

MÓDULO TRES TÉCNICAS DE MECANIZADO Y
UNIÓN PARA EL MONTAJE Y MANTENIMIENTO
DE INSTALACIONES

U.D. 1 DIBUJO TÉCNICO

M 3 / UD 1

ÍNDICE

Introducción.....	9
Objetivos.....	11
1. Soportes físicos para el dibujo y formatos	13
2. Rotulación normalizada	15
3. Escalas de uso en el dibujo industrial y de instalaciones.....	17
4. Representación y acotado. Vistas, cortes y secciones.....	19
5. Acotación normalizada de las piezas	31
6. Simbología y especificaciones técnicas.....	33
6.1. Indicación de las tolerancias dimensionales y geométricas.....	33
6.2. Ajustes en los acoplamientos	35
6.3. Designación y representación normalizada	35
6.4. Formas de mecanizado normalizadas	36
6.5. Representación y designación en los dibujos.....	38
6.6. Representación de elementos de construcción soldada	39
7. Planos de obra civil	41
7.1. Interpretación de alzados, plantas y secciones de edificaciones	41
7.2. Interpretación de la documentación técnica de proyectos de obra civil y de urbanismo. (Planos, memoria, especificaciones técnicas y mediciones)	44
8. Croquizado de máquinas, elementos y redes.....	46
Resumen	47
Anexo 1	49
Glosario.....	51
Cuestionario de autoevaluación.....	55
Bibliografía.....	59

INTRODUCCIÓN

El dibujo técnico es una tarea de designación de forma inequívoca de cualquier pieza, conjunto o instalación que se pueda realizar; a diferencia del dibujo artístico, se han de usar técnicas normalizadas.

Cualquiera que sepa interpretar un dibujo técnico será capaz de realizar la pieza representada sin lugar a posibles interpretaciones, es decir un dibujo técnico bien realizado sólo puede representar una posibilidad y definir correctamente los aspectos fundamentales de la pieza a fabricar, dimensiones, materiales, acabados superficiales, mecanizados, colores, resistencia, tratamientos térmicos, etc.

En esta unidad didáctica aprenderemos a realizar planos de piezas, vistas y daremos un repaso a los planos de construcción, muy importantes en la tarea de realización de instalaciones sobre la edificación.

OBJETIVOS

- Conocer los útiles de dibujo y usarlos correctamente.
- Conocer y estudiar los sistemas de representación gráfica empleando vistas (alzado, planta y perfil).
- Saber interpretar la perspectiva de las piezas, y la realización de las vistas.
- Interpretar y realizar planos con secciones, cortes y roturas.
- Localizar y conocer la procedencia de los símbolos más empleados en los acabados superficiales, simbología frigorífica, fontanería, climatización, eléctrica, neumática e hidráulica.
- Conocer las técnicas de croquización y realizar croquis a mano alzada.
- Interpretar y aplicar las normas empleadas en la acotación de croquis y planos.
- Conocer y utilizar correctamente los elementos que usados en la acotación (líneas auxiliares y de cota, símbolos, cifras, etc.).

1. SOPORTES FÍSICOS PARA EL DIBUJO Y FORMATOS

Una lámina de papel u otra sustancia empleada para el dibujo como poliéster, vegetal..., que tiene tamaño, dimensiones y márgenes normalizados es un Formato.

Las normas UNE 1011 y DIN 823 normalizan las dimensiones de los Formatos. Según las dimensiones del dibujo a representar debemos elegir los formatos necesarios.

Utilizar formatos de dibujo normalizado tiene las siguientes ventajas:

- En el archivado encontramos la unificación del tamaño de los formatos.
- Facilitar su manejo.
- Adaptar los dibujos a los distintos formatos.
- Al reducir un formato, éste se hace de forma uniforme y el resultante aclara totalmente la definición del elemento representado.
- Se gestionan los planos con eficiencia y su plegado no resulta nada problemático.

Las Reglas de Referencia y Semejanza

Referencia

La referencia se realiza con letras y números; la letra indica la norma y el número, el tamaño.

Semejanza

Todos los formatos son semejantes entre sí. La relación de ambos lados es igual que la del lado del cuadrado a su diagonal. La relación de los dos lados es, por tanto, $X:Y=1:\sqrt{2}$.

Tipos de Formatos

Los formatos se obtienen siempre doblando en dos el anterior.

Serie principal UNE 1011 y DIN 476

Los formatos de esta serie se denominan por la letra A y van seguidos por un número correlativo.

Algunos de los más utilizados son:

Formato UNE 1011 Serie A	Láminas Cortadas	Lámina en Bruto	Ancho de rollo utilizable
A0	841 x 1189	880 x 1230	900
A1	594 x 841	625 x 880	900 / 660
A2	420 x 594	450 x 625	900 / 660
A3	297 x 420	330 x 450	660 / 900
A4	210 x 297	240 x 330	660

Generalmente se toma como norma la posición vertical en la norma A4. En los cajetines la medida en lo ancho de 185mm sería la norma.

Serie Auxiliar

Las series auxiliares B y C se utilizan para los tamaños de carpetas, sobres etc.

Los formatos de la serie B están relacionados con los de la serie A de la siguiente manera: sus lados son los medios geométricos de cada dos consecutivos de la serie A.

Y los medios geométricos de las series A y B corresponden a la serie C.

Algunos de los más utilizados son:

Formato	Medidas (mm.)	Formato	Medidas (mm.)
B0	1000 x 1414	C0	917 x 1297
B1	707 x 1000	C1	648 x 917
B2	500 x 707	C2	458 x 648
B3	353 x 500	C3	324 x 458
B4	250 x 353	C4	229 x 324

Plegado de planos

Cuando tenemos planos mayores al A4 éstos se adaptan a este tamaño realizando el plegado.

Las normas para poderlo realizar serían las siguientes:

Tiene un ancho máximo de 210 y un alto máximo de 297.

El cajetín debe verse perfectamente y, por tanto, debe quedar en la parte anterior.

El primer doblado se hace hacia la izquierda y el segundo hacía atrás. El resto se hace uno hacia la derecha y otro hacia la izquierda de modo alternativo, empezando desde el cajetín.

2. ROTULACIÓN NORMALIZADA

Las letras, signos, números, etc., son empleados en los dibujos para designar cotas, nombres de dibujos, establecer referencias y demás aplicaciones; deben seguir unas normas básicas, de forma que cualquiera que observe el plano sea capaz de interpretar su contenidos sin tener que hacer un esfuerzo adicional de interpretación.

La norma que establece las proporciones y construcción de los elementos a usar en la rotulación de planos es la Norma UNE 1.034.

En las normas nos definirán los tipos de escritura normalizada, la altura nominal de las letras, el espesor de los trazos, la anchura de las letras, la distancia entre líneas, la distancia entre letras, etc.

Actualmente, casi todos los dibujos están realizados con programas de ordenador que incorporan muchos tipos de fuentes (Tipos de letra) que suelen estar normalizados, solucionando automáticamente el problema de la rotulación.

Escritura Inclinada

Es un efecto estético que se le da a los números o letras; los trazos verticales tienen una inclinación de 75° .

Fig. 1.



Escritura Vertical

En este caso la inclinación de las letras respecto de la horizontal es de 90° .

Fig. 2.



La proporción de alturas

Se denomina altura nominal del texto a la altura de las letras mayúsculas, las minúsculas altas y los números.

Cada altura de letra tiene una aplicación y generalmente se aplica:

Entre 2 y 4 mm para acotaciones y notaciones.

Entre 5 y 10 mm para rótulos y denominaciones.

Entre 12 y 25 mm para grandes rótulos.



La altura nominal es la de las mayúsculas y la de las minúsculas es de $5/7$ la nominal.

3. ESCALAS DE USO EN EL DIBUJO INDUSTRIAL Y DE INSTALACIONES

Esta claro que el poder dibujar los objetos a su tamaño real es casi siempre imposible, bien por ser excesivamente grande, con lo cual no se podría representar en el papel, o bien por ser muy pequeño y no poderse ver de un modo claro.

Todo esto queda resuelto con el uso de la ESCALA. De este modo, los objetos quedan claramente representados en el dibujo, bien ampliándolos o bien reduciéndose.

Se define ESCALA como la relación entre la dimensión dibujada respecto de la dimensión real

$$E = \text{dibujo}/\text{realidad}$$

Así encontramos:

Escala de ampliación, cuando el numerador de la fracción es mayor que el denominador.

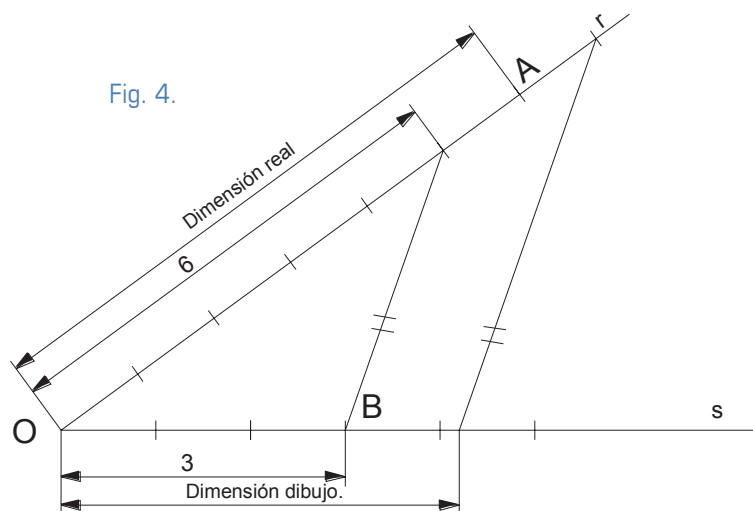
Escala de reducción, el caso contrario, cuando el numerador es menor que el denominador.

Escala natural, cuando un objeto se encuentra dibujado a su tamaño real, sería la escala 1:1.

Escala gráfica

Se utiliza un método sencillo para aplicar una escala, éste está basado en el Teorema de Tales.

Ejemplo para el caso 3:5



Con origen en un punto O cualquiera, se dibujan dos rectas r y s formando un ángulo cualquiera.

Se representa el denominador de la escala en la recta r y el numerador sobre la recta s. Obtenemos dos segmentos, cuyos extremos llamamos A y B.

Una dimensión real situada sobre la recta r se convierte en el dibujo con una simple paralela al segmento AB.

Escalas normalizadas

En teoría, se puede utilizar cualquier escala, pero es mucho más práctico utilizar escalas normalizadas que nos permiten el uso de reglas o escalímetros de un modo fácil.

Estos valores son:

Ampliación: 2:1, 5:1, 10:1, 20:1, 50:1.....

Reducción: 1:2, 1:5, 1:10, 1:50...

En construcción se emplean ciertas medidas intermedias, tales como: 1:25, 1:30, 1:40, etc.

Uso del escalímetro

Un escalímetro es una regla que habitualmente mide 30 cm y cuya sección tiene forma de estrella de 6 facetas o caras. Cada cara va graduada con escalas diferentes, que con bastante frecuencia suelen ser:

1:100, 1:200, 1:250, 1:300, 1:400, 1:500

Por supuesto estas escalas también nos valdrán para valores que resulten de multiplicar o dividir por 10. Por ejemplo, la escala 1:200 también nos vale para planos a escala 1:20 y 1:2000.

