juncos y pequeños arbustos, rodeados de pequeñas piedras, guijarros y arenas. Los grupos que más abundan ó el tipo más general, fig. 43, vistos por 45 grados dán un efecto de abanico, con líneas progresivas que empiezan y terminan en punto, distinguiéndose también la línea de separación del terreno arenoso. Vistos estos grupos desde el zénit dá el efecto de una serie de puntos progresivos, siendo más gruesos los del centro.

Como los grupos aludidos son variadísimos y difíciles de copiar, se dibujan repitiendo el tipo general. La dimensión de los grupos, lo más pequeño que permita la habilidad del dibujante, para que imite más dentro de la escala. No deben colocarse con orden ni simetría, por aparecer sin ella en el natural.

191. *Prado*.—Están cubiertos de hierba larga con algún arbusto poco elevado. Se representan como eriales, empleando trazos más altos y unidos, y aun trazos sueltos intermedios.

192. *Tierras de labor*.—Se llaman así las tierras destinadas al

sembrado de granos. Estas están trabajadas por surcos que son todos equidistantes y sensiblemente rectos. Para algunas simientes los surcos se hacen á distancias desiguales, agrupados de dos en dos ó de tres en tres, y en ciertas tierras hay surcos con dirección perpendicular ú oblicua.

La representación se hace por líneas finas equidistantes y algo temblorosas. Las lindes por línea gruesa y desigual ó por dos líneas que exprese su borde. En estas superficies generalmente se expresa erial, prado ó arbustos, si así hubiera

193. *Viñas*.—El labrado de la tierra y su aspecto es con líneas que forman cuadrícula, entre la cual y con simetría están colocadas las cepas. Cuando la escala lo consiente, se dibujan las cepas, por el procedimiento de los eriales. Así, cuando el cultivo es á la española, fig. 44, ó sea descansando y extendiéndose las ramas por el suelo se representan como las équis; y cuando es á la francesa, figura 45, es decir, unidas las ramas á una estaca á la que se arrollan al crecer, con el signo etcétera.

194. *Huertas*.—El trabajo del hombre es más esmerado que en los cultivos anteriores. Todo el terreno está cubierto de caceras, cuadros y surcos colocados de diverso modo en cada tablero. Se ven arbustos y plantas en todos lados, aun en las lindes. Su representación, es pues, por líneas para las lindes y surcos, y con puntos y circulitos de diversos gruesos para las plantas.

195. *Arrozales*.—Son terrenos en que necesitan grandes riegos ó inundaciones de aguas estancadas ó poco menos. Así, esta superficie se expresa con líneas horizontales para las aguas y algunas líneas, como en los prados, para la vejetación. Los canales ó caceras por líneas paralelas.

196. *Jardines*.—La simetría, el orden se vé aun en la misma variedad. Las lindes de paseos, cuadros y grupos se determinan con líneas; las plantas con círculos y puntos ó á trazos si lo permite la escala. Lo demás, se cubre de puntos de diversos gruesos. Los paseos con puntos finos como arenal.

197. *Forestales*, fig. 46.—Interesa el conocimiento de los árboles y arbustos por su aspecto visto desde el zénit para su proyección, y por ángulo de 45° para su sombra. Cada especie tiene realmente aspecto distinto; pero nos es suficiente con agruparlos, eligiendo diversos tipos, que son:

1.º Arbol comun ó más abundante en los planos, como son los frutales, acacias, roble, etc. Se compone de tronco corto y grueso y ramas cortas, unidas, que producen con la hoja el aspecto esférico. Su proyección es de forma circular y su sombra deja ver el tronco y

la copa redondeada, si bien de arco superior más pronunciado que el inferior.

2.^o Alamo blanco ó chopo, ciprés.... de tronco corto, y ramaje en forma de huso. Su proyección es circular y su sombra en forma cónica doble, terminada en el tronco.

3.^o Pino, de aspecto esbelto, copa pequeña. Su proyección circular y la sombra del tronco larga y delgada y copa pequeña de forma elíptica.

4.^o Pino conífero que abunda en los jardines. Parece que arranca del suelo. Es de proyección circular con líneas que van del centro á la circunferencia y sombra cónica con líneas oblicuas que parten del eje hácia la tierra.

5.^o Desmayo, de ramas espaciadas que caen hacia la tierra. Su proyección es con líneas que del centro salen tortuosas radialmente y la sombra resulta circular por la parte superior y de líneas movidas que caen desigualmente en la dirección del tronco.

6.^o Palmera, árbol muy esbelto con ramas cortas y de curvas airoosas, las que se manifiestan en la proyección y en la sombra.

Este dibujo es en proyección con líneas cortas, finas, de forma circular en orden concéntrico aunque desigual. En la parte donde hay sombra propia, se emplean líneas más gruesas; la sombra arrojada solo es por mancha sostenida, á no ser que la escala permita señalar la dirección de las ramas principales.

198. *Bosque*.—Es un conjunto de muchos árboles ó arbustos agrupados caprichosamente. Se representa como árboles.

Su proyección está siempre limitada por líneas redondeadas dentro de las cuales se dibujan como confundidas diversos árboles; la sombra de unos árboles sobre otros se expresa solo sobre el suelo, quedando interrumpida al llegar á la proyección de otro, pues realmente la cubrirá del punto de vista. La sombra arrojada de árbol sobre árbol no se expresa.

199. *Matorral y monte bajo*.—Está formado de chaparros y matas de poca altura, pero de bastante agrupación. Se imita por líneas redondeadas y cortas, formando algunos oscuros intermedios que expresan los diversos núcleos. Su sombra se distingue del monte alto en que no aparece la de los troncos.

200. *Viveros*.—Es el lugar donde crecen los árboles nuevos, que generalmente apenas tienen hojas. Su proyección se expresa con círculos que están formando líneas paralelas. Su sombra no se consigna ó se hace con líneas rectas.

201. *Olivares*.—Son árboles de la forma 1.^a de las consignadas. Se plantan en calles y así deben representarse con simetría.

202. *Verge!*.—Se llama así un lugar frondoso, lleno de veje-



tación no sujeta á orden conocido. Se expresa por toda especie de cultivos forestales.

203. *Hidrografía*.—Se conoce con este nombre el estudio de aguas. Para su representación distinguiremos las estancadas de las corrientes.

El observador parece descubrir en los ríos el movimiento de las aguas en forma de hilos que marchan paralelos á las orillas, viéndose más el fondo en éstas que en el centro donde hay más masa de agua. En el mar el oleaje dá ondas ó zonas paralelas á la costa; y en las aguas estancadas y en reposo se ven los reflejos de las partes iluminadas del terreno. También en todas las aguas se distingue el color que la sombra de la orilla trasmite á la superficie del líquido.

Las estancadas se representan por líneas rectas de igual grueso, desiguales en longitud y equidistantes y paralelas al marco inferior del dibujo; y las corrientes por líneas continuas de igual grueso, equidistantes de la costa y con separación progresiva. En caso de apreciarse las sombras, en las estancadas se admite un desvanecido para imitar el tono de luz al reflejarse en la superficie; y en las corrientes dos tipos en el grueso de las líneas, uno por la parte en luz y otro mayor para la orilla en sombra.

205. Esto es lo general, pero también suele verse representar las balsas de alguna profundidad por el sistema de los mares y á éstos como agua estancada, á favor de que tal trabajo se ejecuta fácilmente.

206. *Terreno húmedo*.—Lugares en que la tierra está empapada de agua sin llegar á cubrirla completamente. Se ven, pues, en la superficie del terreno, charcos ó pozos más ó menos grandes, y como hilos ó canalitos de agua, con tendencia á escapar por ellos el líquido en busca de lecho de menos nivel.

