

4.1

ANOTACIONES DE GEOMETRÍA

Introducción

Introducción

Tipos

Simplificaciones

Símbolos

Notas

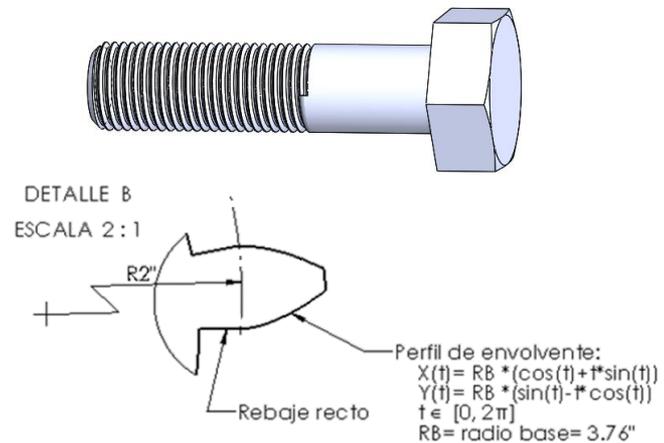
Rótulos

Conclusiones

La forma de los productos industriales se representa generalmente mediante dibujos o modelos, que muestran la geometría

Pero, a veces, no es eficiente representar la geometría mediante dibujos o modelos:

- √ Algunas geometrías muy comunes requieren dibujos o modelos muy laboriosos
- √ Algunos tipos de información sobre los productos quedan mejor indicados mediante datos



Ciertos tipos de **anotaciones normalizadas** pueden reemplazar representaciones geométricas, consiguiendo una reducción del tiempo de dibujo o modelado y una mejora en la eficiencia de la comunicación de la información del producto

Tipos de anotaciones

Introducción

Tipos

Simplificaciones

Símbolos

Notas

Rótulos

Conclusiones

Atendiendo a *cómo* se anota, las anotaciones de geometría se pueden clasificar en tres tipos:

- 1 Figuras simplificadas
- 2 Anotaciones simbólicas
- 3 Anotaciones de texto

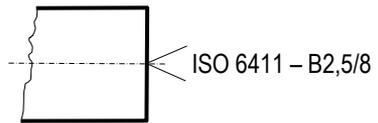
Muchas normas de simplificación de geometría incluyen leyendas que informan sobre geometría mediante anotaciones que se vinculan al modelo/dibujo



La clasificación no está normalizada, porque no hay una norma con criterios generales sobre tipos de anotaciones de geometría...

...por el contrario, los diversos criterios particulares están recogidos en multitud de normas específicas

Algunos criterios son tan particulares como el símbolo que indica los agujeros de centrado para torneado, recogido en la norma UNE-EN ISO 6411:1998



Además, los diferentes tipos se pueden combinar para dar lugar a **anotaciones mixtas**

Tipos de anotaciones

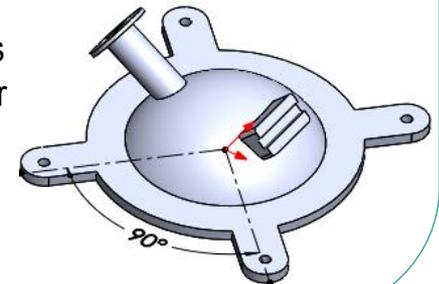


En algunos casos, la ausencia de anotaciones se interpreta como “presencia” de un cuarto tipo:

4 Anotaciones implícitas

Por ejemplo, la norma BS 8888:2011 define los siguientes criterios para considerar que existen anotaciones implícitas:

- ✓ Cuando dos componentes están alineados, no es necesario incluir una cota para indicar que la separación entre ellos es 0, o el ángulo entre ellos es 0°
- ✓ Cuando dos componentes son paralelos, no es necesario incluir una cota para indicar que el ángulo entre ellos es 0° o 180°
- ✓ Cuando dos componentes son perpendiculares, no es necesario incluir una cota para indicar que el ángulo entre ellos es 90°
- ✓ Cuando varios componentes están equiespaciados siguiendo un patrón circular, no es necesario incluir una cota para indicar el ángulo entre ellos
- ✓ Cuando los agujeros son pasantes, no es necesario mostrarlos mediante vistas cortadas o indicarlo mediante anotaciones



Las anotaciones implícitas deben usarse sólo cuando no haya peligro de crear ambigüedades o provocar malas interpretaciones

Tipos de anotaciones

Introducción

Tipos

Simplificaciones

Símbolos

Notas

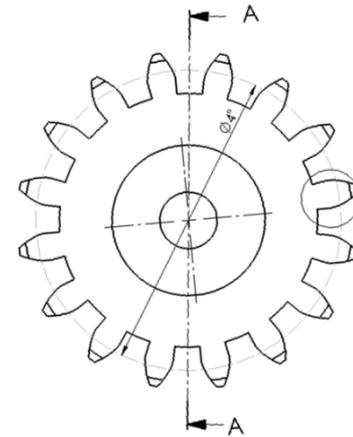
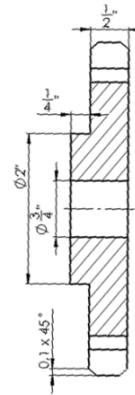
Rótulos

Conclusiones

Atendiendo a *dónde* se anota, se pueden distinguir tres tipos de anotaciones:

- 1 Se pueden añadir anotaciones de geometría en los **dibujos**

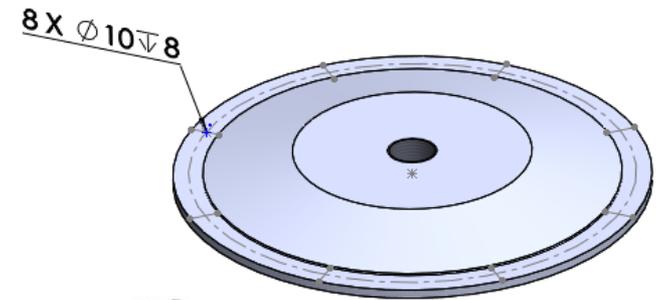
RUEDA DENTADA DE
DIENTES RECTOS DE
PERFIL DE ENVOLVENTE
Diámetro primitivo 4"
Número de dientes 16
Diámetro fondo 3.375"
Diámetro primitivo 4.5"



- 2 También se pueden añadir anotaciones de geometría en los **modelos y ensamblajes**

Las razones son las mismas que en los dibujos:

- ✓ Simplificar los modelos
- ✓ Destacar ciertas características de los modelos
- ✓ Mostrar información geométrica que los modelos tienen dificultades para mostrar



- 3 Anotaciones geométricas que se **rotulan** en la superficie de los **objetos**



Simplificaciones

Introducción

Tipos

Simplificaciones

Cosméticas

Suplementarias

Símbolos

Notas

Rótulos

Conclusiones

Las **figuras simplificadas** se dividen en dos subtipos:

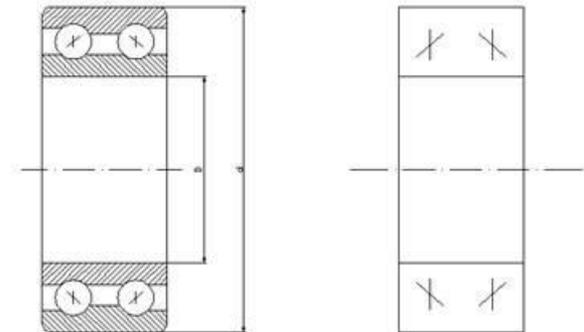
- ✓ Representaciones *cosméticas*
- ✓ Geometría *suplementaria*

En todos los casos, el criterio principal para usar figuras simplificadas es que no provoquen interpretaciones ambiguas

Para **evitar ambigüedades**, es deseable que las simplificaciones de dibujos y/o modelos estén avaladas por normas específicas

