



Nebrija
Universidad

MABH PRESENTACION IME 108 – CÁLCULO, DISEÑO Y ENSAYO DE MÁQUINAS

1

TEMA 1.

INTRODUCCIÓN AL DISEÑO EN INGENIERÍA
MECÁNICA

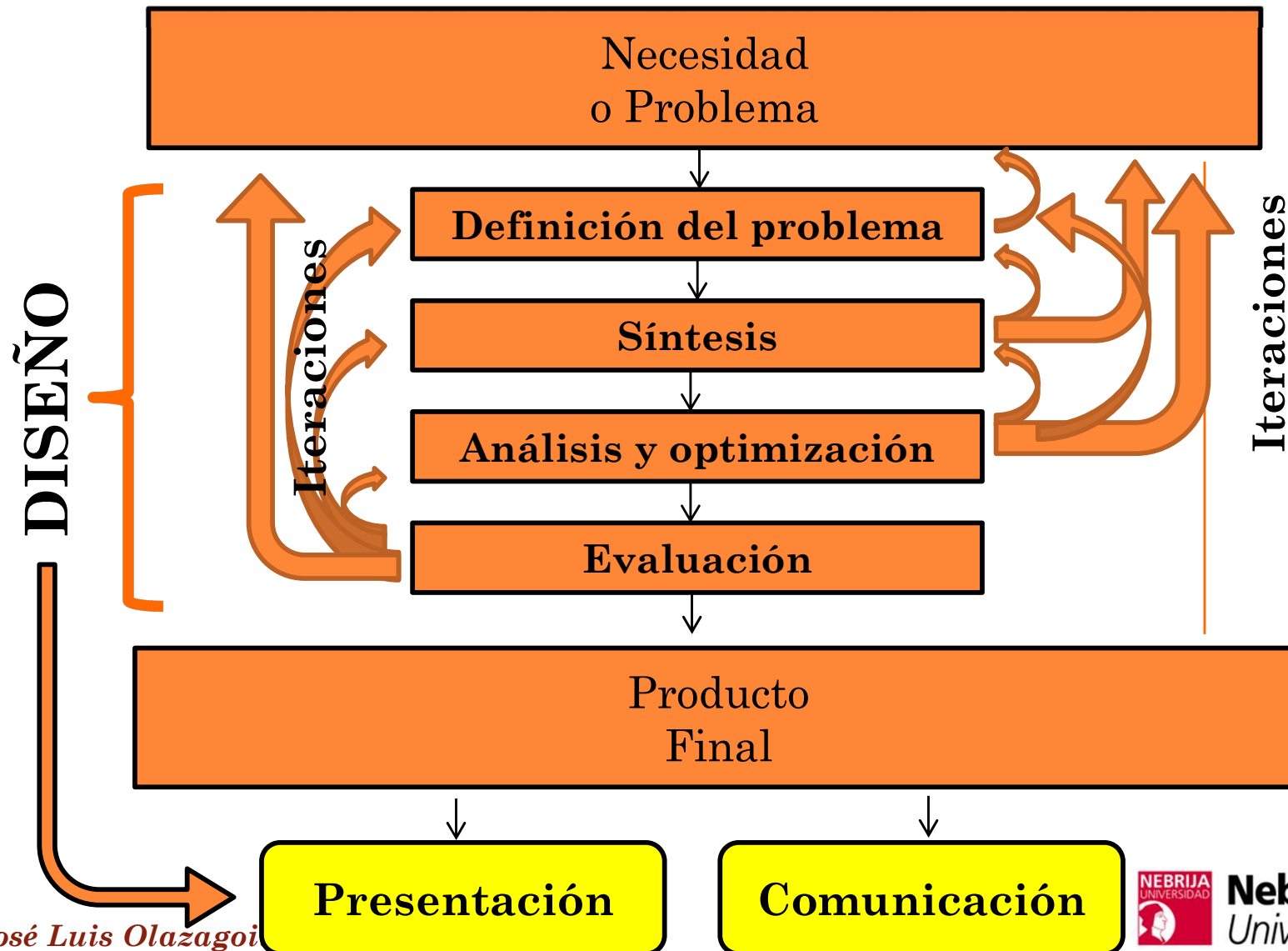
INTRODUCCIÓN AL DISEÑO EN LA INGENIERÍA MECÁNICA.

1. ¿Qué es diseño?
2. Fases del diseño
3. Recursos de diseño
4. Responsabilidades profesionales
5. Normas y elementos normalizados
6. Funcionalidad y Economía
7. Utilización y Seguridad
8. Materiales
9. Incertidumbre
10. Sólido en equilibrio
11. Cargas. Tipos. Proceso general

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

DISEÑO. FASES DEL DISEÑO

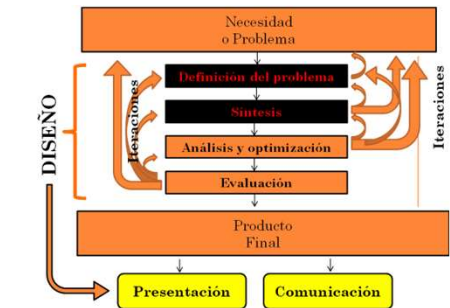
*"Formular un **plan** para satisfacer una **necesidad específica o resolver un problema**"*



INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

2. FASES DEL DISEÑO

- **Definición del problema:** Debe incluir todas las especificaciones del objeto que se diseña.
- **Especificaciones:** Funciones del objeto. Parámetros y cantidades de entrada y salida, con sus características y limitaciones (dimensiones, coste, vida esperada, intervalo de trabajo, T^a de funcionamiento, confiabilidad, disponibilidad de medios, competitividad, economía de inventario, plazos de entrega... y en general cualquier restricción que limite la libertad de elección del diseñador.)
["Especificación de producto o Product Design Specification"]. **Ejemplo compañías coches.**
- **Síntesis** (invención del concepto o diseño del concepto). Se deben proponer **varios esquemas**, investigarlos, cuantificarlos, optimizar los más prometedores y compararlos entre sí bajo diversos criterios.



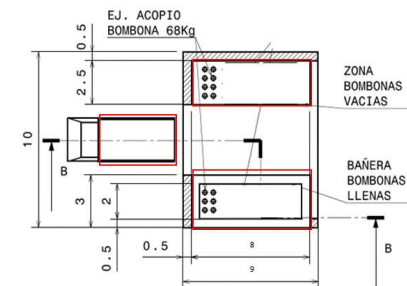
Características de Botellas y Cilindros

Tipos	Capacidad	Tamaño	Diámetro exterior	Longitud
	kg	kg	mm	mm
Cilindros de 68kg	68	128	273	1422

Datos particularizados para la realización de la práctica.

Población		Población		Población	
Provincia	Comunidad de España	Provincia	Comunidad de España	Provincia	Comunidad de España
1 Valencia	791.433	29 Salamanca	143.978		
4 Sevilla	688.711	30 Liria	137.856		
5 Zaragoza	666.880	31 Tarragona	132.295		
6 Málaga	571.026	32 León	124.772		
7 Murcia	487.182	33 Cádiz	118.979		
8 Palma	409.461	34 Jaén	113.471		
9 Las Palmas de Gran Canaria	378.517	35 Orense	105.505		
10 Bilbao	345.421	36 Girona	102.566		
11 Alicante	336.577	37 Lago	98.025		
12 Córdoba	325.708	38 Santiago de Compostela	96.405		
13 Valladolid	298.866	39 Cáceres	90.046		
14 Valencia	249.176	40 Melilla	86.384		
15 La Coruña	244.000	41 Ceuta	85.144		
16 Granada	232.208	42 Guadalajara	84.150		
17 Oviedo	220.020	43 Toledo	84.282		
18 Santa Cruz de Tenerife	204.656	44 Pontevedra	82.820		
19 Pamplona	199.066	45 Palencia	78.628		
20 Almería	196.851	46 Ciudad Real	74.143		
21 San Sebastián	186.052	47 Zamora	63.827		
22 Burgos	175.021	48 Madrid	59.350		
23 Albacete	173.050	49 A Coruña	57.687		
24 Santander	172.144	50 Cuenca	54.898		
25 Castellón de la Plana	170.888	51 Huesca	52.463		
26 Logroño	151.113	52 Segovia	51.483		
27 Badajoz	150.530	53 Soria	39.112		
28 Murcia	144.758	54 Teruel	35.691		

ZONA DE TRABAJO

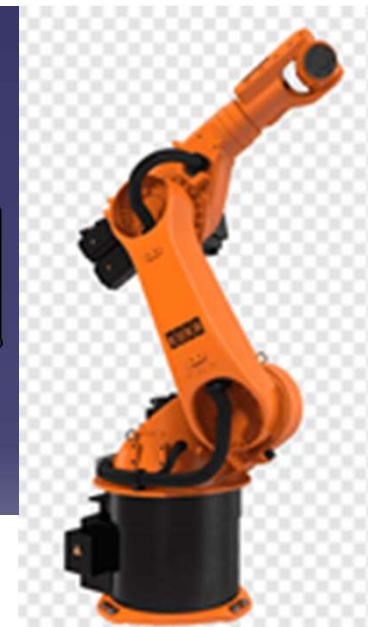
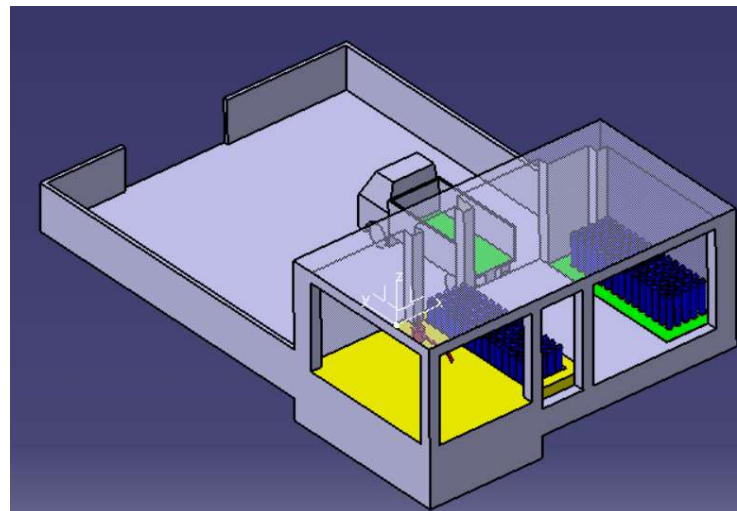
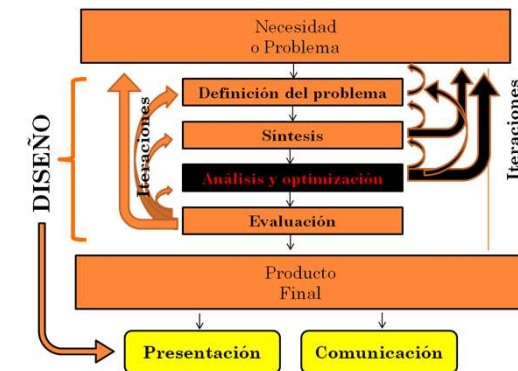


INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

2. FASES DEL DISEÑO

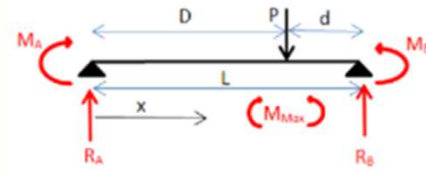
Necesidad o Problema

- **Análisis:** A medida que el desarrollo del esquema progresa, se deben realizar **análisis para evaluar si el desempeño del sistema es satisfactorio.** Los esquemas que no sobreviven al análisis se revisan, se mejoran o desechan.
- **Optimización:** Los que tienen potencial se optimizan para determinar el mejor desempeño del esquema. Los **esquemas en competencia se comparan para elegir al producto más competitivo.**
- **Iteración:**



ANÁLISIS:

Representación de la carga



Formulación

Reacciones

$$R_A = \frac{P \cdot d}{L}$$

$$R_B = \frac{P \cdot D}{L}$$

Esfuerzos flectores

$$M_A = M_B = 0$$

$$M_{MAX} = \frac{P \cdot D \cdot d}{L}$$

Esfuerzos cortantes

$$Q_{PD} = \frac{P \cdot d}{L} \quad Q_{PB} = \frac{P \cdot D}{L}$$

Calcula tu viga

Carga (P) (kN):

Distancia de la carga (D) (m):

Luz (L) (m):

Calcular

Resultado

Mmax = 1875 kN.m

RA = 75 kN

RB = 25 kN

Diagrama de momentos

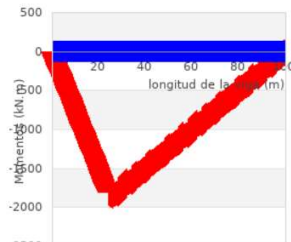
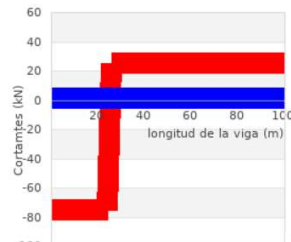


Diagrama de cortantes



Calcula tu viga

Carga (P) (kN):

Distancia de la carga (D) (m):

Luz (L) (m):

Calcular

Resultado

Mmax = 2500 kN.m

RA = 50 kN

RB = 50 kN

Diagrama de momentos

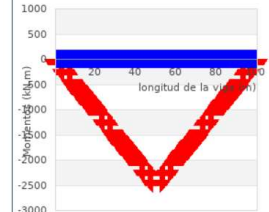
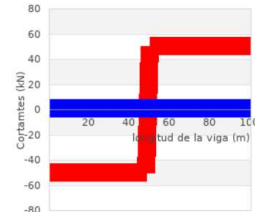


Diagrama de cortantes



Calcula tu viga

Carga (P) (kN):

Distancia de la carga (D) (m):

Luz (L) (m):

Calcular

Resultado

Mmax = 0 kN.m

RA = 100 kN

RB = 0 kN

Diagrama de momentos

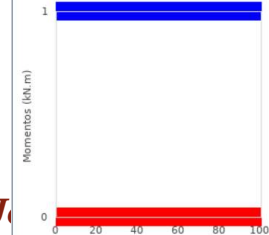
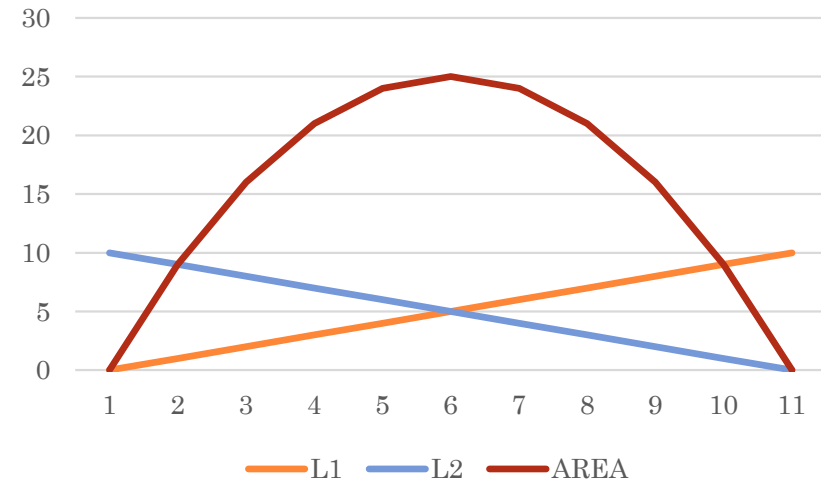
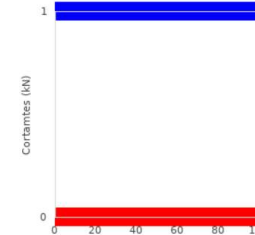


Diagrama de cortantes



$$M_{max} = \frac{PDd}{L} = \frac{PD(L-D)}{L}$$

D(L-D) SEA MAXIMO

DERIVAMOS PARA CALCULAR EL MAXIMO.