Se representa como praderas ó como eriales á lo que se añaden rayitas rectas paralelas al marco inferior, que indiquen los visos ó reflejos de las aguas. Dichas líneas no deben guardar orden conocido.

207. *Terreno cenagoso ó pantanoso*.—Generalmente lo constituyen praderas, en las que se forman grandes charcos, por ser terrenos de poco nivel con relación á los inmediatos ó estar próximos á ríos, fuentes, etc. Su representación como el anterior, solo se dibujarán más líneas horizontales.

208. *Pantanos*.—Són sitios bajos del terreno que detienen la salida del agua y la conservan en reposo. Generalmente están rodeados de prado, tierras de labor ó tierra húmeda. Su orilla en algunas partes es bien definida, formando relieve; en otros es difícil

distinguir el límite del agua por la suavidad de la pendiente del suelo.

Se dibujan como aguas estancadas, poniendo en unos sitios líneas unidas, de desigual longitud que produzcan los visos, y en otros se dejan claros. Las orillas en unas partes se dá fuerte y sombreado y en otras se deja interrumpida.

209. *Lagunas*.—Son pantanos de más importancia y de orillas más definidas. Por eso la orilla se marca en toda su extensión; los ribazos que producen sombra se señala con línea más gruesa. Si en lo interior por entre el agua se viera juncos, mimbres ó cualquiera otra planta, también se indicará.

210. *Balsas*.—Son vasos de forma regular y así debe expresarse dibujando sus orillas con líneas geométricas.

211. *Turbas y salinas*.—Lugares donde aparece agua en la superficie. Se dibujarán las proyecciones de los contornos, y luego se hará la representación del líquido.

212. *Mar*.—Es una gran extensión de agua que el viento mueve, produciendo olas que sucesivamente llegan á la orilla ó costa.

Se representa, pues, por líneas equidistantes de la costa y progresivamente distanciadas, estando más separados cuanto más se alejan de ella. Para abreviar, la forma de los detalles de la costa los van perdiendo insensiblemente las líneas. En algunos casos no se continúa el trazado de estas líneas más que un trozo prudencial.

213. Tratándose de la copia de cabos, puntas, golfos, ensenadas,.... se dibuja la tierra y el mar como queda dicho.

214. En dibujos de escala muy grande y para facilitar esta representación, se suele hacer por líneas horizontales, como agua estancada.

215. *Río*.—Son las corrientes de agua de diversa importancia que pasan por la tierra. La representación es como mares, empezando el trabajo por ambas orillas, aclarando al centro. En los sitios donde ensanche el cauce, se forman curvas cerradas. Si hay islas, puentes ú otro obstáculo en el agua se rodea de curvas la parte que detenga las aguas.

216. Los arroyos de corto ancho se representan por dos líneas, fina, la de la orilla en luz y gruesa la que produce sombra sobre el agua. En el nacimiento basta con una línea gruesa y movida que imite la marcha.

217. En la copia de trozos de ríos en que no pueda deducirse por la inspección total del dibujo la marcha del agua, se hace una flecha que lo exprese.

218. *Fondo de agua*.—Si se supone desaguado el mar, río, laguna, el terreno que aparecerá á la vista, presenta igual forma que la

superficie actual de los terrenos. Por esto en el dibujo con la representación del agua, se expresará el fondo de dos modos, bien por sondaje, encontrando la profundidad de varios puntos, señalando su proyección y expresando la cota por un número que diga la cantidad en metros, ó bien por curvas de nivel, si hay datos bastantes para ello. En este caso se las dibuja de puntos. Cuando la equidistancia no fuese igual que en la copia del terreno exterior al agua, se expresará.

219. Hay una manera de expresar los fondos, y es dibujar por el procedimiento 214, dando un obscuro proporcional á la profundidad. En este caso se divide la profundidad en zonas. Unos hacen el mayor obscuro en la orilla, que dá el efecto de la sombra de la tierra sobre el agua, y otros inversamente dan lo más oscuros cuanto mayor es el fondo.

220. Para expresar las cotas negativas, se emplan los signos $\frac{0}{7}$, ó bien — 7. El cero ó lugar desde donde se empieza á contar es la superficie superior del líquido.

221. *Construcciones.*—Son conocidas con este nombre las obras de fábrica ó por remociones de tierra. Están sujetas á reglas geométricas, y por tanto, han de resultar con esta propiedad en el dibujo. Los principales son:

222. *Edificios.*—Su aspecto desde el zénit es el de la cubierta, formado de líneas de tejas. Por eso se representará delineando su contorno trazado á regla y cubriendo su superficie por un rayado fino, paralelo y equidistante. Si el edificio se dedica al culto se le distinguirá con una cruz; si es del Estado ó por otro motivo notable, se le harán dos rayados perpendiculares que produzcan tono más obscuro.

Los patios ó inmediaciones enarenados, se puntean como arenal; las obras de terreno, como fortificaciones, terraplenes,.... lo mismo.

223. En escala reducida, los edificios se expresan por una señal de tinta, de forma aproximada á la suya.

224. *Pueblos.*—Es una agrupación de edificios, que se dibujarán por manzanas, suponiendo que no tienen pátjos, corrales, etcétera. Si el plano es parcelario, se hará la distinción de los diversos edificios y sus dependencias.

225. *Cercas.*—Aparecen como una banda de ancho constante. Se dibujan trazando dos líneas en estas condiciones y rellenándolas de rayitas que imiten las piedras, ladrillos,.... Si la escala no consiente esto, se señalan por una línea fina hecha con regla.

226. *Caminos.*—Las carreteras, ferrocarriles, canales, se ven

como líneas equidistantes; relleno su interior con grava ó agua. Se expresarán estas líneas de contorno, usando de la regla y poniendo entre ellas puntos ó líneas de agua.

227. Los caminos antiguos hechos por el paso continuo de personas y animales, las veredas, sendas....., se perfilan con línea sinuosa y puntea el interior. En escala reducida solo se expresan los caminos por una línea.

228. El sombreado en los dibujos de toda clase de construcciones se hace reforzando la línea del relieve ya de la obra ó del terreno, que arroja la sombra en la superficie del mismo.

229. Cuando se desee expresar el alzado de puentes, edificios, taludes..... se dibuja la sombra rellenándola de líneas muy finas, unidas y equidistantes.

230. **Signos convencionales.**—Se emplean cuando por la escala y dimensión del objeto, el dibujo justo no permite representar los detalles suficientes á su conocimiento. También para expresar circunstancias, que para explicarlas se necesitaría largo rótulo.

231. Estos convenios generalmente se dividen en signos de poblaciones, estadísticos, recuerdo... Puede admitirse para los de población círculos concéntricos de diversos tamaños.

Los estadísticos, números que expresan lo que se desea; los eclesiásticos, cruces ó báculos; los militares, espadas ó sables; los marítimos, con anclas; los judiciales, de instrucción y depósito, cosa semejante.

Los de recuerdo ó de historia; los de cosa de actualidad ú obra, por medio de una alegoría sencilla y pertinente.

232. **Accidental.**—Ciertos detalles accidentales, como son las tropas en campamento ó marcha; la situación de los trenes, buques ó grupos de jente ó trabajadores en momentos dados, se dibujan por los perfiles, empleando el sombreado y poniendo en su interior ó lado, rótulo ó signo que exprese las circunstancias que los distinguen.

233. **Rotulación.**—Una cosa importante en todo dibujo es el escribir ó consignar ciertos nombres, signos ó aclaraciones. Se deben poner con letra inteligible, clara, bien ejecutada y de forma y tamaño convenido.

La más en uso y mejor es la de tipo de imprenta y sinó la itálica ó redondilla, con lo menos posible de finos.