Por ejemplo:

UNE-EN ISO 2162-1:1997 Documentación técnica de productos. Resortes. Parte 1: representación simplificada. (ISO 2162-1:1993)



Simplificaciones: cosméticas

Introducción

Tipos

Simplificaciones

Cosméticas

Suplementarias

Símbolos

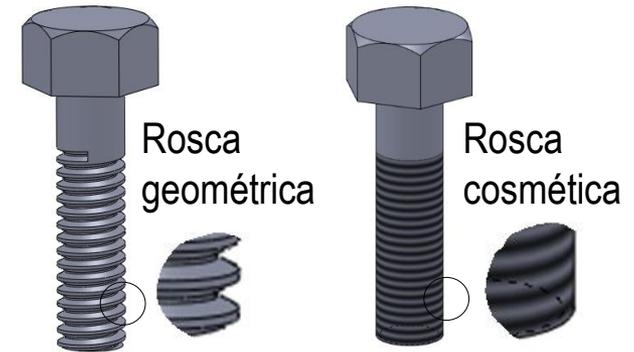
Notas

Rótulos

Conclusiones

Las piezas que contienen **partes complejas y/o repetitivas** se suelen modelar mediante **representaciones cosméticas**

Son dibujos simplificados que semejan la forma geométrica original



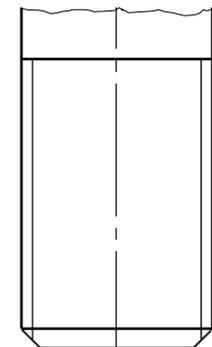
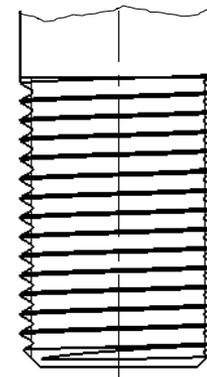
Es el caso de las roscas simplificadas, recogidas en la norma UNE-EN ISO 6410-1:1996

Las representaciones cosméticas sirven para:

- ✓ Reducir los cálculos necesarios para mostrar los modelos
- ✓ Simplificar la visualización de los modelos virtuales
- ✓ Generar automáticamente las representaciones simplificadas en los dibujos

Dibujo de un modelo con rosca geométrica

Dibujo de un modelo con rosca cosmética

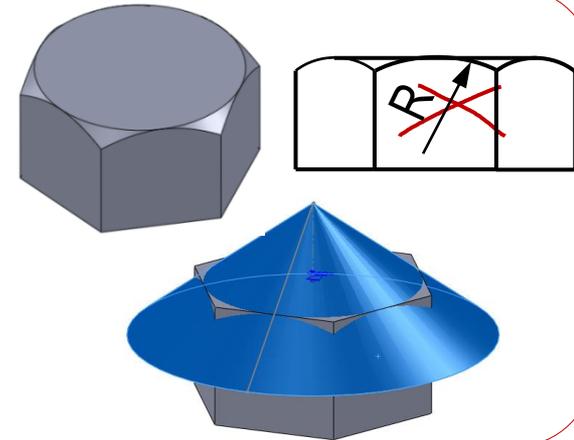


Simplificaciones: cosméticas



Ciertas simplificaciones cosméticas habituales en dibujo técnico tradicional, **no** simplifican los modelos en 3D

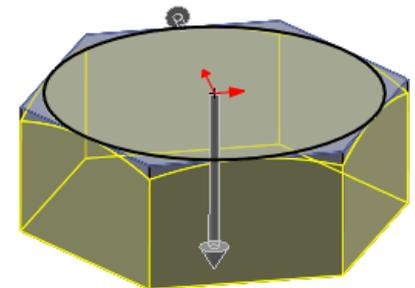
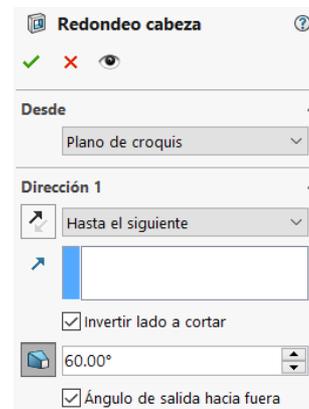
El achaflanado de las cabezas hexagonales de los tornillos y tuercas **no** produce arcos de circunferencia



Son arcos de hipérbola que resultan de la intersección de un cono con las caras de un prisma hexagonal

Simplificar como arcos de circunferencia no tiene sentido cuando se modela en 3D

Es más complicado modelar la simplificación que modelar la realidad



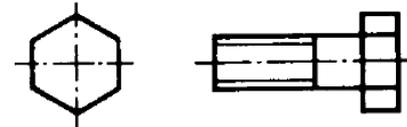
Simplificaciones

Las simplificaciones cosméticas pueden abarcar piezas completas...

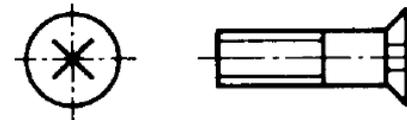
...como en el caso de los elementos de fijación recogidos en la norma UNE-EN ISO 6410-3:1996

La norma UNE-EN ISO 6410-3:1996 indica que se pueden simplificar los aspectos de la geometría de los elementos de fijación que no sean imprescindibles para entender su función, tales como:

- ✓ Aristas de chaflanes
- ✓ Formas de sus extremos
- ✓ Gargantas
- ✓ Formas de las ranuras



Representación simplificada de un tornillo de cabeza hexagonal



Representación simplificada de un tornillo de cabeza avellanada con ranuras en cruz

Las simplificaciones son contraproducentes para dibujos obtenidos a partir de modelos 3D, pero pueden ser interesantes cuando se obtienen dibujos a partir de bibliotecas de símbolos

Simplificaciones: cosméticas

Introducción

Tipos

Simplificaciones

Cosméticas

Suplementarias

Símbolos

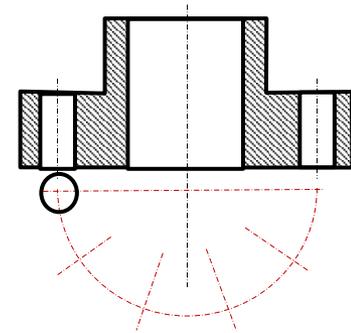
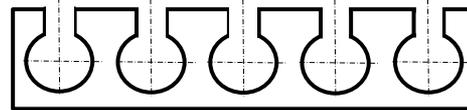
Notas

Rótulos

Conclusiones

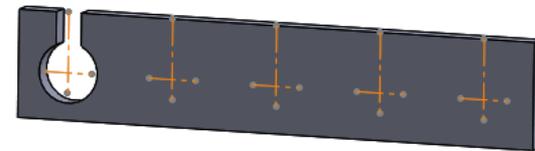
Las normas de criterios básicos de representación (ISO 128-34:2001, ISO-TS 128-71:2010) indican el modo de simplificar *elementos repetitivos* mediante geometría suplementaria:

El procedimiento consiste en dibujar mediante geometría suplementaria la **plantilla** que muestra el patrón de repetición



El criterio se puede extrapolar para simplificar modelos

- Placa con ranuras
- Alzado
- Planta
- Vista lateral
- Origen
- Placa
- Plantilla de ranuras
- Ranura



Pero la facilidad para modelar los elementos repetitivos con patrones hace que la simplificación se use sólo cuando es crítico reducir la complejidad de los modelos sólidos