Para un plano escala 1:300, se aplica la escala correspondiente del escalímetro y las indicaciones numéricas que en éste se leen son los metros reales que se están representando.

Y en el caso de un plano a E 1:2000 se aplica la escala 1:200 y se tendrá que multiplicar por 10 la lectura del escalímetro. Si una dimensión dibujada posee 17 unidades del escalímetro, en la realidad estamos midiendo 170 m.

Según todo esto, podemos deducir que la escala 1:100 es también la 1:1, que la empleamos normalmente como regla en cm.

4. REPRESENTACIÓN Y ACOTADO. VISTAS, CORTES Y SECCIONES

Llamamos vistas principales de un objeto a las proyecciones ortogonales del mismo sobre 6 planos, dispuestos en forma de cubo.

La norma UNE 1-032-82, “Dibujos técnicos: Principios generales de representación”, equivalente a la norma ISO 128-82 recoge las reglas a seguir para la representación de las vistas.

Un observador se puede situar respecto al objeto según indican las seis flechas y de este modo obtendría las seis vistas posibles de un objeto.

Estas vistas se llaman:

A: Vista de frente o alzado

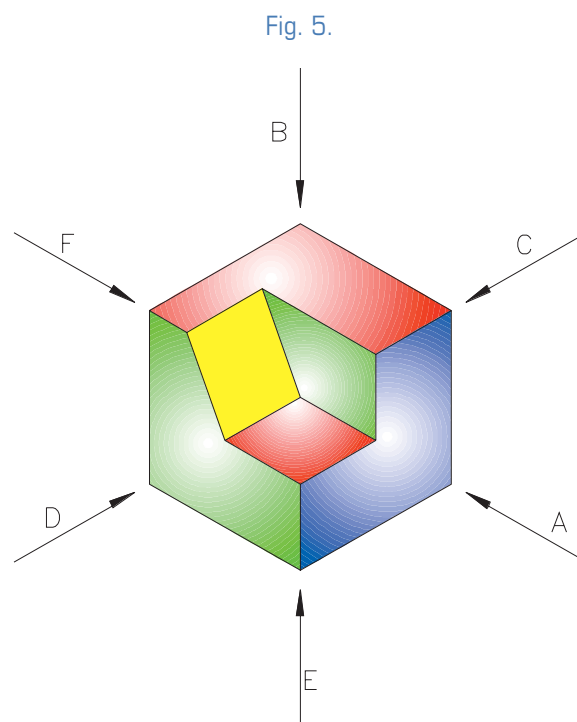
B: Vista superior o planta

C: Vista derecha o lateral derecha

D: Vista izquierda o lateral izquierda

E: Vista inferior

F: Vista posterior



Posiciones relativas de las vistas

Existen dos variantes de proyección ortogonal para poder representar las vistas sobre el papel:

El método de proyección del primer diedro, o Europeo.

El método de proyección del segundo diedro, o Americano.

En los dos métodos se supone al objeto dentro de un cubo y en sus caras se realizan las proyecciones ortogonales del mismo.

La diferencia está en dónde está situado el observador: En el caso americano está entre el objeto y el plano, mientras que en el Europeo el plano es el que se encuentra entre el objeto y el observador.

Fig. 6.

SISTEMA EUROPEO

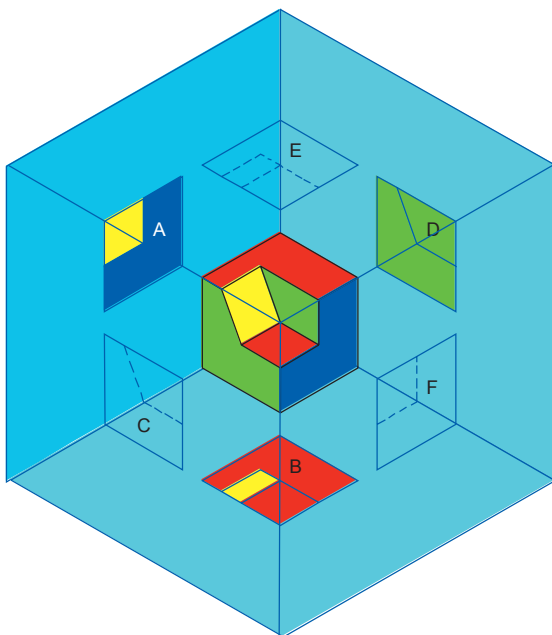
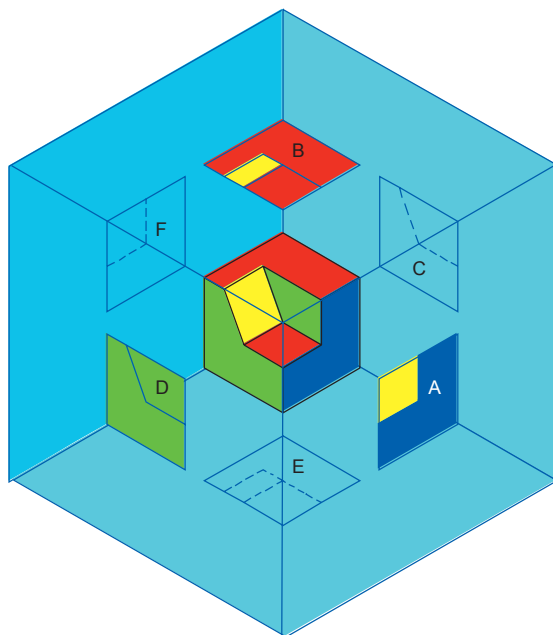


Fig. 7.

SISTEMA AMERICANO



Cuando ya tenemos las seis proyecciones, pasamos a obtener el desarrollo del cubo, manteniendo fija la cara del alzado (D).

Este desarrollo del cubo nos da en un plano único las seis vistas del objeto.

Fig. 8. Sistema europeo.

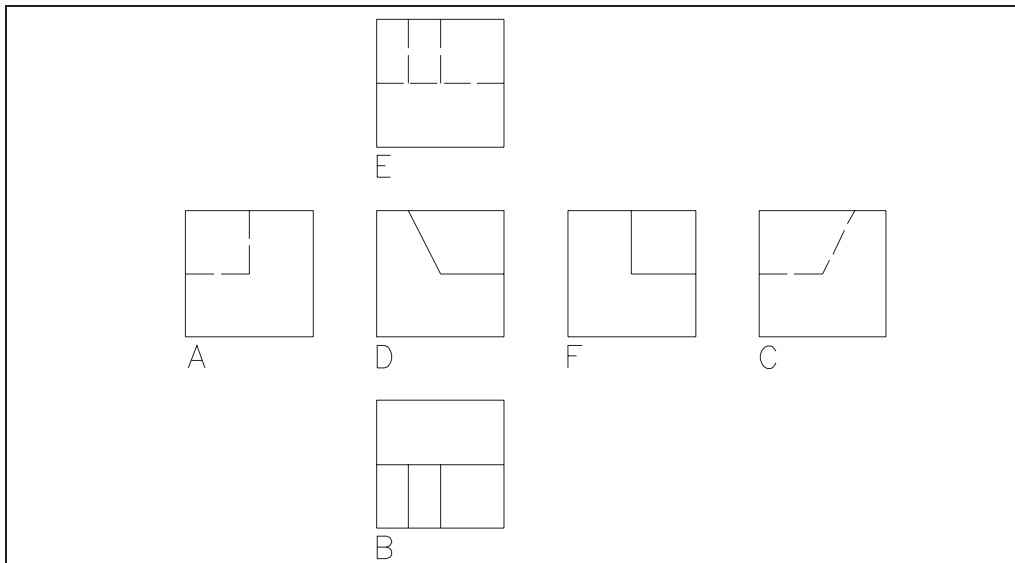
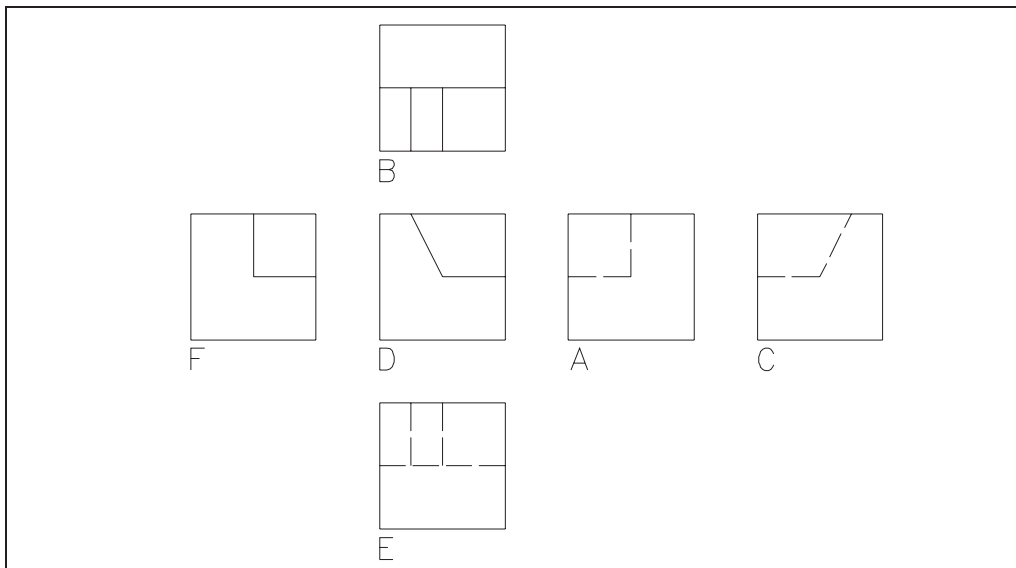


Fig. 9. Sistema americano.



Claro está que existe una correspondencia entre las vistas, estando relacionadas de la siguiente forma:

La vista alzado, lateral izquierda y lateral derecha y la posterior, coinciden en alturas.

La planta, la vista inferior y lateral izquierda y lateral derecha en profundidad.

Y por último el alzado, planta, vista posterior e inferior en anchuras.

Con tan sólo el alzado, planta y un perfil, de forma habitual, queda definida una pieza. Además, según las correspondencias anteriores a partir de dos vistas, se puede obtener una tercera.

Por último, hay que tener en cuenta que cada una de las vistas debe ocupar en el dibujo su lugar correspondiente, ya que de cualquier otro modo, aunque éstas estén perfectamente dibujadas no definen la pieza.

Elección de las vistas de un objeto, y vistas especiales.

Elección del alzado

El alzado, según la norma UNE 1-032-82, debe representar la vista más representativa del objeto. Esta vista representará el objeto en su posición de trabajo y si se puede utilizar en cualquier posición, entonces se representará en la posición de montaje.

Si aún así no hemos determinado qué vista va a ser el alzado, tendremos en cuenta que:

1. Se pueda aprovechar del mejor modo la superficie del dibujo.
2. Tenga el menor número de aristas ocultas.
3. Nos facilite la representación del resto de las vistas.

En la figura 10, por ejemplo, el alzado debería ser el señalado, ya que de este modo podemos distinguir la inclinación de la cola de milano, el agujero central y la ranura superior.

Figura 10.