234. Lo escrito se coloca en líneas paralelas al lado inferior del cuadro, y sinó pudiere hacerse esto, ligeramente inclinado de izquierda á derecha, subiéndolo, para que pueda leerse con facilidad.

235. **Del dibujo.**—Todo levantamiento de plano se consigna primero á lápiz y después á tinta. Precede primero el croquis topográfico, del que se hace el dibujo en limpio á lápiz. Este primer

trabajo á lápiz es con objeto de que tengan fácil enmienda las equivocaciones. A medida que el dibujo es más sencillo ó se tiene más práctica, se dá menos importancia á esta parte.

Cuando lo que se hace es copiar de otro dibujo, se trabaja directamente en tinta, usando solamente de lijeros apuntes ó referencias á lápiz como guía.

236. En cada una de estas fases del trabajo lo comun es hacer primero la planimetría, luego los relieves y después los detalles superficiales. De estos se hace, primero los accidentes naturales, luego los artificiales, siguiendo el orden de la naturaleza. Se termina el trabajo colocando los signos de representación de cosas accidentales, la rotulación y las explicaciones.

237. En cuanto al dibujo á tinta, se empieza por la parte más difícil.

238. Durante todo el trabajo se ha de cuidar que el trazado sea uniforme y guarde relación; por ejemplo, la pauta del trazado de relieves que sea una misma, que ésta ligue con la de accidentes naturales y artificiales; que los rótulos, escala, cuadro y demás accesorios hagan igual armonía.

239. El dibujo se hará en papel del grueso, consistencia y calidad conveniente para el trazado; cuando se emplee papel tela, con objeto de que la tinta agarre bien y no se corra, se frotará su superficie suavemente con talco en polvo ó con greda pulverizada.

La manera de hacer la representación es como se ha dicho en los párrafos correspondientes á cada parte, siguiendo las cartillas, sin separarse de ellas y asimilando al mismo orden lo no previsto.

240. **Del conjunto**, fig. 47.—Cuando tenga que hacerse un plano de conjunto, se empezará por elegir la dimensión del papel que se necesita, deducido de la extensión de terreno que ha de abarcar y la escala adoptada, teniendo en cuenta lo que ha de quedar de margen y las explicaciones que han de acompañar al trabajo; luego se sujeta al tablero ó cartón. Cuando el dibujo es de pequeñas dimensiones ó de poco trabajo no lo necesita. Se preparan los útiles, busca el centro y traza el cuadro á lápiz. Se hace la repartición de papel para cada una de las partes en que puede dividirse el conjunto y luego se procede á dibujar cada cosa en su lugar; estas partes son:

1.º Dibujo propiamente dicho ó sea proyección horizontal ó topográfico del terreno, con todos los detalles necesarios al caso: la relación de escala, la escala gráfica, la orientación N ó N M, la equidistancia para el relieve del terreno y en las aguas, los diapasones de trazos, luz y sombra cuando no sean los muy conocidos, y la rotulación.

2.º Las secciones, fig 48, y cortes, fig. 49, que sea conve-

niente suponer al terreno. Las siluetas, fig. 50, y las perspectivas caballeras de edificios y obras, fig. 51.

3.^o Las vistas perspectivas y panorámicas que interese consignar. Estas, como las anteriores, suelen ponerse rodeando al topográfico, con su línea de horizonte paralelo á la línea inferior del marco; y separadas unas de otras por líneas de contorno cuadrangular, circular....

4.^o Cuando el dibujo vá en varias hojas, se hace un cróquis ó extracto de reunión, en el que aparezcan los contornos de las hojas y dos puntos por lo menos de cada una que fijen su situación.

5.^o Una explicación escrita del dibujo y donde también se consiguan los signos, convenios, etc.

241. Las perspectivas de los detalles, como el dibujo de secciones, cortes, perspectivas caballeras y siluetas, se hacen siguiendo las reglas del paisaje.

8.^o—PROCEDIMIENTOS ESPECIALES.

242. Lo explicado en el capítulo anterior es en el caso normal, en dibujo ordinario. Hay veces en que por la circunstancia del modelo, del tiempo disponible ú otro móvil, debe variar el procedimiento.

243. **Preisión**—Uno de estos casos, es cuando se necesita una exactitud matemática, cual se emplea en los planos del Instituto Geográfico y Estadístico, y en aquellos terrenos de gran valor ó que se estudian para trabajos ó proyectos delicados de mucha importancia.

244. El papel perfectamente estirado después de húmedo, la tinta china de barra, los compases bien contruidos, el doble decímetro de marfil y demás útiles bien comprobados es necesario reunirlos con anterioridad; el levantamiento del plano hecho con gran cuidado; la construcción del dibujo comprobando y rectificando todas las operaciones es imprescindible, así como el más delicado cuidado en la rotulación é indicaciones. Es decir, no se ha de perdonar medio de los conocidos ó que se ocurran para lograr el objetivo.

245. **Alijerados**.—Cuando falta el tiempo ó cuando no se necesita más que los rasgos generales, se hacen simplificaciones como las siguientes: En el levantamiento del plano, solo se toman los datos más indispensables y éstos con aparatos sencillos ó á ojo cuan-

do se ha adquirido alguna costumbre. El trazado á lápiz es suficiente en muchas ocasiones, y si se hace á tinta, basta con la pluma, papel y tinta ordinaria. La representación de montañas por curvas de nivel; los accidentes por los contornos; los cultivos y árboles, con el tipo más sencillo; la rotulación con letra itálica ó redondilla; la escala por relación; las sombras no se consideran. Se emplea mucho de signos de convención y de rotulaciones.

246. Se emplea este procedimiento en los croquis ó apuntes para otros trabajos de más esmero; y se aplica su procedimiento en más ó menos extensión en los itinerarios militares; inmediateces de caminos, telegráficas que haya que establecer; estudios estadísticos, como en todo aquello ó en la parte en que no sea imprescindible una explicación exactísima del suelo.

247. **Gran tamaño** —En ocasiones es preciso hacer un dibujo en grande tamaño, para colocarlo en pared ó como telón, ó bien dibujarlo en la pared ó techo.

La relación de escala se ha de tomar en proporción del tamaño y el grueso de líneas ha de adoptarse según el punto de vista.

Como los útiles de dibujo no servirán, hay que proveerse de ellos ó construirlos. Se suele dibujar sobre papel continuo de pieza, ó se pegan diversas hojas. Cuando haya que hacerlo sobre tela, madera ó pared hay que prepararlo y usar de color para hacer un fondo y luego de seco para delinear encima. Estas tintas han de ser las que se usan al temple, óleo ó procedimiento que se adopte.

248. Antes de empezar el trabajo interesa hacer en papel un croquis y por él copiar el dibujo. Si el tamaño fuese muy grande se divide en varias cuadrículas y se dibuja sucesivamente la parte contenida en cada una de ellas, cuidando que todos lleven los gruesos y entonación de la primera.

249. **Diminutos.**—Los dibujos de este género se usan muy poco. Puede conseguirse empleando papel satinado de lo mejor, plumilla muy fina y tinta superior. El trazado se hará muy fino y si la vista no alcanza se usa de lupa. Cuando en poca superficie se desea obtener una representación detallada, se acude con ventaja á la reducción fotográfica, pero antes ha de forzarse la escala de los signos y de la rotulación, á fin de que en el nuevo tamaño puedan distinguirse.

9.º—SISTEMA MIXTO, (A TRAZOS Y COLORIDO.)

250. Este sistema, 145, es la representación del relieve y de la

situación, contorno y dimensiones de todos los detalles por medio del delineado; y lo referente á las condiciones generales de las superficies y á la calidad del terreno por medio de colores sostenidos.

