

ESTRUCTURAS

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales – Especialidad Mecánica



PRÁCTICA 2: SISTEMAS DE BARRAS DE VIGAS

Curso 2021/22

Álvaro Morales Sánchez - 18240

Jorge Calvo Arroyo - 17069

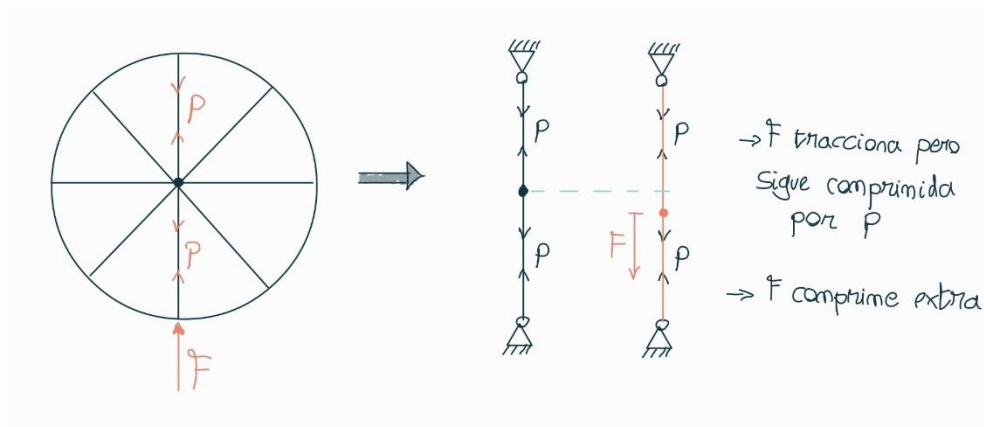
Antón Levytskyy - 17250

Índice

1. Prediseño de los radios	1
2. Prediseño de la llanta	2
3. Modelado de la sección de la llanta	3
4. Modelado CAD de la rueda	4
5. Primer cálculo MEF en Ansys	5
6. Segundo cálculo MEF en Ansys	6
7. Tercer cálculo MEF en Ansys	9
8. Cuarto cálculo MEF en Ansys	14
9. Trabajo en grupo	15

1. Prediseño de los radios

Para este primer apartado, predimensionaremos tanto el diámetro de los radios como el valor de precarga a la que se someterán. Para ello comenzamos planteando las hipótesis H0 y H2.



Se añaden también las dos condiciones para que, ni el radio llegue a trabajar en compresión (para evitar el pandeo) ni el radio se traccione tanto que llegue al límite plástico. Se establecen, por tanto, un límite superior y un límite inferior, dando lugar a 2 inecuaciones con 2 incógnitas A y P.

$$\begin{cases} P + 0,3 \cdot F < 0,7 \cdot \sigma_{adm} \cdot A & (1) \\ P - 0,3 \cdot F > 0,3 \cdot \sigma_{adm} \cdot A & (2) \end{cases}$$

Teniendo en cuenta que la precarga se modelizará como una variación de temperatura (negativa, para que cree una compresión) tal que:

$$P = AE\alpha\Delta T$$

Realizando un par de iteraciones con la intención de encontrar un diámetro de la barra que tenga un valor 'sencillo', lo más bajo posible para ahorrar material y reducir peso, pero que no vaya muy justo, se ha llegado al valor de $\varnothing = 3,5 \text{ mm}$.

Con ese valor prefijado, se procede a seleccionar la precarga y el valor del decremento de temperatura que la produciría:

$$\begin{cases} P + 0,3 \cdot 1500 < 0,7 \cdot 270 \cdot \frac{\pi 3,5^2}{4} & (1) \\ P - 0,3 \cdot 1500 > 0,3 \cdot 270 \cdot \frac{\pi 3,5^2}{4} & (2) \end{cases}$$

$$1229 < P < 1368 \text{ N}$$

Finalmente seleccionamos:

$$P = 1301 \text{ N} \quad , \quad \Delta T = 84 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

2. Prediseño de la llanta

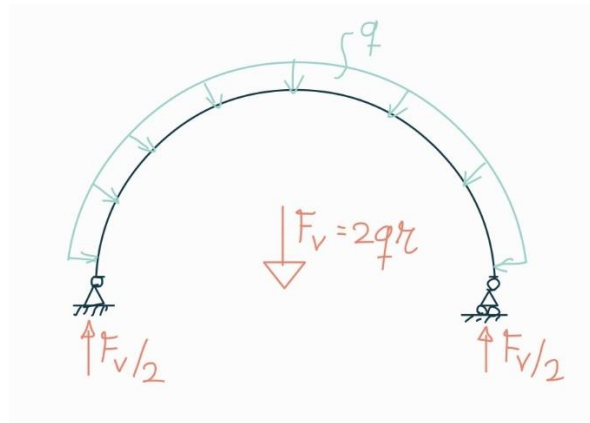
Como número de radios se elige $n = 24$, que es el mismo que se eligió el día de la práctica y un número común en las bicicletas que se han tomado como referencia.