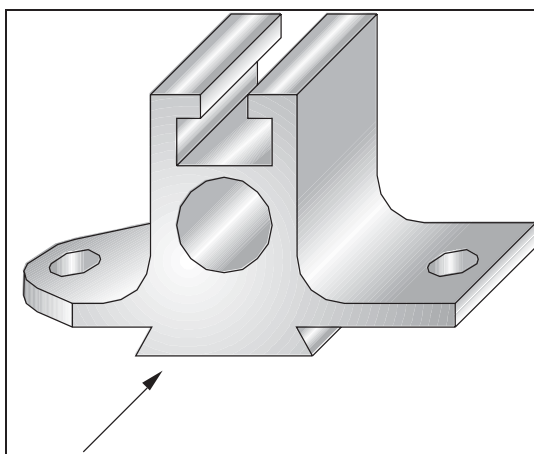
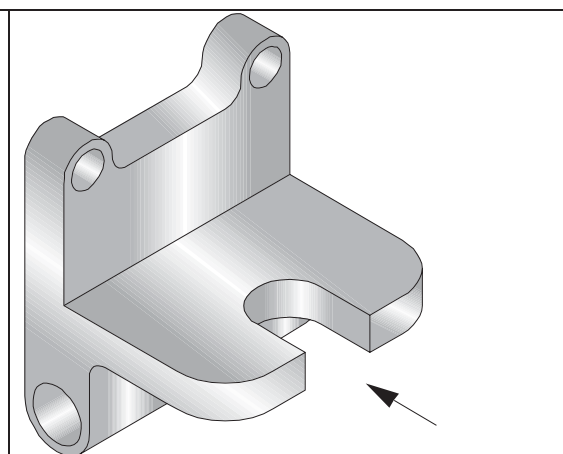


Figura 11.



En la figura 11, eligiendo el alzado señalado, habremos elegido la vista más representativa de la pieza; en cualquier caso, necesitaremos tres vistas, alzado, planta y perfil.

Elección de las vistas necesarias

La cantidad de vistas utilizadas debe ser **suficiente, mínima y adecuada** para que la pieza quede total y correctamente definida; las vistas elegidas deben de ser lo más simples y claras posibles, evitando aquellas que tengan aristas ocultas. Normalmente, de no ser que sean piezas complicadas, utilizaremos tres vistas: alzado, planta y perfil, en éste último, si es indiferente la vista lateral izquierda o derecha, se optará por la primera. En piezas más sencillas se optará por una o dos vistas.

En piezas sencillas, donde nos baste el alzado y la planta o el alzado y el perfil, se elegirá la opción más sencilla y que nos ayude más a su interpretación.

Otras piezas pueden ser representadas con una sola vista. En estos casos es habitual hacer indicaciones que completan la interpretación de la vista:

1. Cuando se representan piezas de revolución se incluye el símbolo del diámetro.
2. En piezas prismáticas, el símbolo del cuadrado o cruz de San Andrés.
3. En piezas de espesor uniforme, haríamos una especificación.

Figura 12.

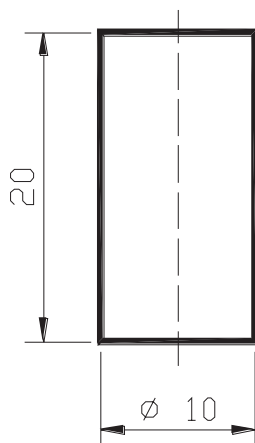


Figura 13.

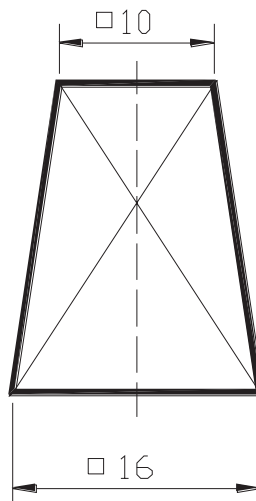
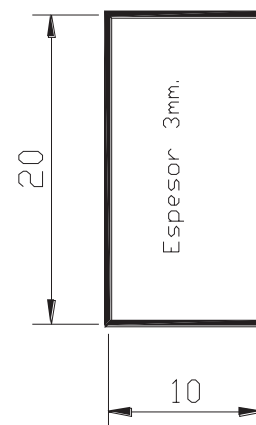


Figura 14.



Vistas Especiales

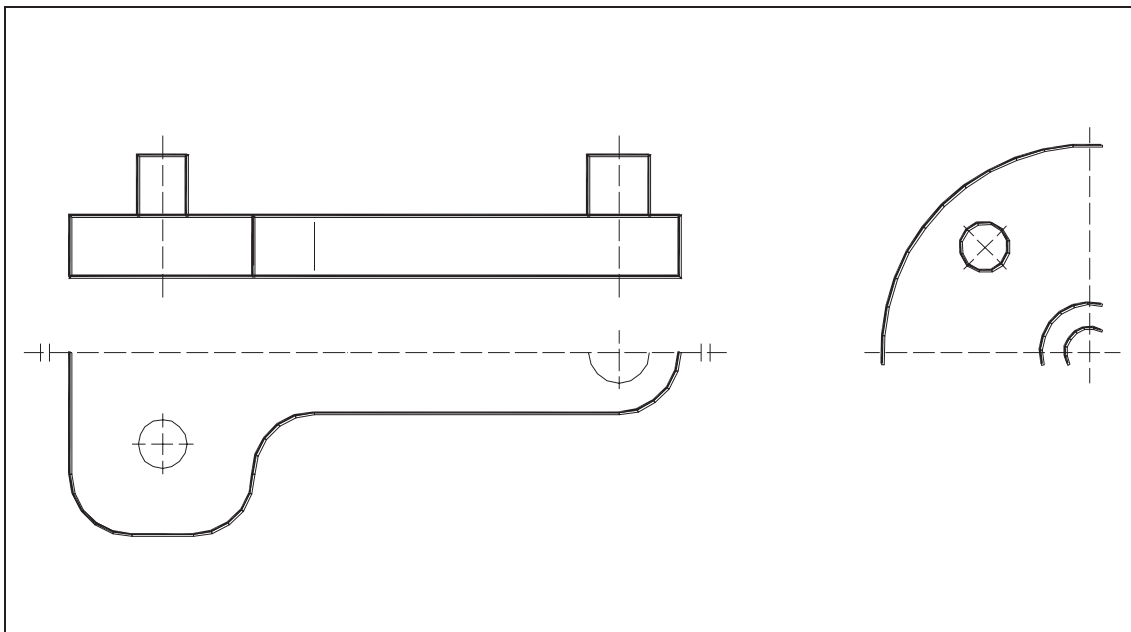
En objetos de características especiales se puede realizar una serie de representaciones especiales de las vistas de un objeto que nos aclaran su interpretación de un modo más directo; enumeramos los diferentes tipos a continuación.

Vistas de piezas simétricas

En piezas con uno o más ejes de simetría, se puede dibujar una fracción de su vista. La traza del plano de simetría que limita el contorno de la vista se marca en cada uno de sus extremos con dos pequeños trazos finos paralelos, perpendiculares al eje (Fig. 15). Otra opción es alargar un poco las aristas más allá del plano del simetría; entonces no harían falta los trazos perpendiculares al eje de simetría (Fig. 16).

Figura 15.

Figura 16.



Vistas de detalles

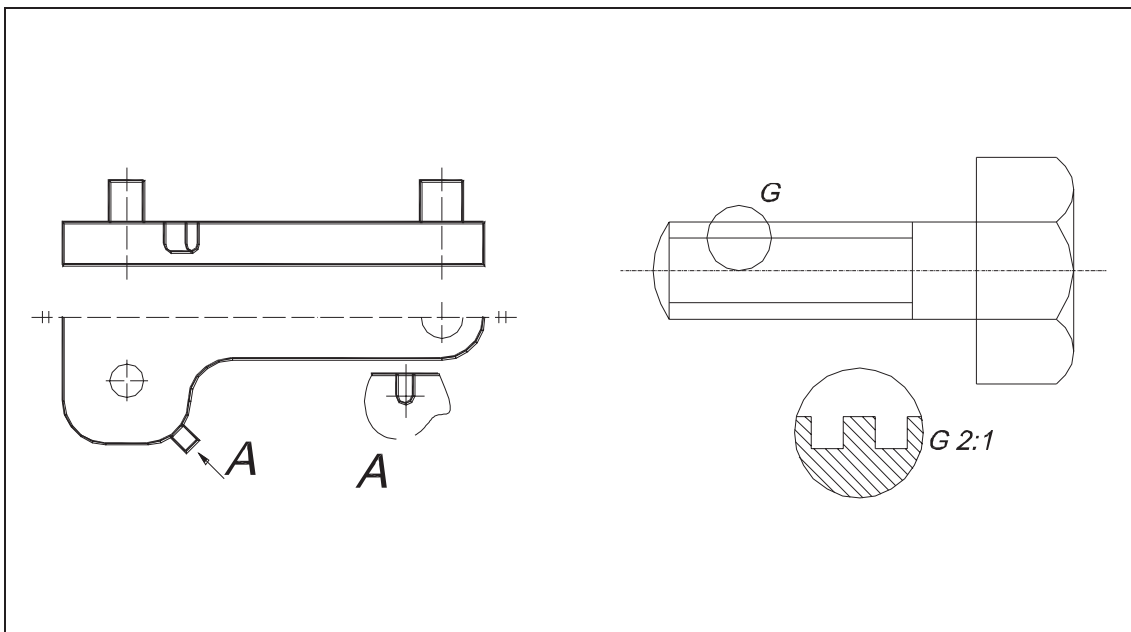
Las vistas de detalle se utilizan para dibujar un detalle que no queda bien definido o para ampliar las dimensiones de un detalle de la pieza que no queda suficientemente claro.

En el primer caso, la vista del detalle se crea indicando la visual que la creó, con una flecha y una letra mayúscula. En la vista del detalle se indica esta letra y se limita con una línea fina realizada a mano alzada (Figura 17).

En el segundo caso, la zona ampliada se indica con un círculo con línea fina y una letra mayúscula, en la vista del detalle, que será una vista ampliada, se situará esta letra y la escala utilizada (Figura 18).

Figura 17.

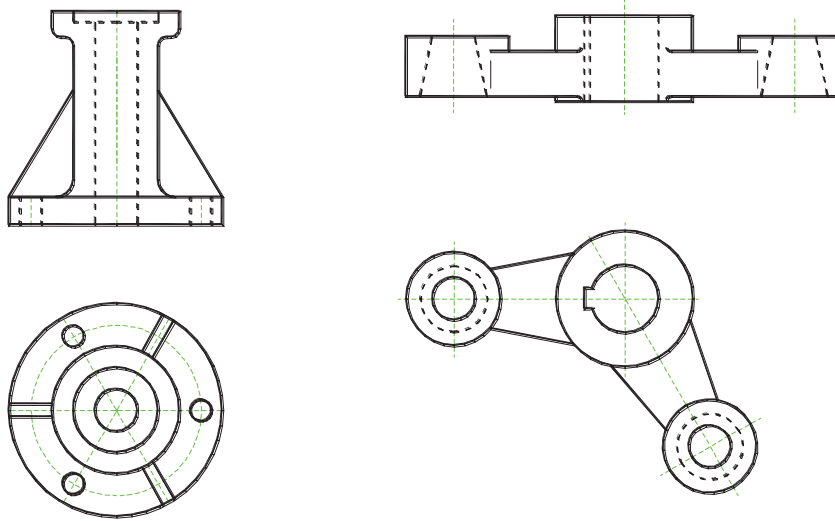
Figura 18.



