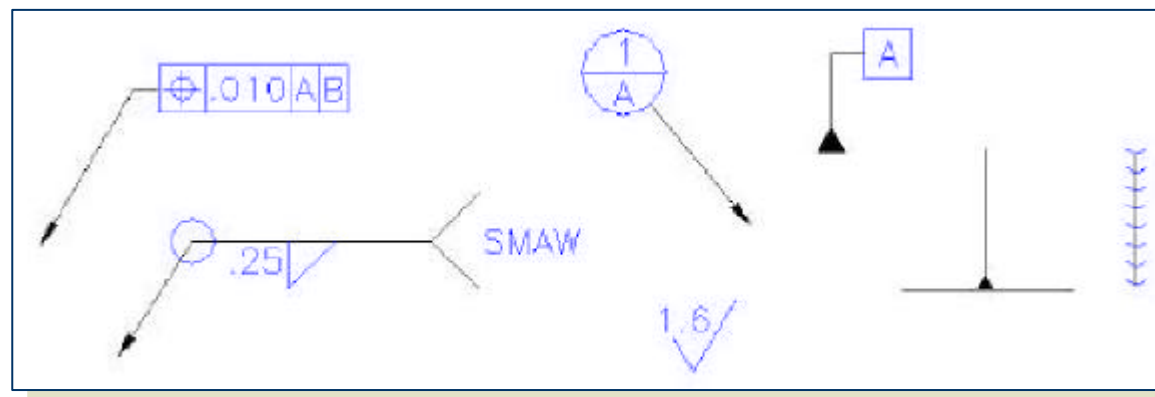


## TEMA 2: Normalización

# Tecnología de Fabricación y Tecnología de Máquinas





## Tema 2:

- 1. Necesidad de la normalización**
- 2. Normalización para planos**
  - 1. Tolerancias y ajustes. Sistema ISO**
  - 2. Tolerancias geométricas**
- 3. Extensión de la normalización al proceso de fabricación**
  - 1. IGES: Initial Graphics Exchange Specification**
  - 2. STEP: STandard for the Exchange of Product model data**
  - 3. PDES: Product Data Exchange Standard**

# Necesidad de la normalización

**Normalización:** modo de garantizar las características de piezas o montajes:

- medidas
- calidades superficiales
- prestaciones
- etc.

Orígenes de los procesos de fabricación

## FABRICACIÓN ARTESANA

- Cada mecanismo o montaje se fabrica individualmente
- Las piezas se fabrican para una unidad específica del montaje
- No importa la repetitividad
- Artesanos: hacen encajar y funcionar correctamente al conjunto recortando o añadiendo de las piezas necesarias
- No importa que las piezas resultantes no se ajusten a los planos

Cambio en los procesos de fabricación

## FABRICACIÓN EN SERIE

- Cada pieza de un conjunto se fabrica con independencia de las restantes
- Ahora sí importa la repetitividad
- Se pueden formular restricciones para cada pieza de modo que se garantice el funcionamiento del conjunto
- Las piezas fabricadas no pueden alejarse mucho de lo especificado en planos.
- Concepto de **tolerancia**: zona donde la dimensión real de la pieza puede variar sin afectar su intercambiabilidad

# Normalización para planos

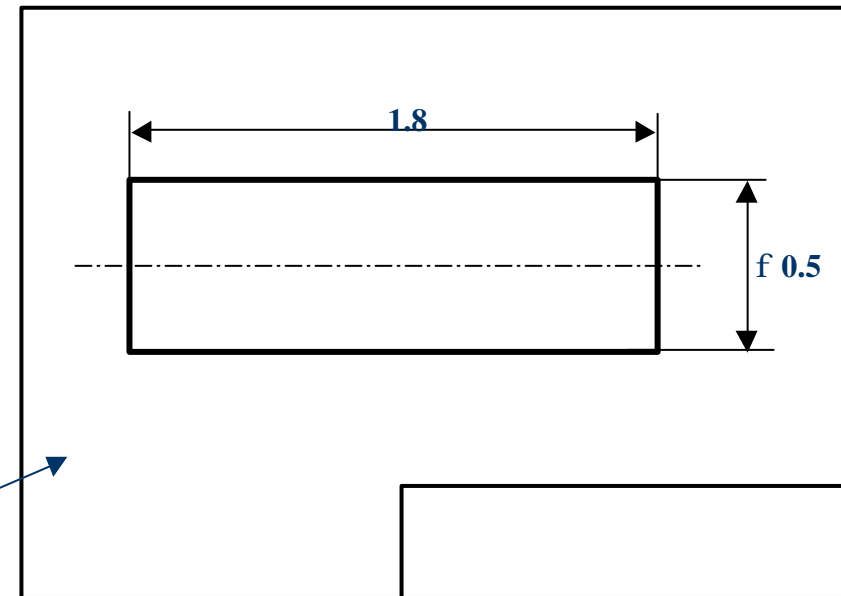
Se establecen estándares para el intercambio de información en forma de planos

## Sistema de representación:

- Diédrico (planta, alzado, vistas laterales)
- Proyección: 1er cuadrante o 3er cuadrante

