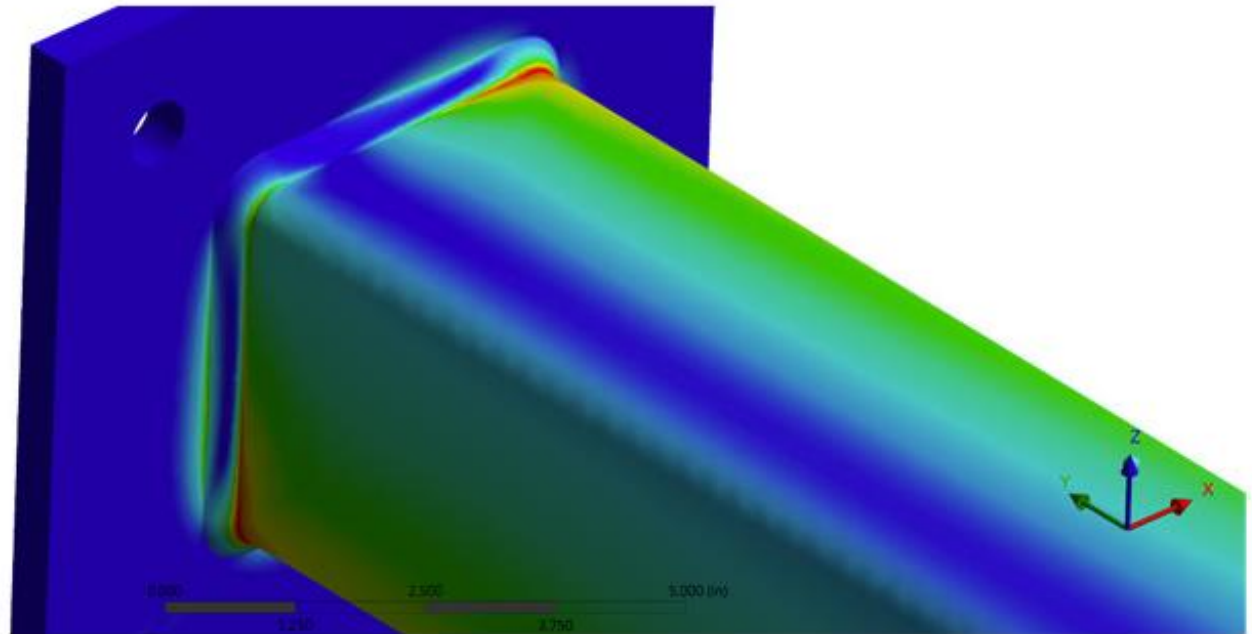
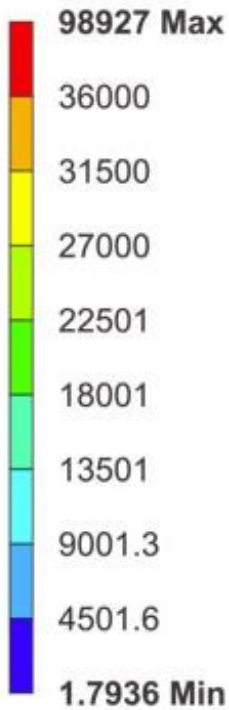


Concentración de Esfuerzos

Maximum Von Mises Stress



Units: Psi

<https://www.sitepro1.com/connection/product/structural-analysis-a-finite-element-approach-for-stress-concentrations/>

Fundamentos de Diseño Mecánico

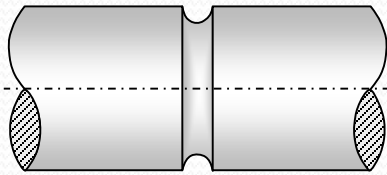
Profesor: Libardo Vanegas Useche - 2 de abril de 2019

Contenido

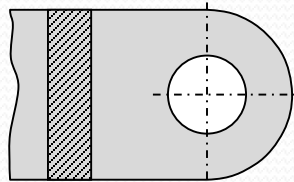
- Discontinuidades y concentración de esfuerzos
- Discontinuidades comunes
- Método fotoelástico y de elementos finitos
- Curvas para K_t
- Diseño – carga estática
- Diseño – carga dinámica
- Consideraciones de diseño y analogía del flujo de fuerzas

Discontinuidades y concentración de esfuerzos

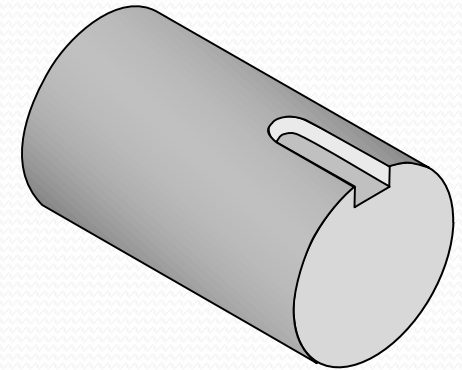
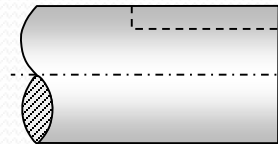
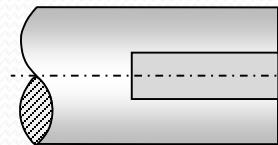
- Las **discontinuidades** (cambios en la geometría) pueden producir concentración de esfuerzos
- Los elementos de máquinas y estructuras usualmente poseen **entallas** (**discontinuidades**) que los hacen más funcionales