Vistas giradas

Se utilizan normalmente en piezas que tienen brazos que forman ángulos diferentes de 90° respecto a las direcciones principales de los ejes. Se dibujan dos vistas: una en posición real y la otra eliminando el ángulo de inclinación del detalle.

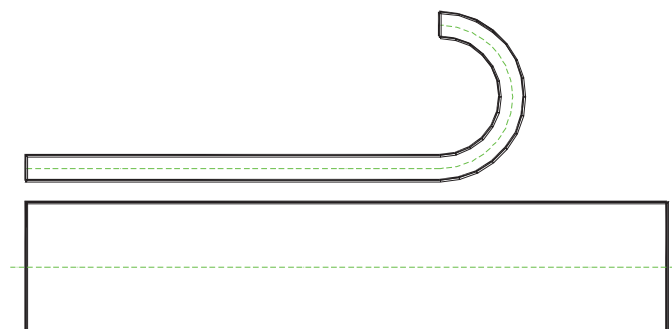
Figura 19.



Vistas desarrolladas

En piezas con un doblado o curvado, realizaremos una vista de cómo era el objeto y qué dimensiones tenía antes de realizar el proceso que la modificó. Esta representación se realiza con línea fina de trazo y doble punto.

Figura 20.



Vistas auxiliares oblicuas

En ocasiones, puede haber elementos oblicuos respecto a los planos de proyección. Éstos pueden aparecer deformados, y para poder evitar esto, su proyección se realizará en planos auxiliares oblicuos. Esta proyección sólo afectará a la zona oblicua; este elemento quedará definido con una vista normal completa y otra parcial. Si el elemento es oblicuo respecto cualquier plano de proyección, habrá que realizar dos cambios de planos. Utilizando dos vistas auxiliares.

Si esto ocurre en secciones interiores, entonces deberíamos realizar un corte auxiliar oblicuo, que se proyectará paralelo al plano de corte y abatido. En el corte no se representan las vistas exteriores y sólo se dibuja el contorno y las aristas que aparecen como consecuencia de éste.

Figura 21.

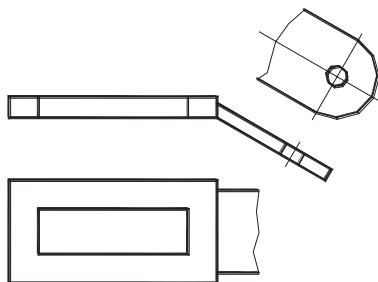
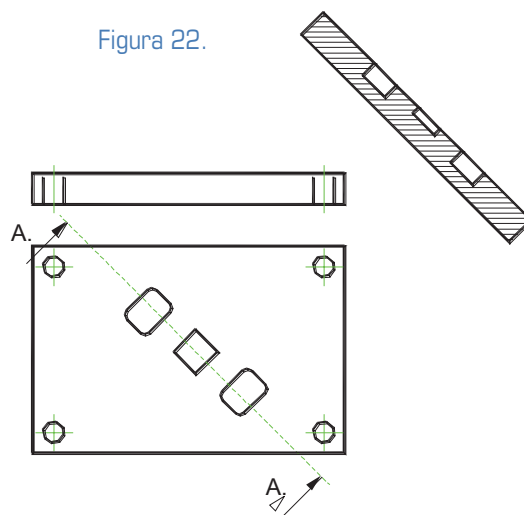


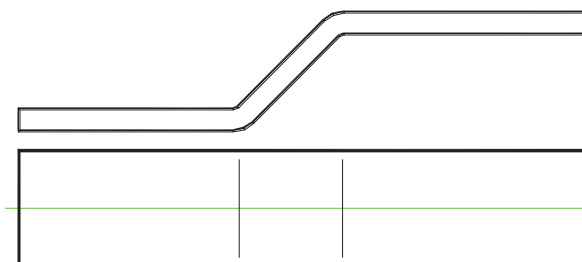
Figura 22.



Intersecciones ficticias

En el caso de chaflanes, redondeos y piezas obtenidas por doblado o intersecciones de cilindros, las líneas de intersección se representan con una línea fina que no toque los límites de las piezas.

Figura 23.



Cortes, secciones y roturas

En piezas muy complejas, donde pueden quedar una gran cantidad de aristas ocultas y con la incapacidad de poder acotar sobre éstas de modo adecuado, la solución nos viene dada al realizar cortes y secciones.

A veces lo que realizamos son roturas en piezas tan largas que nos resulta difícil representar sobre el plano.

Las reglas para realizar todo esto se hallan en la norma UNE 1-032-82, “Dibujos técnicos: Principios generales de representación”, equivalente a la norma ISO 128-82.

Realizamos un corte cuando al representar una pieza eliminamos parte de ésta. Para ello, a partir de uno o varios planos de corte eliminamos la parte de la pieza más cercana al observador.

Las aristas interiores afectadas por el corte se dibujan con el mismo espesor que las aristas vistas, y la superficie interior cortada se representa con un rayado.

La sección es la intersección del plano de corte con la pieza, no se representa el resto de la pieza que queda detrás de la misma.

Línea de rotura en los materiales

Cuando estamos dibujando objetos que son largos y uniformes y hay partes que no son significativas para su identificación, podemos utilizar líneas de rotura, que nos permiten ahorrar espacio de representación.

Las roturas están normalizadas y son las siguientes:

Hay dos tipos: una línea fina a mano alzada y un poco curvada (Fig. 24) y otra indicada en la figura 25 utilizada en ordenador.

Si las piezas tienen forma de cuña o pirámide, se utiliza la línea anterior manteniendo la inclinación de las aristas fig 26 y fig 27.

Fig. 26.

Si la pieza es de madera, la línea de rotura será en zig-zag (Fig. 28).

Si es cilíndrica maciza, con una lazada (Fig. 29).

Si es cónica, como la anterior, pero cada lazo de distinto tamaño (Fig. 30).

Si es cilíndrica, pero hueca, con una doble lazada indicando el diámetro interior y exterior (Fig. 31).

Si tiene una configuración uniforme, la línea de rotura será una línea de trazo y punto fina (Fig. 32).

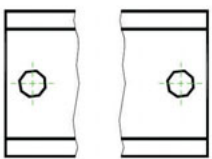


Fig. 24.

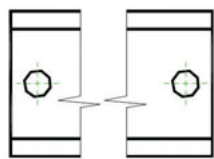


Fig. 25.

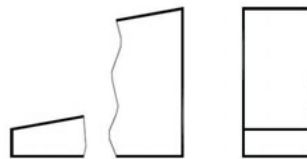


Fig. 26.

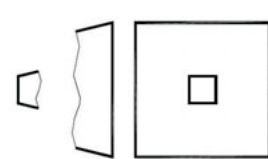


Fig. 27.

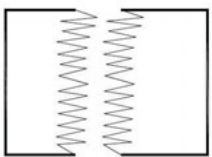


Fig. 28.

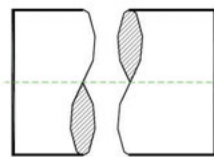


Fig. 29.

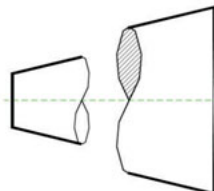


Fig. 30.

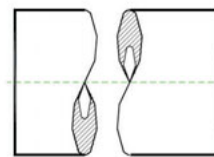


Fig. 31.

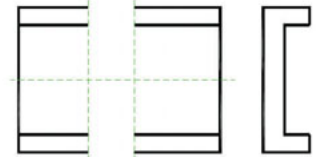


Fig. 32.

Representación de la marcha de un corte

Cuando el corte es evidente no indicamos nada, salvo una línea de trazo y punto fino, que se representará con trazos gruesos en sus extremos y cambios de dirección

En los extremos del corte se indican dos flechas según el sentido de observación, así como una letra mayúscula en cada extremo, que puede estar repetida o ser consecutiva. En la vista afectada del corte se indica las letras que definen el corte

Un corte se puede realizar con diferentes tipos:

Fig. 33, un solo plano.

Fig. 34, planos paralelos.

Fig. 35, planos sucesivos.

Fig. 36, planos concurrentes, uno de ellos se gira antes del abatimiento.

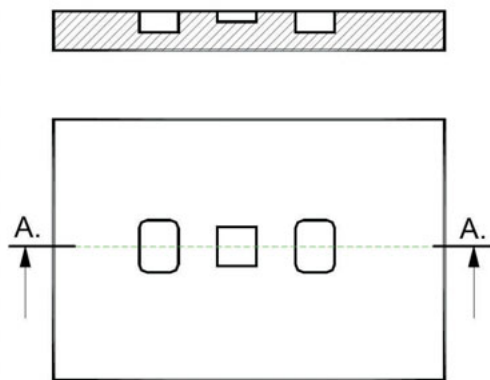


Fig. 33.

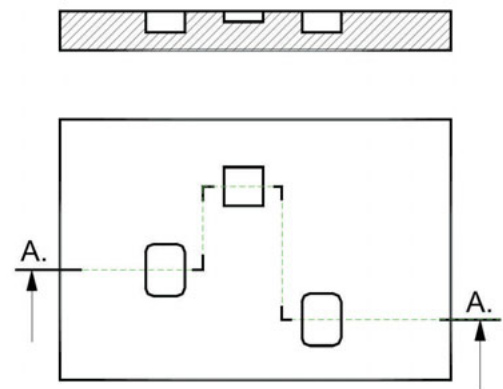


Fig. 34.

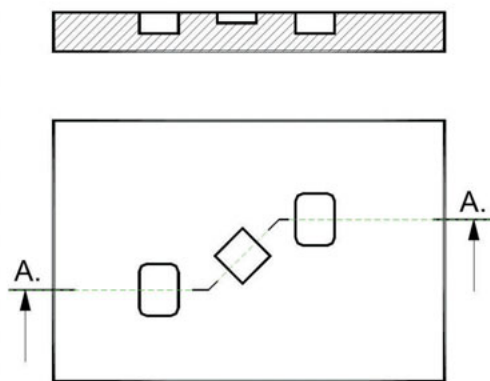


Fig. 35.

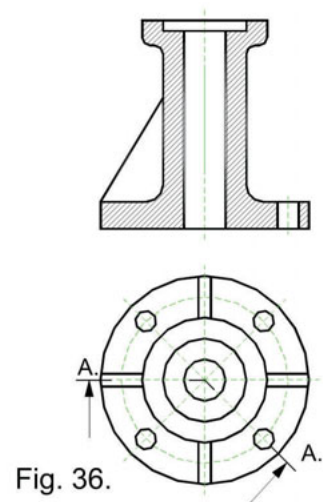


Fig. 36.

5. ACOTACIÓN NORMALIZADA DE LAS PIEZAS

La acotación es el proceso de anotar con líneas, cifras, signos y símbolos las medidas de un objeto siguiendo una serie de normas.

