



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE DIBUJO**



**El plano de fabricación de piezas mecánicas.
Estudio de su elaboración y lectura**

Autor:

Prof. César Campos

Naguanagua, Julio 2014



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE DIBUJO**



El plano de fabricación de piezas mecánicas. Estudio de su elaboración y lectura

Autor:

Prof. César Campos

**Trabajo de ascenso presentado ante
el Departamento de Dibujo de la
Facultad de Ingeniería de la ilustre
Universidad de Carabobo como
requisito para ascender a la categoría
de profesor Agregado**

Naguanagua, Julio 2014

Índice general

ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
RESUMEN	xv
INTRODUCCIÓN	xvii
CAPÍTULO 1 La pieza mecánica y sus procesos de fabricación	1
1.1 Pieza mecánica, 1	
1.2 Los procesos de fabricación, 4	
1.2.1 Los procesos de formado, 5	
a) La fundición, 5	
b) El sinterizado, 9	
1.2.2 Los procesos de conformado, 11	
a) El troquelado, 11	
b) La laminación, 15	
c) El forjado, 16	
d) La extrusión, 17	
1.2.3 Los procesos de mecanizado, 18	
a) El torno, 18	
b) La fresadora, 22	
c) La taladradora, 26	
d) La rectificadora, 27	

- 1.2.4 Los procesos de mejora de propiedades, 28
 - a) Los tratamientos térmicos, 29
 - b) Los tratamientos termoquímicos, 29
 - c) Los tratamientos superficiales, 29
- 1.2.5 Los procesos de ensamble de piezas, 29
 - a) Las uniones desmontables, 29
 - b) Las uniones fijas o no desmontables, 32

CAPÍTULO 2 El plano de fabricación y sus elementos técnicos. 35

- 2.1 El plano de fabricación, 35
- 2.2 La rotulación, 36
- 2.3 El formato, 38
- 2.4 El cajetín de rotulación o datos, 43
- 2.5 La escala, 43
 - 2.5.1 Tipos de escala, 44
 - 2.5.2 Escalas recomendadas, 45
 - 2.5.3 Selección de la escala, 45
- 2.6 Líneas normalizadas, 46
 - 4.5.1 Espesor de las líneas, 49
 - 4.5.2 Orden de prioridad de las líneas coincidentes, 49
 - 4.5.3 Líneas de referencia, 50

CAPÍTULO 3 Principios para la representación de las vistas 51

- 3.1 La vista de una pieza, 51
 - 3.1.1 Denominación de las vistas, 52
 - 3.1.2 Métodos de proyección para la obtención de las vistas principales, 53
 - a) Método de proyección Europeo, 53
 - b) Método de proyección Americano, 63
 - c) Vistas de acuerdo a las flechas de referencia, 71
 - 3.1.3 Representación de vistas auxiliares, 72
 - 3.1.4 Representación de vistas parciales, 73
 - 3.1.5 Representación de Vistas con líneas de intersección, 75
 - 3.1.6 Representación de vistas simétricas, 77
 - 3.1.7 Representación de vistas interrumpidas, 77
 - 3.1.8 Representación de vistas con elementos repetitivos, 78
 - 3.1.9 Vistas con elementos de sección cuadrada o rectangular, 79
 - 3.1.10 Representación del contorno primitivo de una pieza doblada, 79
 - 3.1.11 Representación de vistas con elementos ligeramente inclinados que terminan en un redondeo, 80

- 3.1.12 Representación de objetos transparentes, 80
- 3.2 Vistas con cortes y secciones, 80
 - 3.2.1 El achurado o rayado de cortes y secciones, 82
 - 3.2.2 Líneas de contornos ocultos en los cortes y las secciones, 85
 - 3.2.3 Indicación de los cortes, 85
 - 3.2.4 Tipos de cortes, 87
 - a) Corte total de un plano, 87
 - b) Corte total por planos paralelos, 87
 - c) Corte total por planos sucesivos, 88
 - d) Corte total de sección girada, 89
 - e) Medio corte o semicorte, 90
 - f) Corte parcial o rotura, 90
 - 3.2.5 Secciones abatidas con o sin desplazamiento, 91

CAPÍTULO 4 El acotamiento dimensional

93

- 4.1 El acotamiento dimensional, 93
- 4.2 Elementos del acotamiento dimensional, 94
 - 4.2.1 La línea auxiliar de cota, 94
 - 4.2.2 La línea de cota, 95
 - 4.2.3 La terminación de la línea de cota, 98
 - 4.2.4 El número de cota, 102
 - 4.2.5 Símbolos de cota, 104
 - 4.2.6 La línea de referencia, 105
- 4.3 Clasificación de las cotas, 105
 - 4.3.1 De acuerdo a la ubicación en la vista de la pieza, 106
 - 4.3.2 De acuerdo a la funcionalidad del elemento acotado, 107
- 4.4 Principios del acotamiento dimensional, 108
- 4.5 Arreglos utilizados en la disposición de las cotas, 111
 - 4.5.1 Acotamiento en serie o cadena, 111
 - 4.5.2 Acotamiento en paralelo o escalonado, 112
 - 4.5.3 Acotamiento combinado, 112
 - 4.5.4 Acotamiento indicando origen, 113
 - 4.5.5 Acotamiento por coordenadas, 113

CAPÍTULO 5 Las tolerancias dimensionales

115

- 5.1 La tolerancia dimensional, 115
- 5.2 Indicación de la tolerancia dimensional, 116
 - 5.2.1 Indicación mediante los valores límites de las medidas, 116
 - 5.2.2 Indicación mediante las desviaciones de las medidas, 117
 - 5.2.3 Indicación mediante la clase y la calidad de la tolerancia, 119

- 5.2.4 Indicación mediante un límite en un sentido, 121
- 5.2.5 Indicación mediante una nota en el cajetín de rotulación, 121

CAPÍTULO 6 Las tolerancias geométricas

- 6.1 Las tolerancias geométricas, 123
 - 6.1.1 Símbolos utilizados, 124
 - 6.1.2 El cuadro de tolerancia, 125
 - 6.1.3 Indicación de la referencia, 127
 - 6.1.4 Aplicaciones de la tolerancia geométrica y su interpretación, 128

CAPÍTULO 7 El acabado superficial 130

- 7.1 El acabado superficial, 130
 - 7.1.1 Símbolos utilizados para el acotamiento de la calidad superficial, 130
 - 7.1.2 Orientación de los símbolos en las vistas, 137
 - 7.1.3 Posición de los símbolos en los elementos geométricos de la pieza, 138
 - 7.1.4 Indicaciones gráficas simplificadas de la calidad superficial, 139
 - 7.1.5 Ejemplos de indicación de calidad superficial en las vistas de una pieza y su interpretación, 142

CAPÍTULO 8 Ejemplo de elaboración de un plano de fabricación 143

- 8.1 Recomendaciones para la obtención de las vistas de una pieza, 143
- 8.2 Recomendaciones para el acotamiento dimensional y la indicación de las tolerancias dimensionales, geométricas y el acabado superficial, 146
- 8.3 Ejemplo de elaboración de un plano de fabricación, 147

CAPÍTULO 9 Ejemplos de lectura e interpretación de planos. 157

CAPÍTULO 10 Ejercicios propuestos. 163

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 177

ANEXOS 185

Índice de figuras

Figura 1.1	Tornillos.	2
Figura 1.2	Tuercas.	2
Figura 1.3	Casquillos.	3
Figura 1.4	Engranajes.	3
Figura 1.5	Bloque de un motor de combustión interna.	4
Figura 1.6	Ejes.	4
Figura 1.7	Fundido del material.	6
Figura 1.8	Preparación del molde para la fundición con arena.	6
Figura 1.9	Colada o vertido del material fundido en el molde.	7
Figura 1.10	Desmolde.	7
Figura 1.11	Limpieza y desbarbado.	8
Figura 1.12	Pieza fundida y terminada.	8
Figura 1.13	Ejemplos de piezas fundidas.	9
Figura 1.14	Diagrama del proceso de sinterizado de piezas.	10
Figura 1.15	Piezas sinterizadas.	10
Figura 1.16	Esquema de un troquel.	11
Figura 1.17	Piezas obtenidas por troquelado.	12
Figura 1.18	Esquema del doblado de láminas.	12
Figura 1.19	Piezas obtenidas mediante el proceso de doblado.	13
Figura 1.20	Cizallado de láminas.	13
Figura 1.21	Diagrama del proceso de embutido.	14
Figura 1.22	Piezas obtenidas mediante el proceso de embutido.	14
Figura 1.23	Esquema del proceso de laminación.	15
Figura 1.24	Perfiles obtenidos por laminación.	15
Figura 1.25	Esquema de pasos en el forjado de una biela.	16
Figura 1.26	Modelo de una prensa usada en el forjado.	16
Figura 1.27	Piezas forjadas.	17
Figura 1.28	Representación esquemática de una maquina extrusora.	17
Figura 1.29	Fotografía de un torno horizontal.	18
Figura 1.30	Operación de cilindrado.	19

Figura 1.31	Operación de ranurado.	19
Figura 1.32	Operación de refrentado.	20
Figura 1.33	Torneado cónico.	20
Figura 1.34	Torneado de formas.	21
Figura 1.35	Torneado de roscas.	21
Figura 1.36	Moleteado.	22
Figura 1.37	Fotografía de una maquina fresadora.	23
Figura 1.38	Operación de fresado cilíndrico.	23
Figura 1.39	Operación de fresado frontal.	24
Figura 1.40	Planeado de superficies mediante fresado.	24
Figura 1.41	Mecanizado de ranuras y vaciados mediante fresado.	25
Figura 1.42	Mecanizado de engranajes mediante fresado.	25
Figura 1.43	Mecanizado de formas complejas mediante fresado.	26
Figura 1.44	Fotografía de una maquina taladradora.	26
Figura 1.45	Esquema de una broca.	27
Figura 1.46	Fotografía de una maquina rectificadora.	27
Figura 1.47	Muela abrasiva utilizada por la rectificadora.	28
Figura 1.48	Muela abrasiva en la operación de rectificado.	28
Figura 1.49	Piezas unidas con elementos roscados.	30
Figura 1.50	Unión con chaveta.	30
Figura 1.51	Unión con pasadores.	31
Figura 1.52	Unión con guías.	31
Figura 1.53	Unión con ejes estriados.	32
Figura 1.54	Piezas unidas por soldadura.	33
Figura 1.55	Unión de piezas mediante pegamento.	33
Figura 1.56	Piezas unidas por roblones.	34
Figura 2.1	Dimensiones principales de la escritura derecha.	36
Figura 2.2	Dimensiones principales de la escritura cursiva.	37
Figura 2.3	Líneas guías en el rotulado a mano.	38
Figura 2.4	Esquema dimensional de formatos A3 al A0.	39
Figura 2.5	Esquema dimensional del formato A4.	39
Figura 2.6	Ubicación del cajetín de rotulación en los formatos A3, A2, A1 y A0.	40
Figura 2.7	Ubicación del cajetín de rotulación en el formato A4.	41
Figura 2.8	Señales de centrado.	41
Figura 2.9	Señales de corte.	42
Figura 2.10	Sistema de coordenadas.	42
Figura 2.11	El cajetín de rotulación o datos.	43
Figura 2.12	Representación de la escala en un detalle ampliado.	46
Figura 2.13	Aplicaciones de las líneas estandarizadas por ISO 128 (1982).	47
Figura 2.14	Aplicaciones de las líneas de referencia.	50
Figura 3.1	Proyección de la vista de una pieza.	52
Figura 3.2	Posiciones del observador para la denominación de las 6 vistas principales.	52

Figura 3.3	Representación isométrica del sistema de proyección usado en el método E.	54
Figura 3.4	Posiciones del observador en el método E.	54
Figura 3.5	Rayos proyectantes en el método E.	55
Figura 3.6	Símbolo utilizado para identificar el método E.	56
Figura 3.7	Colocación de la pieza en el triedro usado en el método E.	56
Figura 3.8	Ubicación de los observadores en el método E	56
Figura 3.9	Proyección espacial de las tres vistas principales de una pieza en el método E.	57
Figura 3.10	Representación espacial de las tres vistas en el método E.	57
Figura 3.11	Representación del abatimiento de los planos de proyección del método E.	58
Figura 3.12	Representación del giro de 30° de los planos de proyección en el método E.	59
Figura 3.13	Representación ortogonal de las tres vistas principales en los planos de proyección.	59
Figura 3.14	Representación ortogonal de las tres vistas principales, de acuerdo al método E.	60
Figura 3.15	Cubo para la obtención de las seis vistas en el método E.	60
Figura 3.16	Representación isométrica de las seis vistas de la pieza en el método E.	61
Figura 3.17	Retiro de la pieza del cubo usado en el método E.	61
Figura 3.18	Desarrollo del cubo en el método E.	62
Figura 3.19	Distribución ortogonal de las seis vistas en el método E.	63
Figura 3.20	Representación isométrica del sistema de proyección usado en el método A.	64
Figura 3.21	Posición del observador en el método A	64
Figura 3.22	Símbolo utilizado para identificar el método A	65
Figura 3.23	Colocación de la pieza en el triedro usado en el método A.	66
Figura 3.24	Ubicación de los observadores en el método A.	66
Figura 3.25	Proyección espacial de las tres vistas principales de una pieza en el método A.	67
Figura 3.26	Representación espacial de las tres vistas en el método A.	67
Figura 3.27	Representación del abatimiento de los planos de proyección del método A.	68
Figura 3.28	Representación de giro de 30° de los planos de proyección en el método A.	69
Figura 3.29	Representación ortogonal de las tres vistas principales en los planos de proyección.	69
Figura 3.30	Representación ortogonal de las tres vistas principales	70

	en el método A.	
Figura 3.31	Cubo para la obtención de las seis vistas en el método A.	70
Figura 3.32	Distribución ortogonal de las seis vistas en el método A	71
Figura 3.33	Disposición de las vistas de acuerdo a las flechas de referencia.	72
Figura 3.34	Representación de una vista auxiliar.	73
Figura 3.35	Pieza con geometría inclinada.	74
Figura 3.36	Representación de una vista parcial.	74
Figura 3.37	Representación de una pieza con una intersección real.	75
Figura 3.38	Representación de una pieza con intersecciones ficticias.	76
Figura 3.39	Representación de intersecciones en forma simplificada.	76
Figura 3.40	Representación de una vista simétrica.	77
Figura 3.41	Representación de una pieza con vista interrumpida.	78
Figura 3.42	Representación de una vista con elementos repetidos.	78
Figura 3.43	Representación de piezas con extremos de sección cuadrada o rectangular.	79
Figura 3.44	Representación del contorno primitivo de una pieza doblada.	79
Figura 3.45	Representación de vistas con elementos ligeramente inclinados y que terminan con un redondeo.	80
Figura 3.46	Representación espacial de un corte realizado por un plano único.	81
Figura 3.47	Representación de vistas con y sin corte, en un corte total de un plano.	81
Figura 3.48	Representación básica del rayado en cortes y secciones.	82
Figura 3.49	Representación del rayado de corte en una pieza con superficie extensa.	82
Figura 3.50	Representación del rayado de corte en piezas con superficie reducida.	83
Figura 3.51	Rayados de corte establecidos en la norma DIN 201.	83
Figura 3.52	Acotamiento en zonas rayadas.	84
Figura 3.53	Elementos que no deben rayarse.	84
Figura 3.54	Representación de vistas en corte sin aristas ocultas.	85
Figura 3.55	Representación de vistas con un corte evidente.	85
Figura 3.56	Líneas y símbolos usados para la indicación de la trayectoria de un corte.	86
Figura 3.57	Indicación de la trayectoria de un corte total escalonado.	86
Figura 3.58	Corte total de un plano.	87
Figura 3.59	Representación espacial del corte por planos paralelos.	88
Figura 3.60	Representación de vistas con un corte total por planos	88

	paralelos.	
Figura 3.61	Representación de vistas con un corte total por planos sucesivos.	89
Figura 3.62	Representación de vistas con un corte de sección girada.	89
Figura 3.63	Representación de vistas con la aplicación de medio corte.	90
Figura 3.64	Representación de una vista con un corte local o rotura.	90
Figura 3.65	Representación espacial de la sección generada por un plano de corte.	91
Figura 3.66	Representación de una sección sin desplazamiento.	91
Figura 3.67	Representación de secciones desplazadas y con línea de unión a la vista.	92
Figura 3.68	Representación de secciones desplazadas pero sin línea de unión a la vista.	92
Figura 4.1	Elementos del acotamiento dimensional.	94
Figura 4.2	Dimensiones de las líneas auxiliares de cota.	95
Figura 4.3	Líneas de cota trazadas en forma inclinada.	95
Figura 4.4	Línea de cota paralela al contorno de la vista.	96
Figura 4.5	Distancia de trazado de la línea de cota paralela al contorno.	96
Figura 4.6	Línea de cota inclinada respecto a los ejes de centros.	97
Figura 4.7	Línea de cota inclinada con quiebre.	97
Figura 4.8	Línea de cota curva.	98
Figura 4.9	Terminación de la línea de cota en flechas llenas.	99
Figura 4.10	Dimensiones y geometría de la flecha llena.	99
Figura 4.11	Colocación normal de las flechas de cota.	100
Figura 4.12	Colocación de las flechas llenas cuando el espacio es reducido.	100
Figura 4.13	Terminación de la línea de cota en puntos.	100
Figura 4.14	Terminación de la línea de cota en círculo y flecha abierta según la norma BS ISO 129 (2004).	101
Figura 4.15	Dimensiones y geometría de la flecha abierta.	101
Figura 4.16	Ubicación del número de cota.	102
Figura 4.17	Numero de cota acompañado de un símbolo.	102
Figura 4.18	Orientación del número de cota en acotamientos horizontales y verticales.	103
Figura 4.19	Representación de la zona no recomendada para colocar cotas.	103
Figura 4.20	Colocación de la cifra de cota, cuando la dimensión acotada sea muy pequeña.	104
Figura 4.21	Indicación del número de cota utilizando una línea de referencia.	105
Figura 4.22	Cotas de dimensión en una vista de una pieza.	106
Figura 4.23	Cotas de situación en una vista de una pieza.	107

Figura 4.24	Acotamiento de elementos funcionales y no funcionales.	108
Figura 4.25	Cruce no permitido entre la línea de cota y las líneas auxiliares de cota.	108
Figura 4.26	Acotamiento colocando líneas auxiliares de cota en dos líneas de eje.	109
Figura 4.27	Acotamiento colocando líneas auxiliares de cota en ejes de centros.	109
Figura 4.28	Representación de las vistas de una pieza con una cota repetida.	110
Figura 4.29	Acotamiento de radios.	110
Figura 4.30	Acotamiento de vistas simétricas.	111
Figura 4.31	Acotamiento mediante un arreglo en serie.	111
Figura 4.32	Acotamiento mediante un arreglo en paralelo.	112
Figura 4.33	Acotamiento mediante un arreglo combinado.	112
Figura 4.34	Acotamiento indicando un origen.	113
Figura 4.35	Acotamiento por coordenadas.	113
Figura 5.1	Representación de la tolerancia dimensional.	116
Figura 5.2	Indicación de la tolerancia dimensional mediante los valores límites de las medidas.	117
Figura 5.3	Indicación de la tolerancia dimensional mediante las desviaciones dimensionales.	117
Figura 5.4	Indicación de la tolerancia dimensional cuando las desviaciones poseen el mismo signo.	118
Figura 5.5	Indicación de la tolerancia dimensional cuando las desviaciones poseen signo diferente.	118
Figura 5.6	Indicación de la tolerancia dimensional cuando la desviación es simétrica.	119
Figura 5.7	Indicación de la tolerancia dimensional cuando una de las desviaciones es cero.	119
Figura 5.8	Indicación de la tolerancia dimensional en forma codificada.	120
Figura 5.9	Indicación de la tolerancia dimensional en forma codificada y sus desviaciones.	120
Figura 5.10	Indicación de la tolerancia dimensional en un sentido.	121
Figura 5.11	Indicación de tolerancias dimensionales generales en el cajetín de rotulación.	122
Figura 6.1	Cuadro de tolerancia geométrica con dos casillas.	125
Figura 6.2	Cuadro de tolerancia geométrica con más de dos casillas.	126
Figura 6.3	Valor numérico de la tolerancia geométrica para círculos, cilindros o esferas.	126
Figura 6.4	Cuadros de tolerancia para el control de dos características geométricas.	126
Figura 6.5	Cuadro de tolerancia para el control de varios	127

	elementos geométricos.	
Figura 6.6	Indicación de la referencia sobre un contorno.	127
Figura 6.7	Indicación de la referencia sobre una línea de contorno en una vista.	127
Figura 6.8	Indicación de una referencia sobre una línea auxiliar que apunte a una superficie.	128
Figura 6.9	Indicación de una referencia sobre una línea de cota.	128
Figura 6.10	Indicación e interpretación de una tolerancia de rectitud.	129
Figura 6.11	Indicación e interpretación de una tolerancia de paralelismo.	129
Figura 6.12	Indicación e interpretación de una tolerancia de Coaxialidad de un eje.	130
Figura 6.13	Indicación e interpretación de una tolerancia de oscilación radial.	130
Figura 7.1	Símbolo básico para denotar la calidad superficial para cualquier proceso de fabricación.	132
Figura 7.2	Símbolo básico para denotar la calidad superficial para procesos de fabricación con arranque de viruta.	132
Figura 7.3	Símbolo básico para denotar la calidad superficial para procesos de fabricación sin arranque de viruta.	132
Figura 7.4	Símbolo para denotar la calidad superficial para todas las superficies del contorno externo de una pieza.	133
Figura 7.5	Símbolo para especificar información complementaria de la calidad superficial.	133
Figura 7.6	Indicación de un requisito individual de calidad superficial.	134
Figura 7.7	Indicación de dos o más requisitos de calidad superficial mediante Ra.	135
Figura 7.8	Indicación del método para obtener la superficie.	135
Figura 7.9	Indicación de los surcos y la orientación en la calidad superficial.	135
Figura 7.10	Indicación de sobre medida para mecanizado.	137
Figura 7.11	Orientación de lectura de los símbolos de calidad superficial.	138
Figura 7.12	Colocación de los símbolos de calidad superficial sobre el contorno de la vista.	138
Figura 7.13	Colocación de los símbolos de calidad superficial usando líneas de referencia.	139
Figura 7.14	Colocación de los símbolos de calidad superficial sobre una línea de cota.	139
Figura 7.15	Indicación simplificada de una calidad superficial predominante.	140
Figura 7.16	Indicación mediante un símbolo con letras.	140
Figura 7.17	Indicación simplificada usando los símbolos básicos y una nota explicativa.	141

Figura 7.18	Indicación de la calidad superficial para dos procesos de fabricación.	141
Figura 8.1	Representación de una pieza con una sola vista	144
Figura 8.2	Representación de una pieza con dos vistas	145
Figura 8.3	Representación de una pieza con tres vistas	145
Figura 8.4	Acotamiento de vistas simétricas y asimétricas	146
Figura 8.5	Anillo deflector	147
Figura 8.6	Bosquejo de las tres vistas principales	148
Figura 8.7	Aplicación de los cortes en las vistas del bosquejo	149
Figura 8.8	Representación del detalle repetitivo de la vista superior	149
Figura 8.9	Acotamiento dimensional del bosquejo	150
Figura 8.10	Área rectangular requerida para dibujar las vistas y el acotamiento	151
Figura 8.11	Dimensiones del formato ISO A4	152
Figura 8.12	Márgenes para dibujar vistas en el formato	154
Figura 8.13	Plano de la pieza	155
Figura 10.1	Dibujo isométrico de la pieza del ejercicio 1	160
Figura 10.2	Dibujo isométrico de la pieza del ejercicio 2	161
Figura 10.3	Dibujo isométrico de la pieza del ejercicio 2	162
Figura 10.4	Dibujo isométrico de la pieza del ejercicio 4	163
Figura 10.5	Dibujo isométrico de la pieza del ejercicio 5	165
Figura 10.6	Dibujo isométrico de la pieza del ejercicio 6	166
Figura 10.7	Dibujo isométrico de la pieza del ejercicio 7	167
Figura 10.8	Dibujo isométrico de la pieza del ejercicio 8	168
Figura 10.9	Dibujo isométrico de la pieza del ejercicio 9	169
Figura 10.10	Dibujo isométrico de la pieza del ejercicio 10	171

Índice de tablas

Tabla 2.1	Relaciones dimensionales de la escritura corriente	37
Tabla 2.2	Dimensiones principales de los formatos de la serie A.	39
Tabla 2.3	Escalas recomendadas por la norma ISO 5455 (1979)	44
Tabla 2.4	Líneas establecidas en la norma ISO 128 (1982)	47
Tabla 4.1	Símbolos utilizados en el acotamiento dimensional	104
Tabla 5.1	Desviaciones de medidas lineales para tolerancias dimensionales generales, según la ISO 2768-1 (1989).	122
Tabla 6.1	Tabla 6.1 Símbolos utilizados para indicar las tolerancias de forma, orientación, localización y oscilación.	124
Tabla 7.1	Valores predominantes recomendados de la rugosidad media Ra.	134
Tabla 7.2	Tabla 7.2 Valores predominantes recomendados de Rz.	134
Tabla 7.3	Símbolos superficiales y su interpretación.	136



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE DIBUJO



El plano de fabricación de piezas mecánicas. Estudio de su elaboración y lectura.

Autor:

Prof. César A. Campos Z.

Resumen

El presente trabajo tiene por objeto desarrollar un texto teórico práctico para el estudio de la elaboración y lectura del plano de fabricación de piezas mecánicas, como material didáctico de las asignaturas Dibujo I y Dibujo II, dictadas en el ciclo básico de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo. El desarrollo de esta investigación se enmarca dentro de la modalidad de proyecto factible y se encuentra dentro de la línea de investigación del departamento de dibujo “Enseñanza del dibujo en la ingeniería”. Para llevar a cabo esta investigación la misma se dividió en dos fases; una fase de recolección, clasificación y organización de la información y una fase de generación de la parte conceptual y practica del texto. La recolección de la información se realizó de libros, normas nacionales e internacionales así como de páginas electrónicas. La generación de la parte conceptual y práctica se estructuró en diez capítulos, en los cuales se colocó la siguiente información: en el capítulo 1 se define pieza mecánica y proceso de fabricación, seguidamente se describen algunos procesos de fabricación dentro de los cuales se pueden citar: los de formado, los de conformado, los de arranque de viruta, los de mejora de propiedades, los de ensamble, entre otros. En el capítulo 2 se describen los elementos técnicos; rotulación, formato, cajetín de datos y líneas normalizadas. En el capítulo 3 se describen los métodos para obtener las vistas de una pieza, incluyendo los cortes y representaciones especiales. En el capítulo 4 se detalla lo concerniente al acotamiento dimensional. En el capítulo 5 se especifica como indicar las tolerancias dimensionales. En el capítulo 6 se explica cómo indicar las tolerancias geométricas. En el capítulo 7 se especifica cómo realizar el acotamiento del acabado superficial. En el capítulo 8 se suministran una serie de recomendaciones para la obtención de las vistas y el acotamiento dimensional de una pieza, así como un ejemplo de elaboración de un plano. En el capítulo 9 se suministran cinco ejemplos de interpretación y lectura de planos y finalmente en el capítulo 10 se suministran unos ejercicios para aplicar los conocimientos adquiridos por parte del lector.

Palabras claves: Plano de fabricación, vistas, acotamiento dimensional, tolerancias.

Introducción

Los planos de fabricación son muy utilizados en las empresas para producir piezas, pero éstas en la mayoría de los casos no cuentan con un personal técnico calificado en la elaboración, lectura e interpretación de dichos planos, razón por la cual el autor decidió componer un material técnico que sirva de ayuda en esas labores tan importantes en los procesos productivos y que muestre aspectos técnicos teóricos, representaciones gráficas que faciliten la interpretación de la información así como la referencia de las normas técnicas nacionales y/o internacionales usadas para tal fin.

Para elaborar, leer o interpretar un plano, el autor considera que el personal técnico encargado de dichas actividades debe conocer los aspectos técnicos desarrollados en cada uno de los capítulos que se listan a continuación:

En el capítulo 1 se suministra un material teórico y gráfico relacionado con la pieza mecánica y sus procesos productivos dentro de los que se pueden citar: los de formado (fundición y sinterizado), los de conformado (troquelado, laminación y extrusión), los de mecanizado (torneado, fresado, taladrado y rectificado), los de mejora de propiedades (tratamientos térmicos,

termoquímicos y superficiales) y los procesos de ensamble de piezas (uniones fijas y desmontables).

Seguidamente en el capítulo 2 se proporciona un material teórico y gráfico relacionado con el plano de fabricación y sus elementos técnicos fundamentales como son: la rotulación, el formato, el cajetín de datos, la escala y las líneas normalizadas.

Consecutivamente en el capítulo 3 se provee un material teórico y gráfico relacionado con los elementos para la representación de las vistas de una pieza. Encontrándose en el mismo los métodos normalizados ISO-E e ISO-A, como se representan las vistas auxiliares, vistas parciales, vistas simétricas, los cortes y las secciones, entre otros.

Continuando en el capítulo 4 se suministra un material teórico y gráfico para el acotamiento dimensional de las medidas nominales de los diferentes elementos geométricos de una pieza cualquiera.

En el mismo orden de ideas en los capítulos 5, 6 y 7 se suministra información técnica y gráfica para realizar la indicación de las tolerancias dimensionales, las tolerancias geométricas y el acabado superficial en los planos de fabricación.

En el capítulo 8, se suministra una serie de consideraciones para obtener las vistas y el acotamiento de una pieza así como un ejemplo paso a paso de la elaboración de un plano de fabricación.

En el capítulo 9, se suministran varios planos y su interpretación técnica

Por ultimo en el capítulo 10, se suministran una serie de ejercicios para que el lector practique los conocimientos adquiridos.

CAPÍTULO 1

La pieza mecánica y sus procesos de fabricación

En este capítulo se definen pieza mecánica y proceso de fabricación, seguidamente se describen algunos procesos de fabricación dentro de los cuales se pueden citar: los de formado, los de conformado, los de mecanizado o arranque de viruta, los de mejora de propiedades, los de ensamble, entre otros.

1.1 Pieza mecánica

Se considera pieza mecánica a cualquier parte de una motocicleta, bicicleta, automóvil, avión, barco, helicóptero, mecanismo, máquina industrial, maquinaria agrícola, maquinaria militar, bomba hidráulica, turbina hidroeléctrica; térmica o eólica, entre otros. Se pueden señalar como ejemplos: tornillos (figura 1.1), tuercas (figura 1.2), casquillos (figura 1.3), engranajes (figura 1.4), bloques de motores de combustión interna (figura 1.5), ejes (figura 1.6), entre otros.



Figura 1.1 Tornillos.

Fuente: <http://www.tornillosymanguerasmg.com/tornillos/>



Figura 1.2 Tuercas.

Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/intermetal/tuercas-63048-409015.html>



Figura 1.3 Casquillos.

Fuente: <http://www.estampacionenfrio.com/estampacion-en-frio/casquillos/>



Figura 1.4 Engranajes.

Fuente: <http://www.mecanicaymotores.com/el-motor-de-engranajes.html>

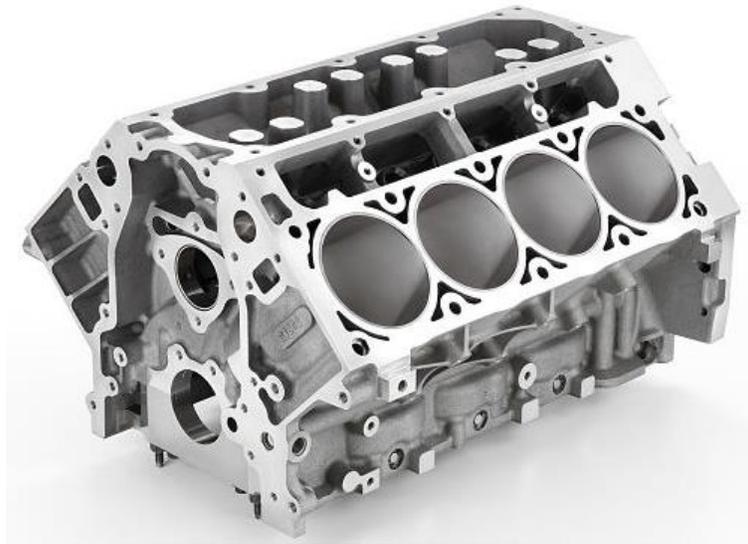


Figura 1.5 Bloque de un motor de combustión interna.

Fuente: <http://www.tallervirtual.com/2012/03/08/el-bloque-motor-y-la-culata/>

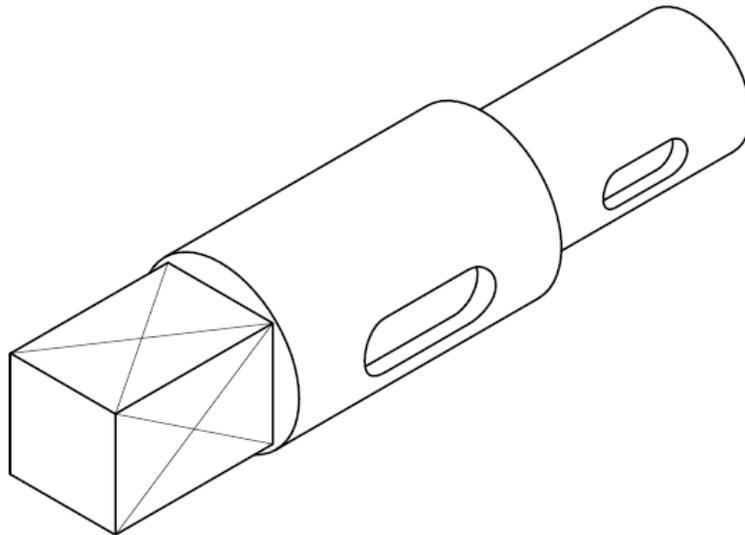


Figura 1.6 Eje

1.2 Los procesos de fabricación

Representan el conjunto de operaciones que se usan para modificar las características físicas, químicas o mecánicas de la materia prima a fin de

obtener un producto final. Dichas características pueden ser: la forma geométrica, la resistencia mecánica, el tamaño, la estética, el acabado superficial, entre otros. Dentro de estos procesos se pueden mencionar: los de formado, los de conformado, los de mecanizado, los de mejora de propiedades, los de ensamble, entre otros.

1.2.1 Los procesos de formado

Son aquellos donde la pieza se obtiene a partir de material líquido o en polvo, el cual se introduce en un molde o matriz que posee la geometría de la pieza. Dentro de estos procesos se pueden señalar la fundición y el sinterizado.

a) La fundición: es un proceso de fabricación donde la pieza se obtiene fundiendo la materia prima (metálica o plástica) y luego vertiéndola en un molde que posee la forma geométrica de la pieza. El proceso tradicional es la fundición por arena en el se pueden mencionar las siguientes etapas: preparación del molde (figura 1.7), fundido del material (figura 1.8), colada o vertido del material fundido (figura 1.9), desmolde (figura 1.10), limpieza y corte de mazarotas (figura 1.11), y finalmente se obtiene la pieza final como se muestra en la figura 1.12.

Con este proceso se pueden obtener piezas con formas geométricas muy diversas (figura 1.13), pero en la mayoría de los casos con un acabado superficial muy rugoso, por lo que normalmente para obtener la pieza final es necesario realizar otras operaciones de fabricación como por ejemplo: torneado, taladrado, rectificado, fresado, mandrinado, cepillado, entre otros.



Figura 1.7 Fundido del material.

Fuente: <http://azterlan.blogspot.com/2012/06/la-fabricacion-de-piezas-de-fundicion.html>



Figura 1.8 Preparación del molde para la fundición con arena.

Fuente: <http://www.acrisol.com/proceso.html>



Figura 1.9 Colada o vertido del material fundido en el molde.

Fuente: <http://www.acrisol.com/proceso.html>



Figura 1.10 Desmolde.

Fuente: <http://www.acrisol.com/proceso.html>



Figura 1.11 Limpieza y desbarbado.

Fuente: <http://www.acrisol.com/proceso.html>



Figura 1.12 Pieza fundida terminada.

Fuente: <http://www.acrisol.com/proceso.html>



(a) Carcasas de bombas.



(b) impulsos de bombas.



(c) Cuerpos de válvulas.

Figura 1.13 Ejemplos de piezas fundidas.

Fuente: http://webs.satlink.com/usuarios/i/itasa/imagen_s.htm

b) El sinterizado: es un procedimiento de fabricación donde la pieza se obtiene utilizando una mezcla de polvos metálicos o cerámicos, un aglomerante y un lubricante. En la figura 1.14 se muestra un esquema del proceso. Con este proceso se pueden obtener piezas de geometría muy diversa, pero de tamaño reducido (figura 1.15).



Figura 1.14 Diagrama del proceso de sinterizado de piezas.

Fuente: <http://www.google.co.ve/imagenes>



Figura 1.15 Piezas sinterizadas.

Fuente: <http://www.cctbearing.com/s-pieza-sinterizado-1.html>

1.2.2 Los procesos de conformado

Son aquellos donde la pieza se obtiene por deformación plástica o corte de la materia prima. Dentro de estos procesos se encuentran: el troquelado, la laminación, el forjado, la extrusión, entre otros.

- a) El troquelado: es un proceso que se usa para cortar y/o deformar láminas metálicas mediante un troquel y una prensa. El troquel (figura 1.16) es un herramental compuesto por placas, guías, punzones, porta punzones, matrices y otros. Este proceso incluye el doblado, el cizallado y el embutido.



Figura 1.16 Esquema de un troquel.

Fuente: <http://www.myda-troqueles.com/fabricacion.html>

En la figura 1.17 se muestran algunas piezas obtenidas con este proceso.



Figura 1.17 Piezas obtenidas por troquelado.

Fuente: http://www.ofertopolis.com/afiliados/servicios2.php?id_producto=1257

El doblado: es una operación mediante la cual se realiza una deformación plástica en un elemento metálico para obtener un ángulo determinado (figura 1.18). Normalmente se realiza en láminas, platinas, barras, entre otros. En la figura 1.19 se muestran algunos productos obtenidos con este proceso.

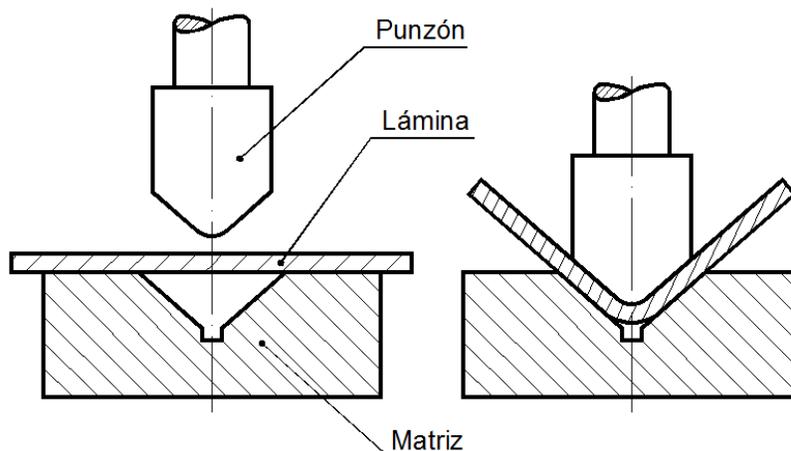


Figura 1.18 Esquema del doblado de láminas.



Figura 1.19 Piezas obtenidas mediante el proceso de doblado.

Fuente: <http://www.pascualchurruca.com/es/productohorquillas.html>

El cizallado: es una operación de corte de material entre dos bordes cortantes y que se utiliza para disminuir las dimensiones de láminas, platinas, barras, entre otros (figura 1.20).



Figura 1.20 Cizallado de láminas.

Fuente: <http://www.codiespamex.com/servicios-cizalla.php>

El embutido: es un proceso de fabricación que consiste en colocar una lámina metálica sobre una matriz, para luego deformarla con ayuda de un punzón (figura 1.21). Este proceso normalmente se realiza en varias etapas. En la figura 1.22 se muestran piezas obtenidas mediante el proceso de embutido.

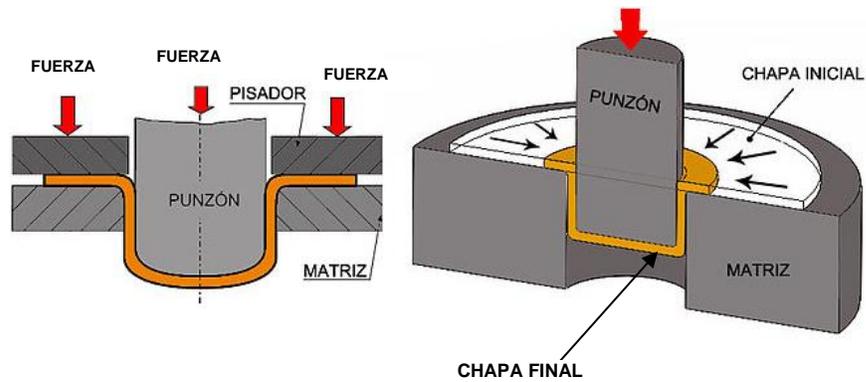


Figura 1.21 Diagrama del proceso de embutido.

Fuente: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:EMBUTIDO_general.jpg



Figura 1.22 Piezas obtenidas mediante el proceso de embutido.

Fuente: <http://www.imh.es/es/comunicacion/dokumentazio-irekia/manuales/introduccion-a-los-procesos-de-fabricacion/conformado-por-deformacion-y-o-corte/referencemanual-all-pages>

b) La laminación: es un proceso que se utiliza para disminuir el espesor de láminas metálicas (figura 1.23) o para obtener perfiles estructurales ver figura 1.24.

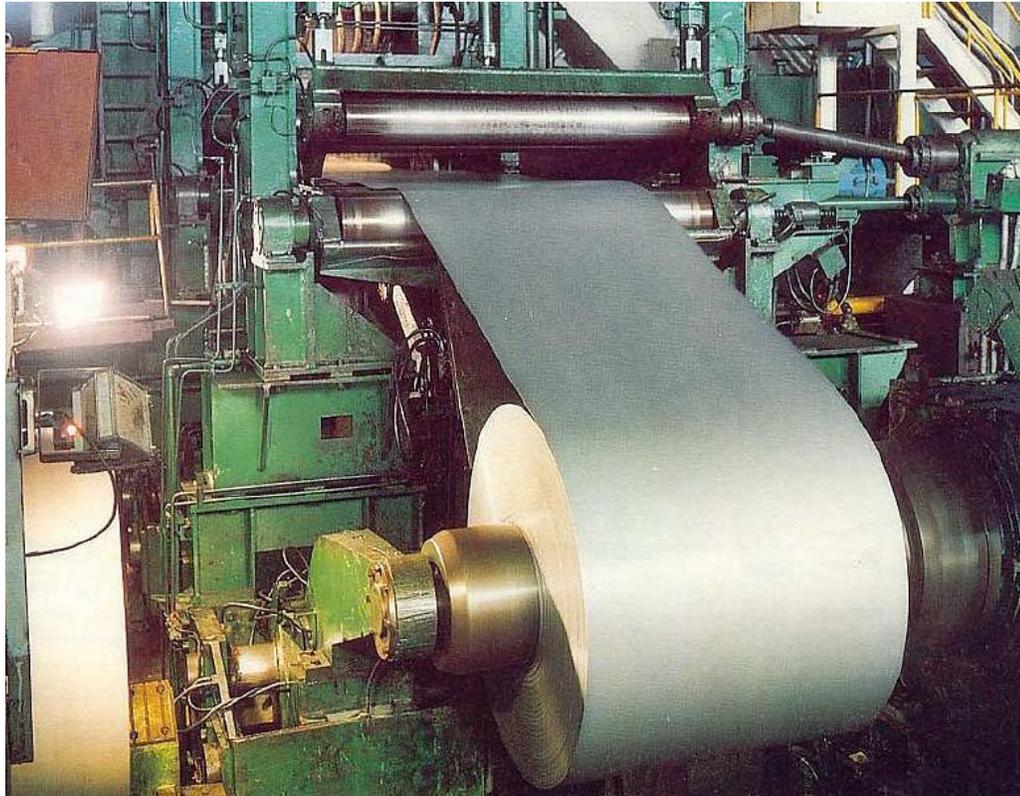


Figura 1.23 Esquema del proceso de laminación.

Fuente: <http://www.imh.es/es/comunicacion/dokumentazio-irekia/manuales/introduccion-a-los-procesos-de-fabricacion/conformado-por-deformacion-y-o-corte/referencemanual-all-pages>

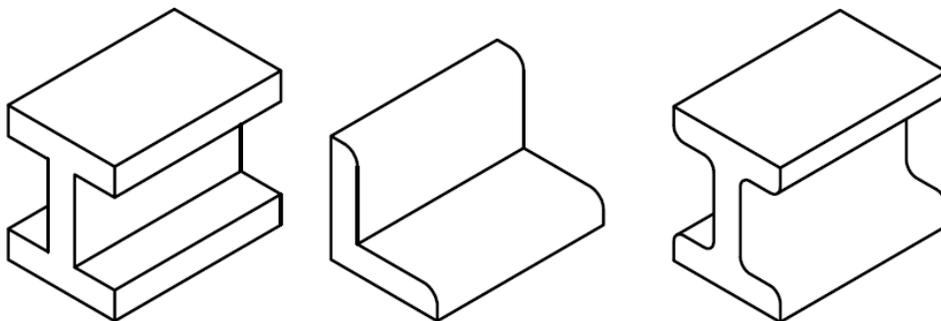


Figura 1.24 Perfiles obtenidos por laminación.

- c) El forjado: es un proceso mediante el cual se le da forma a un trozo de metal caliente (figura 1.25) mediante la aplicación de presión o impactos sucesivos usando una prensa mecánica o hidráulica, ver figuras 1.26.

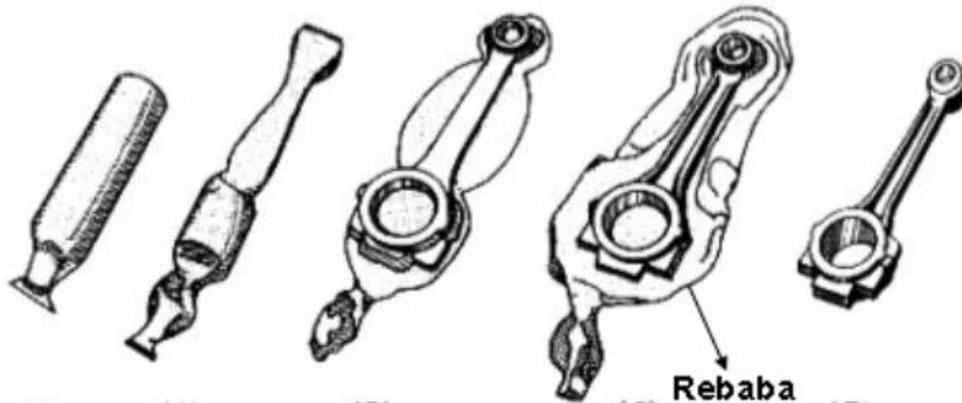


Figura 1.25 Esquema de pasos en el forjado de una biela.

Fuente: http://www.ehu.es/manufacturing/docencia/713_ca.pdf



Figura 1.26 Modelo de una prensa usada en el forjado.

Fuente: <https://sites.google.com/site/tecnorlopez32/tema7-fabricacion/03-conformado>

Las piezas obtenidas con este proceso en algunos casos requieren el mecanizado de algunos elementos geométricos para darle forma, dimensión, tolerancia y acabado superficial. En la figura 1.27 se muestran varias piezas obtenidas mediante este proceso.

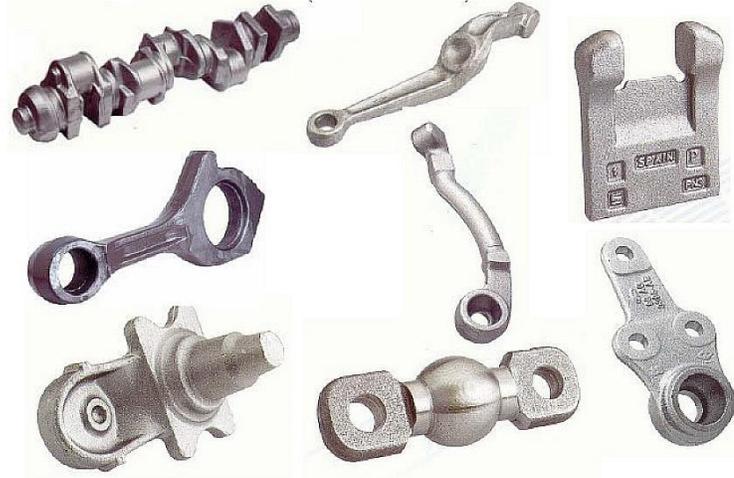


Figura 1.27 Piezas Forjadas.

