

Diseño de Elementos Mecánicos

ME-5600

Capítulo 1

Introducción al Diseño en Ingeniería Mecánica

Alejandro Ortiz Bernardin

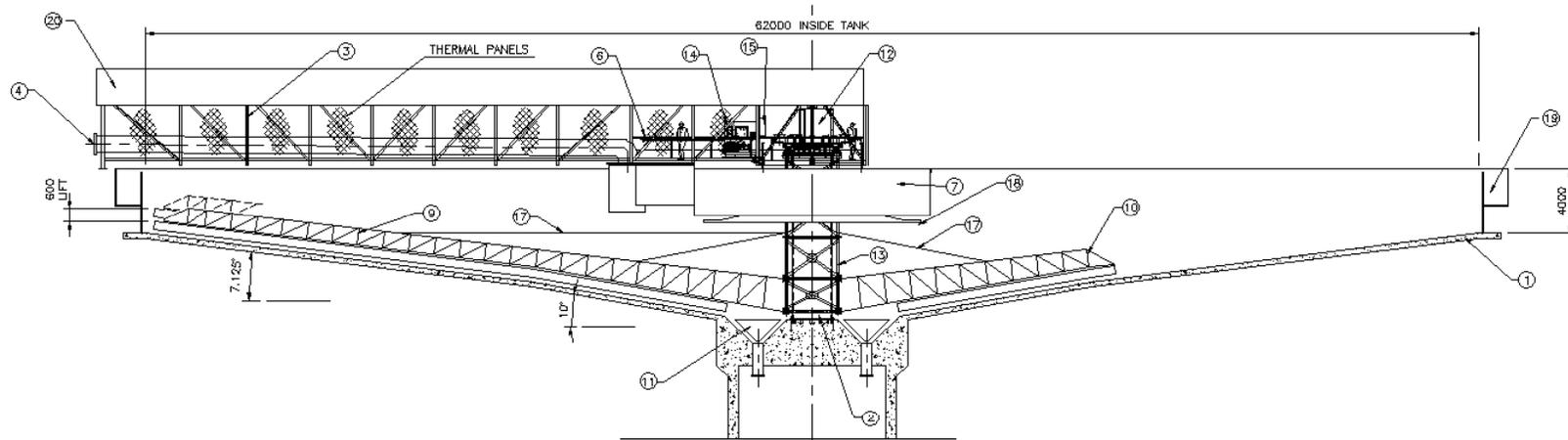
www.cec.uchile.cl/~aortizb

Departamento de Ingeniería Mecánica
Universidad de Chile

Contenidos del Capítulo

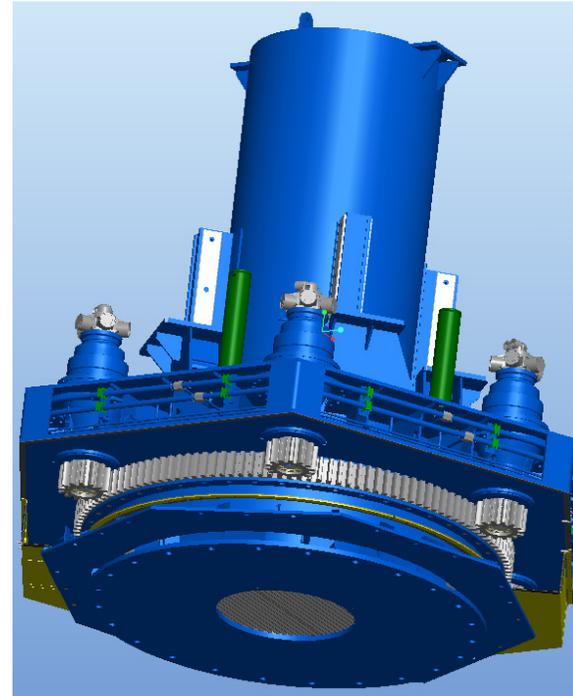
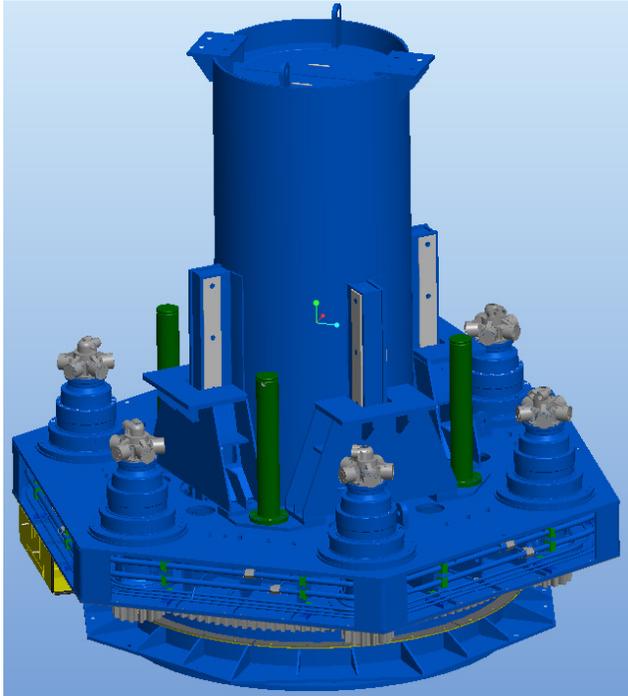
- El Diseño en Ingeniería Mecánica
- El Proceso de Diseño
- Herramientas Computacionales
- Normas y Códigos
- Economía y Costos
- Resistencia y Esfuerzo
- Factor de Seguridad
- Unidades
- Cifras Significativas
- El Informe de Ingeniería

El Diseño en Ingeniería Mecánica



- **Formular** un plan para satisfacer necesidades de funcionamiento
- Se requiere **innovación**, **iteración**, y toma de **decisiones**
- Trabajo en equipo. Comunicación entre los ingenieros que intervienen en el diseño
- **Multidisciplinario**: Mecánica de fluidos, transporte de energía, transferencia de calor, selección de materiales, etc.
- El producto debe ser funcional, seguro, confiable, competitivo, usable, fabricable, etc.

El Diseño en Ingeniería Mecánica (Cont.)