$$1 \times (L-D) + D(-1) = L-D-D=0$$

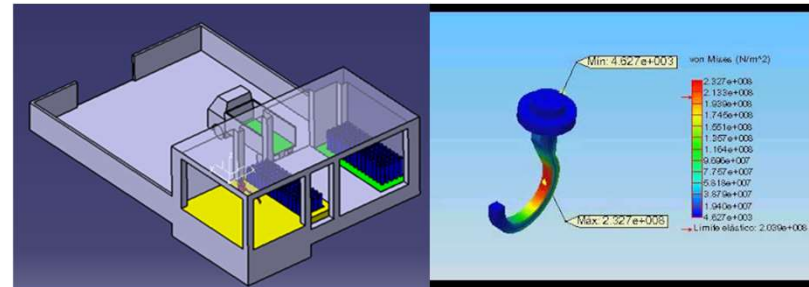
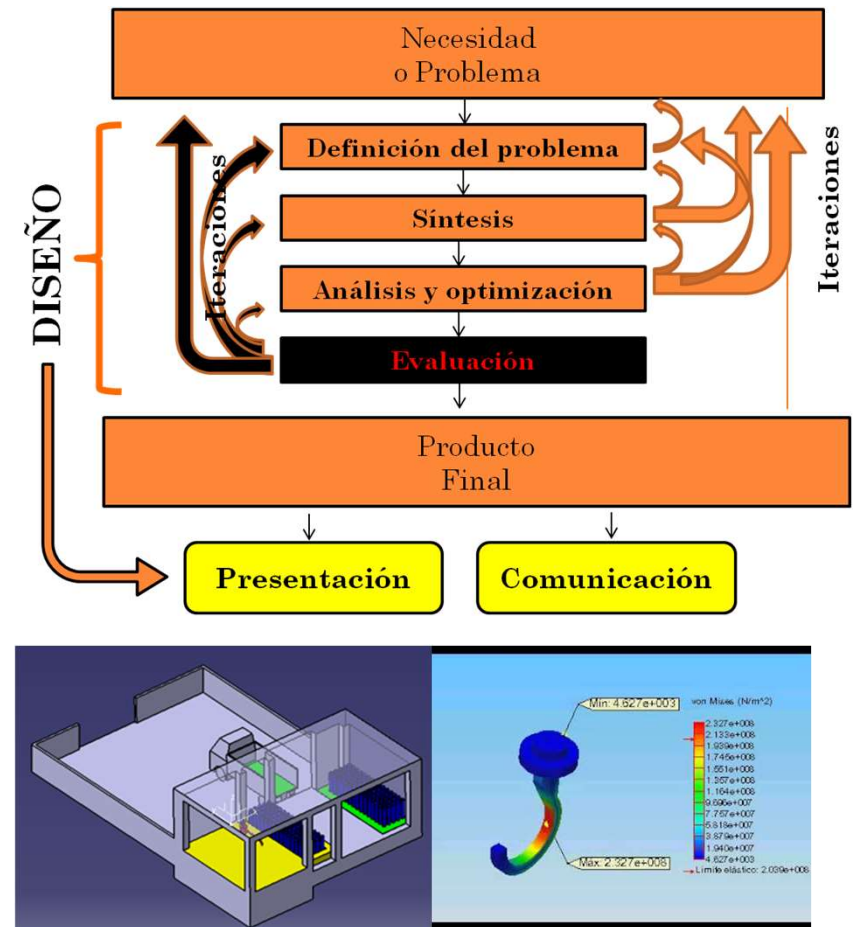
$$D = L/2$$

$$M_{max} = \frac{PDd}{L} = \frac{P(L/2)(L-L/2)}{L} = \frac{PL^2}{4}$$

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

2. FASES DEL DISEÑO

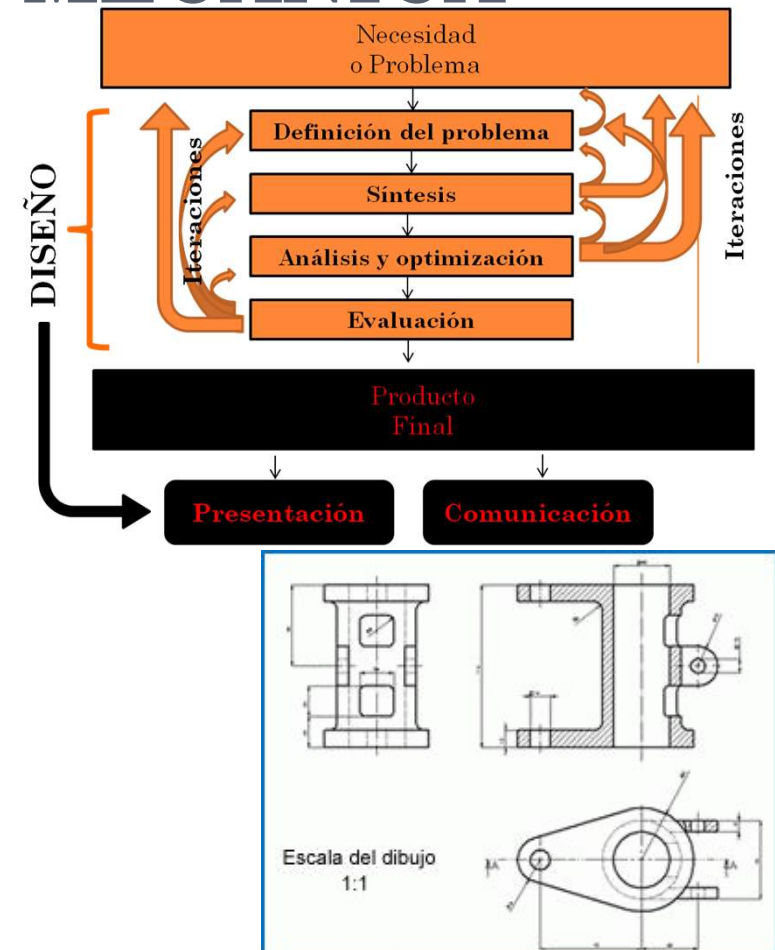
- **Modelos matemáticos:** Estos modelos matemáticos son creados con la esperanza que alguno **simule bien el sistema físico real**.
- **Evaluación:** La evaluación representa la prueba final de un diseño exitoso y, por lo general, implica la prueba del prototipo en el laboratorio. Aquí se evalúa si el diseño en verdad satisface la(s) necesidad(es).
¿Es confiable? ¿Competirá bien? ¿Es económico? ¿Cumple la normativa legal? ¿Mantenimiento?



INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

2. FASES DEL DISEÑO

- Comunicación del resultado:
Paso **final y vital** de presentación del proceso de diseño.
 - Muchas grandes invenciones se perdieron explicar sus logros.
 - **La presentación es un trabajo de venta**
 - El ingeniero, cuando presenta su solución, trata de vender o probar que la solución que él propone es la mejor.
 - **Si no tiene éxito el tiempo invertido en el diseño se pierde.**
 - **Al vender una idea el ingeniero se está vendiendo a sí mismo** y está labrando su futuro éxito en la profesión.
 - El éxito de la venta de estas ideas es sobre lo que se suelen basar los aumentos de sueldo y promociones.



INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

2. FASES DEL DISEÑO

- **Consideraciones del diseño.** Son las características del diseño que por su importancia influyen de manera importante en el producto final. **A menudo hay que considerar muchas.**
- **Algunas consideraciones** habitualmente importantes

- | | | |
|-----------------------|--------------|---------------------------|
| 1. Funcionalidad | 10. Costo | 19. Prop. Térmicas |
| 2. Resistencia | 11. Fricción | 20. Superficie |
| 3. Rigidez/Deflexión | 12. Peso | 21. Lubricación |
| 4. Desgaste | 13. Vida | 22. Comercialización |
| 5. Corrosión | 14. Ruido | 23. Mantenimiento |
| 6. Seguridad | 15. Estilo | 24. Volumen |
| 7. Confiabilidad | 16. Forma | 25. Responsabilidad legal |
| 8. Manufacturabilidad | 17. Tamaño | 26. Reciclado |
| 9. Utilidad | 18. Control | 27. Etc. |

- **¡No existen respuestas únicas!**

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

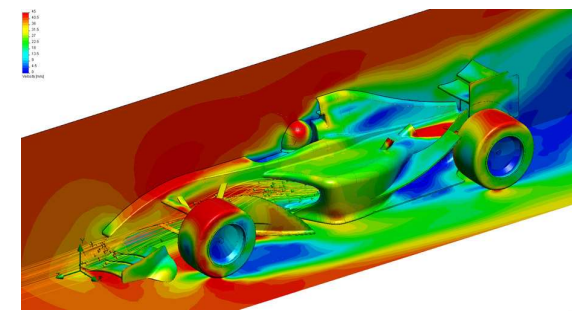
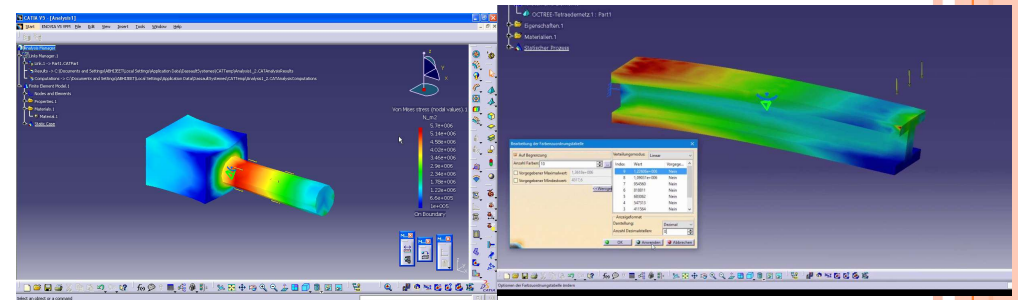
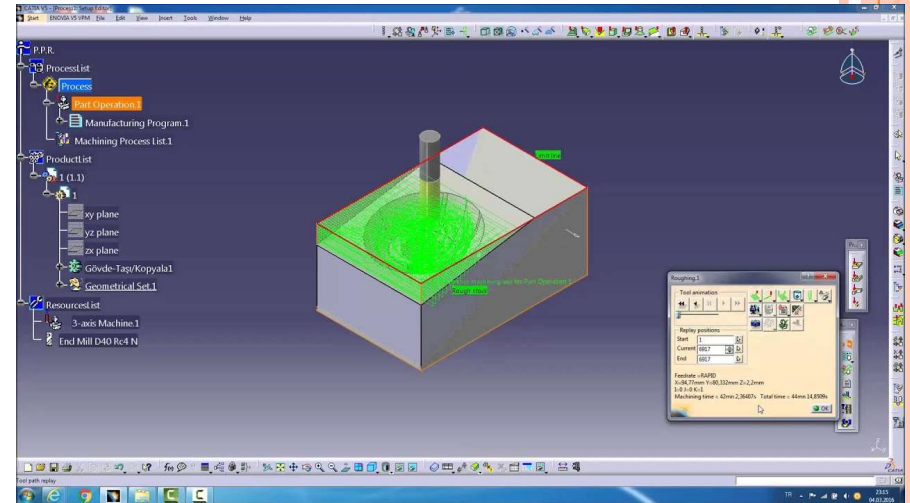
3. RECURSOS DE DISEÑO

- CAD 3D -> Planos constructivos o sin planos (manufactura sin papeles)

IVECO

- Catia, Pro-Engineer, Solid Works, Unigraphics, ...
- CAM (Trayectorias de las herramientas)
- CAE -> Ingeniería asistida por computadora. Análisis de esfuerzos y deflexiones virtuales a partir de solicitaciones externas.
 - Ansys, Patran-Nastran, Algor, ...
- CFD -> Dinámica de fluidos
 - Fluent, CFD++, ...
- Simulación de movimientos
 - ADAMS, DADS, Working Model, ...

DMU KINEMATICS. Programas teoría de máquinas Linkage.



INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

3. RECURSOS DE DISEÑO

- Hojas de cálculo
 - Excel, Lotus, ...
- “Calculadoras matemáticas”
 - MATLAB, Maple, MathCad, Mathematica, etc.
- **IMPORTANTE.** Estos recursos no sustituyen el proceso de pensamiento humano. **El CONDUCTOR** es el ingeniero que los usa. Estos recursos no son más que el **VEHÍCULO**. El llegar al destino correcto depende del conductor, no del vehículo usado para llegar.
- Es responsabilidad del ingeniero asegurar la validez de los resultados, por lo que debe tener cuidado al revisar la aplicación y los resultados, realizar pruebas de calibración introduciendo problemas con soluciones conocidas, realizar ensayos de verificación intermedios o comprobar las noticias de actualización del software utilizado. **CASO SAFRAN**

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

3. RECURSOS DE DISEÑO

- Adquisición de información técnica
 - Hay que mantenerse al día.
 - Bibliotecas. Diccionarios y enciclopedias de ingeniería, informes técnicos, patentes, revistas, manuales, libros de texto.
 - Fuentes gubernamentales. Departamentos de defensa, comercio, energía y transporte; Oficina de patentes y marcas registradas; Institutos nacionales de normas
 - Sociedades profesionales. Colegios de ingenieros, sociedades internacionales SAE, ASME, IEEE, ... Normas internacionales UNE, DIN, ...
 - Vendedores comerciales. Catálogos, literatura técnica, datos de prueba, muestras, recopilación de datos externos.
 - Internet. La puerta de entrada a las categorías anteriormente citadas.
 - Ética... <http://www.nspe.org/Ethics/CodeofEthics/index.html>

Otras... ¿?

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

4. RESPONSABILIDADES PROFESIONALES

- En general el ingeniero de diseño debe satisfacer las necesidad de los usuarios y se espera que lo haga de una manera competente, responsable, ética y profesional.
- Al trabajar en un problema de diseño es importante utilizar un enfoque sistémico y organizado:
 1. Entender el problema.
 2. Identificar la información conocida.
 3. Identificar la información desconocida y formular la estrategia de solución. Qué se debe determinar y en qué orden. Construir un diagrama de flujo con los pasos para llegar a la solución final.
 4. Establecer todos los supuestos y todas las decisiones
 5. Analizar el problema
 6. Evaluar la solución
 7. Presentar la solución

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

5. NORMAS Y ELEMENTOS NORMALIZADOS

- Una **norma** es un **conjunto de especificaciones** para partes, materiales o procesos establecidos a fin de lograr uniformidad, eficiencia y cantidad especificadas.
- Un **código** es un conjunto de especificaciones para analizar, diseñar, manufacturar y construir algo. Su propósito es lograr un grado específico de seguridad, eficiencia y calidad
 - Los códigos no implican seguridad absoluta, que es imposible de obtener.
 - A veces acontece sucesos inesperados (o de baja probabilidad) que pueden superar las especificaciones para las que se ha diseñado algo.
- **Organismos de normalización.** Establecen especificaciones para normas y códigos de diseño o seguridad. Se pueden obtener en las bibliotecas técnicas o en las asociaciones profesionales (p.e. colegios de ingenieros).

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

5. NORMAS Y ELEMENTOS NORMALIZADOS

- Algunos organismos de normalización:
 - Internacional (ISO) - International Standards Organization
 - España (UNE) – Una Norma Española
 - Alemania (DIN) - Deutsches Institut für Normung
 - Rusia (GOST) - Gosudarstvennyy Standart
 - Francia (NF) – French Norm
 - Inglaterra (BSI) – British Standards Institution
 - Italia (UNI) – Ente Nazionale Italiano di Unificazione
 - Society of Automotive Engineers (SAE)
 - American Society of Mechanical Engineers (ASME)
 - American Iron and Steel Institute (ANSÍ)
 - American Society of Testing and Materials (ASTM)
 - American Welding Societe (AWS)
 - http://en.wikipedia.org/wiki/Standards_organization

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

5. NORMAS Y ELEMENTOS NORMALIZADOS

○ Elementos normalizados. Ejemplo tipos de roscas

- Rosca Métrica paso normal – M (SI)
- Rosca Métrica paso fino – M (SIF)
- Rosca Americana Unificada p. normal – UNC (NC, USS)
- Rosca Americana Unificada p. fino UNF (NF, SAE)
- Rosca Americana Unificada p. extrafino UNEF (NEF)
- Rosca Whitworth BSP (R)
- Rosca Whitworth de paso normal BSW (W)
- Rosca Whitworth de paso fino BSF
- Rosca Whitworth cilíndrica para tubos BSPT (KR)
- Rosca Edison E
- Rosca de filetes redondos – Rd
- Rosca de filetes trapezoidales – Tr
- Rosca para tubos blindados – PG (Pr)
- Rosca para bicicletas – C
- American Petroleum Institute – API
- British Association – BA ...