Fuente: <http://www.imh.es/es/comunicacion/dokumentazio-irekia/manuales/introduccion-a-los-procesos-de-fabricacion/conformado-por-deformacion-y-o-corte/referencemanual-all-pages>

- d) La extrusión: es un proceso que consiste en hacer pasar un material fundido a través de una matriz o boquilla para obtener una pieza de sección transversal constante, ver figura 1.28.

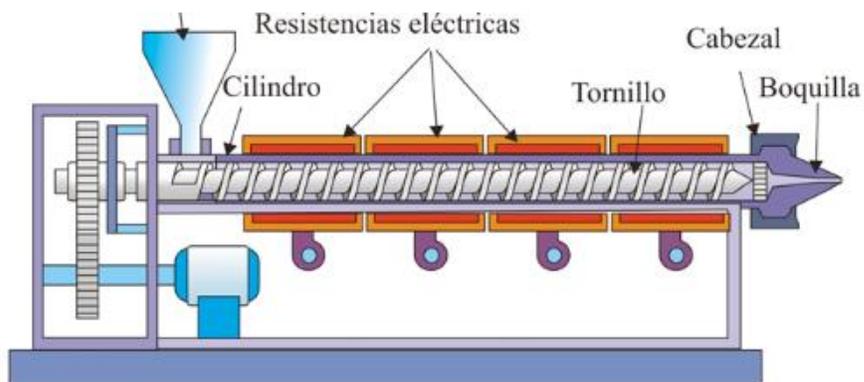


Figura 1.28 Representación esquemática de una máquina extrusora.

Fuente: <http://iq.ua.es/TPO/Tema4.pdf>

1.2.3 Los procesos de mecanizado

Son aquellos donde la pieza se fabrica mediante arranque de virutas por la acción directa de una herramienta de corte, dentro de las máquinas que se usan para estos procesos se pueden mencionar: el torno, la fresadora, el taladro, la rectificadora, entre otros.

- a) El torno (figura 1.29): es una máquina-herramienta que se usa para mecanizar piezas de revolución y cuyo principio de funcionamiento es hacer girar la pieza que se requiere trabajar alrededor de un eje horizontal o vertical, mientras la herramienta de corte avanza y arranca partículas de material. En esta máquina se pueden realizar las siguientes operaciones: cilindrado (figura 1.30), ranurado (figura 1.31), refrentado (figura 1.32), torneado cónico (figura 1.33), torneado de formas (figura 1.34), torneado de roscas (figura 1.35), moleteado (figura 1.36), entre otras.



Figura 1.29 Fotografía de un Torno horizontal.

Fuente: http://apaucarrmpdppd.blogspot.com/2012/06/blog-post_28.html



Figura 1.30 Operación de cilindrado.

Fuente: <http://www.maqcenter.com/es/productos/torneado/tornos-horizontales/lu45.html>

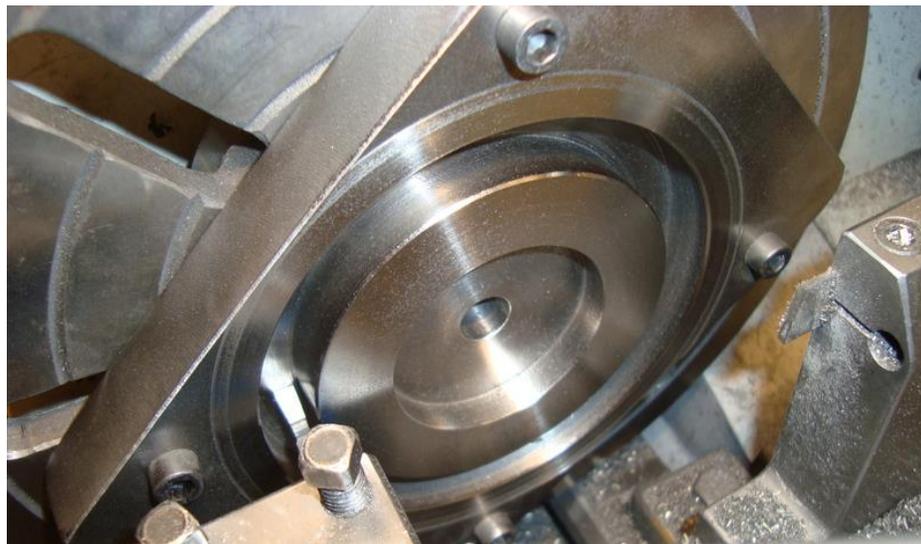


Figura 1.31 Operación de ranurado.

Fuente: <http://foro.metalaficion.com/index.php?topic=1884.165>



Figura 1.32 Operación de refrentado.

Fuente: <http://blog.espol.edu.ec/vstirape/category/movimientos-de-trabajo-en-la-operacion-de-torneado/>



Figura 1.33 Torneado cónico.

Fuente: <http://blog.espol.edu.ec/vstirape/category/movimientos-de-trabajo-en-la-operacion-de-torneado/>

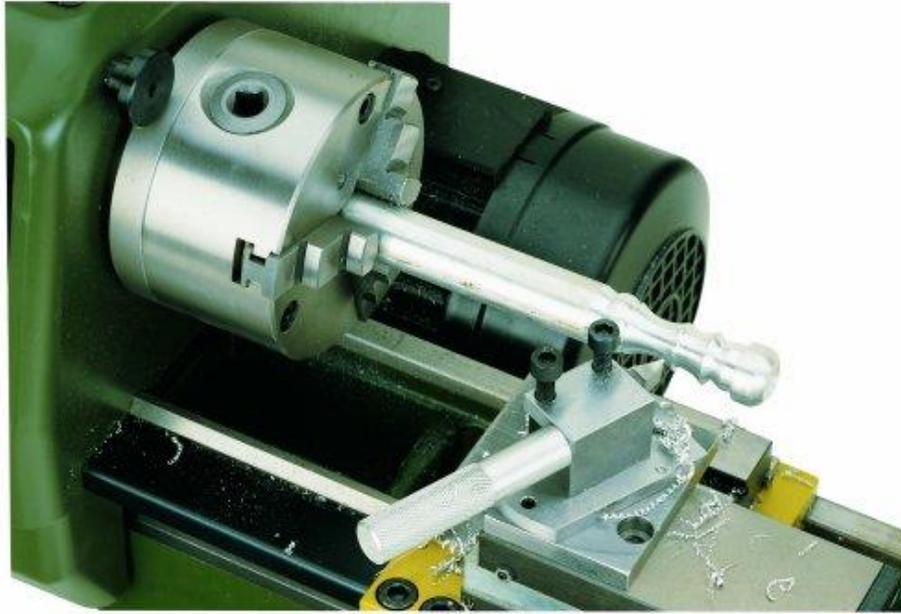


Figura 1.34 Torneado de formas.

Fuente: <http://foro.metalaficion.com/index.php?topic=6600.0>



Figura 1.35 Torneado de roscas.

Fuente: <http://blog.espol.edu.ec/vstirape/category/movimientos-de-trabajo-en-la-operacion-de-torneado/>

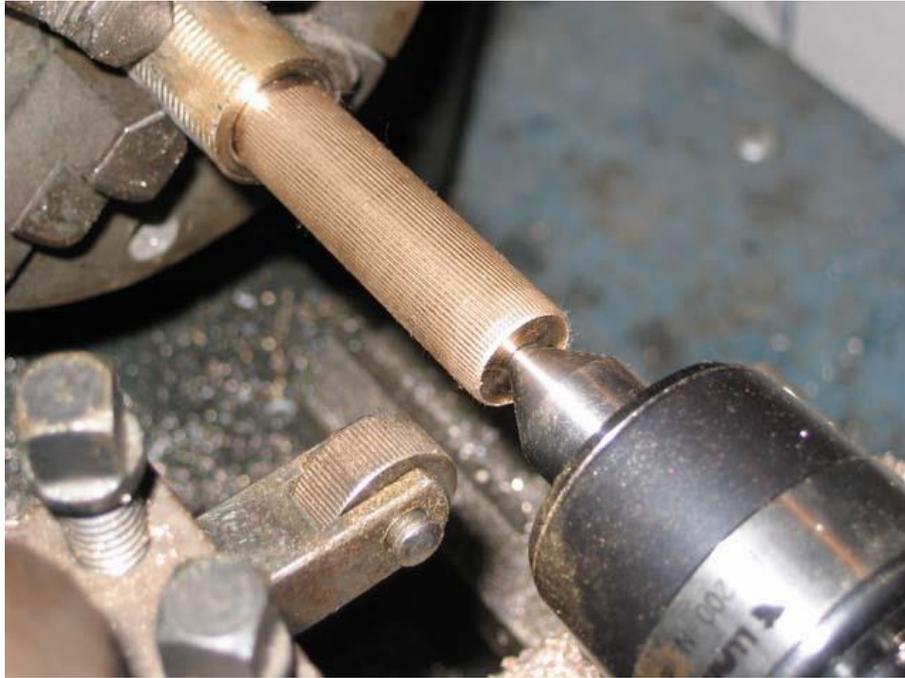


Figura 1.36 Moleteado.

Fuente: <http://blog.espol.edu.ec/vstirape/category/movimientos-de-trabajo-en-la-operacion-de-torneado/>

- b) La fresadora (figura 1.37): es una máquina-herramienta que se utiliza para realizar mecanizados con arranque de virutas mediante una herramienta de corte provista de múltiples aristas cortantes denominada fresa y que gira con un movimiento uniforme y arranca el material a la pieza mientras ésta es empujada hacia ella.

Según Gerling (2002), existen dos procedimientos de fresado: el fresado cilíndrico donde el eje de la fresa se halla dispuesto paralelamente a la superficie de trabajo en la pieza (figura 1.38) y el fresado frontal donde el eje de la fresa es perpendicular a la superficie de trabajo (figura 1.39).



Figura 1.37 Fotografía de una maquina fresadora.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Fresadora>

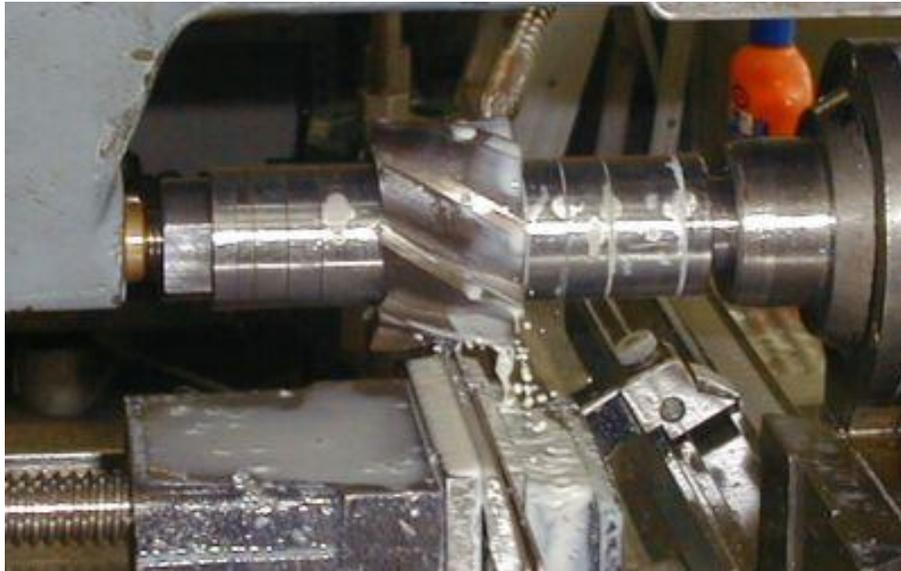


Figura 1.38 Operación de fresado cilíndrico.

Fuente: ingivanfuentesmiranda.es.tl/INICIO.htm

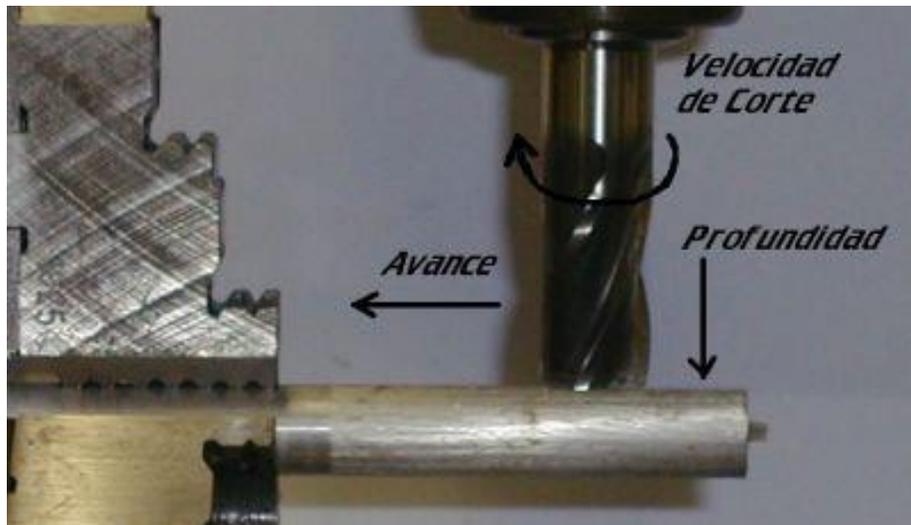


Figura 1.39 Operación de fresado frontal.

Fuente: ingivanfuentesmiranda.es.tl/INICIO.htm

Con la fresadora se pueden realizar un gran número de operaciones dentro de las cuales se pueden enumerar: el planeado de superficies (figura 1.40), mecanizado de ranuras y vaciados (figura 1.41), mecanizado de engranajes (ver figura 1.42), mecanizado de superficies complejas (figura 1.43), entre otros.

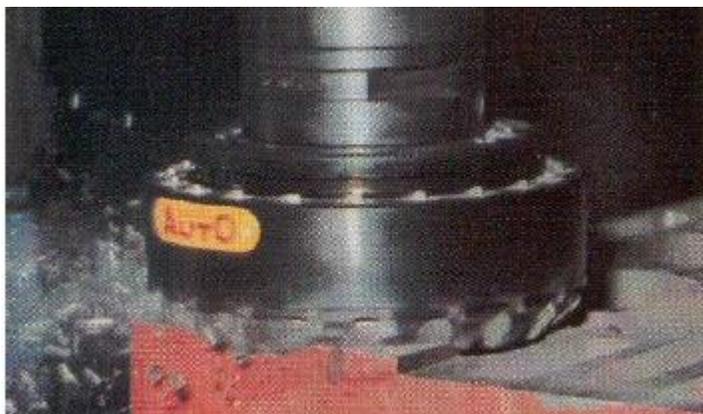


Figura 1.40 Planeado de superficies mediante fresado.

Fuente: http://www.ehu.es/manufacturing/docencia/723_ca.pdf



Figura 1.41 Mecanizado de ranuras y vaciados mediante fresado.

Fuente: http://www.ehu.es/manufacturing/docencia/723_ca.pdf



Figura 1.42 Mecanizado de engranajes mediante fresado.

Fuente: http://www.revistatope.com/176_art_SANDVIK_COROMANT_Fresadoras.html



Figura 1.43 Mecanizado de formas complejas mediante fresado.

Fuente: http://www.ehu.es/manufacturing/docencia/723_ca.pdf

- c) La taladradora (figura 1.44): es una máquina-herramienta que se utiliza para realizar agujeros mediante el arranque de viruta con una herramienta llamada broca (figura 1.45).



Figura 1.44 Fotografía de una maquina taladradora.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Taladradora>



Figura 1.45 Esquema de una broca.

- d) La rectificadora (figura 1.46): es una máquina-herramienta que frecuentemente se utiliza en la etapa final del mecanizado para mejorar el acabado final de las superficies de algunas piezas así como para dar la tolerancia dimensional a la geometría mecanizada, utilizando para ello una muela abrasiva (figuras 1.47 y 1.48).



Figura 1.46 Fotografía de una máquina rectificadora.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Rectificadora>



Figura 1.47 Muela abrasiva utilizada por la rectificadora.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Muela_de_rectificar



Figura 1.48 Muela abrasiva en la operación de rectificado.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Muela_de_rectificar

1.2.4 Los procesos de mejora de propiedades

Son una serie de procesos que se aplican a los materiales metálicos para mejorar propiedades como la dureza, la resistencia mecánica, la rugosidad, la plasticidad, entre otros. Dentro de estos procesos se pueden

citar: los tratamientos térmicos, los tratamientos termoquímicos, los tratamientos superficiales, entre otros.

- a) Los tratamientos térmicos: son procesos que se usan para modificar algunas de las propiedades de las aleaciones ferrosas, mediante la transformación de la estructura cristalina, estos involucran calentamiento y enfriamiento que tiene por objeto modificar la estructura cristalina (en especial, el tamaño del grano), pero manteniendo su composición química inalterable. Dentro de estos tratamientos se pueden mencionar: el recocido, el temple, el revenido, entre otros.
- b) Los tratamientos termoquímicos: son procesos de calentamiento y enfriamiento de los metales, con la aportación de un elemento químico en la superficie. Dentro de estos se pueden mencionar: la cementación, la nitruración, la cianuración y la carbonitruración.
- c) Los tratamientos superficiales: son aquellos que se usan para mejorar algunas de las siguientes características: dureza, rugosidad, reconstrucción dimensional, color, brillo, resistencia a la corrosión, entre otros.

1.2.5 Los procesos de ensamble de piezas

Son aquellos donde el producto se obtiene por la unión de dos o más piezas. Estas uniones pueden ser de dos tipos: las uniones desmontables y las uniones fijas o no desmontables.

- a) Las uniones desmontables: son aquellas que permiten separar las piezas con facilidad, sin romper el medio de unión ni las propias piezas. En este tipo de unión se pueden citar: las uniones roscadas (figura 1.49), las uniones con chavetas, ver figura 1.50,

las uniones con pasadores (figura 1.51), las uniones con guías (figura 1.52), las uniones con ejes estriados (figura 1.53), entre otros.



(a) El elemento roscado

(b) Piezas unidas

Figura 1.49 Piezas unidas con elementos roscados.

Fuente: <http://www.famiq.com.ar/bridas.php>

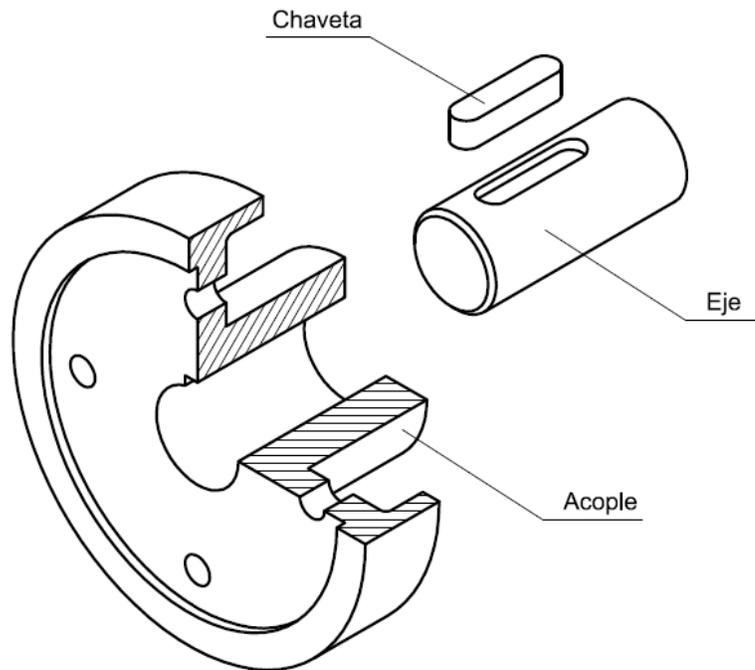


Figura 1.50 Unión con chaveta.



(a) Ejes sin acoplar



(b) Ejes acoplados

Figura 1.53 Unión con ejes estriados.

Fuente: <http://www.rosariojeep.com.ar/foro/viewtopic.php?f=12&t=11068>

b) Las uniones fijas o no desmontables: se realizan con piezas cuyo desmontaje no se prevé durante la vida útil de la máquina, equipo o estructura y para la separación de las piezas es necesario romper el elemento de unión o, en muchos casos deteriorar alguna de las piezas. En este tipo de unión se pueden enumerar: la soldadura (figura 1.54), la unión con pegamento (figura 1.55), la unión con roblones (figura 1.56), montaje de piezas a presión, entre otros.



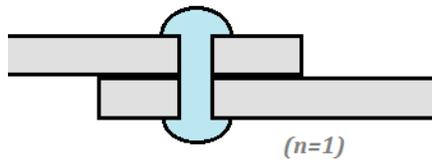
Figura 1.54 Piezas unidas por soldadura.

Fuente: <http://automocion2012.blogspot.com.es/search?updated-max=2013-04-30T14:22:00-07:00&max-results=4&reverse-paginate=true>



Figura 1.55 Unión de piezas mediante pegamento.

Fuente: <http://www.interempresas.net/Ferreteria/FeriaVirtual/Producto-Adhesivo-de-retencion-anaerobico-Loxreal-86-86-88203.html>



(a) Piezas unidas con roblón

(b) El roblón

Figura 1.56 Piezas unidas por roblones.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Remaches>

CAPÍTULO 2

El plano de fabricación y sus elementos técnicos

En este capítulo se define el plano de fabricación y luego se describen los elementos técnicos fundamentales de dicho plano, dentro de los cuales se pueden enumerar: la rotulación, el formato, el cajetín de datos, las líneas y la escala.

2.1 El plano de fabricación

Es un documento que contiene todos los elementos técnicos necesarios y suficientes para identificar y fabricar la pieza, dentro de estos elementos se pueden citar: la rotulación, el formato, el cajetín de datos, las líneas, la escala, las vistas, el acotamiento dimensional, el acotamiento de las tolerancias dimensionales, la indicación de las tolerancias geométricas y la indicación del acabado superficial.

En este capítulo se desarrollará la teoría de los siguientes elementos: la rotulación, el cajetín de datos, las líneas y la escala; y en los capítulos 3, 4, 5, 6 y 7 se desarrollará la teoría concerniente a los principios para la

representación de las vistas, el acotamiento dimensional, el acotamiento de las tolerancias dimensionales, las tolerancias geométricas, y el acabado superficial.

2.2 La rotulación

La rotulación es la técnica utilizada para realizar la escritura de las letras, números y símbolos.

Dentro de las normas internacionales que estandarizan los aspectos técnicos para realizar la rotulación se pueden mencionar las normas DIN-16 y 17 del Manual 2 DIN Normas de dibujo: 1969, y la norma ISO 3098 (1974).

Dentro de los aspectos técnicos más importantes reflejados en estas normas se pueden mencionar: la altura, la inclinación de los caracteres y el espesor de la línea usada en la escritura.

- a) La gama de alturas “h” normalizadas para la escritura son las siguientes: 2,5 - 3,5 – 5 – 7 - 14 y 20 milímetros.
- b) La escritura puede ser “derecha” como se muestra en la figura 2.1 o “cursiva” con inclinación de 15° como se muestra en la figura 2.2.



Figura 2.1 Dimensiones principales de la escritura derecha, ISO 3098 (1974)

Fuente: ISO 3098 (1974)



Figura 2.2 Dimensiones principales de la escritura cursiva, ISO 3098 (1974)

Fuente: ISO 3098 (1974)

Dónde:

- a:** Representa la separación entre letras, números o símbolos.
- b:** Representa la distancia entre líneas de escritura.
- c:** Representa la altura de las letras minúsculas.
- d:** Representa el espesor de la línea utilizada para dibujar la escritura.
- e:** Representa la distancia entre palabras.
- h:** Representa la altura de las letras mayúsculas.

En la tabla 2.1 se muestran las relaciones dimensionales para la escritura corriente.

Tabla 2.1 Relaciones dimensionales de la escritura corriente.

Fuente: Rodríguez y Galarraga (2009)

Características	Relación	Medidas en milímetros						
		2,5	3,5	5	7	10	14	20
h	(10/10)h	2,5	3,5	5	7	10	14	20
c	(7/10)h	-	2,5	3,5	5	7	10	14
a	(2/10)h	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4
b	(14/10)h	3,5	5	7	10	14	20	28
e	(6/10)h	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12
d	(1/10)h	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2

- c) Los espesores “d” normalizados de la línea usada para realizar la rotulación son: 0,18 – 0,25 – 0,5 – 0,7 – 1 y 2 milímetros.

La rotulación se puede realizar “a mano”, con “plantillas” o con las herramientas de texto de los programas de diseño asistido por computadora. En la rotulación a mano se pueden trazar líneas guías finas y continuas con un espesor aproximado de 0,18 milímetros que garanticen la linealidad y la altura de la escritura como se muestran en la figura 2.3. La altura es la misma especificada en el punto “a” de la página 36.

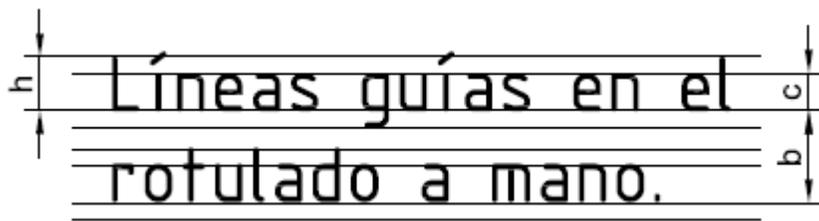


Figura 2.3 Líneas guías en el rotulado a mano.

2.3 El formato

El formato es una hoja de papel con geometría rectangular, al cual se le dibujan una serie de elementos gráficos, dentro de los cuales se pueden mencionar: un recuadro de dibujo, un cajetín de rotulación, señales de centrado, señales de orientación, una graduación métrica, un sistema de coordenadas y señales de corte.

En nuestro país las normas que han sido utilizadas para establecer los aspectos técnicos del formato son: la DIN-476 del Manual 2 DIN Normas de dibujo (1969), la UNE-EN ISO 5457 (2000) la cual adopta íntegramente a la ISO 5457 (1999) y la Covenin 3477 (1999).

La norma UNE-EN ISO 5457 (2000), establece varios aspectos técnicos para la elaboración de un formato, de los cuales se van a mencionar los siguientes:

- a) Esta norma considera dos grupos de formatos los de la serie “A” ver figuras 2.4 y 2.5, cuyas dimensiones se muestran en la tabla 2.2, y los alargados los cuales la misma norma no recomienda su uso.

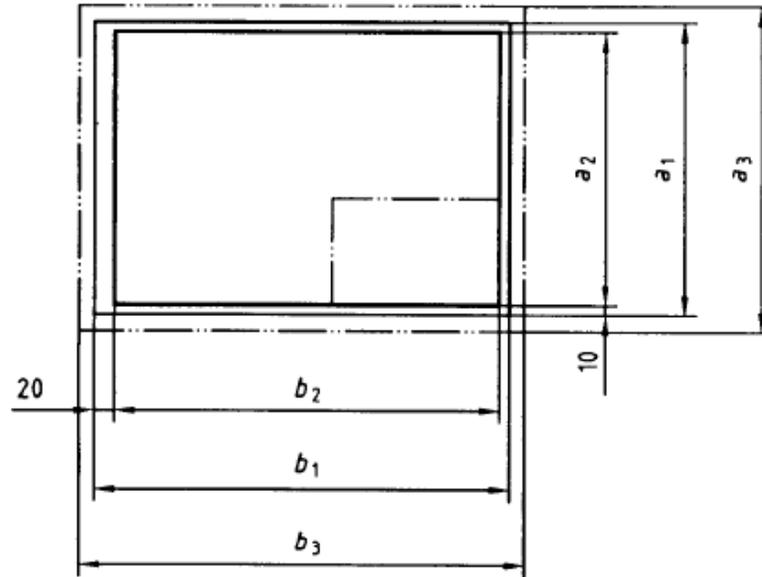


Figura 2.4 Esquema dimensional de formatos de A3 al A0.
Fuente: UNE-EN ISO 5457 (2000).

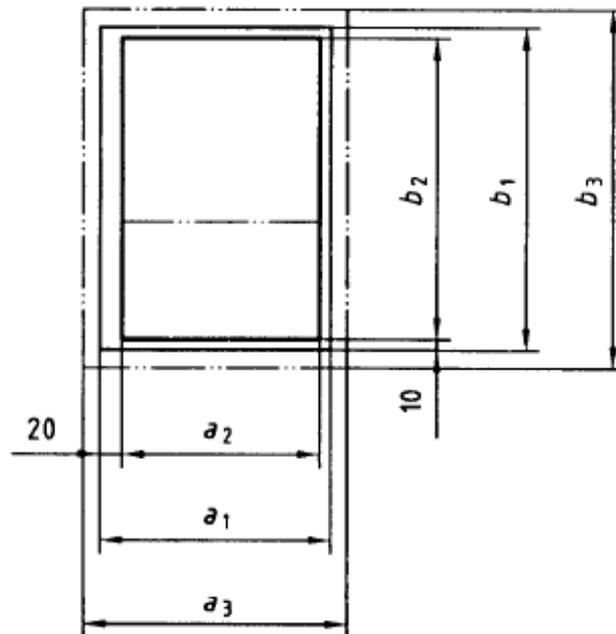


Figura 2.5 Esquema dimensional del formato A4.
Fuente: UNE- EN ISO 5457 (2000).

Tabla 2.2 Dimensiones principales de los formatos de la serie A.

Fuente: UNE-EN ISO 5457 (2000).

Designación	Hoja terminada		Área de dibujo		Hoja provisional	
	a1	b1	a1(±0,5)	b2(±0,5)	a3(±2)	b3(±2)
A0	841	1189	821	1159	880	1230
A1	594	841	574	811	625	880
A2	420	594	400	564	450	625
A3	297	420	277	390	330	450
A4	210	297	180	277	240	330
Dimensiones en milímetros						

- b) El margen del lado izquierdo debe tener un ancho de 20 milímetros debido a que suele utilizarse como margen para encuadernación y el resto de los márgenes 10 milímetros, ver figura 2.6.
- c) El recuadro que delimita el área de dibujo se debe trazar con línea continua gruesa de un espesor de 0,7 milímetros, ver figura 2.6.
- d) Los formatos A3, A2, A1 y A0 solo se usan en posición horizontal y el cajetín de datos debe colocarse en la esquina inferior derecha como se muestra en la figura 2.6.

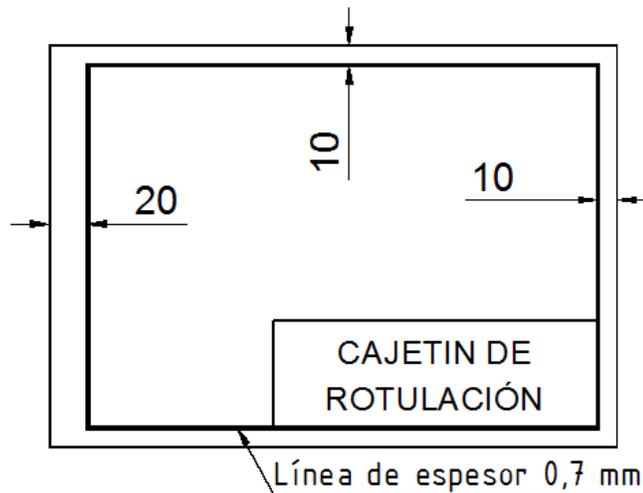


Figura 2.6 Ubicación del cajetín de rotulación en los formatos del A3, A2, A1 y A0.

Fuente: UNE-EN ISO 5457 (2000).

- e) En el formato A4 el cajetín de datos se coloca en el lado más corto como se muestra en la figura 2.7.

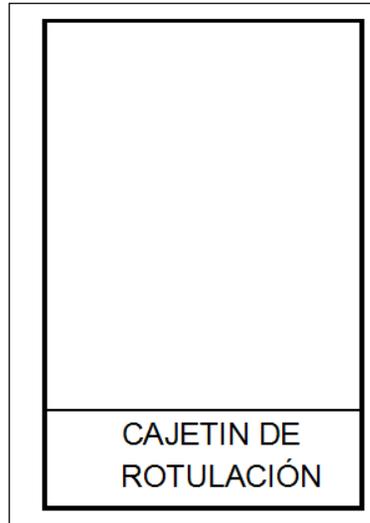


Figura 2.7 Ubicación del cajetín de rotulación en el formatos del A4.

Fuente: UNE-EN ISO 5457 (2000).

- f) El sentido de lectura del dibujo debe ser el mismo del cajetín de datos.
- g) Para facilitar el fotocopiado de los planos a los formatos se les dibujan cuatro señales de centrado como se muestra en la figura 2.8, las cuales se trazan con un espesor mínimo de 0,7 milímetros y que parten de la línea del área de dibujo y lo sobrepasan cinco (5) milímetros.

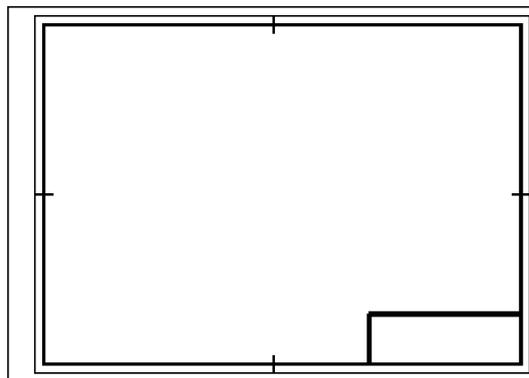


Figura 2.8 Señales de centrado.

Fuente: UNE-EN ISO 5457 (2000).

- h) Para facilitar el corte de los formatos, se pueden agregar dos rectángulos sobrepuestos de 10x5 milímetros como se muestra en la figura 2.9.

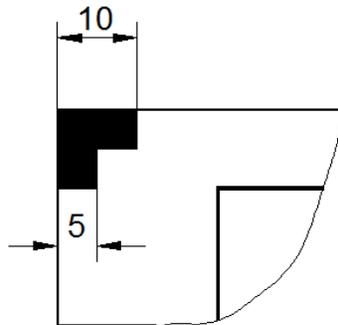


Figura 2.9 Señales de corte.
Fuente: UNE-EN ISO 5457 (2000).

- i) Se recomienda colocar un sistema de coordenadas en los formatos, que facilite la localización en el dibujo de detalles y modificaciones. El número de divisiones debe ser par con una dimensión que varíe entre 25 y 75 milímetros como se muestra en la figura 2.10.

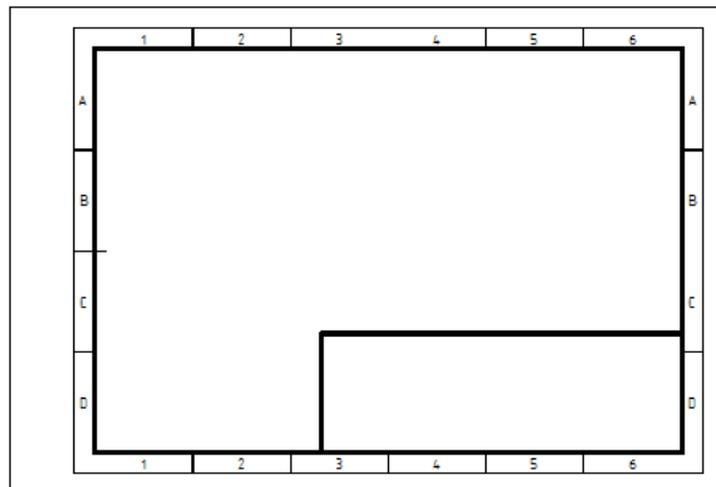


Figura 2.10 Sistema de coordenadas.
Fuente: UNE-EN ISO 5457 (2000).

2.4 El cajetín de rotulación o datos

La norma UNE-EN ISO 7200 (2004), la cual adopta íntegramente a la norma ISO 7200 (2004); lo define como uno o varios rectángulos adyacentes, que pueden dividirse en casillas y que sirven para colocar información escrita.

Dentro de la información que se puede colocar en el cajetín de datos se encuentran: el número del plano, el nombre del dibujo, el material de la pieza, el nombre del propietario del dibujo, los nombres y firmas de las personas involucradas con la elaboración, revisión y aprobación del plano, las fechas de elaboración, revisión y aprobación del plano, índices de revisión, símbolo indicativo del método de proyección, la escala principal, la indicación de las tolerancias generales, entre otros, ver figura 2.11.

					PLANOS DE REFERENCIA		PESO	TOLERANCIAS DE MEDIDAS GENERALES SEGUN ISO 2768	ESCALA
					N/A		4.5 Kg.		1:1
					 FACULTAD DE INGENIERIA	MATERIAL: ASTM A743 CF 8M			PIEZA No 524
0	IC-001-11	01.10.11	----	MIGUEL R.		NOMBRE: TAPA DE PRESIÓN			
No	CAMBIO	FECHA	ZONA	REVISO		PLANO No.: ME-221-3			PAGINA No 1
	DIBUJO	10/10/2011		PEDRO PEREZ		MEDIDAS EN MILIMETROS			DE:
	REVISO	10/10/2011		M. RODRIGUEZ		SUSTITUYE A: N/A			1
	APROBO	10/10/2011		CESAR CAMPOS	SUSTITUIDO POR: N/A				
	2011	FECHA		NOMBRE	MODELO No. N/A				

Figura 2.11 Cajetín de rotulación o datos.

2.5 La escala

La escala es un factor de proporcionalidad que permite ajustar las dimensiones de la pieza a las dimensiones del formato seleccionado para dibujar el plano. Si la pieza es muy grande como por ejemplo el cigüeñal de un buque petrolero, se usa una escala de reducción para disminuir las dimensiones de las vistas del objeto; si la pieza es muy pequeña por ejemplo una pieza de un reloj de pulsera, para realizar el plano de fabricación de la misma debe usarse una escala de ampliación y si la pieza posee unas

dimensiones que permiten dibujar las vistas con sus dimensiones reales se usa una escala natural.

La norma UNE-EN ISO 5455 (1996), la cual adopta íntegramente a la norma ISO 5455 (1979); la define como la relación entre la medida lineal representada en el dibujo y la medida lineal del objeto.

La escala se puede expresar mediante la ecuación 2.1.

$$\text{Escala} = \frac{\text{Medida lineal representada en el dibujo}}{\text{Medida lineal del objeto}} \quad (2.1)$$

2.5.1 Tipos de escala

Escala natural: es aquella donde la relación entre la medida lineal representada en el dibujo y la medida lineal del objeto es igual a la unidad, se expresa (Escala 1 : 1).

Escala de reducción: es aquella donde el valor de la relación entre la medida lineal representada en el dibujo y la medida lineal del objeto es inferior a la unidad, se expresa (Escala 1 : K).

Escala de ampliación: es aquella donde el valor de la relación entre la medida lineal representada en el dibujo y la medida lineal del objeto es superior a la unidad, se expresa (Escala K : 1).

Cuando en un plano se usan varias escalas, la principal se escribe en el cajetín de rotulación y las secundarias al lado del detalle con escala diferente a la principal.

2.5.2 Escalas recomendadas

En la tabla 2.3 se muestran las escalas recomendadas por la norma UNE-EN ISO 5455 (1979).

Tabla 2.3 Escalas recomendadas por la norma ISO 5455 (1979).

Fuente: UNE-EN ISO 5455 (1996)

Tipo de escala	Escala recomendada.		
Natural	1:1		
Reducción	1:2	1:5	1:10
	1:20	1:50	1:100
	1:200	1:500	1:1000
	1:2000	1:5000	1:10000
Ampliación	50:1	20:1	10:1
	5:1	2:1	

2.5.3 Selección de la escala

La escala se elige en función de la complejidad de la pieza a representar y del tamaño del formato a utilizar, lo cual debe permitir una interpretación del plano sencilla y sin ambigüedades.

Cuando una pieza presente detalles muy pequeños y que no sean de fácil visualización a la escala principal del dibujo, la zona requerida debe encerrarse con un círculo e identificarse con una letra mayúscula, luego el detalle debe dibujarse a una escala mayor e identificarse como se muestra en la figura 2.12.

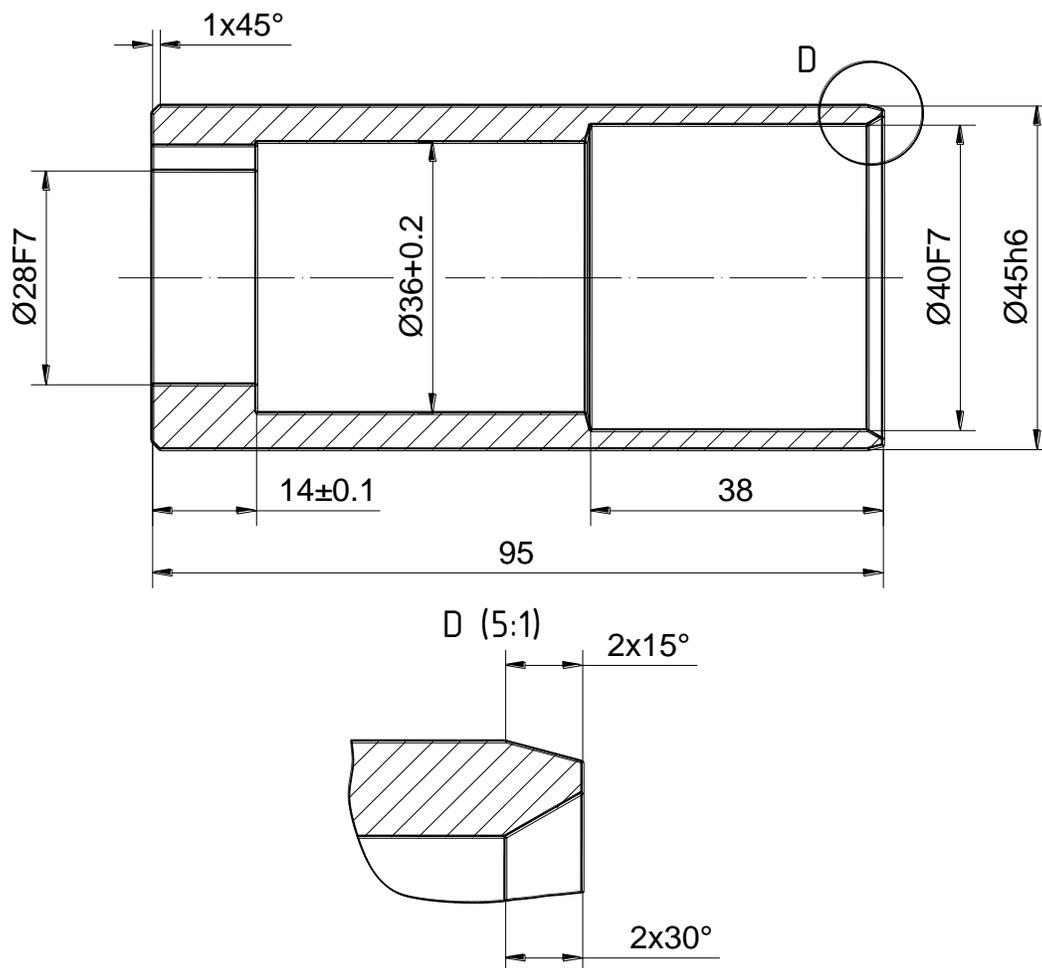


Figura 2.12 Representación de la escala en un detalle ampliado.

2.6 Líneas normalizadas

Se utilizan para varios fines, dentro de los cuales se pueden mencionar los siguientes: delimitación del área de dibujo, indicación de contornos visibles y ocultos, indicación de ejes de centros y simetría, indicación de planos de corte, en el acotamiento dimensional de la pieza, para la indicación de roscas, entre otros. Dichas líneas han sido estandarizadas por diferentes organizaciones, siendo una de ellas la Organización Internacional de Estandarización (ISO), la cual establece diez (10) tipos de líneas en la norma

UNE 1-032 ISO 128 (1982), la cual adopta la ISO 128 (1982). En la figura 2.13 se muestra el dibujo de un dispositivo donde se indican algunas aplicaciones características de dichas líneas y en la tabla 2.4 se proporciona un listado de éstas con su designación y algunas aplicaciones de cada una de ellas.

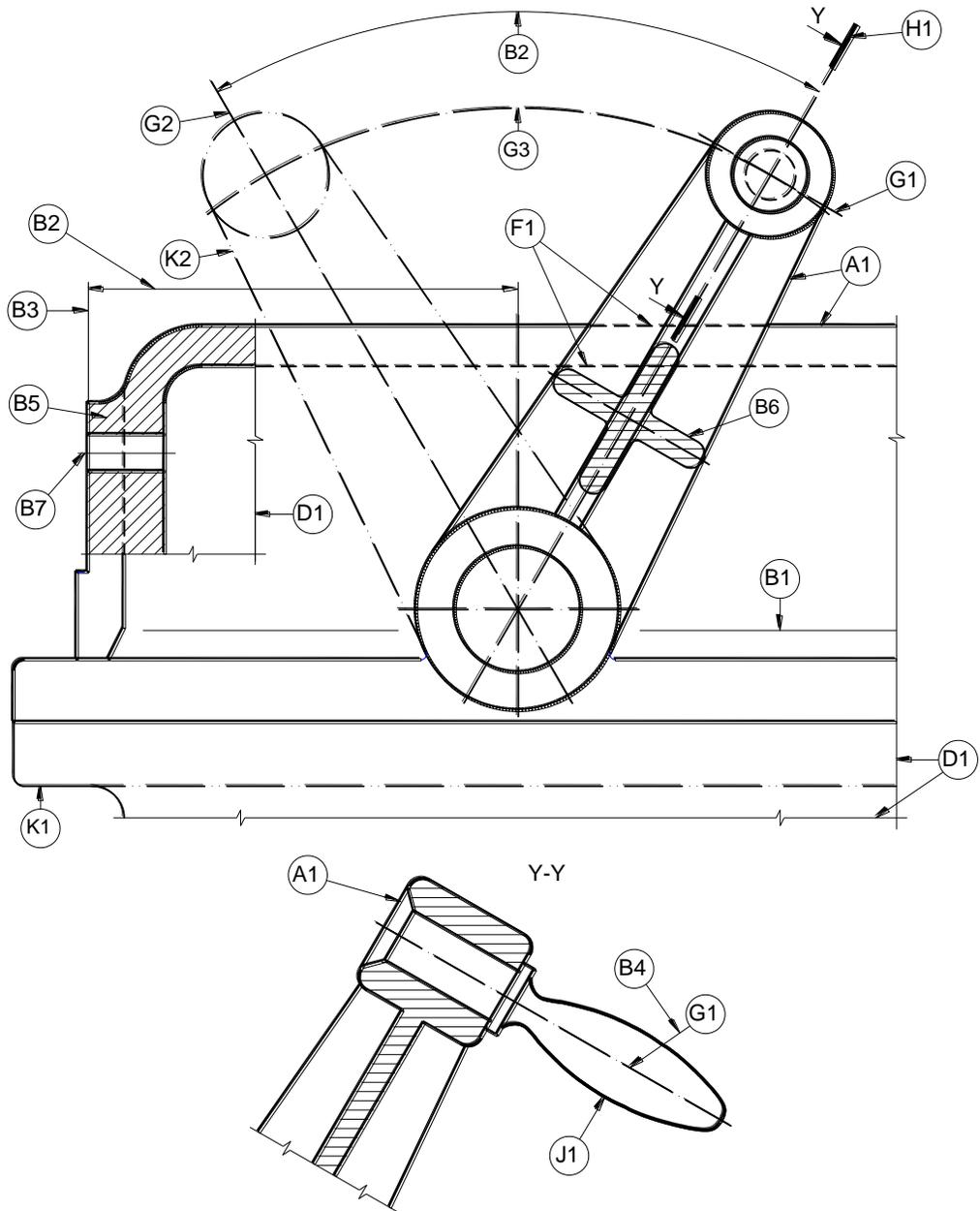


Figura 2.13 Aplicaciones de las líneas estandarizadas por la ISO 128 (1982).

Fuente: UNE 1-032 ISO 128 (1982)

Tabla 2.4 Líneas establecidas en la norma ISO 128 (1982).

Fuente: UNE 1-032 ISO 128 (1982)

Marca	Tipo de línea	Designación	Aplicaciones generales
A		Continua gruesa.	A1: Contornos visibles.
			A2: Aristas visibles.
B		Continua fina.	B1: Líneas ficticias visibles.
			B2: Líneas de cota.
			B3: Líneas de proyección.
			B4: Líneas de referencia.
			B5: Rayados de corte.
			B6: Contornos de secciones abatidas.
			B7: Ejes de simetría cortos.
C		Continua fina a mano alzada.	C1: Límites de vistas y cortes parciales.
D		Continua fina con zigzag.	D1: Límites de vistas y cortes parciales cuando el dibujo ha sido con herramientas computacionales.
E		Gruesa de trazo.	E1: Contornos ocultos.
			E2: Aristas ocultas.
F		Fina de trazos.	F1: Contornos ocultos.
			F2: Aristas ocultas.
G		Fina de trazos y puntos.	G1: Ejes de revolución
			G2: Ejes de simetría
			G3: Trayectorias
H		Fina de trazos y puntos, gruesa en los extremos y en los cambios de dirección	H1: Trayectoria del plano de corte.
J		Gruesa de trazos y puntos.	J1: Indicación de líneas o superficies que requieren especificaciones particulares.