La carga distribuida que simula la carga que recibe la llanta a causa del pretensado de los radios es:

$$q = \frac{nP}{2\pi r} = \frac{24 \cdot 1031 \text{ N}}{2\pi \cdot 0,3 \text{ m}} = 16565 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Para calcular el esfuerzo axial al que se ve sometida la llanta (las cargas de pretensado no originan esfuerzos de cortante ni flexión) se utiliza la expresión:

$$\sum F_V = 2qr = 9939 \text{ N}$$



Como se aprecia en la figura, el esfuerzo al que se ve sometida una sección de la llanta es la mitad de esta fuerza vertical total.

El área de la sección de la llanta necesaria para obtener un factor de seguridad de 2 es:

$$S = \frac{\sigma_{adm}}{\sigma_{func}} = \frac{\sigma_{adm}}{\frac{F_V/2}{A}}$$
$$A = \frac{S \cdot F_V}{2\sigma_{adm}} = \frac{2 \cdot 9939 \text{ N}}{2 \cdot 270 \text{ MPa}} = 36,81 \text{ mm}^2$$

3. Modelado de la sección de la llanta

Escribir aquí

4. Modelado CAD de la rueda

Escribir aquí

5. Primer cálculo MEF en Ansys

Escribir aquí

6. Segundo cálculo MEF en Ansys

Empleando de nuevo el modelo con el que se trabajó en el apartado anterior, donde se obtuvo un nuevo valor de temperatura para obtener la precarga deseada, situándonos entre los límites impuestos por las condiciones del primer apartado. Dicho valor resultó ser 365 °C. Valor calculado para lograr una tensión de 135 MPa, punto medio del intervalo de aplicación.

Modificando dicho modelo, añadiendo el nuevo valor de temperatura, pasaremos a calcular y observar los nuevos resultados.

Primero se busca verificar la linealidad en tensiones y esfuerzos axiales. Para ello, de cumplirse la linealidad, deberíamos obtener valores de fuerza y tensión dentro del intervalo mencionado en el apartado 1b. Concretamente una tensión de 135 MPa.

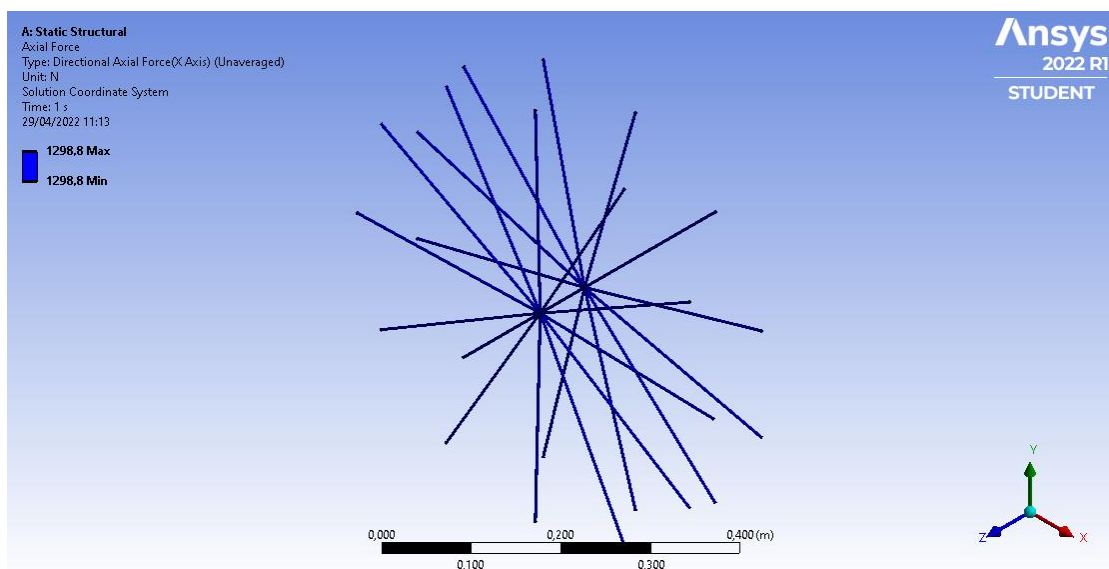


ILUSTRACIÓN 1 - ESFUERZOS AXILES EN LOS RADIOS TRAS PRIMER AJUSTE DE PRECARGA

En el caso de los esfuerzos axiales, obtenemos un valor de 1298,8 N. Confirmando que pertenece al intervalo 1229 – 1368 N.

