



SELECCIÓN DE MATERIALES Y PROCESOS DE FABRICACIÓN

Soporte para sujeción manual de motores fueraborda

Professor Juan Carlos Albiñana Medina
IES POLITECNIC - CASTELLÓN

GRANTA
TEACHING RESOURCES

© J.C. Albiñana Medina, 2010
For reproduction guidance see back page

Granta's Teaching Resources website aims to support teaching of materials-related courses in Engineering, Science and Design. The resources come in various formats and are aimed at different levels of student. This resource has been donated by a member of faculty of one of the 700+ universities and Colleges worldwide who use Granta's CES EduPack. There is also a complete set of resources created by Professor Mike Ashby of the Department of Engineering at the University of Cambridge, founder of Granta Design. The teaching resource website contains both resources that require the use of CES EduPack and those that don't.



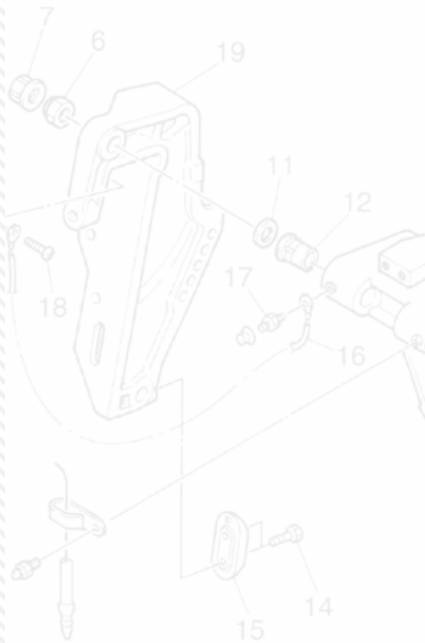
www.grantadesign.com/education/resources

Documento N° 1



**Soporte para sujeción
manual de motores fueraborda**

**Juan Carlos
Albiñana Medina**



ÍNDICE

1// Memoria descriptiva

- 1.1// Presentación del producto. Objeto, Alcance y Antecedentes.
- 1.2// Análisis del Conjunto. Método de inconsistencias visuales.
- 1.3// Establecimiento de los requisitos funcionales.

2// Memoria justificativa

- 2.1// Selección de los materiales.
- 2.2// Selección de los procesos de fabricación.
- 2.3// Establecimiento de la geometría de detalle de la pieza.
- 2.4// Establecimiento del plan de procesos/hoja de ruta.
- 2.5// Comparación y valoración de las dos alternativas.

1// Memoria descriptiva

1.1// Presentación del producto. Objeto, Alcance y Antecedentes.

Objeto → Rediseño del soporte para cumplir unos requisitos preliminares:

- Peso máximo del motor ≤ 80 Kg.
- Espesor máximo de pared de popa ≤ 60 mm.
- Diámetro máximo de la caña del timón ≤ 110 mm.
- Potencia máxima del motor ≤ 18 Kw.
- Motor para embarcaciones de gama media.
- Número mínimo de posiciones angulares ≤ 6 .
- Separación máxima entre posiciones angulares $\leq 4^\circ$.
- Estética acorde con el resto de elementos del motor.
- Tamaño mín. de serie ≤ 250000 piezas/año.
- Tiempo mín. de vida útil ≤ 5 años o 2000 h de navegación.



Alcance → 2 alternativas

Requisitos funcionales y de comportamiento en servicio.

Definición de la geometría.

Selección óptima del material.

Selección óptima del proceso.

Plan de procesos preliminar.

Estimación del coste unitario.

Antecedentes:

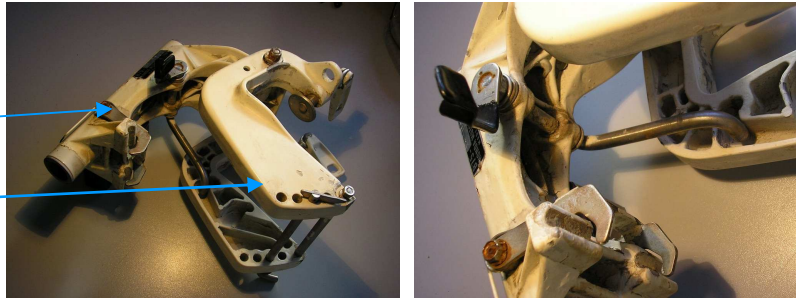


1// Memoria descriptiva

1.2// Análisis del Conjunto. Método de inconsistencias visuales.