## Características particulares:

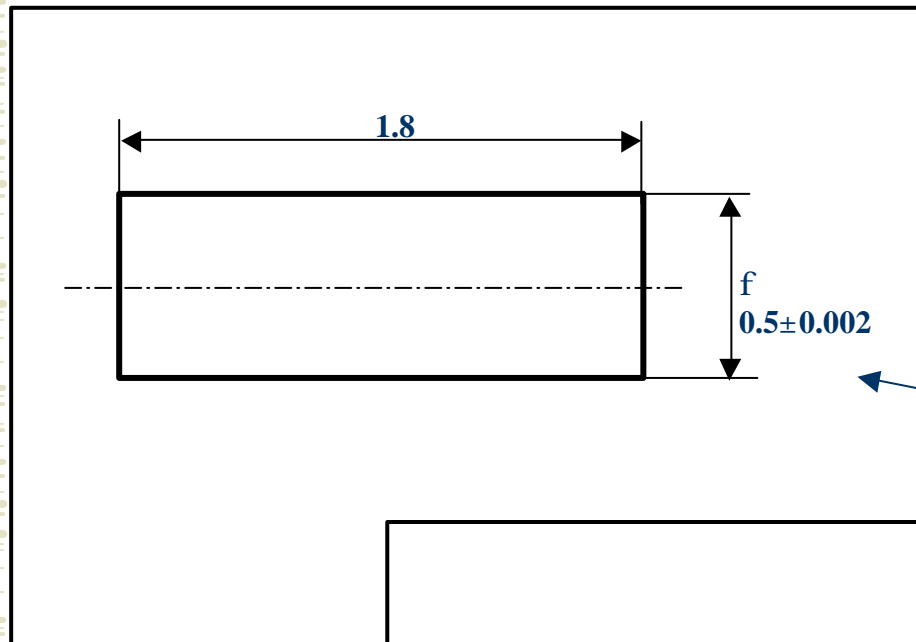
- **Distintos estándares:**
  - ✓ Tipos de línea
  - ✓ Representación de secciones
  - ✓ Representación de simetrías
  - ✓ Acotaciones
  - ✓ Etc



# Normalización para planos

## Problema:

- Imposibilidad de fabricar piezas de dimensiones exactas.
- La precisión de fabricación depende de la máquina herramienta
- Ninguna máquina puede fabricar con error cero



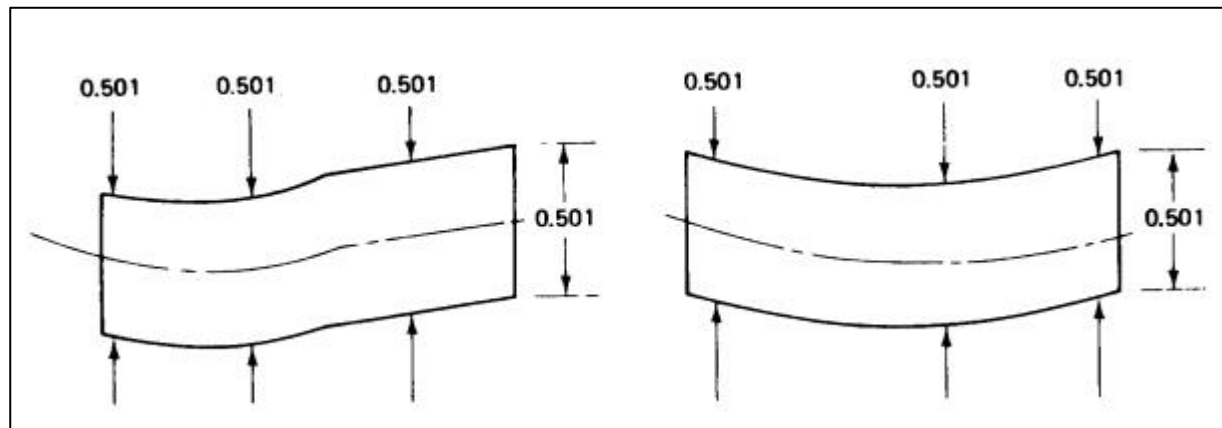
## Tolerancias:

- Se puede garantizar un error máximo en la fabricación
- Se puede especificar un error máximo para que la pieza cumpla especificaciones

# Normalización para planos

## Nuevo problema:

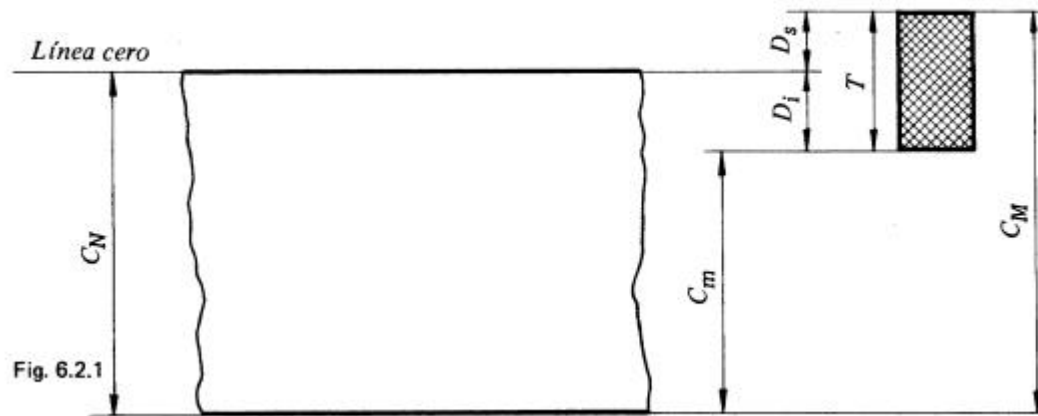
- Esta forma de especificar tolerancias no garantiza la corrección de las piezas
- Pueden cumplir especificaciones piezas que no servirían para el montaje
- Por tanto NO SE HA GARANTIZADO LA INTERCAMBIABILIDAD