Tabla 2.4 Líneas establecidas en la norma ISO 128 (1982). Continuación

Fuente: UNE 1-032 ISO 128 (1982)

Marca	Tipo de línea	Designación	Aplicaciones generales
K		Fina de trazos y doble punto.	K1: Contornos de piezas adyacentes.
			K2: Posiciones intermedias y extremas de piezas móviles.
			K3: Líneas de centros de gravedad
			K4: Contornos iniciales antes del conformado.
			K5: Partes situadas delante de un plano de corte.

2.6.1 Espesor de las líneas

La norma UNE 1-032 ISO 128 (1982), establece que la relación entre el espesor de la línea gruesa y fina no debe ser inferior a dos (2). Esta norma recomienda los siguientes valores para los espesores de las líneas: 0,18 – 0,25 – 0,35 – 0,5 – 0,7 – 1 – 1,4 – 2 milímetros. Sin embargo es pertinente comentar que el espesor 0,18 puede producir problemas durante el proceso de la reproducción del plano.

2.6.2 Orden de prioridad de las líneas coincidentes

Si dos o más líneas de tipos diferentes coinciden la norma UNE 1-032 ISO 128 (1982) recomienda el siguiente orden de prioridad:

- a) Contornos y aristas visibles.
- b) Contornos y aristas ocultas.
- c) Trazas de planos de corte.
- d) Ejes de revolución y líneas de simetría.
- e) Líneas de centros de gravedad.
- f) Líneas de proyección.

2.6.3 Líneas de referencia

La norma UNE 1-032 ISO-128 (1982) establece que se utilizan para identificar objetos, contornos y dimensiones; y donde uno de sus extremos debe terminar en:

Un punto, si la línea termina en el interior del contorno del objeto representado como se muestra en la figura 2.14a.

Una flecha, si la línea termina en el contorno del objeto como se muestra en la figura 2.14b.

Sin punto ni flecha, si la línea se usa para colocar notas en una línea de cota como se muestra en la figura 2.14c.

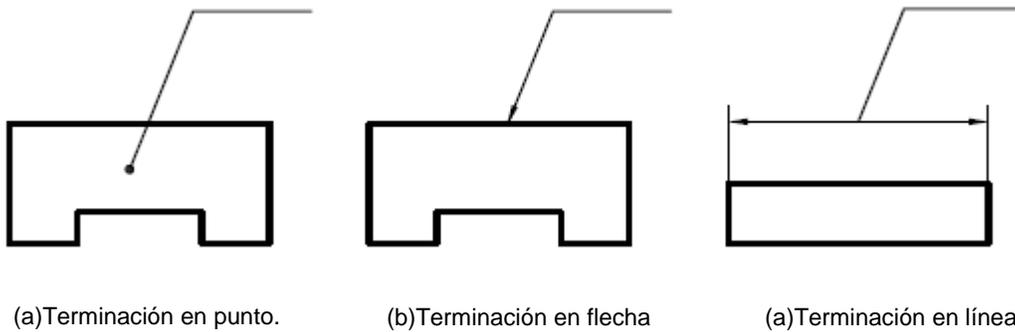


Figura 2.14 Aplicaciones de las líneas de referencia.

CAPÍTULO 3

Principios para la representación de las vistas

En este capítulo se describen los principios para la representación de las vistas de una pieza; los cuales incluyen: como se denominan, los métodos de proyección normalizados para dibujarlas y cuales son los criterios para su escogencia, los principios para la aplicación de los cortes y las secciones.

3.1 La vista de una pieza

Es la representación gráfica resultante de la proyección de todos los elementos geométricos (puntos, aristas, generatrices y/o superficies) que delimitan al objeto, sobre una superficie plana. Para realizar dicha proyección la pieza debe colocarse con sus superficies principales paralelas y/o perpendiculares a la superficie de proyección como se muestra en la figura 3.1.

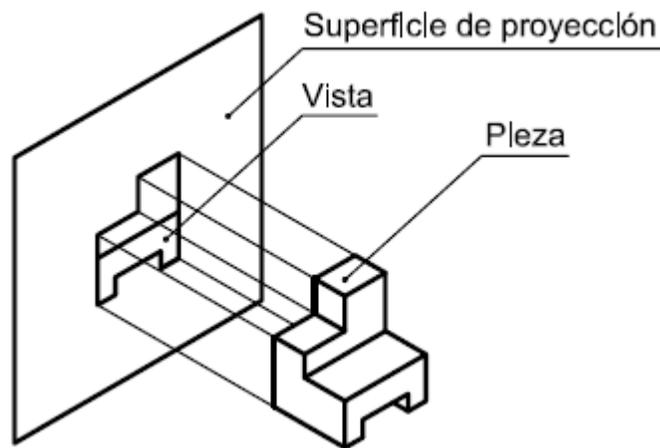
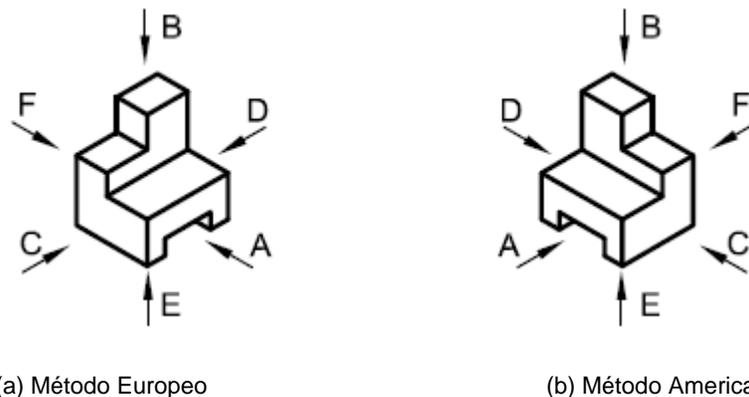


Figura 3.1 Proyección de la vista de una pieza.

Existen muchas normas que establecen los aspectos técnicos para la obtención y distribución de las vistas de una pieza, dentro de las cuales se pueden citar el Manual 2 DIN Normas de dibujo (1969), la EN 1-032 ISO-128 (1982), UNE-EN ISO-5456-2 (1996) y la COVENIN-251 (1981).

3.1.1 Denominación de las vistas

Las normas EN 1-032 ISO 128 (1982) y la UNE-EN ISO-5456-2 (1996), establecen que las vistas de una pieza se denominan en función de la dirección del observador como se muestra en la figura 3.2.



(a) Método Europeo

(b) Método Americano

Figura 3.2 Posiciones del observador para la denominación de las 6 vistas principales.

Dónde:

La dirección “A”, indica la vista frontal o alzado (VF).

La dirección “B”, indica la vista superior o planta (VS).

La dirección “C”, indica la vista izquierda o lateral izquierda (VLI).

La dirección “D”, indica la vista derecha o lateral derecha (VLD).

La dirección “E”, indica la vista inferior (VI)

La dirección “F”, indica la vista posterior (VP)

3.1.2 Métodos de proyección para la obtención de las vistas principales

Las normas UNE 1-032 ISO 128 (1982) y la UNE-EN ISO-5456-2 (1996), establecen tres técnicas de proyección para la obtención de las vistas de una pieza. Esto no significa que cada técnica visualice las vistas del objeto en forma diferente, solo hay diferencia en cómo se ubican y distribuyen las mismas en el plano.

a) Método de proyección del primer triedro o también denominado método E (Método Europeo)

Para la aplicación de este método se hacen las siguientes consideraciones:

- Para realizar las proyecciones de las vistas principales del objeto, se utiliza el primer triedro de un sistema formado por tres planos principales de proyección; uno horizontal (PH), uno vertical (PV) y uno lateral (PL) y los cuales se encuentran ortogonales entre sí como se muestra en la figura 3.3.

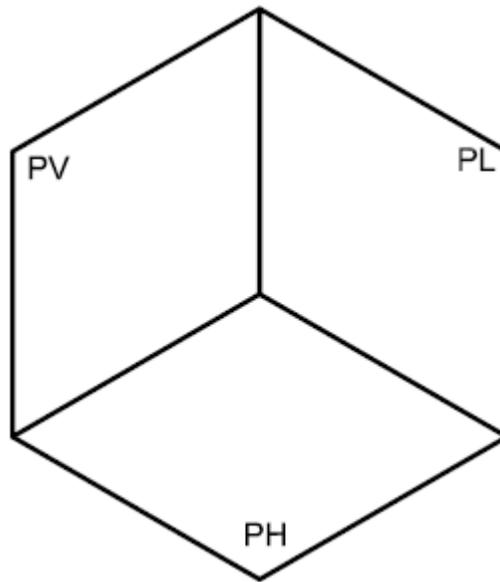


Figura 3.3 Representación isométrica del sistema de proyección usado en el método E.

- Los planos de proyección son considerados opacos, es decir no se puede ver a través de ellos.
- El objeto se coloca entre el observador y el plano de proyección como se muestra en la figura 3.4.

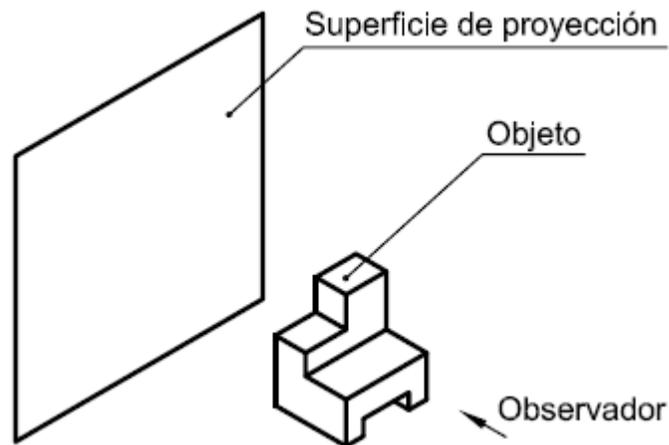


Figura 3.4 Posición del observador en el método E.

- El tipo de proyección utilizada es cilíndrica ortogonal, es decir que los rayos proyectantes son paralelos entre si y perpendiculares a la superficie de proyección como se muestra en la figura 3.5.

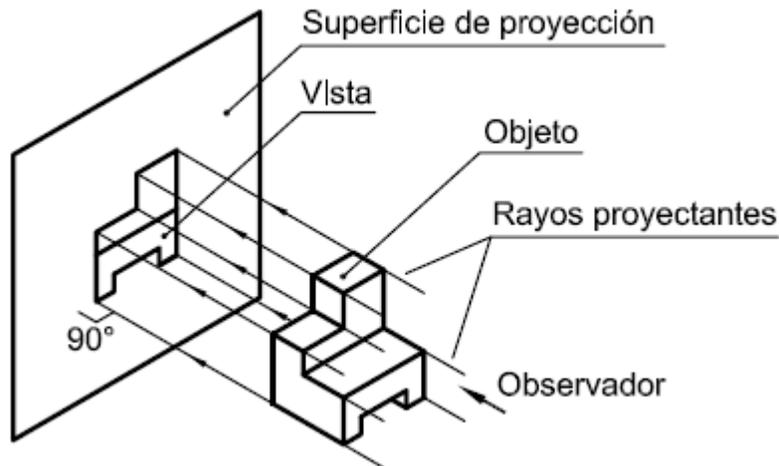


Figura 3.5 Rayos proyectantes en el método E.

- La unidad de longitud lineal es el milímetro (mm).
- La pieza se coloca con sus caras o ejes principales paralelos a los planos de proyección.
- La pieza se orienta de tal forma que la vista con más detalles geométricos (VF) se proyecte sobre el plano vertical.
- Las piezas se colocan preferiblemente en su posición principal de mecanizado o montaje.
- Para indicar el uso de este método, se coloca en el cajetín de rotulación el símbolo que se muestra en la figura 5.6, el cual representa la vista frontal y lateral izquierda de un cono truncado.

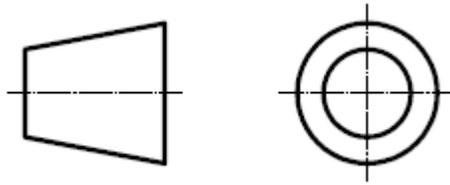


Figura 3.6 Símbolo utilizado para identificar el método E.

Fuente: UNE-EN ISO 5456 (1996)

Aplicación del método E:

- Colocar la pieza en el sistema de proyección, dejándola ligeramente separada de cada uno de los planos de proyección, como se muestra en la figura 3.7.
- Ubicar los observadores que proyectan sobre cada uno de los planos como se muestra en la figura 3.8.

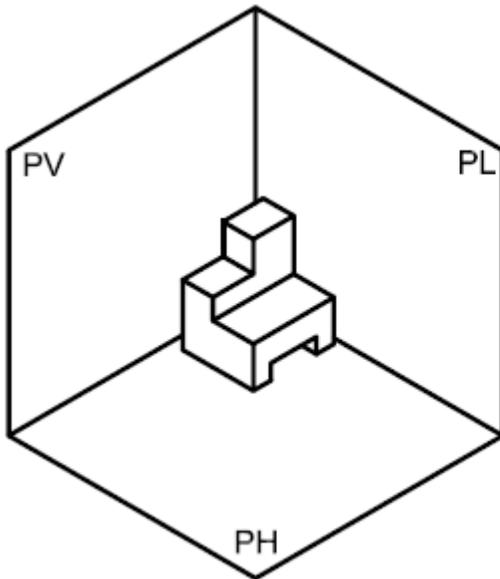


Figura 3.7 Colocación de la pieza en el triedro usado en el método E.

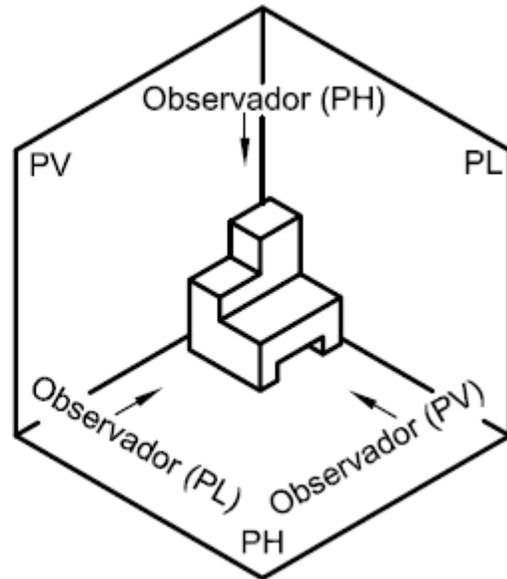


Figura 3.8 Ubicación de los observadores en el método E.

- Realizar la proyección de las vistas sobre cada uno de los planos respectivos como se muestra en la figura 3.9.

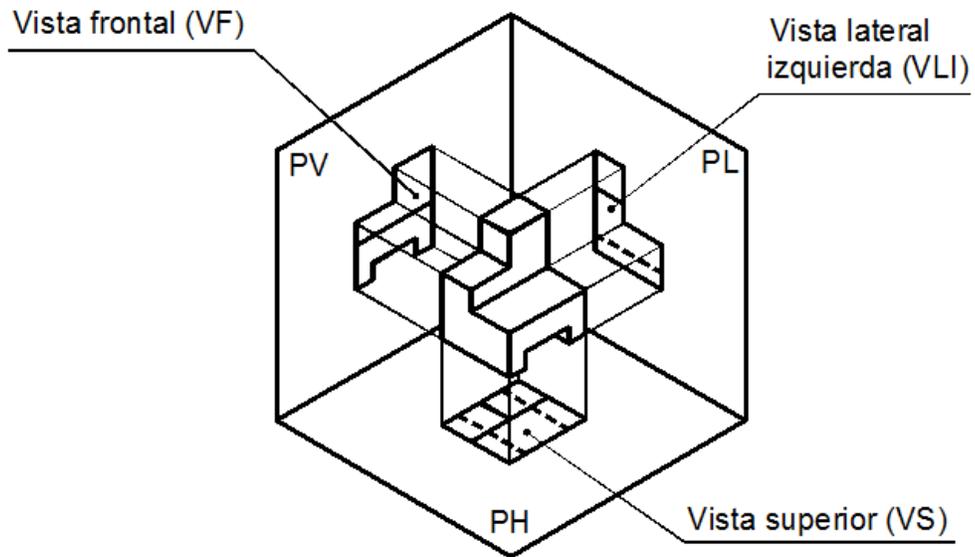


Figura 3.9 Proyección espacial de las tres vistas principales de una pieza en el método E.

- Retirar la pieza del sistema de proyección como se muestra en la figura 3.10.

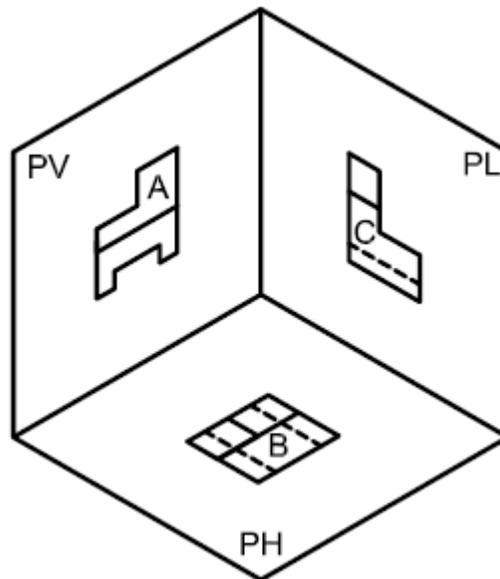


Figura 3.10 Representación espacial de las tres vistas en el método E.

- Desarrollar el sistema de proyección para que las tres vistas queden ubicadas en una superficie única, para ello se realiza un corte por el eje “Y” (línea de intersección entre el plano horizontal y el plano lateral), y luego girando los planos horizontal y lateral noventa grados (90°) como se muestra en la figura 3.11.

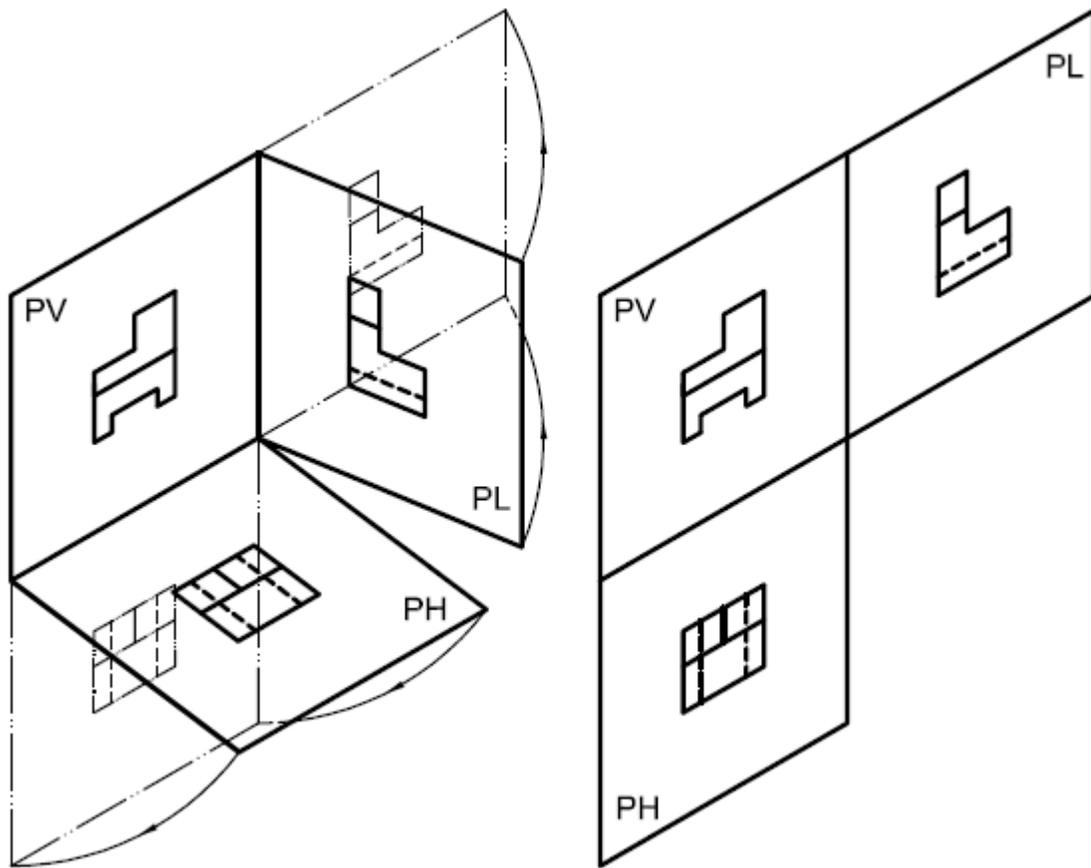


Figura 3.11 Representación del abatimiento de los planos de proyección del método E.

- Realizar un giro de treinta grados (30°) al sistema de proyección alrededor de la línea de intersección entre los planos vertical y lateral (figura 3.12), de tal manera que las aristas principales de las vistas se muestren ortogonales entre si, como se observa en la figura 3.13.

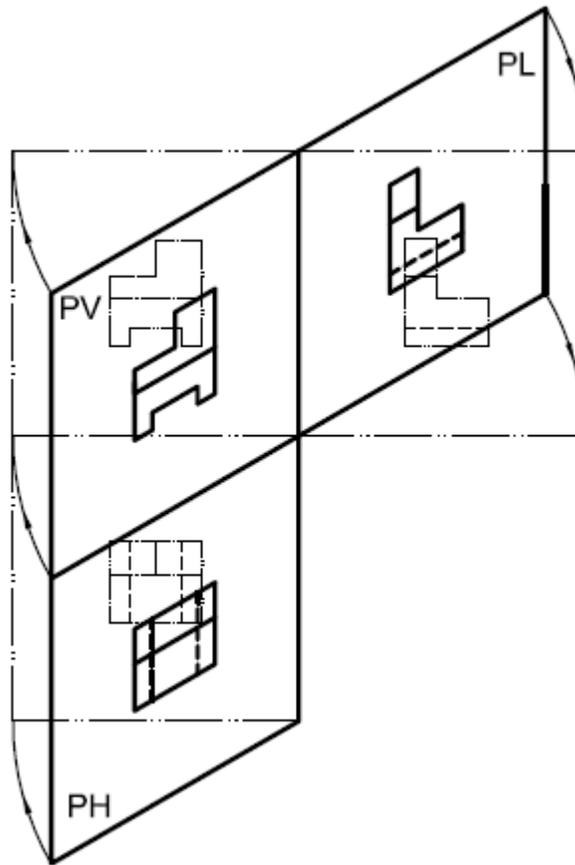


Figura 3.12 Representación del giro de 30° de los planos de proyección en el método E.

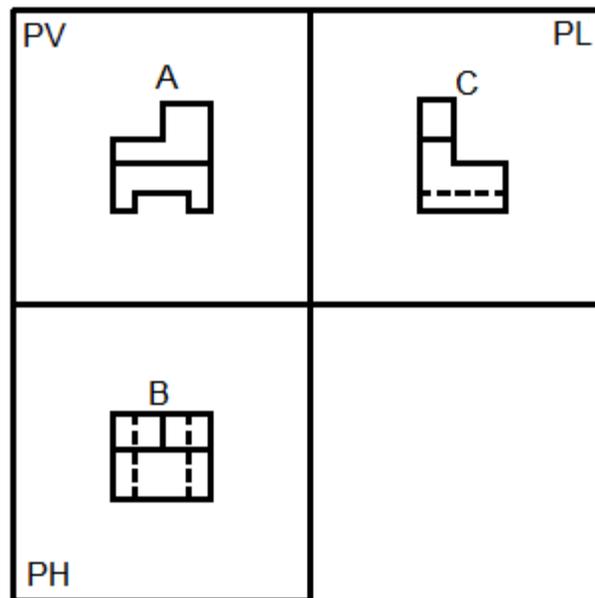


Figura 3.13 Representación ortogonal de las tres vistas principales en los planos de proyección.

- Finalmente, eliminar las líneas usadas para delimitar los planos de proyección y las vistas quedan como se muestran en la figura 3.14.

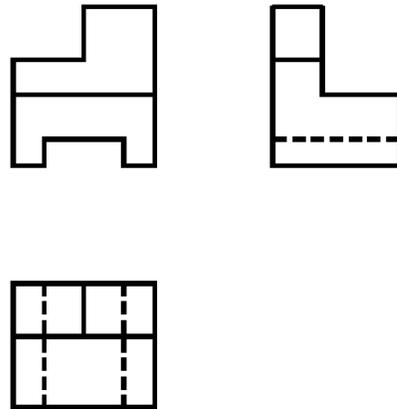


Figura 3.14 Representación ortogonal de las tres vistas principales, de acuerdo al método E.

Para la obtención de las seis (6) vistas principales se realiza el siguiente procedimiento:

- ✓ Colocar tres planos adicionales de proyección, paralelos a cada uno de los planos principales y los cuales al intersectarse generan un cubo como se muestra en la figura 3.15.

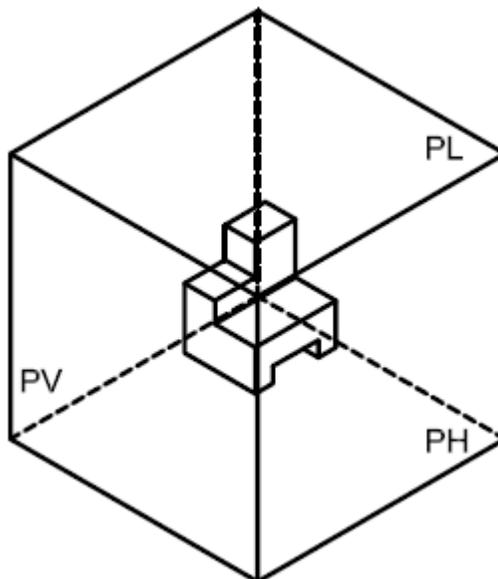


Figura 3.15 Cubo para la obtención de las seis vistas en el método E.

- ✓ Proyectar las vistas de la pieza sobre cada cara del cubo, como se muestra en la figura 3.16.

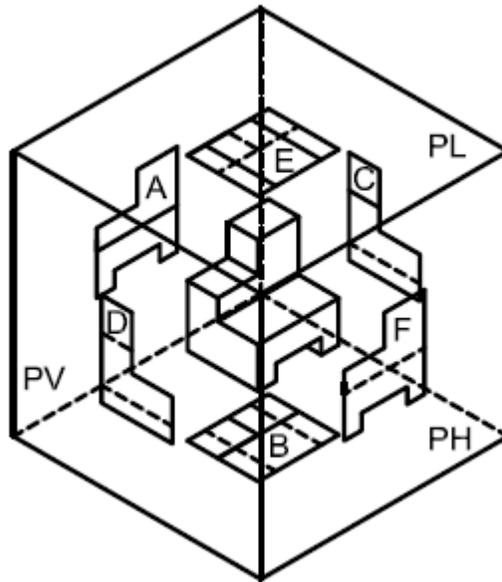


Figura 3.16 Representación isométrica de las seis vistas de la pieza en el método E.

- ✓ Retirar la pieza del sistema de proyección como se muestra en la figura 3.17.

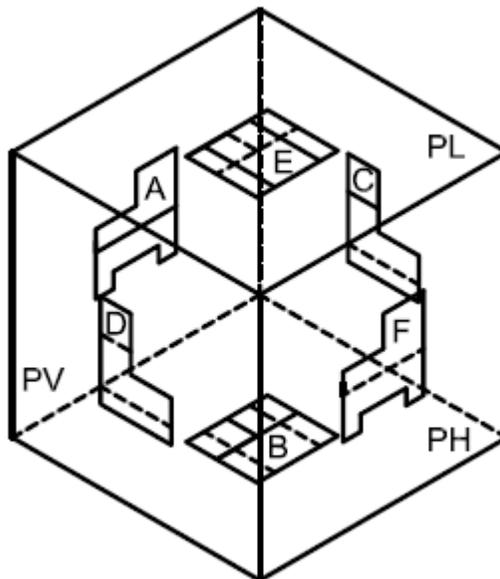


Figura 3.17 Retiro de la pieza del cubo usado en el método E.

- ✓ Desarrollar el cubo, de tal manera que las vistas queden ubicadas en una superficie única como se muestra en la figura 3.18.

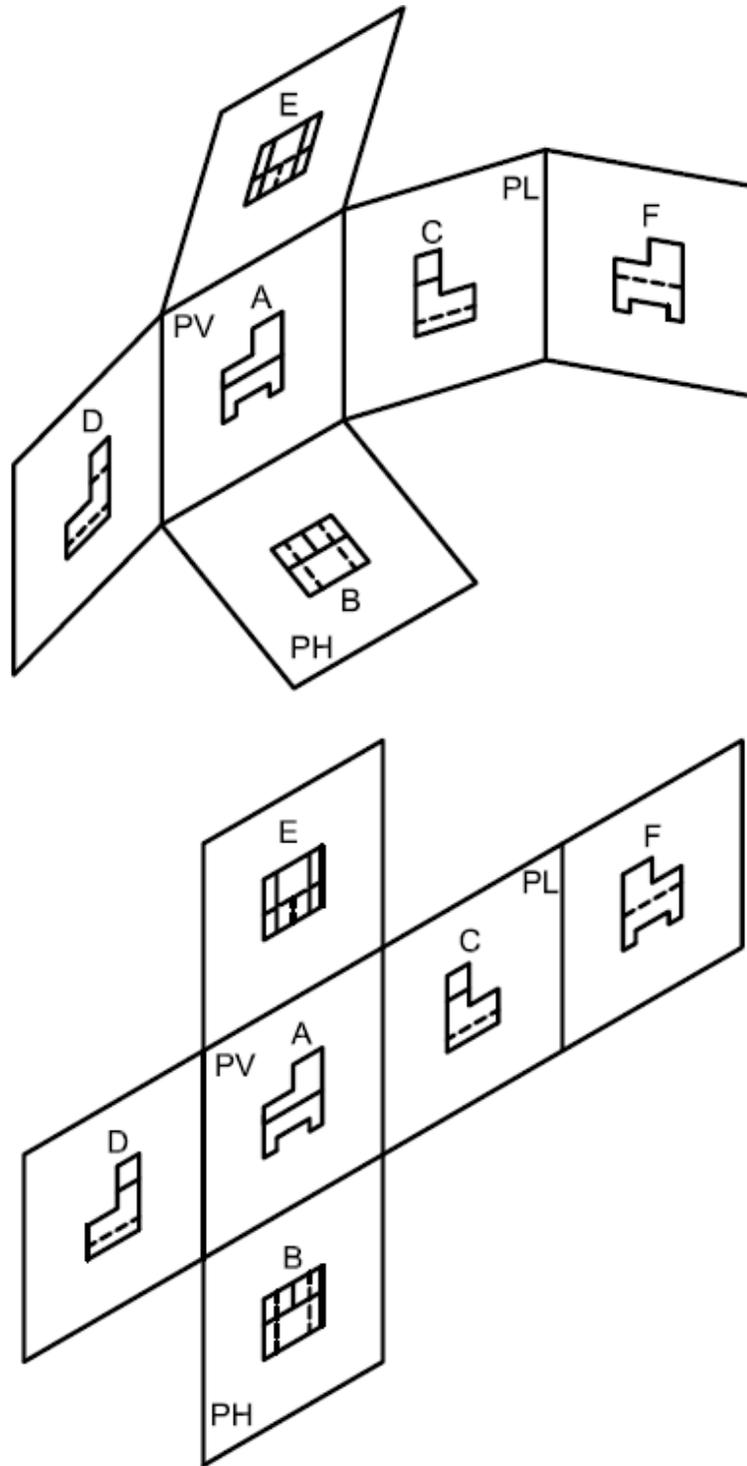


Figura 3.18 Desarrollo del cubo en el método E.

- ✓ Realizar un giro de treinta grados (30°) al sistema y se eliminan las líneas usadas para delimitar los planos de proyección, quedando las vistas como se muestran en la figura 3.19.

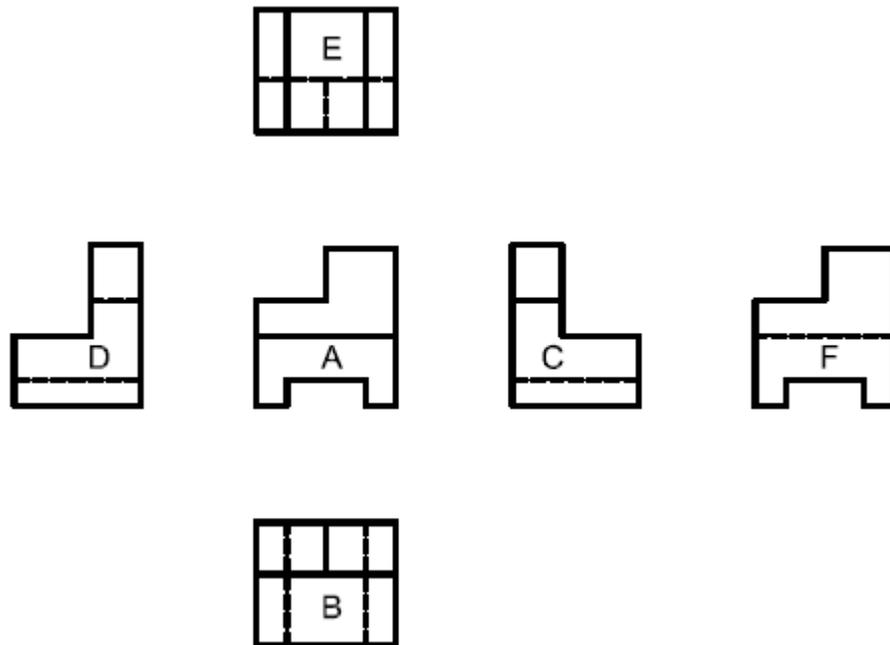


Figura 3.19 Distribución ortogonal de las seis vistas en el método E.

b) Método de proyección del tercer triedro o también denominado método A (Americano)

Para la aplicación de este método se hacen las siguientes consideraciones:

- Para realizar las proyecciones de las vistas principales del objeto, se utiliza el tercer triedro del mismo sistema utilizado en el método E como se muestra en la figura 3.20.
- Los planos de proyección son considerados transparentes.

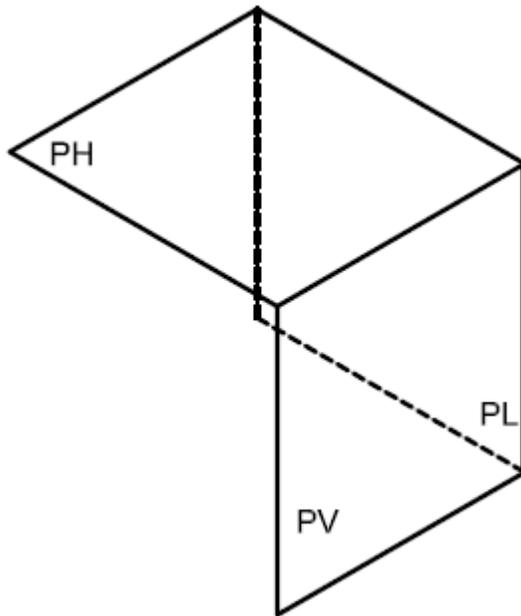


Figura 3.20 Representación isométrica del sistema de proyección usado en el método A.

- El plano de proyección se ubica entre el observador y el objeto como se muestra en la figura 3.21.

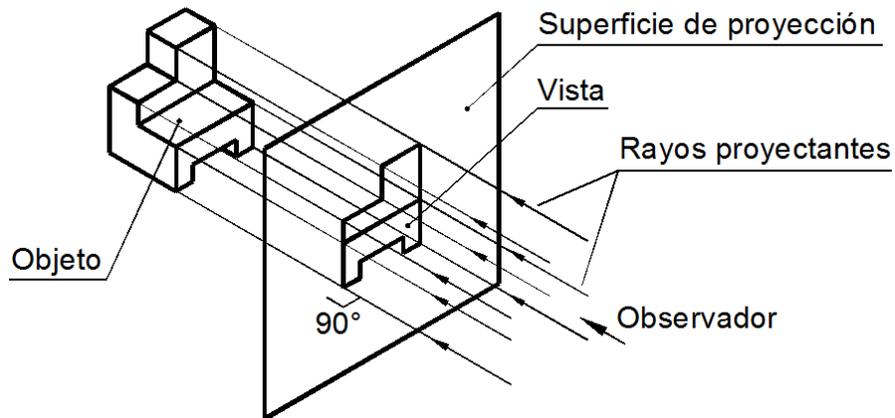


Figura 3.21 Posición del observador en el método A.

- El tipo de proyección utilizada es cilíndrica ortogonal.
- La unidad de longitud lineal es la pulgada.

- La pieza se coloca con sus caras o ejes principales paralelos a los planos de proyección.
- La pieza se orienta de tal forma que la vista con más detalles geométricos (VF) se proyecte sobre el plano vertical.
- Las piezas se colocan preferiblemente en su posición principal de mecanizado o montaje.
- Para indicar el uso de este método, se coloca en el cajetín de rotulación el símbolo que se muestra en la figura 3.22, el cual representa la vista frontal y lateral derecha de un cono truncado.

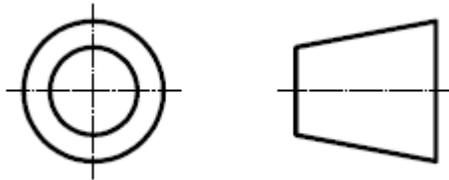


Figura 3.22 Símbolo utilizado para identificar el método A.

Fuente: UNE-EN ISO 5456-2 (1996)

Aplicación del método A:

- Colocar la pieza en el sistema de proyección, dejándola ligeramente separada de cada uno de los planos de proyección, como se muestra en la figura 3.23.
- Ubicar los observadores que proyectan sobre cada uno de los planos como se muestra en la figura 3.24.

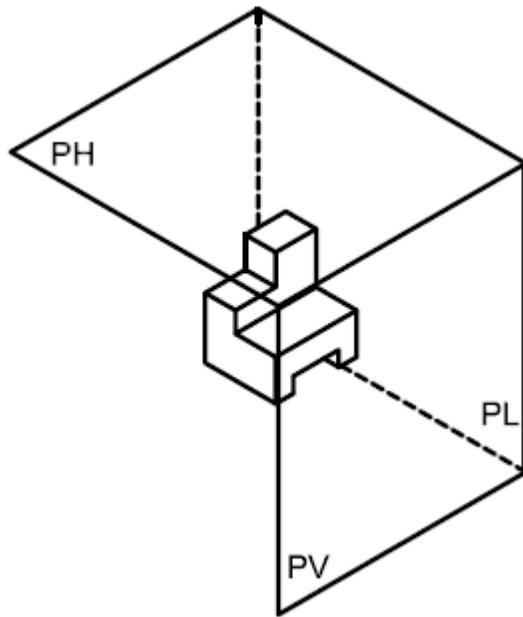


Figura 3.23 Colocación de la pieza en el triedro usado en el método A.

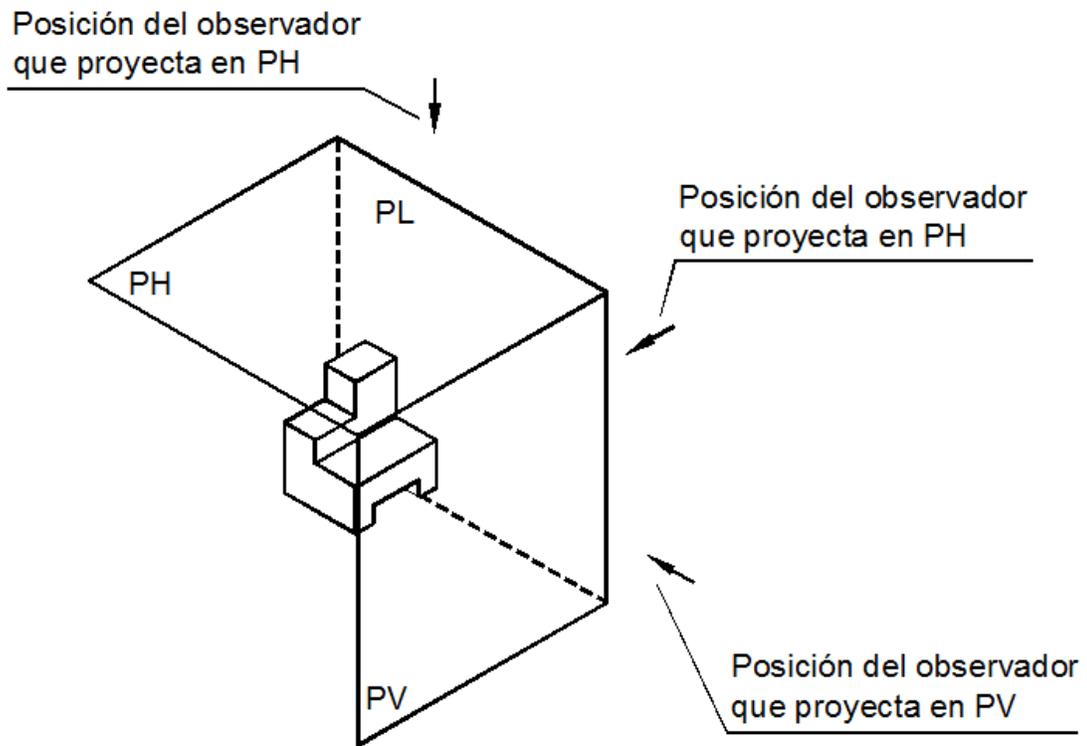


Figura 3.24 Ubicación de los observadores en el método A.

- Realizar la proyección de las vistas sobre cada uno de los planos respectivos como se muestra en la figura 3.25.

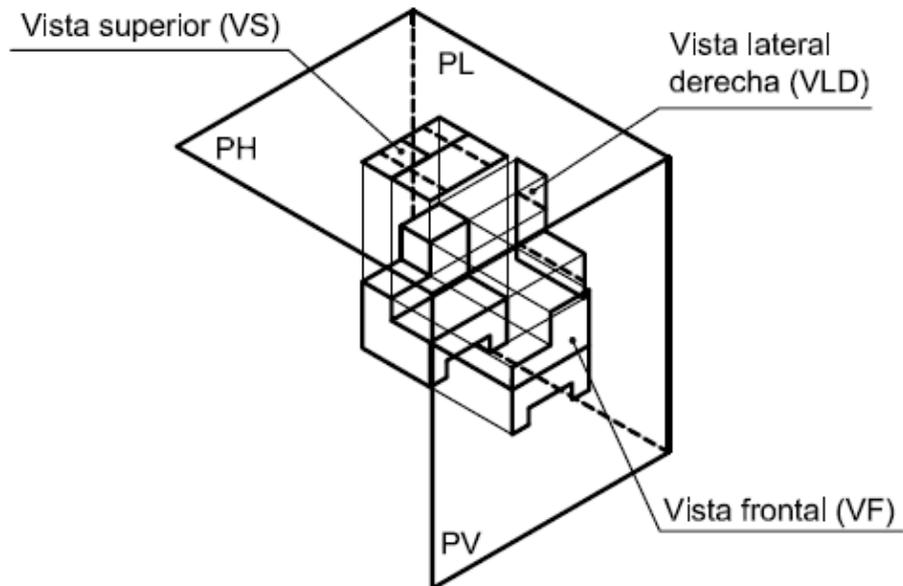


Figura 3.25 Representación espacial de las tres vistas en el método A.

- Retirar la pieza del sistema de proyección como se muestra en la figura 3.26.

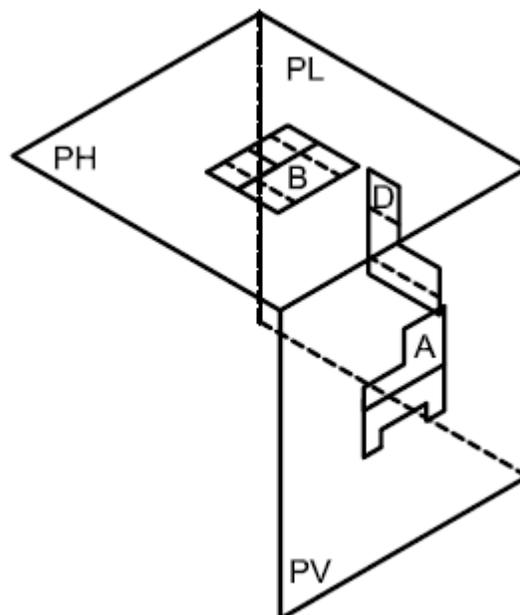


Figura 3.26 Representación espacial de las tres vistas en el método A.

- Realizar el desarrollo del sistema de proyección para que las tres vistas queden ubicadas en una superficie única, para ello se realiza un corte por el eje “Y” (línea de intersección entre el plano horizontal y el plano lateral), y luego girando los planos horizontal y lateral noventa grados (90°) como se muestra en la figura 3.27.

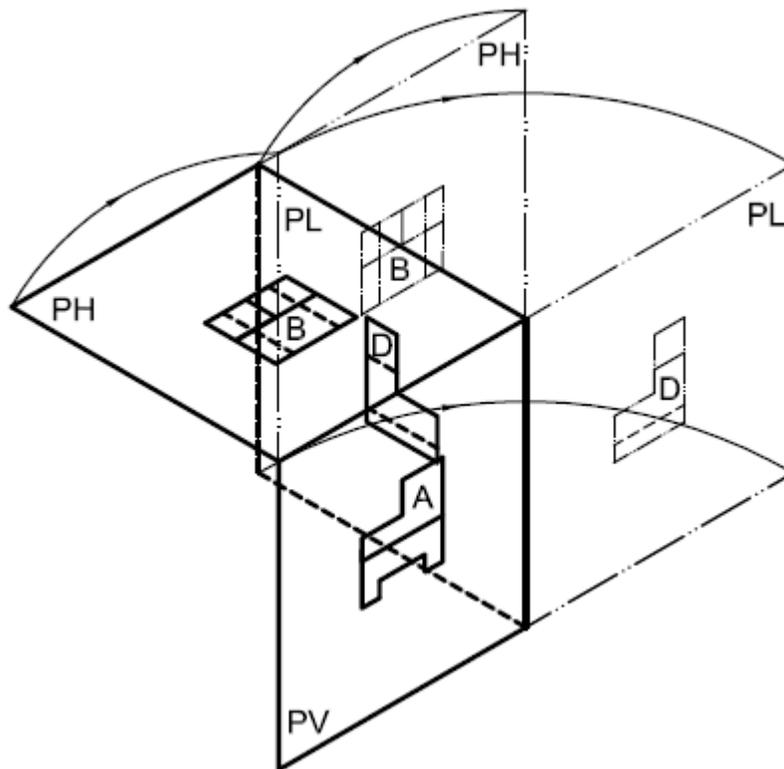


Figura 3.27 Representación del abatimiento de los planos de proyección del método A.

- Realizar un giro de treinta grados (30°) al sistema de proyección alrededor de la línea de intersección entre los planos vertical y lateral (ver figura 3.28), de tal manera que las aristas principales de las vistas se muestren ortogonales entre si, como se observa en la figura 3.29.

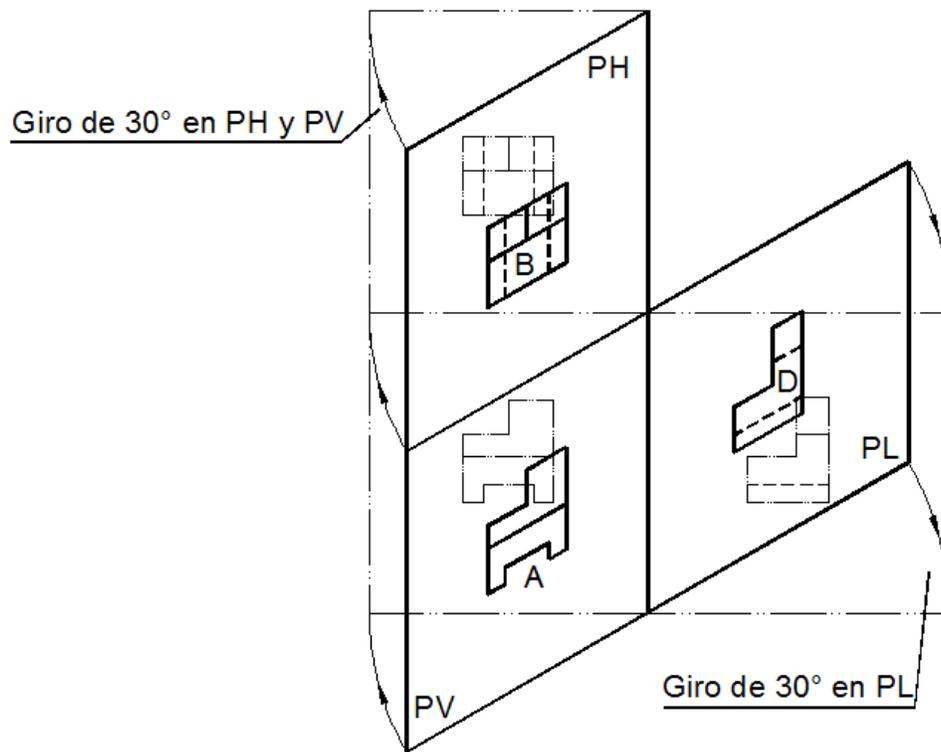


Figura 3.28 Representación de giro de 30° de los planos de proyección en el método A.