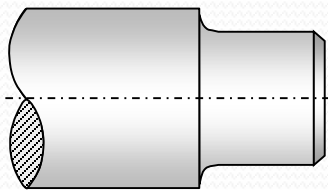
(a) Ranura anular



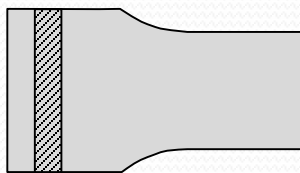
(c) Agujero



(e) Chavetero

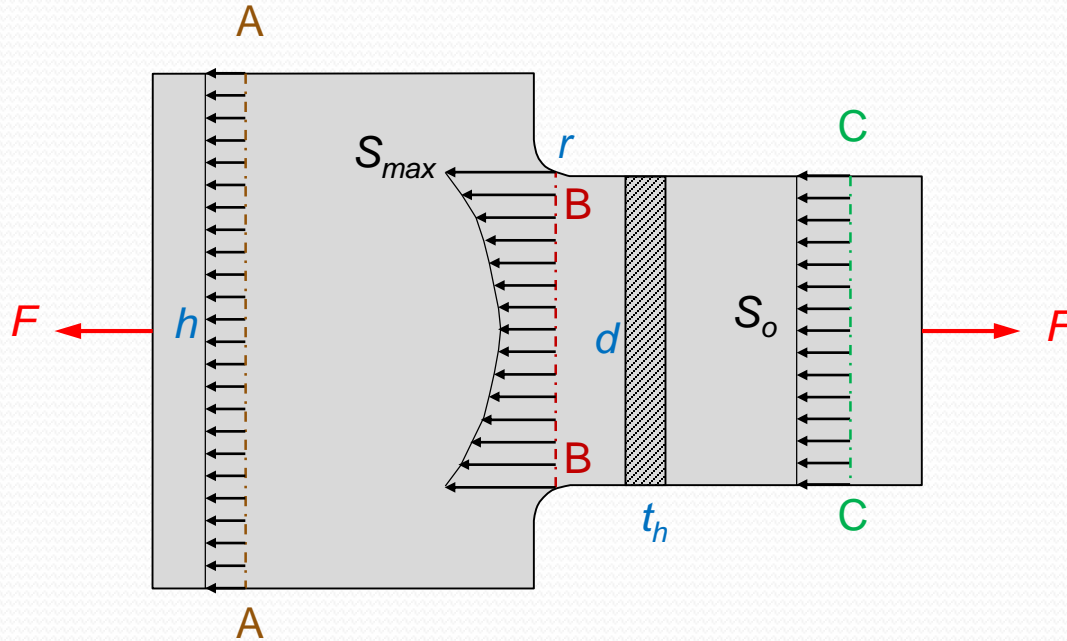


(b) Cambio de sección



(d) Cambio de sección

Discontinuidades y concentración de esfuerzos



Las fuerzas externas son distribuidas uniformemente

$$K_t = \frac{S_{max}}{S_o}, \text{ donde } S_o = \frac{F}{t_h d} \quad \text{Para esfuerzos cortantes } K_t = \frac{S_{smax}}{S_{os}},$$

S_o o S_{os} : esfuerzo nominal

K_t : factor de concentración de esfuerzos

Discontinuidades y concentración de esfuerzos

Grindel (2014) Ejes Estriados Fresados [En línea] <https://www.grindelgears.com/es/ejes-estriados-fresados> (consultado 2 de abril de 2019)



Francisco Petricio - Vigas I [En línea] <http://www.fpetricio.cl/vigas/226-i.html> (consultada 2 de abril de 2019)



Discontinuidades comunes



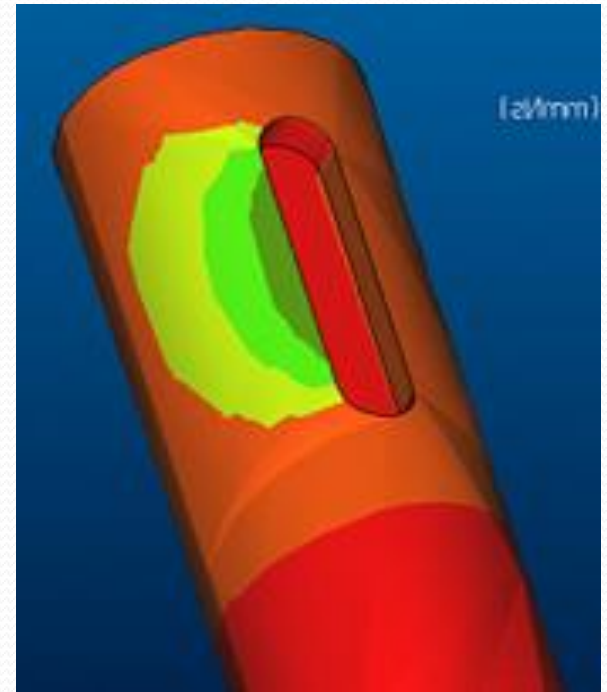
<http://www.indiamart.com/steelshapeindia/forging-products.html>