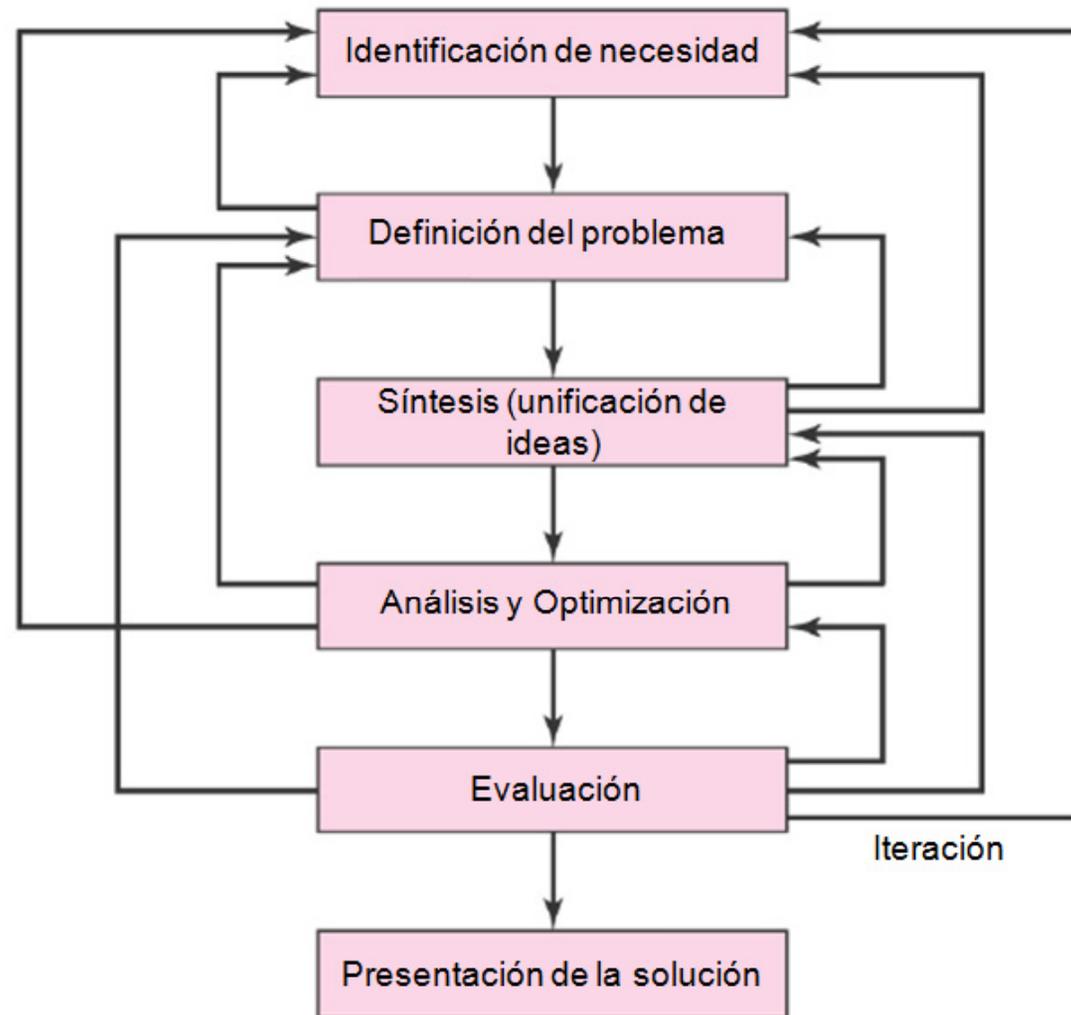


Datos de entrada: Torque nominal, Torque peak, Levante nominal, Levante peak

Solicitaciones: Fuerzas engrane, Fuerzas levante, Peso propio

El Proceso de Diseño

- Proceso iterativo
- Requiere estimación inicial, seguido de continuo refinamiento



El Proceso de Diseño (Cont.)

Algunas características que influyen el diseño:

- Funcionalidad
- Esfuerzo/Resistencia
- Distorsión/Deflexión/Rigidez
- Desgaste
- Corrosión
- Seguridad
- Confiabilidad
- Fabricación
- Uso
- Costo
- Peso
- Volumen
- Ruido
- Forma
- Tamaño
- Marketing
- Vida útil
- Propiedades térmicas

Herramientas Computacionales

- Ingeniería Asistida por Computador (CAE)
 - Uso de computador y programa para ayudar en el proceso de la ingeniería
 - Incluye
 - Diseño Asistido por Computador (CAD)
 - Planos, Modelos 3D, etc.
 - Manufactura Asistida por Computador (CAM)
 - CNC, Prototipado Rápido, etc.
 - Análisis y Simulación
 - FEA, CFD, Análisis Dinámico, etc.
 - Solución Matemática
 - Planilla de cálculo, Lenguajes aplicados (Matlab, MathCad, Mathematica, Maple,), etc.

Normas y Códigos

■ Normas

- Un conjunto de especificaciones para partes, materiales y procesos
- Pretenden alcanzar uniformidad, eficiencia, y calidad
- Limitan la variabilidad

■ Códigos

- Un conjunto de especificaciones para el análisis, diseño, fabricación, y construcción
- Pretende alcanzar niveles especificados de: seguridad, eficiencia, desempeño, y calidad
- No implica seguridad absoluta
- Varias organizaciones establecen y publican normas y códigos para la industria

Organizaciones Para Normas y/o Códigos

Aluminum Association (AA)

American Bearing Manufacturers Association (ABMA)

American Gear Manufacturers Association (AGMA)