Conjunto formado por 2 piezas principales:

- **Cuerpo Central**
- **Soporte de sujeción**



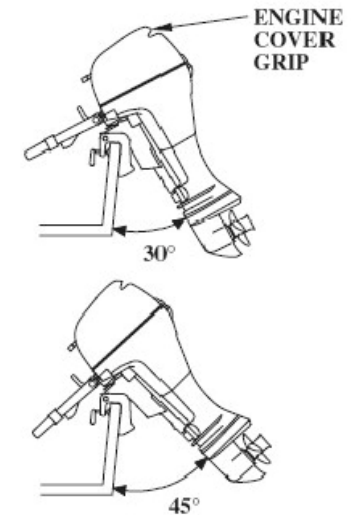
La posición más baja. Permite que el *Cuerpo Central* esté completamente vertical. Es la adecuada para navegar en aguas profundas.

La posición más alta. Permite que el *Cuerpo Central* esté completamente horizontal, quedando la caña fuera del agua.

La posición intermedia. El *Cuerpo Central* está ligeramente inclinado. Es la posición adecuada para navegar en aguas poco profundas.

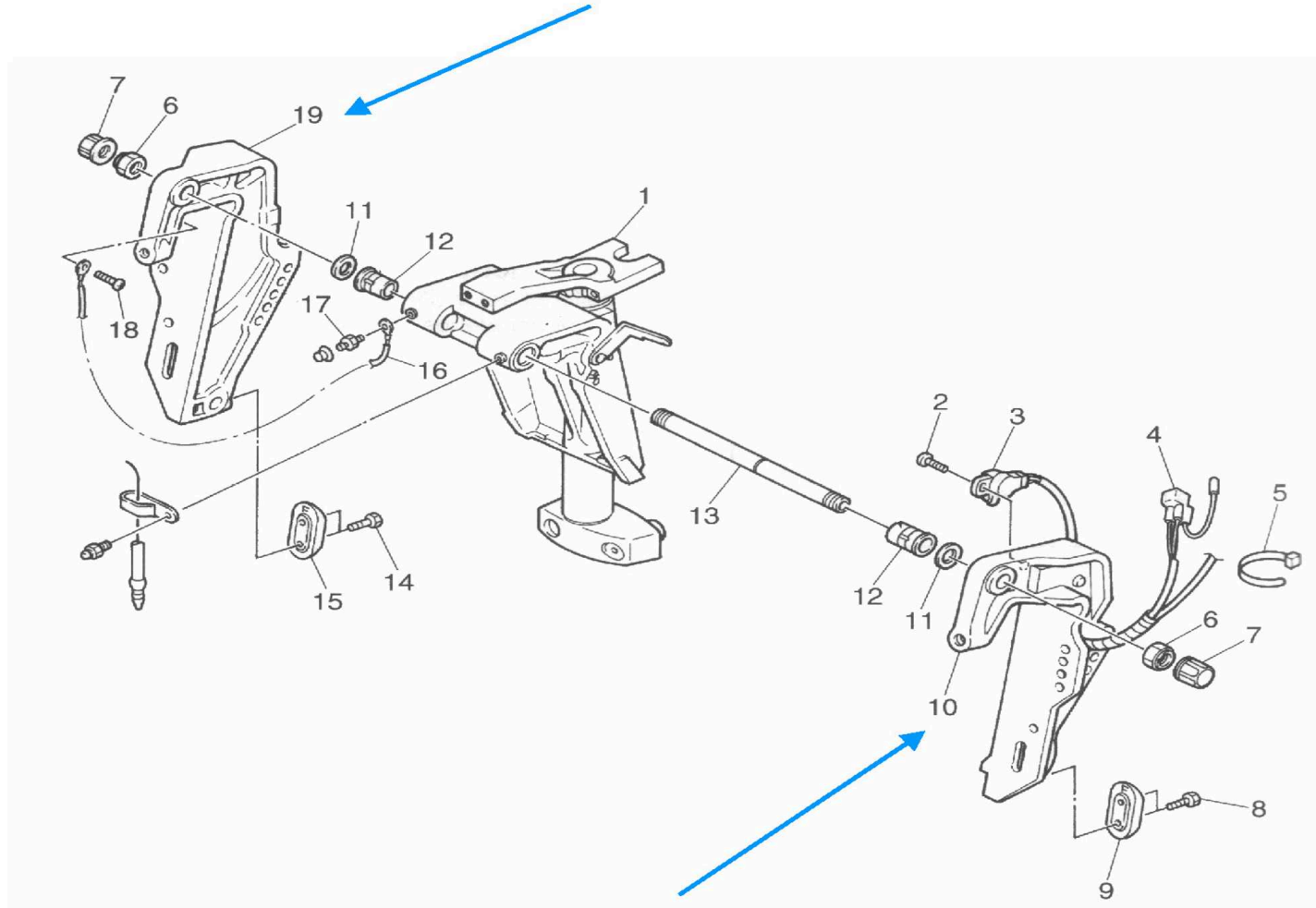
Funcionamiento:

El *Cuerpo Central* gira sobre el eje que contiene a las dos partes del *Soporte Sujeción*, variando la inclinación de la Hélice.



1.2// Análisis del Conjunto.

Soporte de la abrazadera a estribor (pieza 19)



Soporte de la abrazadera a babor (pieza 10)

2.3// Establecimiento de la geometría de detalle de la pieza.

Para abordar la geometría de detalle partimos de un modelo comercial y realizamos los siguientes pasos:

1. Modelado de la geometría.
2. Análisis CAE del modelo con los materiales candidatos.
3. Verificación y adaptación de las funcionalidades.
4. Rediseño de la geometría para el material termoplástico.

Mediante análisis CAE se comprueba que el modelo cumple los requerimientos en servicio tanto para el aluminio como para el acero.

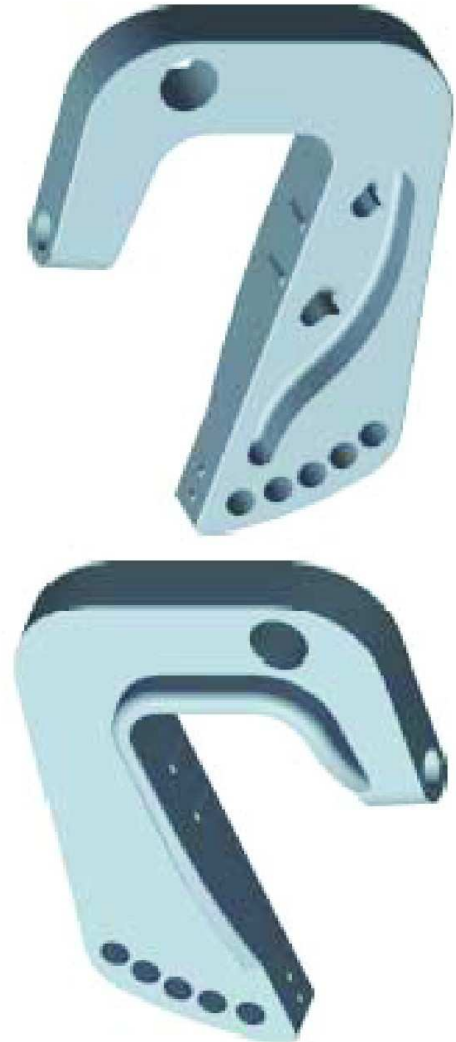
- VON MISES ALUMINIO.
- DEFORMADA ALUMINIO.

2.3// Establecimiento de la geometría de detalle de la pieza.

Rediseño para el termoplástico PBT:

Modificamos la geometría para cumplir con los requerimientos mecánicos obteniendo el modelo de la figura.

