

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS**

MÁSTER EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL Y DE LA CONSTRUCCIÓN

ASIGNATURA:

Ingeniería de Estructuras

DOCENTES:

Eugenio Oñate

Francisco Zarate

TEMA:

Proyecto Final “Problemas L-38 y L-47”

SUSTENTANTE:

Julio Miguel Báez Cruz

Barcelona, España

9 de Junio del 2015

Problema L-38:

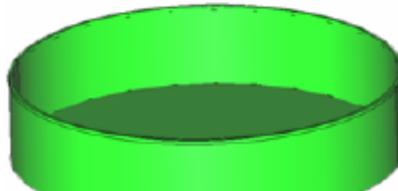
La figura representa un tanque circular de agua de hormigón armado. Calcule el estado tensional y el coeficiente de seguridad que tiene la estructura ante una condición de empuje hidrostático y peso propio.

- 1) Las tracciones máximas en cualquier punto de la estructura no deben superar los 7 MPa
- 2) Las compresiones máximas en cualquier punto de la chapa no deben superar los 130 MPa
- 3) Las propiedades mecánicas del edificio son: $E = 19.8 \text{ KN/mm}^2$ $\nu = 0.18$
- 4) El peso específico es de: 2.9 T/m^3
- 5) La base de la estructura se considera simplemente apoyada.
- 6) La altura máxima del agua es de 6 m

Cargas actuantes:

- e) Peso propio
- f) Presión hidrostática

Las dimensiones del tanque en m :

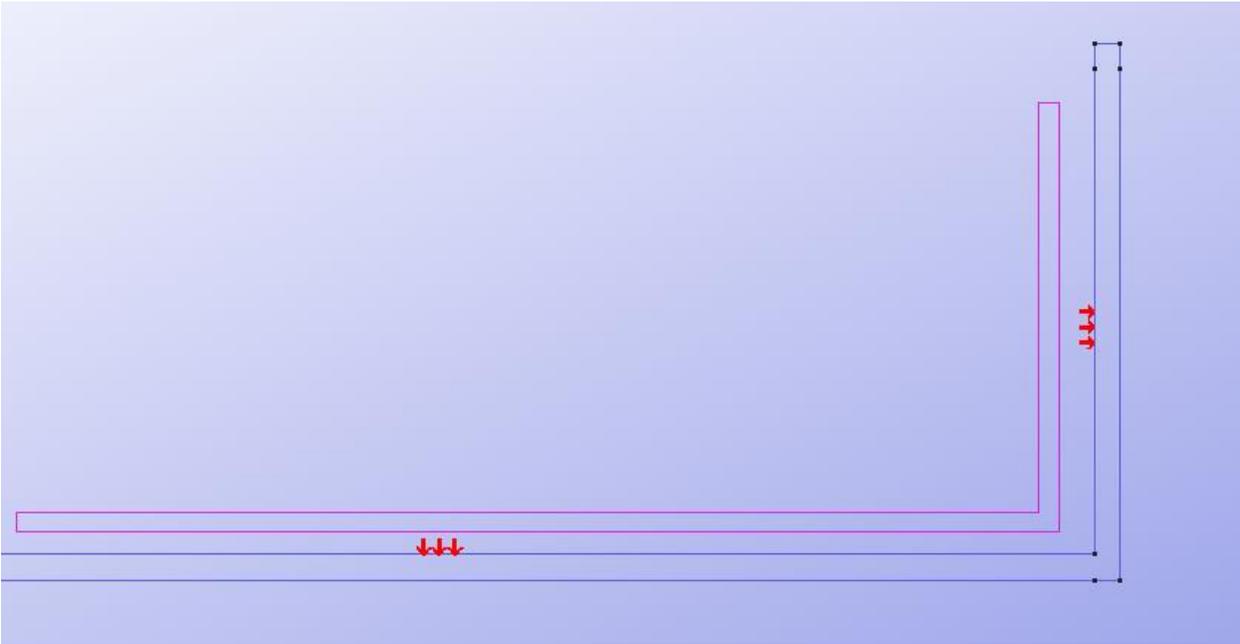


Pasos para la resolución:

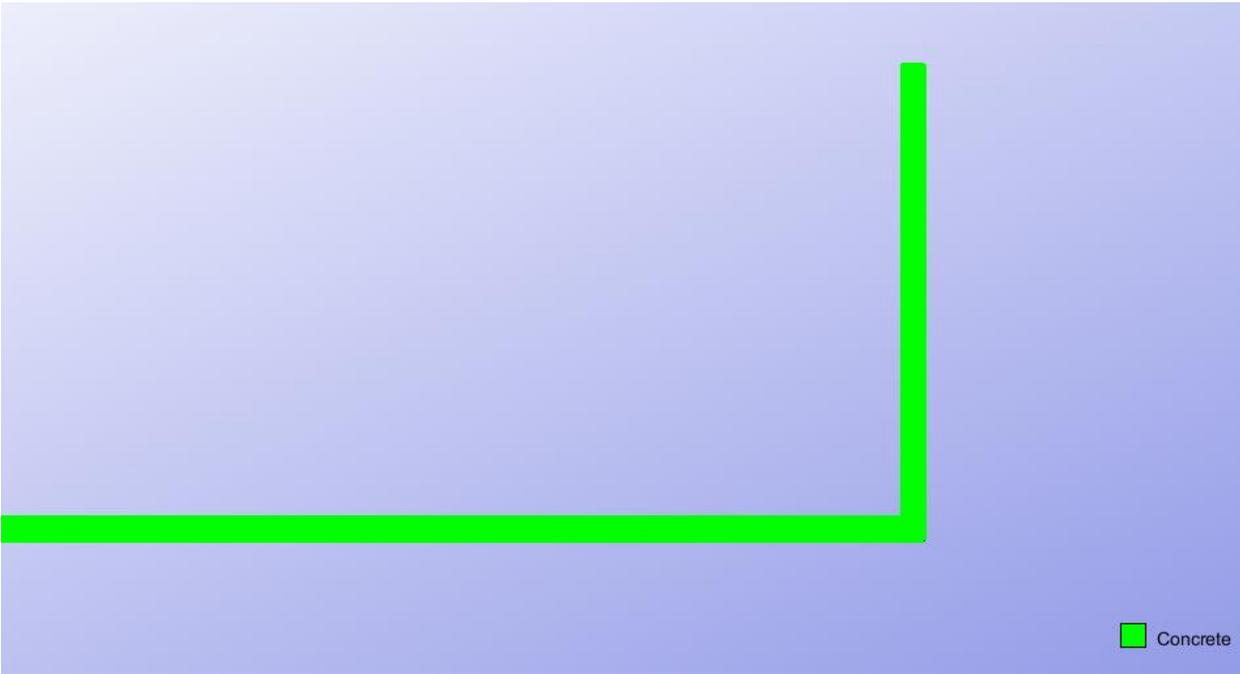
Utilizando el software GiD, modelando el problema como un sólido de revolución se procede a dibujar la geometría tomando en cuenta como primer paso la identificación de los puntos, y luego la unión mediante líneas. La selección de sólidos de revolución por encima de las láminas de revolución se debe a la facilidad del modelado y el uso de una interfaz más directa como lo es GiD.

Luego del dibujo geométrico se procedió a crear la superficie. Más adelante se colocan las condiciones de contorno, que en este caso simplemente se restringe el desplazamiento vertical en el fondo del cilindro. Para finalizar se agregan las propiedades del material proporcionadas en el problema y las condiciones de carga como son el peso propio y la presión hidrostática que se plantea como una carga lineal que se transmite por toda la revolución.

Cargas:

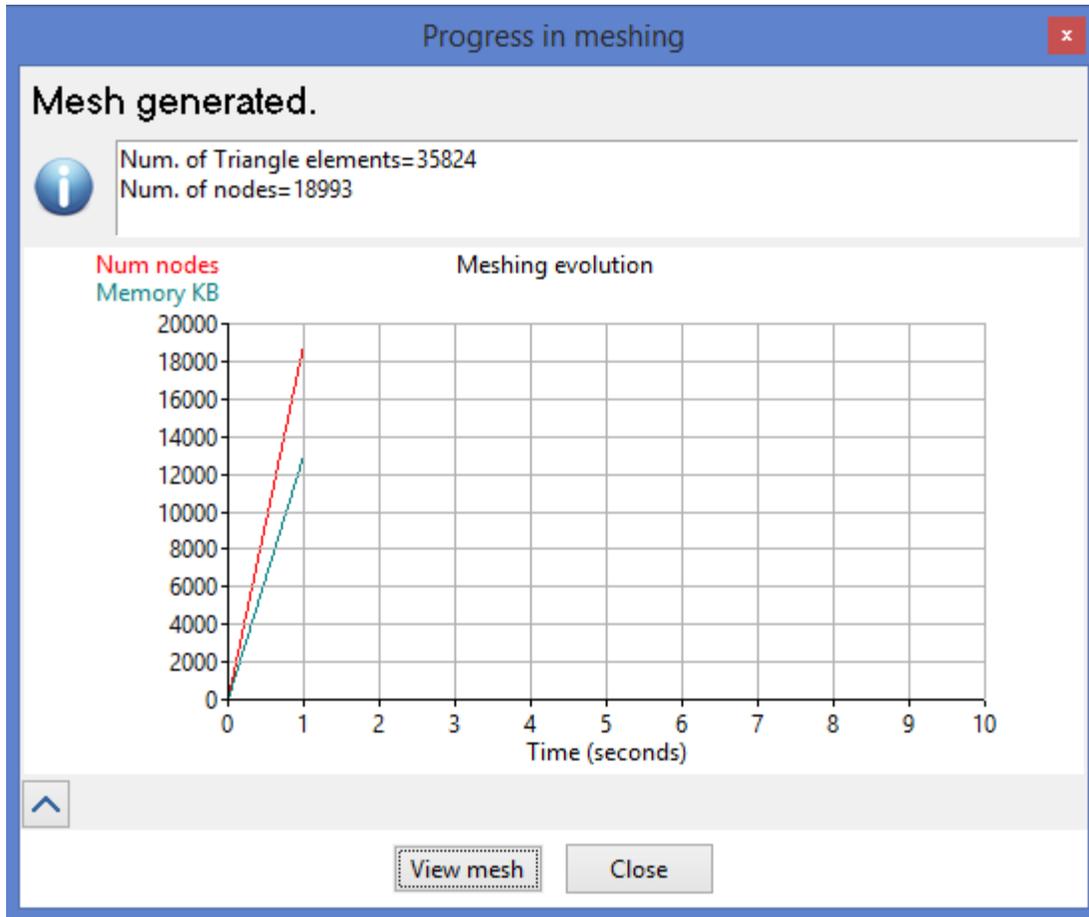


Material:

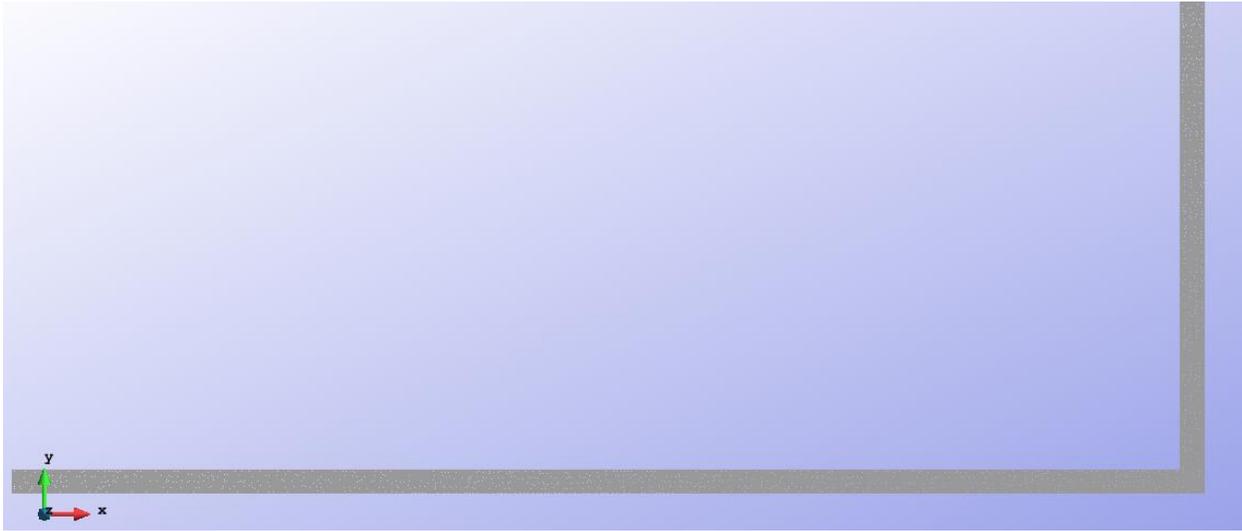


A continuación se detallan los datos tomados.

Para el mallado se seleccionó una malla de 0.02 con elementos triangulares lineales (35824 elementos) y un total de nodos de 18993. Como se quiere considerar el cálculo del coeficiente de seguridad, la solución requiere de un mallado extremadamente fino, simulando la aproximación más real posible.