251. El orden del trabajo es levantar y delinear el plano á lápiz como en el primer sistema; luego hacer á tinta los relieves; contornar todos los detalles; rotular y hacer todos los trabajos de conclusión; por último, dar ciertos colores de lavado que diferencien las aguas de las tierras, los cultivos entre sí y otras particularidades que expresarán las cartillas.

252. Estos colores han de ser muy transparentes y no han de correr la tinta china; por eso, para seguridad de ello es mejor dar el color después de perfilado á lápiz, antes del empleo de tinta china. Se termina con la rotulación y demás indicaciones.

253. Otras veces se hace primero á lápiz el contorno de colores, se dan éstos, y luego se termina con el delineado á lápiz y á tinta.

254. En ocasiones en vez de la tinta china se hace el trazado con otro color vivo ó con diversos colores.

255. **Ventajas é inconvenientes.**—La parte más entretenida del topográfico, como cultivos y aguas, se abrevia mucho por este método, pues se hace con gran rapidez. La monotonía del primer sistema desaparece, haciendo el trabajo más agradable al que lo ejecuta y al que lo examina; la compresión y lectura del plano es más sencilla por aparecer más pronunciados los contrastes de unas y otras partes.

Necesita más útiles y más tiempo de aprendizaje. Resulta poco artístico, pues no copia á la naturaleza como se presenta á nosotros sinó con un color medio que realmente no tiene. Otro inconveniente es que el uso del agua dilata el papel y si bien al secarse se contrae no resulta al final dimensión justa de la primitiva. Todo lo cual, hace que se emplee para dibujos corrientes de poca precisión.

256. Los colores que se emplean deben ser conocidos del dibujante, su valor elemental, su complemento, sus mezclas, tonos y contraste, ha de conocerlos teórica y prácticamente; como hacer las tintas, imitarlas y enmendarlos para cuando sea preciso.

257. Debe proveerse de los útiles necesarios que ha de saber arreglar y corregir y estar impuesto en las operaciones preparatorias del trabajo, como es pegar el papel, protegerlo, trazado del cuadro y demás de este género.

258. **Lavado.**—Para lavar ó sea dar un color sostenido, llano, liso ó plano, que de todos estos modos se llama, en una parte de papel en que ha de resultar el tono por igual, se tomará el pincel proporcionado, se cargará lo suficiente de tinta, cuidando no coja

posos y se manchará con él la parte superior ó más lijera del trozo que se desea. Seguidamente, frotando con los dos tercios de su punta se irá corriendo el líquido á la parte inferior ó delantera, llevando por delante el agua coloreada no embebida y recorriendo así todo su contorno hasta é l último lugar, donde al elevar el pincel se asimilará el líquido sobrante. Si aquel no absorbiese todo el líquido, se aplicará el otro pincel unido al asta, que estará descargado con este objeto y apurará la tinta.

259. El color dado en estas condiciones, resulta sin solución de continuidad en el tono. No sucede lo mismo si se deja secar una parte y luego se continúa lavando, pues se notará una línea más pronunciada en la divisoria, ya por el cambio de tono de la tinta que en todos los momentos está variando aunque insensiblemente, ya por la tinta reforzada ó superpuesta en el mismo lugar del borde, lo que sucederá por mucho que sea el cuidado que se lleve.

260. Para evitarlo, los bordes de la parte que se está tintando del lado por donde haya de continuarse, se tendrán constantemente húmedos, con sobrante de líquido para que no se sequen.

261. Cuando la tinta no está perfectamente disuelta y el pincel tome partículas en suspensión, al pasarlo por el papel las deja desigualmente, en mayor cantidad en los bordes y fondo de las abolladuras que la humedad cause, es decir, donde el líquido pase con menos velocidad.

262. Estos defectos es difícil correjirlos. Se disimulan dando otras capas encima, cuidando de que se repartan las desigualdades á cambio de obscurecer sucesivamente el lugar en cada pasada.

263. **De los efectos.**—*Superponer.*—Si dada una capa de color sostenido y después de completamente seco, se dá encima otra de cualquier color, la superficie aparecerá de un tono igual al de la nueva tinta, variando según la transparencia y el color inferior. La transparencia la irán perdiendo las capas según se coloquen otras encima.

264. *Reforzar.*—Si la capa superior es igual al de la inferior, el tono es el mismo, tendiendo á obscurecer y llegar como límite al de la pastilla.

265. Un caso particular de reforzar la superficie tintada es dar la misma tinta en toda ella, menos en una *banda ó faja* de ancho constante en todo el contorno. Repitiendo la operación diversas veces, da por resultado un desvanecido ó progresión de color, más delicado, cuanto más estrechas sean las dichas bandas y más lijera la tinta que se emplee.

266. *Otros efectos.*—En algunos casos el color puede darse á pincel casi seco, es decir, lijera y cargado de tinta. Se emplea

para trozos de cortas dimensiones y cuando haya que reforzar por pinceladas.

267. Cuando en una capa de agua ó de color sostenido, aun húmeda, se dan pinceladas de otro tono, se verá correr el color y confundirse con el anterior, resultando de por sí un desvanecido, que pasa del color de fondo al superpuesto. Si el color segundo es igual al de fondo, el efecto es un reforzado desvanecido.

268. **Representación ó cartillas.**—No nos ocuparemos del relieve ni del perfilado de los accidentes y signos por ser igual al sistema delineado. Nos referirémos solamente al colorido.

En toda cartilla de esta clase se atiende: 1.^o á emplear pocos colores y éstos que se encuentran fácilmente en el comercio; 2.^o á emplear tonos fáciles de dar y que resulten permanentes; 3.^o que los tonos tengan alguna semejanza con el color del modelo en alguna circunstancia y que no se confundan unos con otros. En estas condiciones se emplea: el *azul*, para las aguas; *verde*, para los prados, huertas, arbolados; *violeta*, para las viñas; *amarillo*, para arenales; *siena*, para las tierras de labor; *carmin*, para las construcciones, y el *china ó sepia*, para perfilar los detalles, etc.

De esto se deduce que solo se necesitan seis pastillas, que son: china, indigo, guta, carmin, siena y sepia, siendo indispensables solamente las cuatro primeras.

269. El color para representar los diversos accidentes naturales y artificiales, es como sigue:

Tierra labrada, (de color siena claro).—Con una aguada clara de siena, ó de carmin con guta y un poco de china ó sepia. En los dibujos alijerados las tierras de labor van en blanco.

Prado, (verde prado).—Con mezcla de Indigo y guta.

Huerta, (verde obscuro).—Mezclando indigo con un poco de guta.

Viña, (morado).—Con carmin é indigo.

Bosque, (amarillo manzana).—Con guta y un poco de indigo.

Arenal, (guta).—Con guta y un poco de carmin, ó bien con siena y guta.

Erial.—Con fondo de arena reforzado á pinceladas con tono de prado.

Landas, estepas, pampas.—Con fondo de prado reforzado á pinceladas con tonos de bosque.

Rio y aguas corrientes, (indigo).—Desvanecido de indigo.

Lagos y aguas estancadas, como lagunas, pantanos, balsas, estanques, etc., (indigo).—De color indigo reforzado por pinceladas horizontales.

Mar, (verde mar).—Indigo con un poco de guta.

Terreno, sin expresar el cultivo.—Con siena y sepia.
Fangal, ó sean tierras pantanosas, húmedas, cieno, etc., (modo obscuro).—Se forma con china y un poco de carmin y sepia.
Arrozal.—Como las aguas estancadas.

Salinas.—Como las aguas de mar
Edificios y pueblos, (carmin).—De tinta carmin clara los edificios en general, y más oscura los notables.

