# GD&T Aplicado al Diseño de Ejes

## De la acotación tradicional al lenguaje funcional ASME

**Curso:** Diseño de Elementos de Máquinas II
**Profesor:** Israel Chaves A.

# Agenda del Taller

1. **Fundamentos de GD&T (Desde Cero):** ¿Por qué cambiar la forma en que acotamos?
2. **El Lenguaje GD&T:** Símbolos, Marcos de Control y Datums.
3. **El Caso de Estudio:** Eje escalonado (hombros, filetes, chavetero, cojinetes).
4. **Aplicación Práctica:** Aplicando GD&T al eje y acabado superficial.
5. **Taller en Software:** Flujo de trabajo en Onshape / SOLIDWORKS.

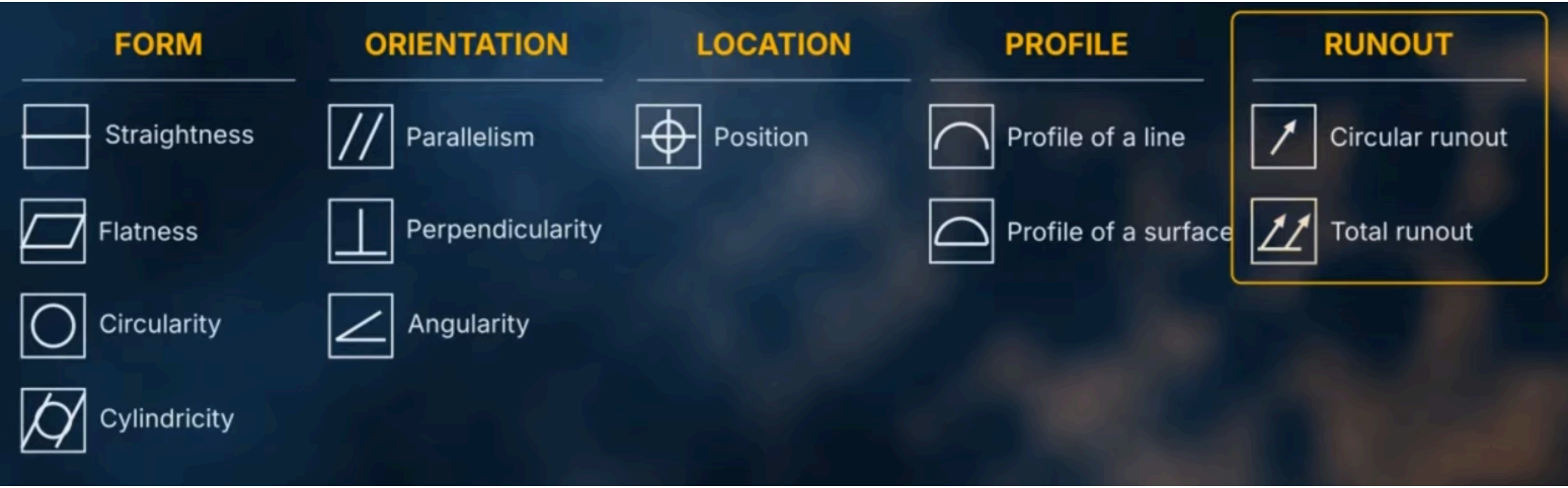
# Parte 1: Fundamentos de GD&T

## ¿Por qué no usar solo + / - ?

- **Acotación tradicional (Coordenada):** Es una "caja" cuadrada alrededor del eje. Si el eje se fabrica torcido pero dentro de la caja, es aceptado (aunque no ensamble bien).
- **GD&T (Tolerancia Geométrica):** Define una **zona de tolerancia cilíndrica** alrededor del eje real.
- **La diferencia clave:** GD&T se basa en la **función** de la pieza. Le dice al fabricante *cómo* debe comportarse la pieza, no solo cuánto puede variar.

*"La acotación por coordenadas asume que las máquinas son perfectas. GD&T asume que las máquinas tienen variación y nos dice cómo controlarla."*