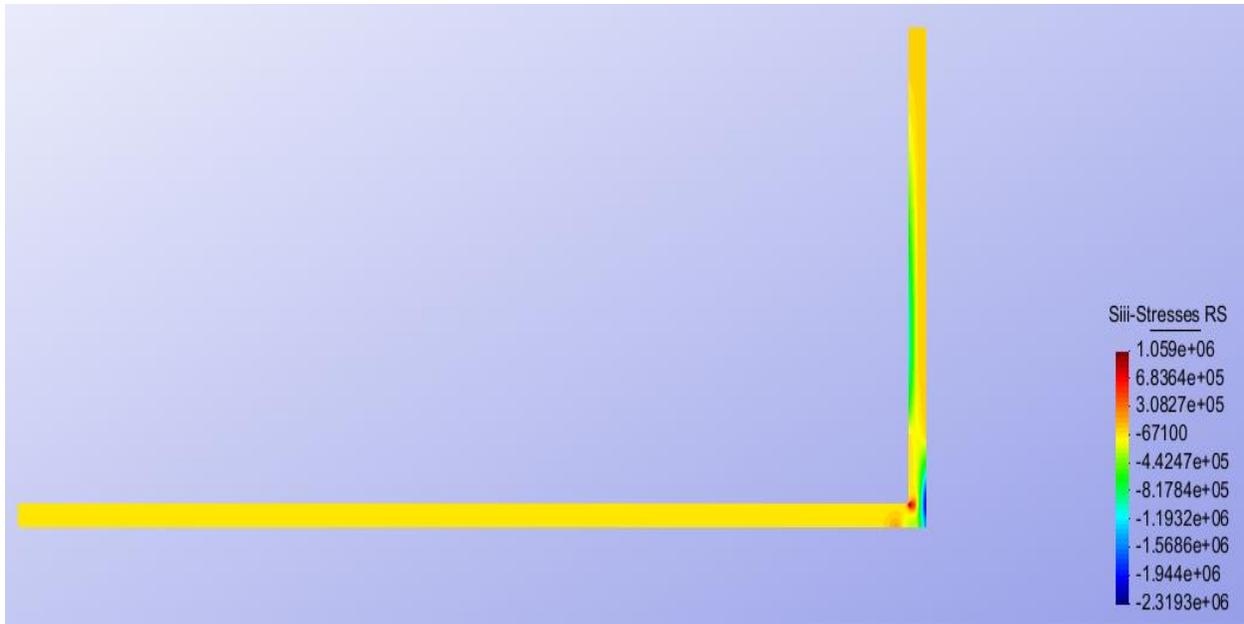
Malla generada:



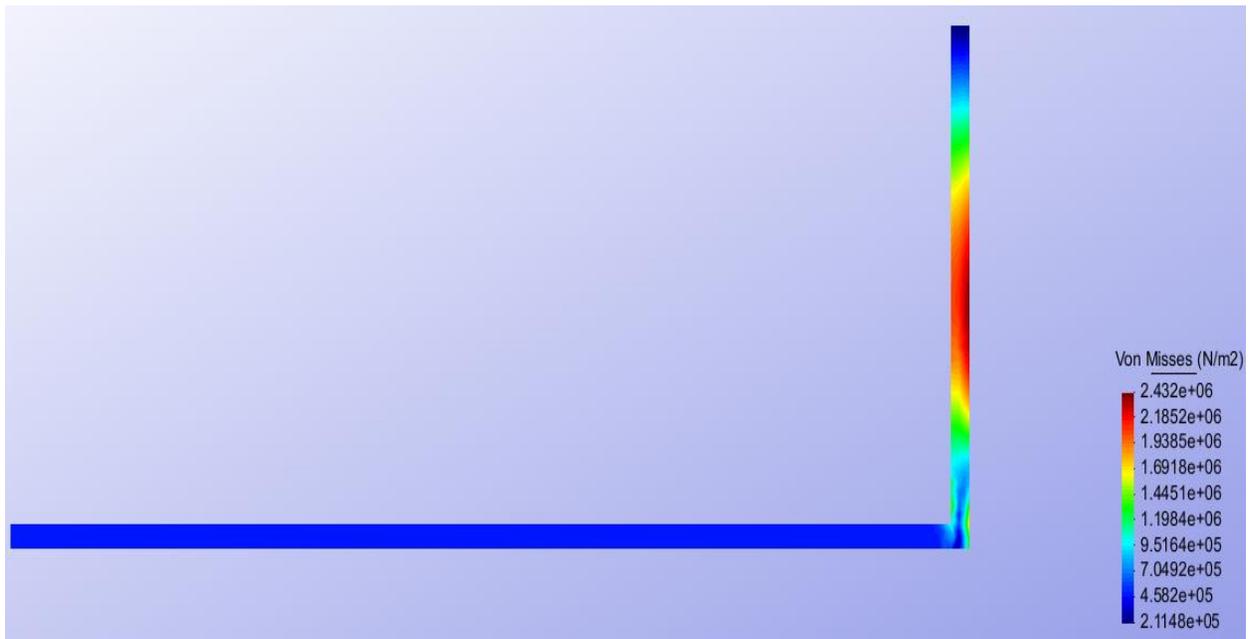
En los resultados arrojados podemos ver que las tracciones máximas se originan en las paredes del cilindro, ya que la tendencia del sólido es expandirse a medida que aumenta la presión del líquido o fluido que contenga.