Para acotar convenientemente, aparte de conocer estas normas, debemos saber también todo aquello referente a la pieza –cómo ha sido creada, etc.– así como la utilización de cada uno de los dibujos en los cuales la representamos, o sea, para realizar su fabricación, para comprobar su buena realización una vez fabricada, etc.

Aquí daremos una serie de normas para una buena acotación, pero es la práctica la que nos dará la experiencia para poder lograrla.

Las indicaciones de cota de una pieza deben ser mínimas, suficientes y adecuadas para poder fabricarla.

Los principios generales de la acotación son:

Una cota se indica una vez, de no ser indispensable repetirla.

No debe omitirse ninguna.

Las dimensiones de aquellas formas que resulten del proceso de fabricación no se acotarán.

Las cotas se colocan en las vistas que representan más los elementos.

No se acotarán, generalmente, aristas ocultas.

Las cotas se distribuyen teniendo en cuenta el orden y la estética, así como que queden lo más claras posibles

Todas las cotas se utilizan en las mismas unidades; de no ser así, debe indicarse.

Las cotas se sitúan, por norma general, en el exterior de la pieza.

Las cotas relacionadas, como el diámetro y profundidad de un agujero, se indican sobre la misma vista.

Debe evitarse el obtener cotas de operar con otras.

Aparte de la cifra de cota utilizamos otros elementos, como líneas y símbolos. Todas las líneas utilizadas en la acotación se realizarán con el espesor más fino.

Los elementos básicos de una acotación son:

Líneas de cota: Son líneas paralelas a la superficie de la pieza

Cifras de cota: El número que representa la magnitud. Está situado en el centro de la línea de cota, sobre la misma o interrumpiendo dicha línea.

Símbolo de final de cota: Es un símbolo que determina el final de la línea de cota. Este símbolo puede ser una punta de flecha, un pequeño círculo o un trazo oblicuo de 45°.

Líneas auxiliares de cota: líneas perpendiculares a la superficie a acotar, sitúan los límites de la línea de cota, a la cual sobresalen unos 2 mm.

Líneas de referencia de cota: Se utilizan para una nota explicativa o un valor dimensional. Una línea une el texto con la pieza. Éstas terminan con una flecha si acaban en un contorno de la pieza, en un punto si acaban en el interior de la pieza y ni lo uno ni lo otro cuando acaban en otra línea.

Tiene una parte de la línea donde se escribe el texto y será paralela al elemento a acotar.

Símbolos: la cifra de la cota puede venir acompañada de un símbolo que identifica características de la pieza, pudiendo así evitar la representación de un mayor número de vistas. Los más normales son:

□	Símbolo de cuadrado
∅	Símbolo de diámetro
R	Símbolo de radio
SR	Símbolo de radio de una esfera
S∅	Símbolo de diámetro de una esfera

Clasificación de las cotas

Las cotas se pueden clasificar según su importancia y su cometido en el plano.

Según su importancia pueden ser funcionales, no funcionales y auxiliares.

Funcionales:

Las esenciales para que la pieza pueda cumplir su misión.

No funcionales:

Para poder realizar la total definición de la pieza.

Auxiliares:

Pueden deducirse de otras y no son necesarias para la fabricación o comprobación de la pieza, dan medidas totales.

Según su cometido, en el plano son de dimensión (d) y de situación(s).

Dimensión: Indican tamaño de elementos.

Situación: Indican la posición de elementos.

6. SIMBOLOGÍA Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.1. Indicación de las tolerancias dimensionales y geométricas

Una pieza no puede ser creada de manera exacta debido a las imprecisiones en las máquinas de fabricación, pero en realidad no ocurre nada porque para que sea útil ésta pieza nos basta con que cada medida esté comprendida entre dos límites. Esto es lo que llamamos tolerancia.

Las tolerancias pueden hacer referencia a las dimensiones de una pieza, o bien a su forma.

Conceptos fundamentales

Eje

Cualquier pieza en forma de cilindro que debe ser acoplada dentro de otra.

Agujero

El alojamiento del Eje.

Tolerancia

Es el margen de error en la fabricación de una pieza.

Medida nominal

Aquella que acotamos en el plano; a ella le añadimos las diferencias de tolerancias, bien de forma numérica o de forma simbólica.

Línea de referencia

Coincide con la medida nominal; sería la línea 0, hacia arriba de ésta, la zona positiva y hacia abajo, la negativa.

Medida Máxima

La mayor de las medidas admisibles en la fabricación.

Medida Mínima

La menor de las medidas admisibles. Tolerancia es la diferencia entre la medida máxima y la mínima.

Diferencia Superior

Diferencia entre la medida máxima y la nominal.

Diferencia inferior

Diferencia entre la medida mínima y la nominal.

Claro está, estas diferencias pueden ser tanto positivas como negativas.

Figura 37.

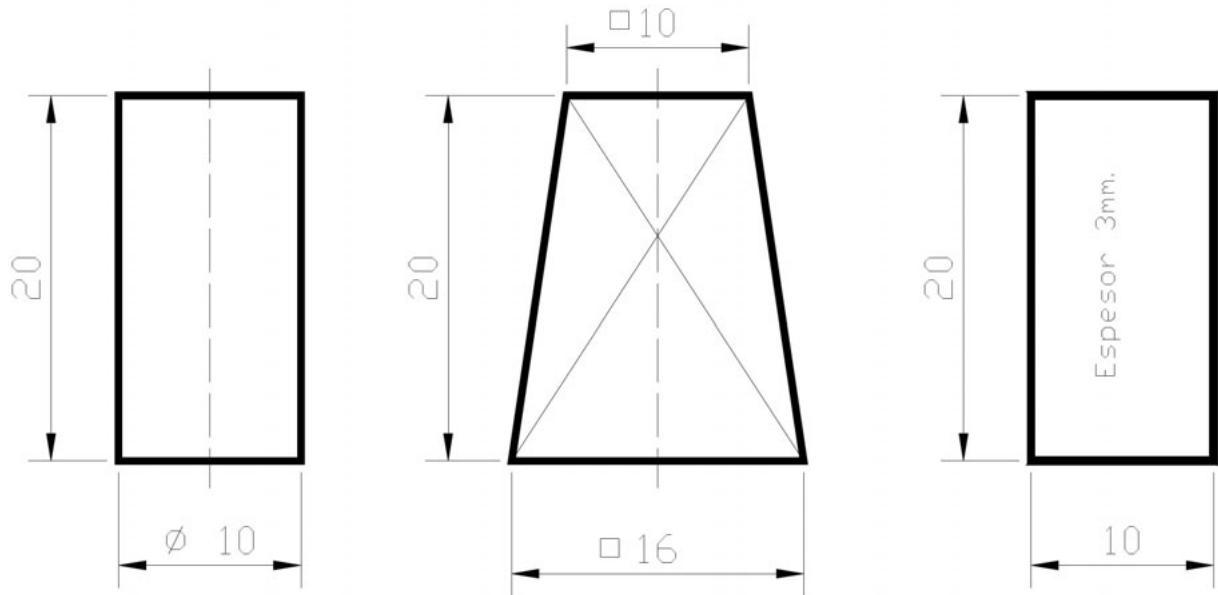
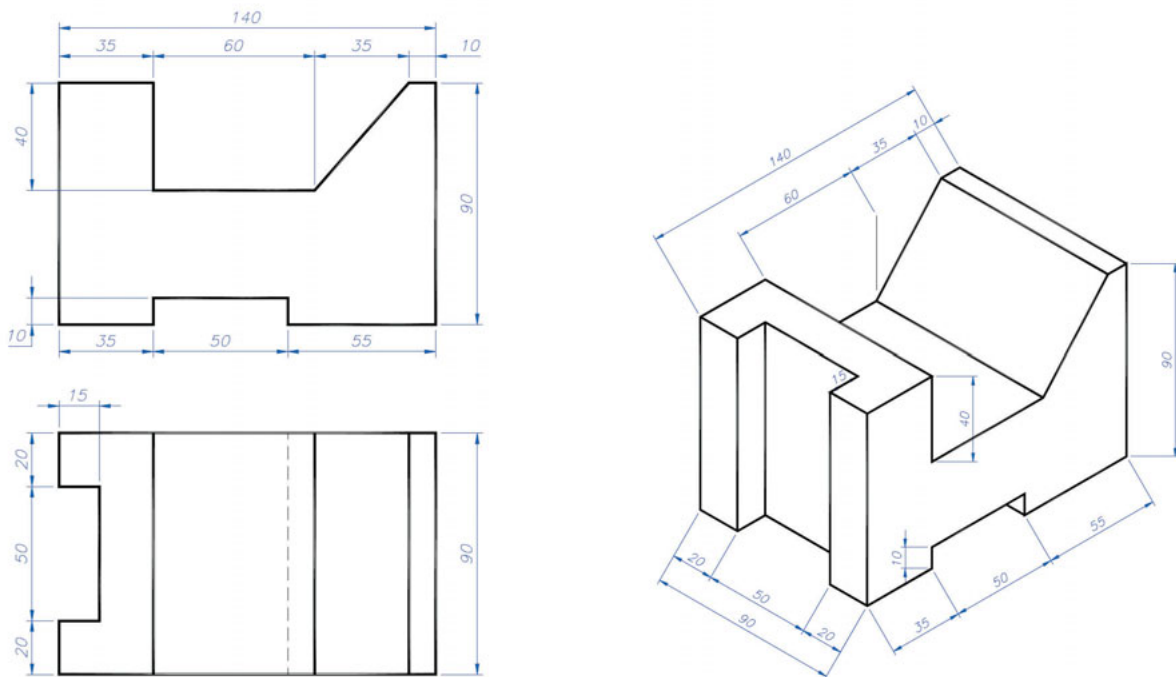


Figura 38.



6.2. Ajustes en los acoplamientos

El ajuste sería la unión del eje y del agujero. Esta unión puede determinar un juego o un apriete.

Juego

Es la diferencia entre la medida del agujero y la del eje, siendo el eje menor que el agujero.

Apriete

Es la diferencia entre la medida del eje y la del agujero, siendo el eje mayor que el agujero.

Juego Máximo

Diferencia entre la medida máxima del agujero y la mínima del eje.

Juego Mínimo

Diferencia entre la medida mínima del agujero y la máxima del eje.

Apriete máximo

La diferencia entre la medida máxima del eje y la mínima del agujero.

Apriete mínimo

La diferencia entre la medida máxima del agujero y la mínima del eje.

Debido a la diferencia de medidas entre el eje y el agujero se nos presentan tres tipos de ajuste:

En el ajuste móvil se nos presenta un juego.

En el ajuste fijo, un apriete.

En el ajuste intermedio puede haber o bien un juego o bien un apriete, según las medidas que tengan las dos piezas al final.

6.3. Designación y representación normalizada de los materiales y elementos en los planos

La normalización consiste en un conjunto de reglas e instrucciones aceptadas por todos que definen cómo se deben realizar las acciones; es como un acuerdo general del que todos podemos hacer uso y utilizar como base de nuestros trabajos.

Si a cada persona se le encargase que eligiese dos símbolos, uno que representase una pelota de tenis y otro con una pelota de fútbol, es casi seguro que el símbolo de la pelota de tenis y el de la pelota de fútbol de dos personas distintas serían casi iguales y sin poder distinguir qué es cada cosa.

