

PRÁCTICA 2 ADINA (MEF 20/21).

DEPÓSITO.

➤ Trabajo realizado por

César Eduardo Jiménez Gámez

DNI: 05965692K

Los datos utilizados son: $L = 3100\text{mm}$, $R = 620\text{mm}$, $t = 15\text{mm}$, $p = 33\text{atm}$ ($3,34\text{MPa}$).

Para el mallado de la estructura se han utilizado 20 subdivisiones en los lados curvos y 25 en los lados rectos del modelo.

Los resultados obtenidos son los expuestos a continuación:

➤ **Apartado a:**

Número de elementos utilizados: **800**

Número de nodos: **856**

Número de grados de libertad (5 grados de libertad por cada nodo en ejes locales): **4280**

➤ **Apartado b:**

Los valores de tensiones de la resistencia de materiales (RM) para depósitos de pared delgada son las siguientes.

En la parte cilíndrica (calculada con RM) se tiene:

- I. Tensión circunferencial: $\sigma_C = \frac{p \cdot R}{t} = 138,05 \text{ MPa}$.
- II. Tensión longitudinal: $\sigma_L = \frac{p \cdot R}{2 \cdot t} = 69,03 \text{ MPa}$.

En la parte hemiesférica (calculada con RM) se tiene:

- I. La tensión circunferencial y longitudinal son coincidentes de tal forma que se cumple $\sigma_C = \sigma_L = \sigma$, donde $\sigma = \frac{p \cdot R}{2 \cdot t} = 69,03 \text{ MPa}$.

La tensión radial en ambas partes es nula y, por tanto, la tensión principal 3 también lo es.

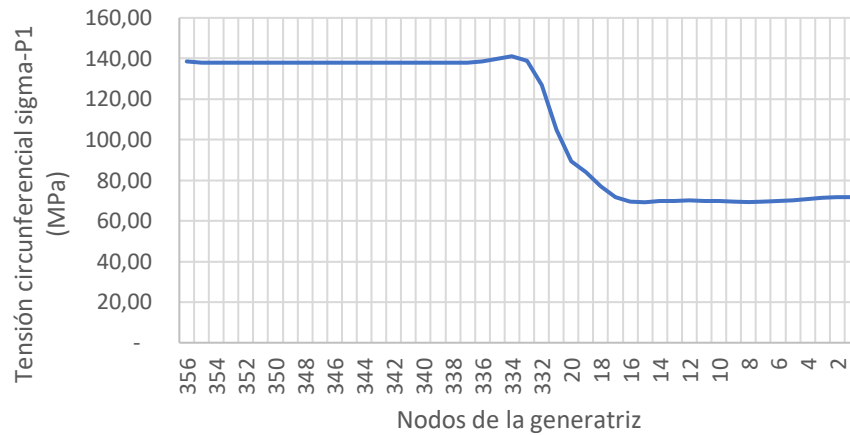
De esta forma puede observarse que las tensiones principales son:

- I. Parte cilíndrica: $\sigma_1 = \sigma_C$ y $\sigma_2 = \sigma_L$.
- II. Parte hemiesférica: $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma$.

▪ **Punto 1:**

Se pide representar la tensión circunferencial en los nodos a lo largo de una generatriz del depósito. Se representa el valor de dicha tensión empezando desde la parte cilíndrica (nodos 356-21) hasta la hemiesférica (nodos 21-1). Efectivamente, se observa un salto de tensiones de una parte a otra, algo esperado por RM.