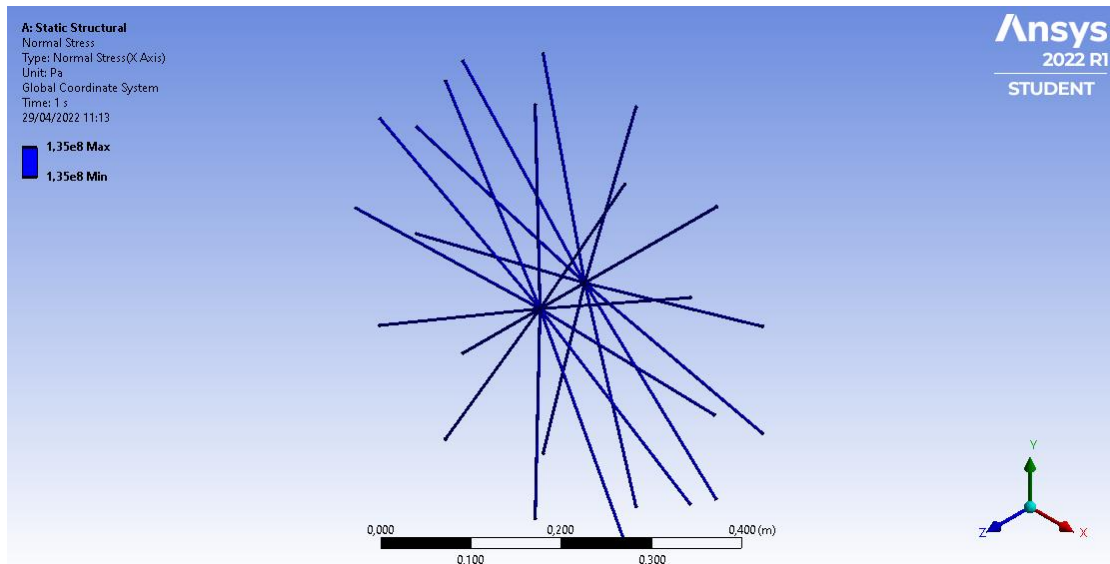


ILUSTRACIÓN 2 - TENSIONES EN LOS RADIOS TRAS PRIMER AJUSTE DE PRECARGA

Con las tensiones ocurre algo similar, resultando 135 MPa. Confirmando que pertenece al intervalo 81 – 189 MPa.

Podemos confirmar que se cumple la linealidad y que se han logrado los resultados deseados con el ajuste de temperatura realizado a partir del modelo anterior.

La siguiente imagen muestra las deformaciones asociadas a los resultados comentados, una tensión en los radios de 135 MPa.