Simplificaciones: suplementarias

Introducción

Tipos

Simplificaciones

Cosméticas

Suplementarias

Símbolos

Notas

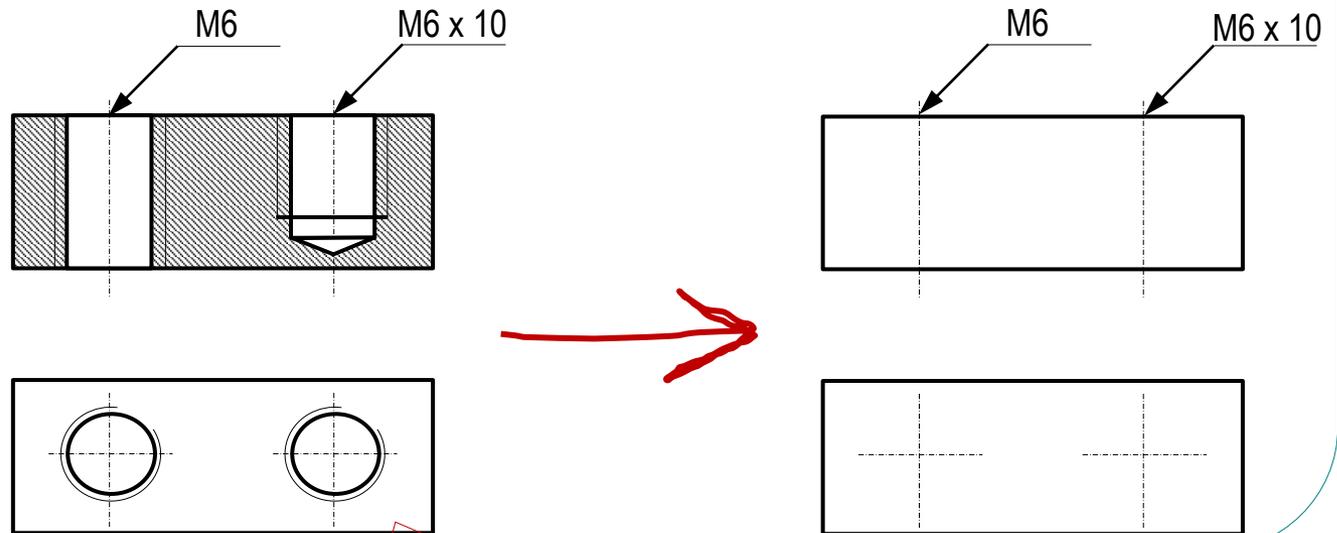
Rótulos

Conclusiones



Hay simplificaciones particulares, basadas en que algunos componentes geométricos tienen su propio procedimiento

Es el caso de los agujeros roscados de pequeño diámetro se sustituye el dibujo por una nota (UNE-EN ISO 6410-3:1996)

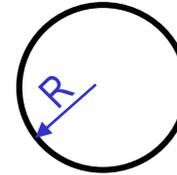


Aunque los agujeros taladrados tienen otras simplificaciones más elaboradas, que incluyen símbolos

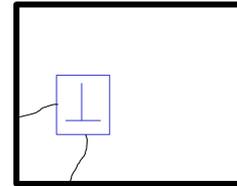
Símbolos

Hay tres subtipos de símbolos usados como anotaciones de geometría:

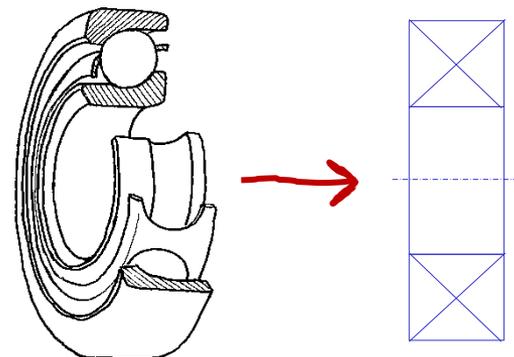
1 Algunos símbolos indican la **forma**, o alguna otra característica, de un elemento



2 Otros símbolos indican **relaciones** entre elementos



3 Por último, hay símbolos que reemplazan completamente a ciertos **productos**



Introducción

Tipos

Simplificaciones

Símbolos

Forma

Relación

Producto

Notas

Rótulos

Conclusiones

Símbolos: forma

Las normas de representación incluyen **abreviaturas y símbolos** normalizados que se pueden usar para transmitir información sobre formas geométricas:

- √ Algunos símbolos son comunes a la mayoría de las normas

Por ejemplo,
UNE-EN_ISO_129-1:2019

R	Radio
∅	Diámetro
S	Esfera
□	Cuadrado
⤿	Arco

- √ Otros símbolos son particulares de algunas normas, pero se usan con carácter bastante general

Por ejemplo BS 8888:2000,
ASME Y14.38-2007

CL	Línea de centrado
Ⓢ	(eje de simetría)
THK t =	Espesor (de objetos delgados)
TYP	Elemento "típico" (hay copias)

Introducción

Tipos

Simplificaciones

Símbolos

Forma

Relación

Producto

Notas

Rótulos

Conclusiones

Símbolos: forma

Las anotaciones simbólicas informan sobre geometría mediante símbolos que se *vinculan* al modelo/dibujo

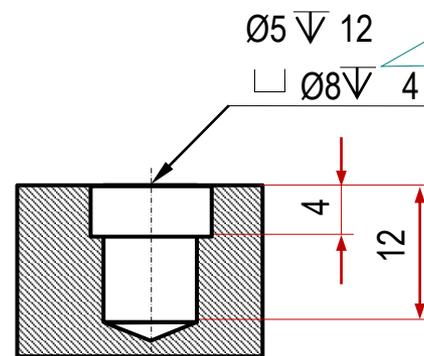
Por ejemplo, la norma ISO 129-1:2019 permite complementar las cotas con *símbolos* para representar taladros simplificando la acotación

Se definen tres símbolos, que se combinan con las cotas:

 Refrentado cilíndrico

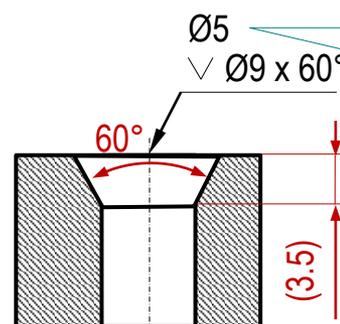
 Avellanado cónico

 Profundidad



Para incorporar los símbolos en las leyendas de texto, es conveniente conocer sus equivalencias UNICODE

Por ejemplo:
Unicode U+21A7 (alt-08615)=
"DOWNWARDS ARROW FROM BAR =
depth symbol"



La ausencia de indicación de profundidad es una indicación implícita de *agujero pasante*

Pero hay normas que aconsejan añadir "THRU"

Introducción

Tipos

Simplificaciones

Símbolos

Forma

Relación

Producto

Notas

Rótulos

Conclusiones

Símbolos: forma



El significado de los símbolos no es universal ni permanente, porque *evolucionan* a lo largo del tiempo

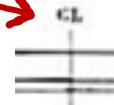
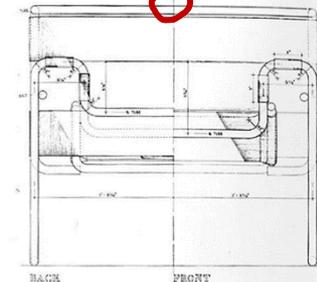
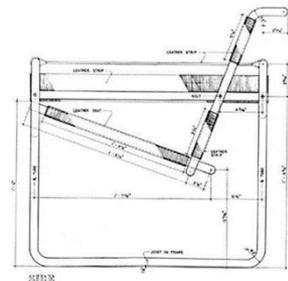
Un ejemplo típico es la indicación de **simetría bilateral**, que en el pasado se ha representado de diferentes modos:

- ✓ Una línea de punto y trazo que indica colocación del eje o plano de simetría bilateral
- ✓ La línea de punto y trazo puede estar reforzada mediante un símbolo complementario:
 - ✓ Símbolo CL o C_L en un extremo, según normas ANSI o ASME
 - ✓ Símbolo = en ambos extremos, según normas DIN o ISO
 - ✓ Símbolo ∇ en extremo superior, para edificios y obras industriales



No hay que usar símbolos obsoletos...