Ejes y árboles

Discontinuidades comunes



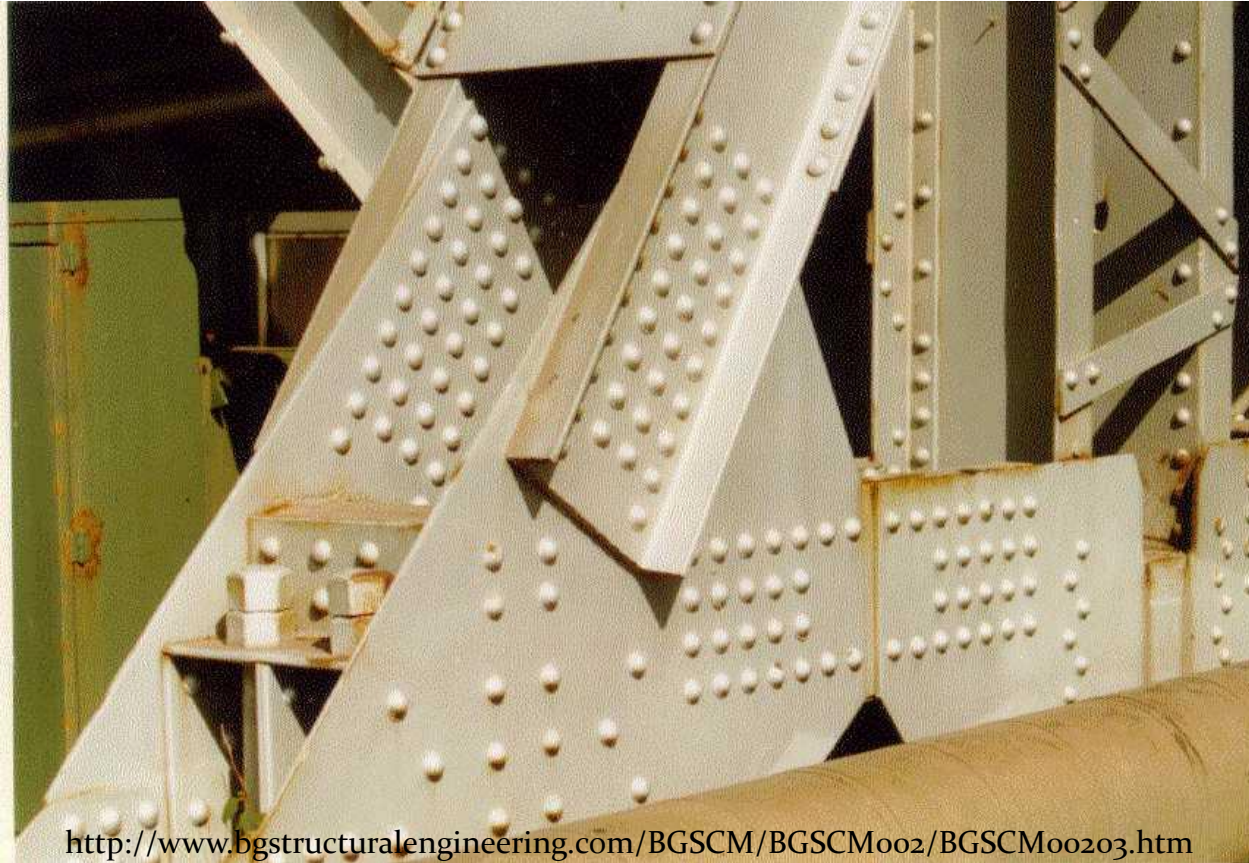
<http://www.powerchair-review.co.uk/modified-f55s-sunrise.htm>



http://arudhramachines.tradeindia.com/Exporters_Suppliers/Exporter19494.320441/Shaft-Torsion-on-Key-Way-FEA.html

Chaveteros

Discontinuidades comunes



<http://www.bgstructuralengineering.com/BGSCM/BGSCM002/BGSCM00203.htm>

Agujeros para remaches o pernos

Discontinuidades comunes

Proinox (2008) Aceros
Especiales,
<http://www.proinox.es/aespecial.html>



Cigüeñal

Jelsoft Enterprises Ltd. (2008)
Singapore Bikes.com,
<http://www.singaporebikes.com/forums/showthread.php?p=4249698>