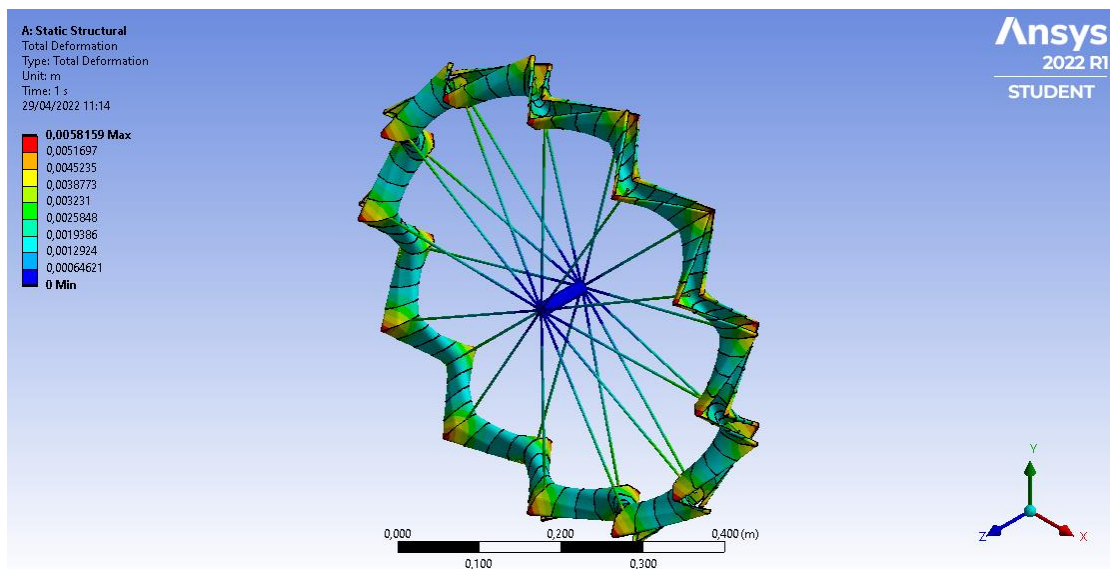


ILUSTRACIÓN 3 - DEFORMACIÓN TRAS PRIMER AJUSTE DE PRECARGA

Tras verificar que los resultados se encuentran dentro de los valores esperados y estimado en los primeros apartados, se hallará la tensión de Von Mises en la llanta.

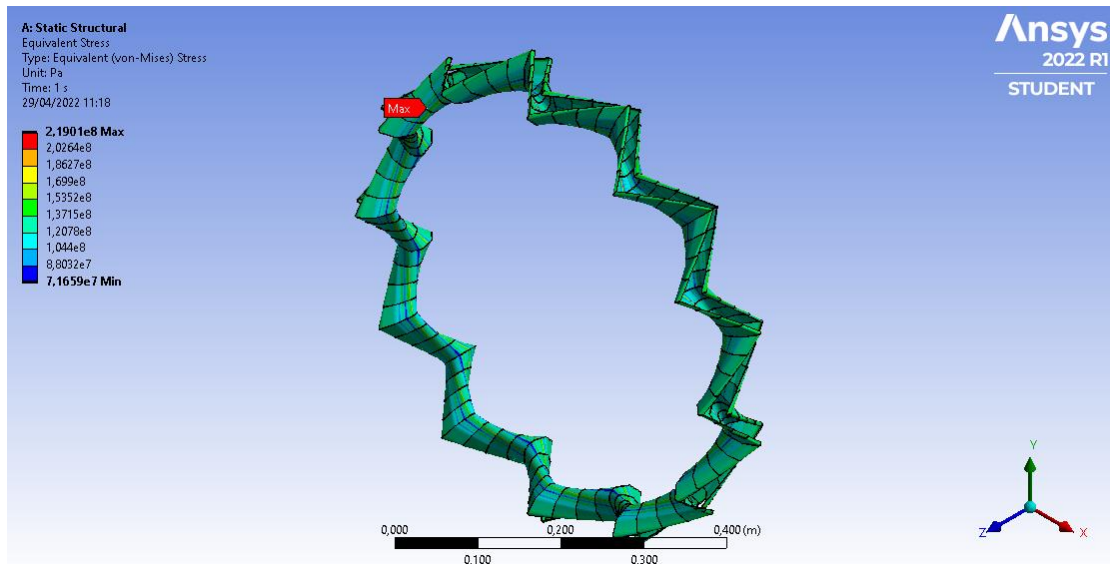


ILUSTRACIÓN 4 - TENSIONES DE VON MISES TRAS PRIMER AJUSTE DE PRECARGA

Como era de esperar, el valor máximo de dicha tensión se sitúa en el punto más bajo del perfil, tomando un valor de 219 MPa.

A continuación, verificaremos que dicha tensión cumple con la condición 2d y supera o iguala el factor de seguridad de valor $S = 2$ frente a la tensión de fluencia.

$$S = \frac{\sigma_{adm}}{\sigma_{func}} = \frac{270}{219}$$

Utilizando el máximo valor para la tensión de Von Mises, ya que es un factor de seguridad, obtenemos un $S = 1,23$.

Confirmando con dicha tensión que se obtiene un factor de seguridad menor de 2, resultado esperado, ya que el perfil abierto no cumple o soporta como se desea todas las solicitaciones a las que es sometido. Por ello, a partir de ahora emplearemos un perfil similar pero cerrado. Gracias a su incremento de inercia, como se observa en la tabla que compara las propiedades geométricas de ambos perfiles, trabajará mejor a flexión y sobre todo a torsión.

7. Tercer cálculo MEF en Ansys

Con este apartado buscaremos verificar la mejora que produce el cambio del perfil. Como mencionamos anteriormente, el perfil cerrado debería cambiar el comportamiento a torsión. Para comparar, observaremos la nueva deformada, comparándola con la del apartado anterior.