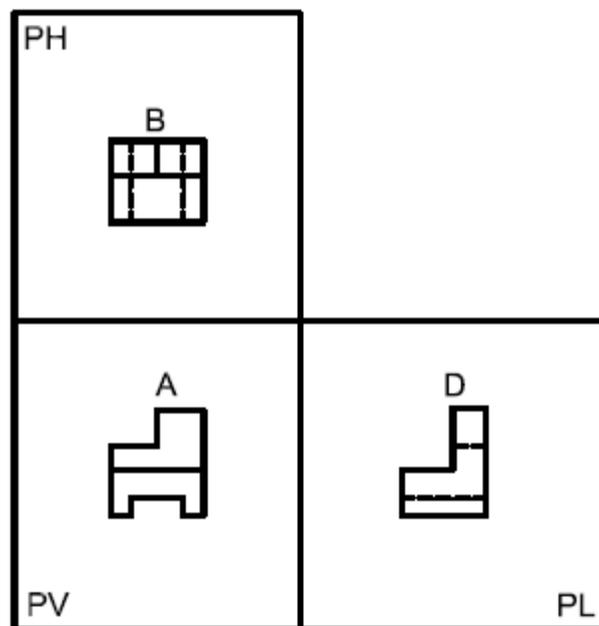


Figura 3.29 Representación ortogonal de las tres vistas principales en los planos de proyección.

- Finalmente, eliminar las líneas usadas para delimitar los planos de proyección y las vistas, quedando como se muestran en la figura 3.30.

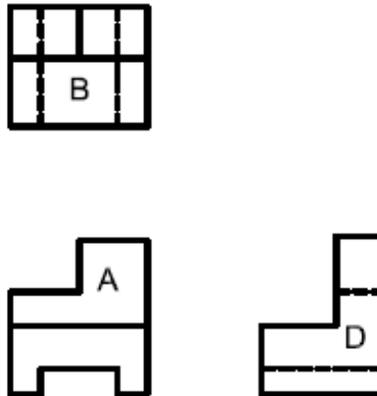


Figura 3.30 Representación ortogonal de las tres vistas principales en el método A.

Para la obtención de las seis (6) vistas principales se realiza el siguiente procedimiento:

- ✓ Colocar tres planos adicionales de proyección, paralelos a cada uno de los planos principales, los cuales al intersectarse generan un cubo como se muestra en la figura 3.31.

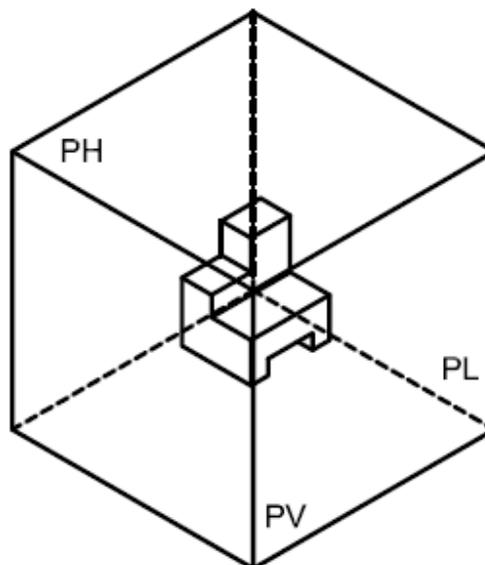


Figura 3.31 Cubo para la obtención de las seis vistas en el método A.

- ✓ Proyectar las vistas de la pieza sobre cada cara del cubo.
- ✓ Desarrollar el cubo, de tal manera que las vistas queden distribuidas como se muestra en la figura 3.32.

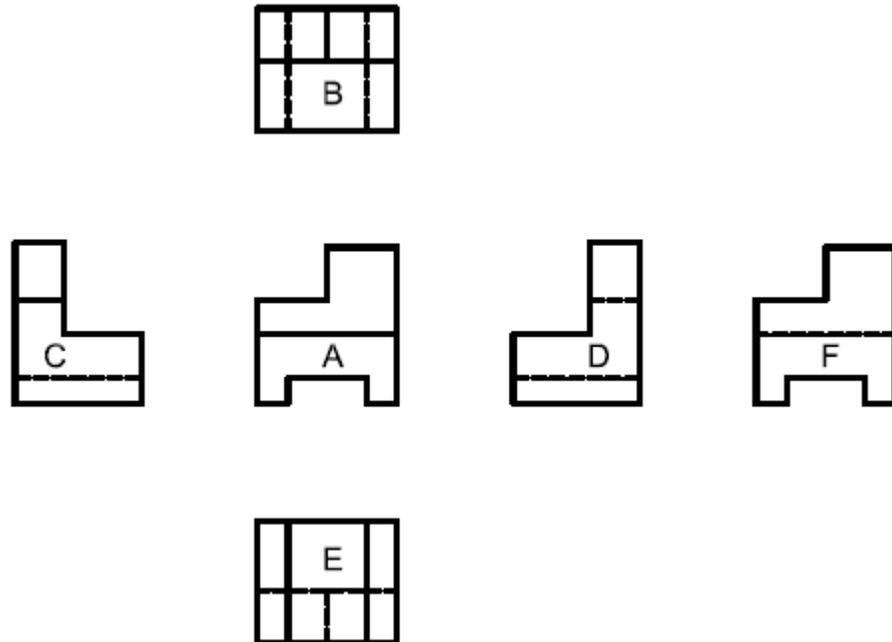


Figura 3.32 Distribución ortogonal de las seis vistas en el método A.

c) Vistas de acuerdo a las flechas de referencia

La norma UNE 1-032 ISO-128 (1982) además de los métodos del primer y tercer triedro también establece que las vistas de una pieza se pueden distribuir en un plano de acuerdo a flechas de referencia. Para aplicar este arreglo se dibuja la vista principal de la pieza, luego se indica la dirección de las vistas requeridas con una flecha de referencia y seguidamente las vistas se ubican libremente en el formato (figura 3.33). Dichas vistas deben identificarse con letras mayúsculas, las cuales deben colocarse en una zona muy cercana a la flecha que indica la vista y también en la parte superior o inferior de la vista correspondiente a la

flecha de referencia, pero en un mismo dibujo usar una de las dos disposiciones.

Cuando se use este arreglo de vistas, no se indica ningún símbolo en el cajetín de rotulación.

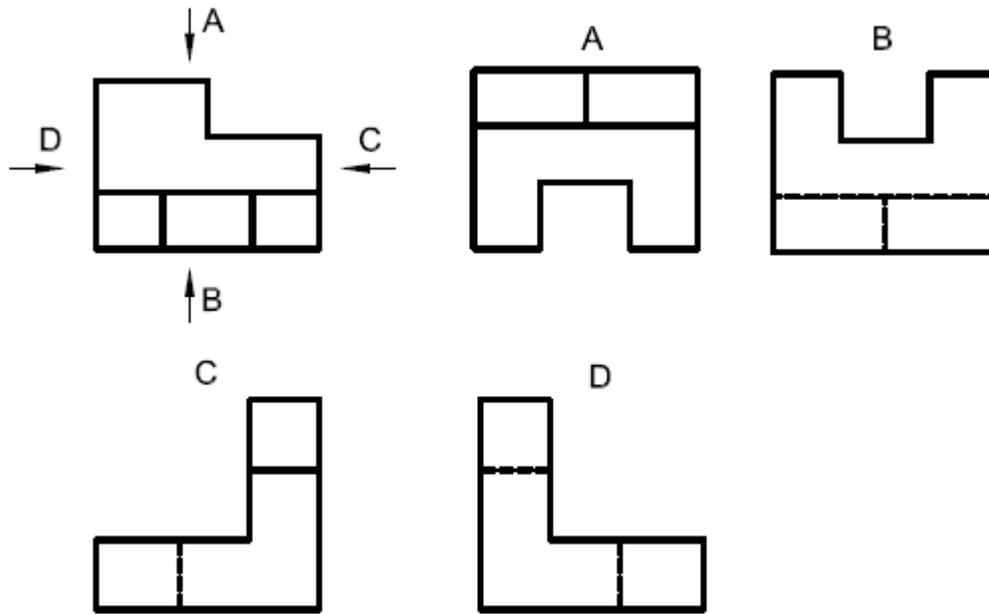


Figura 3.33 Disposición de las vistas de acuerdo a las flechas de referencia.

Es importante destacar que en el plano de fabricación de una pieza solo se deben colocar las vistas necesarias y suficientes, las cuales pueden ser una, dos, tres o más dependiendo de la complejidad geométrica de la misma.

3.1.3 Representación de vistas auxiliares

Este tipo de vista se utiliza cuando la pieza posea detalles que no se muestran claramente en las vistas principales y para obtenerla se traza un

plano auxiliar paralelo a la geometría que se desea mostrar, se proyecta sobre él y luego se abate sobre uno de los planos principales de proyección.

Para indicar la dirección del observador de la vista auxiliar se traza una flecha de referencia a la cual se le coloca una letra mayúscula que identifica la vista, luego se dibuja la vista de tal forma que su posición permita una buena interpretación y finalmente se le agrega en la parte superior la letra que identifica la vista auxiliar como se muestra en la figura 3.34.

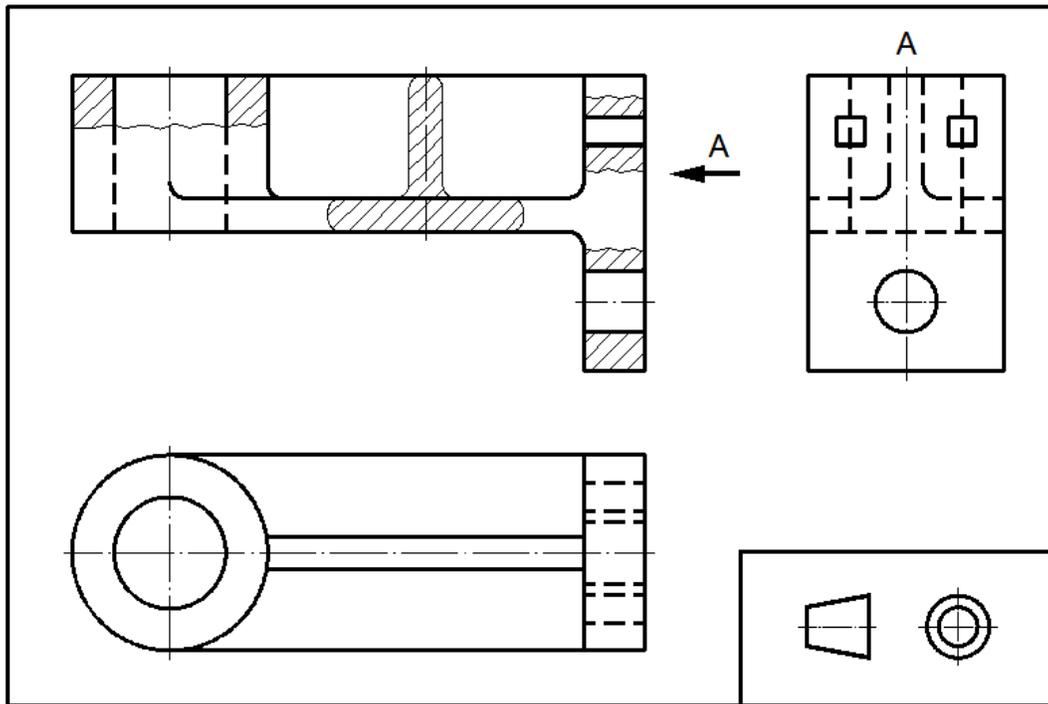


Figura 3.34 Representación de una vista auxiliar.

3.1.4 Representación de vistas parciales

Se utilizan normalmente en piezas que posean elementos geométricos inclinados u oblicuos (figura 3.35), que al ser proyectadas ortogonalmente pueden causar confusión en la interpretación del plano. Para solventar esta situación se dibuja una vista parcial de los contornos geométricos que son paralelos u ortogonales a los planos principales de proyección y realizando

una rotura ficticia en la zona donde se encuentran los contornos inclinados u oblicuos como se muestra en la figura 3.36. Este tipo de vista también se puede utilizar en las vistas auxiliares.

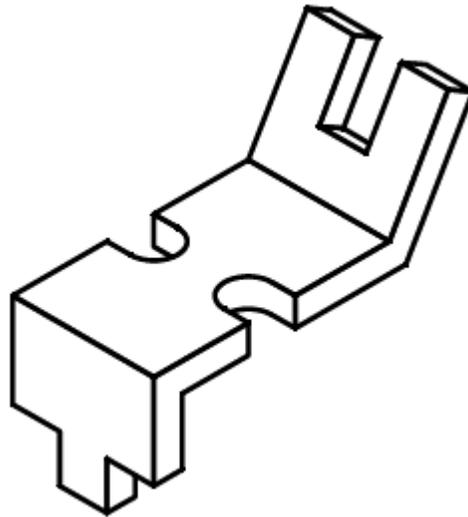


Figura 3.35 Pieza con geometría inclinada.

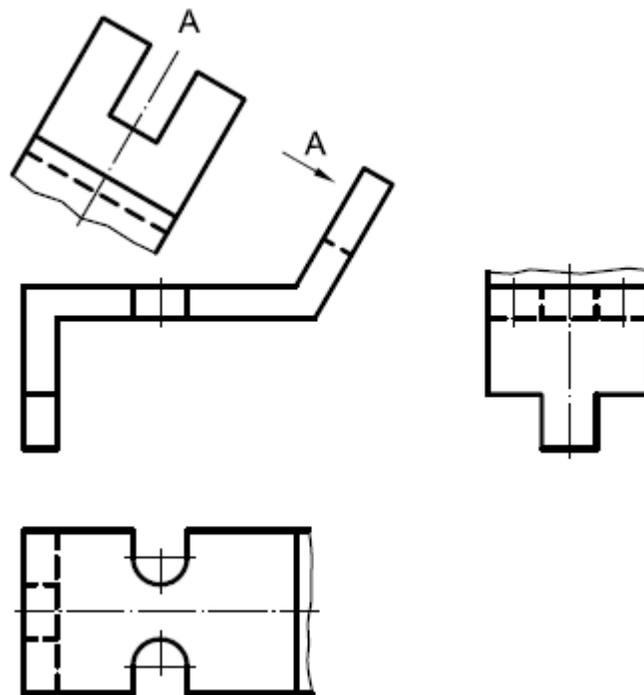


Figura 3.36 Representación de una vista parcial.

3.1.5 Representación de vistas con líneas de intersección

Existen muchas piezas cuya geometría es el resultado de la intersección de dos o más cuerpos geométricos, como por ejemplo una conexión de una tubería con forma de “te”, “cruz”, entre otros. En estos casos la norma UNE 1-032 ISO 128 (1982) establece que la representación se puede realizar de las siguientes formas:

a) *Representando la geometría de la intersección real*

En la representación de las vistas de este tipo de piezas la línea de intersección geométrica debe dibujarse con línea continua gruesa si el contorno es visible y con línea segmentada si el contorno es oculto como se muestra en la figura 3.37.

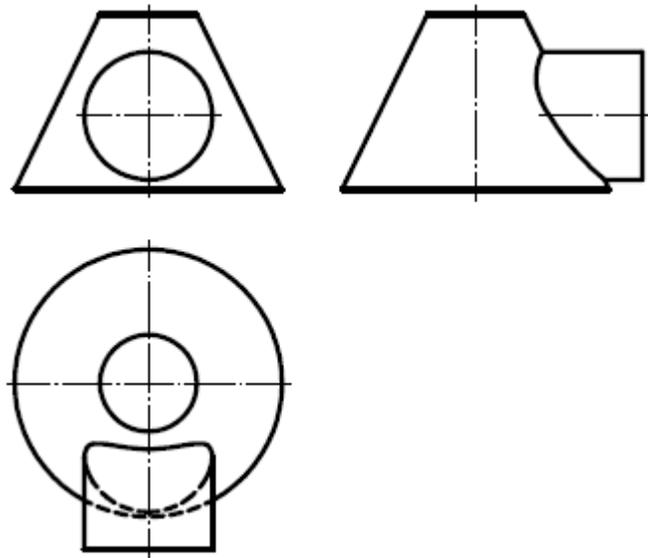


Figura 3.37 Representación de una pieza con una intersección real.

b) *Representando las intersecciones ficticias*

Se consideran intersecciones ficticias cuando la intersección entre dos elementos geométricos se suaviza con un chaflán o un redondeo. En este

caso las intersecciones se representan con líneas continuas finas pero que no toquen las líneas del contorno de la pieza, ver figura 3.38.

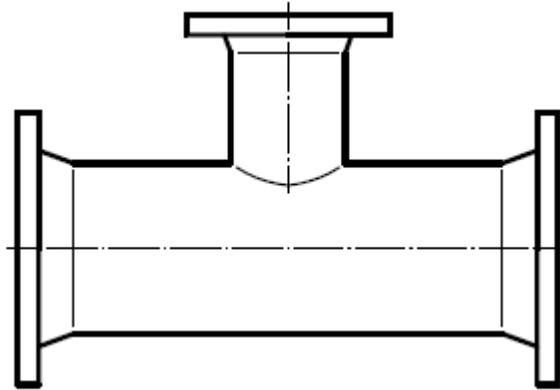


Figura 3.38 Representación de una pieza con intersecciones ficticias.

c) Representando las líneas de intersección en forma simplificada

Este tipo de representación puede utilizarse para piezas que posean intersección real o ficticia y cuya línea de intersección sea curva. La representación en las vistas se realiza sustituyendo la línea de intersección curva por una línea recta como se muestra en la figura 3.39.

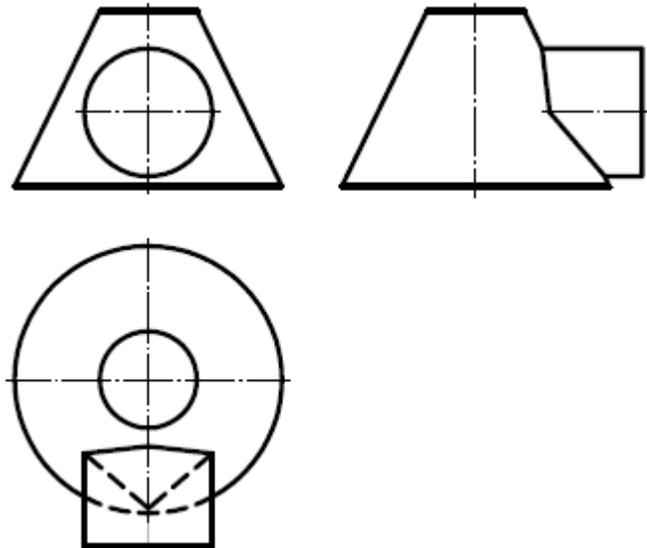


Figura 3.39 Representación de intersecciones en forma simplificada.

3.1.6 Representación de vistas simétricas

Cuando una pieza presente simetría, las vistas simétricas se pueden representar de forma simplificada, con la finalidad de ganar tiempo y ahorrar espacio, pero teniendo en cuenta que la representación utilizada no desmejore la lectura e interpretación del plano. La norma UNE 1-032 ISO-128 (1982) establece que la representación de la vista simétrica se puede realizar de dos maneras diferentes: la primera dibujando la mitad de la vista y agregando en los extremos de la línea de simetría dos líneas paralelas y perpendiculares al eje (figura 3.40a), y la segunda dibujando la mitad de la pieza pero extendiendo las líneas de los contornos de la vista sobrepasando la línea de simetría como se muestra en la figura 3.40b.

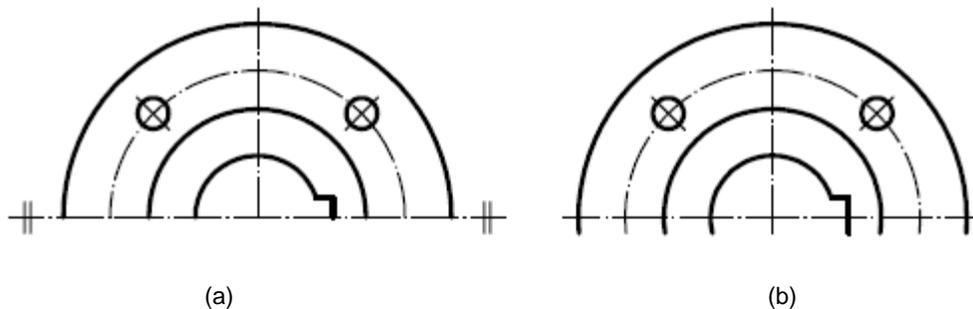


Figura 3.40 Representación de una vista simétrica.

3.1.7 Representación de vistas interrumpidas

Este tipo de vista se utiliza cuando la pieza presenta elementos geométricos con una de sus dimensiones muy superior a las demás, por ejemplo en ejes largos, tuberías y vigas. La norma UNE 1-032 ISO-128 (1982), establece que la vista se representa con los contornos principales que definen la geometría del objeto, pero la longitud mayor se disminuye dibujando vistas parciales una al lado de la otra de tal forma que la vista queda simplificada como se muestra en la figura 3.41.

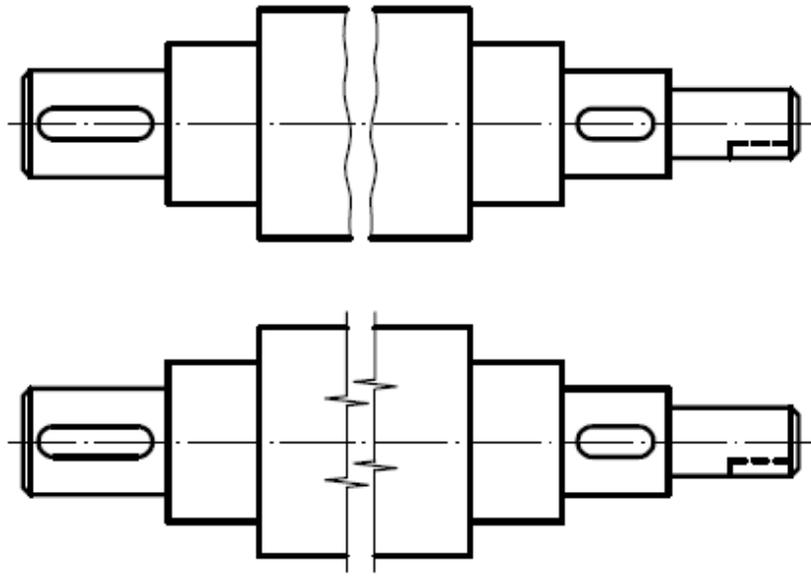


Figura 3.41 Representación de una pieza con vista interrumpida.

3.1.8 Representación de vistas con elementos repetitivos

Cuando la pieza posea elementos geométricos que se repiten con un cierto patrón, la norma UNE 1-032ISO-128 (1982) establece que la representación de las vistas puede simplificarse dibujando uno, dos o tres elementos y acotando la dimensión y cantidad de estos como se muestra en la figura 3.42.

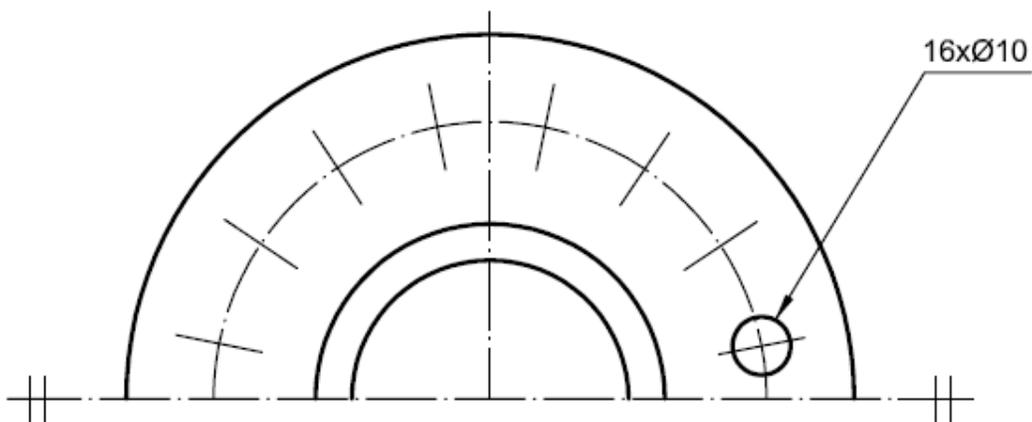


Figura 3.42 Representación de una vista con elementos repetidos.

3.1.9 Representación de vistas con elementos de sección cuadrada o rectangular

Cuando la pieza posea en uno de sus extremos un elemento geométrico con una sección transversal cuadrada o rectangular, las normas UNE 1-032 ISO-128 (1982) y la DIN-6 del Manual 2 DIN normas de dibujo (1969) establecen la colocación de líneas continuas finas en las diagonales de estas superficies como se muestra en la figura 3.43.

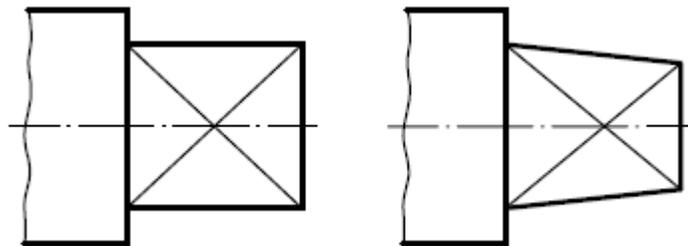


Figura 3.43 Representación de piezas con extremos de sección cuadrada o rectangular.

3.1.10 Representación del contorno primitivo de una pieza doblada

Cuando se requiera representar el contorno primitivo de una pieza antes de realizar una operación de conformado como por ejemplo un doblado, la norma UNE 1-032 ISO-128 (1982) establece que el contorno primitivo se represente con una línea fina de trazos y doble punto como se muestra en la figura 3.44.

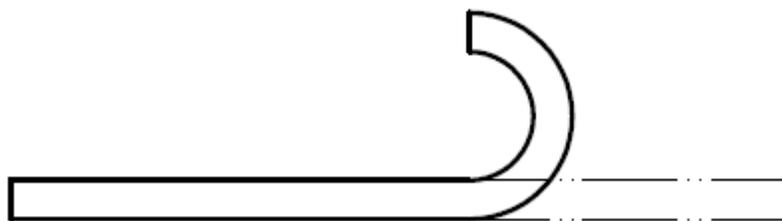


Figura 3.44 Representación del contorno primitivo de una pieza doblada.

3.1.11 Representación de vistas con elementos geométricos ligeramente inclinados y que terminan en un redondeo

Cuando la pieza posea elementos geométricos con inclinación leve como por ejemplo piezas fundidas, troqueladas, laminadas entre otras; el dibujo del elemento geométrico debe realizarse con las líneas que corresponden a la dimensión más pequeña del elemento como se muestra en la figura 3.45.

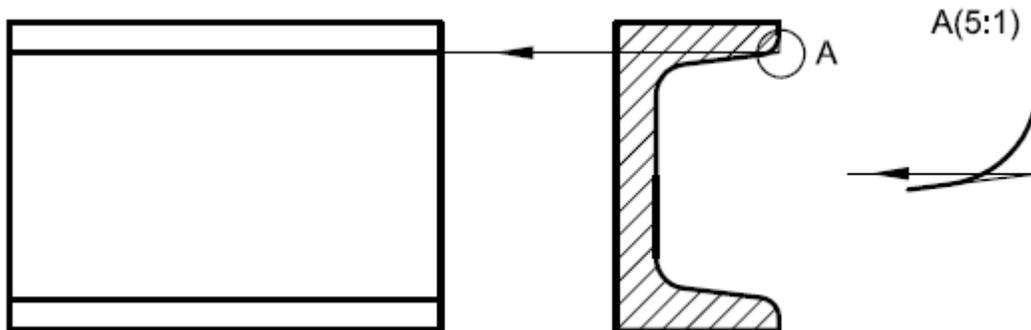


Figura 3.45 Representación de vistas con elementos ligeramente inclinados y que terminan con un redondeo.

3.1.12 Representación de objetos transparentes

La norma UNE 1-032 ISO-128 (1982), establece que la representación de los objetos transparentes se realiza como si fueran opacos, por ejemplo si la representación fuera de un bombillo de vidrio transparente, el filamento debe representarse en líneas de contornos ocultos.

3.2 Vistas con cortes y secciones

Una vista con corte es una proyección ortogonal que se obtiene realizando un corte ficticio en la pieza mediante uno o varios planos y retirando el material entre el observador y el plano de proyección como se muestra en la figura 3.46.

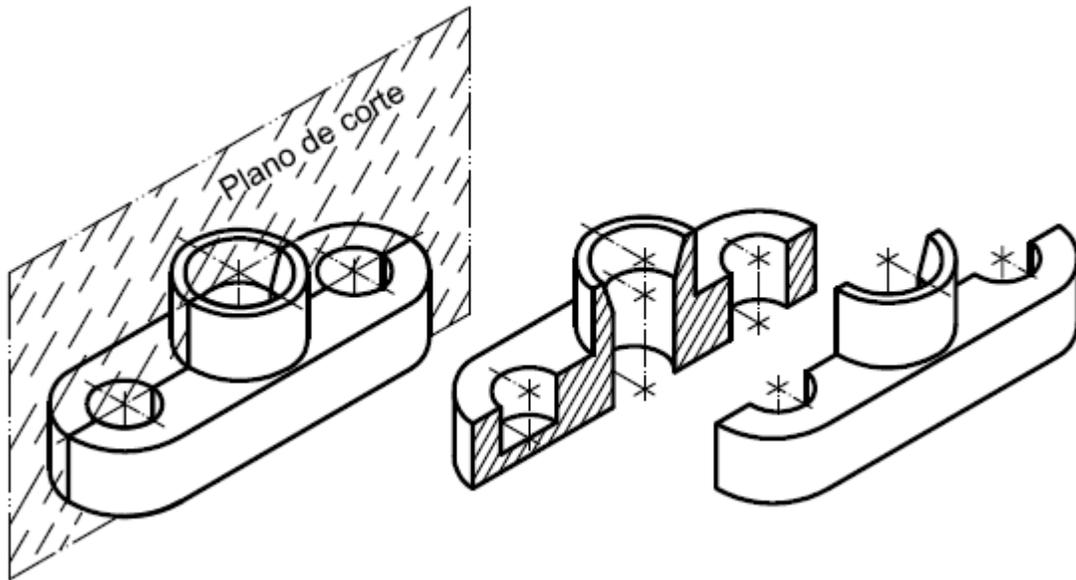


Figura 3.46 Representación espacial de un corte realizado por un plano único.

Este artificio se usa cuando la pieza posee cavidades internas las cuales en una representación normal se mostrarían como líneas de contornos ocultos, lo que dificultaría su interpretación y acotamiento como se muestra en la figura 3.47.

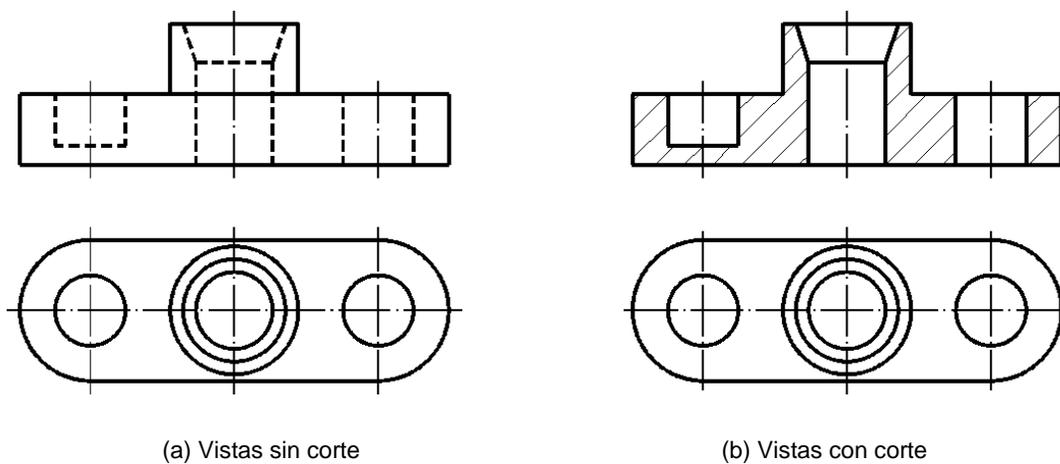


Figura 3.47 Representación de vistas con y sin corte, en un corte total de un plano.

3.2.1 El achurado o rayado de cortes y secciones

Se utiliza para identificar las partes afectadas por un corte o una sección; y generalmente se traza en su forma más básica mediante líneas continuas finas inclinadas a 45° con relación a las líneas del contorno o los ejes de simetría de la vista como se muestra en la figura 3.48.

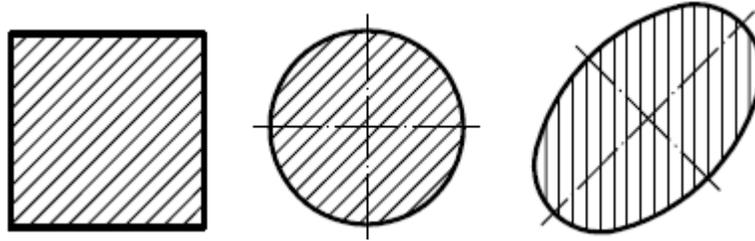


Figura 3.48 Representación básica del rayado en cortes y secciones.

La separación entre las líneas del rayado se establece en función del tamaño de la superficie a rayar y es directamente proporcional a este.

En piezas con superficies extensas, el rayado puede reducirse a una zona muy cercana al contorno de la superficie rayada como se muestra en la figura 3.49.

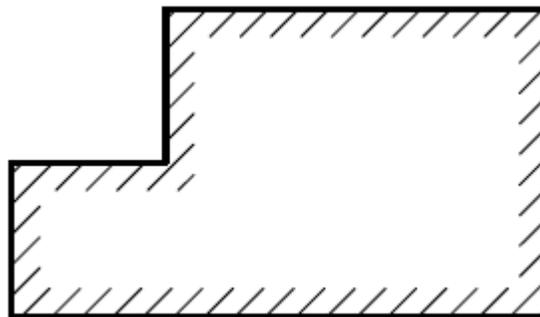


Figura 3.49 Representación del rayado de corte en una pieza con superficie extensa.

Las superficies con espesores delgados, no se rayan, sino que se ennegrecen como se muestra en la figura 3.50.



Figura 3.50 Representación del rayado de corte en piezas con superficie reducida.

El rayado de corte también puede utilizarse para indicar el tipo de material de la pieza seccionada. Estos rayados están estandarizados por varias normas internacionales como las ISO y las DIN, siendo una de ellas la norma DIN-201 del Manual 2 DIN Normas de dibujo (1969), en la figura 5.51 se muestran algunos tipos de rayados recomendados en dicha norma.

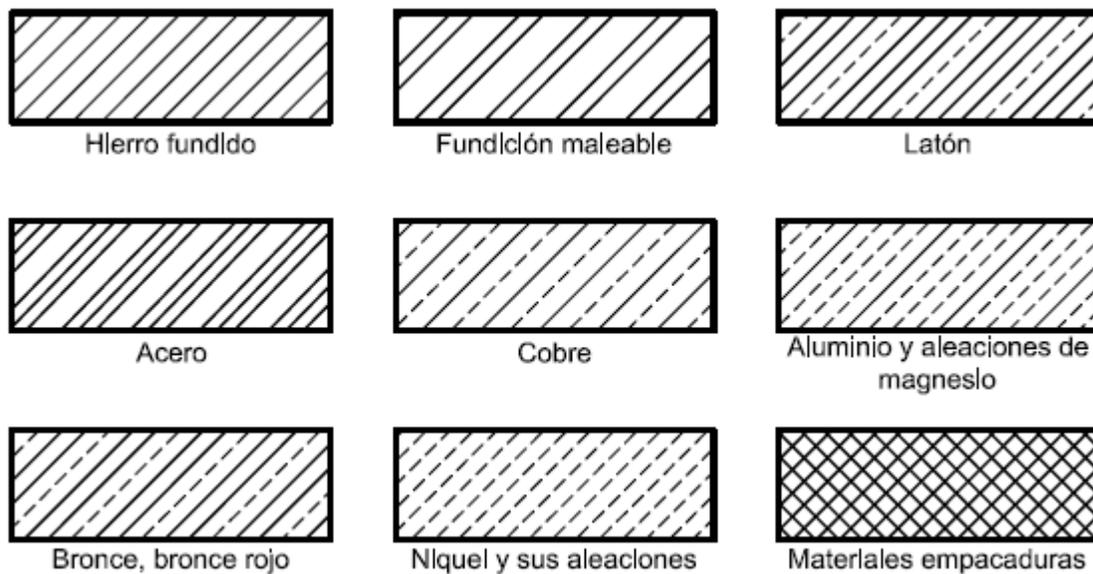


Figura 3.51 Rayados de corte establecidos en la norma DIN-201.

Fuente: Manual 2 DIN Normas de dibujo (1969)

Debe evitarse la colocación de cotas sobre superficies rayadas, sin embargo si su uso es inevitable se interrumpirá el rayado en la zona de la cifra de cota, pero no en las flechas ni en la línea de cota como se muestra en la figura 3.52.

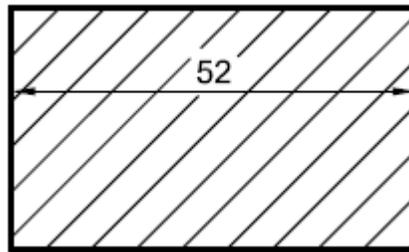
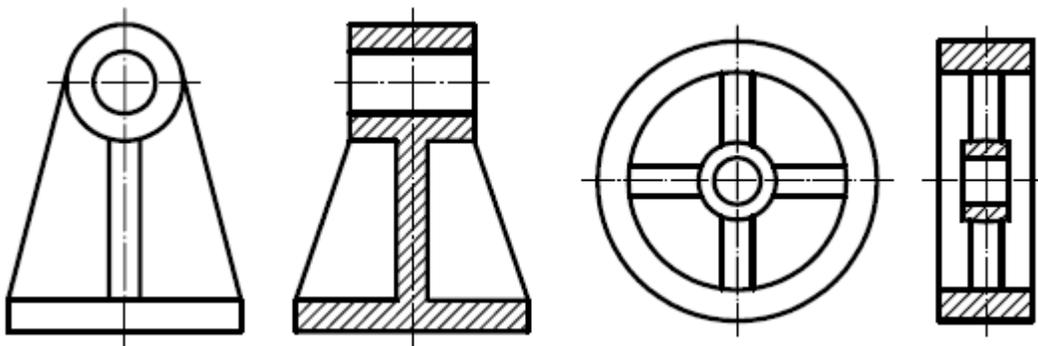


Figura 3.52 Acotamiento en zonas rayadas.

Existen algunos elementos como nervios, pernos, tornillos, ejes, radios de poleas, y similares que no deben cortarse en sentido longitudinal, por lo tanto no deben rayarse como se muestra en la figura 3.53.



(a) Nervio

(b) Radio de una polea

Figura 3.53 Elementos que no deben rayarse.

Fuente: <http://www.dibujotecnico.com/>

3.2.2 Líneas de contornos ocultos en los cortes y las secciones

Cuando se aplique un corte, las líneas de contornos ocultos se pueden suprimir de las vistas como se muestra en la figura 3.54.

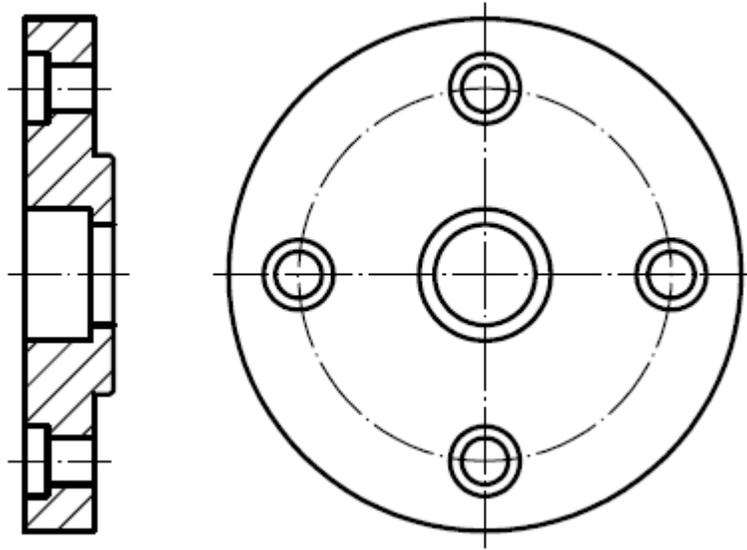


Figura 3.54 Representación de vistas en corte sin aristas ocultas.

3.2.3 Indicación de los cortes

Cuando la trayectoria de un corte sea evidente, no será necesario colocar en las vistas ninguna indicación como se muestra en la figura 3.55.

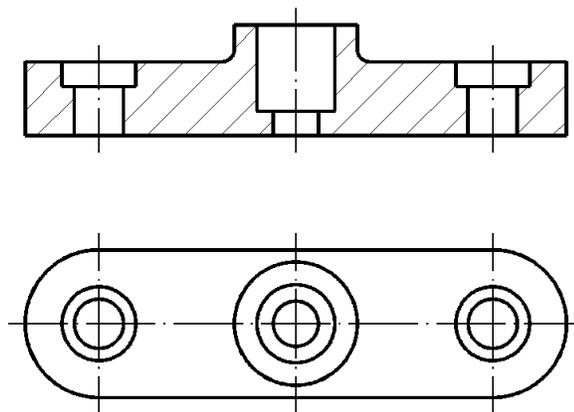


Figura 3.55 Representación de vistas con un corte evidente.

En los casos que no sea evidente la trayectoria del corte o se realice mediante varios planos de corte, el recorrido se indicará mediante una línea de trazo y punto, que se remplazara con trazos gruesos en sus extremos y cambios de dirección, como se muestra en la figura 3.56, el plano de corte se identificará con letras mayúsculas y el sentido de observación se indicará con flechas, de igual manera la vista con corte debe identificarse con las letras correspondientes arriba o debajo de la vista como se muestra en la figura 3.57.

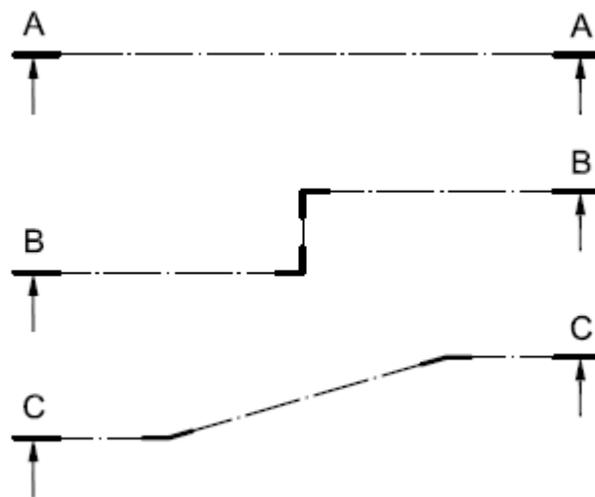


Figura 3.56 Líneas y símbolos usados para la indicación de la trayectoria de un corte.

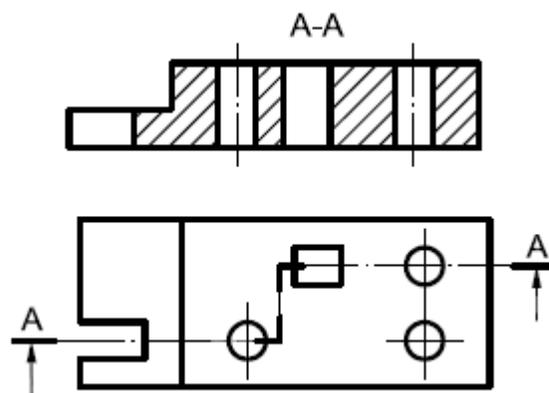


Figura 3.57 Indicación de la trayectoria de un corte total escalonado.
Fuente: <http://www.dibujotecnico.com/>

3.2.4 Tipos de corte

a) *Corte total de un plano*

Este tipo de corte se aplica en piezas que posean detalles ocultos importantes que pueden estar en el centro de la pieza en piezas simétricas o desplazados hacia un lado en piezas asimétricas, pero que pueden ser mostrados si se traza un plano de corte paralelo a uno de los planos de proyección como se muestra en la figura 3.58.

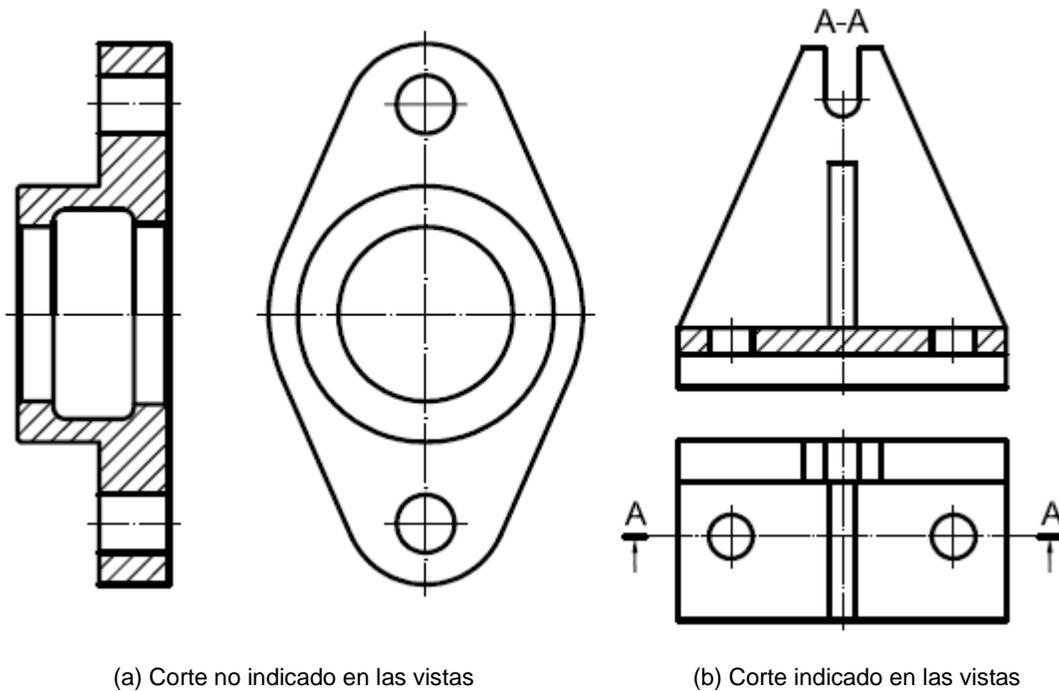


Figura 3.58 Corte total de un plano.

b) *Corte total por planos paralelos*

Este tipo de corte se aplica en piezas que presenten detalles ocultos que no se encuentran alineados, pero que pueden ser mostrados si se trazan dos o más planos de corte paralelos a uno de los planos de proyección como se muestra en la figura 3.59 y 3.60.

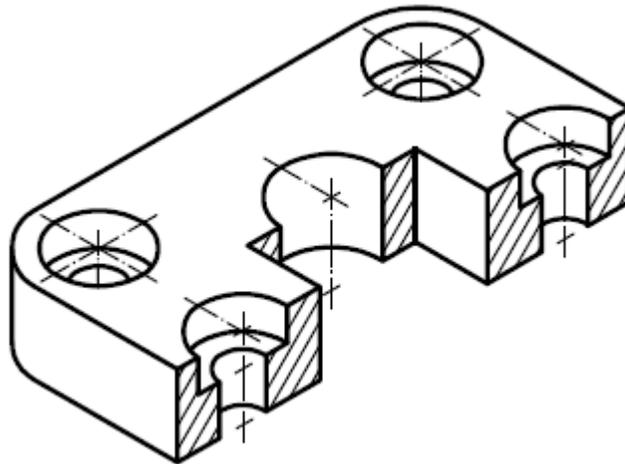


Figura 3.59 Representación espacial del corte por planos paralelos.