Jardín, (diversos colores).—Diversas tintas para expresar los variados matices de los tableros, pero siempre bajo el verde y amarillo.

270. Cuando el dibujo es de detalle se representan los
Arboles, (verde obscuro).—Con indigo, guta, china ó sepia.
Bosque, monte bajo, maleza y matorral, (verde obscuro).—Con manchas verdes del color de árboles, extendidas desigualmente con el dedo índice.

Piedras.—Con color espeso, formado de indigo, carmin y china.

Escarpado de tierra.—Con siena y sepia.

Cercas y límites.—Con colores vivos de china, carmin, indigo..

Curvas de nivel.—Con siena y sepia.

Sombras.—Con siena y sepia.

271. De todo lo anterior se deduce lo complicado y difícil de hacer las tintas y tomar el punto de tono á causa que toda la representación es por mezclas. Para evitarlo en parte, hay quien emplea además otros colores, tales como el prusia y el cobalto.

272. *Colores permanentes.*—Para obtener permanencia en las entonaciones, algunos sustituyen los colores dichos por los siguientes, que aunque menos brillantes y algo más difíciles de dar, son más fijos:

Al carmin, el carmin rubia.—Al indigo y al Prusia, el caballo.—Al guta, amarillo de Marte.—Al verde, verde esmeralda.—Al obscuro de mezcla, precipitado de oro de Cassius.

273. Lo mejor y más útil es el uso de las pastillas de tintas convencionales, preparadas al efecto y que se venden en el comercio. La casa A. W. Faber expende las siguientes:

Terrenos, Arena, Tierra labrada, Prado, Viña, Huerta, Bosque, Río, Mar, y Estanque.

274. En todo dibujo esmerado para que las tintas resulten sostenidas ó uniformes y sin manchas se han de dar de modo que el tono verdadero resulte á la tercera capa, ó lo más á la segunda, con objeto de prevenir los defectos que pudiera presentar la primera. Estos defectos no son tan visibles en las partes en que haya que superponer delineado, por el contraste de tintas.

275. **Orden de las tintas.**—No es posible sujetar á regla fija el orden en que han de darse las diversas tintas, pero en general conviene extenderlas de más claras ó más oscuras, de más extensas á menos, de más sencillas á más complicadas, de la parte superior é izquierda del dibujo á la inferior y derecha del mismo.

En cultivos y accidentes debe empezarse por las aguas y luego terrenos, prados, viñas, bosques, arbolados, huertas y jardines; obras y signos accidentales

Para economizar tiempo y pastillas se debe empezar de modo que á ser posible el sobrante de unas tintas aproveche para las sucesivas.

276. En vista de todas las razones en cada caso se determinará. En un plano general ordinario, se empieza por las aguas, luego los terrenos accidentados; se sigue á los cultivos difíciles; luego las grandes aguadas con sus efectos, sepasa á los colores vivos de accidentes artificiales, como edificios y cercas, y por último, á los accidentales, como tropas, obreros, buques, etc. Se terminará con las sombras, empleando para todas ellas una misma tinta.

10.—COLORIDO CONVENCIONAL.

277. Este sistema exige el empleo del lápiz solo para el trazado; el pincel y colores para la representación definitiva.

Lo primero se hace como queda dicho en los casos anteriores; lo segundo es imitando el relieve y cultivo con arreglo á cartillas en la que se emplean los efectos que diremos.

278. La manera de lavar y dar efectos nos son conocidos, 258 y siguientes. Otro medio de desvanecer consiste en hacer la tinta y dar con ella una parte ó banda que ha de resultar la más oscura y luego añadir nuevamente agua al platillo y cada vez tomar tinta y marcar otra parte inmediata á la anterior cuando esté aun húmeda. Y otro, el más difícil, es dar la tinta en la parte que ha de ir más oscura y por suavidad en el pincel y por la toma sucesiva de agua con el mismo, ir marchando á buscar el efecto deseado.

279 *Tonos incorporados.*—Si preparamos dos tonos de color y dos pinceles cargados cada uno de diverso tono, y en el papel damos diversas pinceladas de uno y luego del otro, de modo que estén en contacto antes de secarse, resultará un efecto de tonos alternados, entre las dos bases, sin que aparezcan líneas duras de se-

paración. Cuando el movimiento del pincel es como el de esos con tres ó más vueltas se dice que se describe un *penacho*.

280. *Retoques*.—Terminado de dar un fondo sostenido, desvanecido ó de tonos incorporados se pueden dar ciertos efectos de otros colores ó con los mismos más oscuros ó espesos.

Se emplea para dar realce ó quitar la monotonía del color sostenido.

281. En todos los casos anteriores mejora la fusión de colores y los desvanecidos dando encima de todo una ligera capa de agua clara.

282. *Cartillas*.—Los relieves se hacen á siena con desvanecido en la parte entre luz y sombra. No se expresa el relieve donde haya de ponerse cultivo, y si fuese necesario hacerlo, sobre éste se dan toques de siena que expresen las curvas de nivel.

Las aguas se hacen empleando el desvanecido, á partir de las orillas. El arranque será más oscuro en aquella orilla en que la tierra proyecte su luz sobre las aguas.

Los fondos de todos los cultivos como en el sistema mixto, y los detalles con el pincel más fino que se tenga.

Los eriales con fondo de arenal; y con el de prado se harán penacho.

En las landas se hará lo propio con color prado y penachos de bosque.

Las sombras como en el sistema mixto.

283. La rotulación, si es corta, puede hacerse con un pincel fino, y si es más extensa, se hará con pluma, empleando la china ó un color vivo y oscuro que destaque bien. El cuadro á líneas de tinta ó con bandas de color.

11.—COLORIDO NATURAL.

284. Este procedimiento, el más difícil de todos, requiere largo aprendizaje, mucha práctica y génio de artista.

285. Los colores que han de darse son de libre elección del dibujante, á quien solo se exige que el resultado imite á la naturaleza. Esto debe conseguirse con los efectos de luz y con el contraste.

286. Se aprende, por tanto, copiando un día tras otro del natural, si bien para ganar tiempo han de saberse los procedimientos anteriores y debe también haberse copiado de la estampa algunos modelos libres de buenos artistas.

287. Los colores se deslien en la paleta, donde deben organizarse por orden de claro á oscuro, ó de otro modo lógico, para encontrarlos con facilidad. Las mezclas se hacen en la misma paleta junto al color base. Los colores simples se emplean muy poco, pues solo los tonos suaves abundan.

288. Los efectos más usados ya temenos dicho como se causan; á los que se agregarán los recursos que sugiera en cada caso el talento del artista. Así por ejemplo algunos raspan con el raspador ó pica para obtener puntos brillantes del color del papel; otros estregan con goma ó tela áspera para desvanecer; hay quien bruñe ó da goma para obtener brillo en las partes iluminadas; y no falta quien mezcla con el color polvo purpurina ó le superpone dándole con agua de goma.

289. Para la copia se ha de atender no solo al color del terreno y de los objetos sinó á los efectos de luz, pues los hay que por ser amarillentos devuelven casi todos los rayos que reciben y los hay azules que no devuelven casi ninguno.

290. El imitar el color y tono no ha de ser en copia servil sinó como resultado del conjunto, pues hay casos en que para imitar el rojo se necesita colores y tonos más oscuros que para el negro mate.

291. Debe también apreciarse que los tonos claros y oscuros son relativos al color inmediato. Así hay dibujos en que un negro café puesto al lado de un blanco vivo ejerce de sombra intensa, y el mismo negro colocado al lado de otro negro intenso representa color blanquecino.

292. Los devanecidos se harán de modo que ni en la entonación ni en el efecto haya superficie igual ni progresión en ley conocida, porque en la naturaleza nada existe que á esto obedezca.