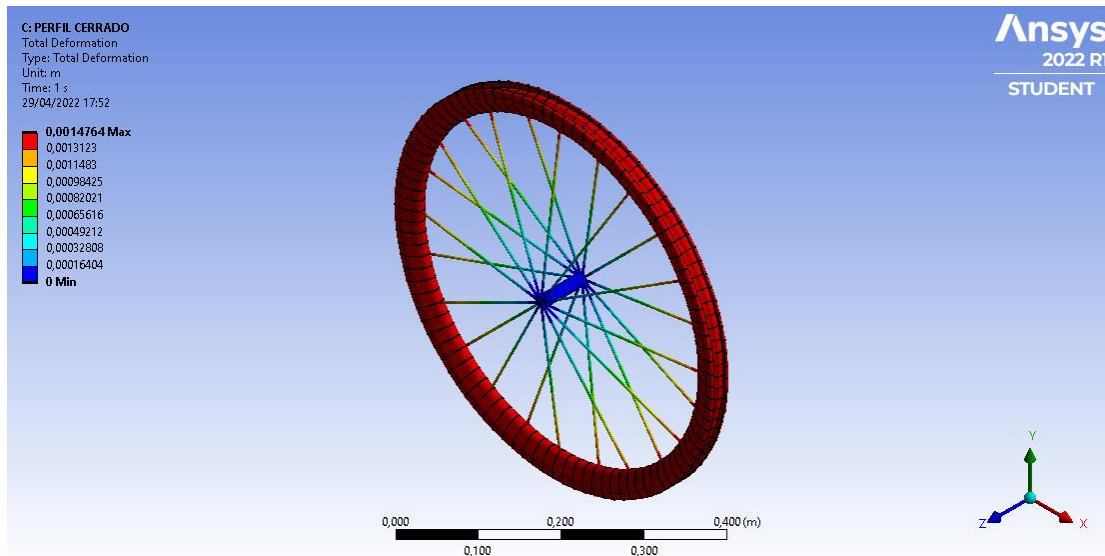


ILUSTRACIÓN 5 - DEFORMADA DEL CONJUNTO CON EL PERFIL CERRADO

Con este nuevo perfil obtenemos una deformada máxima de 0,0014764 m. En el caso del perfil abierto obteníamos una máxima de 0,0058159 m.

Como se puede observar, el cambio de perfil confirma lo mencionado, disminuyendo la deformada. Pese a ser el cambio más notable, no será el único. La disminución de la deformación, sobre todo radial, conlleva un aumento de las tensiones y esfuerzos axiales.

Empezaremos comparando el cambio de los esfuerzos axiales en los radios, pasando después a las tensiones.