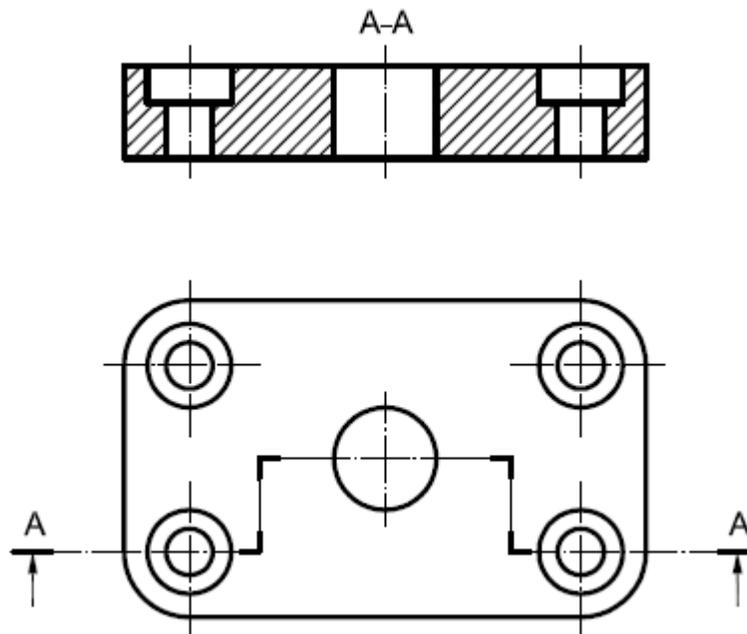


Figura 3.60 Representación de vistas con un corte total por planos paralelos.

c) Corte total por planos sucesivos

Este tipo de corte se aplica en piezas que presenten detalles ocultos que no se encuentran alineados, pero que pueden ser mostrados al trazar

dos o más planos inclinados y/o paralelos a los planos principales de proyección como se muestra en la figura 3.61.

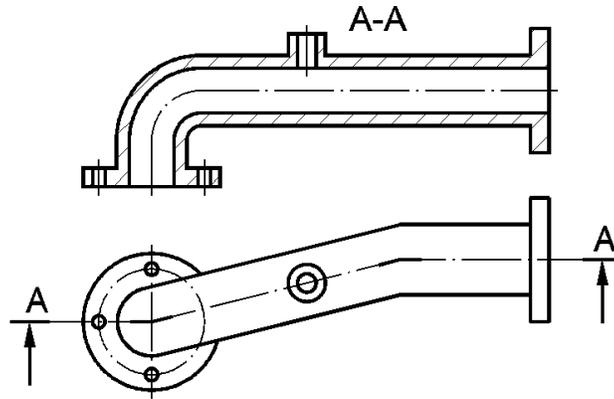


Figura 3.61 Representación de vistas con un corte total por planos sucesivos.

d) Corte total de sección girada

Este tipo de corte se aplica en piezas que posean detalles ocultos que no se encuentran alineados, pero que pueden ser mostrados girando algunos elementos geométricos, como nervios, perforaciones, entre otros; como se muestra en la figura 3.62.

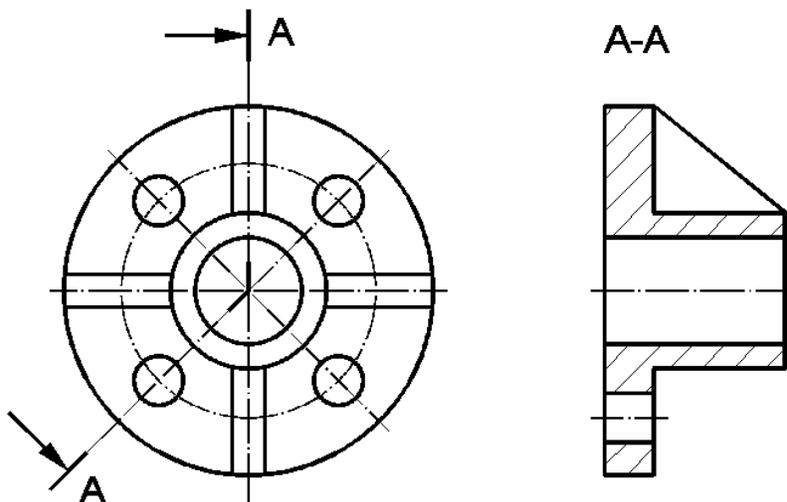


Figura 3.62 Representación de vistas con un corte de sección girada.

e) Medio corte o semicorte

Se utiliza en piezas donde se desea mostrar en una sola vista la parte interna y externa de la pieza y se aplica realizando un corte a 90° y retirando un cuarto de pieza como se muestra en la figura 3.63.

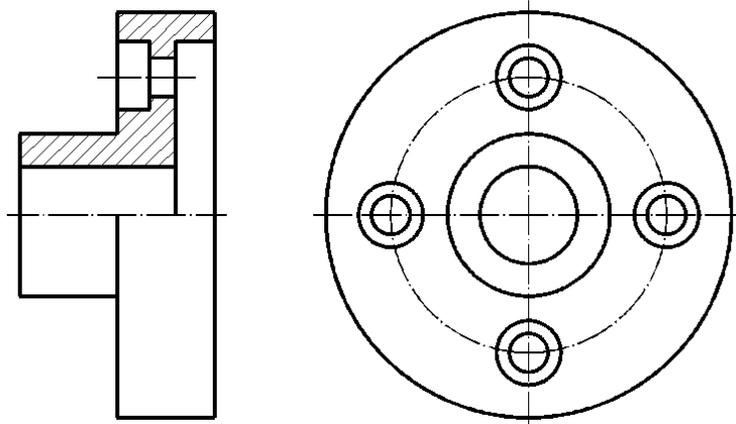


Figura 3.63 Representación de vistas con la aplicación de medio corte.

f) Corte parcial o rotura

Este tipo de corte se utiliza para cortar solo una parte de la pieza, y se identifica sin la línea de corte, usando solo una línea de rotura para limitar la parte seccionada como se muestra en la figura 3.64.

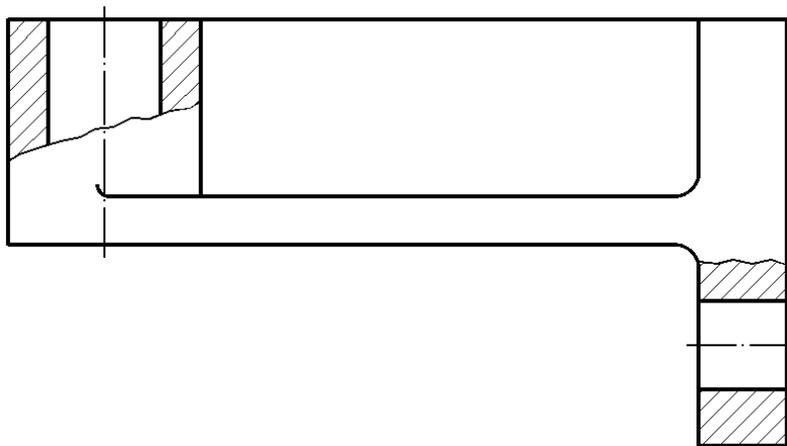


Figura 3.64 Representación de una vista con un corte local o rotura.

3.2.5 Secciones abatidas con o sin desplazamiento

Una sección es la figura plana que se genera producto de la intersección entre un plano ficticio de corte y la pieza (figura 3.65). Estas se utilizan normalmente para mostrar la forma geométrica transversal de algunas piezas.

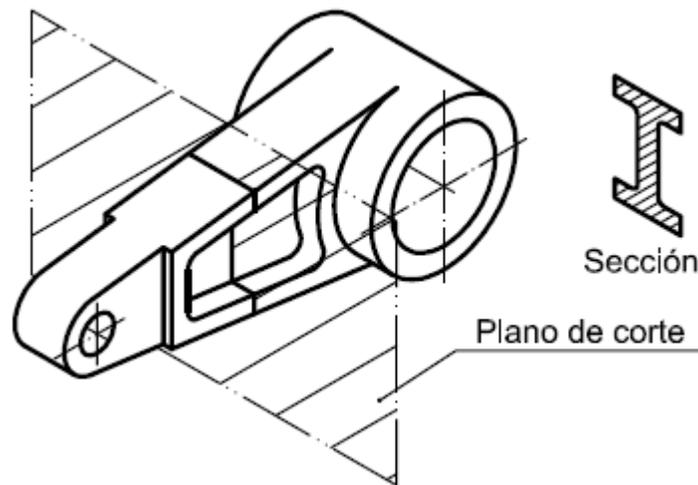


Figura 3.65 Representación espacial de la sección generada por un plano de corte.

Las secciones se representan en las vistas abatiéndolas sobre la superficie del dibujo y pueden dibujarse dentro de la vista de la pieza en línea fina como se muestra en la figura 3.66 o desplazándolas fuera de ella en cuyo caso se dibujan en línea gruesa.

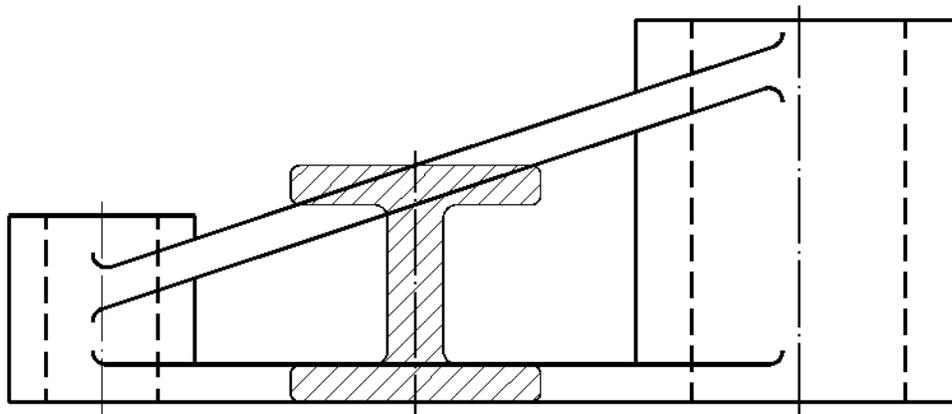


Figura 3.66 Representación de una sección sin desplazamiento.

Si la sección o secciones se dibujan fuera de la vista de la pieza, estas se colocan unida a ésta mediante una línea fina de trazo y punto, como se puede ver en la figura 3.67, o en una posición cualquiera en la superficie de dibujo, pero identificando cada sección con dos letras mayúsculas como se muestra en la figura 3.68.

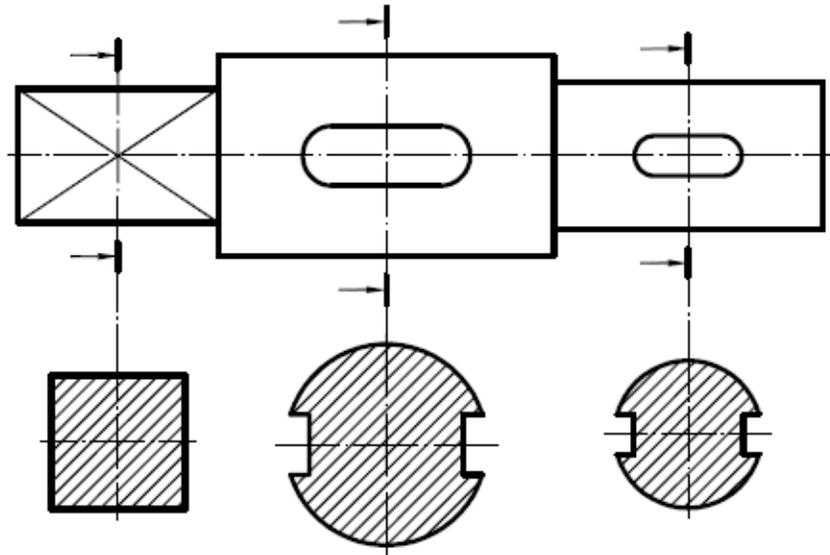


Figura 3.67 Representación de secciones desplazadas y con línea de unión a la vista

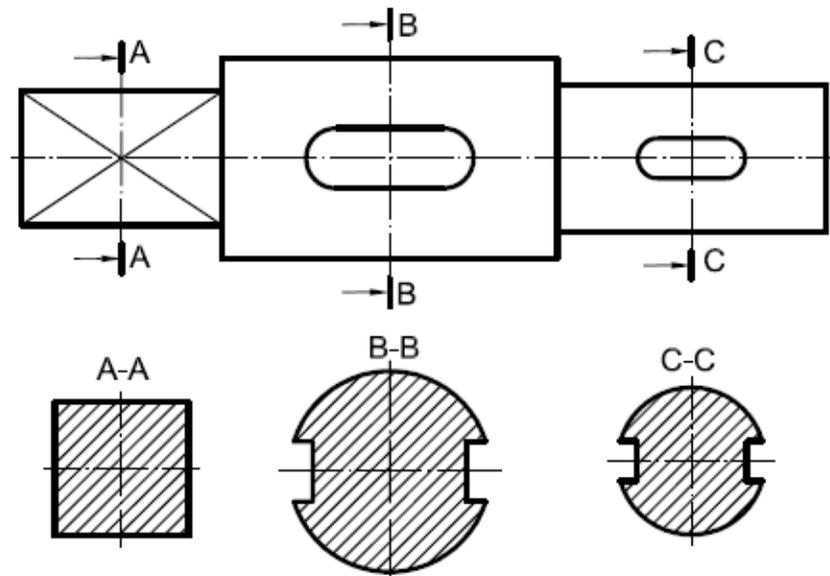


Figura 3.68 Representación de secciones desplazadas pero sin línea de unión a la vista.

CAPÍTULO 4

El Acotamiento Dimensional

En este capítulo se define el acotamiento dimensional, se describen sus elementos, se realiza una clasificación de las cotas de acuerdo a la ubicación en la vista y a la funcionalidad del elemento acotado, y se describen los arreglos utilizados en el acotamiento dimensional.

4.1 El acotamiento dimensional

Es la colocación de las medidas nominales de los elementos geométricos en las vistas de una pieza, mediante el uso de líneas, flechas, puntos, números, letras y símbolos.

Se denomina cota a la colocación del acotamiento dimensional sobre un elemento geométrico.

Existen varias normas que se utilizan para estandarizar el acotamiento dimensional, dentro de las cuales se pueden citar: la DIN-406 del Manual 2 DIN Normas de dibujo (1969), BS ISO 129-1 (2004), la UNE 1-039 (1994), la cual adopta íntegramente la ISO 129 (1985) entre otras.

4.2 Elementos del acotamiento dimensional

Los elementos utilizados en el acotamiento dimensional son: la línea auxiliar de cota, la línea de cota, la terminación de la línea de cota, el número de cota, los símbolos de cota y la línea de referencia, ver figura 4.1.

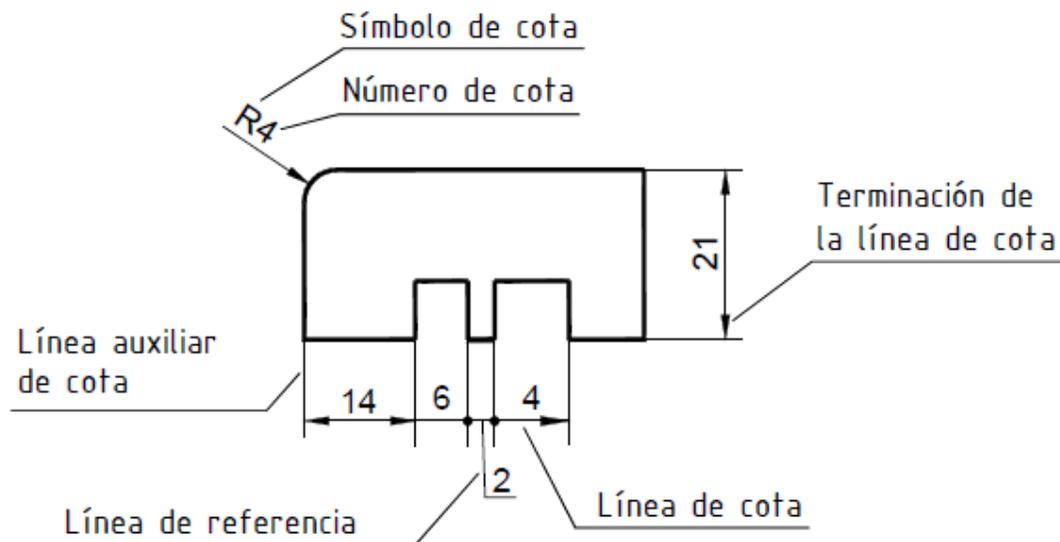


Figura 4.1 Elementos del acotamiento dimensional.

4.2.1 La línea auxiliar de cota

Es una línea continua fina que se usa para delimitar la amplitud del elemento geométrico que se desea acotar o la posición de éste, y que normalmente se traza perpendicular al contorno acotado. Este elemento se traza desde un vértice o un eje con una longitud que depende de las dimensiones del formato utilizado para el plano. Para formatos pequeños como el A4 y el A3 la línea se puede trazar con una longitud que oscile entre nueve (9) y doce (12) milímetros como se muestra en la figura 4.2 y para formatos más grandes se pueden utilizar las mismas dimensiones o una distancia mayor de tal forma que las cotas se puedan leer fácilmente.

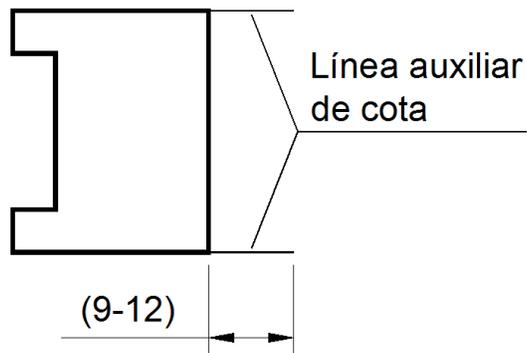


Figura 4.2 Dimensiones de las líneas auxiliares de cota.

En algunos casos la línea auxiliar de cota puede trazarse inclinada con un ángulo de 60°, como se muestra en la figura 4.3.

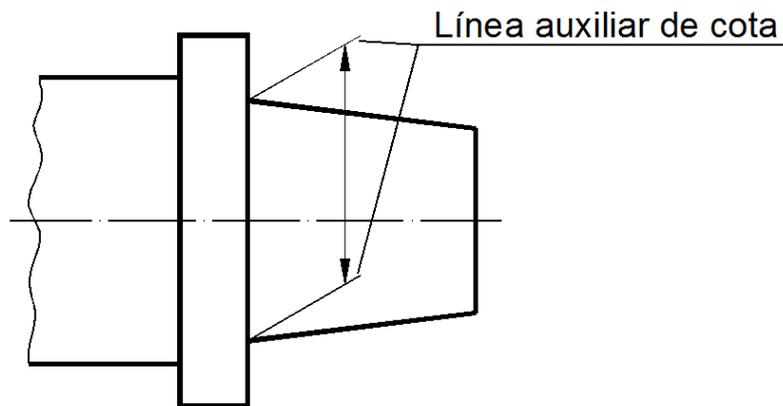


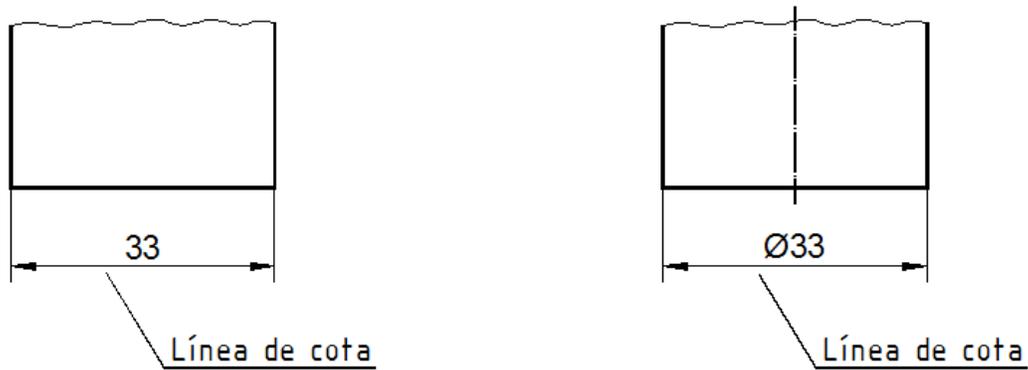
Figura 4.3 Líneas auxiliares de cota trazadas en forma inclinada.

4.2.2 La línea de cota

Es una línea fina continua que se usa para indicar la dimensión del elemento geométrico acotado, y se puede trazar de las siguientes formas:

a) Lineal y paralela al contorno de la pieza

Cuando se usa para acotar la longitud de elementos lineales (figura 4.4a) o diámetro de elementos curvos como se muestra en la figura 4.4b.



(a) Longitud de elemento lineal

(b) Diámetro de elemento curvo

Figura 4.4 Línea de cota paralela al contorno de la vista.

Esta línea se traza a una distancia que depende de las dimensiones del tamaño del formato utilizado para dibujar el plano, para formatos pequeños como el A2, el A3 y el A4 se recomienda trazarla a una distancia entre siete (7) y diez (10) milímetros, de tal manera que la línea auxiliar siempre sobrepase a la línea de cota entre dos (2) a tres (3) milímetros como se muestra en la figura 4.5.

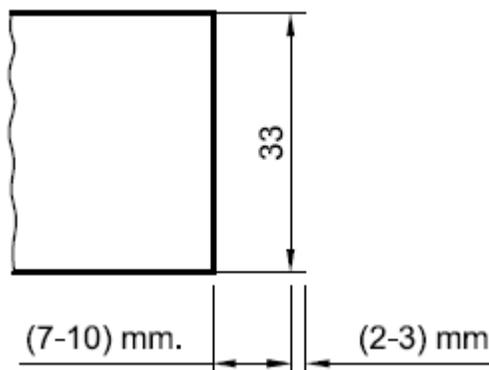


Figura 4.5 Distancia de trazado de línea de cota paralela al contorno.

b) Lineal e inclinada respecto a los ejes de centros

Se usa para acotar dimensiones de radios y diámetros de geometrías curvas como se muestra en la figura 4.6.

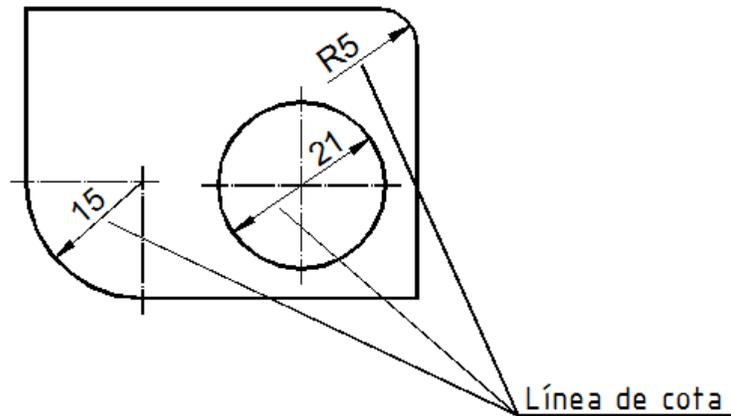


Figura 4.6 Línea de cota inclinada respecto a los ejes de centros.

c) Inclinada con quiebre

Se usa para acotar radios grandes y cuando su centro quede fuera del área del formato como se muestra en la figura 4.7.

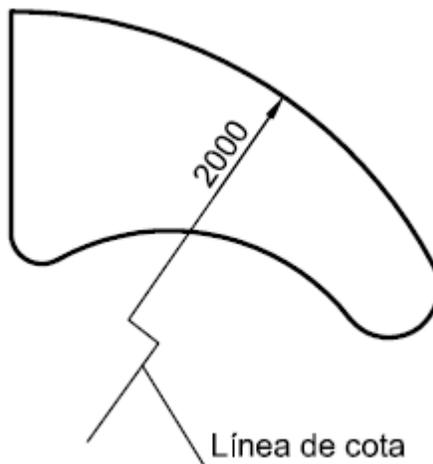


Figura 4.7 Línea de cota inclinada con quiebre.

d) Curva

Se utiliza para acotar ángulos o longitud de arcos de circunferencia como se muestra en la figura 4.8.

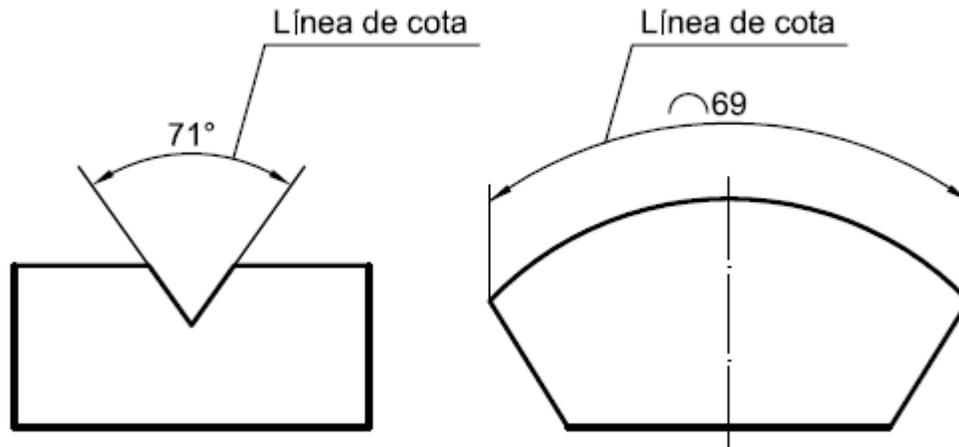


Figura 4.8 Línea de cota curva.

4.2.3 La terminación de la línea de cota

Las normas BS ISO-129-1 (2004) y DIN 406 del Manual 2 DIN Normas de dibujo (1969), establecen que la línea de cota en los planos industriales puede terminar en: una flecha cerrada y llena, en un punto, en un círculo, en una flecha abierta o en una flecha cerrada vacía.

a) Terminación en flecha llena

La línea de cota termina en una flecha llena cuando se realiza el acotamiento tradicional como se muestra en la figura 4.9.

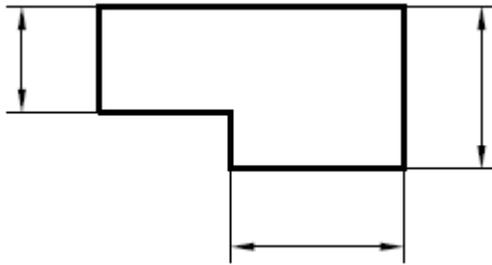


Figura 4.9 Terminación de la línea de cota en flechas llenas.

Las dimensiones de este tipo de flecha son proporcionales al espesor de la línea gruesa y su longitud es de aproximadamente cinco (5) veces el espesor de la línea gruesa (E_{LG}) usada en el plano correspondiente y se trazan con un ángulo de inclinación de aproximadamente 15° como se muestra en la figura 4.10.

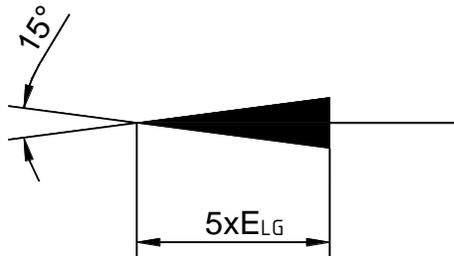


Figura 4.10 Dimensiones y geometría de la flecha llena.

Al colocar una cota, las flechas se dibujan por el lado interior de las líneas auxiliares de cota o dentro del espacio definido por la geometría acotada como se muestra en la figura 4.11, pero cuando el espacio entre las líneas auxiliares de cota sea muy pequeño o el espesor de la pieza sea reducido las flechas se colocan por el lado exterior de las líneas auxiliares o del contorno de la pieza como se muestra en la figura 4.12.

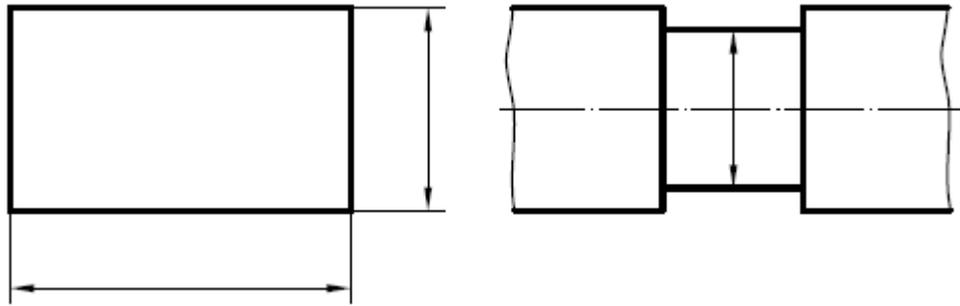


Figura 4.11 Colocación normal de las flechas de cota.

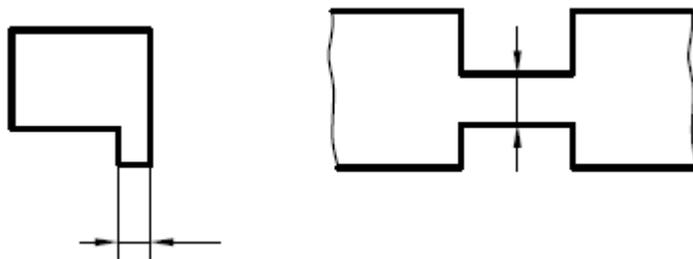


Figura 4.12 Colocación de las flechas de cota cuando el espacio es reducido.

b) Terminación en punto

La línea de cota puede terminar en un punto cuando se realice un acotamiento con varias cotas sucesivas y una de las cotas posea una distancia muy pequeña entre las líneas auxiliares y que no permita la colocación de flechas (figura 4.13). El diámetro del punto usado es de aproximadamente dos (2) veces el espesor de la línea gruesa usada en el dibujo.

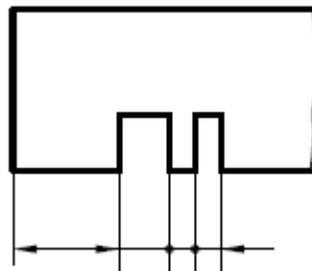


Figura 4.13 Terminación de la línea de cota en puntos.

c) Terminación en un círculo y flecha

La norma BS ISO-129-1 (2004), establece que la línea de cota termina en un círculo y una flecha abierta cuando se acota suministrando un origen de acotamiento como se muestra en la figura 4.14.

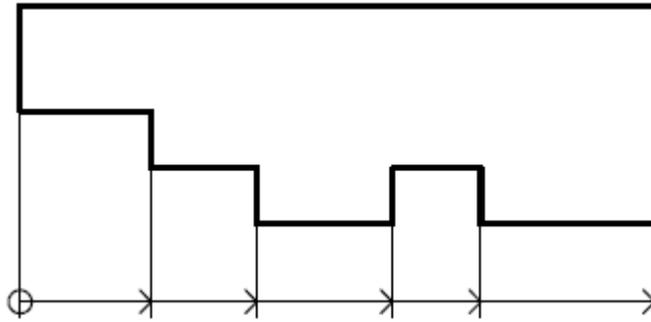


Figura 4.14 Terminación de la línea de cota en círculo y flecha abierta según la BS ISO-129 (2004).

Las dimensiones de círculo y las flechas usadas en este caso también dependen del tamaño del formato utilizado, para formatos pequeños como el A4, el A3 y el A2, el diámetro del círculo usado para indicar el origen se puede colocar de dos (2) a tres (3) milímetros y la flecha se coloca con una longitud aproximada de cuatro (4) veces el espesor de la línea gruesa (ELG) usada en el dibujo y con un ángulo de 90° aproximadamente como se muestra en la figura 4.15.

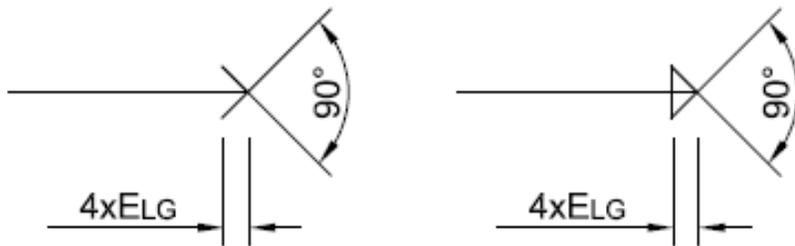


Figura 4.15 Dimensiones y geometría de la flecha abierta y cerrada.

4.2.4 El número de cota

Es un elemento del acotamiento que se utiliza para indicar el valor numérico de la magnitud acotada, normalmente se coloca perpendicular y centrado a la línea auxiliar de cota; y ligeramente por encima de esta con una separación aproximada de uno (1) a dos (2) milímetros como se muestra en la figura 4.16. En algunos casos puede ir acompañado de un símbolo como se muestra en la figura 4.17.

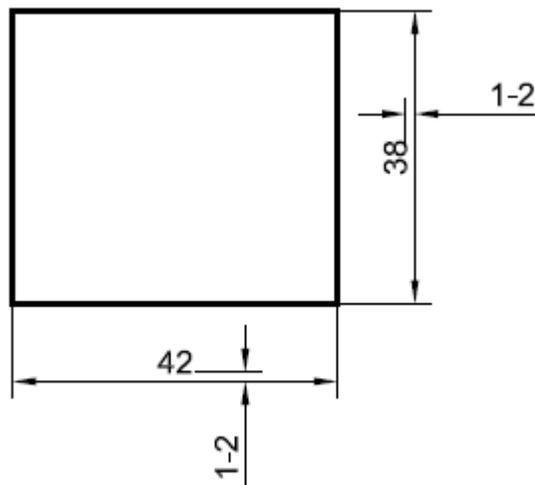


Figura 4.16 Ubicación del número de cota.

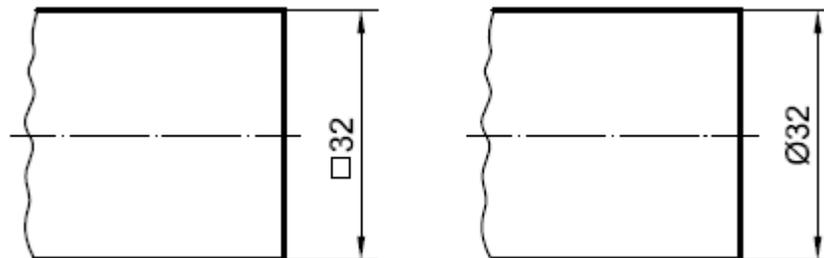


Figura 4.17 Número de cota acompañado de un símbolo.

La altura del número de cota se coloca de acuerdo al tamaño del dibujo y se puede colocar entre los siguientes valores: 3,5; 5; 7; 10; 14 ó 20 milímetros, para formatos pequeños se recomienda usar 3,5 milímetros.

En las cotas horizontales y verticales el número de cota se debe colocar para leerlo desde abajo y desde la izquierda como se muestra en la figura 4.18 y en las cotas inclinadas el número de cota debe colocarse de tal forma que sea de fácil lectura y evitando en lo posible colocarlo orientado en la zona rayada mostrada en figura 4.19.

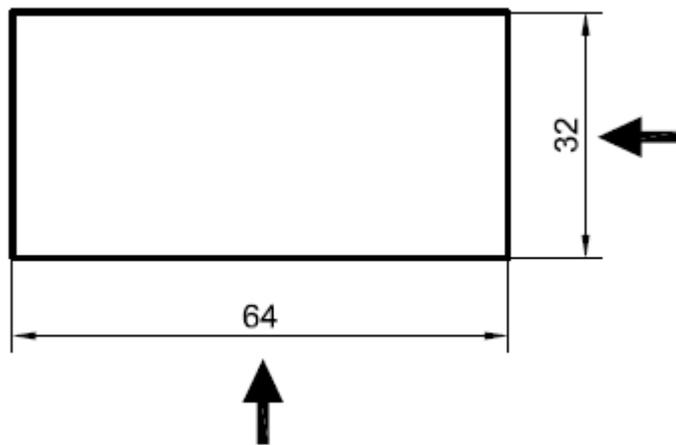


Figura 4.18 Orientación del número cota en acotamientos horizontales y verticales.

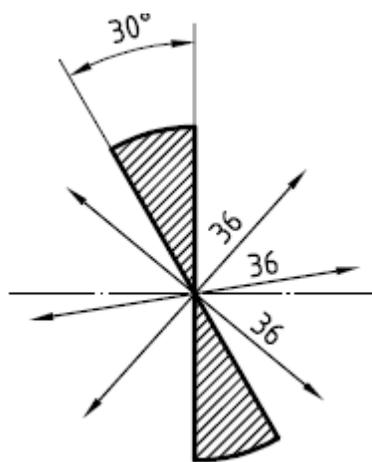


Figura 4.19 Representación de la zona no recomendada para colocar el número de cota.

En acotamiento de distancias pequeñas cuando no hay espacio para colocar el número de cotas entre las líneas auxiliares, el texto de cota se coloca del lado derecho o arriba de una prolongación de la línea de cotas como se muestra en la figura 4.20.

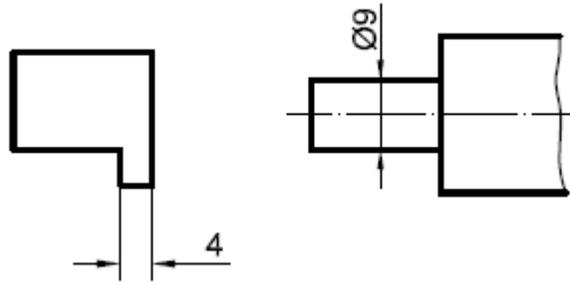


Figura 4.20 Colocación de la cifra de cota cuando la dimensión acotada sea muy pequeña.

4.2.5 Símbolos de cota

Es un elemento que se usa para complementar el acotamiento de algunos elementos geométricos, dentro de los cuales se pueden mencionar los siguientes: radios de curvatura, diámetros, distancia entre caras de piezas con geometría hexagonal, secciones transversales cuadradas y longitud de arcos. En la tabla 4.1 se muestra un listado de los símbolos utilizados en el acotamiento dimensional.

Tabla 4.1 Símbolos utilizados en el acotamiento dimensional.

Símbolo	Uso
R	Acotamiento de radios.
ϕ	Acotamiento de diámetros.
\square	Acotamiento de secciones transversales cuadradas.
SR o ER	Acotamiento de radios de esfera.
S ϕ o E ϕ	Acotamiento de diámetros de esfera.

Tabla 4.1 Símbolos utilizados en el acotamiento dimensional. Continuación

Símbolo	Uso
—	Acotamiento de longitud de arcos de circunferencia.
EC o SW	Acotamiento entre caras de superficies hexagonales.
M	Indicación de la rosca métrica.
t	Acotamiento de espesores.
h	Acotamiento de alturas.

4.2.6 La línea de referencia

Es una línea fina que se usa para indicar el número de cota en acotamientos donde el espacio es reducido para colocar la cifra de cota, como se muestra en la figura 4.21.

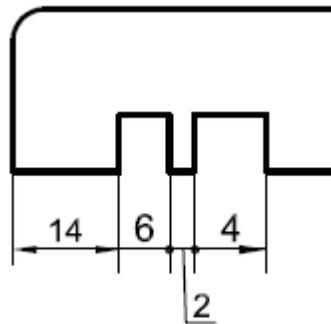


Figura 4.21 Indicación del número de cota utilizando una línea de referencia.

4.3 Clasificación de las cotas

Las cotas se pueden clasificar de acuerdo a varios criterios dentro de los cuales se pueden mencionar: la ubicación en la vista de la pieza y de acuerdo a la funcionalidad del elemento acotado.

4.3.1 De acuerdo a la ubicación en la vista de la pieza

De acuerdo a este criterio las cotas se clasifican en: cotas de dimensión y cotas de localización.

a) Cotas de dimensión

Son aquellas que se utilizan para definir las dimensiones de los elementos geométricos que posee una pieza como por ejemplo: la longitud de una arista, un radio de curvatura, el diámetro de una perforación, la dimensión de una ranura, entre otros. En la figura 4.22 se muestra un ejemplo de este tipo de acotamiento.

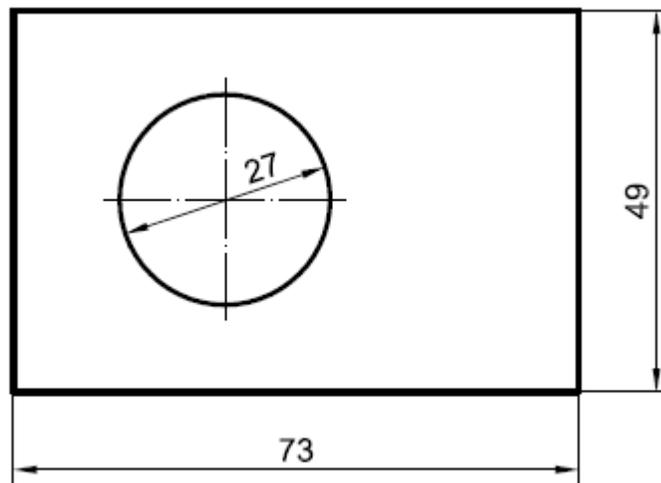


Figura 4.22 Cotas de dimensión en una vista de una pieza.

b) Cotas de localización

Son aquellas que se utilizan para indicar la posición relativa de los elementos geométricos que posee la pieza. En la figura 4.23 se muestra un ejemplo de este tipo de acotamiento.

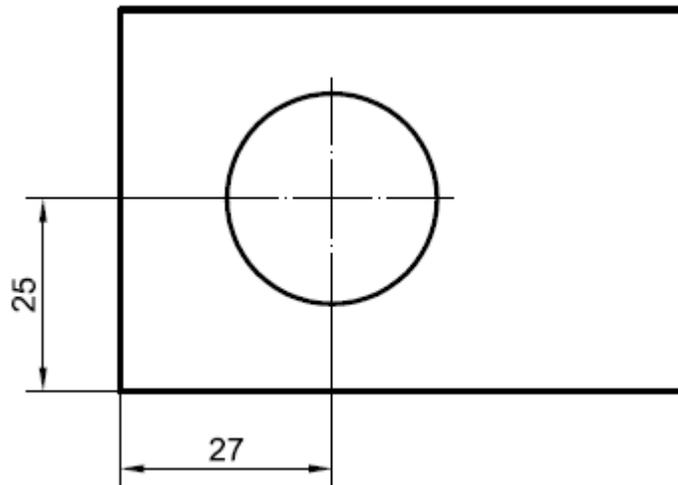


Figura 4.23 Cotas de situación en una vista de una pieza.

4.3.2 De acuerdo a la funcionalidad del elemento acotado

La norma UNE 1-039 (1994) clasifica las cotas de acuerdo a su funcionalidad en: cotas funcionales y cotas no funcionales.

a) Cotas funcionales (CF)

Son aquellas que se colocan en un elemento geométrico que debe cumplir con una función importante en la pieza por ejemplo el diámetro de una rosca, el diámetro del alojamiento de un rodamiento, la cavidad para una cuña, el diámetro de la perforación para colocar un pasador, entre otros. En este tipo de cotas por lo general se coloca la medida nominal y la tolerancia dimensional expresada numéricamente o indicada por una letra y un número, ver figura 4.24.

b) Cotas no funcionales (CNF)

Las cotas no funcionales (CNF) son aquellos que no desempeñan una función importante en la pieza, pero son necesarios para definir la geometría final de la misma, ver figura 4.24.

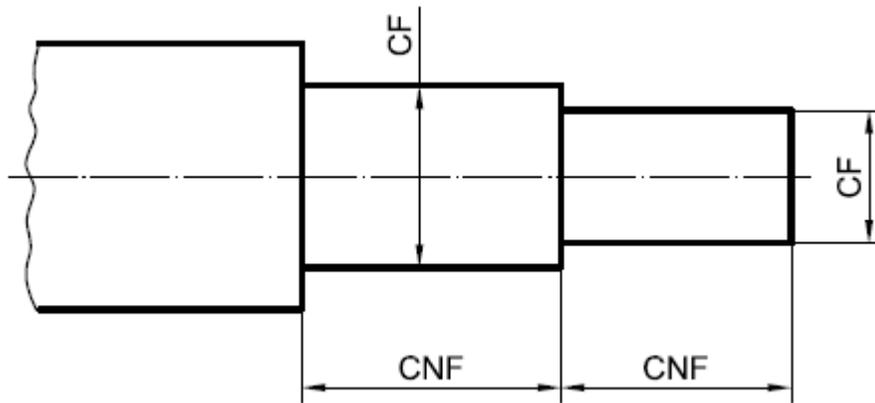


Figura 6.24 Acotamiento de elementos funcionales y no funcionales.

4.4 Principios del acotamiento dimensional

A continuación se describen estos principios:

- Las cotas deben colocarse en las vistas donde resulten más representativas.
- Las líneas de contornos ocultos no deben utilizarse para acotar.
- En un mismo plano los números de cota deben colocarse en la misma unidad dimensional y sin escribir la unidad utilizada.
- Las líneas auxiliares de cota y líneas de cota no deben cruzarse con otras líneas, ver figura 4.25.

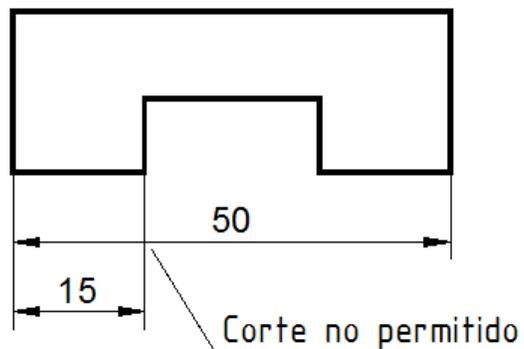


Figura 4.25 Cruce no permitido entre la línea de cota y las líneas auxiliares de cota.

- e) Las líneas de ejes de centros o de simetría nunca deben utilizarse como líneas de cota.
- f) Las líneas de ejes pueden usarse para realizar acotamientos, pero al trazarse fuera del contorno de la pieza se dibujan en línea fina continua, como se muestra en las figuras 4.26 y 4.27.

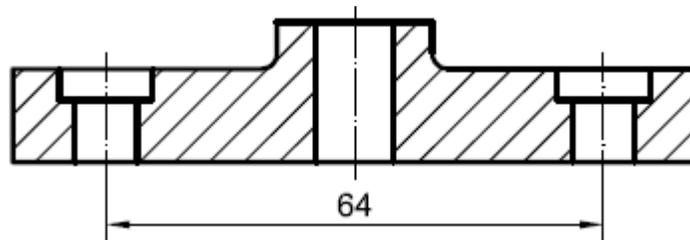


Figura 4.26 Acotamiento colocando líneas auxiliares de cota en dos líneas de ejes.

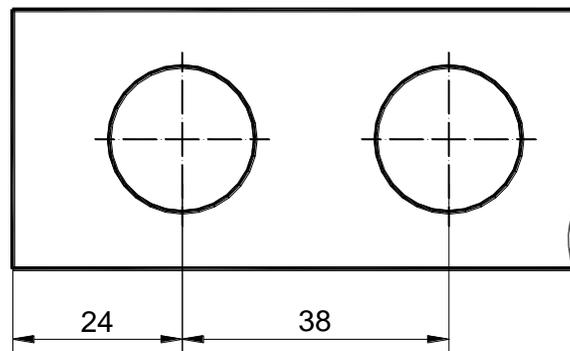


Figura 4.27 Acotamiento colocando líneas auxiliares de cota en ejes de centros.

- g) Las cotas no deben repetirse, por ejemplo si una cota se coloca en la vista frontal ésta no debe repetirse en otra vista. En la figura 4.28 la cota sesenta y cuatro (64) del ancho total esta repetida.

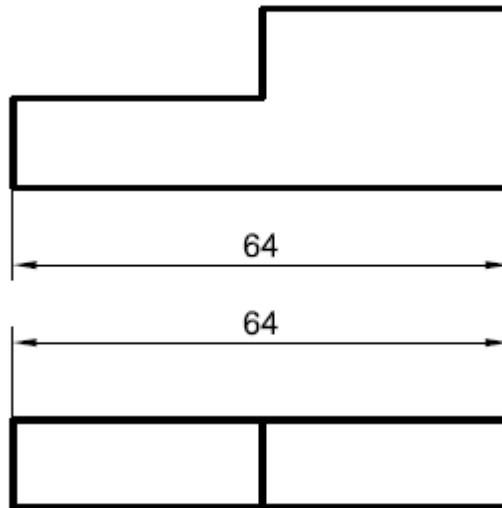


Figura 4.28 Representación de las vistas de una pieza con cota repetida.

- h) El acotamiento de radios se realiza con una sola flecha y solo se coloca el símbolo “R” cuando no se dibuja el centro de la curva acotada como se muestra en la figura 4.29.

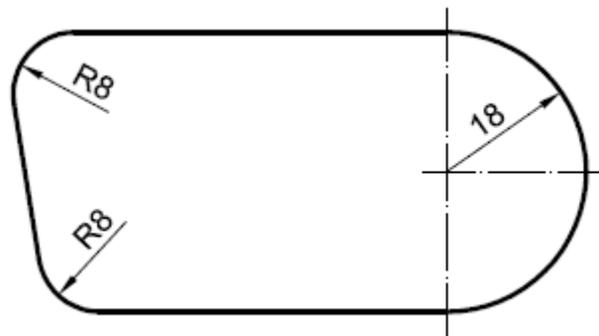


Figura 4.29 Acotamiento de radios.