293. Cuando el dibujo haya de hacerse representando época distinta del momento del trabajo, debe pensarse bien y averiguar por la gente del país si fuese preciso el aspecto que presentará el campo en aquél entónces. Los terrenos de cereales por ejemplo en invierno y primavera tienen tono verde, amarillo en verano y otoño; los árboles verdes en verano, amarillentos en otoño; en invierno y primavera están desnudos. Las montañas elevadas están nevadas en invierno,....

294. El estudio del natural se hará por orden lógico de menor á mayor dificultad y puede ser así: Tierras de labor, huertas, bosque, terreno llano, inmediación de río, escampados, montaña, lo que equivale al aprendizaje de las cartillas en los otros sistemas. Luego se pasará á plano sencillo y á plano general.

295. **Cróquis y dibujo.**—Las reglas que deben seguirse para

hacer un plano de esta especie, es pues levantar el croquis topográfico como ya se sabe. (Para el estudio del colorido basta con hacerlo á ojo.) El perfilado y demás operaciones preparatorias se ejecutan como se ha explicado en los demás métodos y respecto al colorido como acaba de decirse, empezando por acordar los convenios de tiempo y luz, así como el máximo de efecto de luz y sombra. Por último se empieza á hacer las diversas manchas, empezado por las partes más difíciles entre las iluminadas y terminando con las sombras.

296. En el caso en que no se pueda permanecer en el campo todo el tiempo necesario, se toma apunte á color, sobre el croquis, de las manchas y efectos mas difíciles.

297. *Entonación.*—Todo dibujo debe resultar con una entonación ó efecto de luz general que corresponda al asunto á que refiera. Puede ser dulce ó apagada, media, subida ú oscura.

La más apreciada es la de luz esplendorosa ó de gran claridad, sin llegar á la luz viva ó brillante tan perjudicial como la muy apagada por imitar tiempo nublado ó crepúsculo.

297. *Armonía.*—También ha de resultar que los colores del cuadro no han de presentar contraste fuerte que se lleve á aquel lugar la vista del examinador á no ser que entre en el concepto artístico sacar partido de esta circunstancia.

La relación armónica ha de ser en condiciones de igualdad de luz. Las partes diversamente iluminadas se representarán con matiz proporcionado á su diferencia.

299. *Conclusión.*—Estos dibujos llevan poca rotulación. La que se les ponga será con tinta de la más oscura y espesa, empleada en el cuadro. La misma se emplea para la escala, orientación, etc.

En ocasiones estos rótulos y signos afectan formas caprichosas; pero no debe abusarse de ello hasta el punto que presenten dificultad para comprenderse.

300. *Ventajas é inconvenientes.*—Este procedimiento habla á los sentidos y dá cuadros admirables que se buscan con empeño. La dificultad para muchos insuperable de elección de colores y la soltura con que debe estar ejecutado, á más de los pocos detalles que pueden insertarse por el género mismo del trabajo, hace que sea seguido por pocos, y que las ciencias y artes industriales apenas se sirvan de él.

301. *Dibujo de conjunto*—Ya quedan explicados todos los medios, todos los recursos con que se cuentan para representar una parte del terreno sobre una superficie plana. Cuando se desee una descripción general de una gran extensión, es preciso apelar á di-

chos recursos, poniéndolos en juego de modo que se completen y aclaren.

202. Puede hacerse un plano general á delineado ó á colorido convenido como base ó referencia de todo; al que se acompañarán pequeños planos, á escala mucho mayor, para dar á conocer las poblaciones, fincas, puestos.....; perspectivas para detallar los edificios, puentes y lugares semejantes; siluetas, tratándose de itinerario..... Todo lo cual se insertará en una hoja ó en varias, debiéndolo acompañar en este caso un plano de reunión de hojas.

203. Este trabajo, bien ejecutado y distribuído ó colocada cada una de sus partes, produce un efecto admirable. Resulta una descripción del terreno muy propia y muy completa, como no puede lograrse de ningún otro modo,

APÉNDICE.

1. A continuación damos sucinta idea de algunos procedimientos que en ocasiones se emplean y contribuyen al éxito de un dibujo de conjunto. Los que sean conocidos del alumno le servirán de recordación.

2. **Dibujo de paisaje** —Consiste en copiar el terreno á ojo y tal como aparece á la vista del observador colocado en un punto estación. (Topográfico 47 á 97, Del sólido 293 á 303.) Se ejecuta á lápiz y luego en el gabinete á tinta con pluma. Para la enseñanza se copia de la estampa antes de salir al campo. (Topográfico 130 á 137.)

3. Para copiar de otro dibujo, se empieza por tomar el papel conveniente, que es el de grano fino y el lápiz del núm. 3. Se examinará el modelo y se tomarán referencias sobre el papel para lugar de los puntos principales. Luego, por tanteos á ojo, se indicarán las líneas principales y los importantes, y una vez rectificadas, se reforzarán, pasando á tantear y trazar las restantes con relación á las anteriores para llegar á ejecutar los detalles. Por último, se dan las sombras, valiéndose de un lápiz, núm. 2 ó 1.

4. La mano ha de estar muy suelta. La copia no puede llegar á la exactitud matemática, solo debe aspirarse á una imitación conveniente que dé un efecto semejante al del modelo.

5. Es convenientísimo un orden progresivo de dificultad en los ejercicios. En las copias del natural hay que llegar á suponer que el terreno está como pintado en un telón ó cristal vertical y que de él se copia. Hay también que apreciar en su verdadero valor la luz y saber copiar sus efectos.

6. El dibujante, en la acepción industrial, no necesita saber obtener á la perfección estos trabajos. Basta mediana destreza, porque solo ha de copiar pequeñas extensiones ó lijeros croquis, que luego en el gabinete se arreglan.

7. En algunos casos puede facilitarse el trabajo valiéndose de espejos ó cámaras. (Del sólido 308 á 330.)

8. **Charlot.**—Cuando el paisaje, según es muy frecuente, no se necesita muy detallado y apura el tiempo, como es en los croquis, se suprimen todas las líneas finas de gran luz, no se hacen desvanecidos y las sombras se marcan con manchas de intensidad constante, las que dan el efecto á cierta distancia.

9. Este procedimiento necesita bastante práctica y seguridad, sobre todo en copia del natural, pues necesita mucha intención para obtener resultado y tienen muy mala enmienda las equivocaciones.

10. Se hace empleando pluma de puntos gruesos de acero ó de ave; y se emplea el lápiz núm. 2 ó 1 con punta algo gruesa.

11. **Acuarela.**—Generalmente se entiende por este nombre la copia de paisaje con colores desleídos con agua. (Lineal 455 á 498.) El papel que se usa es el marquilla granular.

12. Se hace un ligero apunte á lápiz (tomado de la estampa ó del natural) señalando los perfiles y lugares de los cambios de color y luz, de modo que apenas sea perceptible ó pueda borrarse con facilidad.

Luego se entra en color, empezando por las tintas generales; primero las más claras, que suelen ser los últimos términos ó lejos, como cielos y aguas; luego los primeros términos y luego las sombras. Se termina haciendo los detalles, como edificios, figuras, árboles ó piedras aisladas y próximas.....

Por último, se dá un repaso, en el que se atenderá á los tonos, subiéndolo el que convenga; retocando los detalles para que produzcan el realce y acentuando los efectos de luz y sombra en los puntos que convenga (Topográfico 47, 258, 284, 297.)

13. **A esfumino.**—Es procedimiento que se emplea para la copia del natural (figura) y la del terreno en gran escala.