# Símbolos de GD&T



# El Marco de Control de Características (FCF)

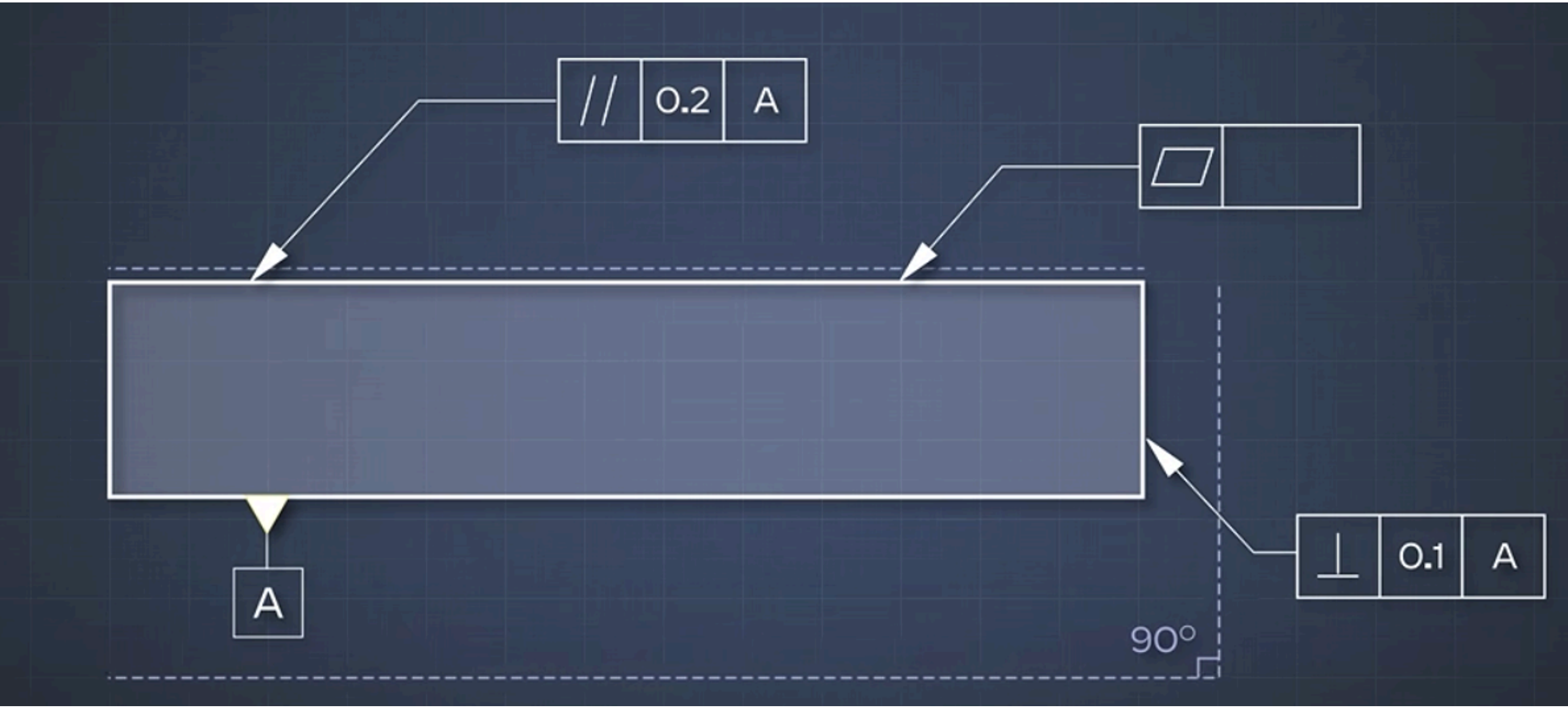
El corazón de GD&T es un rectángulo dividido en compartimentos:

| Símbolo Geométrico | Zona de Tolerancia | Datum (Referencia) |
|---|---|---|
| ▱ (Ej. Perfil) | 0.05 | A \| B |

1. **Símbolo:** ¿Qué estamos controlando? (Forma, Orientación, Ubicación o Brinco).
2. **Tolerancia:** ¿Cuánto puede variar? (El valor numérico).
3. **Datum:** ¿Respecto a qué superficie o eje nos estamos midiendo?

# Datums: La Fundación de la Inspección

- Un **Datum** es una superficie (o eje) teórica y perfecta que se usa como referencia para las mediciones.
- Se designan con letras: **A, B, C**.
- **Regla de oro:** Los Datums se eligen por la **función de montaje**. ¿Cómo se apoya esta pieza en la máquina o en el conjunto?
- En los ejes, el **eje de rotación** (A) y las **caras de apoyo** (B) son los Datums más importantes.


//
0.2
A
A
⊥
0.1
A
90°

# Dimensiones Básicas y Modificadores

- **Dimensión Básica:** Se dibuja dentro de un rectángulo (ej. [ 45 ]). No tiene tolerancia, es teórica y perfecta. Se usa para ubicar zonas de tolerancia.
- **Modificadores (MMC / LMC):**
  - Ⓜ **Máxima Condición de Material:** El eje más grande y el agujero más pequeño (más material). Útil para garantizar que las piezas ensamblen.
  - Ⓛ **Mínima Condición de Material:** El eje más pequeño y el agujero más grande (menos material).


RUNOUT TOLERANCE
0.1
Ø 20
A
0.1
A
Radial Runout

# Parte 2: El Caso de Estudio (El Eje)

Nuestro eje de transmisión tiene 3 secciones críticas:

1. **Extremos:** Asientos para **cojinetes** (rodamientos).
2. **Sección Central:** Asiento para un **engrane** con **chavetero** (cuñero).
3. **Hombros:** Superficies de apoyo axial con **filetes** para reducir concentración de tensiones.
4. **Acabado Superficial:** Rugosidad (Ra) según ASME Y14.36.