## Solución: TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS o DE FORMA

- Se garantizan cilindridades, rectitudes, etc. de piezas
- También se establecen márgenes de aceptación

# Tolerancias y ajustes



Magnitudes a considerar en las tolerancias de medida:

- $D$  ( $C_N$ ) o *cota nominal*: medida exacta, es la que aparece en el dibujo
- $D_{\max}$  ( $C_M$ ) o *cota máxima admisible*
- $D_{\min}$  ( $C_m$ ) o *cota mínima admisible*
- $T$  o *tolerancia* ( $T = D_{\max} - D_{\min}$ )
- $D_s$  o *diferencia superior* ( $D_s = D_{\max} - D$ )
- $D_i$  o *diferencia inferior* ( $D_i = D - D_{\max}$ )

# Tolerancias y ajustes

## Posición de la tolerancia:

- La zona de tolerancia no tiene por qué encontrarse centrada respecto de la cota nominal
- La posición de la zona de tolerancia determinará el comportamiento en cuanto a ajuste

**Ajuste:** relación entre las medidas de 2 piezas que encajan: **eje** y **agujero**

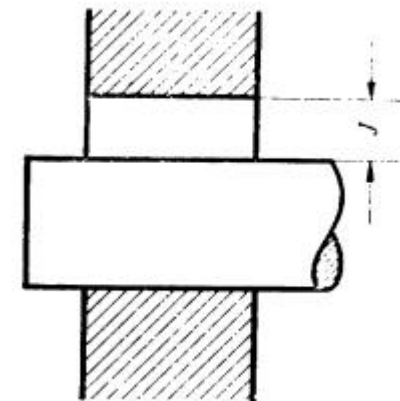
• **Eje:** pieza que encaja en otra (independientemente de su forma)

• **Agujero:** pieza en la que encaja la primera (independientemente de su forma)

**Juego:** diferencia entre la medida exterior del eje y la medida interior del agujero

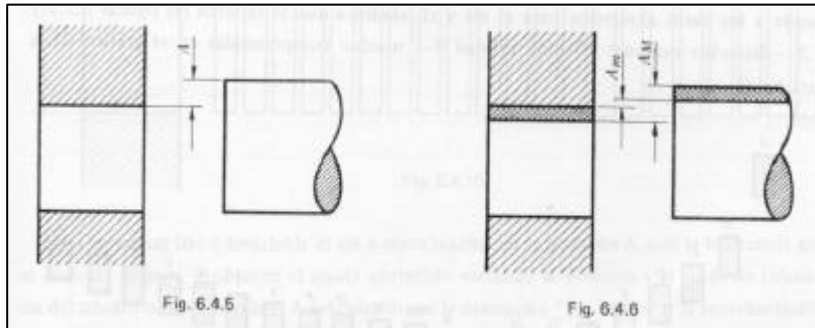
## Se consideran tres tipos de ajuste distintos:

- Ajuste fijo (con aprieto): el juego es siempre menor que cero
- Ajuste móvil (con juego): el juego es siempre mayor que cero
- Ajuste indeterminado: juego mayor o menor que cero



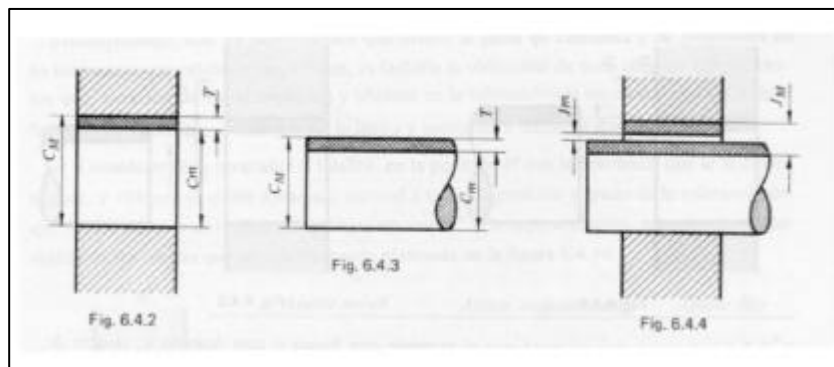
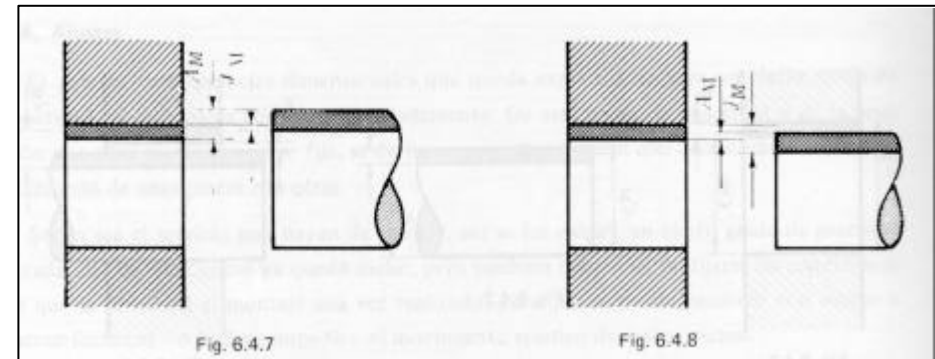