14. Consiste en dar el efecto obscuro y de sombra con polvo de lápiz estregado con un esfumino sobre un papel granular. Para ello se tantea el dibujo con carboncillo que desaparece fácilmente con miga de pan; luego se perfila con lápiz compuesto y por último, se dá con el esfumino manchado en el polvo. Para hacer efectos de desvanecido se frota con otro esfumino limpio; para limpiar la mancha con miga de pan prensado con los dedos ó goma de borrar. En ocasiones los tonos blancos y las líneas con lápiz clareón.

14. El inconveniente del sistema es la poca permanencia. Esta se logra cubriendo el dibujo con cristal ó papel trasparente ó mejor humedeciéndole con algún fijativo. (Lineal 518 y 519.)

16. **Al pastel.**—Se puede hacer dibujos de figura, de paisaje y de topográfico, empleando lápices, ó mejor colores en barritas que se venden especiales al caso, formadas de una pasta blanda y pegajosa, cuyo polvo ó mancha se adhiere fácilmente al papel granular.

17. El perfilado se hace tomando apunte con carboncillo ó lápiz blando, que luego se cuajará con el pastel del color que convenga, por último se dan los colores frotando con los diversos pasteles y desvaneciendo con esfumino ó uno de los dedos. Los detalles se pueden dar con las barras y para que sea permanente el dibujo humedecerle con un fijativo

18. **Copia del yeso.**—Como preparación para la copia de la figura y del terreno se copia de modelos en yeso, barro ú otra materia en bulto ó relieve. Estos pueden presentar su color propio ó imitado al del natural.

19. El alumno se colocará en el punto de vista conveniente en distancia y en luz, conviniendo en la dirección de esta cuando no le ilumine como desée; elejirá la relación de copia y la empezará á ojo, tanteando con carbón ó lápiz, perfilando y acabándole por el procedimiento que se desée: lápiz, charlet, acuarela... (Del sólido 292 á 335)

20. El mayor resultado que se obtiene con este sistema es para adiestrar la vista á las distancias é inclinación de líneas y á los efectos desvanecidos de la luz.

21. **Copia del natural** —En todo dibujo el objetivo es la cópia de la naturaleza ó del natural; el copiar de estampa ó del yeso es una preparación para esto. Las reglas que han de seguirse pueden verse muy detalladas donde hablamos de la copia perspectiva á ojo. (Del sólido 292 á 335.)

22. **Reproducciones.**—Se llama así la copia mecánica de los dibujos. Esta puede ser heliográfica, autógrafa ó litográfica.

23. **Heliografía.**—Teniendo un dibujo hecho en papel tela ú otra medio transparente, si se coloca al sol en una prensa y detrás del dibujo se coloca papel preparado ó sensible, los rayos le impresionarán desigualmente y con relación al dibujo. Si ahora se trata al dicho papel preparado de la manera conveniente á fijar la imagen tendremos un ejemplar de los deseados.

24. El dibujo matriz conviene hacerlo en papel tela con tinta bien negra y con líneas algo gruesas. El papel preparado que más se emplea es al *ferroprusiato*, que se debe exponer al sol esplendoroso de medio á un minuto ó á la luz difusa varios minutos,

echán dolo enseguida en agua abundante con la que se debe lavar y se fija. Da líneas blancas sobre fondo azul.

25. Se emplea también papel Kahn-Haas que después de la exposición se debe meter en agua que contenga uno por ciento de ácido gálico preparado que es una sal que se vende con el papel; luego se lavará en agua abundante ó corriente. Produce dibujos de líneas negras en fondo blanco.

26. Se vende tela ferroprusiato en la que se pueden también sacar las copias. El manejo de todo papel sensible como es cortarlo, cargar la prensa ó chasis, las operaciones de fijarlo y el secado se debe hacer en habitación obscura ó con precauciones.

27. *Autografía.*— Si se dibuja con tinta grasienta sobre papel albuminado y se lleva sobre una piedra litográfica (asperon ó arenisca) bien pulimentada y húmeda, de modo que resulte al contacto aquél con ésta y se dá presión, la parte grasienta la absorberá la piedra y el papel podrá quitarse humedeciéndole bien y frotando suavemente con una esponja.

28. Si ahora conservando húmeda la piedra, con un rodillo se dá tinta de imprenta, la parte grasienta tomará solamente la dicha tinta. Si humecida de nuevo se coloca encima un papel cualquiera y hace fuerte presión, recibirá este la imágen, que será igual á la dibujada en la matriz por las dos inversiones que ha sufrido.

29. Las enmiendas en la piedra, se hacen frotando con piedra pomez ó ácido nítrico diluído en agua. La limpieza con el agua lijeramente acidulada y el frote con un trozo grande de piedrapomez.

30. *Litografía.*— Consiste en dibujar sobre la piedra citada anteriormente y con la misma tinta, empleando plumas ó tiralíneas muy finos ó lápices especiales. La tirada es siguiendo igual procedimiento.

31. El dibujo es bastante difícil por que debe hacerse invertido lo mismo que la parte escrita, y las líneas muy finas para que al dar tinta con el rodillo no se emplasten y resulte borrón en las copias.

32. Para facilitar este trabajo, el dibujo ó escrito que haya de copiarse se mirará al trasluz.

33. *Fotografía.*— Es un procedimiento mecánico de copia del natural. El servicio que presta es tan importante y se dedican á él tantos artistas; que de día en día se hace más preciso á la vez que más sencillo.

34. Se aplica á la copia de cualquier imágen, sea figura, máquina, paisaje ó estampa. Solo necesita que aparezca suficientemente iluminada.

35. Se emplea una *cámara* ó caja obscura, que en un extremo

tiene un objetivo y en el opuesto un cristal esmerilado. Al *objetivo* se le coloca un *diafragma*, para graduar el paso de la luz y un *obturador* para taponarlo ó descubrirle. La cámara se sostiene en un *trípode* ó una mesilla.

36. Se *enfoca* quitando el obturador, dirigiendo el objetivo al objeto, separándole ó acercándole al cristal hasta lograr que la imagen se vea en él lo más detallada posible. Así tratándose de figuras han de verse pestañear, si de árboles que se distingan sus hojas. El *fotógrafo* ha de estar cubierto con un paño negro.

37. En el *laboratorio* ó cuarto obscuro á la *luz roja* en una *chasis* ó caja especial, se introduce una placa ó cristal con una cara muy sensible, la que se cerrará herméticamente una vez cargada, llevándola y colocándola en la máquina en la parte del cristal esmerilado. Luego se cerrará el objetivo y se destapará la parte delantera del chasis.

38. Para *impresionar* observaremos el momento en que el modelo está en disposición conveniente y abriremos el obturador los segundos ó minutos necesarios, cerrándole inmediatamente. La imagen enfocada habrá impresionado al cristal.

39. Se cierra pues el chasis, se lleva al laboratorio y se introduce en el *baño de repelar* que se hace disolviendo en cien gramos de agua el polvo de un *cartucho Anareseu* que se vende en el comercio. A los pocos minutos se vé aparecer la imagen y entonces la placa se pasa á un depósito de agua lavándola perfectamente.

40. La imagen anterior desaparecería en cuanto recibiera la luz blanca. Se debe *fixar*, y para ello se la introduce en un baño de hiposulfito de sosa al 15 por 100, donde se tendrá hasta que haya desaparecido una capa blanca que existe mirando al cristal del lado que no tiene la gelatina. Después se la lava con mucho esmero y mucho agua, dejándola secar á la sombra. Recibe el nombre de *clisé*, que contiene la imagen *negativa*.