- i) En el acotamiento de vistas simétricas dibujadas parcialmente, las líneas de cota deben prolongarse ligeramente pasando el eje de simetría como se muestra en la figura 4.30.

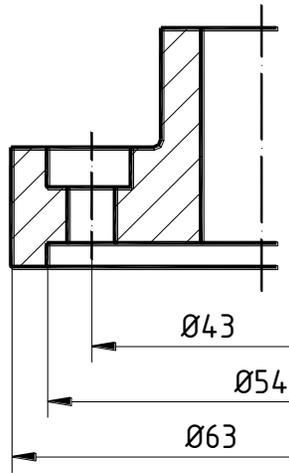


Figura 4.30 Acotamiento de vistas simétricas.

4.5 Arreglos utilizados en la disposición de las cotas

4.5.1 Acotamiento en serie o cadena

Es un arreglo donde los elementos geométricos se acotan a partir del anterior y colocando todas las líneas de cota alineadas entre sí como se muestra en la figura 4.31.

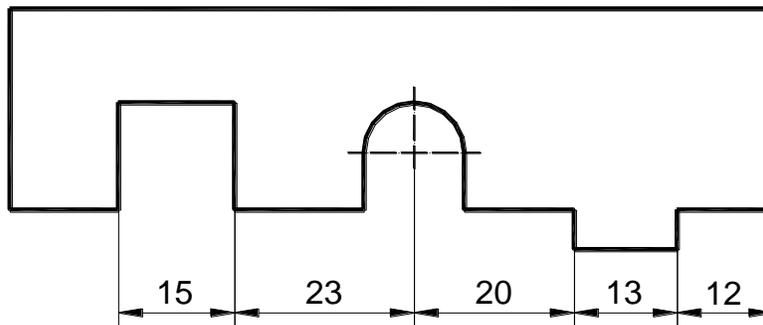


Figura 4.31 Acotamiento mediante un arreglo en serie.

4.5.2 Acotamiento en paralelo o escalonada

Es un arreglo donde las cotas se colocan de tal manera que forman como una especie de escalera, como se muestra en la figura 4.32.

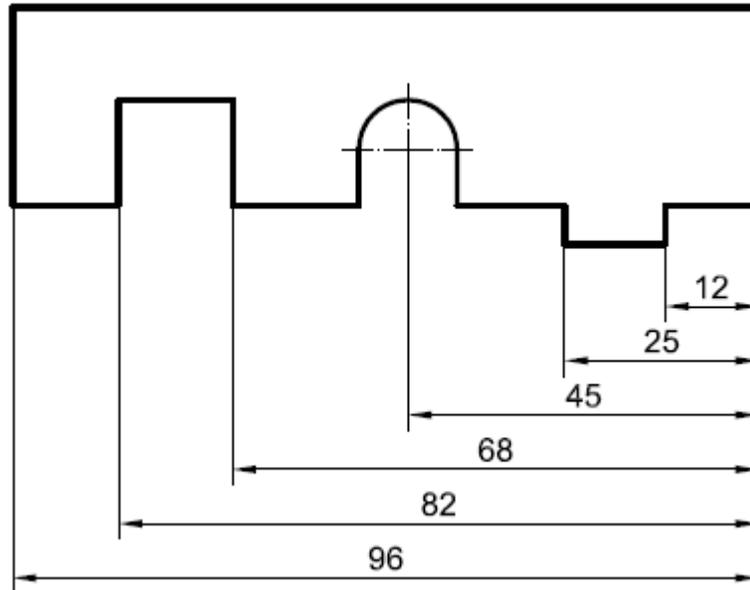


Figura 4.32 Acotamiento mediante un arreglo en paralelo.

4.5.3 Acotamiento combinado

Es un arreglo donde se colocan simultáneamente cotas en serie y en paralelo como se muestra en la figura 4.33.

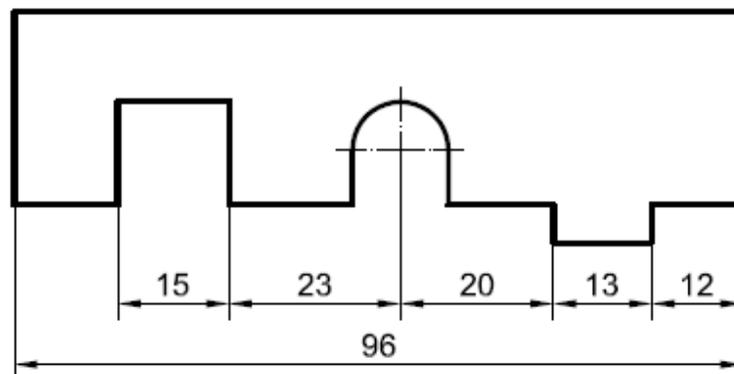


Figura 4.33 Acotamiento mediante un arreglo combinado.

4.5.4 Acotamiento indicando origen

Es un tipo de acotamiento que se realiza colocando un origen de acotamiento y luego las cotas se colocan referidas a este como se muestra en la figura 4.34.

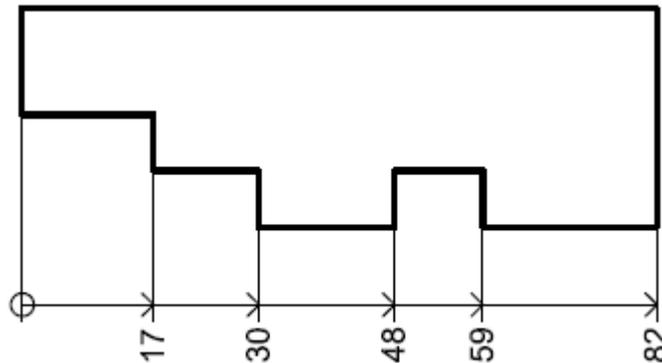


Figura 4.34 Acotamiento indicando un origen.

4.5.5 Acotamiento por coordenadas

Es un acotamiento que se realiza definiendo un sistema de coordenadas con su origen, luego se colocan letras o números a los elementos que se desean acotar y finalmente se suministra una tabla donde se indica el elemento y sus coordenadas como se muestra en la figura 4.35.

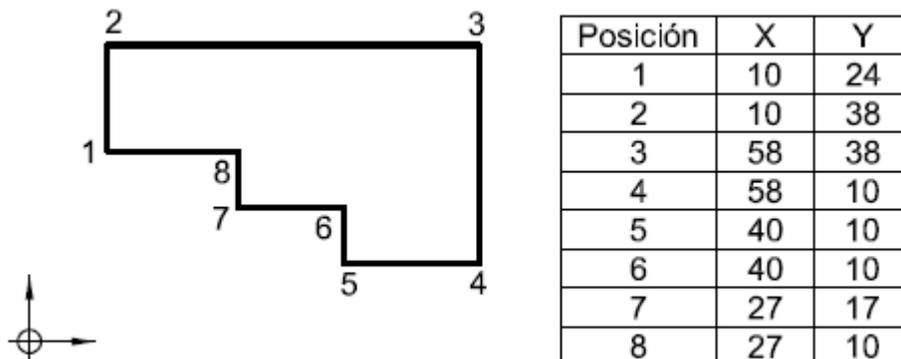


Figura 4.35 Acotamiento por coordenadas.

CAPÍTULO 5

Las tolerancias dimensionales

En este capítulo se define la tolerancia dimensional y luego se detalla como debe realizarse la indicación en el plano de fabricación.

5.1 La tolerancia dimensional

Se utiliza para indicar el intervalo dentro del cual debe encontrarse la medida real del elemento geométrico de la pieza fabricada, para que cumpla con la función establecida en el diseño correspondiente. Dicho intervalo se define por una desviación superior (DS o ds) y una inferior (DI o di) como se muestra en la figura 5.1. La desviación superior se denota por la letras mayúsculas “DS” cuando la tolerancia ésta referida a un agujero y por las letras minúsculas “ds” cuando ésta referida a un eje; y la desviación inferior se denota por las letras mayúsculas “DI” cuando la tolerancia ésta referida a un agujero y por las letras minúsculas “di” cuando ésta referida a un eje.

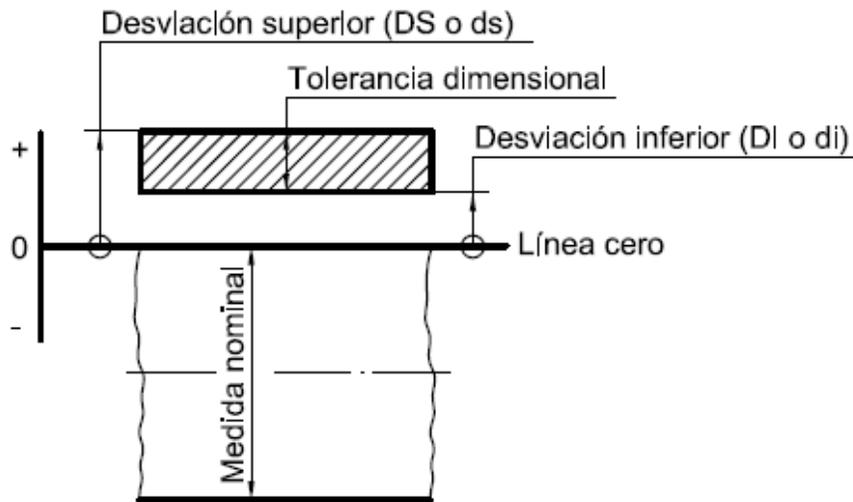


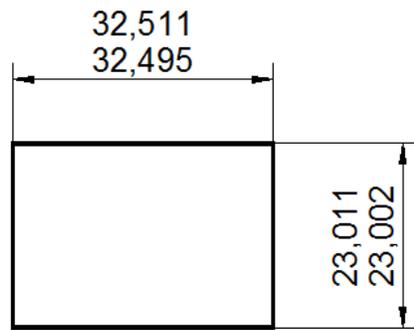
Figura 5.1 Representación de la tolerancia dimensional.

5.2 Indicación de la tolerancia dimensional

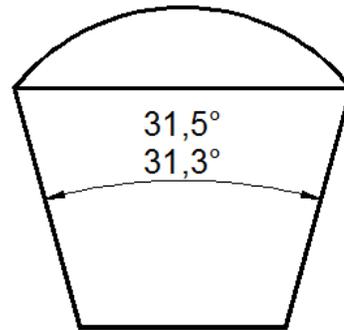
Existen varias normas internacionales que establecen los elementos para la indicación de este tipo de tolerancia y dentro de las cuales se pueden mencionar las normas DIN 406 y 7168 del Manual 2 DIN Normas de dibujo (1969), la BS ISO 129-1 (2004), la UNE-EN 20286-1 (1996) la cual adopta íntegramente a la ISO 286 (1988) y la UNE-EN 22768-1 (1994) la cual adopta íntegramente a la ISO 2768-1 (1989). Estas normas estandarizan que la indicación de este tipo de tolerancia se puede realizar de acuerdo a los siguientes principios:

5.2.1 Indicación mediante los valores límites de las medidas.

La tolerancia dimensional se establece colocando en la cota del elemento geométrico, el valor superior de la medida sobre el inferior como se muestra en la figura 5.2.



(a) Dimensiones lineales.

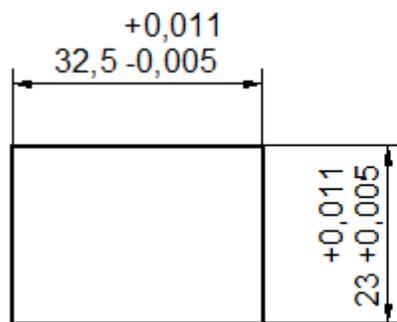


(b) Dimensiones angulares.

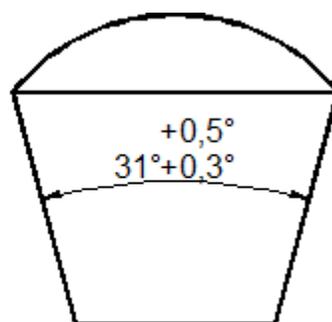
Figura 5.2 Indicación de la tolerancia dimensional mediante los valores límites de las medidas.

5.2.2 Indicación mediante las desviaciones de las medidas

En este caso, la tolerancia dimensional se proporciona colocando en la cota del elemento geométrico las desviaciones de la tolerancia del lado derecho del número de cota y ubicando la desviación máxima sobre la mínima como se muestra en la figura 5.3. El tamaño de las desviaciones debe ser igual al de la cota nominal.



(a) Dimensiones lineales.

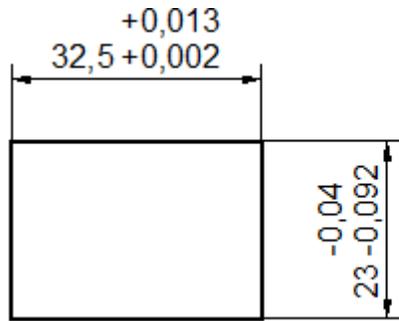


(b) Dimensiones angulares.

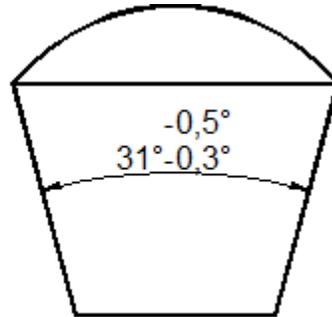
Figura 5.3 Indicación de la tolerancia dimensional mediante las desviaciones dimensionales.

Se pueden presentar los siguientes casos:

- a) Cuando las dos desviaciones poseen el mismo signo, se indican como se muestra en la figura 5.4.



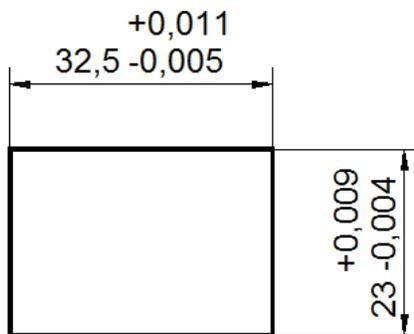
(a) Dimensiones lineales.



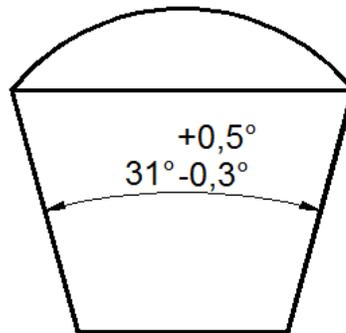
(b) Dimensiones angulares

Figura 5.4 Indicación de la tolerancia dimensional cuando las desviaciones poseen el mismo signo.

- b) Cuando las desviaciones tienen signo diferente, se indican como se muestra en la figura 5.5.



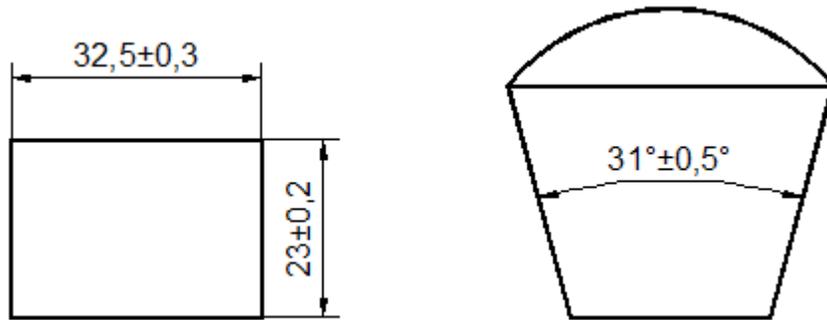
(a) Dimensiones lineales.



(b) Dimensiones angulares

Figura 5.5 Indicación de la tolerancia dimensional cuando las desviaciones poseen signo diferente.

- c) Cuando las desviaciones tienen signo diferente y el mismo valor numérico se dice que la tolerancia dimensional es simétrica y se indican como se muestra en la figura 5.6.

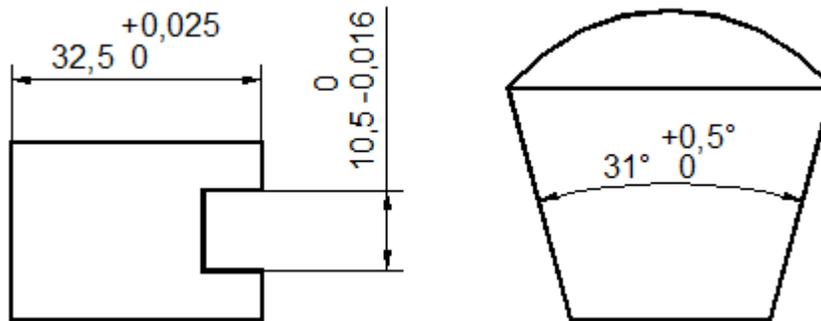


(a) Dimensiones lineales.

(b) Dimensiones angulares

Figura 5.6 Indicación de la tolerancia dimensional cuando la desviación es simétrica.

- d) Cuando una de las desviaciones es cero (0), la indicación se realiza colocando la desviación de valor nulo (0) sin ningún signo ni valor decimal, como se muestra en la figura 5.7.



(a) Dimensiones lineales.

(b) Dimensiones angulares

Figura 5.7 Indicación de la tolerancia dimensional cuando una de las desviaciones es cero.

5.2.3 Indicación mediante la clase y la calidad de la tolerancia

En este caso la tolerancia dimensional se sitúa en forma codificada del lado derecho de la medida nominal mediante una o dos letras que indican la

posición de la tolerancia y un número que indica el grado de calidad dimensional como se muestra en la figura 5.8. La norma ISO 286-1 (1988) establece la utilización de letras mayúsculas para las tolerancias de agujeros y minúsculas para tolerancias de ejes.

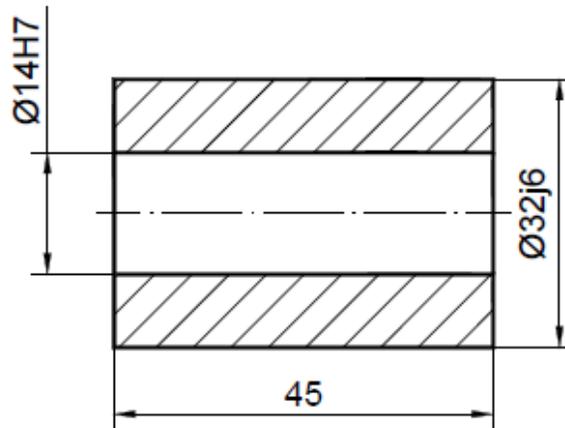


Figura 5.8 Indicación de la tolerancia dimensional en forma codificada.

En algunos casos cuando se usa este tipo de indicación se coloca entre paréntesis los valores límites dimensionales o las desviaciones asociadas a la clase de tolerancia indicada como se muestra en la figura 5.9.

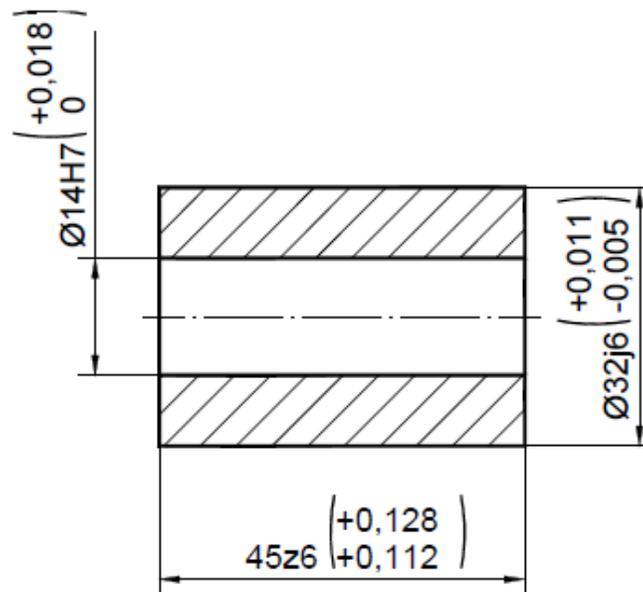


Figura 5.9 Indicación de la tolerancia dimensional en forma codificada y sus desviaciones.

5.2.4 Indicación mediante un límite en un sentido

Colocando el valor dimensional máximo o mínimo y agregando del lado derecho del valor dimensional las siglas “min” o “max”, como se muestra en la figura 5.10.

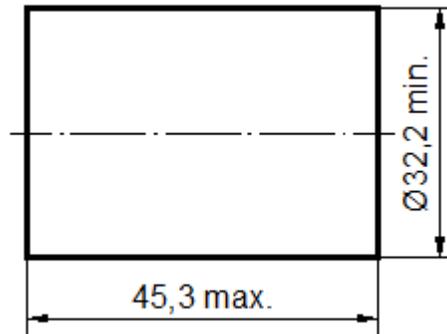


Figura 5.10 Indicación de la tolerancia dimensional en un sentido.

5.2.5 Indicación mediante la colocación de una nota en cajetín de rotulación

Este tipo de tolerancia dimensional normalmente se utiliza en elementos geométricos que no cumplen una función crítica en la pieza y se indican en el cajetín de rotulación o en un lugar muy cercano a él, colocando la norma y la clase de la tolerancia como se muestra en la figura 5.11.

Las normas internacionales más utilizadas para indicar este tipo de tolerancia son la DIN 7168 del Manual 2 DIN Normas de dibujo (1969) y la UNE-EN 22768-1 (1994) la cual adopta íntegramente a la ISO 286 (1989). Estas normas establecen cuatro grados de tolerancia, los cuales son: fino (f), medio (m), basto (c) y muy basto (v). En la tabla 5.1 se muestra un extracto de una de las tablas especificadas por la norma UNE-EN-22768-1(1994), para medidas lineales.

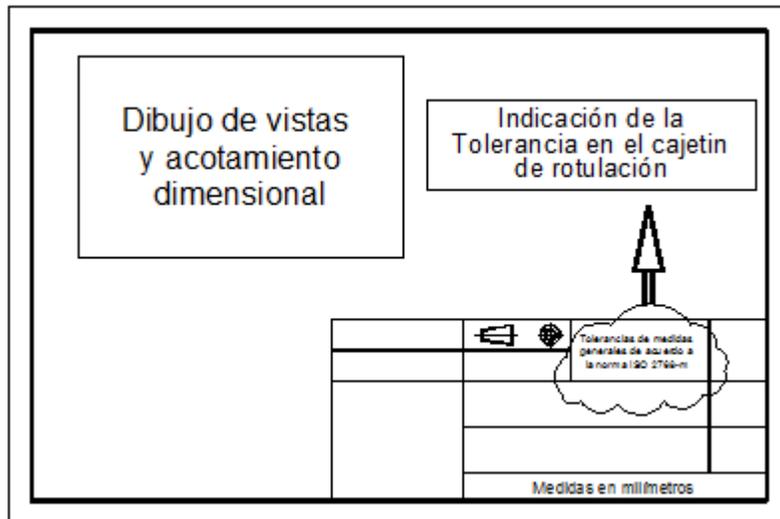


Figura 5.11 Indicación de tolerancias dimensionales generales en el cajetín de rotulación.

Tabla 5.1 Desviaciones de medidas lineales para tolerancias dimensionales generales, según la ISO 2768-1 (1989).

Fuente: UNE-EN 22768-1 (1994).

Grado de precisión	Medidas nominales en milímetros.						
	>0,5	>3	>6	>30	>120	>400	>1000
	≤3	≤6	≤30	≤120	≤400	≤1000	≤2000
Fino(f)	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5
Medio(m)	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
Basto(c)	±0,15	±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±2,0	±3,0
Muy basto(v)	-	±0,5	±0,1	±1,5	±2,0	±3,0	±4,0

CAPÍTULO 6

Las tolerancias geométricas

En este capítulo se definen las tolerancias geométricas y describen los símbolos utilizados para indicar dicha tolerancia.

6.1 Las tolerancias geométricas

Estas tolerancias se usan para controlar la forma, la orientación, la localización y la oscilación de los elementos geométricos de las piezas fabricadas. Dentro de estos elementos se pueden citar: un eje de simetría, un plano de simetría, una superficie plana, una superficie cilíndrica, entre otros.

La norma UNE-EN ISO 1101 (2004) la cual adopta íntegramente a la norma ISO 1101 (2004), las define como la zona de tolerancia, dentro de la cual debe estar contenido el elemento geométrico de la pieza. Se pueden mencionar como zonas de tolerancia las siguientes: el espacio interior de un círculo, el espacio entre dos círculos concéntricos, el espacio entre dos líneas equidistantes o dos rectas paralelas, el espacio interior de un cilindro, el espacio entre dos superficies equidistantes o dos planos paralelos, el espacio interior de una esfera, entre otros.

6.1.1 Símbolos utilizados

Los símbolos establecidos por la norma UNE-EN ISO 1101 (2004), para identificar este tipo de tolerancia se muestran en la tabla 6.1.

Tabla 6.1 Símbolos utilizados para indicar las tolerancias de forma, orientación, localización y oscilación.

Fuente: UNE-EN ISO 1101 (2004)

Tolerancia	Característica	Símbolo
Forma	Rectitud	
	Planitud	
	Redondez	
	Cilindricidad	
	Perfil de una línea	
	Perfil de una superficie	
Orientación	Paralelismo	
	Perpendicularidad	
	Angularidad	
	Perfil de una línea	
	Perfil de una superficie	

Tabla 6.1 Símbolos utilizados para indicar las tolerancias de forma, orientación, localización y oscilación. Continuación

Fuente: UNE-EN ISO 1101 (2004)

Tolerancia	Característica	Símbolo
Localización	Posición	
	Concentricidad (para dos centros)	
	Coaxialidad (para dos ejes)	
	Simetría	
	Perfil de una línea	
	Perfil de una superficie	
Oscilación	Oscilación circular radial	
	Oscilación axial	

6.1.2 El cuadro de tolerancia

Los requerimientos de estas tolerancias se indican mediante un cuadro rectangular dividido en dos o más casillas. Usándose dos casillas cuando la tolerancia geométrica no requiere indicación de referencia como se muestra en la figura 6.1 y tres casillas o más cuando la tolerancia geométrica requiere indicación de referencia como se muestra en la figura 6.2.

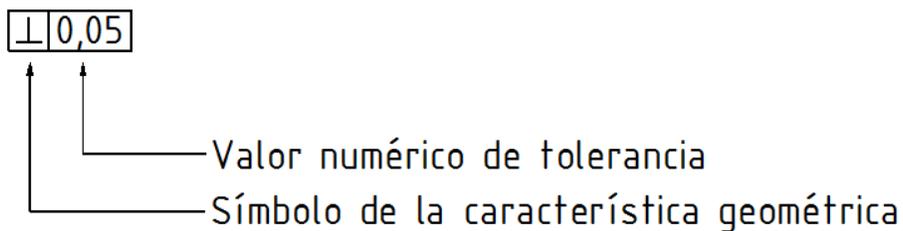


Figura 6.1 Cuadro de tolerancia geométrica con dos casillas.

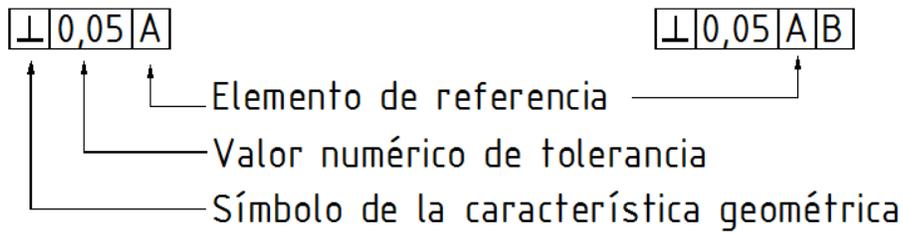
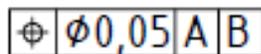
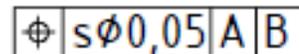


Figura 6.2 Cuadro de tolerancia geométrica con más de dos casillas.

El valor numérico de la tolerancia puede ir solo o acompañado de uno de los siguientes símbolos: símbolo “ ϕ ” en el caso de tolerancia circular o cilíndrica (figura 6.3a), o símbolo “ $s\phi$ ” en el caso de tolerancia esférica, ver figura 6.3b.



(a) cilindros o esferas



(b) esferas

Figura 6.3 Valor numérico de la tolerancia geométrica para círculos, cilindros o esferas.

Cuando sea necesario especificar más de una característica geométrica, los cuadros de tolerancia se pueden colocar uno arriba del otro como se muestra en la figura 6.4.

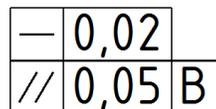


Figura 6.4 Cuadros de tolerancia para el control de dos características geométricas.

Si la tolerancia se aplica a más de un elemento geométrico se indicará arriba del cuadro de la tolerancia, el número de elementos seguido del signo “x” como se muestra en la figura 6.5.

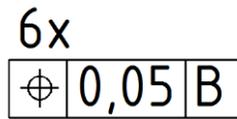


Figura 6.5 Cuadro de tolerancia para el control de varios elementos geométricos.

6.1.3 Indicación de la referencia

La referencia de la tolerancia debe identificarse con una letra mayúscula (A, B, C,...) inscrita dentro de un cuadrado y unida a un triángulo de referencia sólido o hueco como se muestra en la figura 6.6.



Figura 6.6 Indicación de la referencia sobre un contorno.

Esta referencia se puede ubicar de las siguientes formas: sobre una línea de contorno en una vista como se muestra en la figura 6.7, en una línea auxiliar que apunte a una superficie como se muestra en la figura 6.8, sobre una línea de cota como se muestra en las figuras 6.9, entre otros.

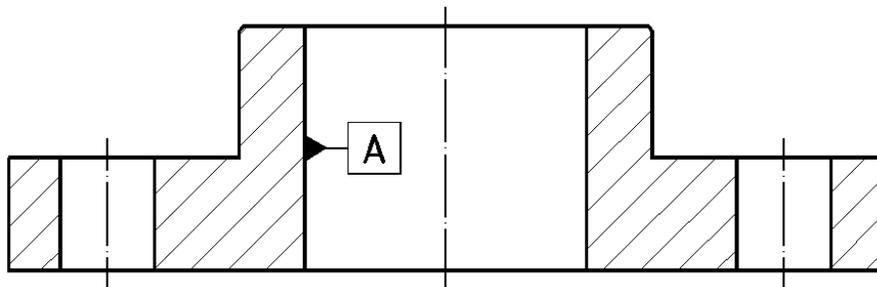


Figura 6.7 Indicación de la referencia sobre una línea de contorno en una vista.

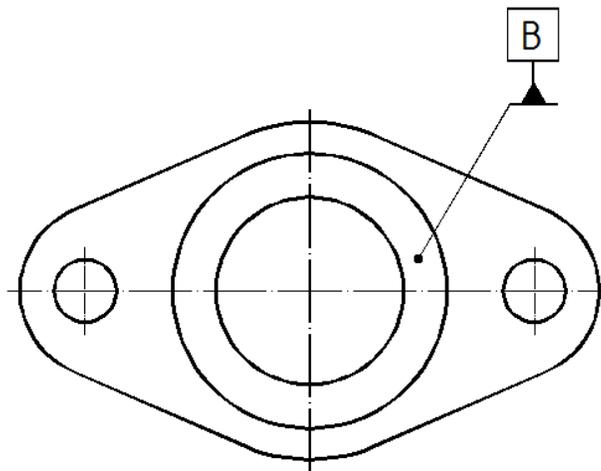


Figura 6.8 Indicación de una referencia sobre una línea auxiliar que apunte a una superficie.

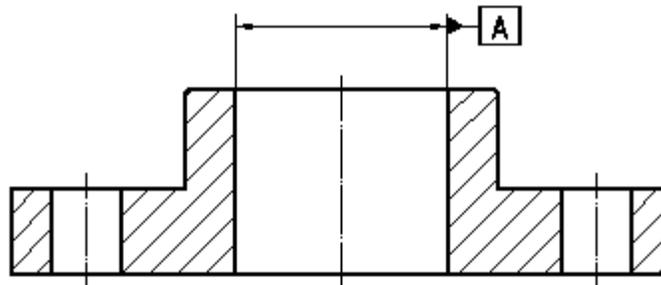


Figura 6.9 Indicación de una referencia sobre una línea de cota.

6.1.4 Aplicaciones de la tolerancia geométrica y su interpretación

En las siguientes figuras se muestran algunos ejemplos de indicaciones de tolerancias de forma, orientación, localización y oscilación, así como su interpretación de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 1101 (2004):

En la figura 6.10 se muestra una indicación de una tolerancia de rectitud, en donde se puede apreciar que la tolerancia está limitada por dos planos paralelos equidistantes 0,2 milímetros.

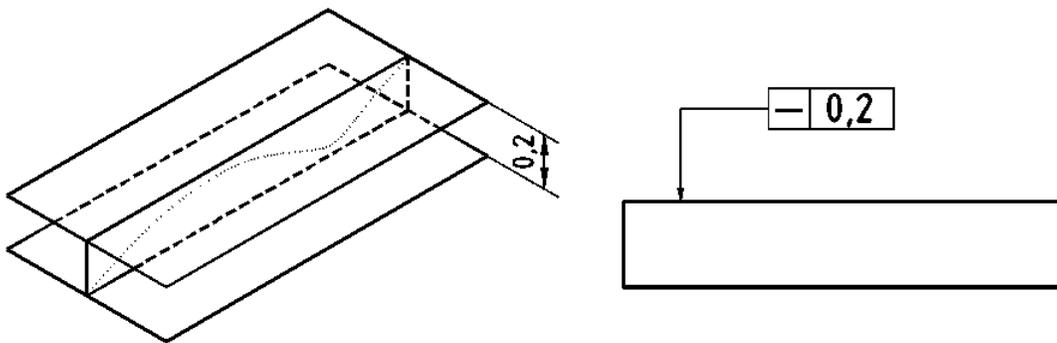


Figura 6.10 Indicación e interpretación de una tolerancia de rectitud.

En la figura 6.11 se muestra una indicación de tolerancia de paralelismo, en donde se puede apreciar que la tolerancia está limitada por dos planos paralelos equidistantes 0,2 milímetros y paralelos a la referencia A.

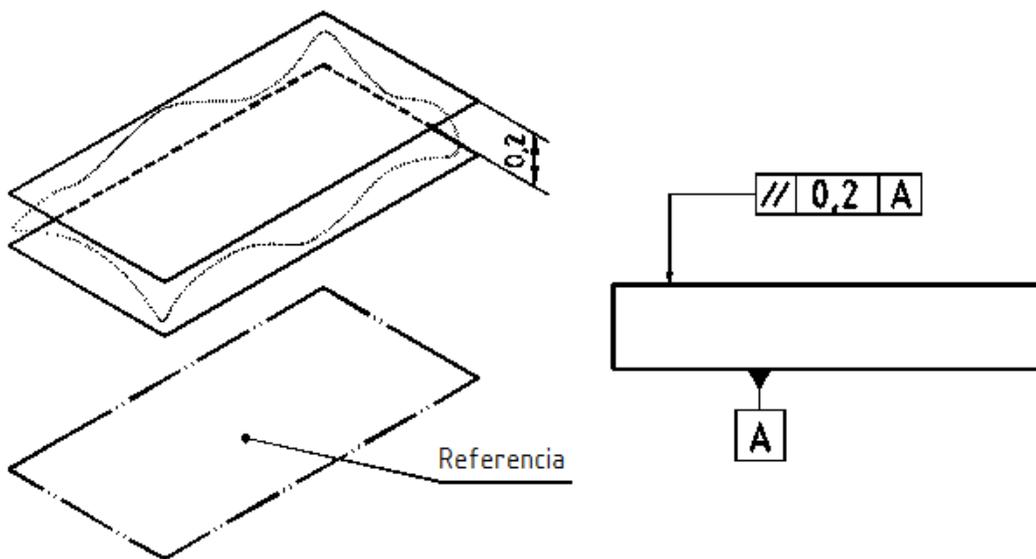


Figura 6.11 Indicación e interpretación de una tolerancia de paralelismo.

En la figura 6.12 se muestra una indicación de tolerancia de coaxialidad de un eje, en donde se puede apreciar que la tolerancia está limitada por un cilindro de diámetro 0,2 milímetros.

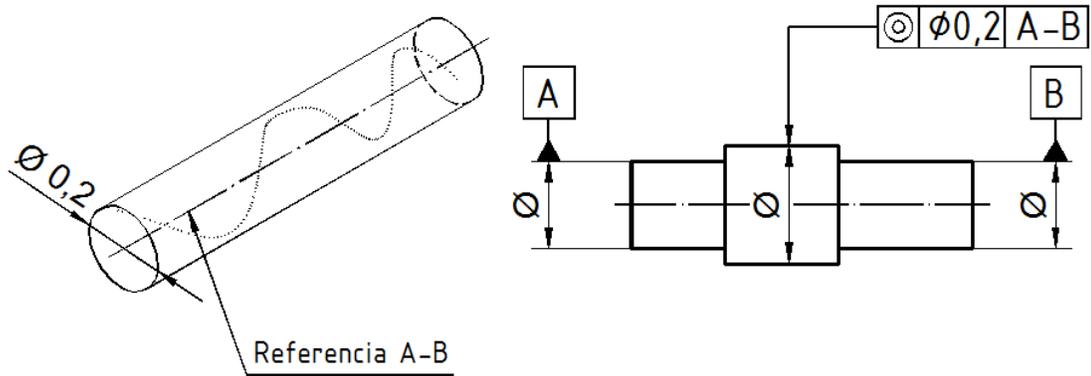


Figura 6.12 Indicación e interpretación de una tolerancia de coaxialidad de un eje.

En la figura 6.13 se muestra una indicación de tolerancia de oscilación total, en donde se puede apreciar que la tolerancia está limitada por dos cilindros coaxiales separados radialmente 0,2 milímetros.

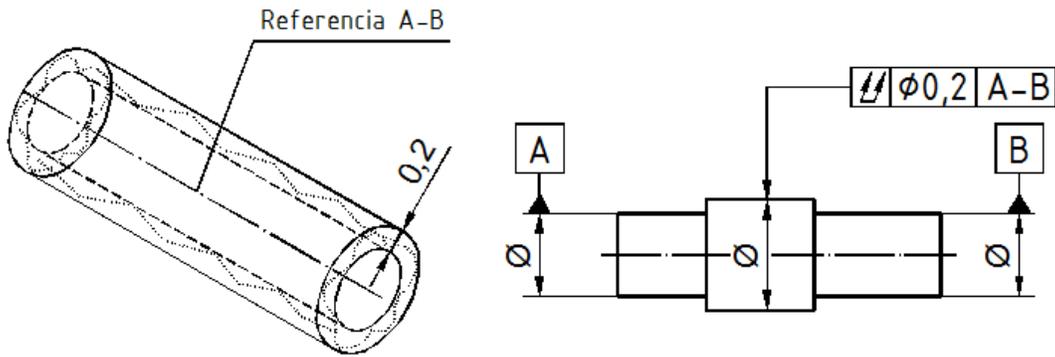


Figura 6.13 Indicación e interpretación de una tolerancia de oscilación radial.

En el caso de requerir mayor información relacionada con las demás características geométricas consultar la norma correspondiente.

CAPÍTULO 7

El acabado superficial

En este capítulo se define el acabado superficial, luego se indican los símbolos gráficos utilizados para acotar esta característica de las piezas y por último se suministran algunos ejemplos de su aplicación.

7.1 El acabado superficial

Es un término que se usa para denotar la calidad superficial de los elementos geométricos de las piezas fabricadas, mediante símbolos, números y letras.

7.1.1 Símbolos utilizados para el acotamiento de la calidad superficial

La norma UNE-EN ISO 1302 (2002) la cual adopta íntegramente a la norma ISO 1302 (2002), establece los siguientes símbolos gráficos para la indicación de la calidad superficial en las superficies de una pieza fabricada:

- a) Cuando la superficie de la pieza va a ser obtenida por cualquier proceso de fabricación se usa el símbolo básico mostrado en la figura 7.1.

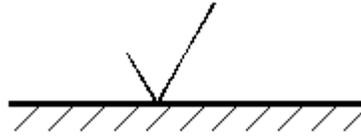


Figura 7.1 Símbolo básico para denotar la calidad superficial para cualquier proceso de fabricación.

- b) Cuando la superficie de la pieza va a ser obtenida por procesos con arranque de material como por ejemplo: torneado, fresado, taladrado, rectificado, entre otros; se emplea el símbolo básico mostrado en la figura 7.2.

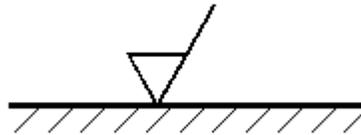


Figura 7.2 Símbolo básico para denotar la calidad superficial para procesos de fabricación con arranque de viruta.

- c) Cuando la superficie de la pieza va a ser obtenida por procesos sin arranque de viruta como por ejemplo: fundición, sinterizado, forjado, doblado, entre otros; se emplea el símbolo básico mostrado en la figura 7.3.

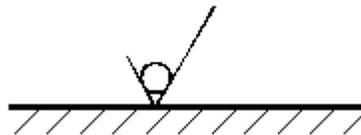


Figura 7.3 Símbolo básico para denotar la calidad superficial para procesos de fabricación sin arranque de viruta.

- d) Cuando se requiera una misma calidad superficial para todas las superficies del contorno externo de la pieza al símbolo gráfico se le agrega un círculo como se muestra en la figura 7.4.

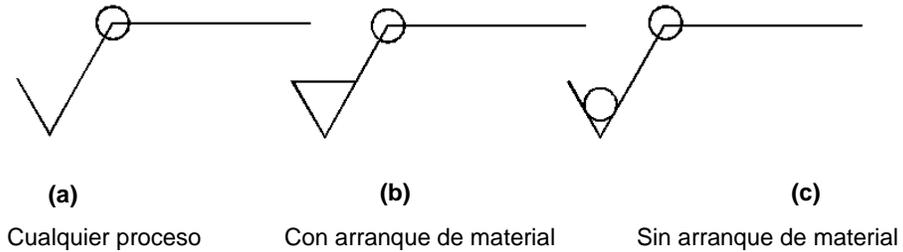


Figura 7.4 Símbolo para denotar la calidad superficial para todas las superficies del contorno externo de una pieza.

- e) Cuando se requiera especificar información complementaria de la calidad superficial se usa el símbolo gráfico mostrado en la figura 7.5.

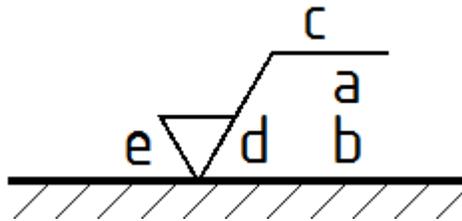
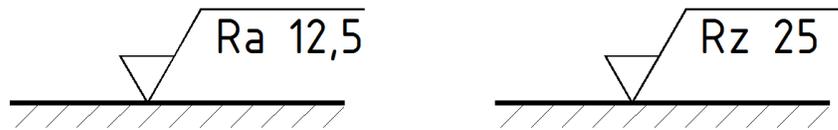


Figura 7.5 Símbolo para especificar información complementaria de la calidad superficial.

Fuente: Norma ISO 1302 (2002)

Las posiciones de las letras “a”, “b”, “c”, “d” y “e” se usan para indicar la siguiente información técnica:

Posición “a”: se usa para indicar un requisito individual de calidad superficial, la cual normalmente se indica mediante la desviación media aritmética de la rugosidad “Ra” (ver figura 7.6a) o la altura de la rugosidad en diez puntos “Rz” como se muestra en la figura 7.6b.



(a) Indicación mediante Ra

(b) Indicación mediante Rz

Figura 7.6 Indicación de un requisito individual de calidad superficial.

En la tabla 7.1 se muestran los valores predominantes recomendados de la rugosidad media “Ra” y en la tabla 7.2 se muestran los valores predominantes recomendados de la altura de la rugosidad en diez puntos “Rz”, de acuerdo a Rodríguez y Galarraga (2009)

Tabla 7.1 Valores predominantes recomendados de la rugosidad media Ra.

Fuente: J. Rodríguez y Galarraga (2009)

0,012	0,025	0,050	0,100	0,20	0,40
0,80	1,60	3,2	6,3	12,5	25
50	100	200	250	320	400
Valores en micrómetros					

Tabla 7.2 Valores predominantes recomendados de Rz.

Fuente: J. Rodríguez y Galarraga (2009)

0,025	0,050	0,100	0,20	0,40	0,80
1,60	3,2	6,3	12,5	25	50
100	200	400	800	1600	-
Valores en micrómetros					

Posición “a” y “b”: se usa para indicar dos o más requisitos de calidad superficial, como por ejemplo dos niveles de rugosidad media como se muestra en la figura 7.7.

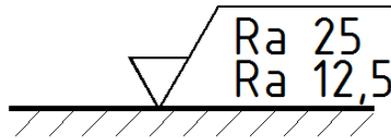


Figura 7.7 Indicación de dos o más requisitos de calidad superficial mediante Ra.

Posición “c”: se usa para indicar el método de fabricación, tratamiento térmico, recubrimiento, entre otros, para obtener la superficie; como por ejemplo una superficie rectificada, ver figura 7.8.

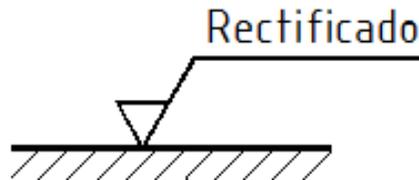


Figura 7.8 Indicación del método para obtener la superficie.

Posición “d”: se usa para indicar los surcos y su orientación en caso de que sea necesario, como se muestra en la figura 7.9.

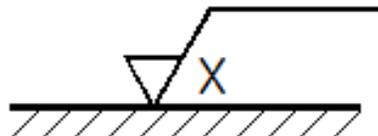


Figura 7.9 Indicación de los surcos y la orientación en la calidad superficial.

En la tabla 7.3 se muestran los símbolos para la indicación de los surcos superficiales y su interpretación, de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 1302 (2002).

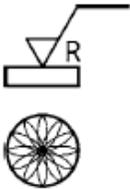
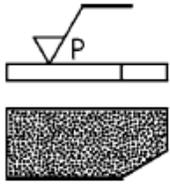
Tabla 7.3 Símbolos superficiales y su interpretación.

Fuente: UNE-EN ISO 1302 (2002).

Símbolo grafico	Interpretación	Ejemplo
=	Paralelo al plano de la vista en el que se usa el símbolo.	
⊥	Perpendicular al plano de proyección de la vista en el que se usa el símbolo.	
X	Cruzado en dos direcciones oblicuas relativas al plano de proyección de la vista en la que se usa el símbolo.	
M	Multidireccional.	
C	Aproximadamente circular con respecto al centro de la superficie sobre la que se aplica el símbolo.	

Tabla 7.3 Símbolos superficiales y su interpretación. Continuación

Fuente: UNE-EN ISO 1302 (2002).

Símbolo gráfico	Interpretación	Ejemplo
R	Aproximadamente radial con respecto al centro de la superficie donde se aplica el símbolo.	
P	Los surcos superficiales son en particular, no direccionales o protuberantes.	

Posición e: se usa para indicar valores de sobre medidas para el mecanizado del elemento geométrico especificado, ver figura 7.10.

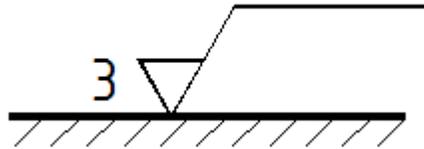


Figura 7.10 Indicación de sobre medida para mecanizado.

7.1.2 Orientación de los símbolos en las vistas

De acuerdo a la norma BS ISO-129-1 (2004), el símbolo gráfico y su información complementaria debe orientarse de forma que sean legibles desde abajo o de derecha a izquierda como se muestra en las figuras 7.11.

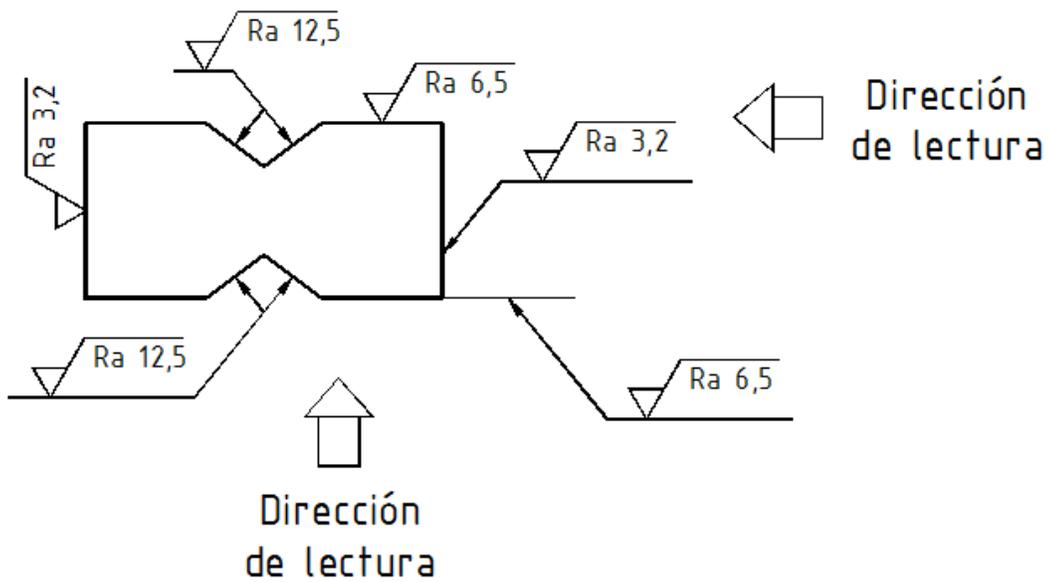


Figura 7.11 Orientación de lectura de los símbolos de calidad superficial.