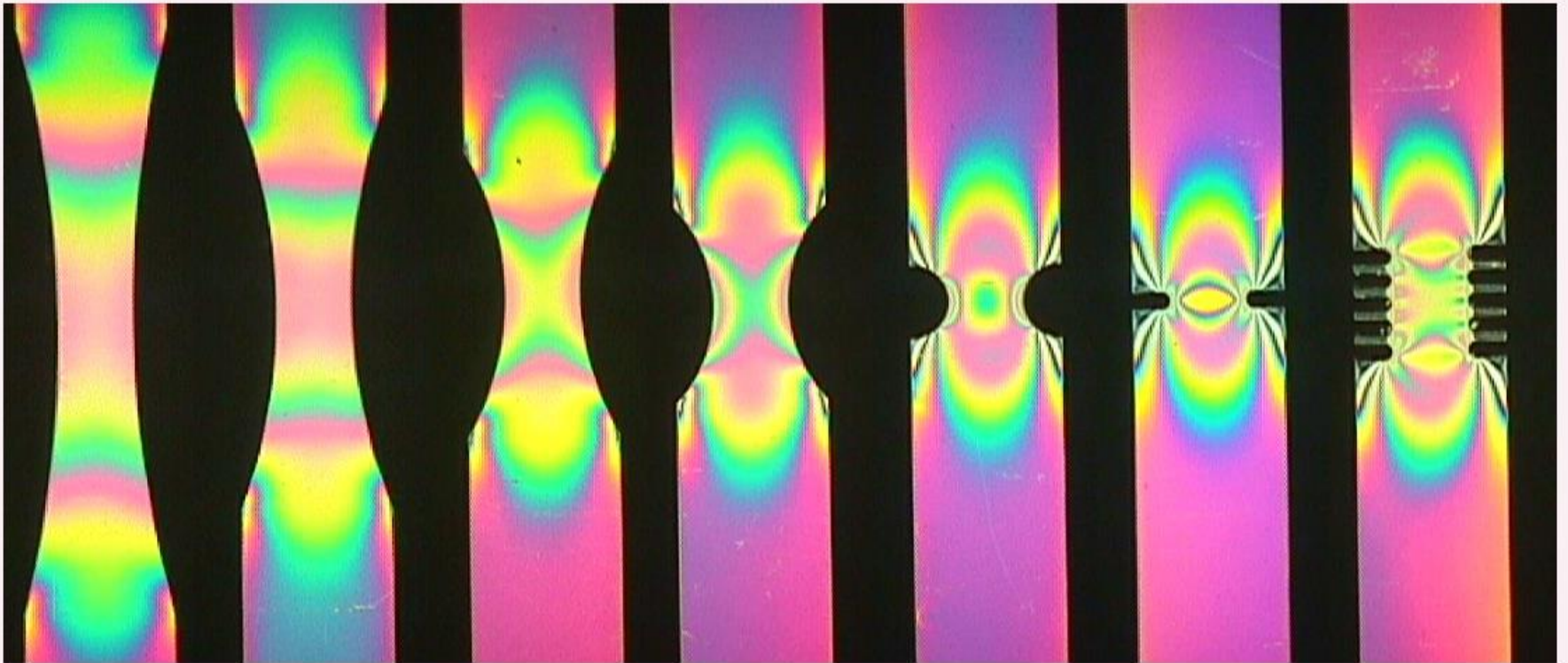
Pernos

Mecanismo biela
manivela

Contenido

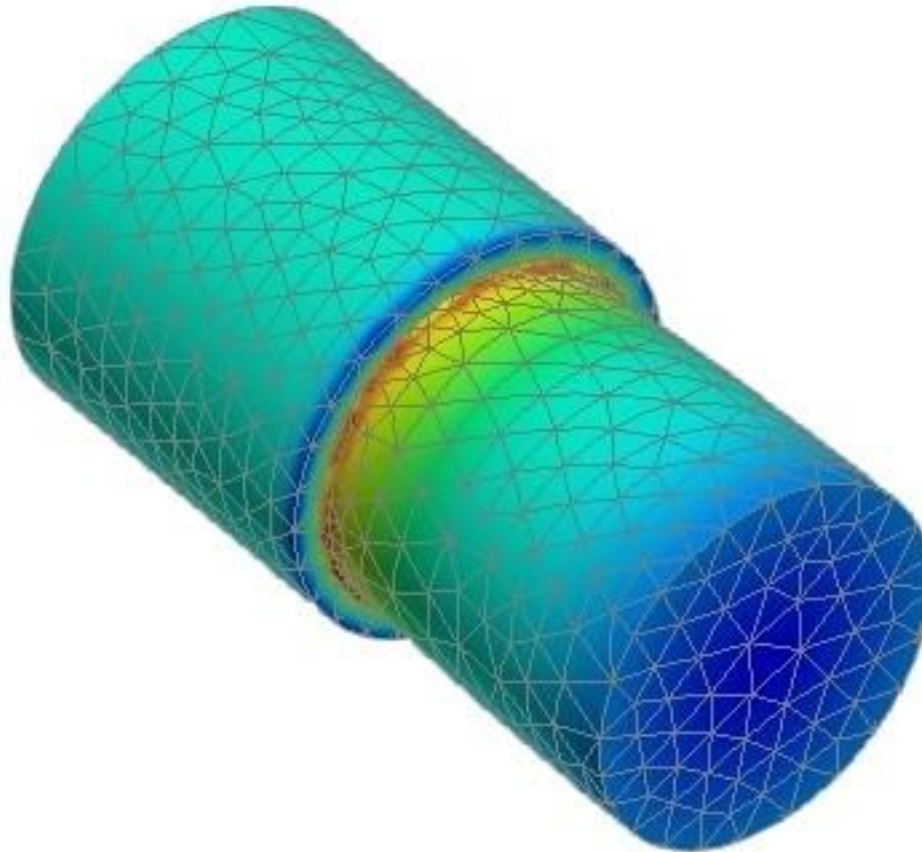
- Discontinuidades y concentración de esfuerzos
- Discontinuidades comunes
- Método fotoelástico y de elementos finitos
- Curvas para K_t
- Diseño – carga estática
- Diseño – carga dinámica
- Consideraciones de diseño y analogía del flujo de fuerzas

Método fotoelástico



http://www3.ntu.edu.sg/mae/Research/Groups/Digital_Imaging/pictures/photoelasticity/SCF-ALL.jpg

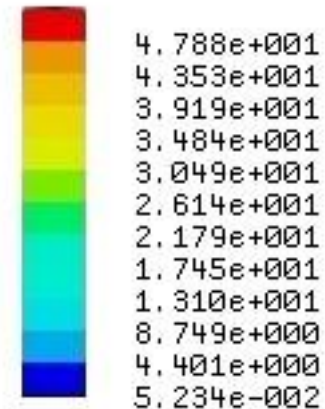
Método de elementos finitos



scenario_1
LOAD GROUP 1
Stress
Maximum Shear
Unit = N/mm² (MPa)