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

5. NORMAS Y ELEMENTOS NORMALIZADOS

○ Ejemplo rosca métrica - M

METRICA PASO FINO			
Medida Nominal			
	Dext	x	paso
M	2.5	x	0.35
M	3	x	0.35
M	3.5	x	0.35
M	4	x	0.5
M	5	x	0.5
M	6	x	0.75
M	7	x	0.75
M	8	x	0.75
M	8	x	1
M	9	x	0.75
M	9	x	1
M	10	x	0.75
M	10	x	1
M	10	x	1.25

METRICA PASO FINO			
Medida Nominal			
	Dext	x	paso
M	25	x	1.5
M	25	x	2
M	26	x	1.5
M	27	x	1
M	27	x	1.5
M	27	x	2
M	28	x	1
M	28	x	1.5
M	28	x	2
M	30	x	1
M	30	x	1.5
M	30	x	2
M	32	x	1.5
M	32	x	2
M	33	x	1.5

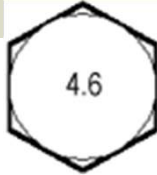
METRICA PASO NORMAL			
Medida Nominal			
	Dext	x	paso
M	1.6	x	0.35
M	1.7	x	0.35
M	2	x	0.4
M	2.2	x	0.45
M	2.3	x	0.4
M	2.5	x	0.45
M	2.6	x	0.45
M	3	x	0.5
M	3	x	0.6
M	3.5	x	0.6
M	4	x	0.7
M	4	x	0.75
M	4.5	x	0.75
M	5	x	0.75
M	5	x	0.8

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

5. NORMAS Y ELEMENTOS NORMALIZADOS

<http://www.gbi-fijaciones.cl/catalogo/tornillos/roscas.htm>

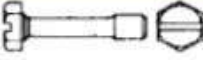
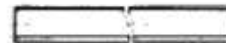
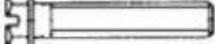
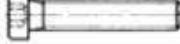
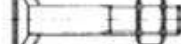
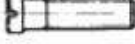
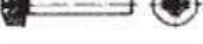
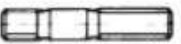
○ Propiedades mecánicas

Propiedades mecánicas de elementos roscados de clase métrica					
Clase	Rango del diámetro	Carga de prueba [MPa]	Esfuerzo de ruptura [MPa]	Material	Marcado de la cabeza
4.6	M5 - M36	225	400	Acero de bajo carbono ó acero al carbono	
4.8	M1.6 - M16	310	420	Acero de bajo carbono ó acero al carbono	
5.8	M5 - M24	380	520	Acero de bajo carbono ó acero al carbono	
8.8	M16 - M36	600	830	Acero al carbono, Templado y Revenido	
9.8	M1.6 - M16	650	900	Acero al carbono, Templado y Revenido	
10.9	M5 - M36	830	1040	Acero de bajo carbono martensítico, Templado y Revenido	
12.9	M1.6 - M36	970	1220	Acero aleado, Templado y Revenido	

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

5. NORMAS Y ELEMENTOS NORMALIZADOS

Tipologías de tornillos, fijas, pasadores

 DIN 912	 DIN 926	 DIN 965	 DIN 7964	 DIN 8243
 DIN 913	 DIN 927	 DIN 966	 DIN 7968 MU	 DIN 8244
 DIN 914	 DIN 931	 DIN 975	 DIN 7969	 DIN 15237
 DIN 915	 DIN 933SZ	 DIN 976B	 DIN 7984	 DIN 22424A
 DIN 916	 DIN 933	 DIN 1445	 DIN 7985	 DIN 25195 MU
 DIN 920	 DIN 938	 DIN 2509	 DIN 7985Z1	 DIN 32501
 DIN 921	 DIN 939	 DIN 2510L	 DIN 7985Z4	 DIN 911

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

6. FUNCIONALIDAD Y ECONOMÍA

○ COSTES

- La consideración del costo es muy **MUY MUY MUY importante.**
- Habitualmente el tiempo para estudiar el **factor costo es el mismo que para realizar el estudio de todo el sistema.**
- No hay reglas absolutas. Hay que analizar cada caso.
- Habitualmente los materiales y **mano de obra** aumentan su costo año a año.
- **El procesamiento de materiales suele presentar una tendencia a la baja** (empleo de máquinas automatizadas y robots industriales). **Ej. Ordenadores, TV.**
- El costo de fabricación varía de ciudad en ciudad y de una planta a otra por la diferencia en gastos generales, mano de obra, impuestos, fletes, etc.

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

6. FUNCIONALIDAD Y ECONOMÍA: COSTES

○ Tamaños estándar

- El principio fundamental de la reducción de costo es la utilización de **tamaños estándar o corrientes**.
- Aunque la mayor parte de los tamaños suelen incluirse en los catálogos, algunos se emplean rara vez, por lo que no se almacenan y tienen un coste y plazo de entrega mayor. Hay que consultar con el proveedor en cada caso.
- Pedidos urgentes de algunos tamaños pueden significar más gastos y retrasos. Importante tener una lista con tamaños recomendables.
- Muchas piezas se pueden comprar (motores, bombas, cojinetes,...). **Necesario hacer un esfuerzo especial para especificar partes que se consigan con facilidad. Por lo general, las partes que se hacen y venden en grandes cantidades cuestan menos que los tamaños poco comunes (esto es típico en los cojinetes de bolas).**

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

6. FUNCIONALIDAD Y ECONOMÍA: COSTES

○ MARGEN DE TOLERANCIA

- Dada una magnitud significativa y cuantificable de un producto industrial, el **margen de tolerancia** es el “intervalo de valores en el que debe encontrarse dicha magnitud para que se acepte como válida”, lo que determina la aceptación o el rechazo de los componentes fabricados, según sus valores queden dentro o fuera de ese intervalo. Ej. Expresión Grafica 2
- El propósito de estos intervalos es el de admitir **un margen para las imperfecciones** en la manufactura del componente, ya que se considera imposible la precisión absoluta desde el punto de vista técnico, o bien no se recomienda por motivos de eficiencia.

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

6. FUNCIONALIDAD Y ECONOMÍA: COSTES

○ TOLERANCIAS: Terminología

- **Tamaño nominal:** El tamaño teórico exacto.
- **Límites:** Dimensiones máximas y mínimas establecidas
- (Margen de) Tolerancia: Diferencia entre los dos límites
- **Tolerancia bilateral:** Variación en ambas direcciones a partir de la dimensión básica.
- **Tolerancia unilateral:** Se permite la variación sólo en una dirección.
- **Holgura:** Se refiere al acoplamiento de partes cilíndricas. Se emplea cuando el diámetro del elemento interno es menor que el externo.
- **Interferencia:** Opuesto a la holgura. El diámetro del elemento interno es mayor que el externo.
- **Margen:** Holgura mínima o interferencia máxima establecida para partes ensambladas.
- **Análisis de tolerancias:** Estudio de la variación acumulada de tolerancias en partes mecánicas y ensamblajes.
- **“Tolerance stackups”:** Proceso de resolución de problemas de ajuste de tolerancias para permitir el ensamblaje de piezas.

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

6. FUNCIONALIDAD Y ECONOMÍA: COSTES

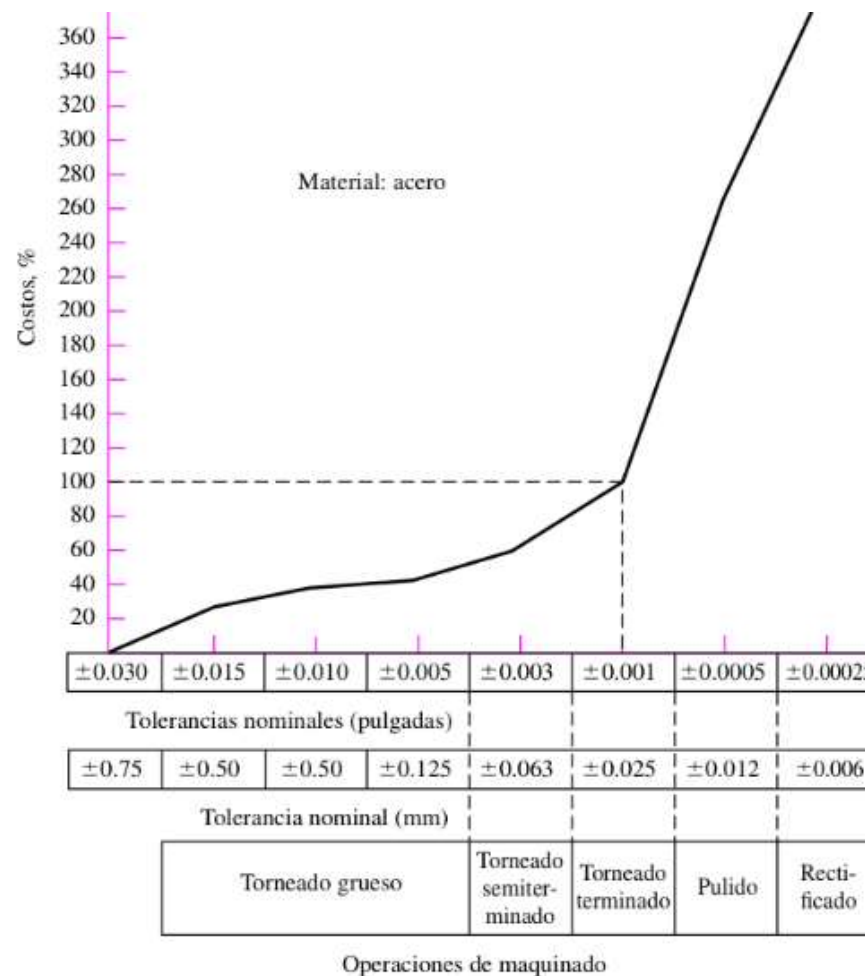
○ DISEÑO CON TOLERANCIAS AMPLIAS

- Uno de los efectos más significativos sobre los costes son las tolerancias, que incluyen de muchas maneras en la factibilidad de fabricación del producto final.
- Tolerancias estrictas pueden necesitar pasos adicionales en el procesamiento o pueden hacer que la producción de una parte no sea económicamente viable.
- Las tolerancias cubren la variación dimensional y el intervalo de rugosidad superficial, así como la variación de propiedades mecánicas generadas por el procesamiento térmico y otras operaciones de procesamiento.
- Tolerancias amplias suelen permitir ser fabricadas por máquinas de alta velocidad de producción, lo que bajará los costes. Además, se rechazarán menos partes en la inspección y serán más fáciles de ensamblar.

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

6. FUNCIONALIDAD Y ECONOMÍA: COSTES

○ Costes vs Tolerancias

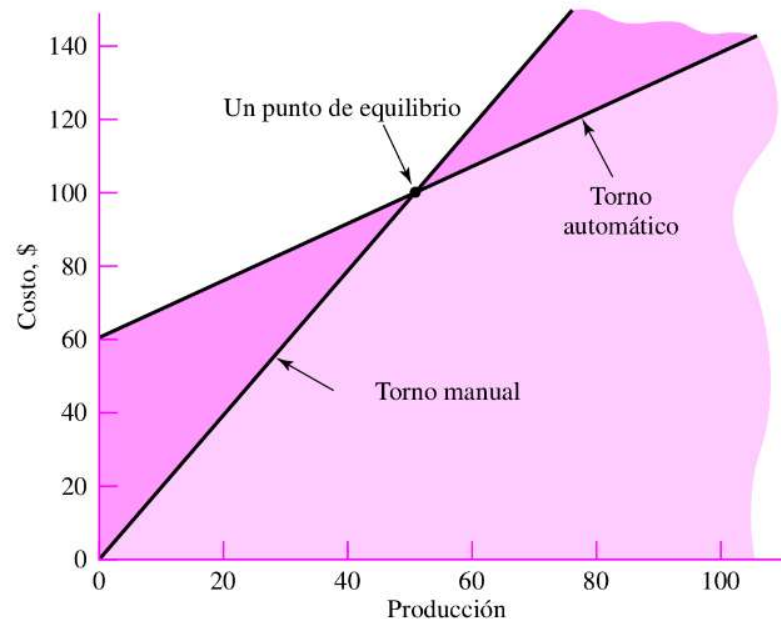


INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

6. FUNCIONALIDAD Y ECONOMÍA: COSTES

○ Puntos de equilibrio

- Al comparar dos o más enfoques de diseño la elección entre ellos depende de un conjunto de condiciones como la cantidad de producción, la velocidad en las líneas de ensamble o alguna otra condición.
- El punto que corresponde a costes iguales se llama ***punto de equilibrio***.



INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

6. FUNCIONALIDAD Y ECONOMÍA: COSTES

○ Estimaciones de los costos

- Hay muchas formas de comparar. Se requiere un **criterio**.
- Por ejemplo: costo monetario por unidad de peso, número de partes que posee, etc. Depende de la aplicación.
- Área, volumen, potencia, par de torsión, capacidad, velocidad, calidad, eficiencia de desempeño, etc.

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

7. UTILIZACIÓN Y SEGURIDAD

○ Marcado CE (<http://www.newapproach.org/>)

- En la Comunidad Europea se ha establecido el Marcado CE como testimonio por parte del fabricante de que se producto **cumple con los mínimos requisitos legales y técnicos en materia de seguridad**. La marca CE no implica la calidad del producto.
- Si el producto cumple las provisiones de las Directivas Europeas aplicables y la marca CE se ostenta en el producto, los estados miembros no pueden prohibir, restringir o impedir la colocación en el mercado o puesta en servicio del producto.
- El control del mercado CE corresponde a las autoridades de los Estados miembros. Las sanciones aplicables en caso de falsificación del mercado depende de la seriedad del crimen.
- En el diseño y fabricación de todo producto es necesario evaluar si está afectado por alguna de las directivas europeas relativas al mercado CE. Puede haber varias que afecten al producto.

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

7. UTILIZACIÓN Y SEGURIDAD

○ Productos que requieren el marcado CE.

- Instalaciones de transporte por cable
- Compatibilidad electromagnética
- Atmósferas potencialmente explosivas
- Calderas de agua caliente
- Ascensores
- Baja tensión
- Maquinaria
- Instrumentos de medición
- Productos médicos
- Emisiones acústicas en el entorno
- Equipos de presión
- Etc.