American Institute of Steel Construction (AISC)

American Iron and Steel Institute (AISI)

American National Standards Institute (ANSI)

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)

American Society of Mechanical Engineers (ASME)

American Society of Testing and Materials (ASTM)

American Welding Society (AWS)

ASM International

British Standards Institution (BSI)

Industrial Fasteners Institute (IFI)

Institute of Transportation Engineers (ITE)

Institution of Mechanical Engineers (IMechE)

International Bureau of Weights and Measures (BIPM)

International Federation of Robotics (IFR)

International Standards Organization (ISO)

National Association of Power Engineers (NAPE)

National Institute for Standards and Technology (NIST)

Society of Automotive Engineers (SAE)

Economía / Costos

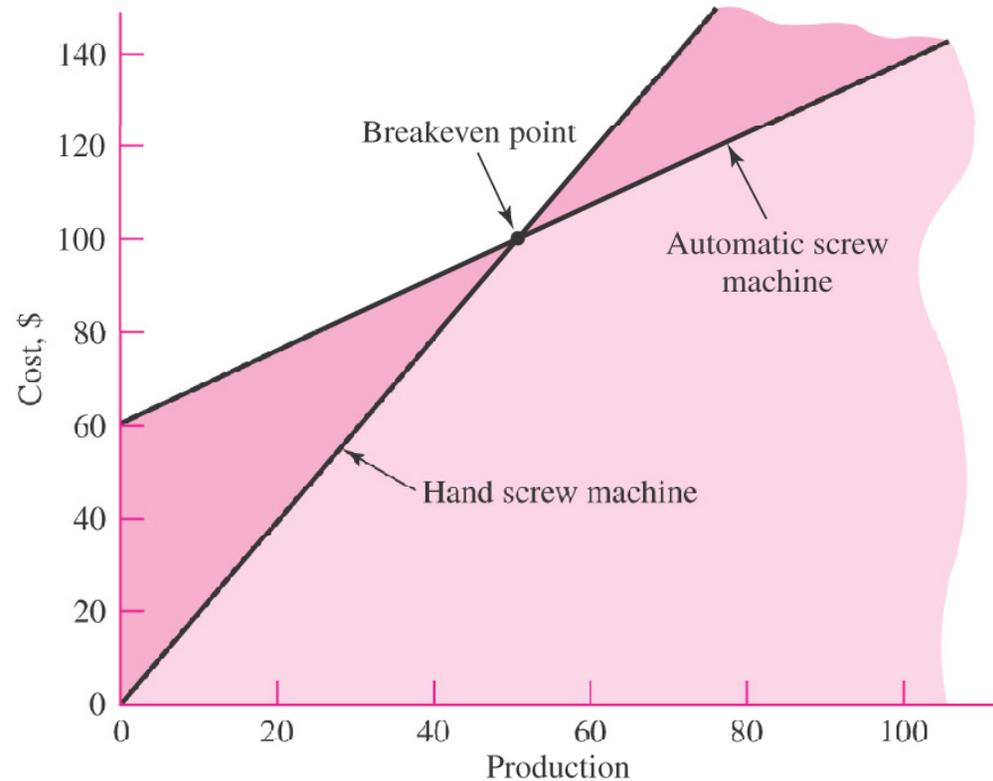
- El costo es casi siempre un factor importante en el diseño
- El uso de tamaños estándares es un primer principio para reducir costos
- Algunos componentes estándares pueden ser más baratos cuando están disponibles en tamaños en stock

Punto de Quiebre de Costo

- Comparación de costos entre dos posibles métodos de producción
- Usualmente existe un punto de quiebre de costo relacionado a las cantidades de producción

EJEMPLO

- Máquina automática para fabricar tornillos
 - 25 partes/hr
 - 3 hr de preparación
 - \$20/hr costo de la labor
- Máquina manual para fabricar tornillos
 - 10 partes/hr
 - Mínima preparación
 - \$20/hr costo de la labor
- Punto de quiebre: 50 unidades



fcfm

Ingeniería Mecánica
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Resistencia y Esfuerzo