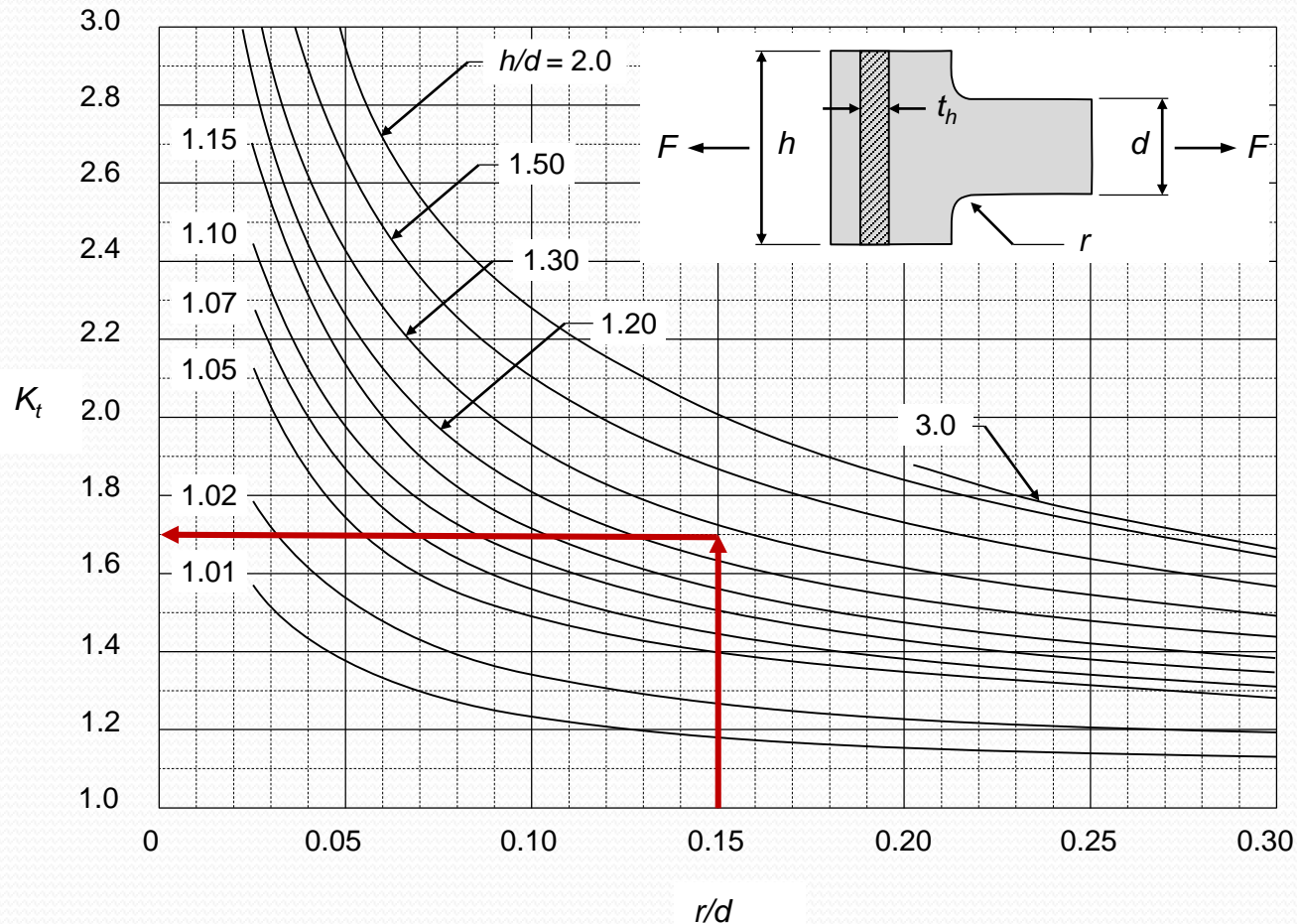
Elem Nodal Result
Averaged at Nodes

Model Maximum =
5.320e+001



Model Minimum =
5.234e-002

Curvas para K_t



Ejemplo:
 $h = 125 \text{ mm}$
 $d = 100 \text{ mm}$
 $r = 15 \text{ mm}$

Entonces:
 $h/d = 1.25$
 $r/d = 0.15$

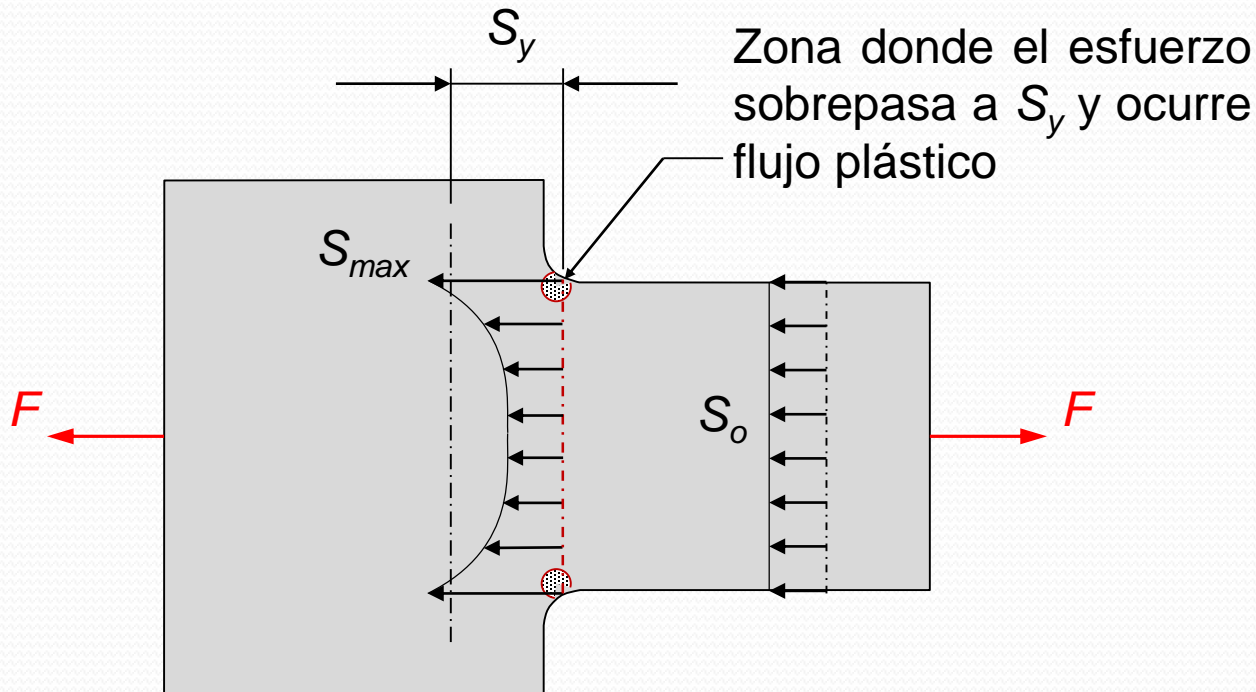
$K_t \approx 1.7$

Figura A-5.5 Placa plana con cambio de sección sometida a carga axial

Contenido

- Discontinuidades y concentración de esfuerzos
- Discontinuidades comunes
- Método fotoelástico y de elementos finitos
- Curvas para K_t
- Diseño – carga estática
- Diseño – carga dinámica
- Consideraciones de diseño y analogía del flujo de fuerzas

Diseño - carga estática



Material dúctil:

Generalmente **no** se tiene en cuenta la concentración de esfuerzos

Material frágil:

Sí se tiene en cuenta el concentrador

Excepciones: el hierro fundido gris (y otras fundiciones) presentan partículas de carbono que actúan como concentradores. Agregar uno más podría no tener efecto sobre el esfuerzo máximo

Advertencia! un concentrador de esfuerzos, especialmente entallas de radios muy pequeños o grietas puntiagudas, podría causar la falla, si el material tiene una baja “tenacidad a la fractura” o la magnitud y dirección del esfuerzo es muy crítica.