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

7. UTILIZACIÓN Y SEGURIDAD

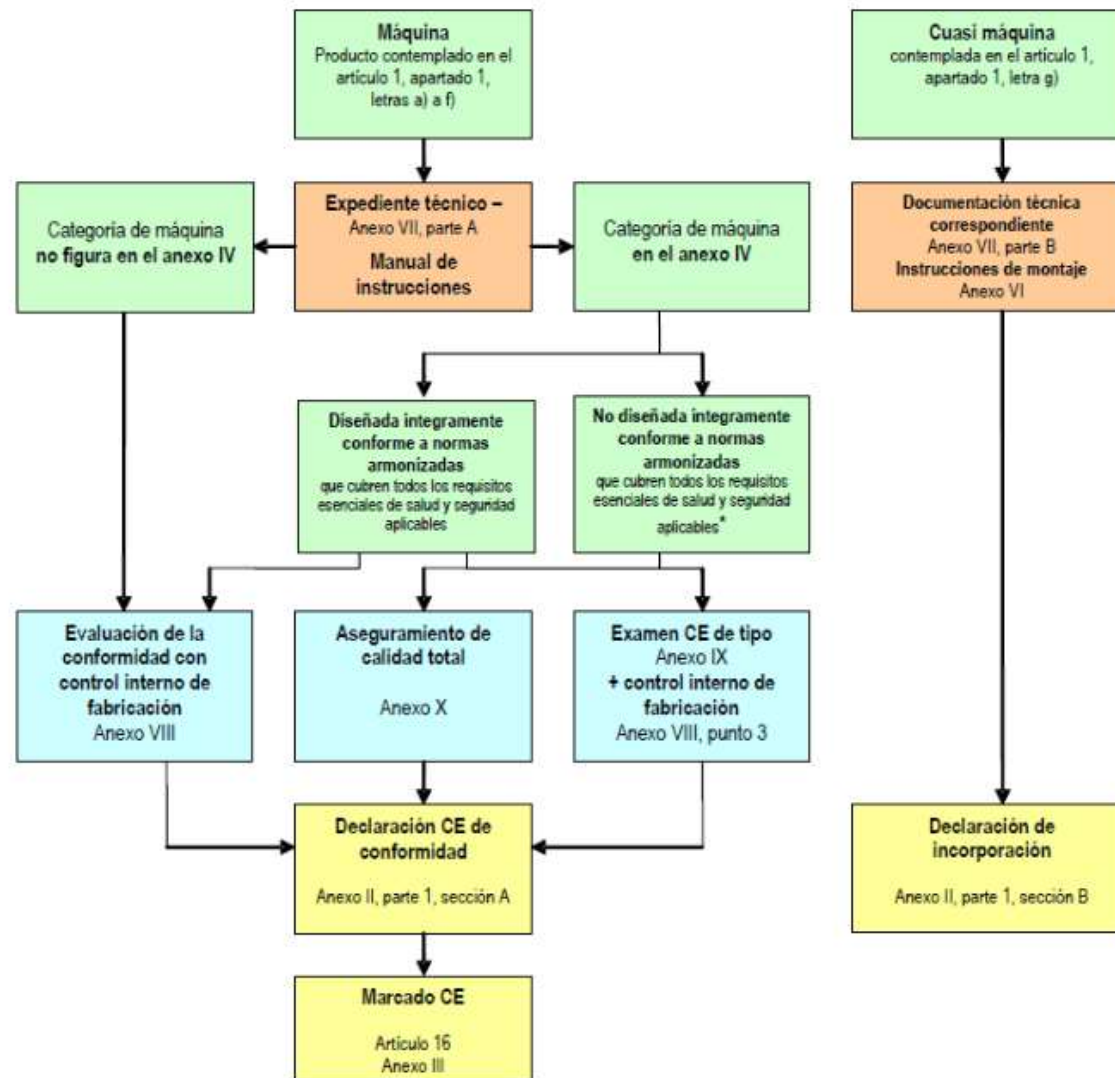
○ Marcado CE. Normativa de máquinas.

- La directiva europea referente a máquinas es la 2006-42 EC
- La norma UNE-EN ISO 12100-1:2003 y UNE-EN ISO 12100-1:2009/A1 hace referencia a la seguridad de las máquinas, conceptos básicos y principios generales para el diseño.
- La norma UNE-EN ISO 14121-1:2007 trata sobre la evaluación de riesgo en la seguridad de las máquinas.
- La evaluación del riesgo de una máquina es crítico para poder acceder al mercado CE de la misma.
- Todo el proceso de diseño, evaluación de riesgo y medidas adoptadas para reducirlo deben ser suficientemente documentadas.

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

7. UTILIZACIÓN Y SEGURIDAD

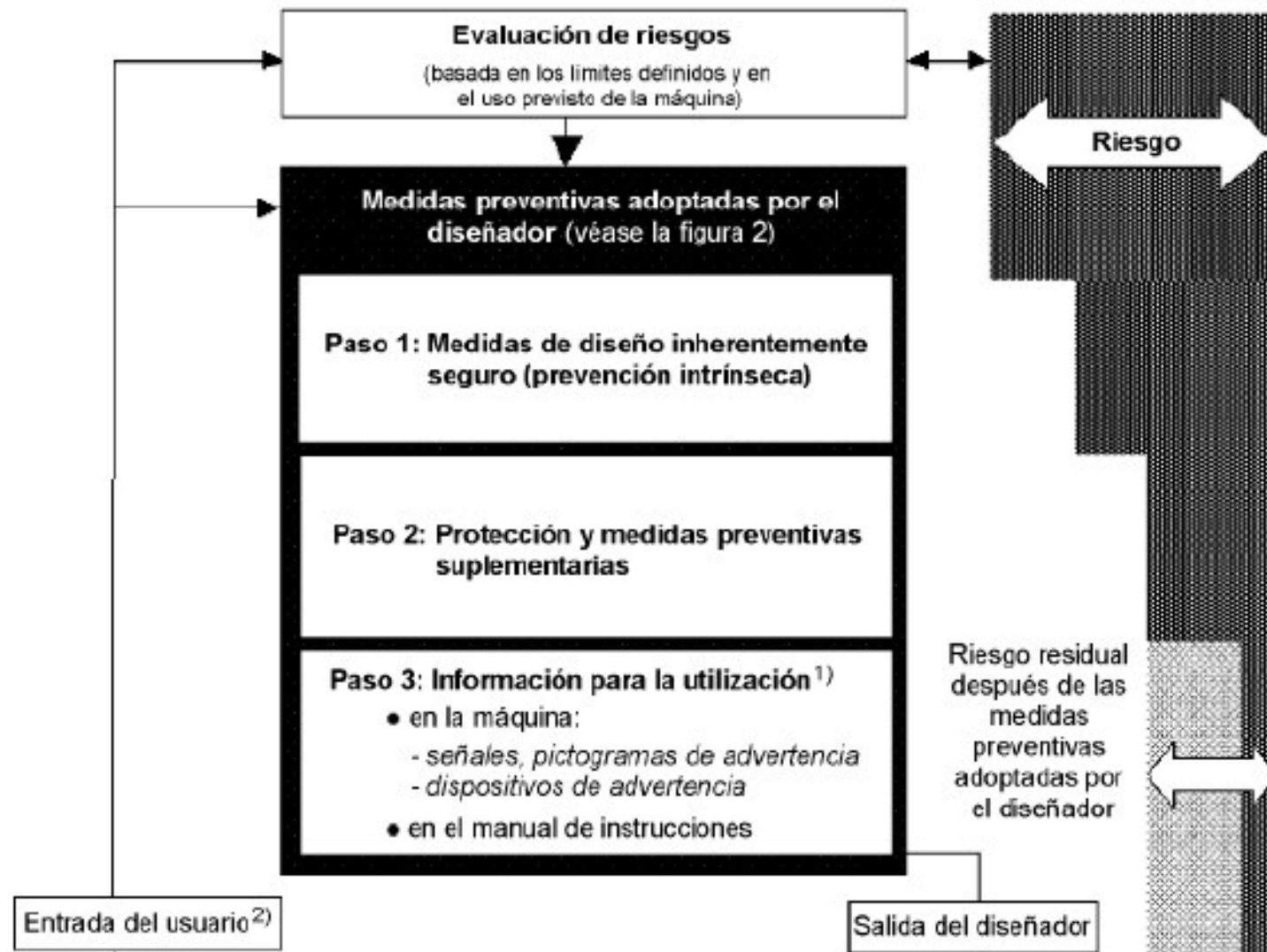
○ Marcado CE. Normativa de máquinas. 6 pasos.



INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

7. UTILIZACIÓN Y SEGURIDAD

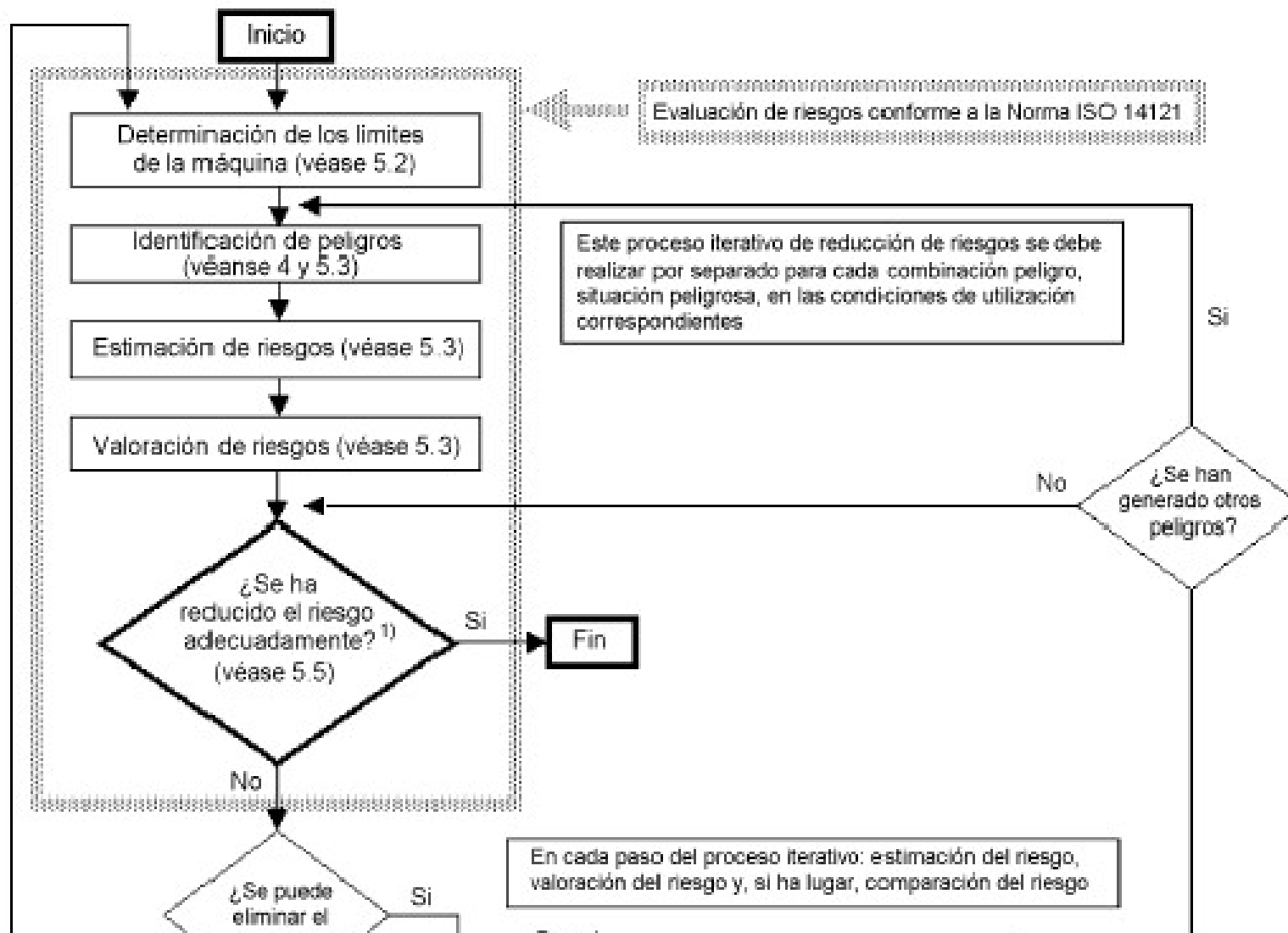
○ Evaluación de riesgos. Análisis de peligros



INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

7. UTILIZACIÓN Y SEGURIDAD

○ Proceso de reducción de riesgos.



INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

7. UTILIZACIÓN Y SEGURIDAD

○ Responsabilidad legal.

- El diseñador debe conocer las responsabilidades en las que puede incurrir por cualquier daño o perjuicio que se provoque debido a un efecto. Habilitante.
- La responsabilidad puede cambiar en función del país en el que trabaje.
- En EEUU por ejemplo prevalece el concepto de “*responsabilidad legal estricta*” que dispone que el fabricante de un artículo es legalmente responsable por cualquier daño o perjuicio que provoque debido a un defecto.
- Y no importa si sabía acerca del defecto o incluso si no sabía.
- Incluso 10 años después el fabricante conserva su responsabilidad. El demandante sólo necesita demostrar que el artículo estaba defectuoso y que el defecto causó algún daño o perjuicio. No necesita probar la negligencia del fabricante.
- **Prevención:** Buena ingeniería del análisis y el diseño, el control de calidad y ensayos exhaustivos de pruebas.
- ¡¡**Cuidado con los comerciales y la publicidad!!** Promesas atractivas... deben ser analizados por el dep. de ingeniería para insertar advertencias e instrucciones de uso.

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

7. UTILIZACIÓN Y SEGURIDAD

○ Confiabilidad

- Es importante para el diseñador y el fabricante conocer su responsabilidad legal.
- La medida estadística de la probabilidad para que un elemento mecánico no falle en el servicio se llama *confiabilidad* de ese elemento.
- La confiabilidad puede expresarse mediante un número R que tiene un intervalo entre 0 y 1.
- Una confiabilidad de $R=0.90$ significa que hay una probabilidad de 90% que la parte realice una función adecuada sin fallo. La falla de 6 partes, de cada 1000 fabricadas, se podría considerar un índice aceptable para cierta clase de productos, lo que representa una confiabilidad de $R=1-6/1000=0.994$, o bien 99.4%. **EJEMPLO PROVEEDOR CHINO TOLERANCIAS**
- Según el método de confiabilidad el diseñador debe hacer una selección sensata de materiales, procesos y dimensiones, para lograr un objetivo específico de confiabilidad.

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

7. UTILIZACIÓN Y SEGURIDAD

○ Confiabilidad

- Los análisis que permiten evaluar la confiabilidad traducen las incertidumbres o sus estimaciones en parámetros que describen la situación (p.e. medias, desviaciones estándar o distribuciones).
- Cada variable de diseño tendrá asociada una incertidumbre y la utilización de las mismas en los modelos de cálculo harán que la *incertidumbre se propague*.
- Importante poseer buenos datos estadísticos y estimaciones. Requiere una buena rutina de prueba y validación de datos.
- En muchos casos esto no es práctico y debe adoptarse un enfoque determinístico.

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

8. MATERIALES

○ Propiedades de los materiales.