# Definiendo los Datums del Eje

Para nuestro plano, establecemos:

- **Datum A:** El **eje de rotación** (establecido por los asientos de los cojinetes).
- **Datum B:** El **hombro principal** (cara de apoyo del engrane).
- **Datum C:** Las **caras laterales del chavetero** (para controlar la orientación angular).

*Los Datums se colocan en el plano como flechas con letras encerradas en un cuadrado.*

# GD&T en Cojinetes (Rodamientos)

- **El problema:** Si el asiento no es perfectamente cilíndrico o está descentrado, el rodamiento vibrará o fallará.
- **Control 1: Cilindricidad** (⌭) en el diámetro del asiento. Asegura contacto uniforme.
- **Control 2: Brinco Total** (Total runout) respecto al **Datum A** (el otro cojinete). Asegura que ambos asientos estén perfectamente alineados.
- **Tolerancia típica:** Brinco Total de **0.02 a 0.04 mm** para ejes de precisión.

# GD&T en Hombros y Filetes

- **Hombro (Cara de apoyo):** Debe ser perfectamente perpendicular al eje para que el engrane o cojinete se apoye plano.
  - **Control:** Perpendicularidad (⊥) respecto al **Datum A**.
- **Filetes (Transiciones):**
  - No se acotan solo con un radio con ±. Se usa **Perfil de Superficie** (⌓) para controlar la forma real.
  - *Sugerencia:* El filete del cojinete suele ser más pequeño (por espacio) que el del engrane (por mayor concentración de esfuerzos).

# GD&T en el Chavetero (Cuñero)

- **El problema:** Si el chavetero está desalineado, el engrane no transmitirá el torque de forma uniforme.
- **Control 1: Perfil de Superficie** (⌓) o **Simetría** (⌯) en las caras laterales, referenciado al **Datum A** y **Datum B**.
- **Control 2: Paralelismo** (∥) de las caras laterales respecto al eje.
- **Nota:** El ancho del chavetero se acota con tolerancia dimensional según norma (ej. ASME B18.25.3M o DIN 6885), pero su orientación se controla con GD&T.

# Acabado Superficial (ASME Y14.36)

Se aplica de forma selectiva, **no** en todo el plano:

| Elemento | ( $R_a$ ) típico | Símbolo / Nota |
|---|---|---|
| Asiento de cojinete | 0.8 µm | ✓ con Lay (⊥) |
| Cara de apoyo del engrane | 1.6 µm | ✓ |
| Laterales del chavetero | 3.2 µm | ✓ |
| Filetes de hombro | 1.6 µm | "Sin marcas de herramienta" |

# Parte 3: Taller Práctico en Software

### Paso 1: Modelado 3D (Onshape / FreeCAD)

- Generar el eje escalonado.
- Aplicar **filetes de diferente radio** en los hombros (ej. R1=1.5mm, R2=3mm).
- Cortar el **chavetero** en la sección central.

### Paso 2: Creación del Plano (Onshape / SOLIDWORKS)

- Configurar norma de dibujo: **ASME Y14.5-2018**.
- Insertar vistas ortogonales e isométrica.

# Taller: Aplicando GD&T al Plano (Guía)

1. **Asignar Datums:** Marcar el eje (A) y el hombro (B).
2. **Acotar básicas:** Colocar dimensiones en cajas [ ] para ubicar los hombros y el chavetero.
3. **Insertar FCFs:**
    - Cilindricidad en asientos de cojinete.
    - Brinco Total (Runout) respecto a A.
    - Perpendicularidad en hombros.
    - Perfil de superficie en chavetero.
4. **Acabado:** Insertar símbolos de rugosidad según ASME Y14.36.

# ¡A trabajar!

- **Reto de la clase:**
  - Tienen 45 minutos para modelar el eje (si no lo han hecho).
  - 45 minutos para generar el plano con al menos **4 controles GD&T** y **2 especificaciones de acabado superficial**.
- **Criterio de éxito:** El plano debe comunicar claramente la función del eje a un maquinista que nunca ha visto el ensamble.

*Recuerden: El GD&T no es para hacer planos más difíciles, es para hacerlos más precisos y funcionales.*

# Resumen y Buenas Prácticas

- **Menos es más:** No tolerar geométricamente todo, solo lo que afecta la función.
- **Datums funcionales:** Usa los asientos de cojinete y caras de apoyo como referencias.
- **MBD (Model-Based Definition):** En Onshape, puedes aplicar GD&T en el modelo 3D y heredarlo al plano 2D.
- **Normativa:** Documentar siempre en el plano: *"GD&T per ASME Y14.5-2018"*.

# Referencias Bibliográficas


- **ASME Y14.5-2018**, *Dimensioning and Tolerancing*.
- **ASME Y14.36-2018**, *Surface Texture Symbols*.
- **ASME B18.25.3M**, *Square and Rectangular Keys and Keyways*.
- Documentación oficial de **Onshape** (MBD y Dibujos).