# Tolerancias y ajustes



**Ajuste fijo**

**Ajuste indeterminado**



**Ajuste móvil**

# Sistema ISO de tolerancias y ajustes

Para caracterizar la tolerancia de una dimensión cualquiera de una pieza se utilizan dos valores:

- **Magnitud** de la tolerancia (T)
- **Posición** de la zona de tolerancia respecto de la línea cero

## Magnitud de la tolerancia:

- Se mide en micras
- La norma establece calidades o índices de tolerancia
- Los índices de tolerancia se numeran en orden decreciente de calidad
- ✓ IT = 1 indica máxima calidad
- ✓ IT = 16 indica mínima calidad
- El valor de la tolerancia en micras es función de IT y de la cota nominal

índice de tolerancia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Aplicación	Calibres, piezas de gran precisión					Componentes de conjuntos (piezas que han de ajustar)						Fabricación basta, piezas que no han de ajustar				

# Sistema ISO de tolerancias y ajustes

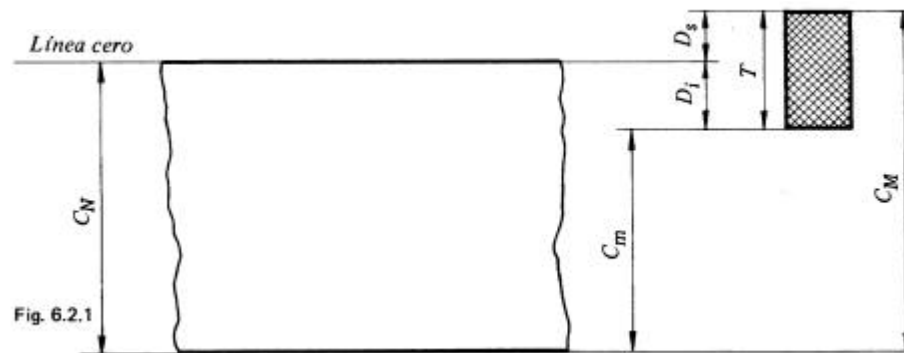
Tabla de tolerancias: permite obtener la tolerancia en micras para una determinada medida

COTA NOMINAL EN mm		INDICE DE TOLERANCIA															
Mayor que	Hasta	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
0	3	0,8	1,2	2,0	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
3	6	1,0	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
6	10	1,0	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
10	18	1,2	2,0	3,0	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1.100
18	30	1,5	2,5	4,0	6	9	13	21	32	52	84	130	210	330	520	840	1.300
30	50	1,5	2,5	4,0	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1.000	1.600
50	80	2,0	3,0	5,0	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1.200	1.900
80	120	2,5	4,0	6,0	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1.400	2.200
120	180	3,5	5,0	8,0	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1.000	1.600	2.500
180	250	4,5	7,0	10,0	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1.150	1.850	2.900
250	315	6,0	8,0	12,0	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1.300	2.100	3.200
315	400	7,0	9,0	13,0	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1.400	2.300	3.600
400	500	8,0	10,0	15,0	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1.550	2.500	4.000

# Sistema ISO de tolerancias y ajustes

## Estandarización de las posiciones de tolerancia:

- Se indica la posición relativa de la zona de tolerancia respecto de la línea cero (diferencia de referencia)