7.1.3 Posición de los símbolos en los elementos geométricos de la pieza

De acuerdo a la norma UNE-EN ISO 1302 (2002), los símbolos de calidad superficial pueden colocarse en el contorno de la pieza (figura 7.12), usando líneas de referencia (figura 7.13), sobre una línea de cota (figura 7.14), entre otros.

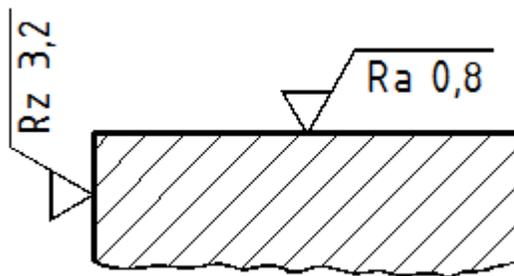


Figura 7.12 Colocación de los símbolos de calidad superficial sobre el contorno de la vista.

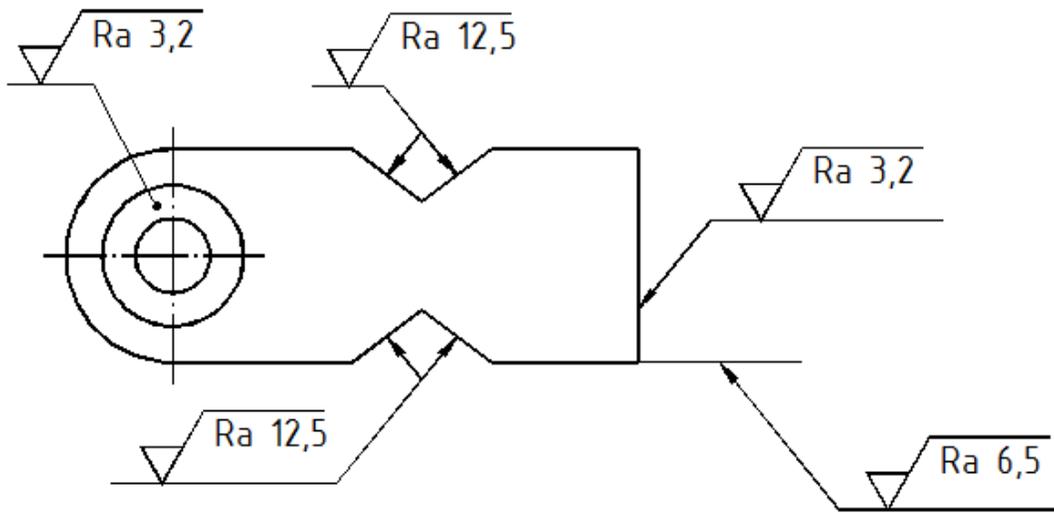


Figura 7.13 Colocación de los símbolos de calidad superficial usando líneas de referencia.

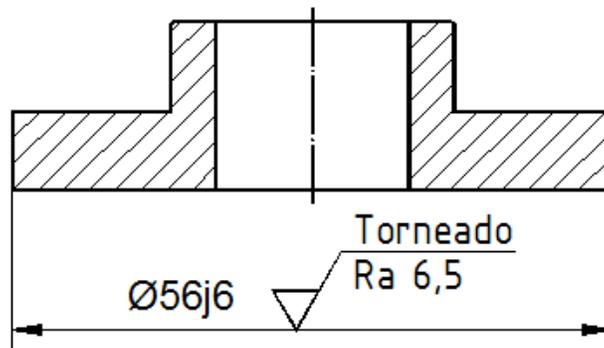


Figura 7.14 Colocación de los símbolos de calidad superficial sobre una línea de cota.

7.1.4 Indicaciones simplificadas de la calidad superficial

La norma UNE-EN ISO 1302 (2002), establece las siguientes indicaciones simplificadas:

- a) Cuando la mayoría de las superficies poseen el mismo requisito de calidad superficial; colocando el símbolo de la calidad predominante seguido entre paréntesis de las calidades no predominantes como se muestra en la figuras 7.15. Dichos símbolos deben ubicarse cerca del cuadro de datos.

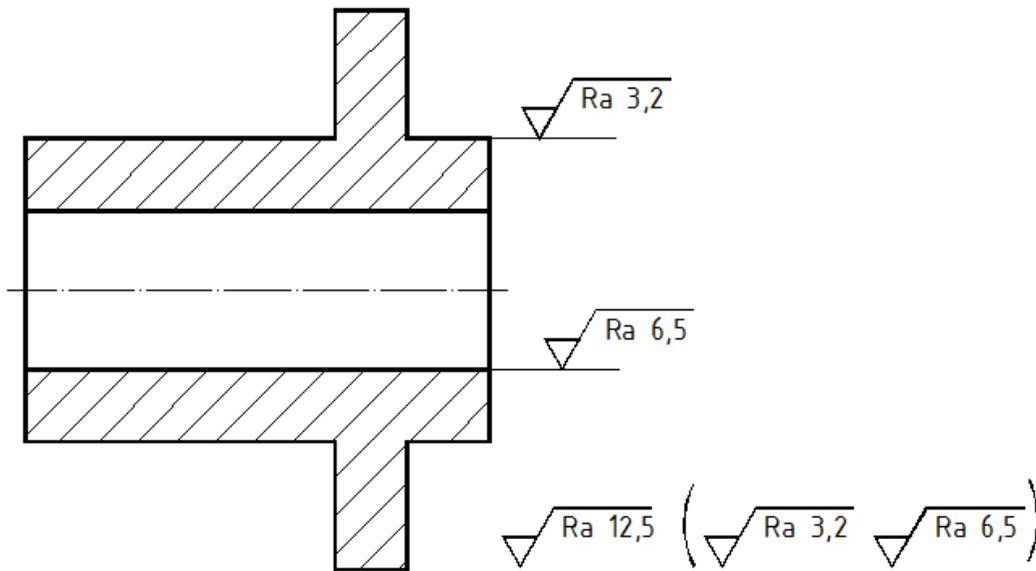


Figura 7.15 Indicación simplificada de una calidad superficial predominante.

- b) Mediante un símbolo gráfico con una letra minúscula, normalmente “y” o “z”, y una nota donde se explique su significado en el área de dibujo como se muestra en la figura 7.16.

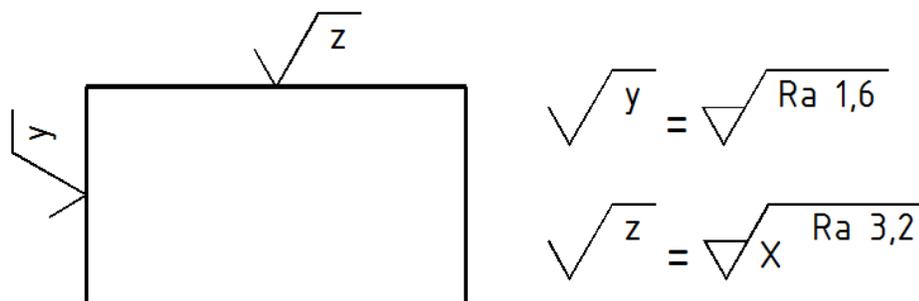


Figura 7.16 Indicación mediante un símbolo con letras.

- c) Mediante un símbolo básico acompañado de una nota explicativa de su significado, como se muestra en las figuras 7.17.

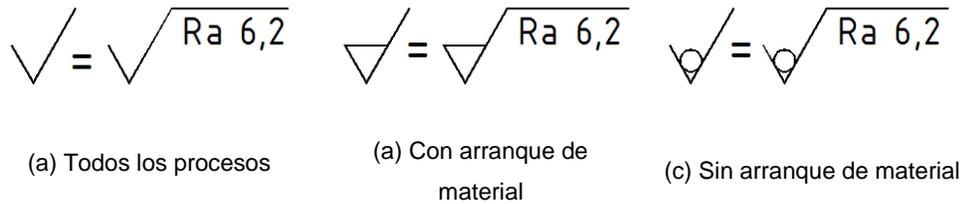


Figura 7.17 Indicación simplificada usando los símbolos básicos y una nota explicativa.

- d) De dos o más procesos de fabricación, colocando la calidad superficial antes y después de un determinado tratamiento como se muestra en la figura 7.18. En la cual la línea trazo punto se usa para indicar tratamientos superficiales como: el cromado, el niquelado, la cementación, la nitruración, entre otros.

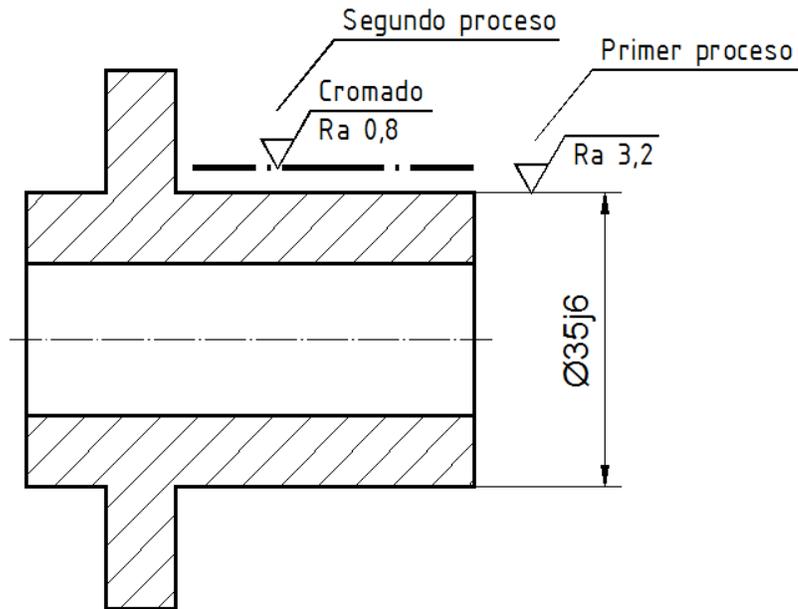
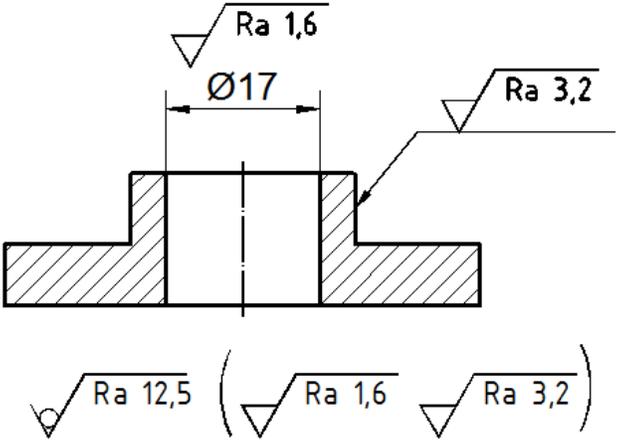
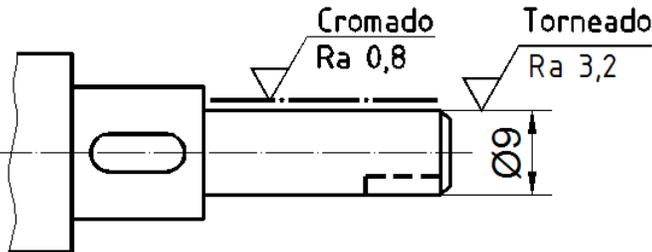


Figura 7.18 Indicación de la calidad superficial para dos procesos de fabricación.

7.1.5 Ejemplos de indicación de calidad superficial en las vistas de una pieza y su interpretación

En la tabla 7.4 se muestran dos ejemplos de indicaciones en vistas de piezas y su interpretación.

Tabla 7.4 Ejemplos de indicación de calidad superficial y su interpretación.

Indicación superficial en la pieza	Interpretación
	<ul style="list-style-type: none"> • Rugosidad predominante con una rugosidad $Ra=12,5$ micrómetros y con superficie sin arranque de viruta. • Dos superficies con arranque de viruta, una con calidad superficial $Ra=1,6$ y la otra con $Ra=3,2$ micrómetros.
	<p>Superficie con dos procedimientos de fabricación en una misma superficie:</p> <p>Primer proceso: torneado con una rugosidad $Ra=3,2 \mu\text{m}$.</p> <p>Segundo proceso: recubrimiento de la superficie con cromo con una calidad superficial $Ra=0,8 \mu\text{m}$.</p>

CAPÍTULO 8

Ejemplo de elaboración de un plano de fabricación

En este capítulo el autor presenta un listado de consideraciones para la obtención de las vistas y el acotamiento dimensional de una pieza, así como la explicación paso a paso de un ejemplo de elaboración de un plano de fabricación.

8.1 Recomendaciones para la obtención de las vistas de una pieza

- a) La vista principal o frontal es la que posea la mayor cantidad de detalles.
- b) La vista principal se orienta de acuerdo a la posición de montaje o la fabricación.
- c) Cuando la pieza posea detalles muy pequeños y que no se aprecien bien en el dibujo de las vistas a la escala principal, estos se pueden dibujar en el plano a una escala mayor que la principal, de acuerdo a lo especificado en la página 45.

- d) Cuando la pieza posea detalles que no se muestren claramente en las vistas principales, puede aplicarse una vista auxiliar usando una flecha de referencia. Si la geometría es inclinada la vista auxiliar puede representar parcialmente.
- e) Cuando la pieza posea detalles ocultos que dificulten la interpretación de las vistas o el acotamiento de algún detalle pueden aplicarse cortes en las vistas que lo requieran.
- f) Cuando la pieza posea geometrías cuya sección transversal no se muestre directamente en las vistas principales, es necesario aplicar secciones en las zonas que lo requieran.
- g) La cantidad de vistas para una pieza depende de la complejidad de su geometría es decir existen piezas con geometría muy sencilla que se pueden representar con una sola vista por ejemplo la pieza mostrada en la figura 8.1, existen otras que requieren dos vistas como por ejemplo la pieza mostrada en la figura 8.2 o piezas que requieren tres o más vistas como por ejemplo la pieza mostrada en la figura 8.3.

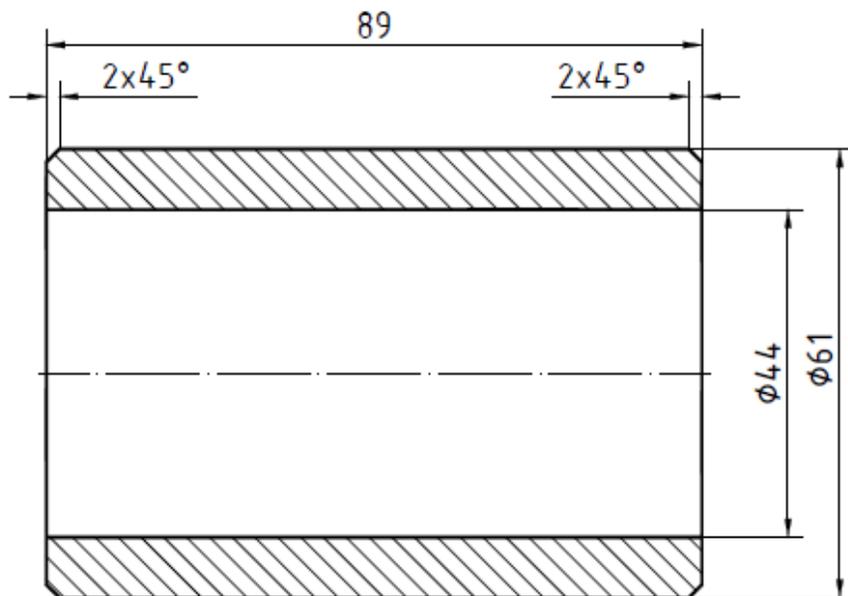


Figura 8.1 Representación de una pieza con una sola vista

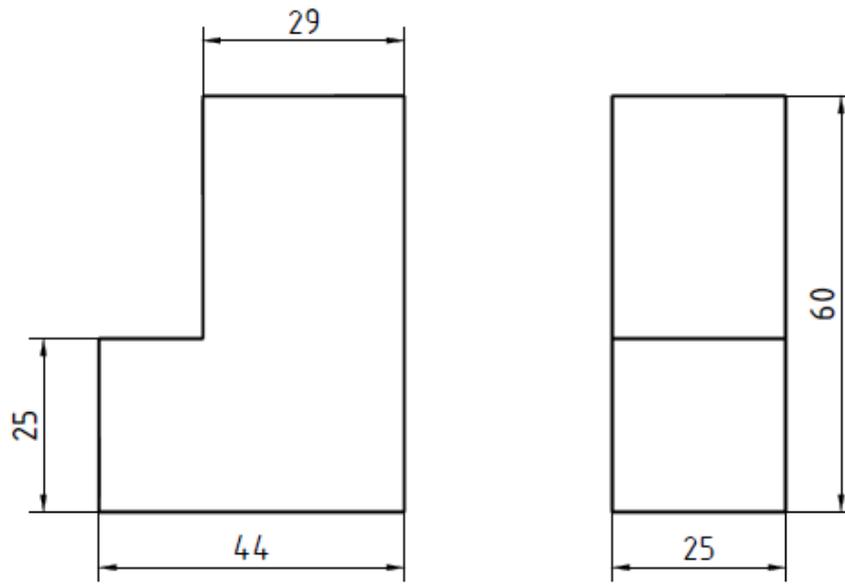


Figura 8.2 Representación de una pieza con dos vistas

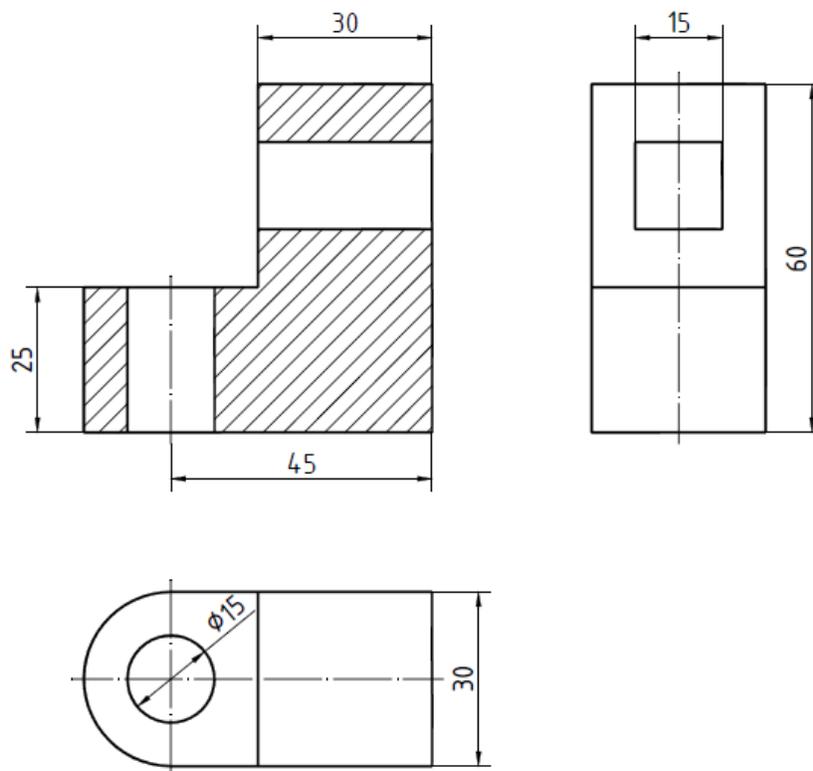
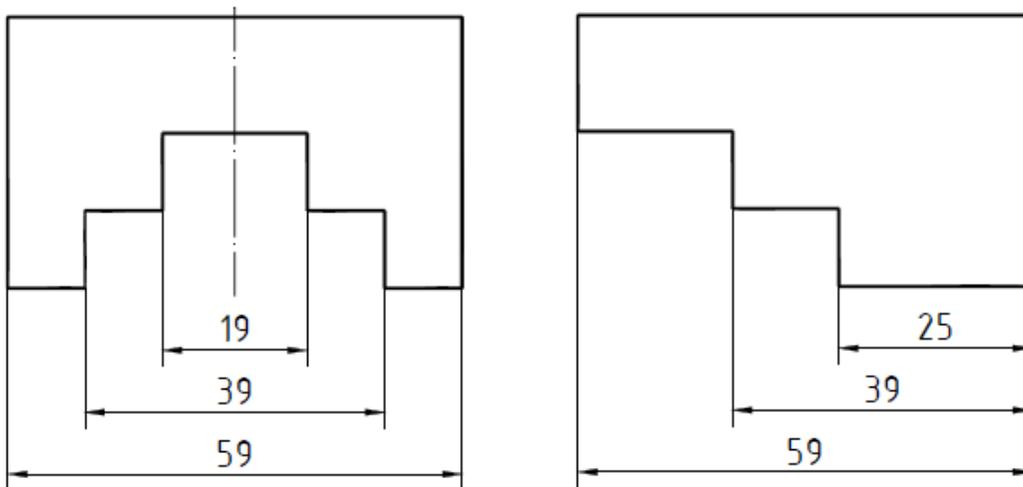


Figura 8.3 Representación de una pieza con tres vistas

8.2 Recomendaciones para el acotamiento dimensional y la indicación de las tolerancias dimensionales, geométricas y el acabado superficial

- a) Acotar en primer lugar la vista principal o frontal y tomando en cuenta que las piezas se acotan en tres dimensiones diferentes (ancho, profundidad y altura), las medidas de ancho se acotan en la vista frontal y superior, las medidas de altura en la vista frontal y lateral y las medidas de profundidad en la vista superior y lateral.
- b) Si una vista es simétrica, el acotamiento se realiza tomando como referencia el eje de simetría (figura 8.4a) y si es asimétrica la referencia es una esquina de la vista (figura 8.4b).



(a) Acotado de vistas simétricas

(b) Acotado de vistas asimétricas

Figura 8.4 Acotamiento de vistas simétricas y asimétricas

- c) Cuando la tolerancia dimensional es de ajuste (piezas acopladas) referirse a lo establecido en la página 116 y si son generales a lo establecido en la página 121.
- d) El acabado superficial se indica en las vistas solo cuando la pieza dibujada va a ser utilizada en un mecanismo que requiere para su óptimo funcionamiento unas condiciones particulares en su geometría.

- e) El acabado superficial una pieza depende de varios factores dentro de los cuales se pueden citar: proceso para fabricar la pieza, condiciones de diseño de la pieza, condiciones ambientales donde la pieza va a ser utilizada, entre otros.

8.3 Ejemplo de elaboración de un plano de fabricación

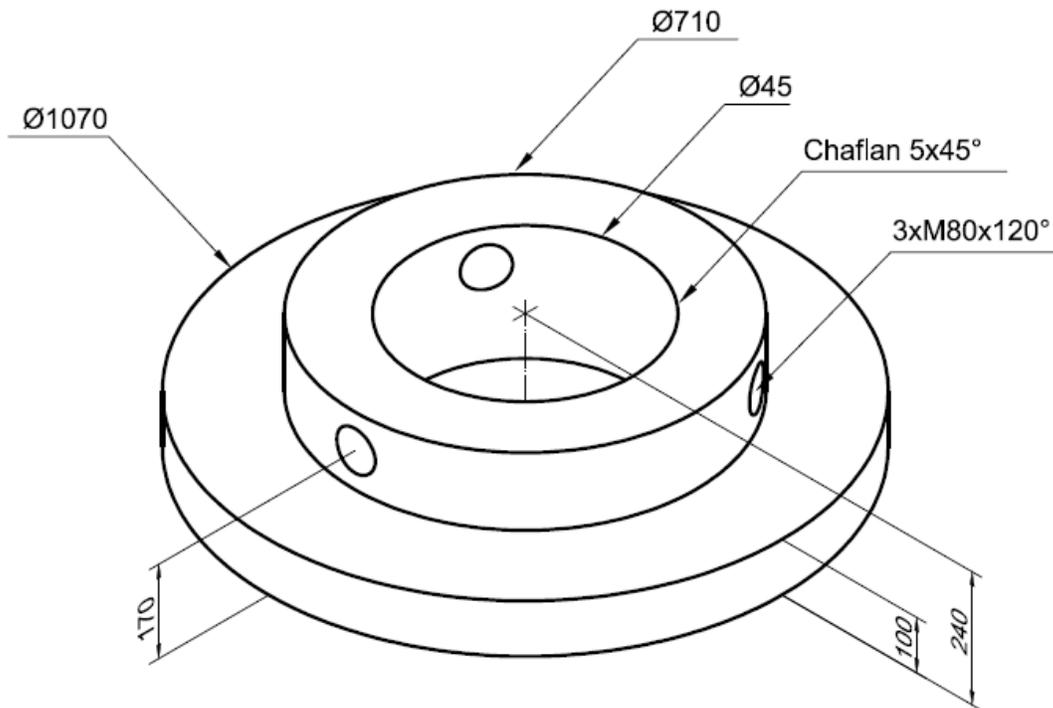


Figura 8.5 Anillo deflector

Dada la pieza mostrada en la figura 8.5 a continuación se listan una serie de pasos para la elaboración del plano de fabricación de la misma.

Pasos:

- Definir el método de proyección a utilizar, en este caso ISO-E, la unidad de longitud a utilizar con este método es el milímetro.

- b. Dibujar un bosquejo de las tres vistas principales, el cual puede realizarse a mano alzada o con ayuda de algunos instrumentos de dibujo pero sin escala, ver figura 8.6.
- c. Analizar las vistas y determinar la cantidad de vistas necesarias y suficientes: en esta pieza la vista frontal y la lateral izquierda muestran los mismos detalles geométricos, por lo tanto no es necesario dibujar la vista lateral izquierda.

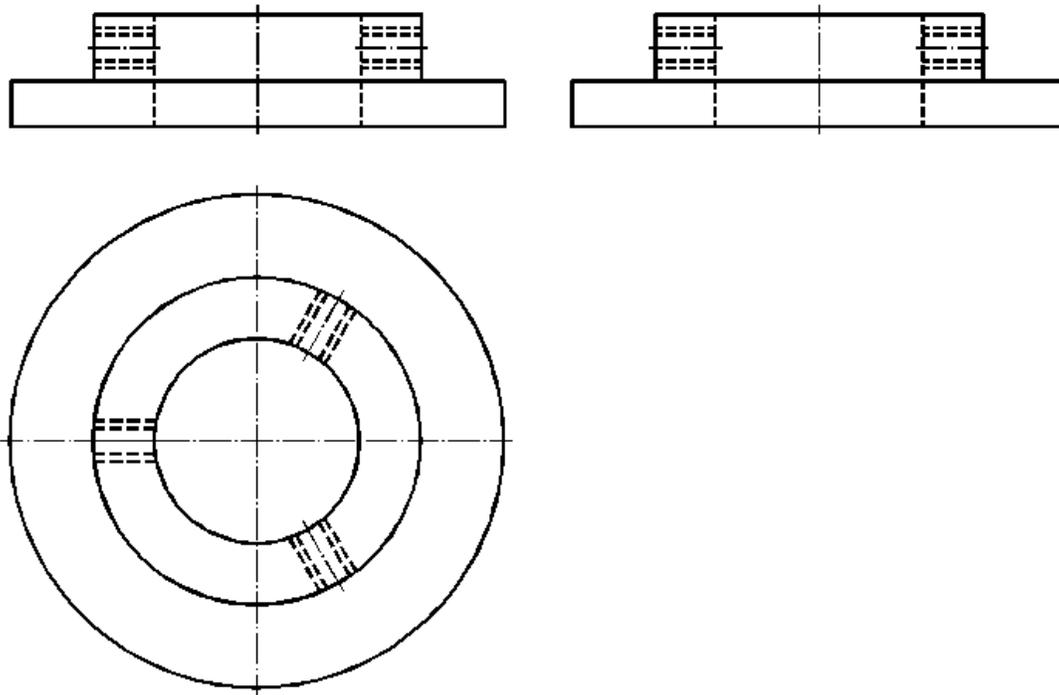


Figura 8.6 Bosquejo de las 3 vistas principales

- d. Analizar las vistas para determinar si es necesario aplicar cortes y/o secciones, en este caso es necesario aplicar en la vista frontal un corte total con sección girada y en la vista superior un corte parcial en la zona donde están las perforaciones roscadas, ver figura 8.7.

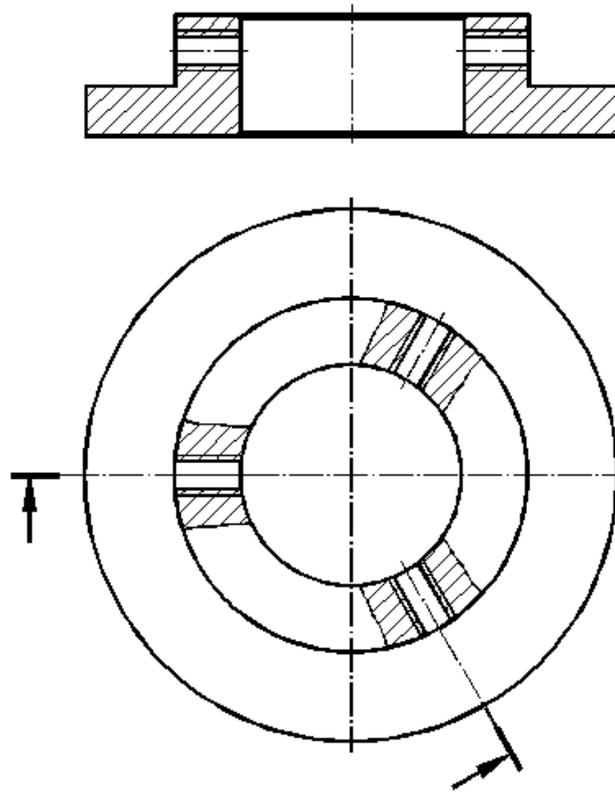


Figura 8.7 Aplicación de los cortes en las vistas del bosquejo

- e. En la vista superior el detalle de la perforación roscada es repetitivo, por lo tanto se puede representar como se muestra en la figura 8.8.

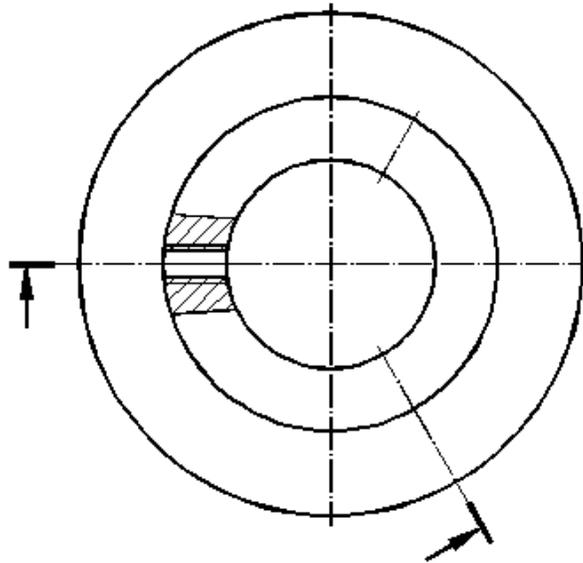


Figura 8.8 Representación del detalle repetitivo de la vista superior

- f. La pieza presenta un detalle que requiere un detalle ampliado en la zona del chaflán de $5 \times 45^\circ$, pero este lo dibujaremos posteriormente.
- g. Realizar el acotamiento dimensional de las vistas colocando las cotas necesarias y suficientes. Tomando en cuenta lo especificado en el capítulo 4, ver figura 8.9

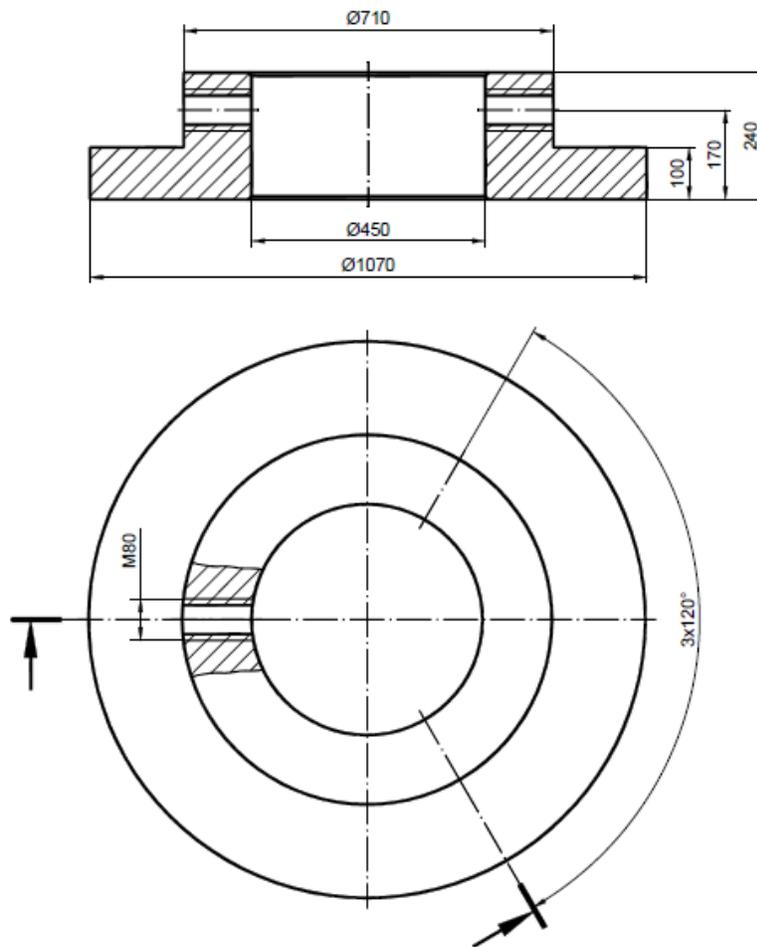


Figura 8.9 Acotamiento dimensional del bosquejo

- h. Determinar el espacio de separación entre vistas en función de la cantidad de cotas colocadas en esa zona. En este caso han sido colocadas dos cotas las cuales requieren aproximadamente 15 milímetros, por lo tanto en este caso lo estableceremos en 30 milímetros porque permite colocar las cotas y no quedan muy cercanas a las vistas.

- i. Determinar el área requerida para dibujar las vistas incluyendo la separación entre vistas y/o el área ocupada por las cotas, esa área la denotaremos por un rectángulo de ancho (DHV) y altura (DVV), ver figura 8.10.

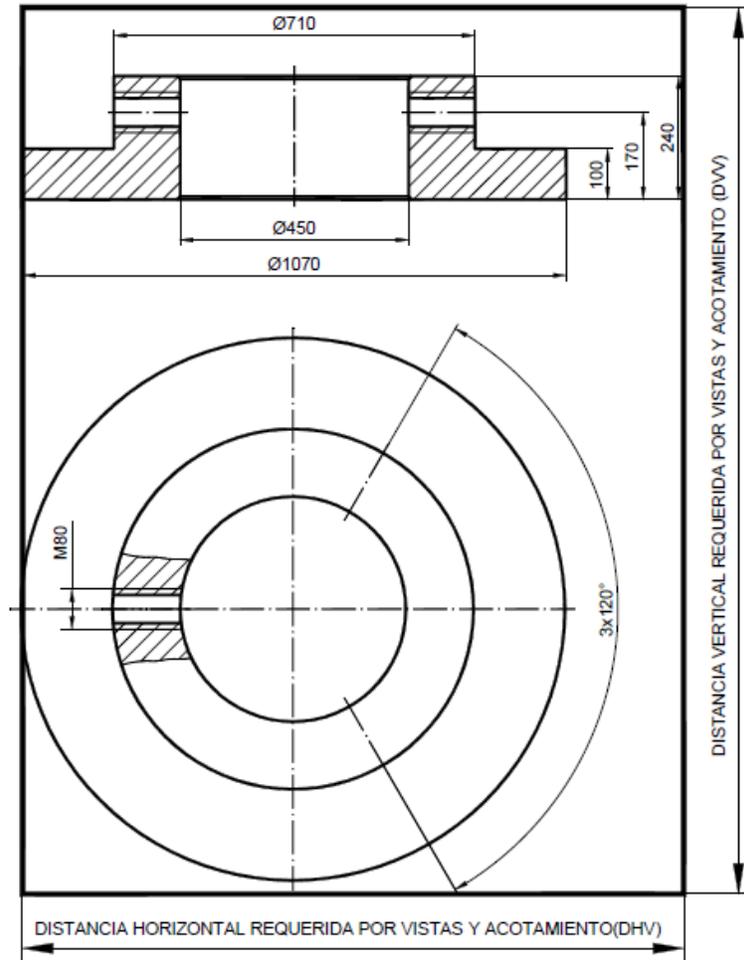


Figura 8.10 Área rectangular requerida para dibujar las vistas y el acotamiento

Denotaremos:

DHV: Distancia horizontal requerida por las vistas y el acotamiento.

DVV: Distancia vertical requerida por las vistas y el acotamiento.

DHV= ancho de la pieza + espacio requerido acotar

DHV= $(1070 + 8+7+9)= 1094$ milímetros

DVV= altura de la pieza + separación entre vistas + profundidad de la pieza + espacio requerido para acotar.

DVV= $240+30+1070+10=1350$ milímetros

- j. Seleccionar un tamaño de formato normalizado de la Tabla 2.2 (página 40) en función de la cantidad y complejidad de las vistas a dibujar, en este caso se seleccionó el formato A4 cuyas dimensiones son 210x297 milímetros y cuya área efectiva para dibujar es de 180x221 como se muestra en la figura 8.11

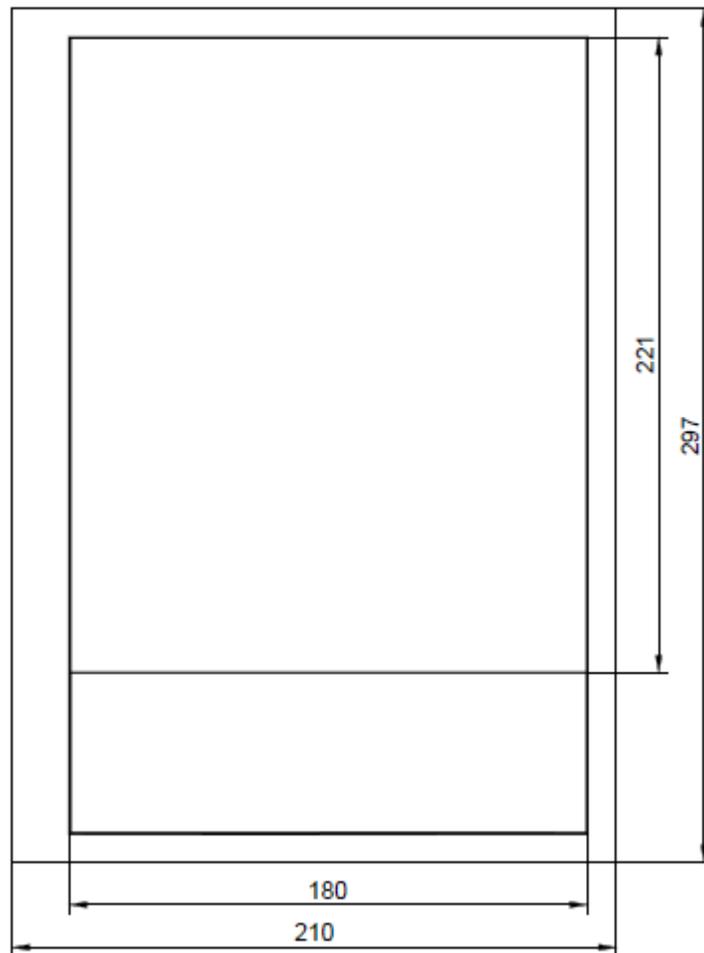


Figura 8.11 Dimensiones del formato ISO A4.

- k. Determinar si las vistas de la pieza pueden dibujarse a escala natural, reducción o ampliación. En nuestro caso las dimensiones de las vistas

son superiores a las del formato, por lo tanto es necesario reducir el tamaño de las vistas utilizando una escala normalizada.

- I. Para determinar la escala más adecuada se debe verificar que la escala seleccionada permita dibujar las vistas en el formato seleccionado, por ejemplo:

Si la escala fuera 1:2 (Escala=1/2=0,5)

DHV= ancho de la pieza*Escala + espacio requerido para acotar

DHV= (1070*0,5 + 8+7+9)= 559 milímetros.

DVV= altura de la pieza*Escala + separación entre vistas + profundidad de la pieza*Escala + espacio requerido para acotar.

DVV= 240*0,5+30+1070*0,5+10=695 milímetros

Las vistas no pueden ser dibujadas a la escala 1:2, por lo tanto este cálculo se repite con las escalas 1:5 y 1:10 y concluimos que la escala más apropiada es la escala de reducción 1: 10, la cual nos arroja los siguientes resultados:

DHV= 131 milímetros

DVV= 171 milímetros

- m. Dibujar el cajetín de datos según lo establecido en la página 43.
- n. Calcular márgenes para centrar las vistas en el formato, para ello podemos aplicar las siguientes ecuaciones (figura 8.12):

Margen horizontal (MH)= (Medida horizontal efectiva del formato-DHV)/2

Margen vertical (MV)= (Medida vertical efectiva del formato-DVV)/2)

Sustituyendo:

Margen horizontal= (180-131)/2= 24,5 milímetros

Margen vertical= (221-171)/2= 25 milímetros

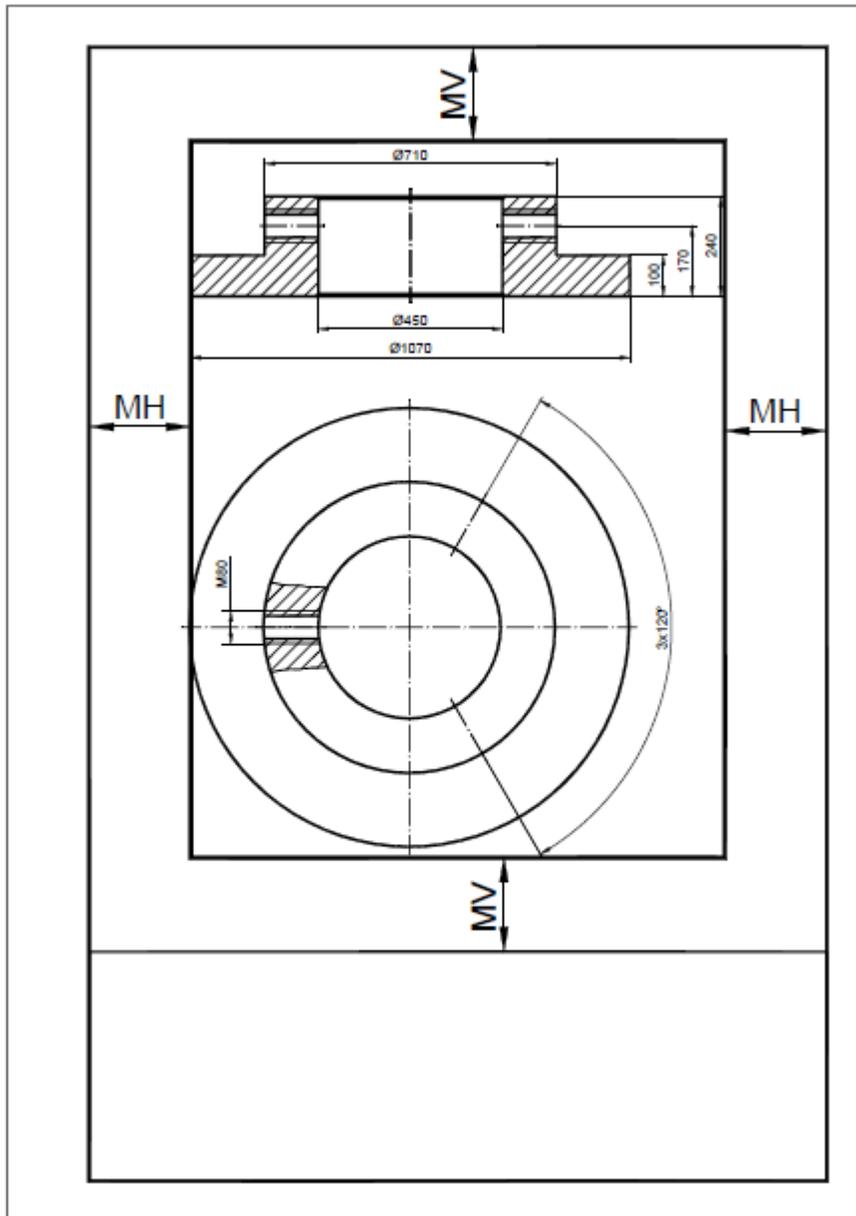


Figura 8.12 Márgenes para dibujar vistas en el formato

- o. Dibujar con instrumentos, las vistas de la pieza en el formato seleccionado
- p. Acotar las vistas.
- q. Cuando se posea información relacionada con las tolerancias dimensionales, las tolerancias geométricas y el acabado superficial, se

especifican en el plano de acuerdo a lo establecido en los capítulos 5, 6 y 7.

- r. Llenar todas las casillas especificadas en el cajetín de datos.
- s. Y finalmente tendremos el plano correspondiente, ver figura 8.13.

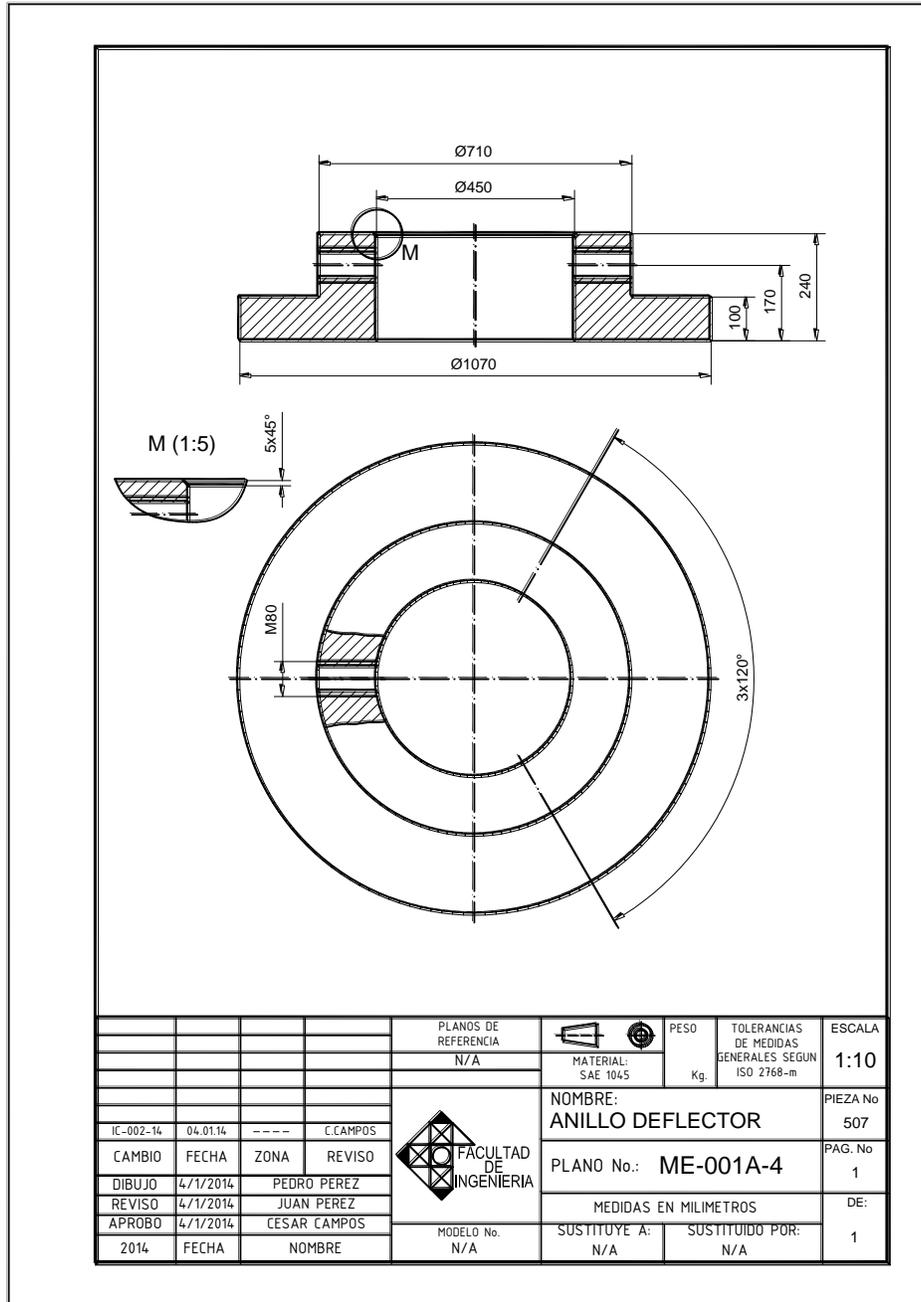


Figura 8.13 Plano de la pieza.