- **Resistencia**

- Propiedad inherente de un material o de un elemento mecánico
- Depende de tratamientos y procesos mecánicos
- Puede ser o no uniforme a través de toda la pieza
- Ejemplos: Resistencia a la tracción, Resistencia a la fluencia

- **Esfuerzo**

- Una propiedad de estado en un punto específico dentro de un cuerpo
- Función de la carga y geometría
- A veces también función de la temperatura y procesos
- Unidad de fuerza por unidad de área

Factor de Seguridad

- Existen incertezas en las cargas/solicitaciones
- Existen incertezas en la resistencia y esfuerzo
- Factor de Seguridad pretende minimizar la incerteza
- Factor de Seguridad (n):

$$n = \frac{S}{\sigma} \geq 1$$

donde

S = resistencia

σ = esfuerzo permisible

Factor de Seguridad (Cont.)

EJEMPLO

Una barra de área seccional A , cargada en tensión con una fuerza axial $P = 2000$ Lbf desarrolla un esfuerzo $\sigma = P/A$. Usando un material de resistencia 24 kpsi, determinar el factor de seguridad si la barra tiene un diámetro de 0.625 in.

Solución

El área de la barra es $A = \pi d^2/4$, por lo tanto

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{P}{\pi d^2/4} = \frac{S}{n}$$

Resolviendo para n , se obtiene el siguiente factor de seguridad:

$$n = \frac{\pi S d^2}{4P} = \frac{\pi(24000)0.625^2}{4(2000)} = 3.68$$

Unidades

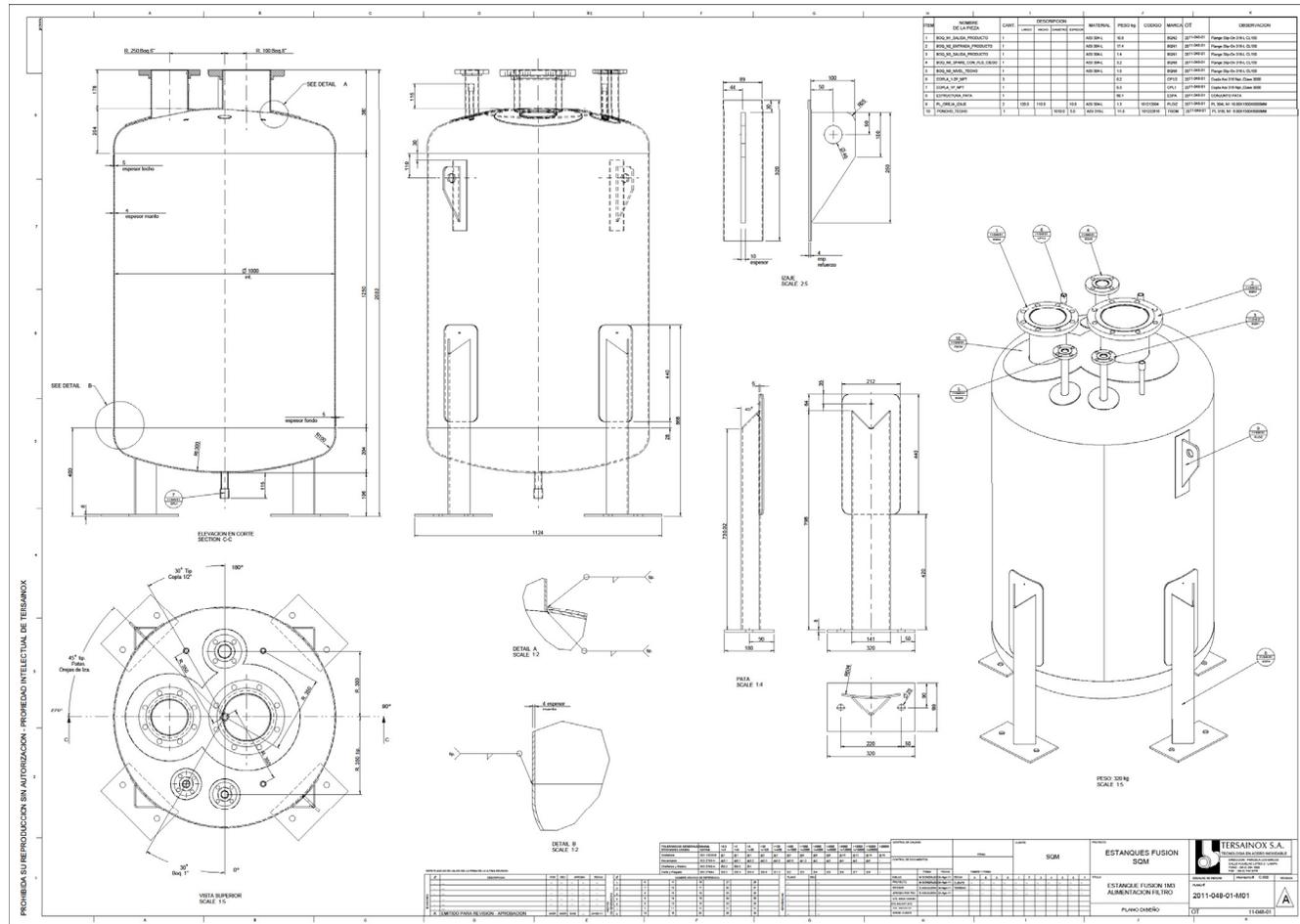
- Se obtienen de $F = ma$ como $F = MLT^{-2}$, donde M es unidad de masa, L unidad de longitud, y T unidad de tiempo
- Sistema Inglés: ft-lbf-s. Unidad de masa $\text{lbf s}^2/\text{ft} = \text{slug}$
- Sistema Inglés: in-lbf-s. Unidad de masa $\text{lbf s}^2/\text{in}$
- Sistema Internacional de Unidades (SI): m-kg-s. Unidad de fuerza $\text{kg m/s}^2 = \text{N}$
- Consistencia con las unidades