...pero hay que conocerlos para interpretar documentos antiguos



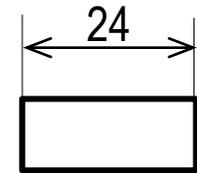
Diseño de la silla Wassily de Marcel Breuer

Símbolos: relación

Hay dos tipos de *relaciones* o **vínculos** entre elementos geométricos:

✓ Las **métricas** (o *dimensionales*), se representan mediante cotas

Están fuertemente normalizadas, por lo que su significado no es ambiguo



✓ Las **asociativas** (o *geométricas*), se suelen representar mediante un símbolo icónico encerrado en un cuadrado

Hay bastante consenso sobre las principales restricciones geométricas en dibujos y modelos paramétricos:

Paralelo	
Perpendicular	
Horizontal	
Vertical	
Colineal	

Igual	
Simétrico	
Coincidente	
Concéntrico	
Tangente	



Pero los principales símbolos que se utilizan para identificar restricciones geométricas en dibujos y modelos paramétricos tienen representaciones diversas

Catia		SolidWorks		Inventor	
-------	---	------------	---	----------	---



Más detalles sobre relaciones geométricas en 1.0.1

Símbolos: relación



Los símbolos de **simetría bilateral** son un ejemplo claro de evolución para reducir la ambigüedad:

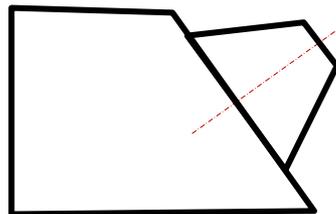
En el pasado, la simetría se representaba mediante ejes



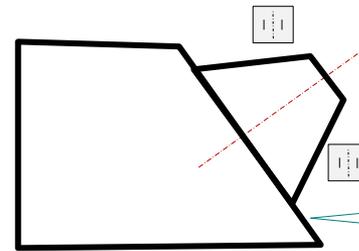
Actualmente, en las aplicaciones CAD paramétricas, los ejes se complementan con símbolos que “etiquetan” a cada elemento simétrico

Para evitar la ambigüedad, una simetría bilateral indicada sólo mediante un eje de simetría tiene que ser *completa*, sin excepciones

No hay ambigüedad, porque los elementos etiquetados están implicados en la simetría, y los no etiquetados no intervienen en la simetría



¿Forma simétrica?
¿Colocación simétrica?
¿Ambas?



Forma simétrica

Colocación no indicada

Símbolos: producto

Introducción

Tipos

Simplificaciones

Símbolos

Forma

Relación

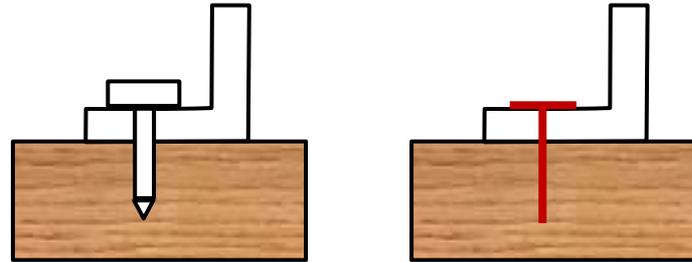
Producto

Notas

Rótulos

Conclusiones

Cuando interesa destacar la función de un producto, se puede simplificar su forma representando todo el producto mediante un **símbolo**

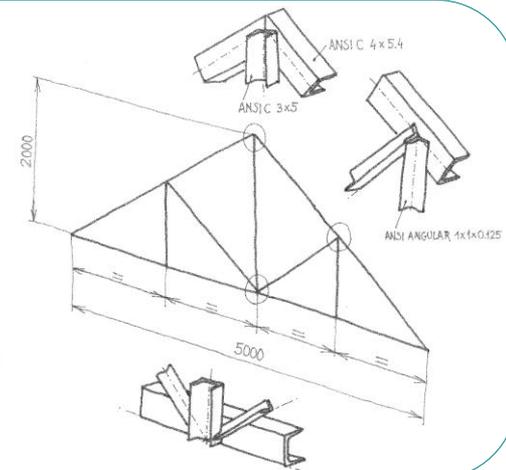


El símbolo se comporta como una anotación que indica la función del producto, al tiempo que simplifica su forma

Para evitar ambigüedades, siempre es preferible utilizar símbolos normalizados

Un ejemplo de simplificación respaldada por normativa son las representaciones unidimensionales de las estructuras de barras

(UNE-EN ISO 5261:2000)



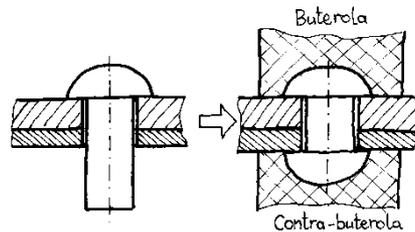
Símbolos: producto



Los **elementos de fijación** suelen simplificarse mediante símbolos normalizados

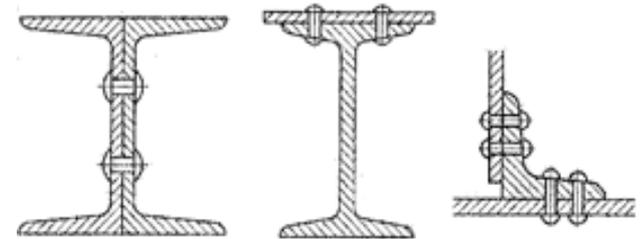
Por ejemplo, los roblones, que eran muy usados en construcción de grandes máquinas y estructuras...

Los **remaches** (roblones cuando se conforman en caliente) son vástagos, generalmente de sección cilíndrica (huecos o macizos) con sus extremos rematados por sendas cabezas



Una de las cabezas se conforma en el momento de la fabricación del remache, mientras que la otra, denominada cabeza de cierre, se conforma, o "recalca", en el momento de fijar la unión (presionando al roblón en sentido axial entre dos elementos, buterola y contra-buteroa, que le dan forma)

... por lo que se desarrollaron normas con simbología específica (UNE 1045:1951, UNE 17003:1953)



UNE 17003:1953

Diametro del remache (mm)		8	10	12	14	16	
Diametro del agujero (mm)		8,4	11	13	15	17	
SÍMBOLOS PARA:	Cabeza redondo por ambos lados	8,4	11	13	15	17	
	Avellanados (embutidos)	Cabeza superior embutida	8,4	11	13	15	17
		Cabeza inferior embutida	8,4	11	13	15	17
	Ambas cabezas embutidas		8,4	11	13	15	17
	Remachar en montaje		8,4	11	13	15	17
Taladrar en montaje		8,4	11	13	15	17	

Introducción

Tipos

Simplificaciones

Símbolos

Forma

Relación

Producto

Notas

Rótulos

Conclusiones

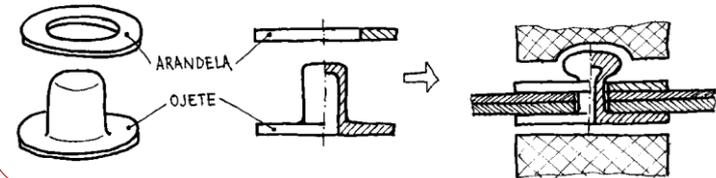
Símbolos: producto



Pero los cambios tecnológicos hacen que aparezcan variantes, o que ciertos componentes dejen de usarse, quedando sus normas desfasadas, o anuladas:

- ✓ Una única representación simbólica de los roblones es ineficiente, porque existe gran variedad de remaches, tal como muestra la norma UNE 17012:1957

Un tipo particular de remache son los ojete con arandela, en los que la cabeza de cierre inmoviliza a una arandela que, a su vez, inmoviliza la unión