CAPÍTULO 9

Ejemplos de lectura e interpretación de planos de fabricación

En este capítulo el autor describe la interpretación y lectura de cinco planos de fabricación, los cuales pueden utilizarse como una referencia práctica.

Los ejemplos de los planos de fabricación se encuentran en el sobre anexo.

9.1 Lectura e interpretación de planos de fabricación

9.1.1 Lectura e interpretación del plano ME-001-4

- a) Nombre de la pieza: Anillo deflector.
- b) Número de plano: ME-001-4.
- c) Método de proyección: ISO-E.
- d) Material de fabricación: Acero al carbono SAE-1045.
- e) Geometría de la pieza: cilíndrica.

- f) Materia prima: trozo de material con un diámetro superior a 107 milímetros y con una longitud superior a 24 milímetros.
- g) Tipo de proceso de fabricación: procesos con arranque de viruta (torneado, taladrado y roscado.)
- h) La pieza posee tres perforaciones roscadas métricas de 8 milímetros, igualmente espaciadas a 120°.
- i) Representación especial:
 - ✓ Dos detalles ampliados identificados con las letras M y N.
- j) Tolerancias dimensionales:
 - ✓ De ajuste: una medida, el diámetro 45h6.
 - ✓ Generales: todas las demás medidas de acuerdo a la norma ISO 2768 grado medio (m).
- k) Acabado superficial:
 - ✓ Una superficie ($\phi 46h6$) con una rugosidad media Ra entre 0,8 y 3,2 micrómetros.
 - ✓ Todas las demás superficies con una rugosidad media Ra entre 3,2 y 25 micrómetros.
- l) Tolerancias geométricas: Ninguna.

9.1.2 Lectura e interpretación del plano ME-002-4

- a) Nombre de la pieza: casquillo protector
- b) Número de plano: ME-002-4.
- c) Método de proyección: ISO-E.
- d) Material de fabricación: acero inoxidable ASTM A 743 CF 8M.
- e) Geometría de la pieza: cilíndrica.
- m) Materia prima: trozo de material con un diámetro superior a 45 milímetros y con una longitud superior a 67 milímetros.
- n) Tipo de proceso de fabricación: procesos con arranque de viruta (torneado y brochado).

- f) La pieza posee un chavetero de 8 milímetros de ancho.
- o) Representación especial:
 - ✓ Dos detalles ampliados identificados con las letras C y D.
- p) Tolerancias dimensionales:
 - ✓ De ajuste: cuatro medidas, el ancho del chavetero 8D10, y los diámetros $\phi 28F7$, $\phi 40f7$ y $\phi 45h6$.
 - ✓ Generales: todas las demás medidas de acuerdo a la norma ISO 2768 grado medio (m).
- q) Acabado superficial:
 - ✓ Una superficie ($\phi 45h6$) con una rugosidad media Ra entre 0,8 y 3,2 micrómetros.
 - ✓ Dos superficies ($\phi 28F7$) y ($\phi 40f7$) con una rugosidad media Ra entre 3,2 y 6,3 micrómetros.
 - ✓ Todas las demás superficies con una rugosidad media Ra entre 6,3 y 12,5 micrómetros.
- r) Tolerancias geométricas: una tolerancia de oscilación en la superficie externa ($\phi 45h6$), la cual no debe ser superior a tres (3) centésimas de milímetro respecto a las superficies de referencia A y B.

9.1.3 Lectura e interpretación del plano ME-003-4

- a) Nombre de la pieza: brida DN-50 150 RF.
- b) Número de plano: ME-003-3.
- c) Método de proyección: ISO-E.
- d) Material de fabricación: SAE-1045.
- e) Geometría de la pieza: cilíndrica.
- f) Materia prima: Trozo de material con un diámetro superior a 152 milímetros y con una longitud superior a 64 milímetros.
- g) La pieza tiene forma cilíndrica.

- h) Proceso(s) de fabricación: proceso con arranque de viruta (torneado y taladrado).
- i) Representación especial: un detalle ampliado, identificado con la letra M.
- j) Tolerancias dimensionales:
 - ✓ Las dimensiones ($\phi 92 \pm 0,8$) y ($\phi 121 \pm 1,6$) con tolerancias generales de fabricación de acuerdo a la norma ISO 2768 grado medio (m).
- k) Acabado superficial:
 - ✓ Una superficie con una rugosidad media Ra entre doce punto cinco (12,5) y veinticinco (25) micrómetros y con surcos concéntricos.
 - ✓ Todas las demás superficies con una rugosidad media Ra entre tres coma dos (3,2) y seis coma tres (6,3) micrómetros veinticinco (25) micrómetros.
- l) Tolerancias geométricas: la distribución de las perforaciones de diámetro ($\phi 19$) deben ser concéntricos con la superficie de referencia "A" y no debe superar 0,8 milímetros.

9.1.4 Lectura e interpretación del plano MO-004-4

- a) Nombre de la pieza: conexión motor vertical.
- b) Número de plano: MO-004-4.
- c) Método de proyección: ISO-E.
- d) Geometría de la pieza: variada.
- e) Materia prima: madera.
- f) Proceso(s) de fabricación: artesanal.
- g) La pieza tiene forma cilíndrica y está conformada por dos discos los cuales se unen entre sí con cuatro nervios.
- h) Tolerancias dimensionales:

De ajuste: ninguna.

Generales: de acuerdo a la norma ISO 2768 grado m.

- i) Acabado superficial: todas las superficies con una rugosidad media Ra entre 12,5 y 25 micrómetros.
- j) Tolerancia geométrica: ninguna.

9.1.5 Lectura e interpretación del plano ME-004-4

- a) Nombre de la pieza: conexión motor vertical.
- b) Número de plano: ME-004-3.
- c) Método de proyección: ISO-E.
- d) Geometría de la pieza: variada.
- e) Material de fabricación: Hierro fundido ASTM A48 CL35.
- f) Proceso(s) de fabricación: procesos con arranque de viruta (torneado, taladrado y roscado).
- g) Representación especial: dos detalles ampliados identificados con las letras P y Q.
- h) Tolerancias dimensionales:
 - ✓ De ajuste: tres dimensiones los diámetros ($\phi 120H7$), ($\phi 170j6$) y ($\phi 210j6$).
 - ✓ Generales: de acuerdo a la norma ISO 2768 grado medio (m).
- i) Acabado superficial:
 - ✓ Dos superficies con una rugosidad media Ra entre 0,8 y 3,2 micrómetros.
 - ✓ Todas las demás superficies con una rugosidad media Ra entre 3,2 y 6,3 micrómetros.
- j) Tolerancia geométrica: ninguna.

CAPÍTULO 10

Ejercicios propuestos

En este capítulo se presentan 10 ejercicios con la finalidad de que el lector ponga en práctica los conocimientos adquiridos.

Ejercicio 1

Dibujar en ISO-E y en formato A3: el plano de fabricación de la pieza mostrada en la figura 10.1.

Información técnica adicional:

- 1) Acabados superficiales:
 - a. Superficies mecanizadas “B” y “D”, con una rugosidad media $R_a=12,5$ micrómetros.
 - b. Superficies mecanizadas “A” y “C”, con una rugosidad media R_a entre 3,2 y 6,3 micrómetros.
 - c. Todas las otras superficies sin mecanizado, con una rugosidad media R_a 50 micrómetros.
- 2) Las intersecciones entre las superficies que conforman la pieza poseen un radio de curvatura de 3 milímetros.

- 3) Una desviación máxima en paralelismo de los ejes de las superficies “B” y “D” de 0,2 milímetros.
- 4) Tolerancias dimensionales:
 - a. Superficie cilíndrica “B” H7.
 - b. Superficie cilíndrica “D” H6.

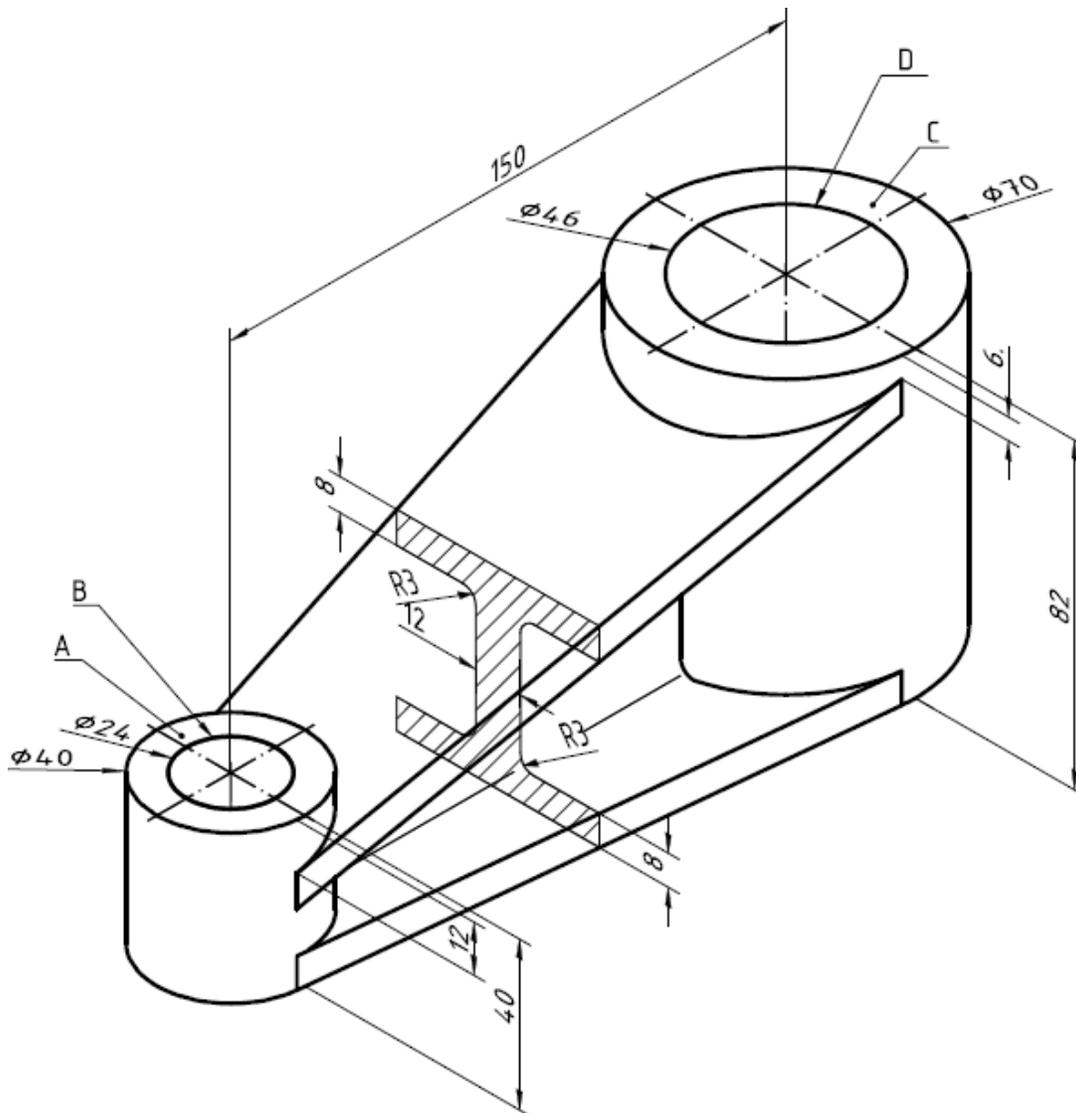


Figura 10.1 Dibujo isométrico de la pieza del ejercicio 1.

Ejercicio 3

Dibujar en ISO-E y en formato A3: el plano de fabricación de la pieza mostrada en la figura 10.3.

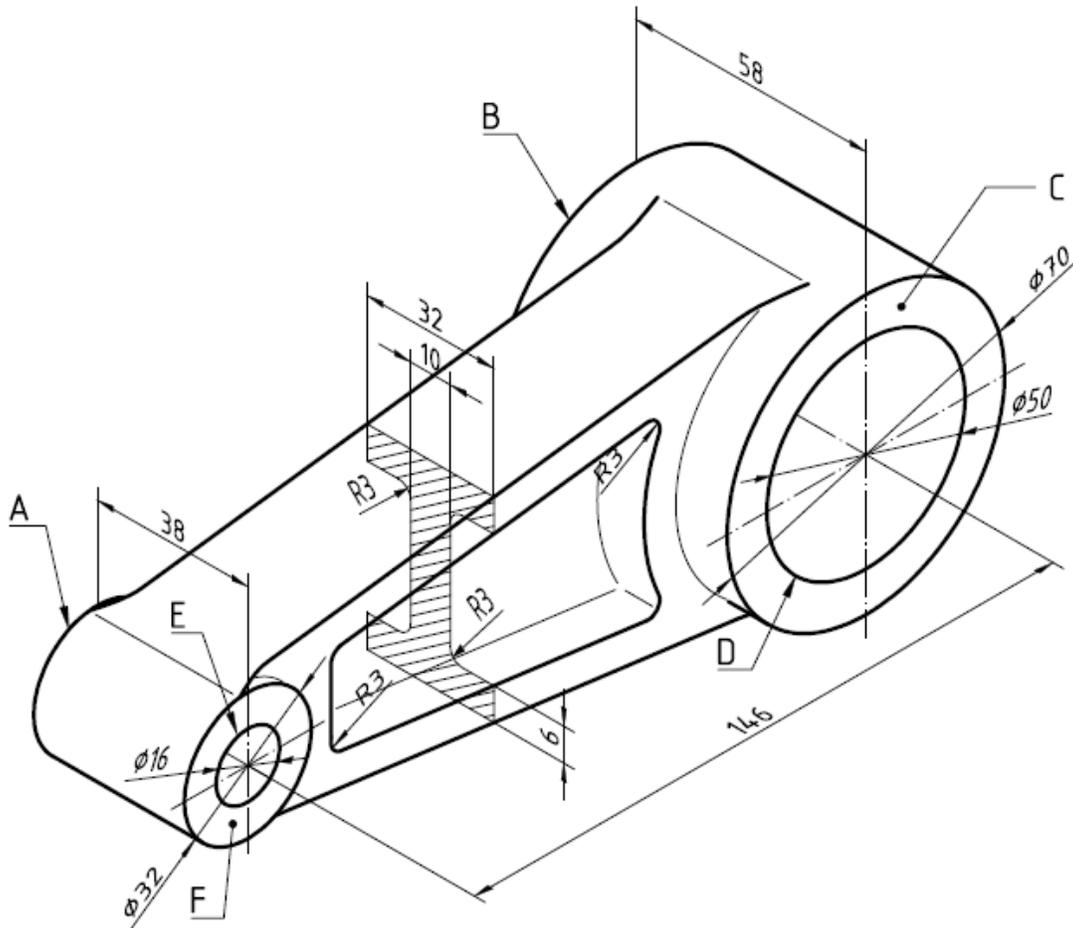


Figura 10.3 Dibujo isométrico de la pieza del ejercicio 2.

Información técnica adicional:

1) Acabados superficiales:

- a. Superficies mecanizadas "A", "B", "C" y "F", con una rugosidad media Ra de 12.5 micrómetros.
- b. Superficies mecanizadas "D" y "E", con una rugosidad media Ra entre 3,2 y 6,3 micrómetros.

- c. Todas la demás superficies sin mecanizado, con una rugosidad media Ra de 50 micrómetros.
- 2) Las intersecciones entre las superficies que conforman la pieza poseen un radio de curvatura de 3 milímetros.
- 3) Una desviación máxima en paralelismo de los ejes de las superficies “D” y “E” de 0,2 milímetros.

Ejercicio 4

Dibujar en ISO-E y en formato A3: el plano de fabricación de la pieza mostrada en la figura 10.4.

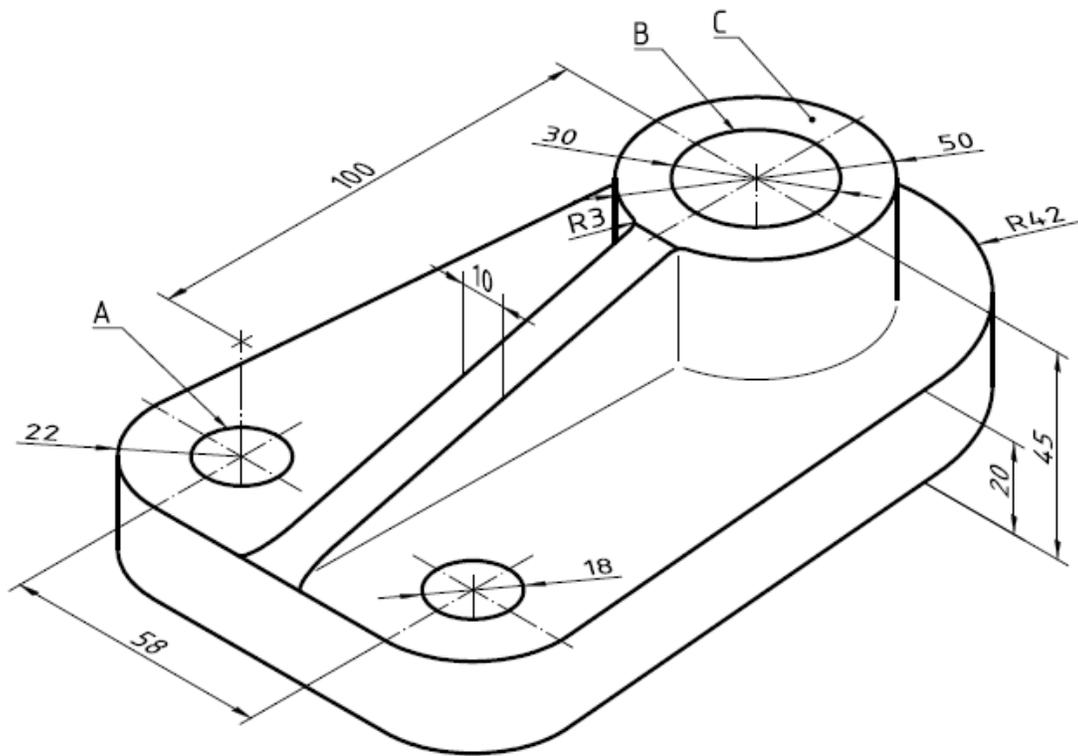


Figura 10.4 Dibujo isométrico de la pieza del ejercicio 4.

Información técnica adicional:

- 1) Acabados superficiales:
 - a. Superficies mecanizadas “A” y “B”, con una rugosidad Rz de 6,3 micrómetros.
 - b. Superficie mecanizada “C”, con una rugosidad Ra de 12,5 micrómetros.
 - c. Todas las demás superficies sin mecanizado y con una rugosidad media de 50 micrómetros.
- 2) Las intersecciones entre las superficies que conforman la pieza poseen un radio de curvatura de 3 milímetros.

Ejercicio 5

Dibujar en ISO-E y en formato A3: el plano de fabricación de la pieza mostrada en la figura 10.5.

Información técnica adicional:

- 1) Acabados superficiales:
 - a. Superficies mecanizadas “A” y “B”, con una rugosidad media Ra de 12,5 micrómetros.
 - b. Superficie mecanizada “C” (plana), con una rugosidad Rz de: 3,2 micrómetros.
 - c. Superficie mecanizada “D” (perforaciones), con una rugosidad Rz de: 6,3 micrómetros.
 - d. Todas las demás superficies sin mecanizado, con una rugosidad media de 50 micrómetros.
- 2) Las intersecciones entre las superficies que conforman la pieza poseen un radio de curvatura de 3 milímetros.

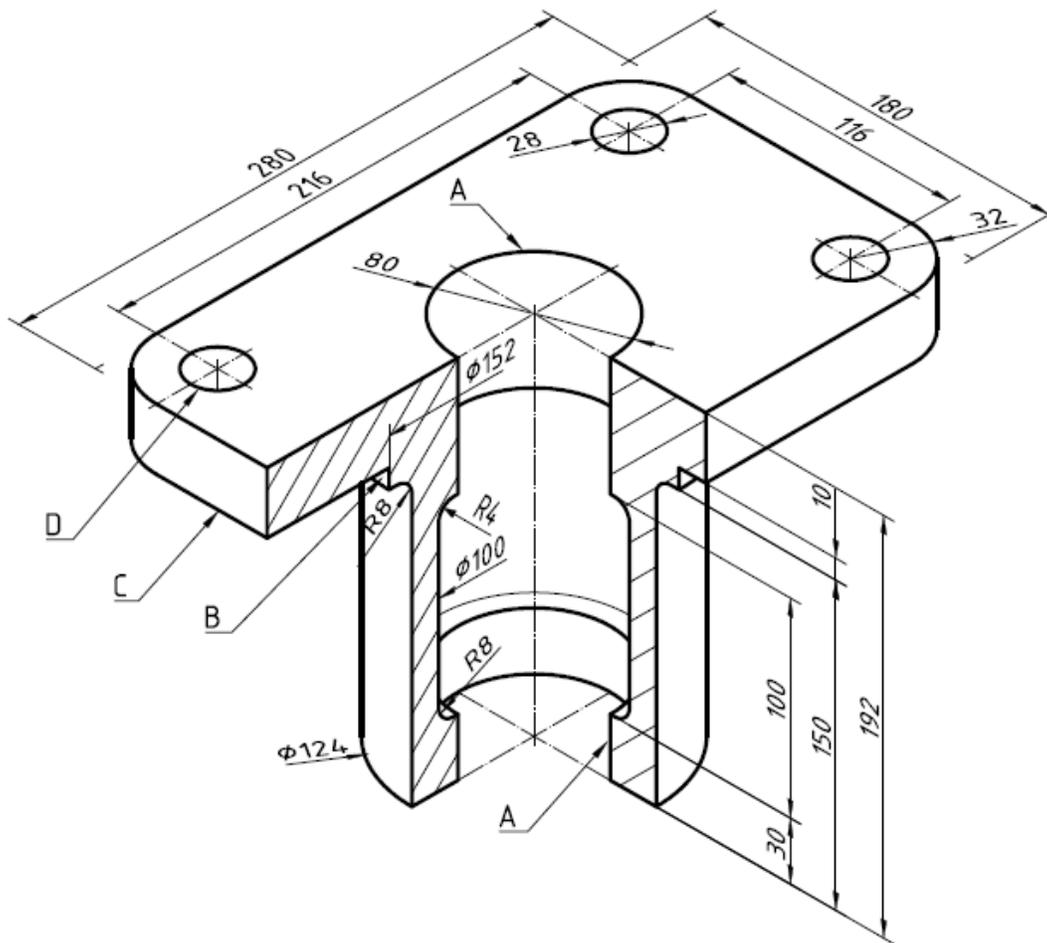


Figura 10.5 Dibujo isométrico de la pieza del ejercicio 5.

Ejercicio 6

Dibujar en ISO-E y en formato A3: el plano de fabricación de la pieza mostrada en la figura 10.6.

Información técnica adicional:

- 1) Acabados superficiales:
 - a. Superficies mecanizadas “A”, “B”, “C” y “F”, con una rugosidad media R_a 12,5 micrómetros.
 - b. Superficie mecanizada “D”, R_a = 25 micrómetros.

- c. Superficie mecanizada "E", $R_a=6,3$ micrómetros.
 - d. Todas las demás superficies, sin mecanizado y una rugosidad R_a 50 micrómetros.
- 2) Tolerancias dimensionales:
- a. Superficie "E": H7.
 - b. Todas las demás superficies: con tolerancias generales grado medio.
- 3) Las intersecciones entre las superficies que conforman la pieza poseen un radio de curvatura de 3 milímetros.

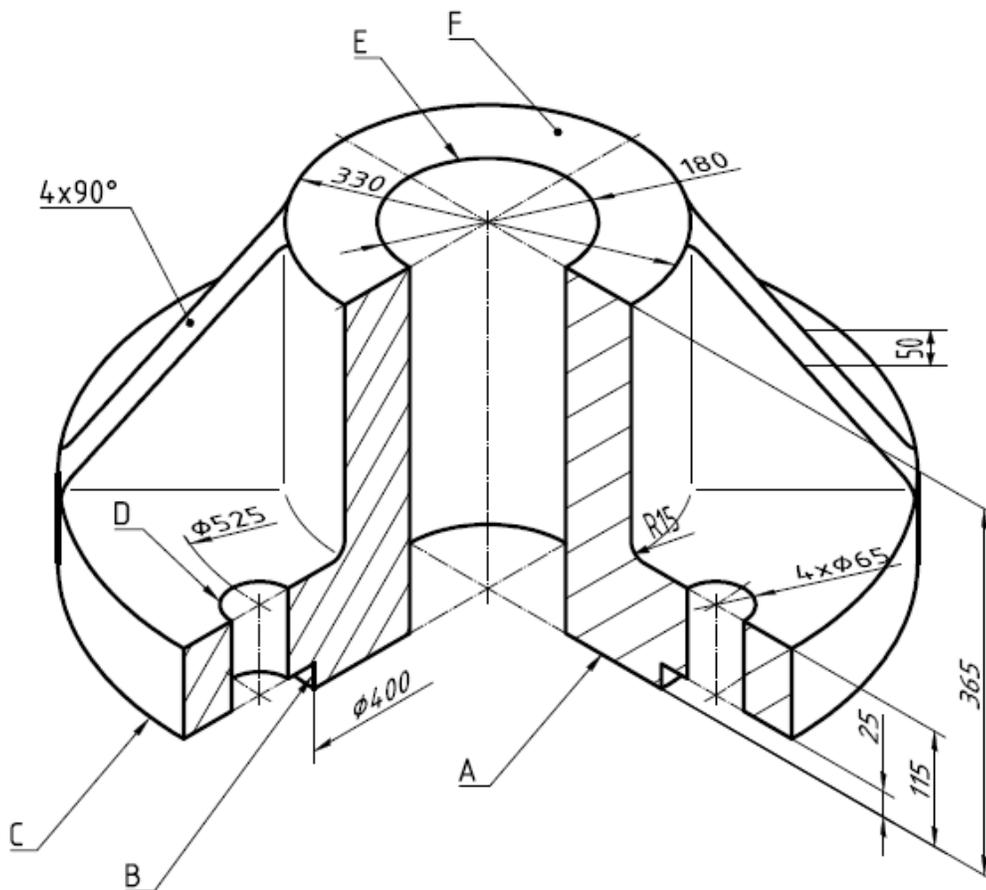


Figura 10.6 Dibujo isométrico de la pieza del ejercicio 6.

- 2) Las intersecciones entre las superficies que conforman la pieza poseen un radio de curvatura de 3 milímetros.
- 3) Tolerancias dimensionales:
 - a. Superficie "B": H7.
 - b. Todas las demás superficies: tolerancias generales.

Ejercicio 8.

Dibujar en ISO-E y en formato A3: el plano de fabricación de la pieza mostrada en la figura 10.8.

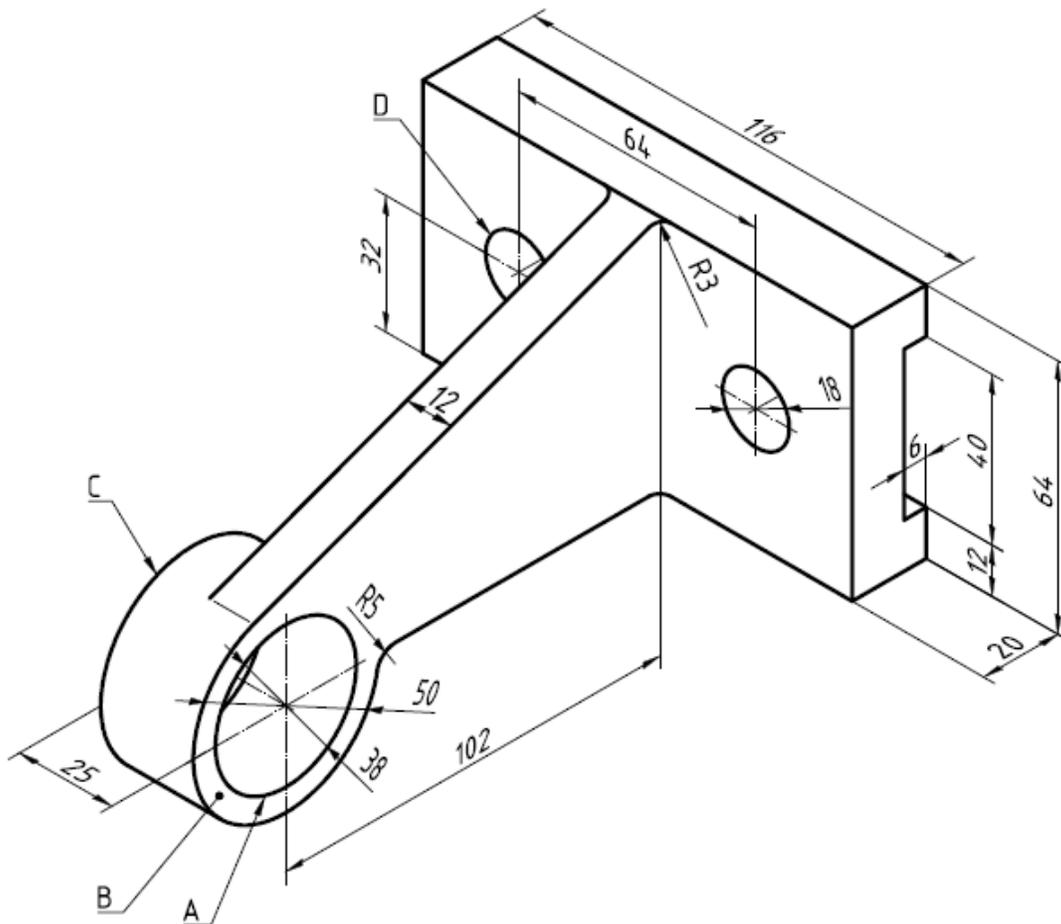


Figura 10.8 Dibujo isométrico de la pieza del ejercicio 8.

Información técnica adicional:

- 1) Acabados superficiales:
 - a. Superficie mecanizada "A", con Ra 6,3 micrómetros.
 - b. Superficies mecanizadas "B", "C" y "D", Ra 12,5 micrómetros.
 - c. Todas las demás superficies sin mecanizado y una rugosidad media de 50 micrómetros.
- 2) Las intersecciones entre las superficies que conforman la pieza poseen un radio de curvatura de 3 milímetros.

Ejercicio 9

Dibujar en ISO-E y en formato A3: el plano de fabricación de la pieza mostrada en la figura 10.9.

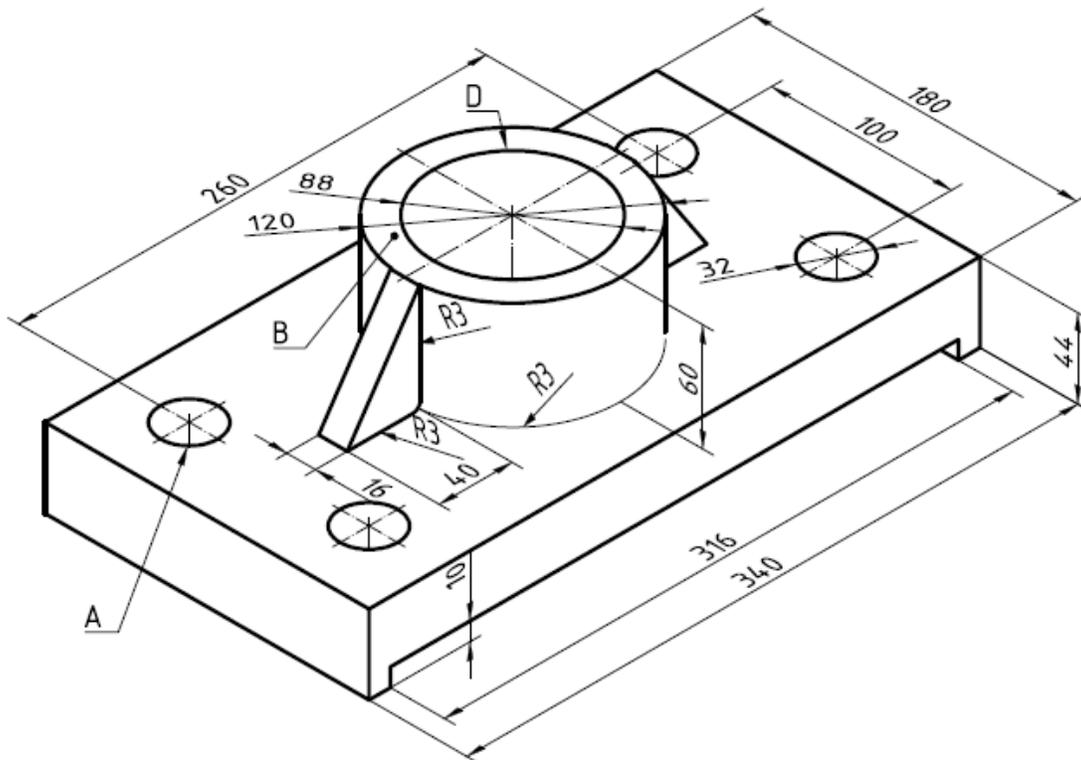


Figura 10.9 Dibujo isométrico de la pieza del ejercicio 9.

Información técnica adicional:

- 1) Acabados superficiales:
 - a. Superficies mecanizadas “A” y “B”, con una rugosidad media de 12,5 micrómetros.
 - b. Superficie mecanizada “D”, con una rugosidad media de 6,3 micrómetros.
 - c. Todas las demás superficies, sin mecanizado y con una rugosidad media de 50 micrómetros.
- 2) Tolerancias dimensionales:
 - a. Superficie cilíndrica “D”: H6.
 - b. Todas las demás superficies: Tolerancias generales grado medio.
- 3) Las intersecciones entre las superficies que conforman la pieza poseen un radio de curvatura de 3 milímetros.

Ejercicio 10

Dibujar en ISO-E y en formato A3: el plano de fabricación de la pieza mostrada en la figura 10.10.

Información técnica adicional:

- 1) Acabados superficiales:
 - a. Superficies mecanizadas “A” y “B”, con una rugosidad media de 6,3 micrómetros.
 - b. Todas las demás superficies, mecanizadas y con una rugosidad de 12,5 micrómetros.
- 2) Tolerancias dimensionales:
 - a. Superficie mecanizada “A”: H7.
 - b. Superficie mecanizada “B”: j6.

- c. Todas las demás superficies: Generales de acuerdo a la ISO 2768 grado m.

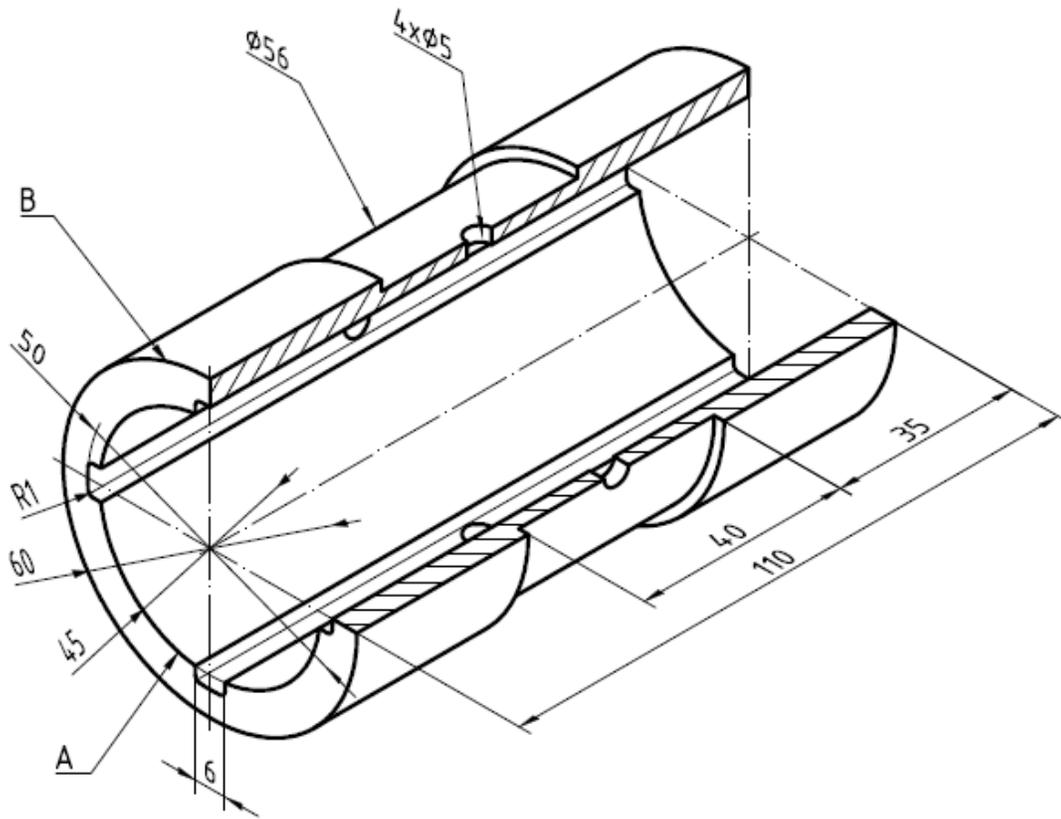


Figura 10.10 Dibujo isométrico de la pieza del ejercicio 10

Referencias bibliográficas

Gerling H. (1992). *Alrededor de las Maquinas-Herramientas*. (3a ed.). Barcelona, España: Reverte

Hernández M. (2005), *Manual de Trabajos de Grado de Especialización, Maestría y Tesis Doctorales*. (2005 ed.) Caracas, Venezuela: UPEL.

Larburu N. (2002). *Maquinas prontuario*. (4a ed.). Madrid, España: Paraninfo.

Manual 2 DIN (1969), *Normas de dibujo*. (4a ed.). Bilbao: Balzola.

Rodríguez F. y Galarraga R. (2009). *Normalización del Dibujo Industrial*. San Sebastian, España: Donostiarra.

Herrera J. (2012). *Diseño de una galería de piezas mecánicas en realidad aumentada como material didáctico para la enseñanza de proyecciones ortogonales*. Universidad de Carabobo. Valencia, República Bolivariana de Venezuela.

Bristist standard ISO-129-1 (2004). Technical drawing indication of dimensions and tolerances. Part 1: General principles.

Covenin: 251 (1981). Dibujo técnico. Proyecciones. [Caracas, República Bolivariana de Venezuela]: Fondonorma

Covenin 2553 (1988). Rugosidad de superficie, terminología, superficie y sus parámetros. [Caracas, República Bolivariana de Venezuela]: Fondonorma

Covenin 2617 (1988). Rugosidad de superficie-parámetros, sus valores y reglas generales para especificar requerimientos. [Caracas, República Bolivariana de Venezuela]: Fondonorma

Covenin 2621 (1989). Dibujos técnicos. Método de indicación de la textura de superficie en dibujo. [Caracas, República Bolivariana de Venezuela]: Fondonorma

Covenin 3477 (1999). Ingeniería civil y arquitectura. Dibujo técnico. Formato y plegado de dibujo y planos. [Caracas, República Bolivariana de Venezuela]: Fondonorma

UNE 1-032-ISO-128 (1982). Dibujos técnicos. Principios generales de representación (ISO 128: 1982). . Madrid, España: IRANOR

UNE 1-039 (1994). Dibujos técnicos. Acotación, principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales (ISO 129: 1985). Madrid, España: AENOR

UNE-EN 20286-1 (1996). Sistema ISO de tolerancias y ajustes. Parte 1: base de tolerancias, desviaciones y ajustes (ISO 286-1:1988). Madrid, España: AENOR

UNE ISO-1101 (2004). Especificación geométrica de productos (GPS). Tolerancias de forma, orientación, localización y alabeo (ISO 1101:2004). Madrid, España: AENOR

UNE-EN ISO-1302 (2002). Especificación geométrica de productos (GPS). Indicación de la calidad superficial en la documentación técnica de productos (ISO 1302:2002). Madrid, España: AENOR

UNE-EN 22768-1 (1994). Parte 1. Tolerancias generales. Parte 1: tolerancias para dimensiones lineales y angulares sin indicación individual de tolerancias (ISO 2768-1:1989). Madrid, España: AENOR

Norma ISO-3098/1 (1974). Documentación técnica de productos. Escritura, Requerimientos generales.

UNE-EN ISO 5455 (1996). Dibujos técnicos. Escalas (ISO 5455 1979). Madrid, España: AENOR

UNE-EN-ISO-5456-2 (1996). Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Representaciones ortográficas (ISO 5456-2:1996). Madrid, España: AENOR.

UNE-EN ISO-5457 (2000). Documentación técnica de productos. Formatos, presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo (ISO 5457:1999). Madrid, España: AENOR.

UNE-EN ISO-7200 (2004). Documentación técnica de productos. Campo de datos en bloques de títulos y en cabeceras de documentos (ISO 7200:2004). Madrid, España: AENOR.

Adhesivo de retención anaeróbico Loxeal 86-86 - Ferretería. (2014, julio). Recuperado de:
<http://www.interempresas.net/Ferreteria/FeriaVirtual/Producto-Adhesivo-de-retencion-anaerobico-Loxeal-86-86-88203.html>

Automoción, uniones pegadas. (2014, julio). Recuperado de:
<http://automocion2012.blogspot.com.es/search?updated-max=2013-04-30T14:22:00-07:00&max-results=4&reverse-paginate=true>

Bridas de Acero Inoxidable - Famiq. (2014, mayo). Recuperado:
<http://www.famiq.com.ar/bridas.php>

Casquillos y distanciadores | Lemec...: Estampación en Frío ...(2014, mayo). Recuperado de: <http://www.estampacionenfrio.com/estampacion-en-frio/casquillos/>

Chavetas y lengüetas - Monografias.com. (2014, mayo). Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos66/chavetas-lenguetas/chavetas-lenguetas.shtml>

CIZALLA - codiespamex. (2014, mayo). Recuperado de: <http://www.codiespamex.com/servicios-cizalla.php>

Clases de proceso de manufactura - inicio. (2014, mayo). Recuperado de: ingivanfuentesmiranda.es.tl/INICIO.htm

Computación e informática: clases de tornos y prensadoras. (2014, mayo). Recuperado de: http://apauccarmpdppd.blogspot.com/2012/06/blog-post_28.html

Conformado por deformación y/o corte — IMH. (2014, mayo). Recuperado de: <http://www.imh.es/es/comunicacion/dokumentazio-irekia/manuales/introduccion-a-los-procesos-de-fabricacion/conformado-por-deformacion-y-o-corte/referencemanual-all-pages>

Dibujo Técnico. (2014, julio). Recuperado de: <http://www.dibujotecnico.com/>

Diseño y Cálculo de Estructuras - Alpaca Ingeniería. (2014, mayo). Recuperado de: <http://alpacaingenieria.com/disenio-calculo-estructuras.php>

Eje estriado con brida - UPMOFER. (2014, mayo). Recuperado de: <http://www.upmofer.com/producto-detalle.php?id=190>

El bloque motor y la culata - Taller virtual. (2014, mayo). Recuperado de: <http://www.tallervirtual.com/2012/03/08/el-bloque-motor-y-la-culata/>

El motor de engranajes - Mecánica y motores. (2014, mayo). Recuperado de:
<http://www.mecanicaymotores.com/el-motor-de-engranajes.html/>

Fabricación de Troqueles. (2014, mayo). Recuperado de: <http://www.myda-troqueles.com/fabricacion.html>

File:EMBUTIDO general.jpg - Wikimedia Commons. (2014, mayo).
Recuperado de:
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:EMBUTIDO_general.jpg

Fresadora - Wikipedia, la enciclopedia libre. (2014, mayo). Recuperado de:
<http://es.wikipedia.org/wiki/Fresadora>

Horquillas y piezas dobladas - Pascual Churruca, sa. (2014, mayo).
Recuperado de: <http://www.pascualchurruca.com/es/productohorquillas.html>

Krafthand.de | Aktuell | Henkel mit Loctite und Teroson auf (2014, mayo).
Recuperado de:
<http://www.krafthand.de/aktuell/details/article/henkel-mit-loctite-u.html>

La fabricación de piezas de fundición nodular en moldes (2014, mayo).
Recuperado de: <http://azterlan.blogspot.com/2012/06/la-fabricacion-de-piezas-de-fundicion.html>

LU45 - SIMUL TURN LU - OKUMA - MAQcenter. (2014, mayo). Recuperado de:
<http://www.maqcenter.com/es/productos/torneado/tornos-horizontales/lu45.html>

Modificaciones a un torno MINILOR TR1 - Foro Metal Afición. (2014, mayo).
Recuperado de: <http://foro.metalaficion.com/index.php/topic,2964.15.html>

Movimientos de trabajo en la operación de torneado. (2014, mayo).
Recuperado de: <http://blog.espol.edu.ec/vstirape/category/movimientos-de-trabajo-en-la-operacion-de-torneado/>

Muela de rectificar - Wikipedia, la enciclopedia libre. (2014, mayo).
Recuperado de: http://es.wikipedia.org/wiki/Muela_de_rectificar

Nuevos tiempos para el fresado de engranajes - revistatope. (2014, mayo).
Recuperado de:

http://www.revistatope.com/176_art_SANDVIK_COROMANT_Fresadoras.html

Página Siguiete - Foro Metal Afición. (2014, mayo). Recuperado de:
<http://foro.metalaficion.com/index.php?topic=1884.165>

Piezas troqueladas en Murcia (España) - Ofertopolis.com. (2014, mayo).
Recuperado de:

http://www.ofertopolis.com/afiliados/servicios2.php?id_producto=1257

Placas de acople, nucleo, frenos, punta de ejes - Rosario Jeep. (2014, mayo),
Recuperado de:
<http://www.rosariojeep.com.ar/foro/viewtopic.php?f=12&t=11068>

Proceso de Fundición - Bienvenidos a Fundición Acrisol SL -. . (2014, mayo)
Recuperado de: <http://www.acrisol.com/proceso.html>

Rectificadora - Wikipedia, la enciclopedia libre. (2014, mayo). Recuperado de:
<http://es.wikipedia.org/wiki/Rectificadora>

Remache - Wikipedia, la enciclopedia libre. (2014, julio). Recuperada
de:<http://es.wikipedia.org/wiki/Remache>

Roblón sólido - Wikipedia, la enciclopedia libre. (2014, mayo). Recuperado de:
http://es.wikipedia.org/wiki/Robl%C3%B3n_s%C3%B3lido

Taladradora - Wikipedia, la enciclopedia libre. (2014, mayo). Recuperado de:
<http://es.wikipedia.org/wiki/Taladradora>

TEMA 4. EXTRUSIÓN. (2014, mayo). Recuperado de: Fuente:
<http://iq.ua.es/TPO/Tema4.pdf>

TEMA 5: El proceso de forja. (2014, mayo). Recuperado de:
http://www.ehu.es/manufacturing/docencia/713_ca.pdf

TEMA 10: Fresado - Universidad del País Vasco. (2014, mayo). Recuperado de:
http://www.ehu.es/manufacturing/docencia/723_ca.pdf

Tornear concavo y convexo - Foro Metal Afición. (2014, mayo). Recuperado de:
<http://foro.metalaficion.com/index.php?topic=6600.0>

TORNILLOS | Tornillos y Mangueras MG. (2014, mayo). Recuperado de:
<http://www.tornillosymanguerasmg.com/tornillos/>

Tuerca - INTERMETAL - DirectIndustry. (2014, mayo). Recuperado de:
<http://www.directindustry.es/prod/intermetal/tuercas-63048-409015.html>

Uniones desmontables — IMH. (2014, mayo). Recuperado de:
<http://www.imh.es/es/comunicacion/dokumentazio-irekia/manuales/introduccion-a-los-procesos-de-fabricacion/elementos-de-union/uniones-desmontables>

03-Conformado - bachillerato1 - Google Sites. (2014, mayo). Recuperado de:
<https://sites.google.com/site/tecnorlopez32/tema7-fabricacion/03-conformado>

ANEXOS

En esta sección se suministran 5 ejemplos de planos de fabricación los cuales se listan en la tabla A.1

Tabla A.1. Listado de los ejemplos de planos de fabricación

Número del plano	Descripción
ME-001-4	Anillo Deflector (Plano de mecanizado)
ME-002-4	Casquillo Protector (Plano de mecanizado)
ME-003-3	Brida DN-2" RF (Plano de mecanizado)
MO-004-3	Conexión Motor Vertical (Plano de modelo)
ME-005-3	Conexión Motor Vertical (Plano de mecanizado)