- Base: Diagrama tensión/deformación.
- Resto de propiedades relacionadas
- Materiales homogéneos

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES (i)

RESISTENCIA ULTIMA A LA TENSIÓN (S_u)

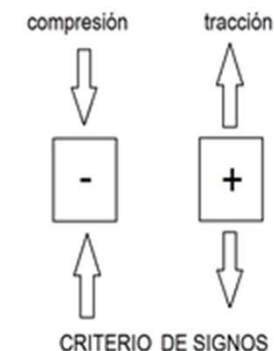
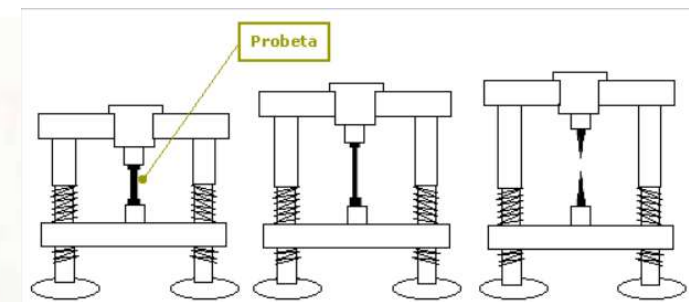
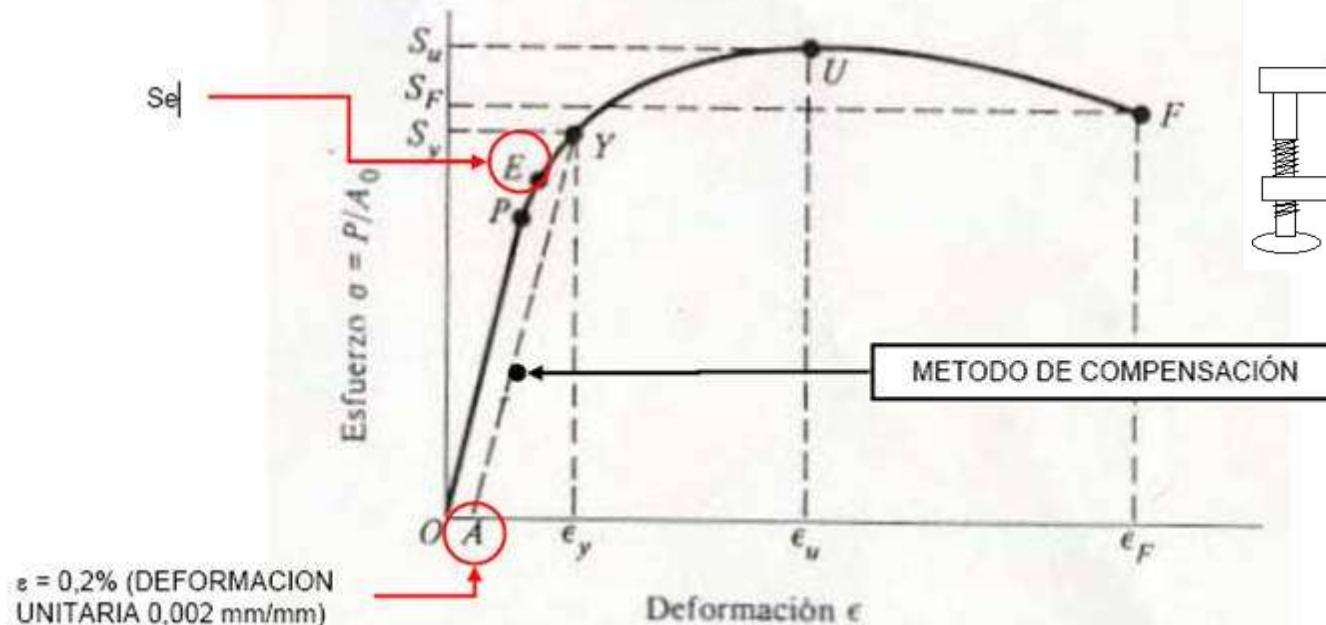
RESISTENCIA DE FLUENCIA (S_y)

LIMITE DE PROPORCIONALIDAD (P)

LIMITE ELASTICO (S_e)

$$\sigma = \frac{F}{S_0}$$

$$e = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L - L_0}{L_0}$$

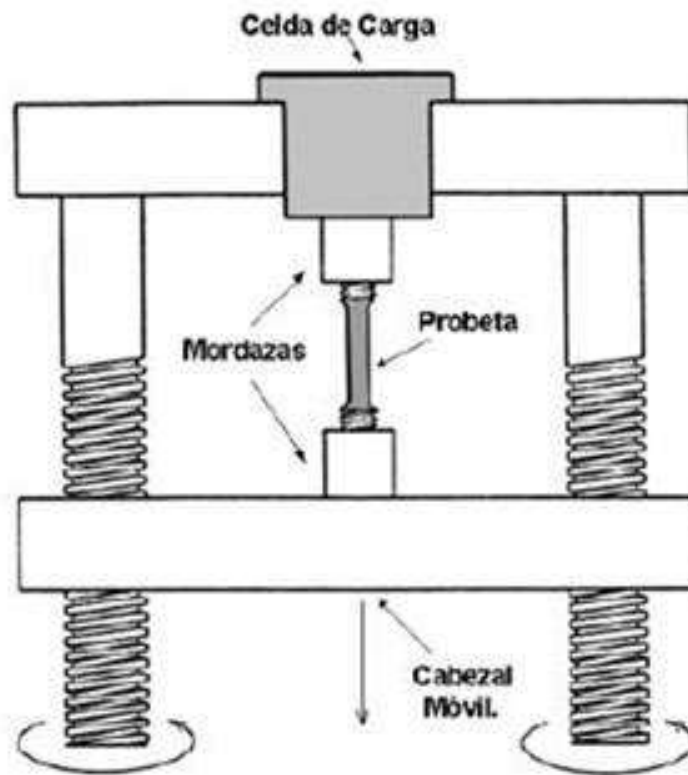


INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

8. MATERIALES

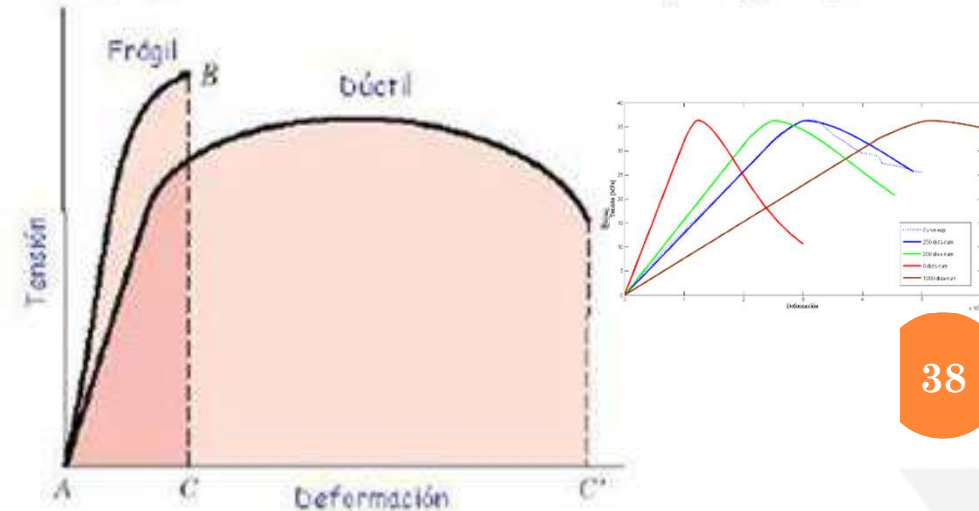
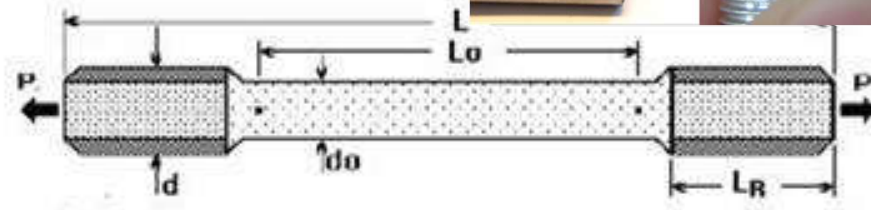
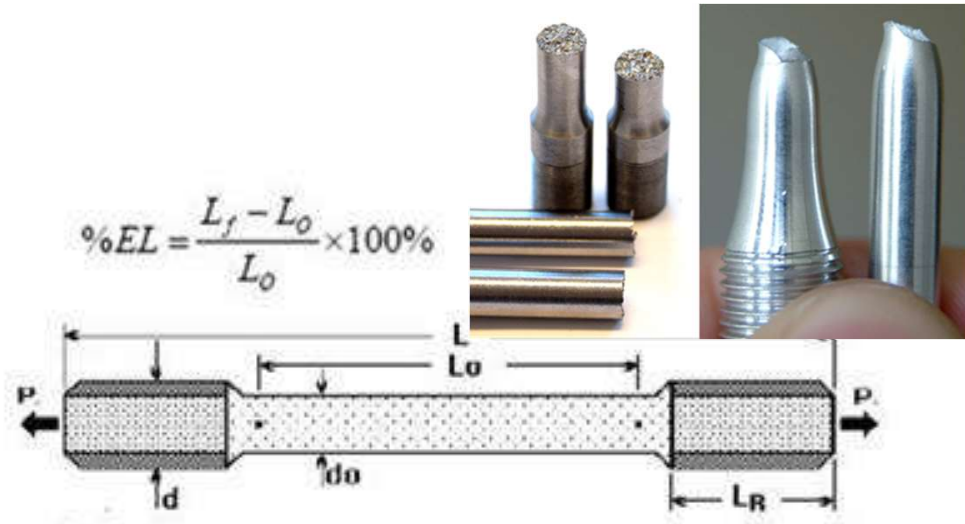
MÓDULO DE ELASTICIDAD (E)

DUCTILIDAD



$$E = \frac{\text{esfuerzo}}{\text{deformación unitaria}} = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$\%EL = \frac{L_f - L_0}{L_0} \times 100\%$$



INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

8. MATERIALES CORTANTES.

RESISTENCIA AL CORTE S_{ys} , S_{xz}

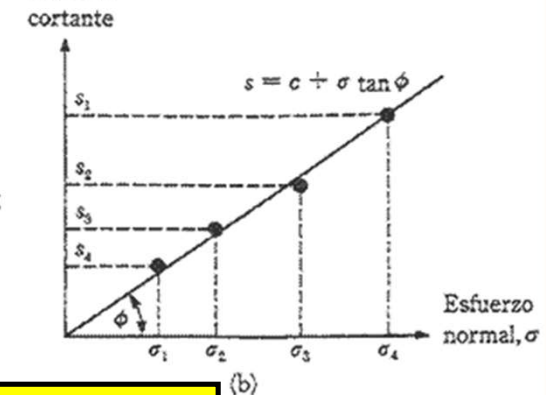
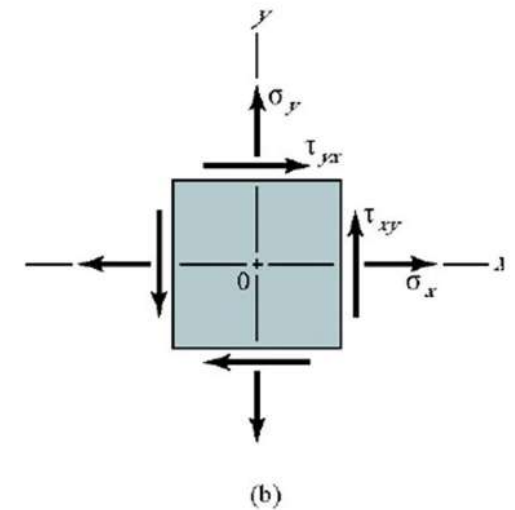
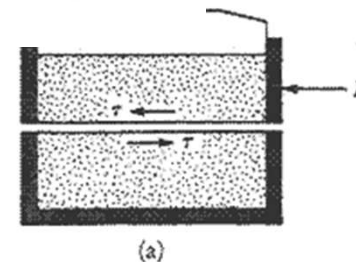
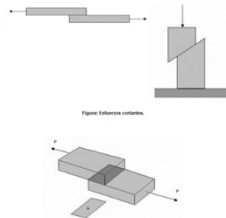
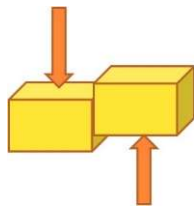
$$S_{ys} = 0,5 \cdot S_y \quad S_{xz} = 0,75 \cdot S_{xz}$$

COEFICIENTE DE POISSON (μ)

$$\mu = \frac{-\varepsilon_{\perp}}{\varepsilon_a}$$

MÓDULO DE ELASTICIDAD A CORTANTE (G)

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \mu)}$$

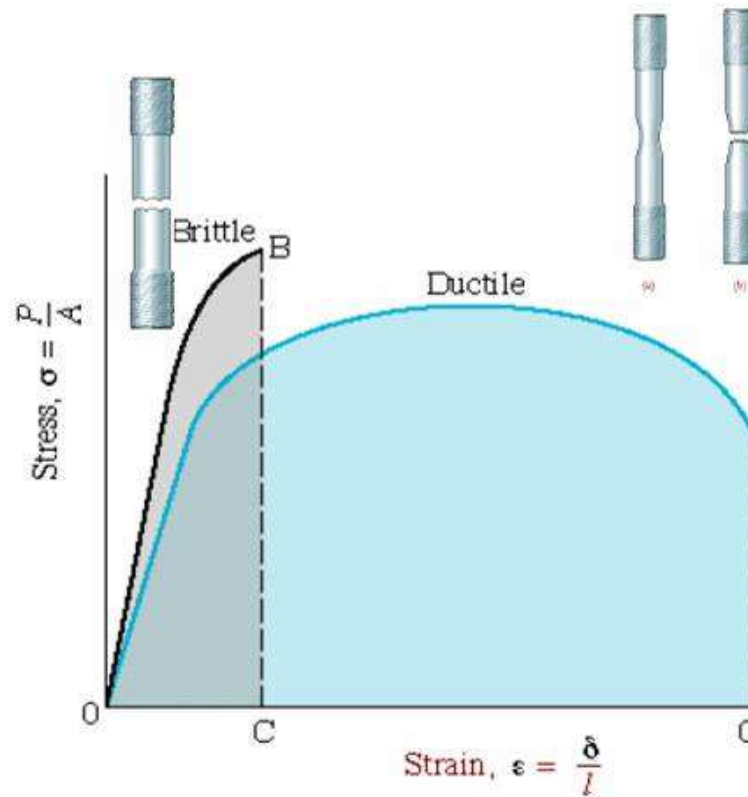


La **resistencia es una propiedad inherente a los materiales**. A partir de los ensayos de tracción se puede estimar el comportamiento de los distintos materiales y sus propiedades.

El **esfuerzo es una propiedad del estado** en un punto **específico** dentro de un cuerpo, la cual es una función de la carga, la geometría, la temperatura y el proceso de manufactura

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

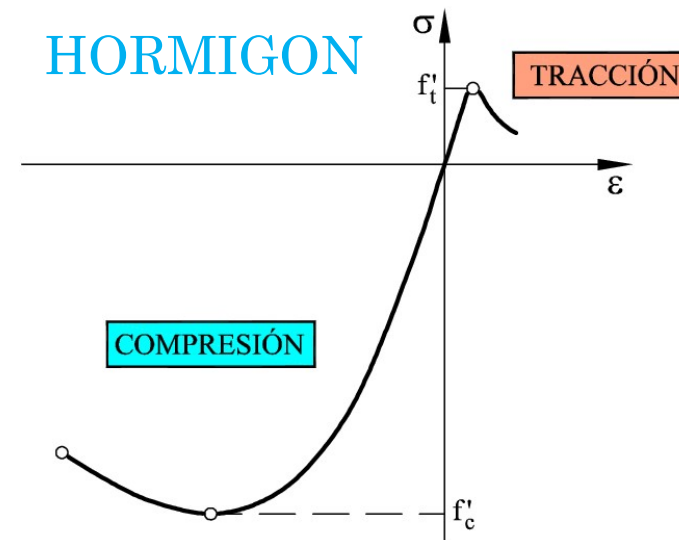
8. MATERIALES



- Dependiendo de si el material es dúctil o frágil, el comportamiento frente a los esfuerzos hasta el punto de rotura varía.

- En los materiales dúctiles, con la deformación se produce una reducción de la sección en la zona de rotura.

HORMIGÓN



INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

8. MATERIALES

Material	Modulus of Elasticity, E	
	→ GPa	Mpsi
Metals		
Aluminum	→ 62	9.0
Aluminum alloys ^a	70	10.2
Aluminum tin	63	9.1
Babbitt, lead-based white metal	29	4.2
Babbitt, tin-based white metal	52	7.5
Brasses	100	14.5
Bronze, aluminum	117	17.0
Bronze, leaded	97	14.1
Bronze, phosphor	110	16.0
Bronze, porous	60	8.7
Copper	→ 124	18.0
Iron, grey cast	109	15.8
Iron, malleable cast	170	24.7
Iron, spheroidal graphite ^b	159	23.1
Iron, porous	80	11.6
Iron, wrought	170	24.7
Magnesium alloys	41	5.9
Steel, low alloys	196	28.4
Steel, medium and high alloys	200	29.0
Steel, stainless ^c	193	28.0
Steel, high speed	→ 212	30.7
Zinc alloys ^d	50	7.3
Polymers		
Acetal (polyformaldehyde)	2.7	0.39
Nylons (polyamides)	1.9	0.28
Polyethylene, high density	0.9	0.13
Phenol formaldehyde ^e	7.0	1.02
Rubber, natural ^f	0.004	0.0006
Ceramics		
Alumina (Al ₂ O ₃)	→ 390	56.6
Graphite	27	3.9
Cemented carbides	450	65.3

- El módulo elástico determina el comportamiento en régimen elástico de los materiales.