Tensión circunferencial en una generatriz



Los resultados de RM son:

$$\sigma_{C\text{ cilindro}} = \frac{p \cdot R}{t} = 138,05 \text{ MPa} \quad \sigma_{C\text{ hemiesfera}} = \frac{p \cdot R}{2 \cdot t} = 69,03 \text{ MPa}$$

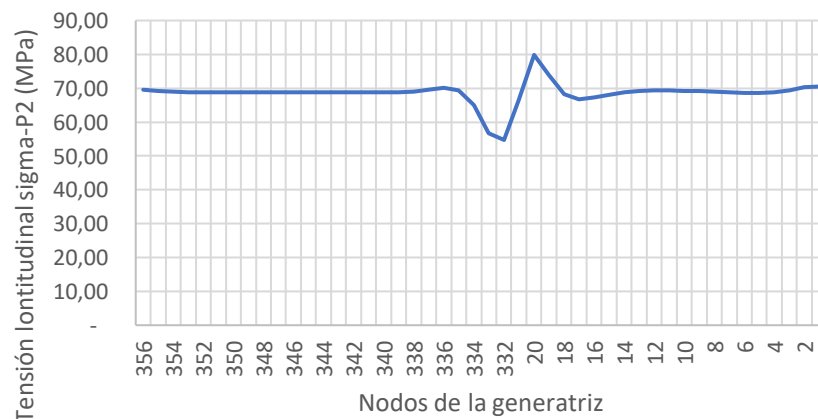
Los resultados obtenidos por ADINA son aproximadamente constantes (como se esperaba por RM) en cada una de las zonas, cuyos valores aproximados son:

$$\sigma_{C\text{ cilindro}} = 138 \text{ MPa} \quad \sigma_{C\text{ hemiesfera}} = 70 \text{ MPa}$$

Se observa que ambos resultados son muy similares.

Además, resultante interesante representar la tensión longitudinal a lo largo la misma generatriz. Puede comprobarse que las tensiones en ambas zonas son la misma y aproximadamente constantes, algo esperado por RM.

Tensión longitudinal en una generatriz



▪ **Punto 2:**

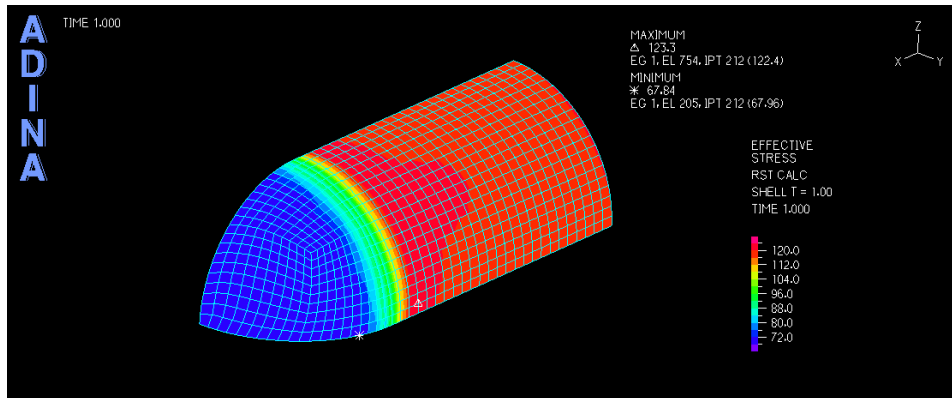
Se utiliza la ecuación proporcionada en el enunciado para calcular la tensión Von Mises, donde σ_I , σ_{II} , σ_{III} son las tensiones principales 1, 2 y 3.

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot [(\sigma_I - \sigma_{II})^2 + (\sigma_{II} - \sigma_{III})^2 + (\sigma_{III} - \sigma_I)^2]}$$

Con la teoría de Resistencia de Materiales (RM) y metiendo las tensiones principales anteriormente calculadas en la ecuación, se llega a:

- I. Para la hemiesfera: $\sigma_{VM \text{ hemiesfera}} = 69,03 \text{ MPa}$.
- II. Para la hemiesfera: $\sigma_{VM \text{ cilindro}} = 119,55 \text{ MPa}$.