Como en los dibujos se representan infinidad de cosas y para evitar que cada uno pueda inventarse los símbolos a su voluntad se establecen las normas, que como hemos dicho antes son las que definen que símbolo corresponde a cada elemento susceptible de representar.

En España existe un AENOR (<http://www.aenor.es>), un organismo que se encarga de la realización de normas UNE hechas en España; a nivel internacional, las normas que reconocemos son las normas ISO, IEC, CEN, CENELEC, ETSI, COPANT, todas ellas aceptadas y de reconocido prestigio.

En el sector de la construcción se aplican las Normas Básicas de la Edificación –“NBE”– que contienen gran cantidad de simbología.

6.4. Formas de mecanizado normalizadas

Existen varias formas de mecanizado que se repiten con mucha frecuencia en la construcción de piezas, tales como puntos de centrado, entalladuras, terminaciones de tornillos, etc.

Todas estas formas normalmente no se dibujan ni se acotan, salvo cuando no se dispone de las herramientas o en la fabricación de las mismas.

Puntos de centrado

Se emplean para el torneado de piezas de mucha longitud. Las formas pueden ser A, B, C y R y se representan en la figura.

Para ejes que llevan un agujero roscado en su extremo y que interesa dejar el punto centrado se emplea el punto de forma D.

En las piezas terminadas, en lo referente a los puntos de centrado, se pueden presentar tres casos:

- 1 El punto de centrado queda en la pieza.
- 2 El punto de centrado puede quedar en la pieza.
- 3 El punto de centrado no queda en la pieza.

En los casos 1 y 3 se indica el punto de centrado con un ángulo de 60° o una línea de referencia y designación del punto.

Entalladuras

Son vaciados interiores o exteriores efectuados en piezas torneadas. Se usan en piezas que acaban en ángulo recto y que van rectificadas. Su utilización es para dar salida a la piedra de esmeril.

Al dibujarlas pueden representarse dibujadas y acotadas por completo o simplificadas, con indicación de la designación.

Formas normalizadas de las entalladuras

Forma E, para piezas con una superficie de mecanizado.

Forma F, para piezas con dos superficies de mecanizado, perpendiculares entre sí.

Redondeamiento y chaflanes

En la fabricación de piezas industriales se hacen redondeamientos y chaflanes.

El redondeamiento es la forma que adoptan algunos de los ángulos de las piezas mecánicas, con el objeto de:

- Evitar aristas vivas, que pueden causar heridas.
- Reforzar la solidez de la pieza.
- Facilitar la operación de moldeo en las piezas que se obtienen por fundición. Los radios para redondeamiento están normalizados según DIN 250.

Si varios redondeamientos de una pieza tienen el mismo radio, no es menester acotar uno a uno. Basta poner, junto al dibujo, una observación que diga, por ejemplo: Radios no acotados R4.

Chaflanes

La finalidad del chaflán es similar al redondeado, pero los chaflanes facilitan la penetración del eje en el agujero.

Los chaflanes a 45° se pueden indicar con una sola acotación para la anchura y el valor del ángulo.

Los chaflanes y redondeamientos para piezas que han de ir ajustadas con otras, la altura del chaflán y el radio del redondeamiento han de ser tales que el apoyo no se haga en los chaflanes o redondeamientos, sino en las superficies de los resaltes del eje o del alojamiento.

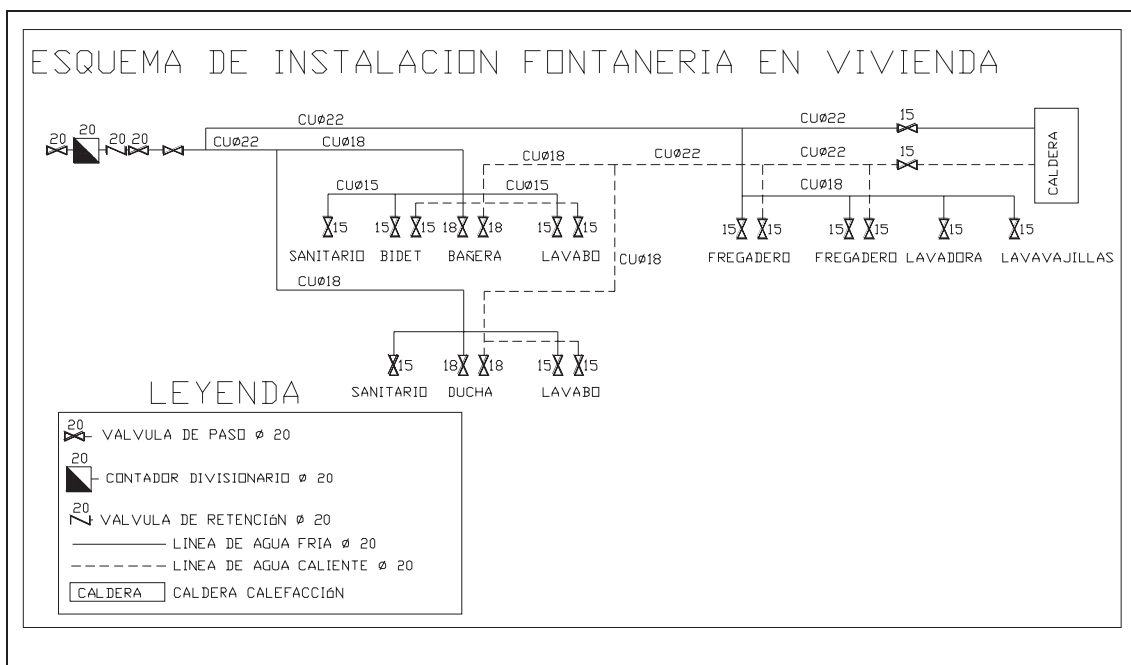
6.5. Representación y designación en los dibujos

En muchas ocasiones, el dibujo a escala real es muy tedioso e innecesario pues representa una carga de trabajo excesiva que no supone una mejora del objetivo del dibujo industrial: transmitir de forma inequívoca la forma de una pieza o conjunto de piezas.

En esos casos se emplean símbolos que representan elementos; el caso más representativo es el dibujo de un tornillo; si tuviéramos que dibujar todos los filetes de las roscas sería imposible hacer un dibujo de conjunto en el que hubiese una cantidad considerable de ellos. Lo mismo sucede con la mayoría de las piezas que son de uso repetitivo en los dibujos; por ejemplo, en el esquema de la instalación basta con poner un símbolo para cada elemento.

Para dar más facilidades al que lee el plano se suele incluir una leyenda que consiste en una tabla en la que se representan los símbolos utilizados en el plano y una breve descripción de lo que representan.

Figura 39 .Esquema Instalación.



6.6. Representación de elementos de construcción soldada

Las normas UNE y DIN tienen normalizadas las representaciones de las soldaduras, para que no dar lugar a errores.

En las vistas y acotaciones de la soldadura se siguen las reglas generales de dibujo.

Para la simplificación de las representaciones se emplean ciertos signos que hacen referencia:

- A la clase del cordón, sección y espesor.

- A la realización del cordón.

- A la preparación de las piezas.

- Al acabado del cordón.

Además, también se pueden añadir ciertos datos adicionales: tratamientos, ensayos, calidad, etc.

El conjunto de signos y datos adicionales se llama símbolos de soldadura.

Representación gráfica:

Se llama así a la representación en la cual la junta soldada, vista en sección, aparece con el cordón en su verdadera forma y dimensión; en la vista longitudinal, la junta se representa por una línea continua y ancha, acompañada del signo del cordón y de los datos adicionales necesarios. El signo del cordón se coloca encima de la línea de la junta; en las juntas a tope se puede colocar en un espacio interrumpido de dicha línea.

Si en la vista longitudinal el cordón queda oculto se representa con una línea de trazos, aunque el origen del cordón se visible.

Si se representa una vista y además ésta no es la de la sección, hay que representar el signo del cordón de manera que corresponda a una sección normal de la soldadura perpendicular al eje de ésta. Cuando son más de una vista y en alguna la junta queda totalmente representada, no es necesario representar esas características en otras vistas. Si, por lo que sea, no se ve en la representación la junta, entonces se hará una detallada a escala mayor. Esto además es necesario cuando del dibujo de la junta soldada se debe deducir la preparación de la chapa, para los cordones especiales.

Tanto en la vista como en la sección, se representa la junta por una línea llena ancha. El símbolo de la soldadura se coloca siempre con una línea de referencia. Si el cordón queda en la vista por delante, el símbolo se coloca encima de la línea de referencia. Si el cordón queda oculto, se coloca el símbolo debajo de la línea de referencia. El símbolo debe

colocarse de manera que reproduzca la forma y la posición de la sección del cordón.

Cuando se trata de un cordón angular no hace falta representar el signo, de manera que corresponda a la verdadera posición, sino que siempre se dibuja a la derecha.

Hay simbología diferente en las normas UNE y DIN para los siguientes símbolos: Línea de referencia, en los signos para indicar la continuidad del cordón, en líneas que se usan para destacar el cordón de la soldadura, para indicar la dirección y orden de los cordones y otras para particularidades de cordones angulares.

Además, hay ocasiones en las que una junta soldada debe ser mecanizada o repasada de un modo particular. Algunos de estos casos se recogen en las normas:

Aplanado de cordones.

Raíces de los a tope repasados.

Soldadura en el montaje.

La acotación de soldadura tiene sus particularidades, sobre todo en lo referente a la manera de anotarlas como datos adicionales.

En las normas se distingue la acotación según sea para representación gráfica o representación simbólica. En cualquier caso, de los dos se hace acotado del espesor y de la longitud del cordón.

Por último, también se indican datos de fabricación, tales como el procedimiento de soldadura, que según la DIN 1 910 serían las siguientes abreviaturas:

G = Soldadura con gas

E = Soldadura por arco voltaico

UP = Soldadura bajo polvo.

SG = Soldadura por arco voltaico, con gas de protección

WIG = Soldadura con wolframio y gas inerte

MIG = Soldadura con metal y gas inerte

O la calidad de la soldadura que viene abreviada por /// o ///, siendo la última la de menor calidad. También existen abreviaturas dentro de la fabricación de la posición de soldar que viene dado por una serie de letras minúsculas indicadas en la DIN 1 9112 o del material de aportación.

7. PLANOS DE OBRA CIVIL

7.1. Interpretación de alzados, plantas y secciones de edificaciones

En un proyecto de edificación son necesarios los planos de situación, cimentación, diferentes tipos de plantas, secciones, fachadas, detalles y de instalaciones.

Alzados

Los alzados del edificio son necesarios para poder disponer en el proyecto de una descripción gráfica de las partes vistas del exterior de la construcción una vez terminada, en la que se puedan apreciar formas y proporciones.

Para la realización de los alzados se partirá de las dimensiones y disposición de la planta; en función de ésta y de las alturas de los distintos elementos exteriores que componen las fachadas, se representan los alzados, en los que quedarán reflejadas de forma esquemática puertas, ventanas, antepechos, etc.

Todas las fachadas de la edificación se realizarán a escala 1:50, pero en proyectos de obra de gran volumen se pueden hacer a escala inferior siempre que se completen con detalles parciales a escala 1:50.