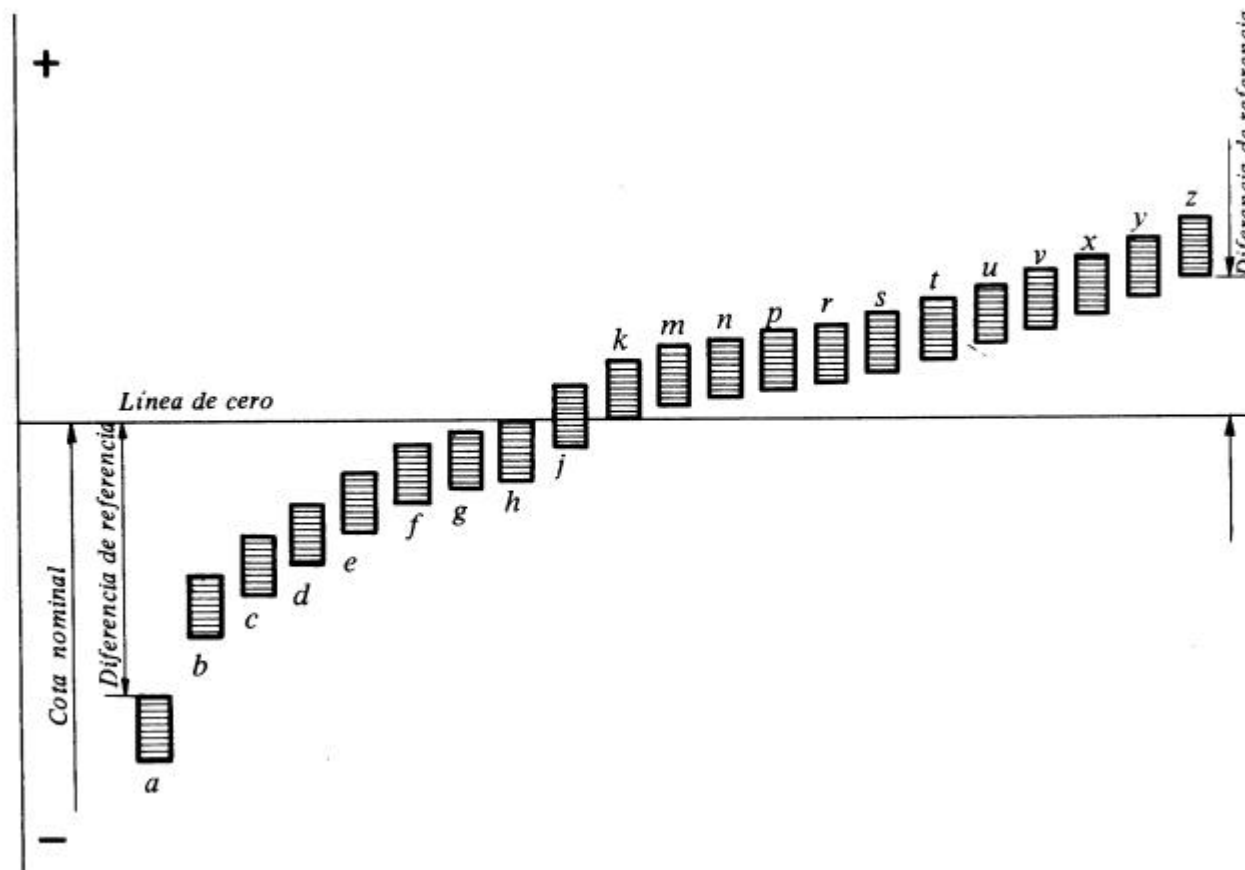


Se establece una tabla para ejes y una tabla para agujeros con **21** posibles posiciones (de la A a la Z)

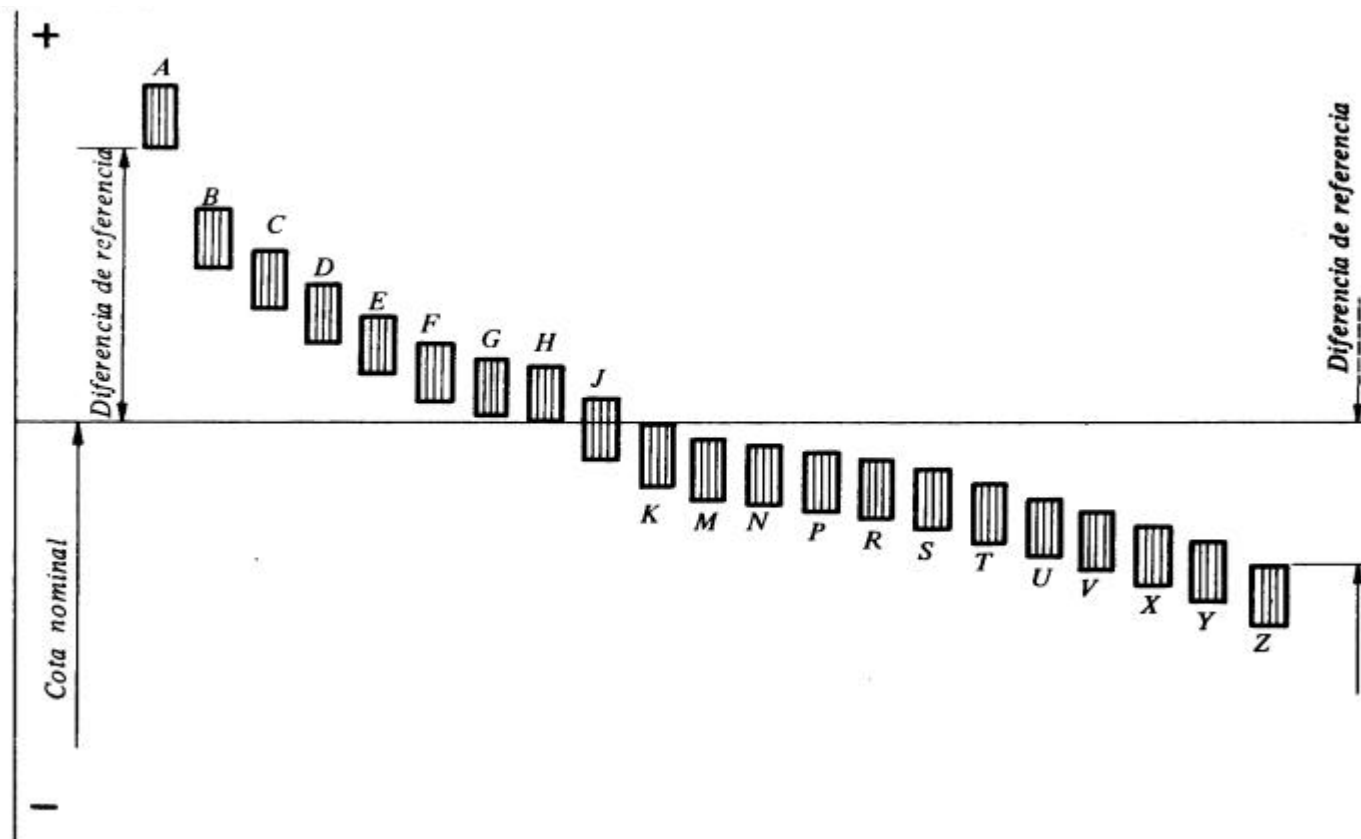
- **a-h**: para ejes indica una medida siempre menor que la medida nominal
- **k-z**: para ejes indica una medida siempre mayor que la medida nominal
- **A-H**: para agujeros indica una medida siempre menor que la medida nominal
- **K-Z**: para agujeros indica una medida siempre mayor que la medida nominal