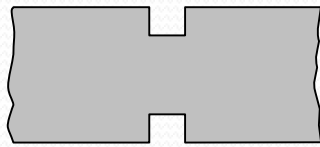
SE DEBERÍA APLICAR LA MECÁNICA DE FRACTURA EN ESTOS CASOS

Diseño - carga dinámica

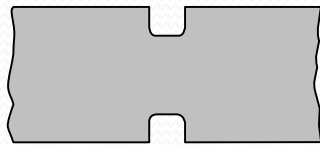
Material dúctil o frágil:

Se debe tener en cuenta el efecto de los concentradores de esfuerzos para ambos tipos de material, cuando éstos se someten a cargas **variables**. Los procedimientos de diseño se estudian en el capítulo 5 (Teoría de fatiga)

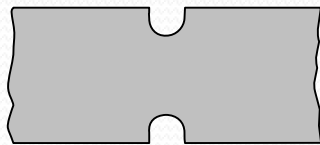
Consideraciones de diseño



Idea original

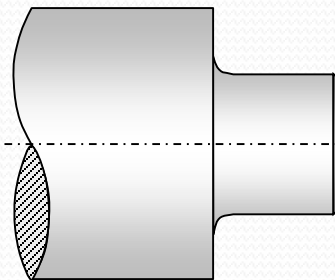
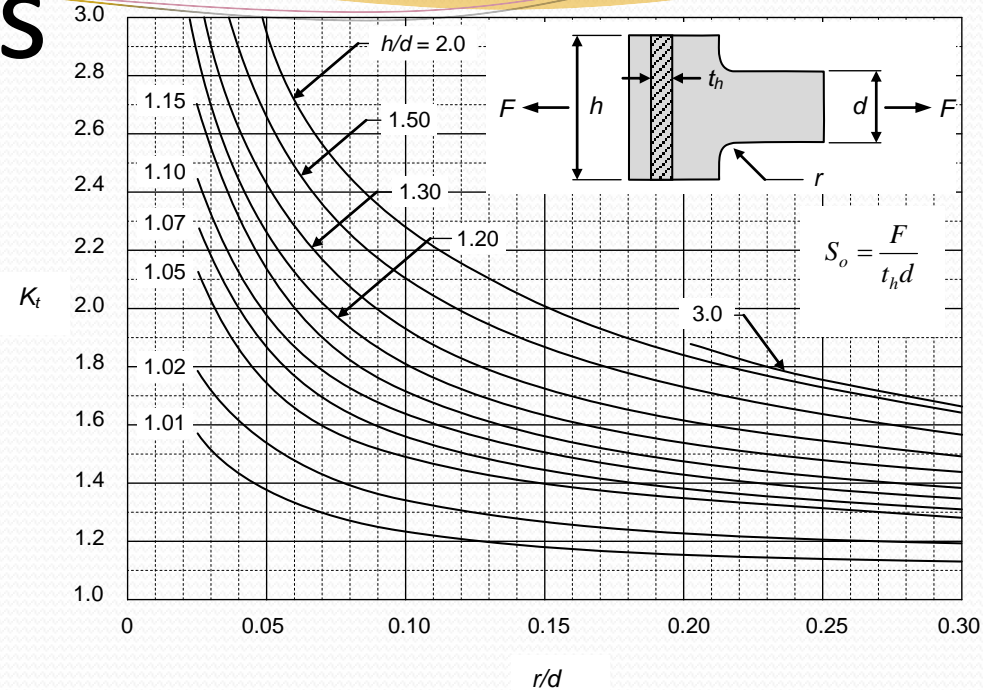


Se suaviza la entalla con pequeños radios

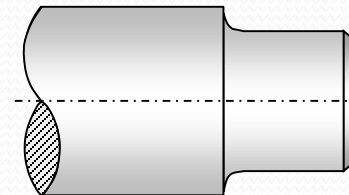


Se aumentan los radios

(a) Se pueden reducir los esfuerzos, utilizando radios grandes



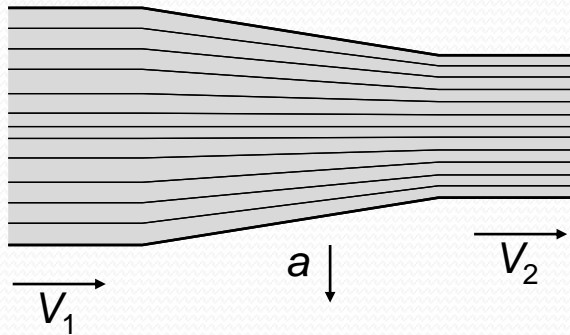
Idea original



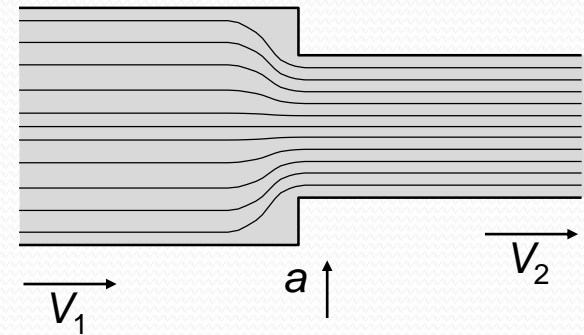
Se reduce el diámetro mayor y, por lo tanto, la relación de diámetros

(b) Se pueden reducir los esfuerzos reduciendo la relación de diámetros

Analogía del flujo de fuerzas



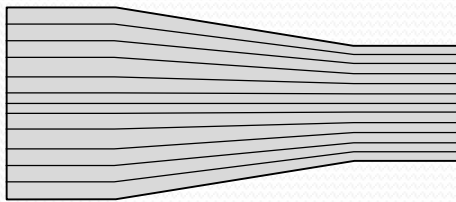
(a) Cambio de sección gradual, aceleración pequeña