Si en la edificación hay patios interiores, los alzados se hacen a escala 1:100.

Figura 40.



Plantas

Los planos de plantas de un edificio son varios y todos ellos necesarios en las distintas fases de ejecución de un edificio, teniendo cada uno de ellos la información específica necesaria; los más comunes son:

Plano de cimentación y saneamiento.

Plano de estructura.

Plano de distribución.

Plano de cubiertas.

Plano de instalaciones:

Fontanería.

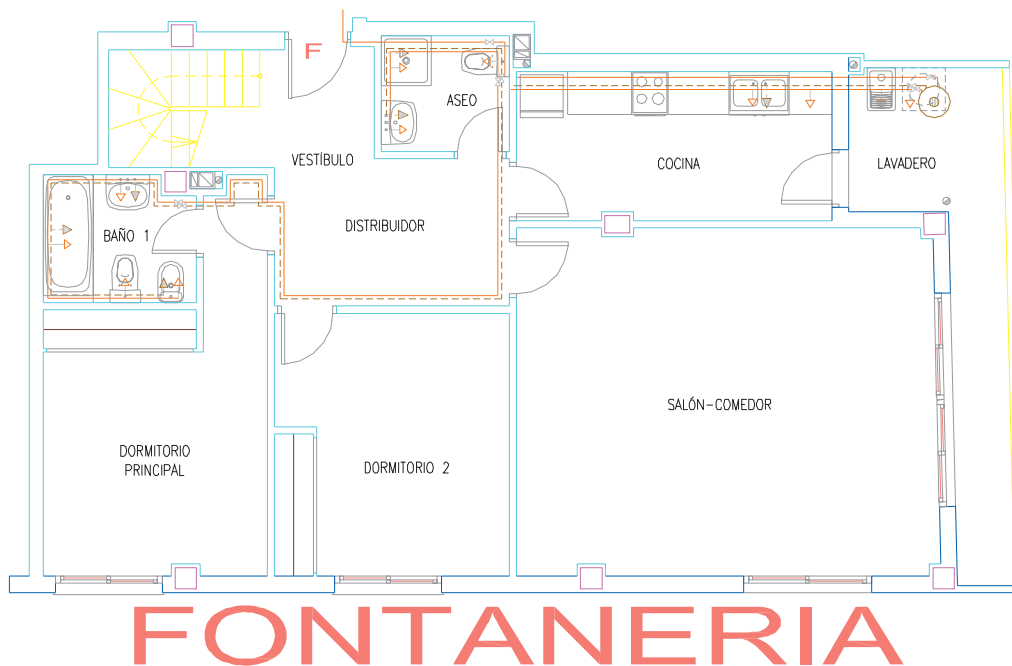
Electricidad.

Calefacción y climatización.

Instalaciones audiovisuales.

Plano de carpintería.

Figura 41.



Secciones

De la misma manera que una pieza industrial requiere de secciones, la construcción también necesita apartar zonas del dibujo que permitan ver el interior de los edificios; es muy habitual realizar secciones para poder designar la altura entre plantas del edificio, designar las instalaciones que tienen montantes que afectan a varias plantas, localización y representación de escaleras y para todos los detalles que el proyectista considere necesario.

Como una sección es un corte del edificio en sentido vertical, la línea de corte tendrá que estar representada sobre la planta; lo más habitual es que el corte representado en la planta no sea una línea recta y así poder recoger en la misma sección detalles que de la otra manera no serían posibles.

Las secciones también son aplicadas a detalles de elementos en la construcción, carpintería, fontanería, riego, instalaciones eléctricas, etc.

Figura 42.

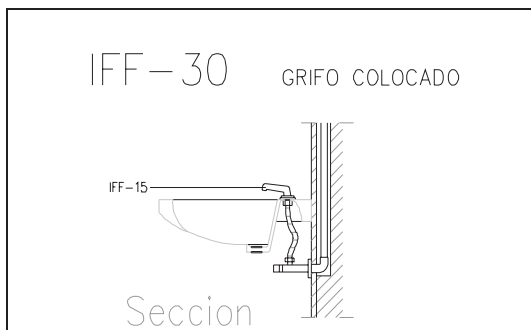
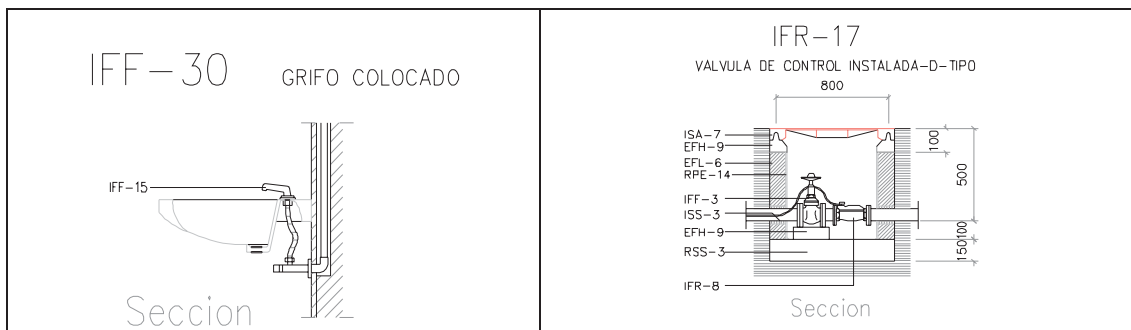


Figura 43.



7.2. Interpretación de la documentación técnica de proyectos de obra civil y de urbanismo (planos, memoria, especificaciones técnicas y mediciones)

Un proyecto de obra civil, urbanismo o de instalaciones se compone de un conjunto de documentos que en su conjunto definen fielmente todos los parámetros de ejecución y contrata; estos documentos son:

Memoria

Es un documento básicamente escrito en el que se define la obra, lugar, proyectista, normativa de aplicación, redacción y puntualización de cada uno de los elementos, organismo competente de control e inspección, etc.

Dependiendo de la envergadura y el tipo de obra, será realizada por un técnico competente respetando en general que las instalaciones industriales son definidas por técnicos en la industria, las de construcción, por técnicos de la arquitectura, y así con cada campo de aplicación: Telecomunicaciones, obra pública, etc.

Cálculos

Casi todos los proyectos están basados en cálculos matemáticos más o menos complejos que se realizan a criterio del proyectista o, como en la mayoría de los casos, ocurre de una forma normalizada; en cualquier caso, el proyecto recogerá la forma de realización de los cálculos y sus resultados justificando que darán cobertura matemática a las soluciones adoptadas en el proyecto.

Mediciones

Es el documento en el que se recogen los materiales, la carga horaria de trabajo, los medios técnicos, la maquinaria, las herramientas necesarias y, en general, todo lo que se necesita y se puede cuantificar que es necesario para la realización del proyecto.

Además de definirlo y cuantificarlo, este documento lo valora obteniendo un precio final de la obra en el que se distinguen los precios de cada uno de los componentes, mano de obra, materiales, medios técnicos, maquinaria, etc.

Sirve como elemento de referencia en la contratación de la obra, definiendo el coste de ejecución y los beneficios del contratista.

Pliego de condiciones

Este documento recoge las condiciones de realización de la obra y compromete a todos los que intervienen en ella, propiedad, contratista y técnicos competentes; se divide a su vez en varios documentos más específico como son el Pliego de condiciones técnicas, Pliego de condiciones económicas, etc.

8. CROQUIZADO DE MÁQUINAS, ELEMENTOS Y REDES

El croquizado consiste en realizar a mano alzada, sin utilizar instrumentos de dibujo, las proyecciones de un objeto. Nosotros necesitaremos realizarlo en las máquinas y elementos, de modo que cualquier otra persona sepa posteriormente interpretarlo; para ello, además, debemos incluir una serie de medidas para que pueda ser construido a escala.

Por tanto, realizaremos el croquizado según hemos visto anteriormente, representando las proyecciones necesarias. Muchos elementos podrán ser representados con alzado, planta y perfil, y otras veces harán falta los dos laterales u otras vistas, también se pueden incluir vistas de detalle o de secciones frontales o transversales, etc., tal como hemos visto.

Después pasaríamos a acotarlo según las normas y utilizando instrumentos de medición adecuados.

Cada objeto que queramos representar en primer lugar se encajará en el papel fijando los ejes de simetría, después se repasan las líneas, rectificando posibles errores; a continuación se dibujan las líneas de cota y se toman las medidas sobre el elemento a dibujar y se sitúan en la cota. Al final, se borran las líneas sobrantes y se refuerzan las líneas perimetrales con un lápiz blando.

RESUMEN

En esta unidad hemos conocido los soportes físicos para el dibujo y los formatos normalizados en los que se representan los dibujos técnicos, las técnicas de rotulación normalizada, las escalas más habituales, la representación y acotado de pieza, su acotación; hemos comprendido e interpretado el uso de simbología y los planos de obra civil.

Todo ello con la intención de preparar al técnico en las áreas de interpretación y elaboración de planos que tan fundamental resulta en la realización de sus tareas más habituales; un técnico preparado y formado en estas técnicas será capaz de desarrollar su profesión correctamente.

ANEXO 1

Técnicas de mecanizado y unión para en montaje y mantenimiento de instalaciones					
Núm. De la practica:				CURSO LECTIVO:	
1 ALUMNO					
Apellidos y Nombre :					
Fecha.					
2 BREVE DESCRIPCIÓN DE LA PRACTICA					
3 TIEMPO DE EJECUCION PREVISTO _____ HORAS.					
FECHA	HORAS	FECHA	HORAS	FECHA	HORAS
HORAS TOTALES EMPLEADAS EN LA PRACTICA:					
4 CONCEPTOS TEORICOS UTILIZADOS.					
Descripción					Cantidad.
5 LISTADO DE HERRAMIENTAS EMPLEADAS					
Descripción				Uso	

6 LISTADO DE MAQUINARIA EMPLEADA.	
Descripción	Uso

7 HOJA DE RUTA (Proceso de montaje)	
Nº de orden	Descripción

8 PLANOS Y DOCUMENTOS	
Nº de Plano.	Nombre del plano

11 EVALUACIÓN DE LA PRACTICA	
ACTITUD PERSONAL.	
CALIDAD EN EL MONTAJE.	
TIEMPO DE EJECUCIÓN	
PLANOS	
MEMORIA.	
NOTA GLOBAL DE LA PRÁCTICA.	

GLOSARIO

Abocardado: Forma geométrica, cónica en la punta de la tubería, que permite una unión roscada.

Acero: Aleación de 98% hierro (Fe), menos del 2% carbono (C) y otros elementos.

Acero inoxidable: Aceros a los que se les ha adicionado intencionadamente cromo, níquel y otros elementos

Acotar: Acción de indicar las medidas de un elemento o pieza en un plano.

Adhesivo: Pasta o líquido que se utiliza para pegar piezas o superficie.

Aislamiento acústico: Material que se emplea para aislar una zona o elemento del ruido.

Aislamiento eléctrico: Material o elementos que se emplean para evitar el paso de la electricidad.

Aleación: Mezcla homogénea de diferentes elementos.

Alzados: Vista más representativa de una pieza o vertical de un edificio.