# Sistema ISO de tolerancias y ajustes

## Posiciones de tolerancia para ejes



## Posiciones de tolerancia para agujeros



# Tolerancias geométricas

## Tolerancia geométrica para un elemento:

- Define la zona donde debe encontrarse dicho elemento
- Se evitan así los problemas mostrados para las tolerancias dimensionales

## Tres grupos de tolerancias geométricas:

- Forma de elementos aislados
- Orientación de elementos asociados
- Posición de elementos asociados

Características objeto de tolerancia		Símbolos
Forma de elementos aislados	Rectitud	—
	Planicidad	▱
	Redondez	○
	Cilindricidad	⊘
	Forma de una línea cualquiera	⌒
	Forma de una superficie cualquiera	⊔
Orientación de elementos asociados	Paralelismo	//
	Perpendicularidad u ortogonalidad	⊥
	Inclinación	∠
Posición de elementos asociados	Posición	⊕
	Concentricidad o coaxialidad	⊙
	Simetría	≡
Oscilación radial o axial		↗

# Tolerancias geométricas

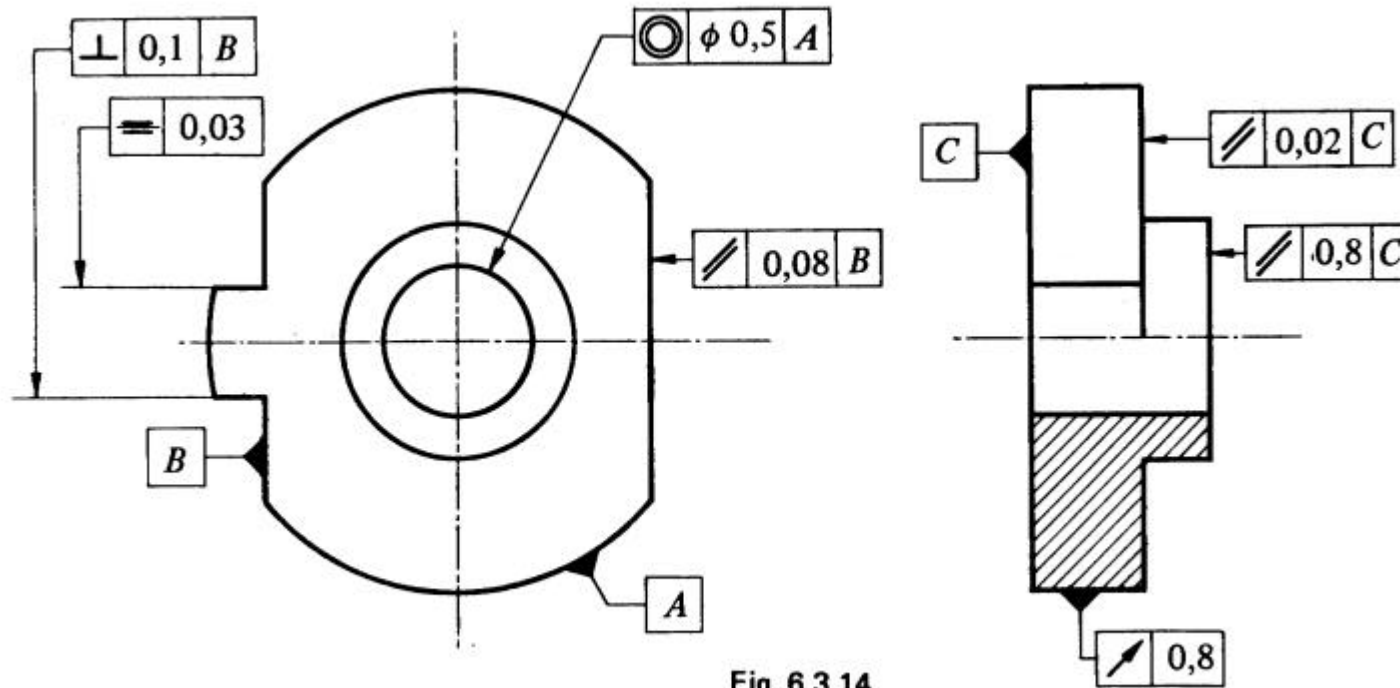


Fig. 6.3.14

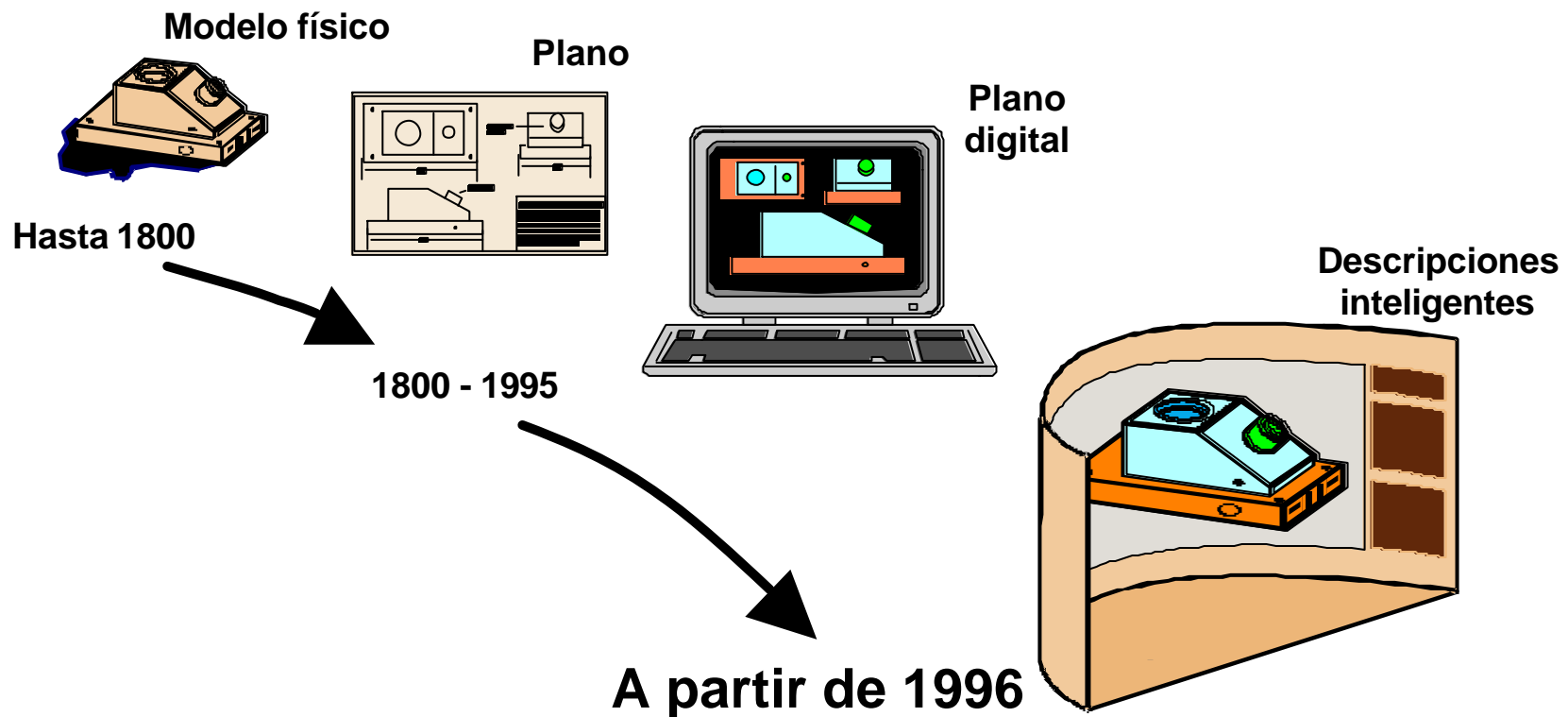
Tolerancias: se especifican en recuadros normalizados  
Elementos de referencia: se señalan con triángulos



# Extensión de la normalización al proceso de fabricación

Primer factor que obliga a una consideración global de los problemas de normalización