Con ADINA se representa gráficamente y con colores la tensión de Von Mises del depósito:



De esta representación se obtienen los valores máximo y mínimo de tensión equivalente de todo el modelo, siendo estas:

$$\sigma_{VM \text{ máx}} = 123,3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{VM \text{ mín}} = 67,84 \text{ MPa}$$

Se observa que $\sigma_{VM \text{ máx}}$ aparece en un punto sobre el cilindro, cerca de la zona de unión cilindro-hemiesfera. Mientras tanto, $\sigma_{VM \text{ mín}}$ se encuentra sobre la hemiesfera, también cerca de la zona de unión.

Con estos dos valores de tensión obtenidos por ADINA (máxima de la zona cilíndrica y mínima de la zona hemisférica), puede comprobarse que las tensiones del modelo son del orden de las calculadas por RM.

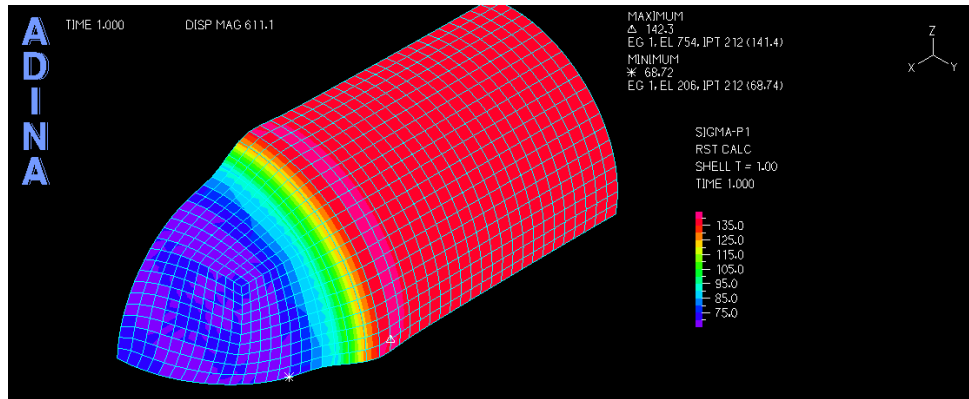
▪ **Punto 3:**

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se ve que las tensiones máximas que aparecen en el modelo se corresponden con las tensiones circunferenciales.

Las tensiones máximas del modelo no se corresponden con las de la solución RM debido a la existencia de la zona de transición (de unión) entre cilindro y esfera. La flexión

secundaria (un orden superior al resto, y no tenida en cuenta con RM) existente en esta zona provoca una fuerte variación de tensiones.

Representando en ADINA estas tensiones normales máximas sobre la deformada del depósito, se obtiene:



Es necesario comentar que en esta imagen, las manchas moradas de la esfera y las discontinuidades de colores entre unos elementos y otros, hacen dudar sobre lo bueno de los resultados obtenidos. Sería conveniente mallar más fino para solucionar estos problemas, pero estando tan cerca del límite de 900 nodos, es algo que se hace muy complicado de forma que quede una malla “bonita”.

➤ Apartado c:

El momento flector máximo que aparece en el depósito tiene de valor:

$$M_{f \max} = 725,62 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Dicho momento flector máximo aparece concretamente en el nodo 324 del modelo, el cual está situado en la zona de unión cilindro-hemiesfera. El momento flector máximo aparece en la zona de unión por el siguiente motivo: la diferencia de capacidades de expansión de ambas partes, por existir un salto de tensiones circunferenciales entre ellas (salto de tensiones y deformaciones) provoca que la estructura flechte en esta zona para así “acomodar” el salto de deformaciones y de tensiones.

Con la base de RM se explica simplemente viendo que, efectivamente existe un salto de tensiones entre ambas partes. La estructura flecha (aparecen momentos flectores) en una zona de transición adecuada “acomodar” el salto de deformaciones y de tensiones. El salto de tensiones por RM se ve a continuación:

$$\sigma_{C \text{ cilindro}} = \frac{p \cdot R}{t} \neq \sigma_{C \text{ hemiesfera}} = \frac{p \cdot R}{2 \cdot t}$$