- ✓ Las normas con simbología específica de roblones han evolucionado hacia otras normas más específicas

UNE 1045:1951 de signos convencionales en remaches y tornillos está derogada desde 1996, fue reemplazada en 1996 por UNE-EN-ISO 6410-3, pero eliminando parte de la simbología original de remaches, que se encuentra en la norma ISO 5845-2:1995

Siguen vigentes normas específicas, tales como UNE-EN-ISO 14588:2002 Remaches ciegos. Terminología y definiciones

UNE 28640:1988 Representación de remaches en dibujos para equipos aeroespaciales es idéntica a EN-2544

Introducción

Tipos

Simplificaciones

Símbolos

Forma

Relación

Producto

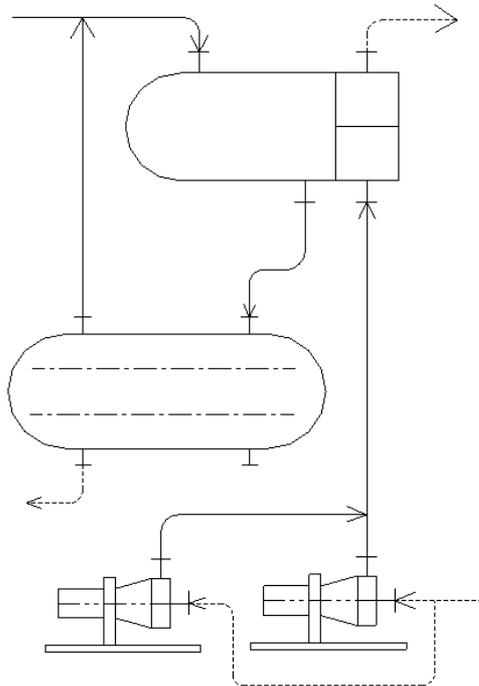
Notas

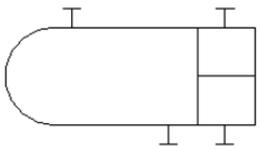
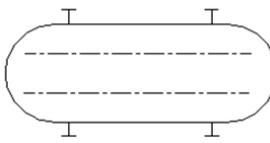
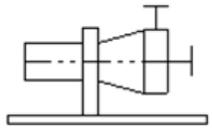
Rótulos

Conclusiones

Símbolos: producto

También se puede simplificar creando **símbolos propios**, siempre que estén explicados mediante la correspondiente **leyenda**



Intercambiador	
Tambor de condensación	
Bomba	



Más detalles sobre símbolos en lección 3.5

Introducción

Tipos

Simplificaciones

Símbolos

Forma

Relación

Producto

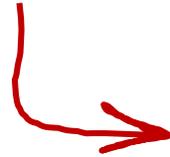
Notas

Rótulos

Conclusiones

En ciertas situaciones, una nota de texto es más eficiente que una representación gráfica:

- √ En productos formados por componentes de muy diferentes tamaños, la geometría de los componentes más pequeños se tiene que mostrar a través de **vistas de detalle**



Los detalles se pueden reemplazar por notas, cuando la información a mostrar es susceptible de indicarse de forma simplificada

- √ En **productos estándar**, la geometría es poco relevante



La información sobre el objeto se transmite mejor con una referencia de texto

Notas

Introducción

Tipos

Simplificaciones

Símbolos

Notas

Rótulos

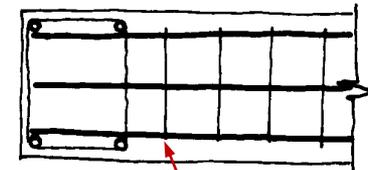
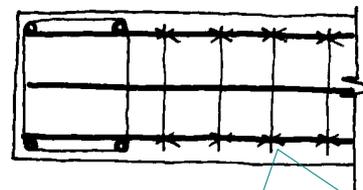
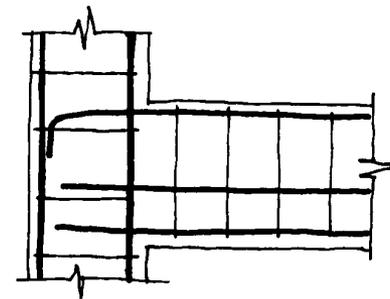
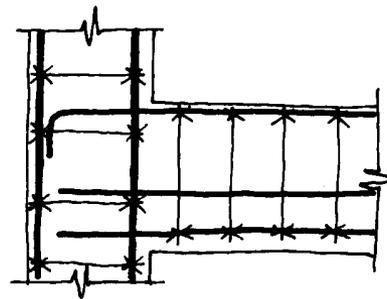
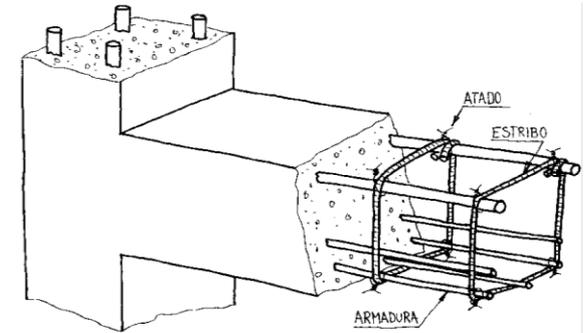
Conclusiones

Por ejemplo, los componentes del armado suelen tener dimensiones muy pequeñas a las escalas normales de representación...

...además suelen ser poco relevantes...

...por lo que los dibujos muestran su posición...

...mientras que su forma se indica mediante notas



Símbolo para indicar que los estribos deben ir atados

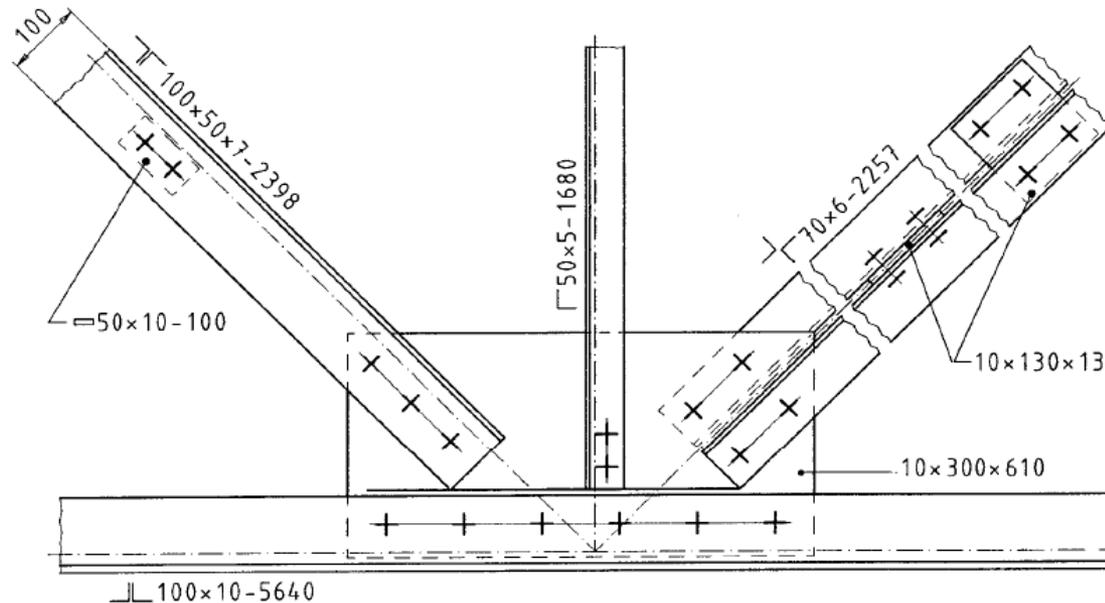
Estribos $\varnothing 8$ a 30

Notas



La norma UNE-EN ISO 5261:2000 también incluye indicaciones sobre anotaciones en estructuras:

Además de recomendar la representación unifilar de las estructuras de barras, la norma incluye símbolos y ejemplos para añadir mediante notas la información sobre la geometría y la colocación relativa de los diferentes perfiles

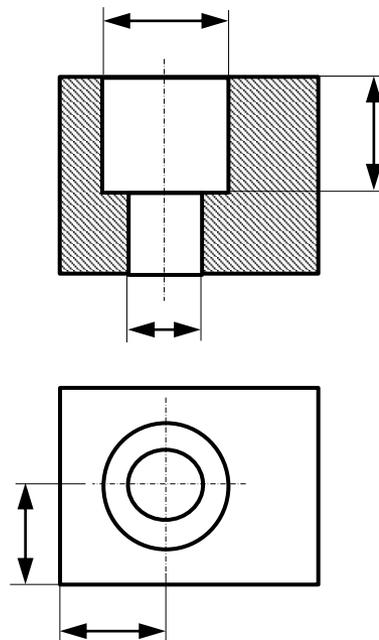


Notas

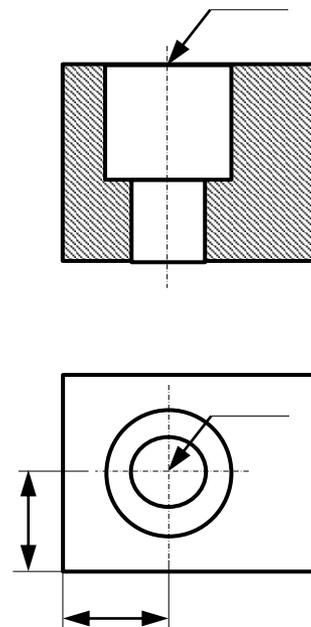
Un ejemplo representativo de elemento estándar indicado mediante notas es ISO 15786:2008, que es la norma más amplia y específica para simplificar la representación y el dimensionado de **agujeros taladrados** mediante notas

√ Permite tres tipos de representaciones:

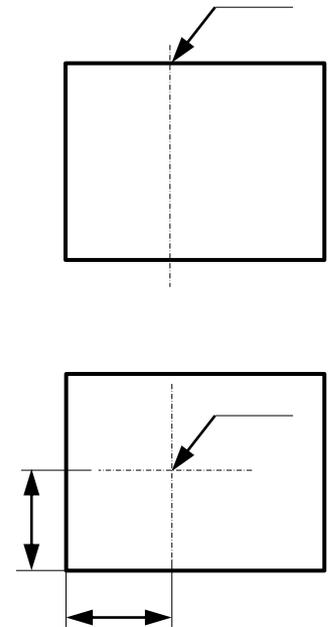
Representación completa
(según ISO 129)



Vistas completas, y
acotación simplificada



Vistas y acotación
simplificadas



Notas

Introducción

Tipos

Simplificaciones

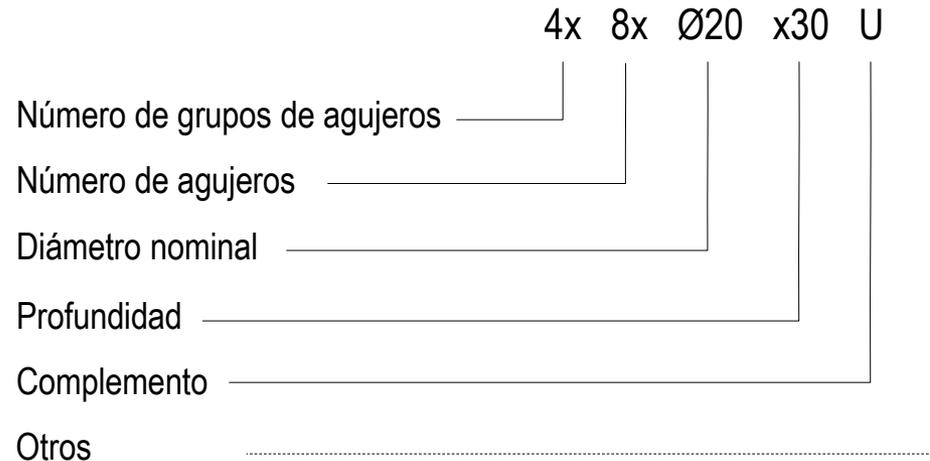
Símbolos

Notas

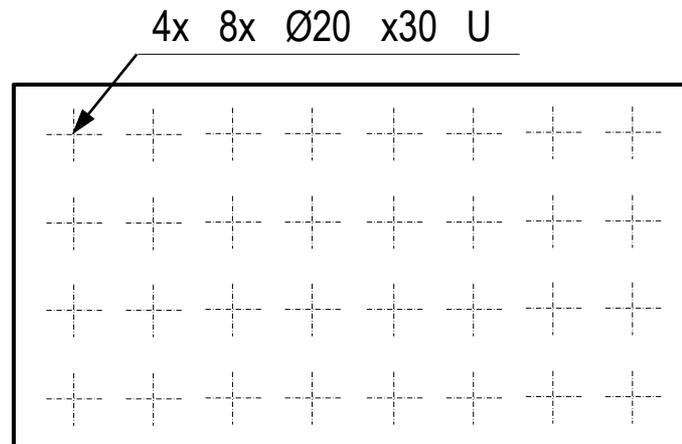
Rótulos

Conclusiones

- √ Para indicar las características de los agujeros representados mediante simplificaciones, se añade una anotación que puede contener los siguientes campos de información geométrica:



La anotación puede contener campos con información de fabricación, tal como se verá en las lecciones 4.2 y 4.3



Notas

Introducción

Tipos

Simplificaciones

Símbolos

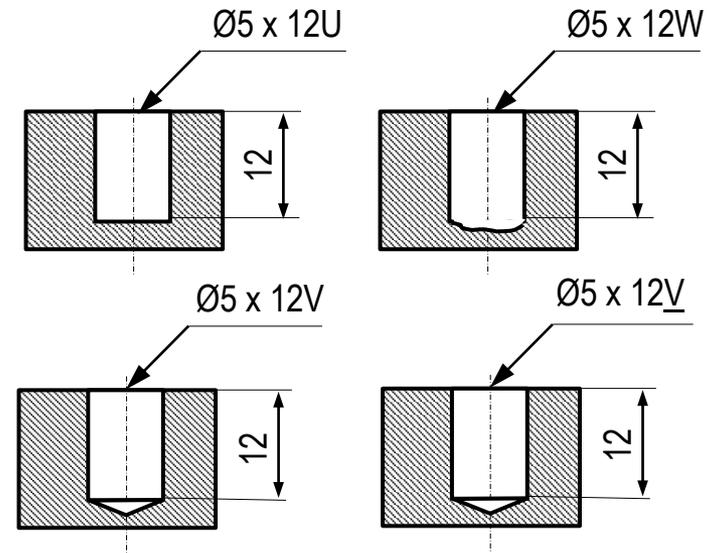
Notas

Rótulos

Conclusiones

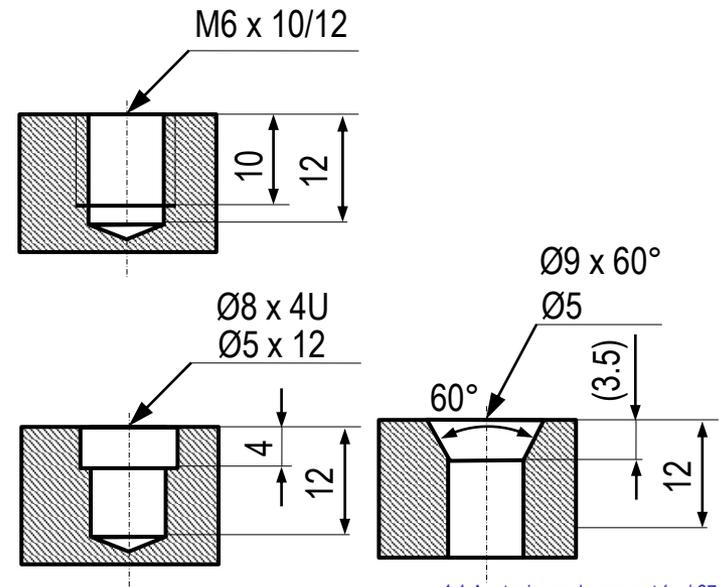
- ✓ El campo de “complemento” puede tomar los siguientes valores:

- U** Indica fondo plano, o boca refrentada
- W** Indica fondo plano, pero con acabado basto
- V** Indica fondo en punta (No avellanado)
- V** Indica fondo en punta, con punta incluida en la longitud total



- ✓ Los principales criterios para combinar los símbolos son:

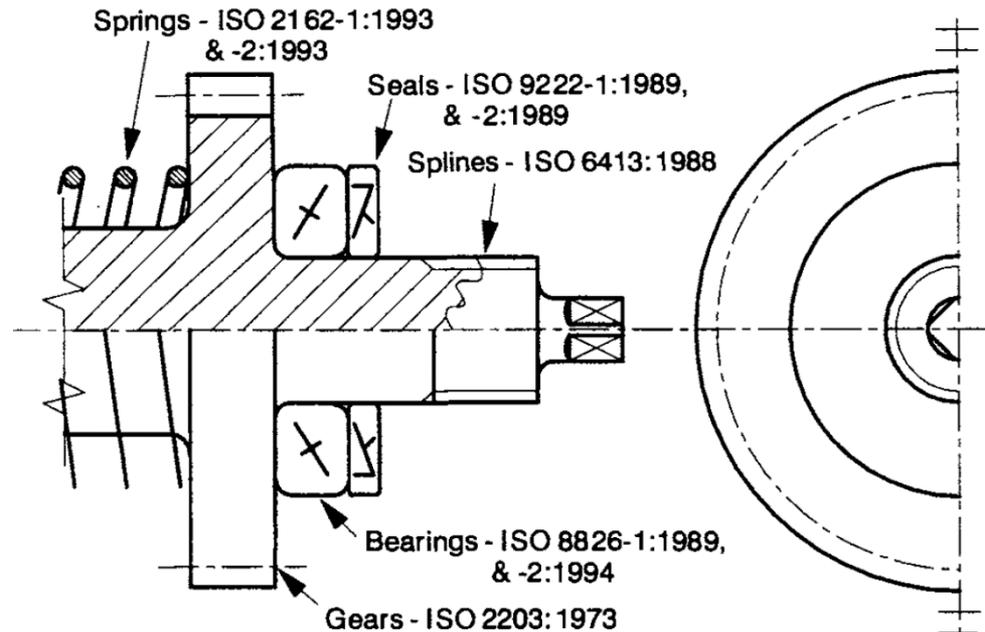
- ✓ Cuando un campo incluya diferentes datos, se separan mediante una barra “/”
- ✓ Diferentes agujeros superpuestos se indican con leyendas apiladas
- ✓ Los avellanados y achaflanados se indican con diámetro mayor y ángulo



Notas

En los ensamblajes o montajes también hay piezas que se simplifican, o se reemplazan por leyendas vinculadas al modelo/dibujo mediante notas

Se indican sus características y su posición de montaje mediante anotaciones que reemplazan o complementan a las marcas



Rótulos

Introducción

Tipos

Simplificaciones

Símbolos

Notas

Rótulos

Conclusiones

Denominamos **rótulos** a las indicaciones mediante texto, imágenes o mixtas, que se superponen a la superficie de los productos industriales



Las piezas y ensamblajes pueden requerir rótulos por diferentes motivos:

- ✓ Identificación del componente
- ✓ Información de especificaciones
- ✓ Avisos de seguridad



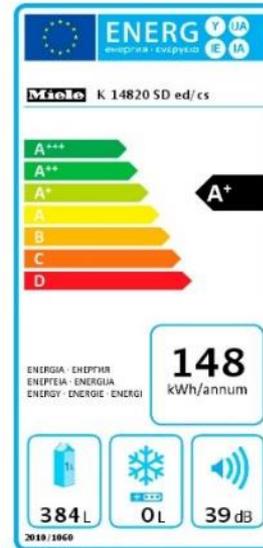
Más detalles sobre anotaciones de diseño en lección 4.4

Rótulos

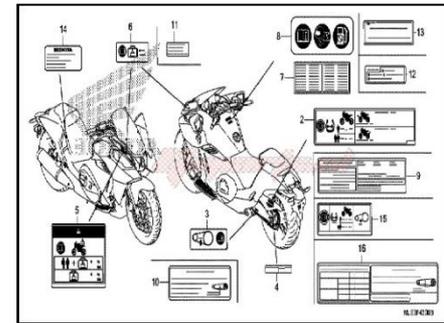
Hay dos tipos de anotaciones geométricas para rotular en la superficie de los **objetos**:

✓ Mediante placas o etiquetas

Calcomanías (“decals”) o pintura



Los programas CAD son útiles para diseñar las características de las etiquetas y especificar su colocación



HONDA. NC750JH Europe Direct - (ED)-2017-CAUTION LABEL

✓ Grabadas sobre su superficie



Art Deco brass table lamp, Marcel Breuer 1925 Exhibición de Paris



Los programas CAD suelen incluir editores específicos que ayudan a modelar rótulos para grabar sobre las superficies



Introducción

Tipos

Simplificaciones

Símbolos

Notas

Rótulos

Conclusiones

Rótulos



Los rótulos deben diseñarse, aunque los criterios de diseño están fuera del alcance de éste libro:

- ✓ Los rótulos no están normalizados...
...pero deben seguir las reglas de la **semántica gráfica**...
...para conseguir el objetivo fundamental de comunicar sin ambigüedades



- ✓ Los rótulos pueden ser anotaciones de texto o símbolos

Obviamente, los rótulos de texto tienen limitaciones de idioma, por lo que pueden ser preferibles los rótulos mediante símbolos. Pero los símbolos no normalizados son ambiguos.



¿Se puede pisar descalzo?