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

8. MATERIALES

○ DUREZA:

- Es la resistencia de un material a la penetración por una herramienta con punta .
- Hay muchos sistemas para medirla
- Dureza Rockwell. Descrita en la norma ASTM E-18, las pruebas se realizan de manera rápida y fácil, siendo fácilmente reproducibles.
- Dureza Brinell. Otra prueba no destructiva. Esta lleva más tiempo realizarla.

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

8. MATERIALES

DUREZA

Ensayo BRINELL.

Indentador: Esfera de 10mm de acero o carburo de tungsteno.

Carga = P

$$\text{Fórmula: HBN} = \frac{2P}{\pi D \left(D - \sqrt{D^2 - d^2} \right)}$$

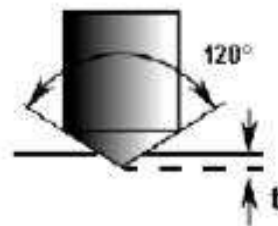


Ensayo ROCKWELL A, C, D.

Indentador: Cono de diamante (HRA, HRC, HRD)

Carga

$P_A = 60 \text{ Kg}$
 $P_C = 150 \text{ Kg}$
 $P_D = 100 \text{ Kg}$



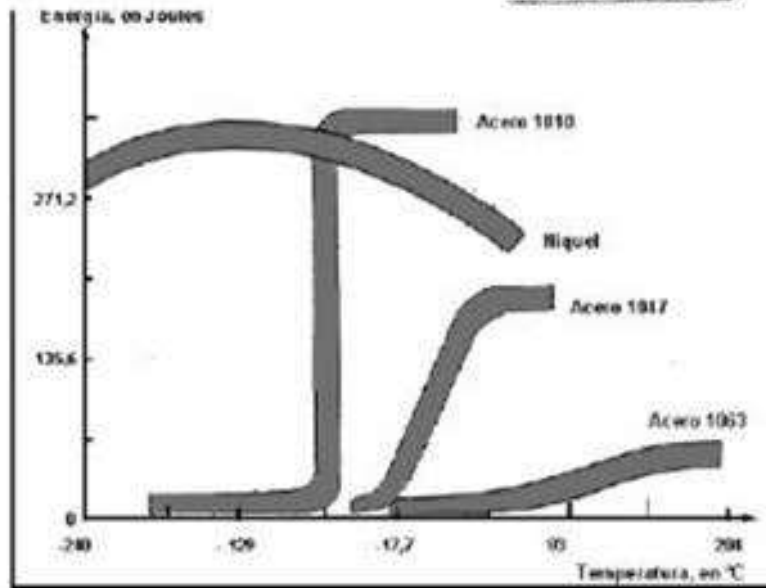
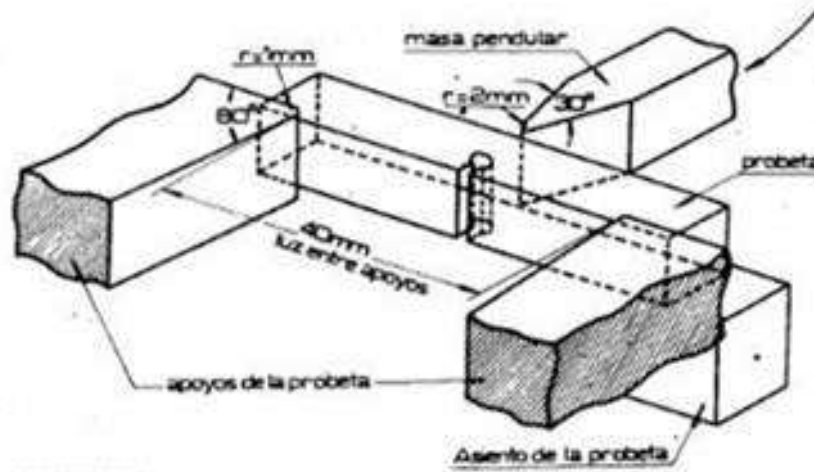
Fórmula: HRA, HRC, HRD = 100 - 500t

Brinell Diámetro Huella	Brinell Dureza HB	Rockwell Dureza Ha	Rockwell Dureza HRb	Rockwell Dureza HRc	Vickers Dureza HV	Shore	Resistencia a la tracción Kg/mm ²
2.35	682	64.0	-	65	885	91.0	232.9
2.40	652	83.0	-	63	820	87.2	221.5
2.45	627	81.5	-	61	765	84.8	213.5
2.50	600	80.5	-	59	633	76.5	188.7
2.55	578	79.5	-	59	717	81.5	204.0
2.60	555	79.0	120	57	675	78.5	195.1
2.65	534	78.0	119	54	598	73.5	181.3
2.70	514	77.0	119	52	567	71.0	174.9
2.75	495	76.5	117	51	540	68.5	168.0
2.80	477	75.5	117	49	515	66.7	162.2
2.85	461	74.4	116	48	494	65.0	157.0
2.90	444	73.5	115	46	472	63.0	150.6
2.95	429	73.0	115	45	454	61.0	145.6
3.00	415	72.5	114	44	437	59.0	140.0
3.05	401	71.5	113	42	420	57.2	136.0
3.10	388	71.0	112	41	404	65.8	132.0
3.15	375	70.5	112	40	389	54.0	127.5
3.20	363	70.0	110	39	375	52.2	123.4
3.25	352	69.5	110	38	363	50.5	120.0
3.30	341	68.5	109	36	350	49.2	115.9
3.35	331	68.0	109	35	339	48.0	112.4
3.40	321	67.5	108	34	327	46.7	109.1
3.45	311	67.0	108	33	316	45.2	105.6

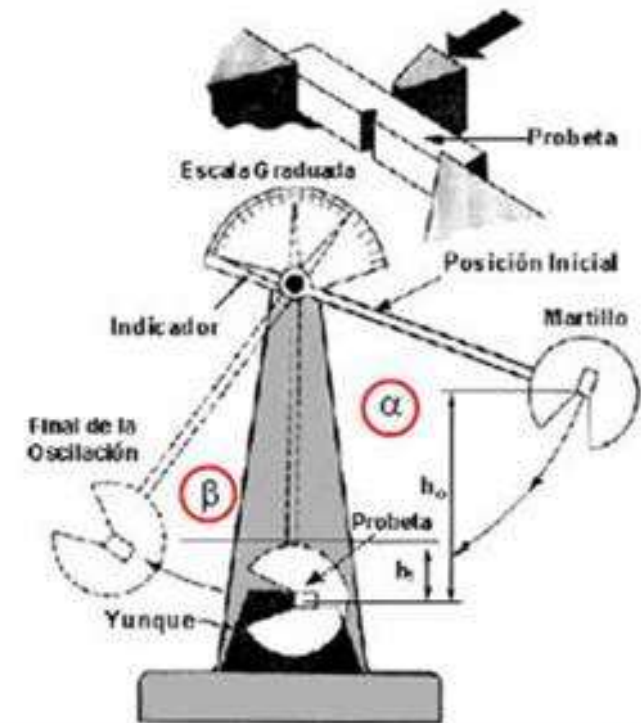
INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

8. MATERIALES

TENACIDAD



- **Energía total que absorbe un material antes de alcanzar la rotura** tras un impacto.
- Dentro de la misma familia de materiales, la tenacidad puede variar mucho



ENERGÍA ABSORBIDA POR LA PROBETA

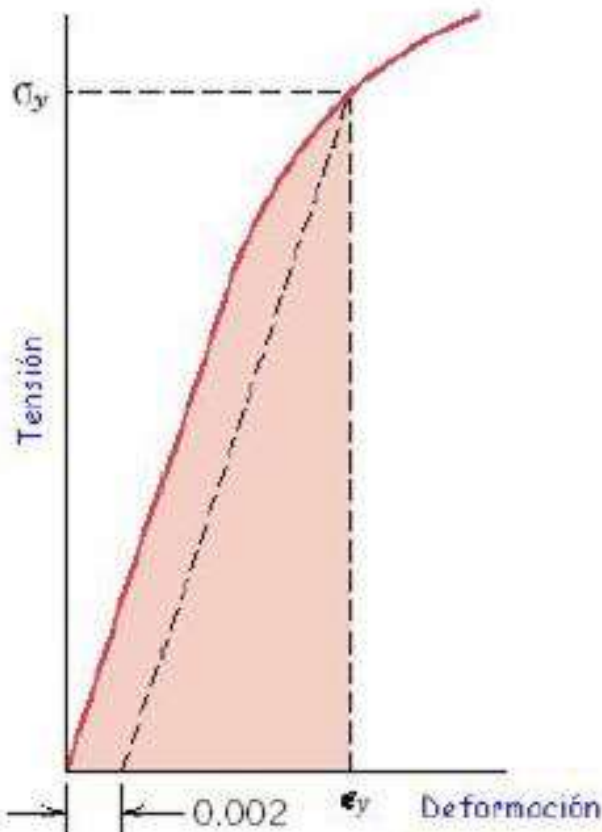
$$E_a = M g L [\cos(\beta) - \cos(\alpha)]$$

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

8. MATERIALES

RESILIENCIA

$$U_r = \int_0^{\epsilon_y} \sigma d\epsilon$$



- Cantidad de energía por unidad de volumen que almacena un material al deformarse elásticamente debido a una tensión aplicada y que puede ser recuperada de un cuerpo cuando cesa el esfuerzo que causa la deformación.

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

8. MATERIALES

○ Tipos

ACERO

FORMAS COMERCIALES

- PERFILES LAMINADOS (UPN, IPN, etc.).
- PERFILES HUECOS (circulares, cuadrados, rectangulares, etc.).
- PERFILES MACIZOS (redondos, cuadrados, etc.).
- PLETINAS.
- etc.

SERIES:

- F-100 Aceros finos de construcción general.
- F-200 Aceros para usos especiales.
- F-300 Aceros resistentes a la corrosión y oxidación.
- F-400 Aceros para emergencia.
- F-500 Aceros para herramientas.
- F-600 Aceros comunes.

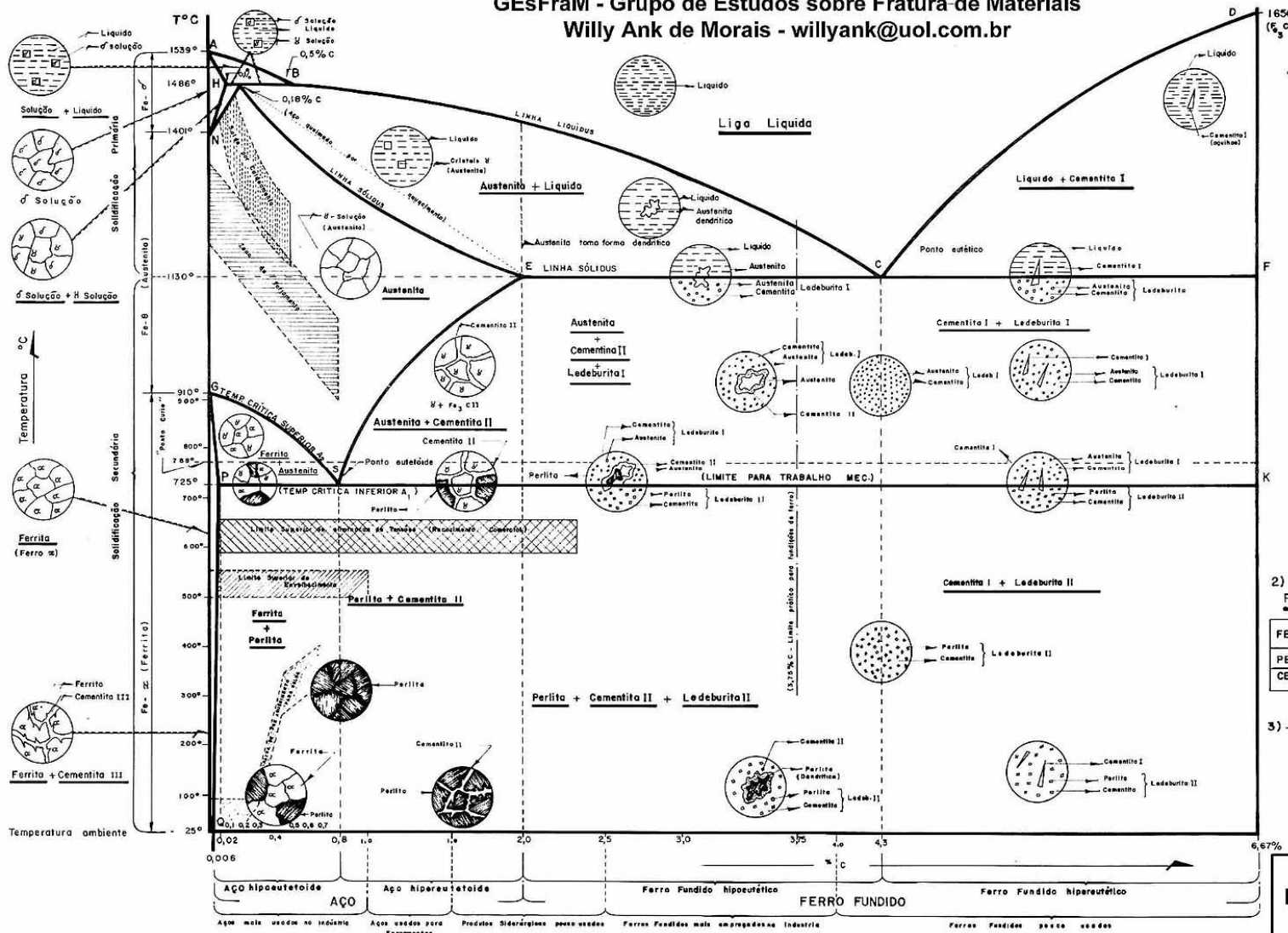
GRUPOS:

- Grupo F-110 Aceros al carbono.
- Grupo F-120 Aceros aleados de gran resistencia.
- Grupo F-140 Aceros aleados de gran elasticidad.
- Grupo F-210 Aceros de fácil mecanizado.
- Grupo F-220 Aceros de fácil soldadura.
- Grupo F-410 Aceros de alta resistencia.

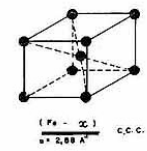
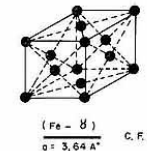
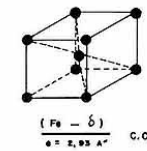
INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

8. MATERIALES: ACERO

GEsFraM - Grupo de Estudos sobre Fratura de Materiais
Willy Ank de Moraes - willyank@uol.com.br



NOTAS 1) - Redes Atômicas



2) **Propriedades Mecânicas**

FERRITA	DUREZA(HB)	RTTRAÇÃO	ALONGAM
	80	30kgf/mm ²	40%
PERLITA	200	85 " "	10 %
CEMENTITA	800	100 " "	0 %

3) - A dureza da MARTENSITA varia com o % de carbono.

**DIAGRAMA
FERRO CARBONO**
GEsFraM
willvank@uol.com.br

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

8. MATERIALES: TRATAMIENTOS DEL ACERO

○ NORMALIZADO

- Calentar aproximadamente a 20°C por encima de la línea de temperatura crítica superior seguida de un enfriamiento al aire hasta la temperatura ambiente.
- El objetivo es conseguir una perlita más fina y abundante y, consecuentemente, un acero más resistente y, normalmente, con **mejor maquinabilidad**.

○ RECOCIDO

- De varios tipos (de proceso, de eliminación de esfuerzos, total, etc.). Consiste en calentamiento y posterior enfriamiento lento y controlado (p.e. en horno).
- Lo que se consigue es mejora del material por **refinamiento del grano y también alivio de tensiones internas** generadas durante el proceso de fabricación.