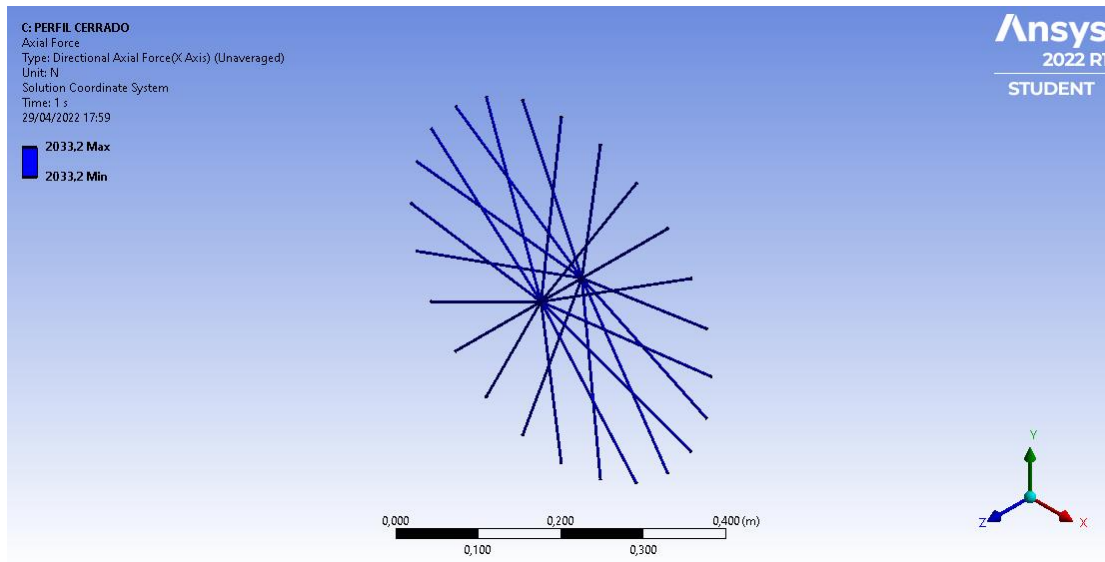


ILUSTRACIÓN 6 - ESFUERZOS AXILES EN LOS RADIOS EMPLEANDO PERFIL CERRADO

Con el nuevo perfil, tendremos esfuerzos axiles de valor 2033,2 N. Aumentando, como habíamos mencionado, con respecto a los 1298,8 N anteriores.

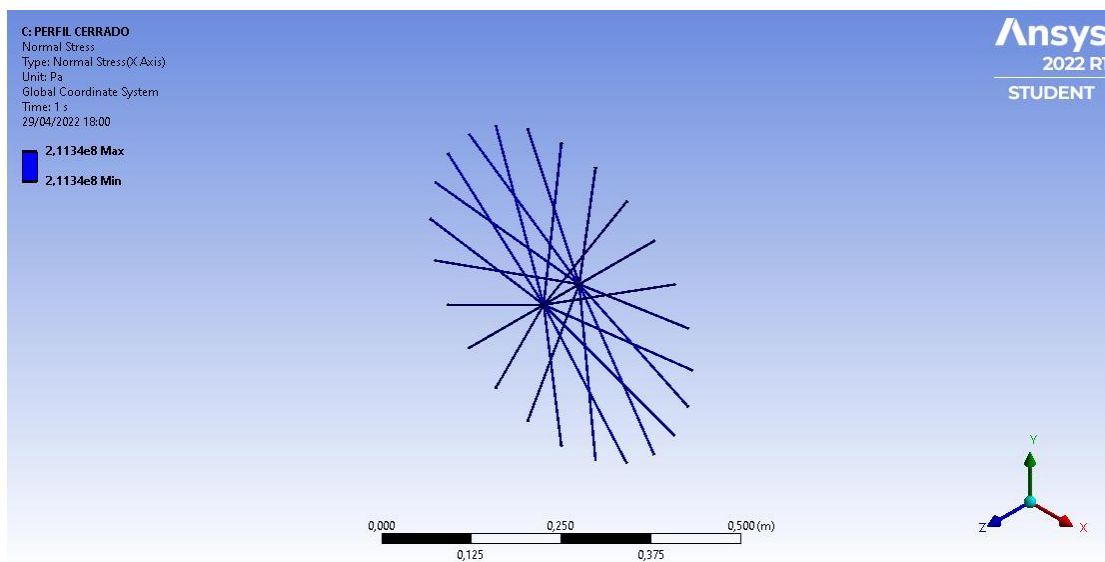


ILUSTRACIÓN 7 - TENSIONES EN LOS RADIOS EMPLEANDO PERFIL CERRADO

Obtenemos tensiones de 211,34 MPa, comparado con los 135 MPa anteriores.

Este incremento de esfuerzos y tensiones supone salirse del intervalo de trabajo. De nuevo, es necesario volver a reajustar la precarga para reencontrarnos dentro de los límites del apartado 1. Empleando en este nuevo caso una temperatura de 218,78°C, para modificar la precarga. Para obtener dicha temperatura se vuelve a suponer un comportamiento lineal, comprobado en el apartado anterior, buscando una tensión de 135 MPa, punto medio del intervalo.

A continuación, se adjuntan los esfuerzos, tensiones, deformación del conjunto y tensión de Von Mises tras el último ajuste.