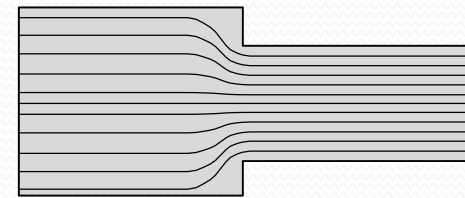
(b) Cambio de sección abrupto, gran aceleración

Figura 3.31 Ductos con cambios de sección por donde fluye un fluido

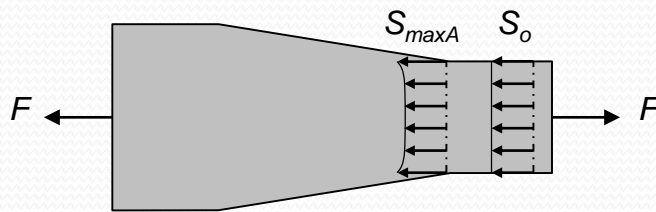
Analogía del flujo de fuerzas



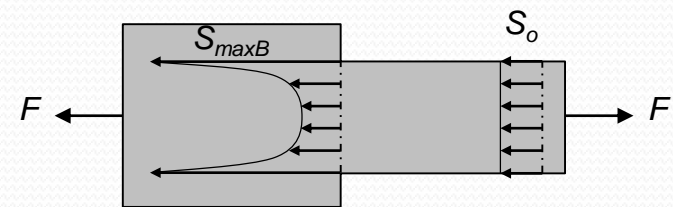
(a) Placa plana con cambio gradual de sección



(b) Placa plana con cambio abrupto de sección



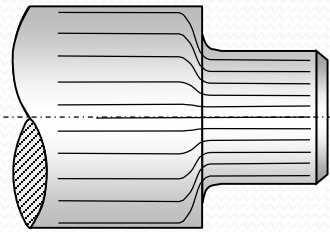
(a) Pequeño incremento del esfuerzo en las vecindades de la discontinuidad



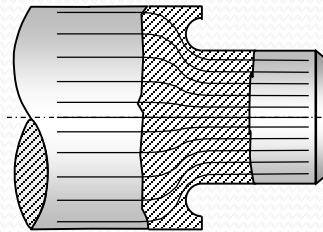
(b) Gran incremento del esfuerzo en las vecindades de la discontinuidad

Figura 3.33 Esfuerzos máximos en placas planas con cambios de sección sometidas a tracción

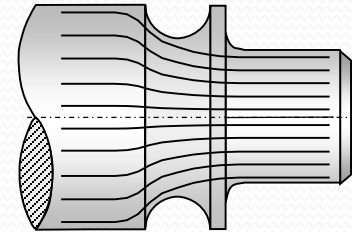
Analogía del flujo de fuerzas



(a) Eje escalonado con un radio de enlace pequeño



(b) Ranura anular en la superficie plana, de mayor radio que el de (a)



(c) Ranura anular en la superficie cilíndrica

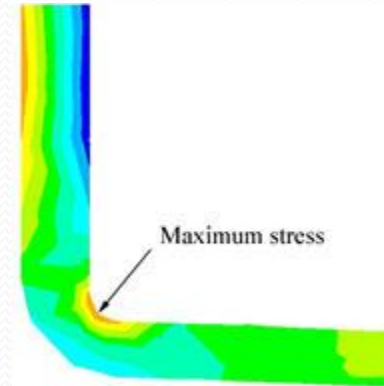
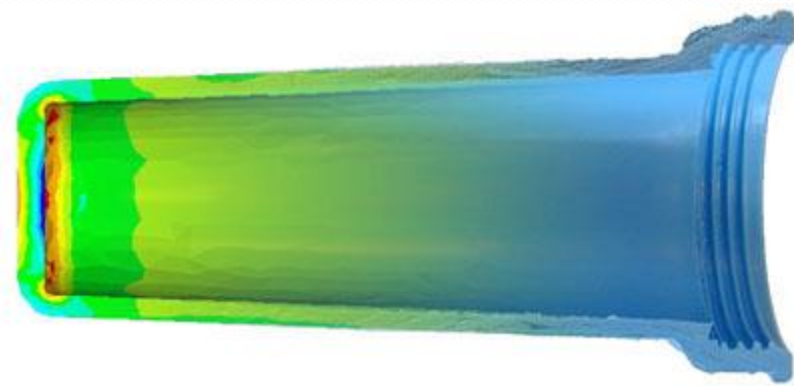
Figura 3.34 Reducción de la concentración de esfuerzos en un eje circular

Consideraciones de diseño

- Funcionalidad (resistencia, rigidez, montaje, operación, mantenimiento)
- Costo
- Eliminar concentradores de esfuerzo en lo posible
- Suavizar al máximo los cambios, utilizando radios grandes.
- Minimizar la relación entre la mayor y la menor dimensión.
- Utilizar estrategias adicionales, por ejemplo, agregar más discontinuidades con el fin de reducir los esfuerzos, utilizando el análisis de flujo de fuerzas