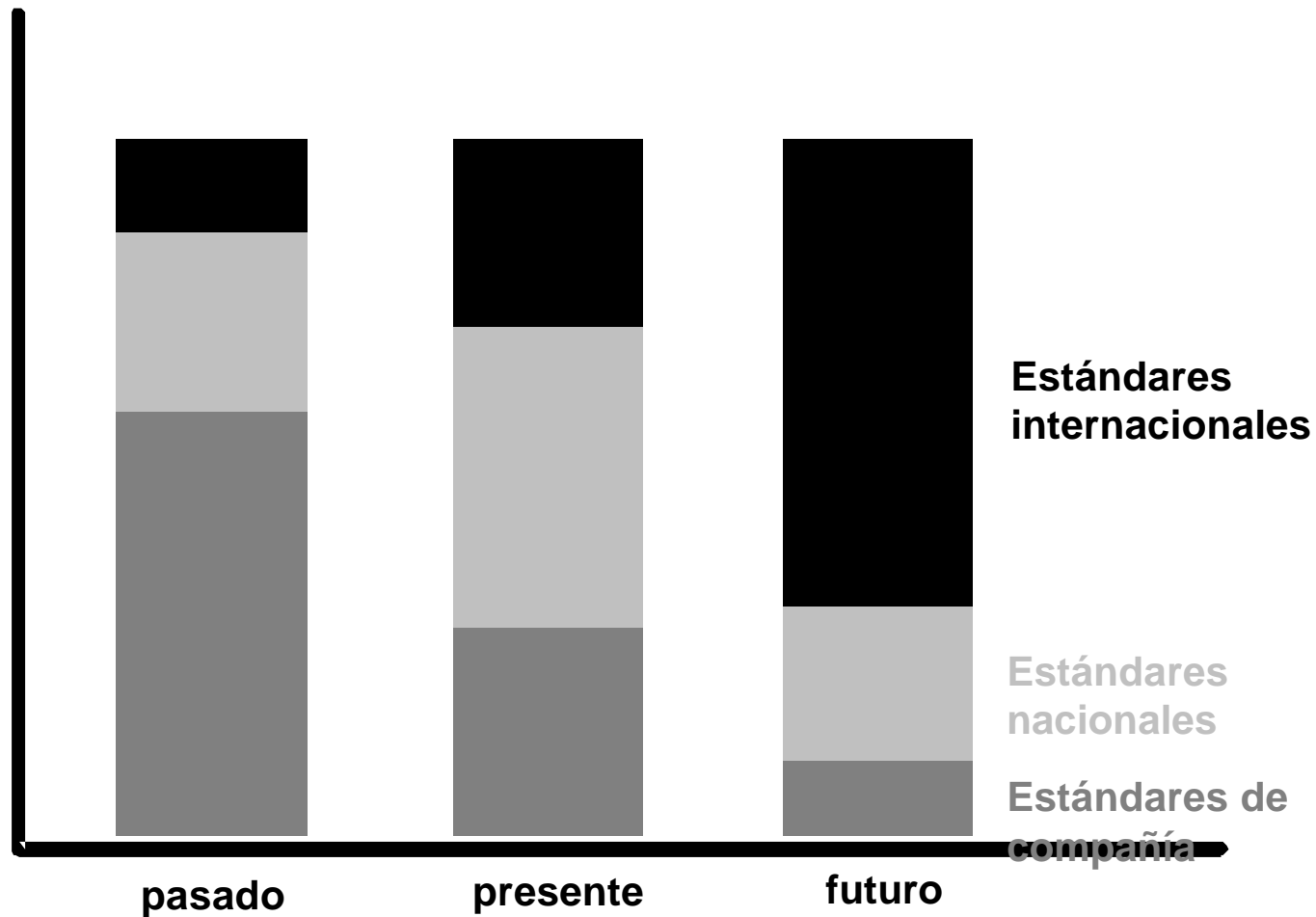
- Los medios de descripción de productos a fabricar evolucionan hacia las descripciones más completas



# Extensión de la normalización al proceso de fabricación

## Segundo factor:

- Necesidad de intercambiabilidad a escalas más globales



# Extensión de la normalización al proceso de fabricación

## Intentos de estandarización:

- IGES: a nivel CAD-CAM
- STEP: a un nivel superior, comprende todo el ciclo de vida de un producto
- PDES: versión ISO de STEP

### 3.1. IGES: Initial Graphics Exchange Specification

- Estandar ANSI
- Pensado para compatibilizar los distintos entornos CAD-CAM
- Actúa como un sistema intermediario



# IGES



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

**Tecnología de Fabricación**

The first version of IGES was developed in 1980 in response to demands from government and industry for a neutral file format permitting the exchange of data between dissimilar CAD or CAM systems. In 1981, IGES was approved as an ANSI standard. Since then, many enhancements have been made, including the significant additions listed in the following table.

IGES version	Date	Added features
1.0	1980	Mechanical 2D and 3D drawings.
2.0	1983	Sculptured surfaces, rational B-splines, finite elements, and electrical drawings.
3.0	1986	Manufacturing AEC (architecture, engineering, and construction), and piping drawings.
4.0	1988	CSG (constructive solid geometry) solids.
5.0	1990	Primarily consolidation and rationalization of existing formats to improve the quality and robustness of existing entities.
5.1	1991	Boundary-representational (B-rep) solids. See Overview of Solid Modeling and IGES.
5.2	1993	European character set and several clarifications; published as an ANSI standard.
5.3	1996	Unbounded Lines (110:1 and 110:2), several new Properties (406), and further clarifications. Year 2000 compliance.

# STEP

## 3.2. STEP: STandard for the Exchange of Product model data

- Estandar ISO
- Pensado a nivel global
- Proporciona una forma de representar características físicas y funcionales de los productos
- Abarca desde el CAD hasta el llamado CAPP (*computer aided process planning*)
- En fase de desarrollo
- Arquitectura multinivel



**Ciclo de vida del producto**

**Posibilidad de reutilización para aplicaciones distintas de:**

- Diseños (CAD)
- métodos de fabricación (CAM)
- planificación de procesos (CAPP)

# PDES

## 3.3. PDES: Product Data Exchange Standard

- Intento de estandarización previo a STEP
- Es un estándar ANSI
- Actualmente se ciñe a las especificaciones STEP
- PDES = Product Data Exchange using Step