Cifras Significativas

- La exactitud de los números reales dependen del número de cifras significativas que los describen
- 706, 3.14, 0.00219 son números con tres cifras significativas
- 706.0, 7.060×10^2 , 0.7060×10^3 son números con cuatro cifras significativas
- En la práctica se recomienda hacer los cálculos lo más exacto posibles y reportar los resultados dentro de la exactitud de los datos proporcionados
- Nunca reportar con cifras significativas mayores a las del dato proporcionado con menor número de cifras significativas

El Informe de Ingeniería

EJEMPLO: Estanque a Presión ASME VIII Div. 1



El Informe de Ingeniería

- Resumen Ejecutivo
- Introducción
- Bases del Diseño
 - Normas Aplicables
- Datos de Diseño
 - Dimensiones y Datos de Proceso
 - Materiales de Construcción
 - Acero Estructural
 - Estados de Cargas para el Diseño
 - Combinaciones de Carga
- Cálculo de Espesores Según ASME VIII Div. 1
 - Cabezales Toriesféricos
 - Manto Cilíndrico
- Análisis por Elementos Finitos
 - Programa de Elementos Finitos
 - Supuestos para el Análisis
 - Mallas de Elementos Finitos
 - Propiedades de los Elementos Finitos
 - Condiciones de Borde

El Informe de Ingeniería

- Resultados
 - Reacciones en la Fundación
 - Análisis de Esfuerzos
 - Cabezal Toriesférico Superior
 - Cabezal Toriesférico Inferior
 - Manto Cilíndrico
 - Diseño en Acero
 - Estructura Soportante
 - Placas Base
- Conclusiones
- APÉNDICE A
 - Figuras del Resultado del Análisis por Elementos Finitos
- APÉNDICE B
 - Cálculo de la Fuerza Sísmica Según NCh2329.Of2003