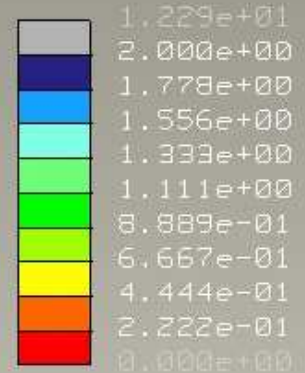
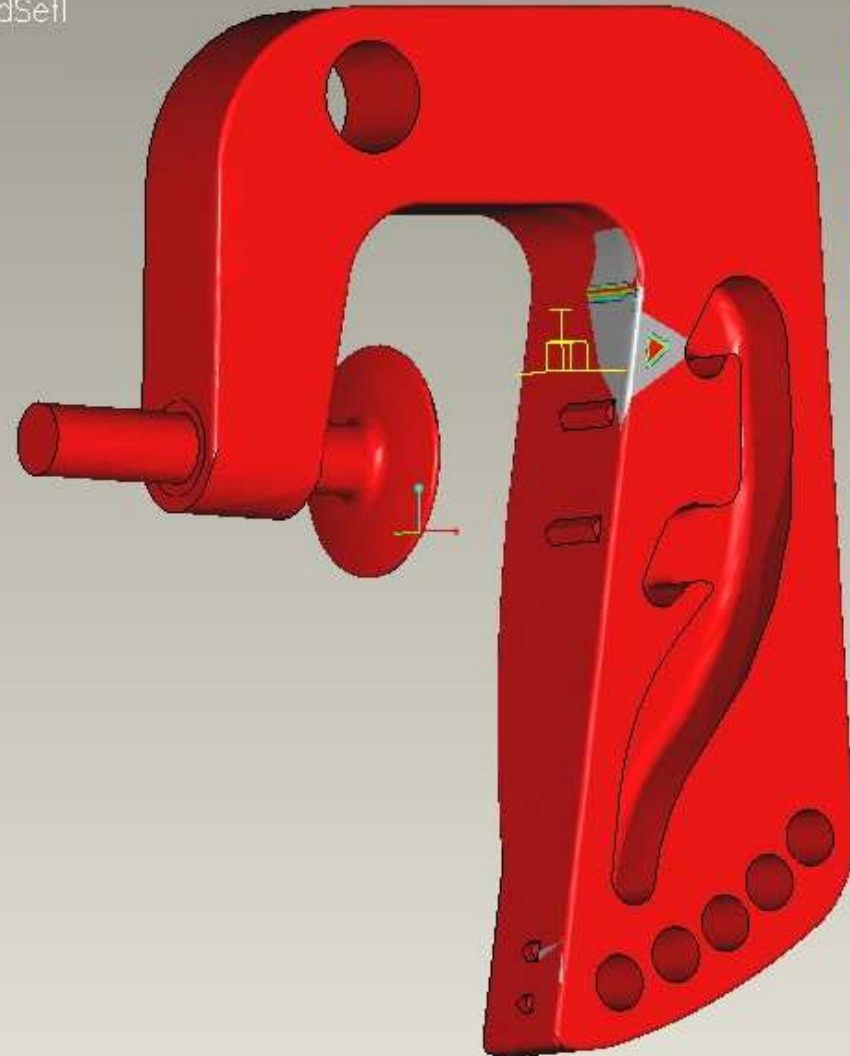
Para asegurar la especificación de tiempo mínimo de vida útil ≤ 5 años o 2000 h de navegación, realizamos un análisis del comportamiento de la pieza a fatiga.



2// Memoria Justificativa

Del resultado del análisis se deduce que debido a la fatiga la pieza romperá por la parte superior de la zona de vaciado para posicionar el motor.

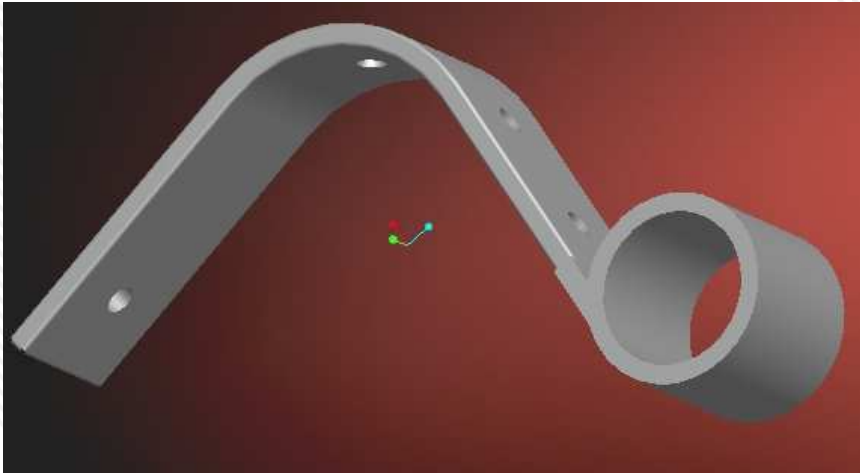
Fatigue Log Life (WCS)
Loadset:LoadSet1



"Window1" - Fatiga - Fatiga

2.3// Establecimiento de la geometría de detalle de la pieza.

Para cumplir los requerimientos y asegurar estructuralmente la pieza hemos diseñado una pieza que hace la función de soportar el eje de la caña y cuenta con una escuadra que refuerza la zona más débil.