○ TEMPLE

- Calentamiento hasta la temperatura crítica de austenita y ferrita, y posterior enfriamiento rápido (agua, aceite, etc.). Esto produce que se genere martensita.
- El objetivo es **aumentar la dureza del material**.

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

8. MATERIALES: TRATAMIENTOS DEL ACERO

○ REVENIDO

- Aplicado normalmente tras el temple o la deformación en frío. Calentamiento uniforme, mantenimiento y enfriado de velocidad variable en función de las características deseadas.
- Para **reducir la fragilidad** que se genera en determinados procesos. Se produce una liberación del exceso de carbono de la martensita.

○ CEMENTACIÓN

- Calentamiento en contacto con sustancias, normalmente en polvo o pasta, con alto contenido en carbono, de tal modo que se produce la difusión del carbono en la superficie del metal, aumentando su concentración.
- Para aumentar la **dureza superficial**, manteniendo las propiedades del núcleo del elemento.

○ NITRURACIÓN

- **Similar al de cementación** pero con compuestos de nitrógeno en vez de carbono). Recomendable cuando se producen contactos lineales o puntuales, y las presiones son, por tanto, muy elevadas. **EJ. Testigos de calibres.**

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

8. MATERIALES: RECUBRIMIENTOS Y PROTECCIÓN

○ INMERSIÓN

- Se sumerge completamente el material en un líquido. En función de los materiales, el líquido, el tiempo de permanencia, etc., las características conseguidas **varías**.

○ BAÑO GALVÁNICO

- Recubrimiento de un material con una capa de otro elemento (normalmente de Zinc), mediante la aplicación de una corriente eléctrica entre el baño y la pieza a recubrir, con el objeto de **evitar la oxidación**.

○ PINTADO

- Cubrimiento de la superficie de un material con pintura. Aparte de la estética se realizan con el objeto de proteger los materiales de la **oxidación**.

○ ESMALTADO

- Similar al pintado. Recubrimiento de la pieza con una capa polvorienta que se adhiere al material y endurece mediante calentamiento en horno.

○ ANODIZADO

- Normalmente **en aluminio y sus aleaciones**. Se utilizan corrientes eléctricas en baños en los que se consigue la difusión de elementos en la superficie de la pieza a tratar, con el fin de endurecer la capa superficial y/o dotarla de un color determinado.

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

8. MATERIALES: ACEROS ALEADOS

- *Acero al carbono* simple es una aleación de hierro y carbono con cantidades pequeñas de Mn, Si, S y P.
- El término **acero aleado** se aplica cuando uno o más elementos, además del carbono, se introducen en cantidades suficientes para modificar sus propiedades sustancialmente.
- Los aceros aleados poseen las propiedades físicas más deseables.
- Ejemplos:
 - Cromo: Forma carburos de cromo muy duros, pero el acero resultante es más dúctil. Refina la estructura del grano, lo que incrementa la tenacidad y la dureza.
 - Níquel, Manganeso, Silicio, Molibdeno, Vanadio, Tungsteno,...

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

8. MATERIALES: PARA FUNDICIÓN

- **Hierro fundido gris.** El que más se utiliza debido a su bajo coste. Se funde con facilidad en grandes cantidades y se mecaniza fácilmente. Muy frágil a tracción y alto contenido en carbono. No se suelda con facilidad (se agrieta a menos que se precaliente con cuidado). Res. **Tracción entre 100-400MPa** (las de tracción x4). $E=75-150 \text{ GPa}$. Elongación sobre 1%.
- **Hierro fundido dúctil y nodular.** Igual que el anterior con un recocido de 1 hora y un enfriamiento lento. **Más dúctil. $E=172 \text{ GPa}$.** No obedece la ley de Hooke.
- **Hierro fundido blanco.** Cuando en la fundición todo el carbono está en forma de cementita y perlita (sin grafito), su color es blanco. Composición se ajusta manteniendo bajo el contenido de C y Si. **Frágil y difícil de maquinar. Buena resistencia al desgaste.**
- **Hierro fundido maleable.** El anterior se recuece y libera carbono (grafito), no en forma nodular sino en forma de hojuela delgada. Res. **Tracción 350 MPa con elongación hasta 18%.** Más costoso que el gris por el tiempo de recocido (hasta 6 días).
- **Hierro fundido aleado.** Se alea con Ni, Cr, Mo.
- **Aceros fundidos.** Ventaja es que partes con formas complejas se fabrican con un costo menor que con otros medios (p.e. soldadura). Se elige cuando la parte es compleja y debe mostrar una alta resistencia. Las altas T^a de fusión requieren atención a los detalles (núcleo, espesores, enfriamiento...)

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

8. MATERIALES: ALUMINIO

ALUMINIO

FORMAS COMERCIALES

- PERFILES HUECOS (circulares, cuadrados, rectangulares, etc.).
- PERFILES MACIZOS (redondos, cuadrados, etc.).
- PLETINAS.
- etc.

SERIES:

- Serie L-200. Aleaciones ligeras de Al para moldeo.
- Serie L-300. Aleaciones ligeras de Al para forja.
- Serie L-400. Aleaciones ligeras de Al de alta fusión.

- El costo y la resistencia del aluminio y sus aleaciones los colocan entre los materiales más versátiles desde el punto de vista de fabricación.
- Se procesa por la fundición en arena o en matriz, trabajo en caliente o frío, o extrusión.
- Se pueden maquinar, trabajar en prensa, soldar directamente.
- Comercialmente en forma de placa, barra, lámina, hoja, varilla y tubo y en perfiles estructurales y extruidos

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

8. MATERIALES: MAGNESIO

- La densidad del Magnesio es $\frac{2}{3}$ de la del aluminio y $\frac{1}{4}$ de la del acero.
- Es el metal más ligero. Se usa en industrias aeronáutica y automotriz.
- Relación resistencia/peso se compara favorablemente frente al Aluminio o al Acero.
- No soporta temperaturas elevadas
- E=45 GP en tracción y compresión.

Tabla periódica de los elementos

grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
período 1	H	He																
período 2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne										
período 3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar										
período 4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
período 5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
período 6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
período 7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og

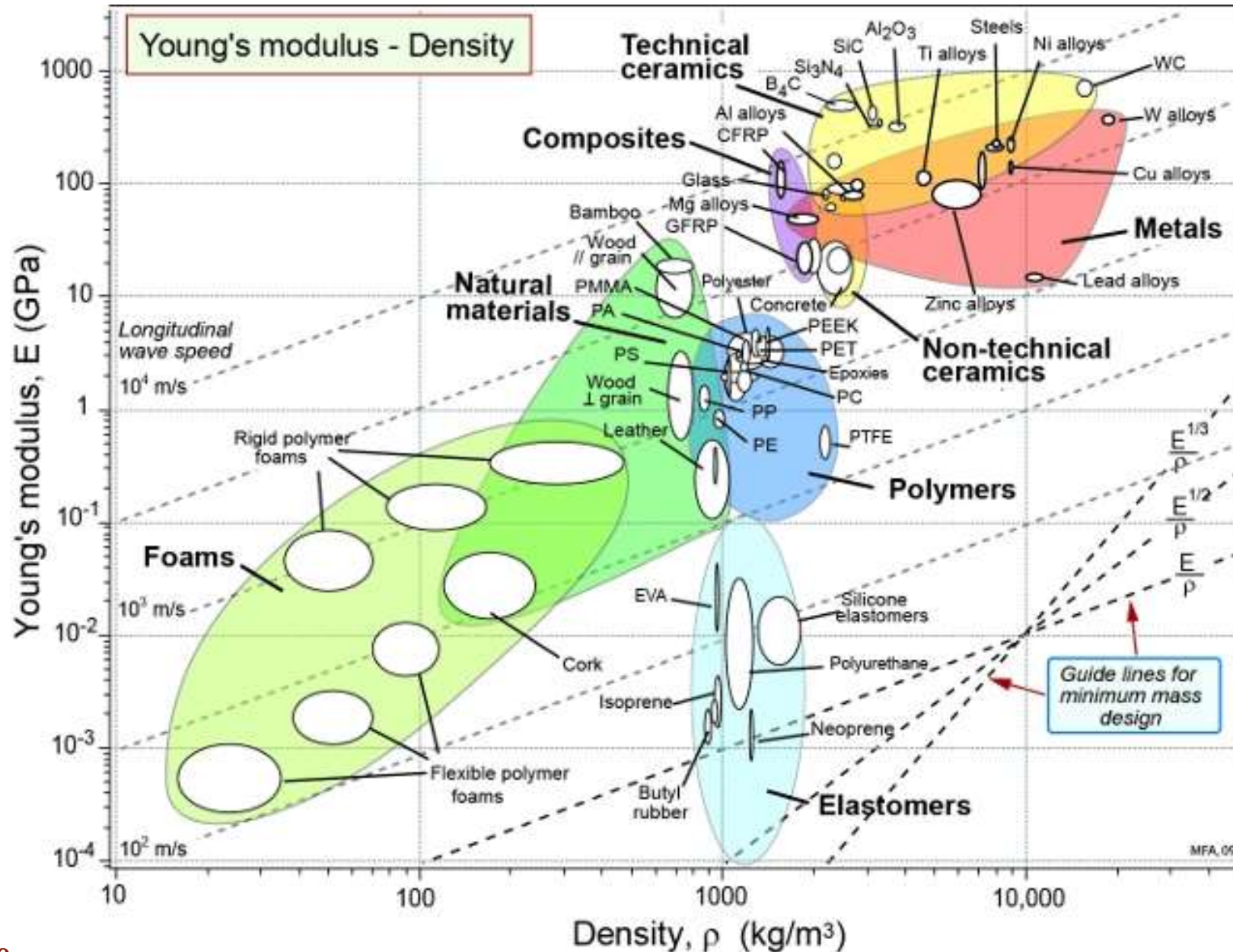
INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

8. MATERIALES: TITANIO

- Similares en resistencia al acero, pero pesa la mitad de este.
- Muy buena resistencia a la corrosión, baja conductividad térmica, no magnética y resiste altas temperaturas.
- $E=114 \text{ GPa}$.
- Aplicaciones: estructuras y componentes de naves aeroespaciales y militares, equipamiento marino, tanques y dispositivos internos reemplazables en seres humanos.
- Su desventaja es su alto costo comparado con el acero y el aluminio y la dificultad para maquinarlo.

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

8. MATERIALES: OTROS



INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

9. INCERTIDUMBRE

- **Abundantes fuentes de incertidumbre en el diseño**
 - Composición de material y el efecto de la variación de sus propiedades.
 - No homogeneidad del material.
 - Efecto del procesamiento local, o cercano, en las propiedades
 - Efecto de ensambles cercanos, como soldaduras y ajustes por contracción en las condiciones del esfuerzo
 - Efecto del tratamiento termomecánico en las propiedades
 - La intensidad y la distribución de cargas
 - Validez de los modelos matemáticos utilizados
 - Intensidad de las concentraciones de esfuerzos
 - Influencia del tiempo sobre la resistencia y la geometría
 - El efecto de la corrosión
 - El efecto del desgaste
 - La incertidumbre respecto a la longitud de cualquier lista de incertidumbres.

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

9. INCERTIDUMBRE

○ Adecuarse a la incertidumbre

- La incertidumbre siempre acompaña al cambio.

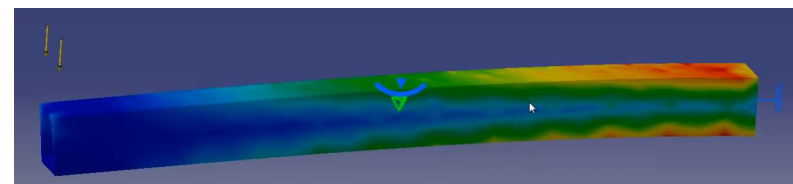
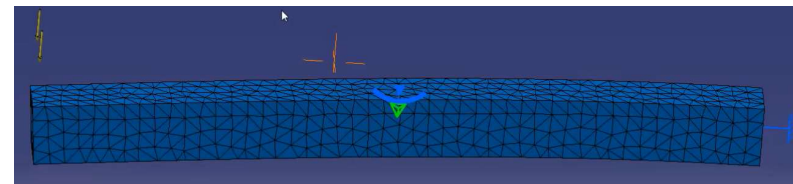
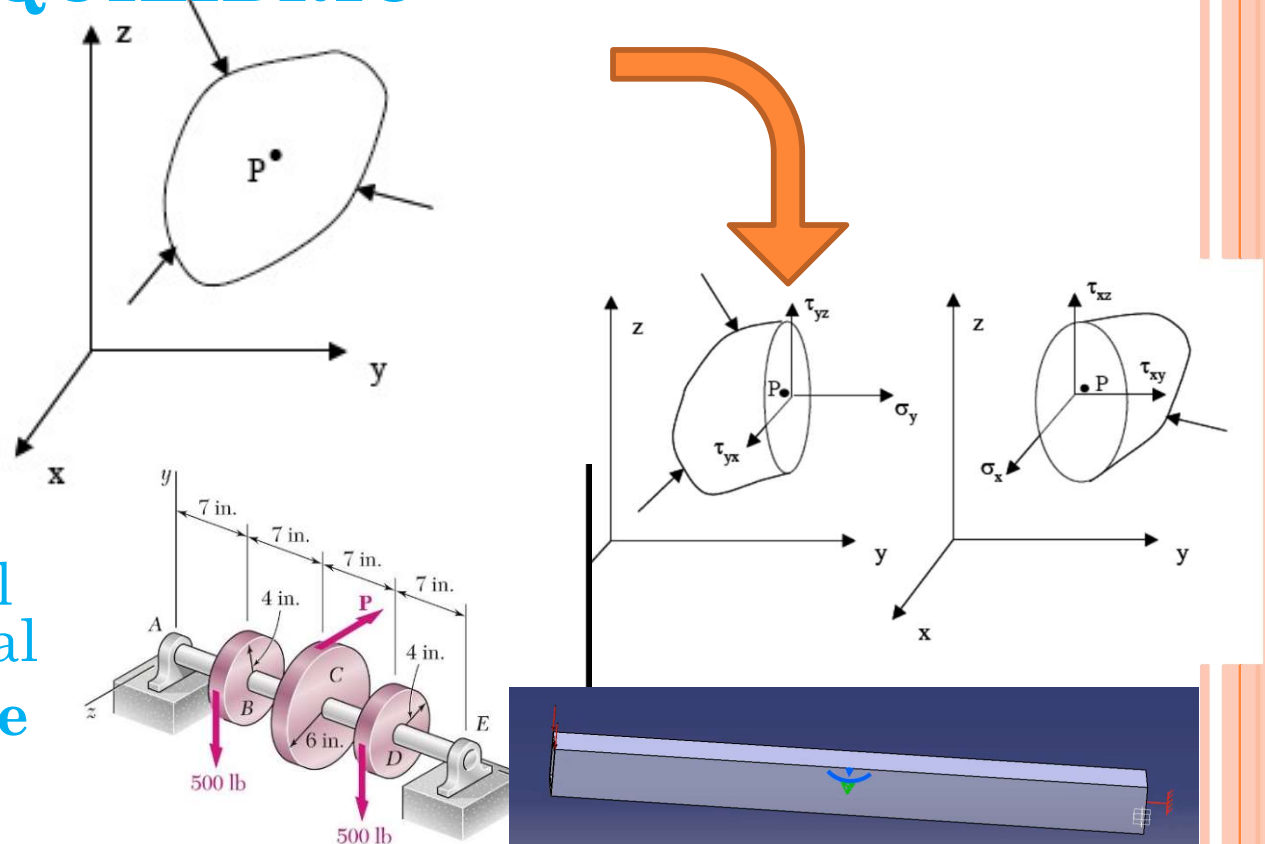
○ Métodos para enfrentarla

- Existen métodos matemáticos para enfrentar las incertidumbres
- Métodos determinísticos: Este método establece un factor de diseño basado en las incertidumbres absolutas de un parámetro de pérdida de función y un parámetro máximo permisible. *Coeficiente de seguridad.*
- Método estocásticos: se basan en la *naturaleza estadística* de los parámetros de diseño y se enfocan en la probabilidad de supervivencia de la función de diseño (en la confiabilidad)