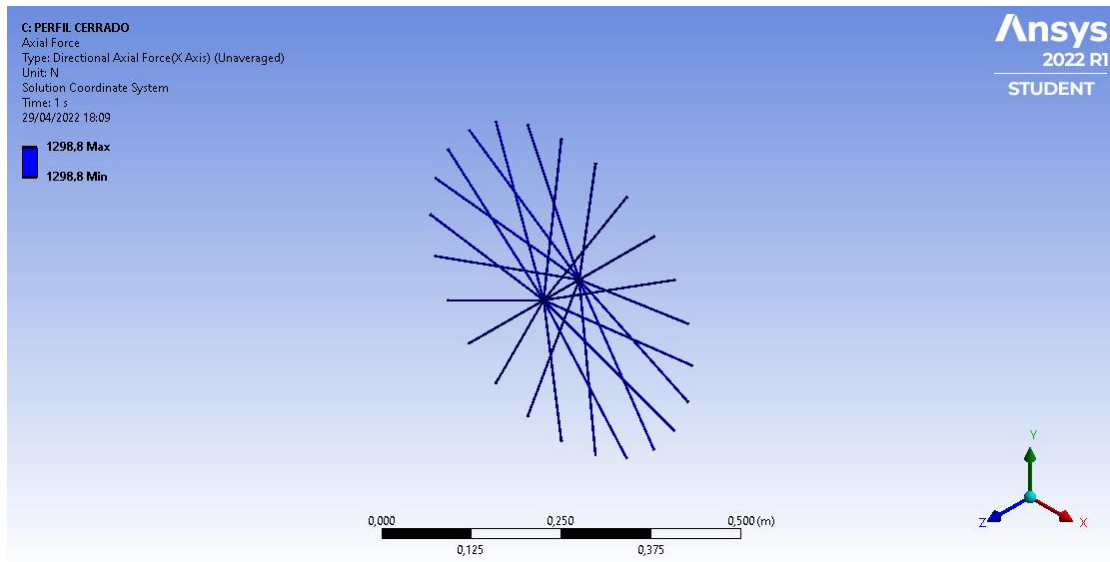


ILUSTRACIÓN 8 - ESFUERZOS EN RADIOS CON PERFIL CERRADO TRAS AJUSTE

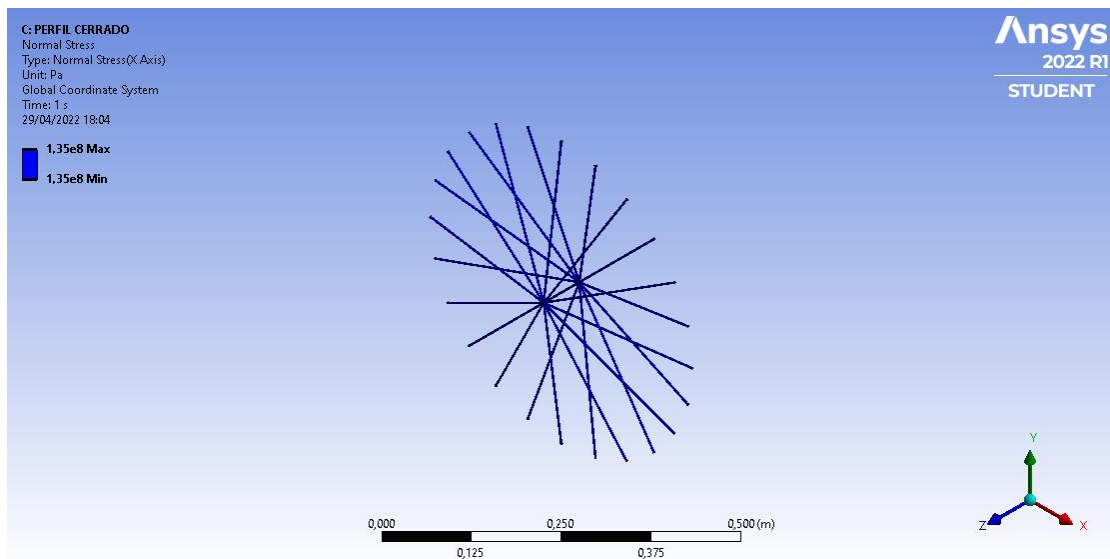


ILUSTRACIÓN 9 - TENSIONES EN RADIOS CON PERFIL CERRADO TRAS AJUSTE

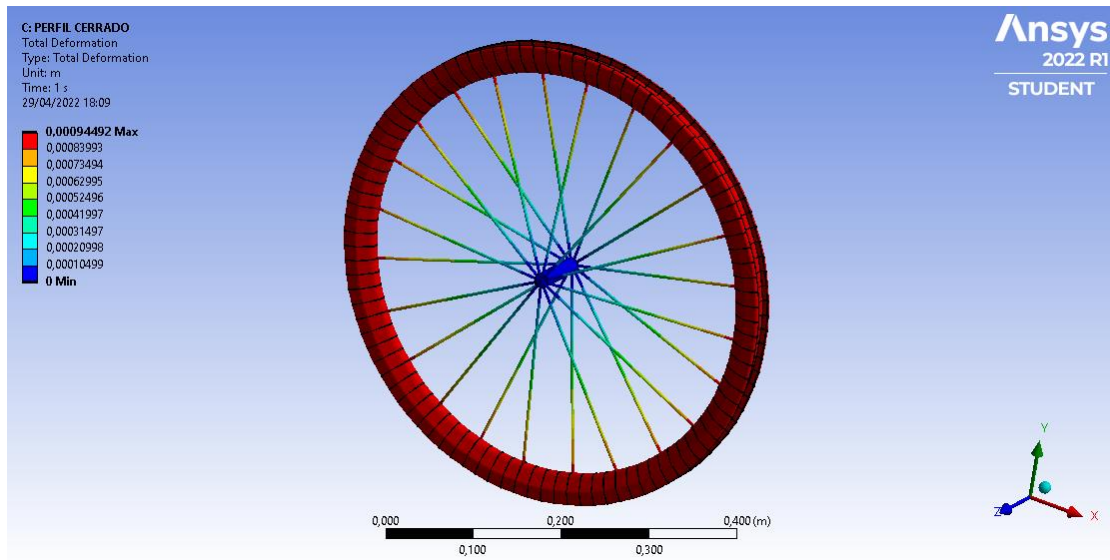


ILUSTRACIÓN 10 - DEFORMADA DEL CONJUNTO CON PERFIL CERRADO TRAS AJUSTE

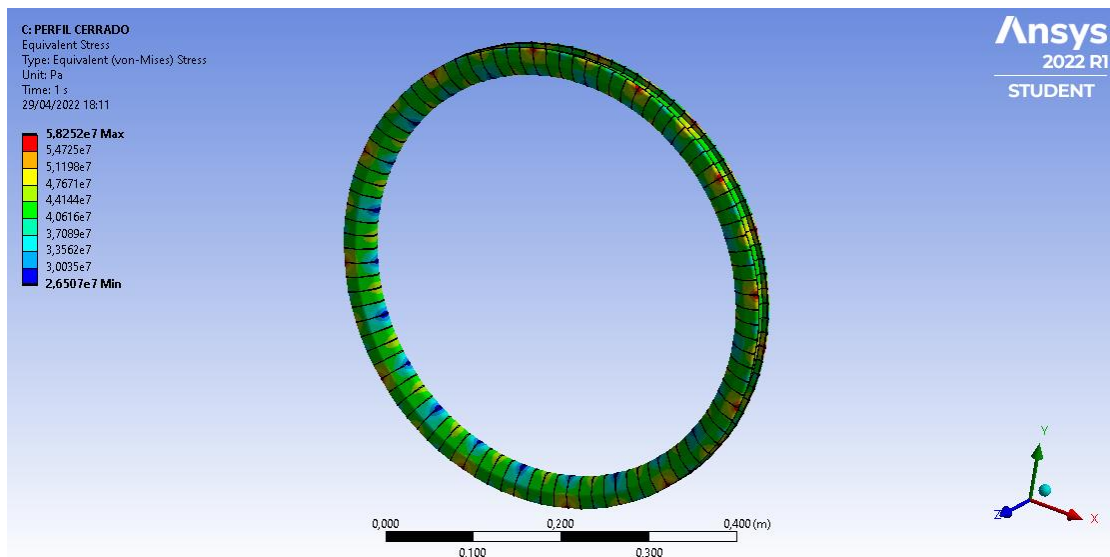


ILUSTRACIÓN 11 - TENSIONES DE VON MISSES EN LLANTA CON PERFIL CERRADO TRAS AJUSTE

Como resumen de las imágenes anteriores, logramos la tensión de 135 MPa buscada. Resultando, de nuevo, unos esfuerzos axiales en los radios de 1298,8 N. La deformada tras el ajuste pasa a un valor máximo de 0,00094492 m, disminuyendo comparado tanto con el abierto como con el cerrado sin ajustar. Por último, se obtiene una tensión máxima de Von Misses de 58,252 MPa, siendo el doble que en el caso con perfil abierto. Calculada de nuevo la tensión de Von Misses volvemos a estudiar si cumple la condición 2d.

$$S = \frac{\sigma_{adm}}{\sigma_{func}} = \frac{270}{58,252}$$

Con el perfil cerrado y cumpliendo las condiciones del apartado 1 obtenemos un factor de seguridad igual a 4,635. Esta vez si logramos cumplir con el apartado 2d, opuesto a lo que ocurría con el perfil abierto. Como era de esperar, superamos el factor de

seguridad con bastante margen, confirmando las mejoras geométricas que proporciona el nuevo perfil.

8. Cuarto cálculo MEF en Ansys

Escribir aquí

9. Trabajo en grupo

Escribir aquí