41. Terminada la primera parte de la copia se pasa á copiar la imagen en el papel, ó sea encontrar la *positiva*.

42. En el ferro prusiato ya sabemos hacerlo, 21.

43. En el *papel fotográfico* se hace semejantemente, aunque con más cuidado por ser mucho más sensible. Se coloca *clisé* y papel sensible en la prensa á la luz difusa ó la del sol los minutos suficientes, hasta que lo impresiona ó produzca en él imagen; se lleva al laboratorio y procede á *virar* para lo que se echa en el *baño de oro* que se forma deshaciendo en un litro de agua un tarrito de *polvo Poulenc*. Se tendrá en él unos minutos hasta que tome aspecto obscuro el dibujo, y luego se lava con agua clara.

44. Para *fixar* la imagen, se introduce en un baño de hiposúl-

fito de sosa al 10 por 100, durante bastantes minutos ú horas y luego se lava perfectamente en agua corriente y deja secar á la sombra.

45. Las operaciones con las placas, se hacen en el laboratorio, que será una habitación sin ninguna luz blanca, iluminado solamente con rayos rojos. Las de conclusión como es pegar la fotografía á cartulina se hace con engrudo en papilla; el satinarla pasándola por el rodillo de una máquina especial ó dándole un barniz con dicho objeto.

46. Otros muchos aparatos y útiles se emplean y diversos procedimientos usan los especialistas en este arte para obtener resultados aceptables. Entre ellos citaremos el uso de máquinas instantáneas, con objetivos rápidos y que enfocan muy fácilmente, las cuales necesitan el modelo muy iluminado. El de aparatos para saber el tiempo de exposición y obturadores en que pueden graduarse este tiempo y el empleo de papel muy sensible en vez de placas.

47. El baño de revelar puede ser el llamado *revelador de hierro* compuesto de dos soluciones; la primera de 300 partes de oxalato neutro de potasa en 1.000 de agua y la segunda de 300 de sulfato de hierro puro, 5 de ácido trartrico y 1000 de agua. De estas se mezcla tres partes de la solución primera y una de la segunda.

48. El *baño de oro* puede formarse con dos soluciones. La primera con 15 partes de bicarbonato de sosa puro en 1 000 de agua y la segunda con una de cloruro de oro por 1 000 de agua. De ambas se mezclarán partes iguales unas tres ó cuatro horas antes de usarla.

49. Para las positivas se usa también papeles especiales que se venden con instrucciones para su uso. Las operaciones de reforzar, rebajar y retocar, necesitan mucha práctica. La de reducir se hace con la máquina ordinaria, la de ampliar con máquina especial.



ÍNDICE.

	PÁGINAS.
<i>Al lector</i>	III
1. ^o <i>Preliminares</i>	1
2. ^o <i>Principios generales</i>	3
3. ^o <i>De la luz</i>	8
4. ^o <i>De la escala</i>	19
5. ^o <i>De la copia</i>	22
6. ^o <i>Sistemas generales de dibujo</i>	24
7. ^o <i>Sistema delineado</i>	26
8. ^o <i>Procedimientos especiales</i>	39
9. ^o <i>Sistema mixto (á trazos y colorido)</i>	40
10. <i>Colorido convencional</i>	45
11. <i>Colorido natural</i>	46
<i>Apéndice</i>	49

Dibujo de Paisaje 49; Charlet 50; Acuarela 50; A esfumino 50; Al pastel 51; Copia del yeso 51; Copia del natural 51; Reproducciones 51; Heliografía 51; Autografía 52; Litografía 52; Fotografía 52.

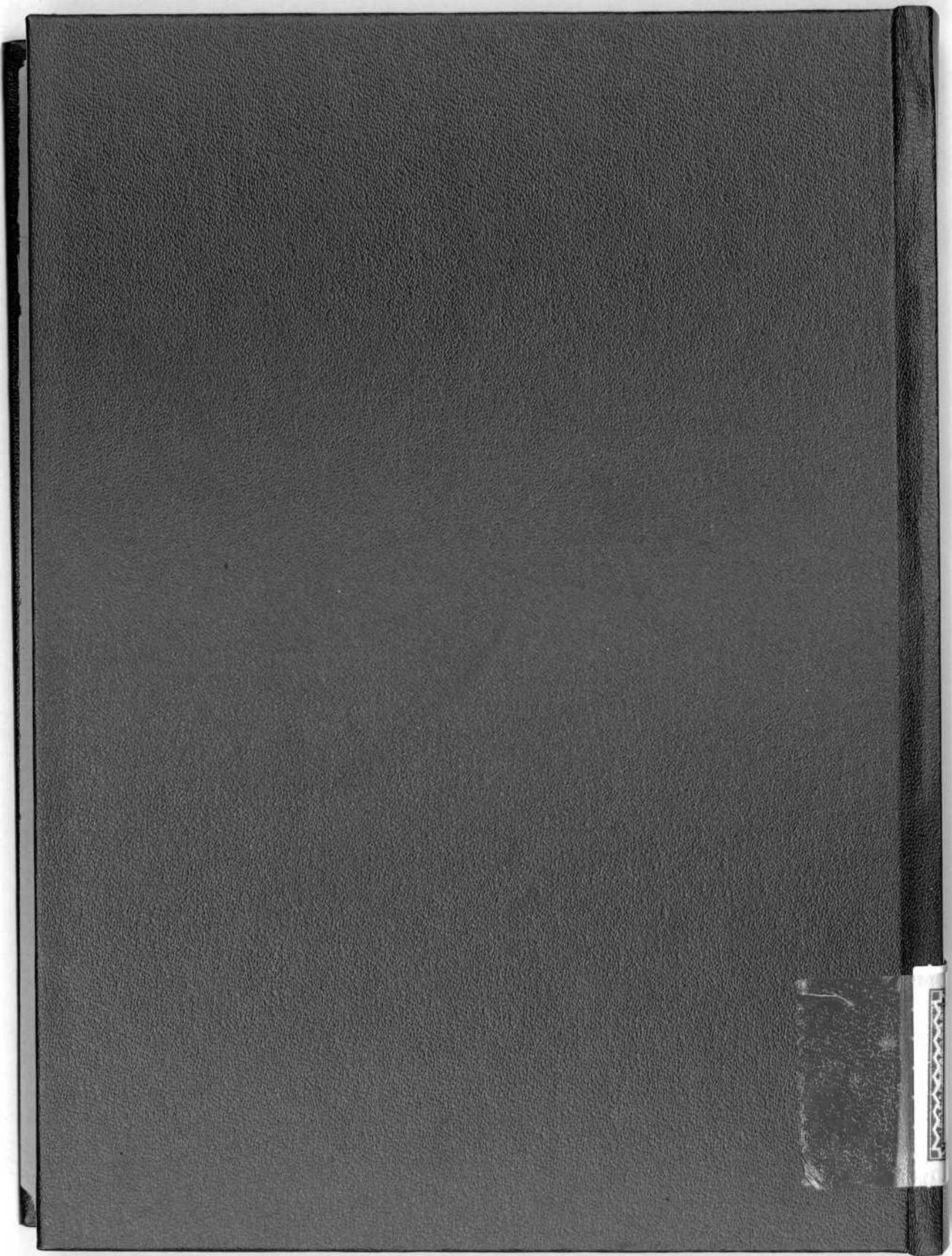


ERRATAS.

Este libro está escrito por los apuntes de clase. Por eso abunda en repetición de ideas y frases, necesarias para fijar en ciertos puntos la atención del alumno. Las faltas de imprenta por cambios de letra ó signo ortográfico, no necesitan corregirse, dada la condición del lector que sabrá subsanarlas.

EXHIBIT

[The text in this section is extremely faint and illegible. It appears to be a list or a series of entries, possibly containing names and dates, but the characters are too light to transcribe accurately.]



RAMIRE

MES MESSORICCO-PRINCIPALS DE BULLIO
JUAN DE BROCERIS