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

10. SÓLIDO EN EQUILIBRIO

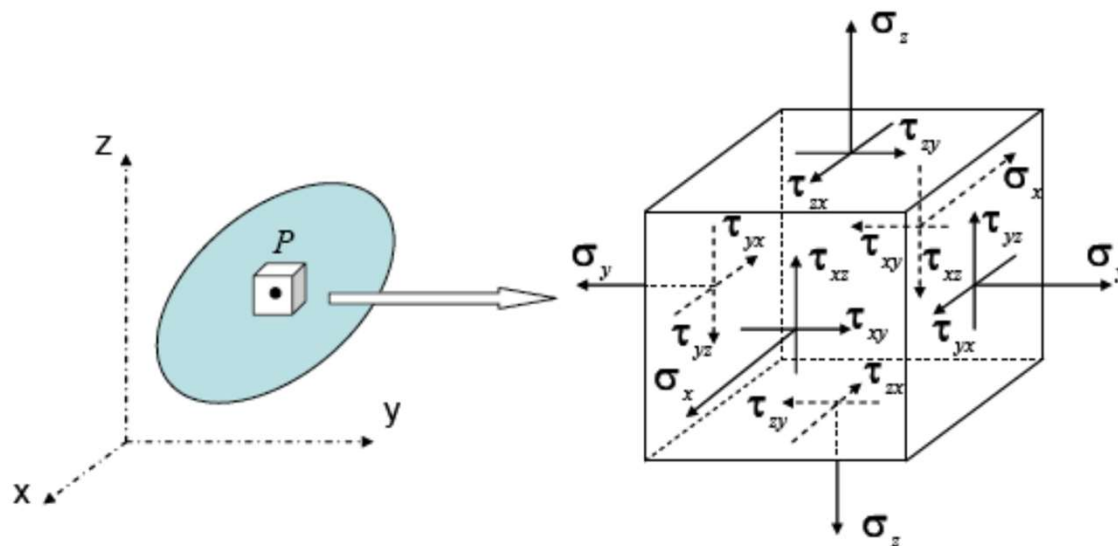
- Cualquier sólido en el espacio tiene **6 GDL**
- Si el sólido está en equilibrio, todas las resultantes, tanto en esfuerzos como en momentos son nulas.
- El conjunto de fuerzas genera en el material del sólido un estado tensional
- Cualquier elemento de un mecanismo o máquina es un sólido rígido que se puede aislar del conjunto, siempre que se consideren todos los esfuerzos a los que está sometido.



INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

10. SÓLIDO EN EQUILIBRIO

- Dado un sólido sometido a una serie de esfuerzos y, por tanto, a un estado tensional determinado, se puede aislar cada uno de sus elementos diferenciales y representar el estado al que estructuralmente está sometido.
- Cualquier sollicitación mecánica (flexión, tensión, compresión, cortadura, torsión), a nivel de elemento diferencial se puede representar como combinación de tensiones normales y de cortadura.
- El análisis del comportamiento estructural de los elementos y sus materiales pasa, por tanto, por el estudio de los estados tensionales de cada punto y, concretamente, en las secciones más críticas.



INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

11. CARGAS. TIPOS. PROCESO GENERAL.

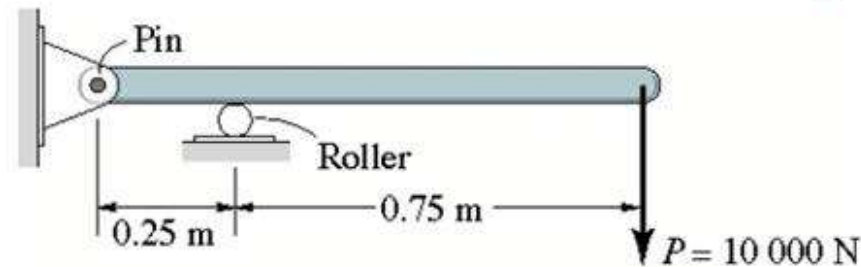
- El proceso para diseñar los elementos mecánicos siempre es el mismo, y consta de las siguientes fases:

ESQUEMA DE CARGAS

DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE

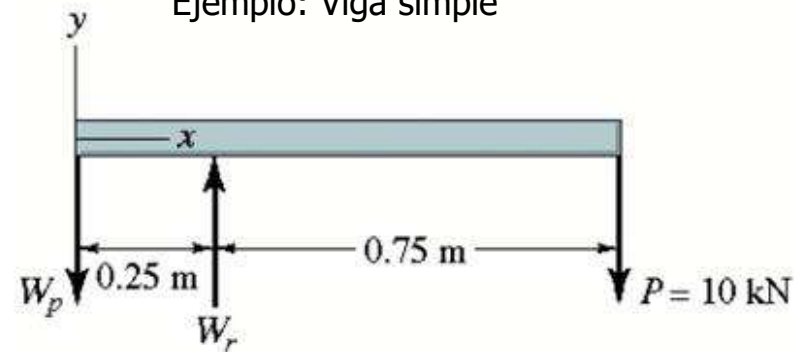
ANÁLISIS DEL ESTADO TENSIONAL

DETERMINACIÓN FORMA (SECCIONES CRÍTICAS)



(a)

Ejemplo: Viga simple



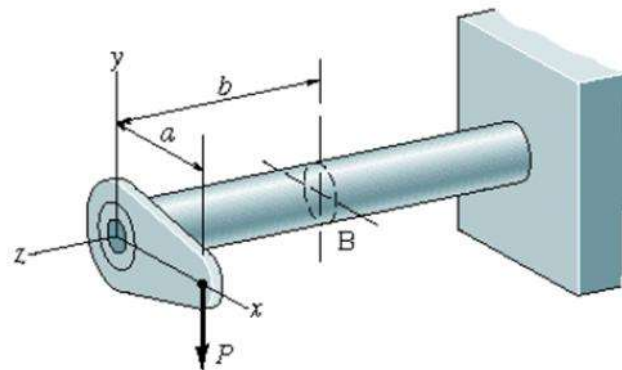
(b)

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

11. CARGAS. TIPOS. PROCESO GENERAL.

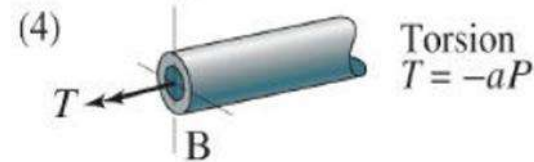
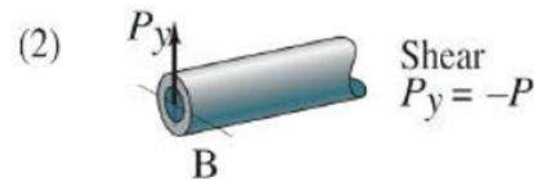
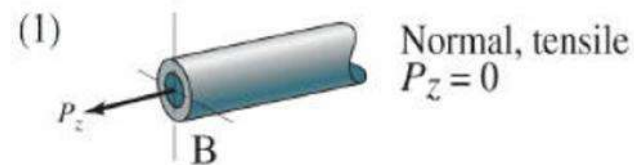
○ Ejemplo palanca:

Ejemplo: Palanca



(a)

- Palanca. (a) Conjunto;
(b) (1) Esfuerzo normal de tracción
(2) Cortadura
(3) Flexión
(4) Torsión en B.

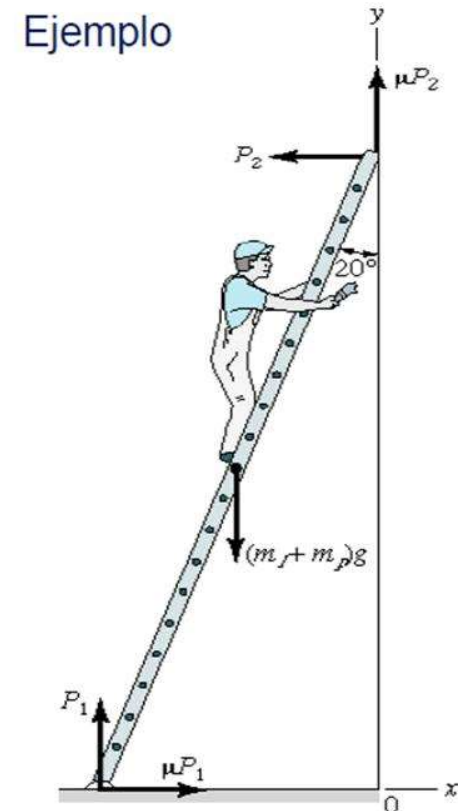
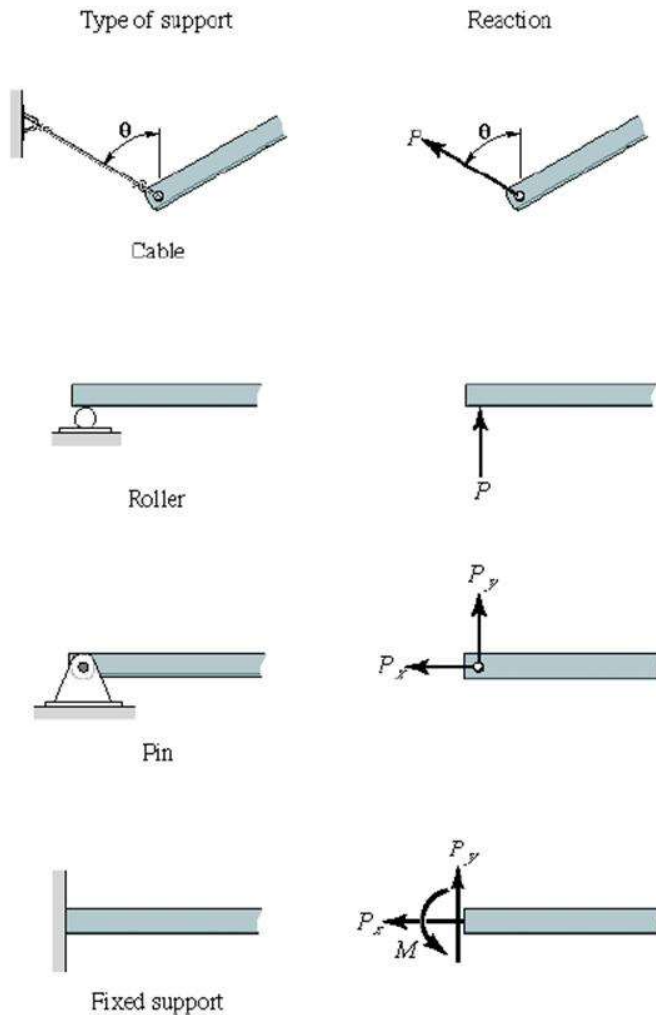


(b)

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

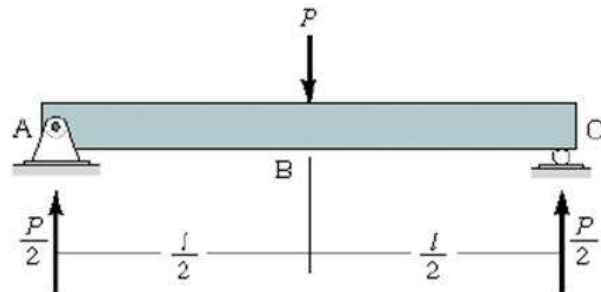
11. CARGAS. TIPOS. PROCESO GENERAL.

○ Ejemplo apoyos y reacciones:

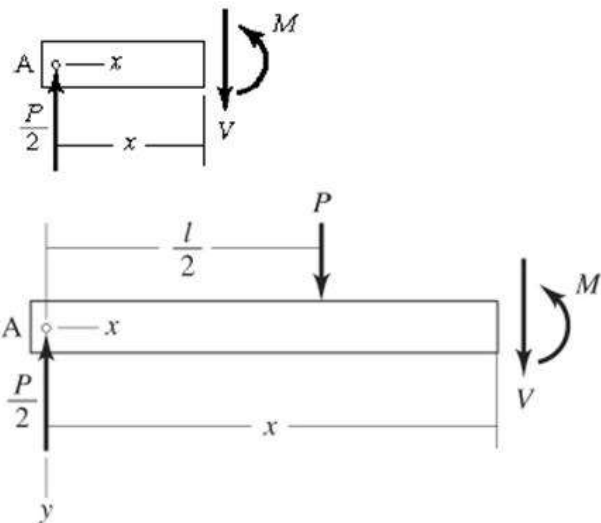


INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

11. CARGAS. TIPOS. PROCESO GENERAL.

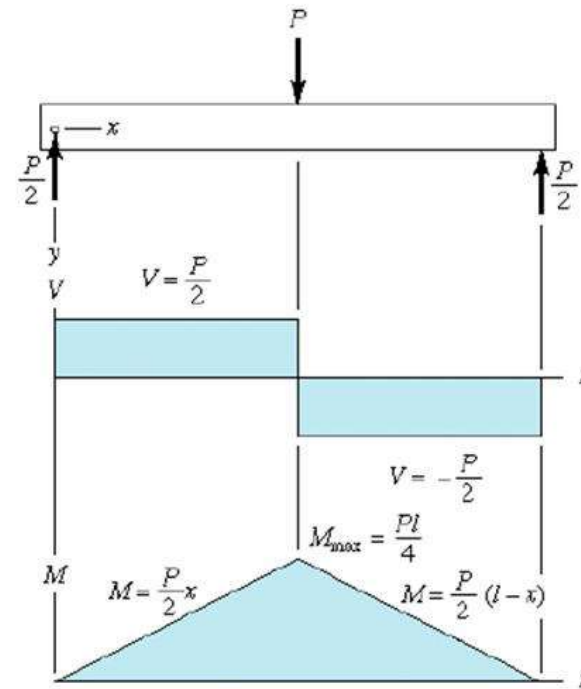


(a)



(c)

Diagramas de Carga



(d)

Barra simplemente apoyada

(a) Esquema;

(b) Diagrama de cuerpo libre para $0 < x < l/2$ y

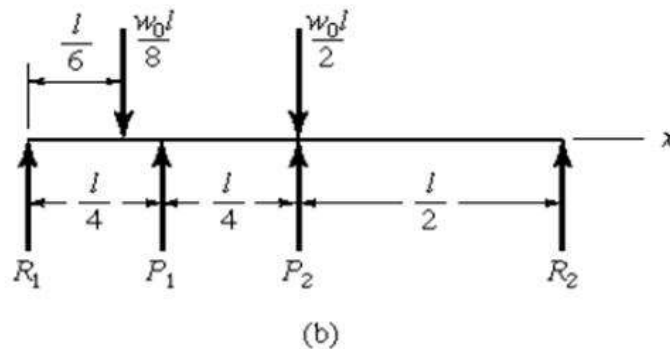
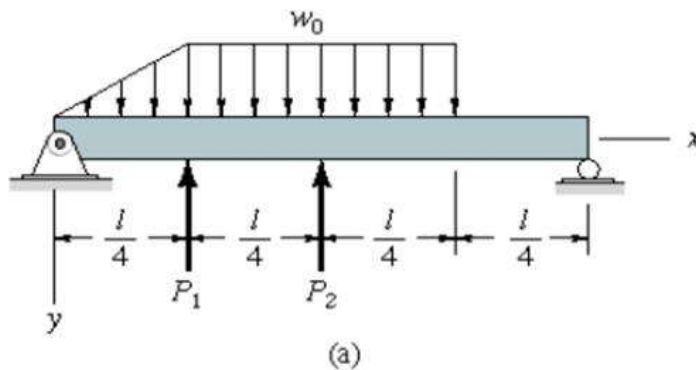
(c) para $l/2 < x < l$;

(d) Diagramas de corte y momento.

INTR. AL DISEÑO EN ING. MECÁNICA

11. CARGAS. TIPOS. PROCESO GENERAL.

Ejemplo: viga simplemente apoyada



Viga simplemente apoyada con cargas complejas