Más detalles sobre semántica gráfica en lección 3.5.1

Conclusiones

Introducción

Tipos

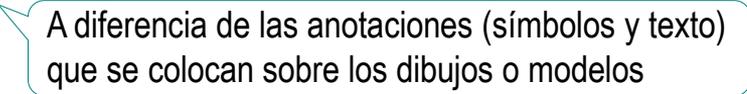
Simplificaciones

Símbolos

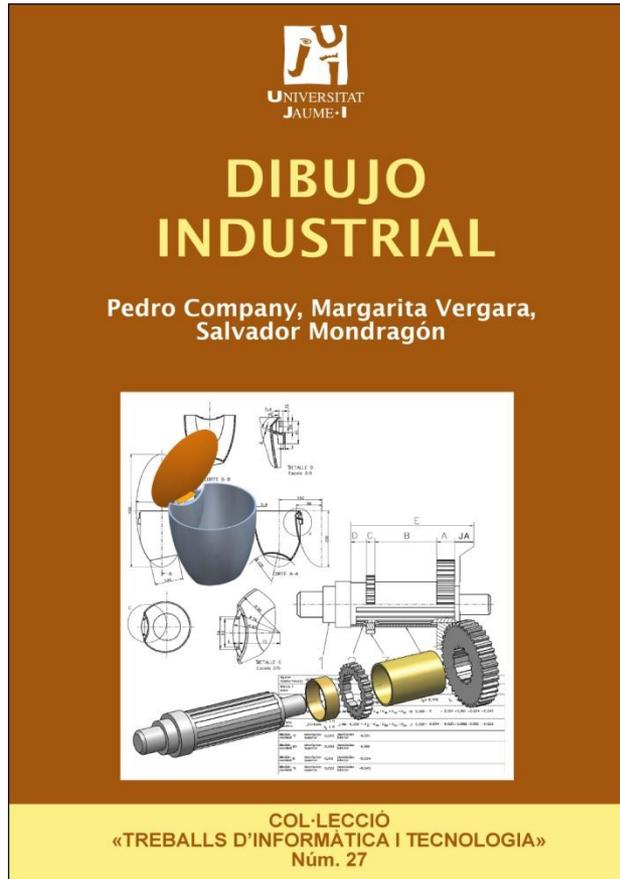
Notas

Rótulos

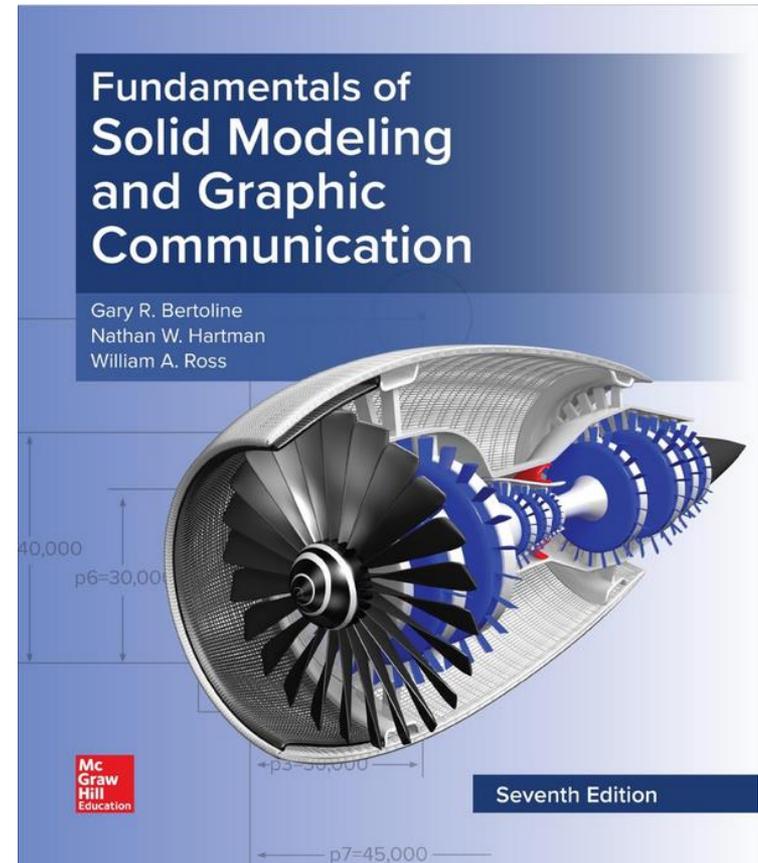
Conclusiones

- 1 Hay mucha variedad de anotaciones de geometría, y su uso está regulado por normas muy dispersas
- 2 Se distinguen tres tipos de anotaciones de geometría que se aplican sobre dibujos o modelos:
 - ✓ Figuras simplificadas
 - ✓ Anotaciones simbólicas
 - ✓ Anotaciones de texto
- 3 Las anotaciones de geometría deben evitarse cuando resulten ambiguas
- 4 Denominamos rótulos a las anotaciones que se colocan sobre el producto final  A diferencia de las anotaciones (símbolos y texto) que se colocan sobre los dibujos o modelos
- 5 Los rótulos etiquetados se pueden crear con ayuda de programas CAD de delineación
- 6 Los rótulos grabados se pueden añadir a los modelos sólidos

Para repasar

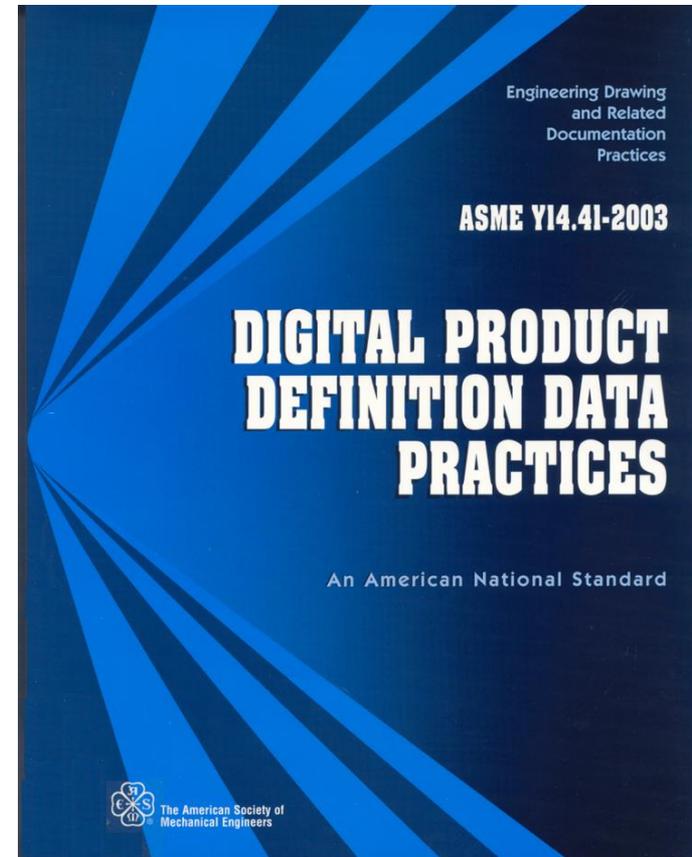
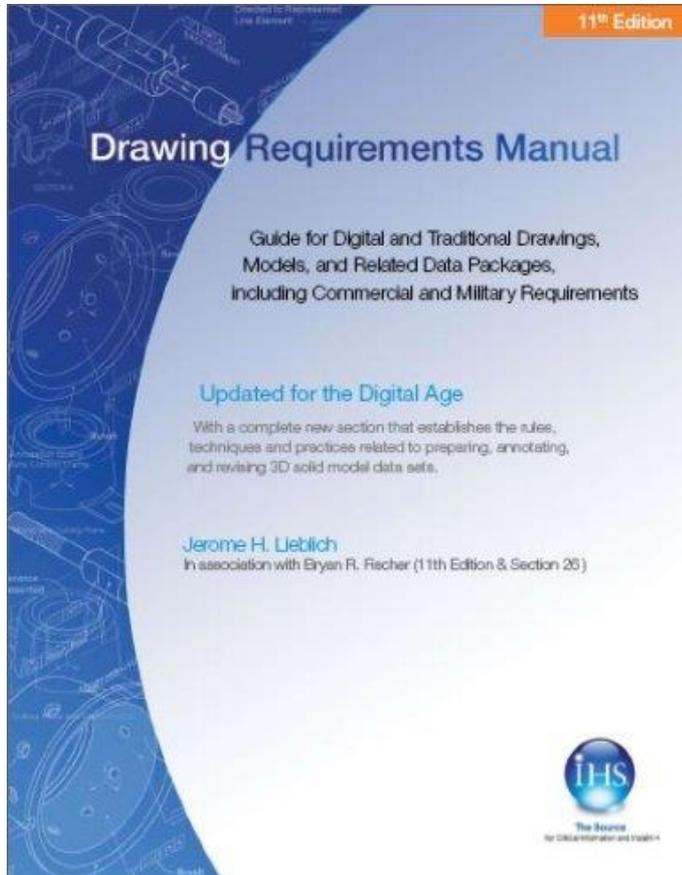


Capítulo 1: Dibujo de diseño de productos, equipos, instalaciones y procesos



Chapter 7: Standard parts
Chapter 9: Leveraging the 3D Model in the Product Lifecycle

Para repasar



Section 9: Drawing notes

Section 11: Identification marking