Arandelas: Elemento usado en las uniones atornilladas que reparten la presión de la cabeza del tornillo o de la tuerca de forma homogénea.

Barnices: Pinturas decorativas semitransparentes.

Bibliotecas con símbolos: Colección organizada de símbolos de elementos e instalaciones, generalmente en archivos de formato digital.

Brocas: Herramientas usadas para taladrar un elemento.

Cajetín: Tabla o recuadro donde se introducen los datos generales de un dibujo.

Catalizador: Elemento químico que acelera, inicia o permite que un proceso químico se realice.

Conformado: Acción de darle forma a una pieza.

Corrosión: Proceso destructivo al que están sometidos los materiales en ciertas condiciones.

Curvado: Acción de doblar en forma circular una chapa, un tubo o cualquier otro elemento.

Derivaciones: Desvíos secundarios a partir de una tubería general.

DWG: Extensión de un archivo informático que se usa generalmente por el programa Autocad.

DXF: Extensión de un archivo informático que se usa como archivo Standard.

Chapa de acero: Pieza de acero en la que predominan el ancho y el largo en relación con el espesor.

Engatillado: Forma de unión de piezas que usa formas especiales en los extremos para conseguir un trabado.

Entronques: Figura geométrica que se forma en las derivaciones.

Escalímetro: Útil empleado para medir sobre un plano a escala medidas reales.

Espárragos: Tornillos roscados en los dos extremos y sin cabeza.

Estanco: No permite salir o entrar nada de su interior.

Fluidos: Masa que se puede transportar por tuberías.

Fundiciones: Aleación de hierro y carbono con una composición de carbono entre el 1,76 y 6,67%.

Hidráulica: Sistema de transmisión de fuerza por medio de fluidos líquidos.

Intemperie: Exterior, sometido a las inclemencias atmosféricas.

Manguera: Tubería larga y flexible.

Manguitos: Piezas de unión de dos tuberías sin cambio de dirección.

Maquinabilidad: Propiedad que indica la posibilidad de transformar una pieza con máquinas herramientas.

Nonio: Sistema de medición usado en aparatos de medida.

Normalizada: De acuerdo con las normas.

Oxidación: Proceso degenerativo en presencia de oxígeno.

Pérdidas energéticas: Energía que no se puede recuperar.

Perfil: Vista lateral de una pieza.

Plano: Conjunto de dibujos, acotaciones y textos necesarios para representar una pieza o elemento.

Planta: Vista desde el aire de una pieza o elemento.

Punzonado: Taladrado de una pieza por golpe de una matriz.

Rayos ultravioletas: Componente de la luz solar.

Rebabas: Aristas que se forman al cortar una pieza.

Reducciones: Piezas usadas en las tuberías para realizar una transición o cambio de diámetro.

Remachado: Unión mediante remaches.

Remaches: Útil que se emplea para realizar uniones sin soldaduras fijas.

Roturas: Quitado ficticio de material en un sitio puntual que permite observar el interior de una pieza.

Secciones: Corte transversal ficticio de una pieza que permite ver lo que hay detrás de la línea de corte.

Simétrico: Visión de espejo.

Taladrado: Acción de producir un agujero en una pieza o lugar.

Terraja: Herramienta usada para mecanizar las roscas en los tornillos.

Tolerancias: Indicaciones que expresan el error permitido.

Tornillo: Pieza macho de una unión roscada.

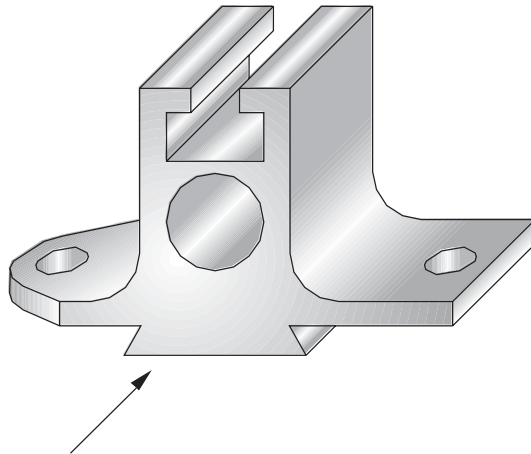
Tuberías: Elemento usado para transporte de fluidos.

Tuerca: Pieza hembra de un unión roscada.

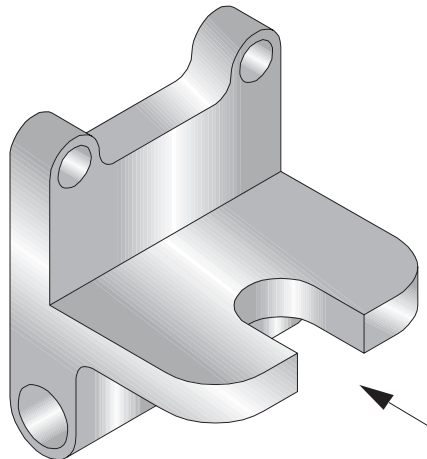
Virola: Cilindro producido desde una chapa por medio de una curvadora.

CUESTIONARIO DE AUTOEVALUACIÓN

1. Realiza un croquis de las vistas de la siguiente pieza sabiendo que su dimensión más grande es de 90 mm.



2. Realiza un dibujo a escala de la siguiente pieza sabiendo que su dimensión más grande es de 90 mm.



Busca el alzado más representativo y las mínimas vistas posibles.

Realiza un acotado normalizado.

3. Busca bibliografía, o en Internet, el Reglamento de seguridad en Plantas e Instalaciones Frigoríficas y realiza una tabla con los símbolos usados en las instalaciones.

4. Realiza un croquis a mano alzada de tu aula en el que aparezca.

- Distribución de mobiliario.
- Instalación eléctrica con simbología normalizada.
- Instalación de calefacción con simbología normalizada.
- Sección transversal del aula.
- Acotación en planta y alzados.

Realiza los ejercicios propuestos en el archivo láminas.

5. Explica qué es la normalización y la importancia de su aplicación en el trazado de planos.
6. Explica qué es un símbolo y por qué se utilizan.
7. Cuántos formatos de papel A4 caben en A1. Realiza un croquis indicando los cortes necesarios.
8. Si las medidas en los planos son las indicadas en la tabla y la escala utilizada es la indicada ¿Qué medida tendremos en la realidad? Completa la tabla.

Escala del Plano.	Medida sobre plano.	Medida real.
1:100	20 mm.	
	80 mm.	80 m.
1:2		120 mm.
1:50		20 m.
1:250	20 Cm.	

9. En el plano de instalación de fontanería de la siguiente vivienda realiza la medición de los materiales necesarios para realizar la instalación.

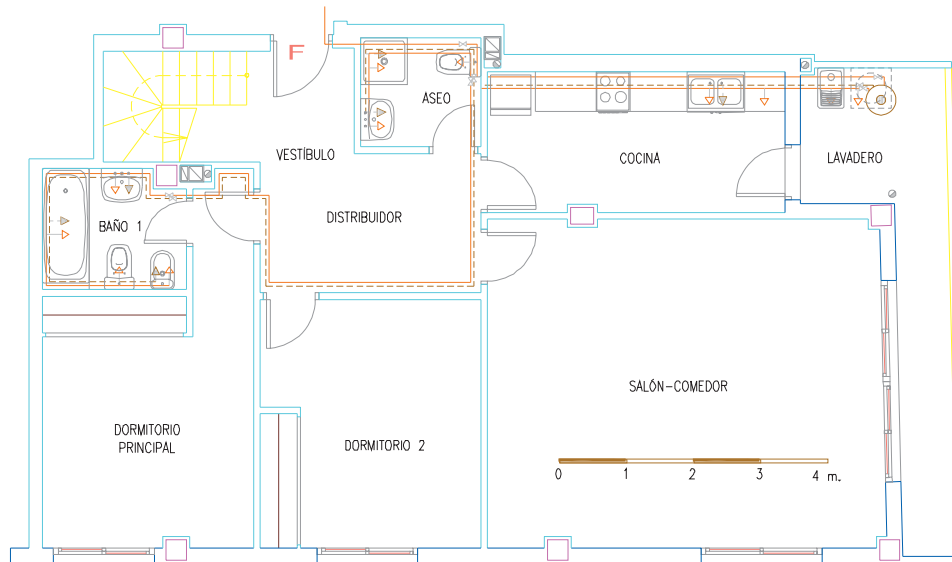
Tubería.

Accesorios.

Valvulería.

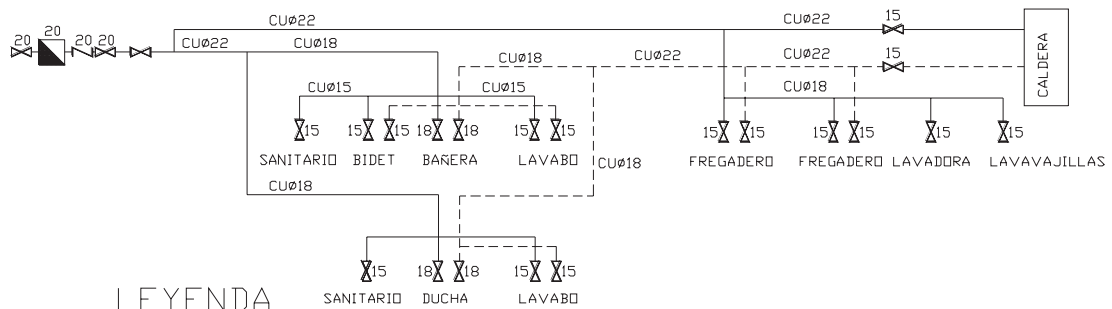
Grifería.

Aislamientos.

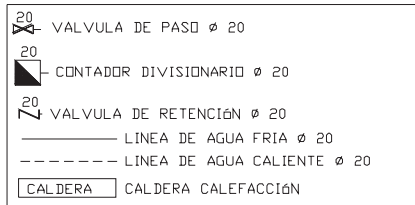


FONTANERIA

ESQUEMA DE INSTALACION FONTANERIA EN VIVIENDA



LEYENDA



BIBLIOGRAFÍA

Ferrer Ruiz, Julián; Domínguez Soriano, Esteban José: *Técnicas de Mecanizado para el mantenimiento de vehículos*, Madrid: EDITEX, 2.004.

Mata, J.; Álvarez, C.; Vidondo, T.: *Teoría de técnicas de expresión gráfica 1.2*, Barcelona: Ediciones Don Bosco; Madrid: Editorial Bruño, 1977.

Normas UNE sobre dibujo técnico – Normas fundamentales – Tomo 3.

Documento Web realizado por Miguel Angel Fernández Sánchez.
<http://usuarios.lycos.es/miguelfersan/>

López Lucas, Bartolomé. Depósito legal: MU-257-2004.
www.dibujotecnico.com

Piezas de 1º y 2º de Bachillerato.

<http://www.cnice.mecd.es/eos/MaterialesEducativos/mem2001/108d/index.html>

Construcciones de Dibujo técnico para 3º y 4º de la ESO.

<http://www.cnice.mecd.es/eos/MaterialesEducativos/mem2001/dibujotecnico/Construcciones%20de%20dibujo%20tecnico/entrd.htm>

Ejercicios de Dibujo técnico.

<http://platea.pntic.mec.es/~mperez/ejer1.htm>