2.4// Establecimiento del plan de procesos/hoja de ruta.

Mediante este refuerzo, podemos asegurar que en el comportamiento en servicio de la pieza de termoplástico cumple las condiciones de vida útil establecidas en las especificaciones preliminares como motor auxiliar de un velero y por lo tanto lo cumplirá con más motivo para embarcaciones de menor tamaño como lanchas y botes.

- VON MISES CONJUNTO PBT.
- DEFORMADA CONJUNTO PBT.

2.1// Selección de los materiales.

Para abordar la selección de materiales se ha considerado:

1. Fuerzas implicadas.
2. Dimensiones de embarcaciones.
3. Hipótesis de cálculo.
4. Modelado de un soporte base.
5. Cálculo de fuerzas aplicadas.
6. Consideraciones e hipótesis para los materiales candidatos.
7. Análisis CAE de las diferentes opciones.

Fuerzas implicadas en el diseño :

Dirección longitudinal PROA-POPA

Peso del Motor

Peso de la embarcación

Fuerza de Empuje

Fuerza de Inercia

Fuerza de Impulsión

Fuerza de rozamiento del Agua

Dirección perpendicular PROA-POPA

Fuerzas variables del Oleaje.

Otras

Vibraciones de la helice

2.1// Selección de los materiales.

CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE LA EMBARCACIÓN Y DEL EMPUJE DE LA HÉLICE:

DATOS DE PARTIDA

| DATOS | EMBARCACIÓN | | |
|---|-------------|--------|-------|
| | Velero | Lancha | Bote |
| Eslora (m) | 12,00 | 6,00 | 3,50 |
| Manga (m) | 4,00 | 2,00 | 1,50 |
| Puntal (m) | 1,00 | 0,51 | 0,38 |
| Peso (Kg) | 1500 | 750 | 250 |
| ρ_{agua} (kg/m ³) | 1000 | 1000 | 1000 |
| P_{MOTOR} (W) | 18000 | 18000 | 18000 |

HIPOTESIS

1. En el equilibrio el rozamiento con el agua se iguala a la fuerza de impulsión de la hélice.
2. La potencia máxima del motor se transforma íntegramente en velocidad.
3. No se producen turbulencias, régimen laminar con número de Reynolds: $Re = 1000$.

2.1// Selección de los materiales.

FORMULAS EMPLEADAS

FORMULA GENERAL DEL ROZAMIENTO EN EL SENO DE UN FLUIDO

$$F_r = \frac{1}{2} \cdot C_d \cdot \rho_{AGUA} \cdot A \cdot v^2$$

FORMULA PARA EL COEFICIENTE DE ARRASTRE

$$C_d \approx \frac{24}{Re} + \frac{6}{1 + \sqrt{Re}} + 0.4$$

FORMULA DE LA POTENCIA MECÁNICA EN FUNCIÓN DE FUERZA Y VELOCIDAD

$$P = F \cdot v$$

Al igualar las expresiones de ambas fuerzas se obtiene una ecuación de velocidad al cubo que permite obtener tanto esta como la magnitud de la fuerza.

2.1// Selección de los materiales.