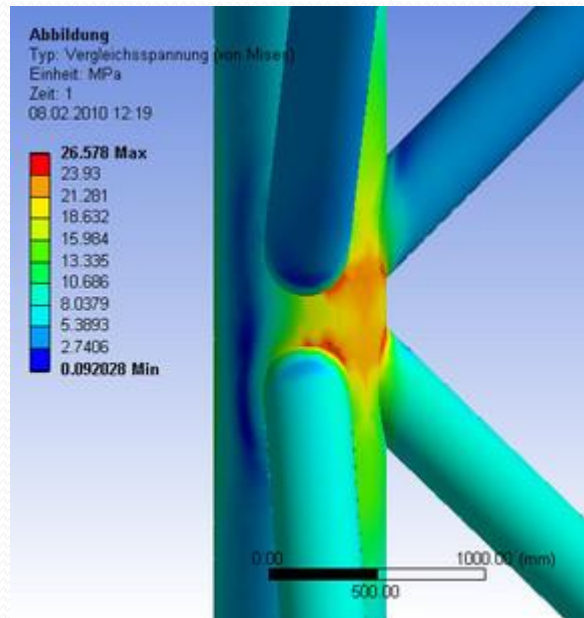
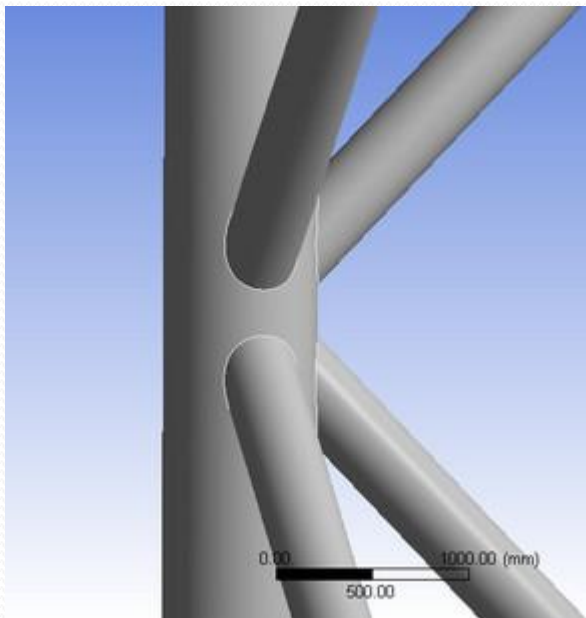
Contenido

- Discontinuidades y concentración de esfuerzos
- Discontinuidades comunes
- Método fotoelástico y de elementos finitos
- Curvas para K_t
- Diseño – carga estática
- Diseño – carga dinámica
- Consideraciones de diseño y analogía del flujo de fuerzas



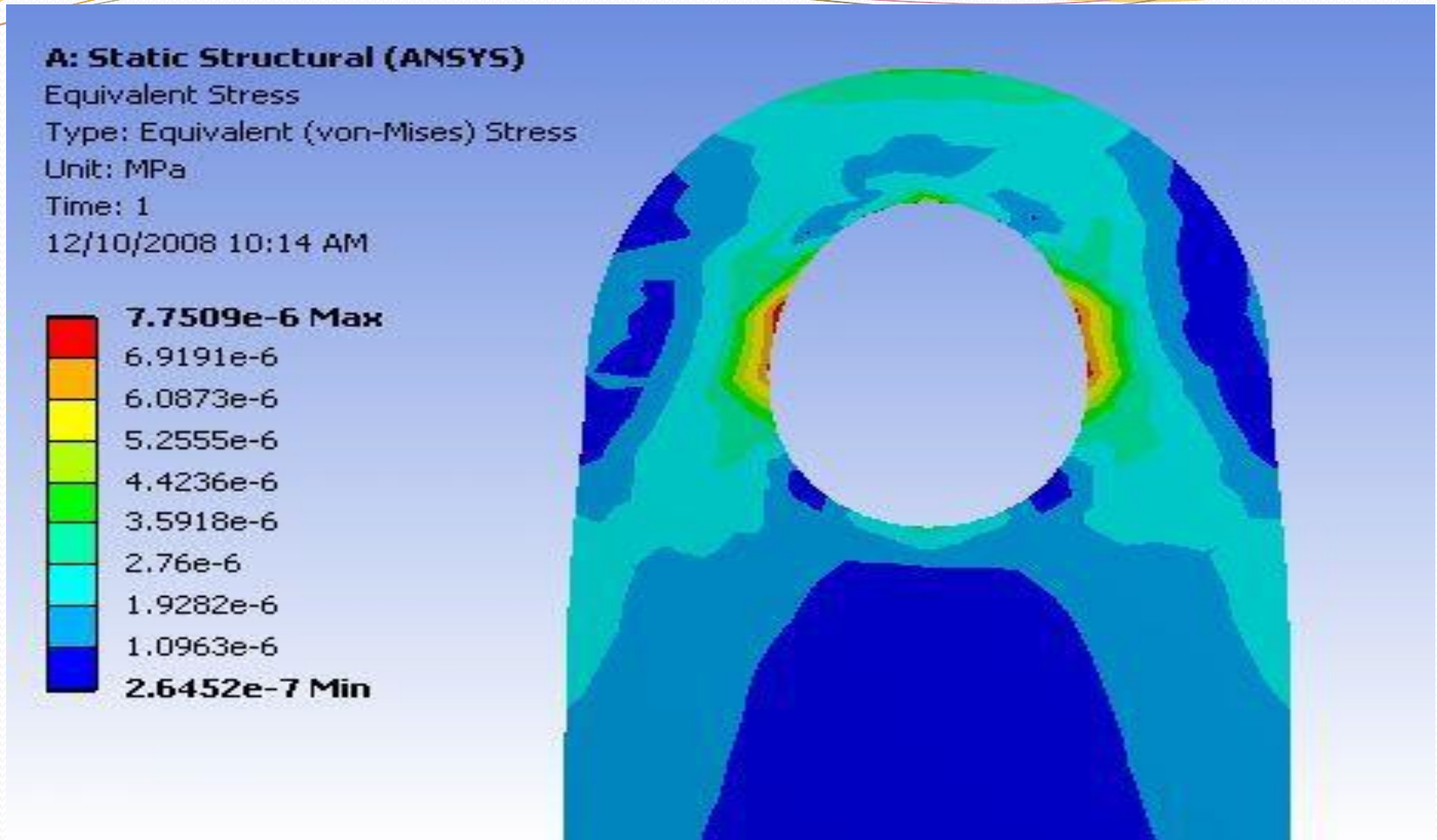
Concentración de esfuerzos en la **cubierta de un filtro de agua**

<http://www.madisongroup.com/case-studies-water-filter.html>



Concentración de esfuerzos en las **conexiones de tuberías de una estructura**

<http://www.ski-consult.de/1/erneuerbare-energien/offshore-wind-energy/jacket.html>



Concentración de esfuerzos en una **unión con pasador**