$$\sum F_x = 0$$

$$F_{ah} + F_b + F_i = 0$$

$$\sum F_v = 0$$

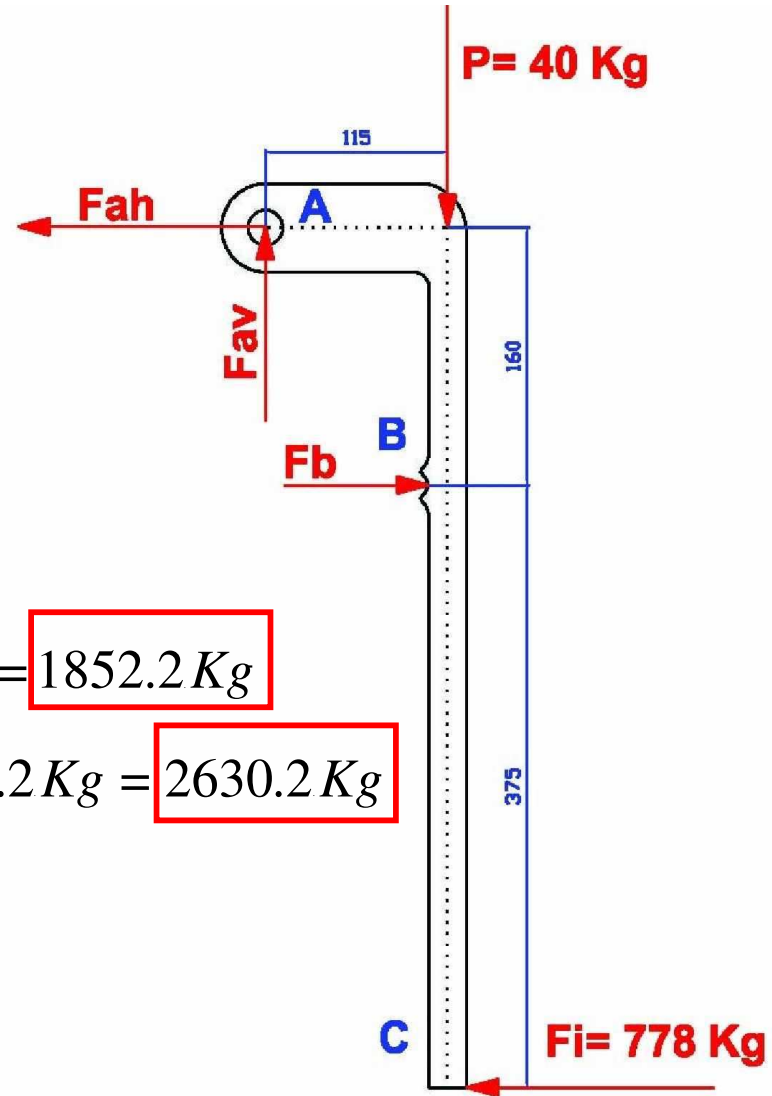
$$F_{av} = P = 40 \text{ Kg}$$

$$\sum M_B = 0$$

$$F_{ah} \cdot 160 - F_{av} \cdot 115 - F_i \cdot 375 = 0$$

$$F_{ah} = \frac{40 \text{ Kg} \cdot 115 + 778 \text{ Kg} \cdot 375}{160} = 1852.2 \text{ Kg}$$

$$F_b = F_i + F_{ah} = 778 \text{ Kg} + 1852.2 \text{ Kg} = 2630.2 \text{ Kg}$$



2.1// Selección de los materiales.

RESUMEN DE FUERZAS Y VELOCIDADES MÁXIMAS

| | Eslora (m) | Manga (m) | %A \perp | A \perp m ² | v (nudos) | Fi (Kg) | Fav (Kg) | Fah (Kg) | Fb (Kg) |
|--------|------------|-----------|------------|--------------------------|-----------|---------|----------|----------|---------|
| Bote | 3,50 | 1,50 | 33% | 1,75 | 6,29 | 567,28 | 40,00 | 693,53 | 977,17 |
| Lancha | 6,00 | 2,00 | 50% | 6,00 | 4,17 | 855,40 | 40,00 | 1031,17 | 1458,87 |
| Velero | 12,00 | 4,00 | 75% | 36,00 | 2,29 | 1554,36 | 40,00 | 1852,20 | 2630,20 |



2.1// Selección de los materiales.

REQUERIMIENTOS MECÁNICOS:

Límite elástico:

$$\sigma_y > 100 \text{ Mpa}$$

Tenacidad a la fractura:

$$K_{IC} > 10 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$$

REQUERIMIENTOS TÉRMICOS:

Máxima temperatura de trabajo:

$$> 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

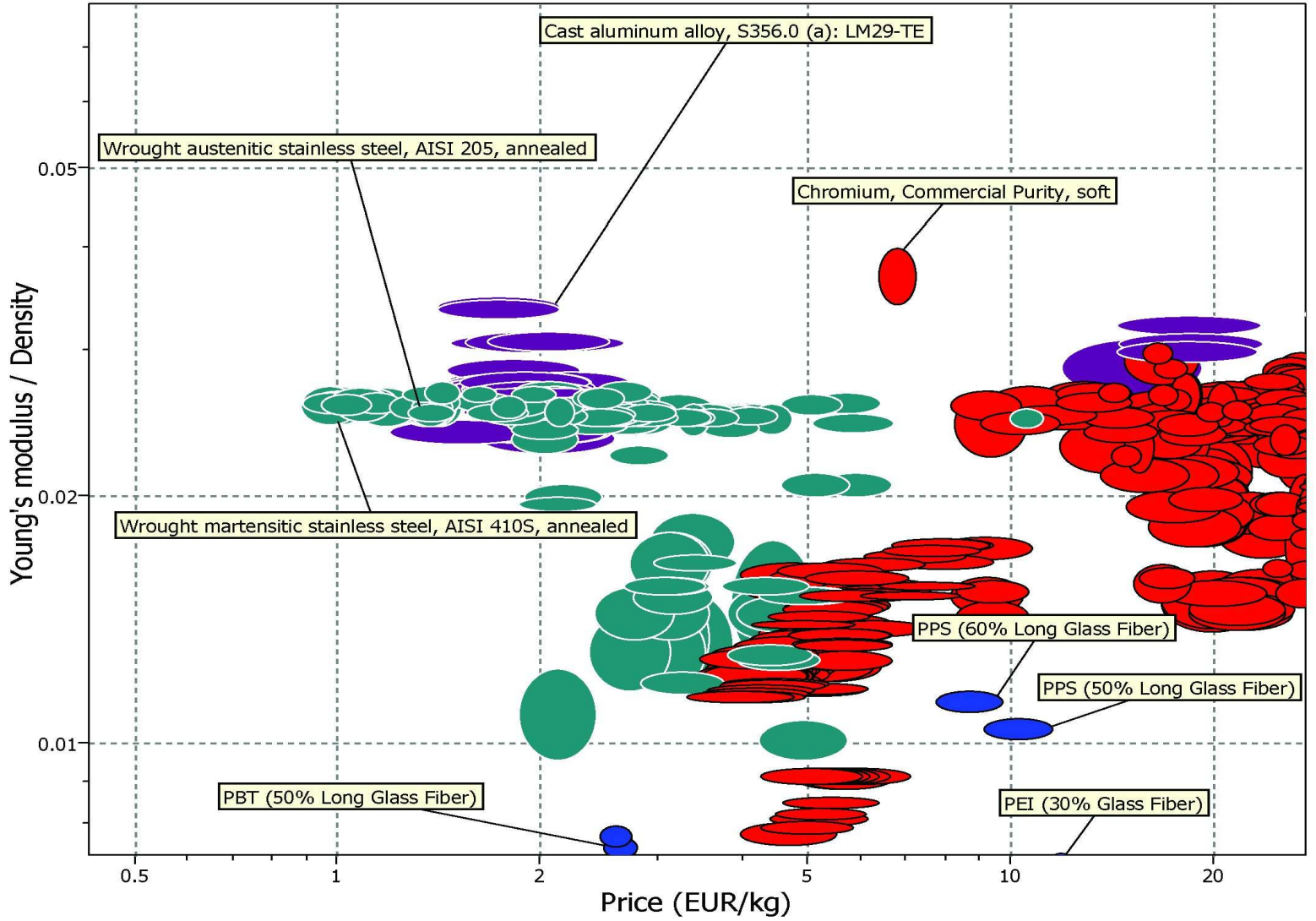
Mínima temperatura de trabajo:

$$< - 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

2.1// Selección de los materiales.

REQUERIMIENTOS DE DURABILIDAD:

| | |
|------------------------------------|----------------------------------|
| Resistencia al fuego: | No inflamable o autoextinguible. |
| Resistencia agua fresca: | Bueno o Muy bueno. |
| Resistencia agua Salada: | Bueno o Muy bueno. |
| Resistencia a Solventes Orgánicos: | Bueno o Muy bueno. |
| Resistencia a Luz Solar (UV): | Bueno o Muy bueno. |



2.1// Selección de los materiales.

MATERIALES CANDIDATOS SELECCIONADOS.

- Acero austenítico AISI 205.
- Aleación de aluminio LM29-TE.
- PBT con 50% de fibra de vidrio.

Author

We would like to thank Professor Juan Carlos Albiñana Medina of the IES POLITECNIC - CASTELLÓN for contributing this resource.

You can contact him via the email address jcalbinana@gmail.com

Reproduction

These resources have been contributed on the basis that you can download and reproduce these resources in order to use them with students. You should make sure that the author and their institution are credited on any reproductions.

You cannot use this resource for any commercial purpose.

Accuracy

We try hard to make sure that resources in Granta's Teaching Resource Website are of a high quality. If you have any suggestions for improvements, you can contact the author using the contact details above.

Other resources include:

- 19 PowerPoint lecture units
- Exercises with worked solutions
- Recorded webinars
- Posters
- White Papers
- Solution Manuals
- Interactive Case Studies