En el caso de las compresiones podemos ver que se originan en la unión entre las paredes y el fondo del cilindro, debido a la concentración de esfuerzos por la unión que se genera.



Un gráfico adicional es el de las tensiones de Von Mises que proporcionan una buena utilidad del comportamiento global del elemento.

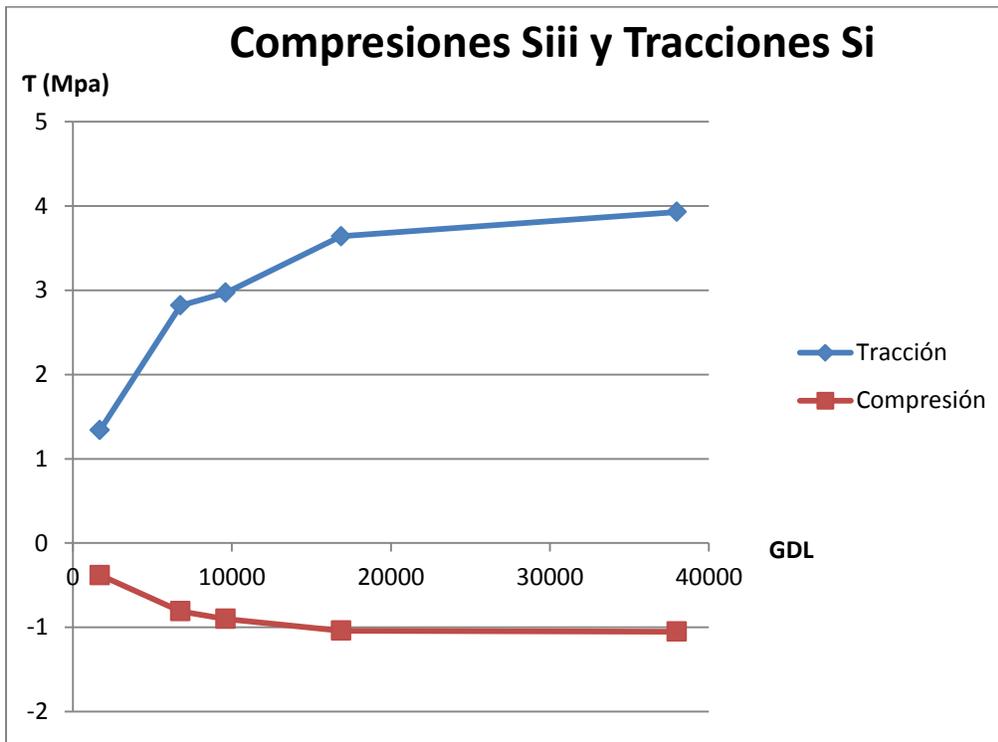


Análisis de convergencia:

En esta fase se ha realizado un análisis de convergencia de los esfuerzos Si y Siii para ver el comportamiento de las compresiones y tracciones. A continuación se muestran los resultados:

mall	elemento	# nodos	GDL	T Compresión (Mpa)	T Tracción (Mpa)
0.1	triangular lineal	850	1700	0.38	1.34
0.05	triangular lineal	3380	6760	0.81	2.82
0.04	triangular lineal	4806	9612	0.9	2.97
0.03	triangular lineal	8435	16870	1.04	3.64
0.02	triangular lineal	18993	37986	1.05	3.93

Gráfico:



Para el cálculo del coeficiente de seguridad de la estructura podemos ver que los efectos de tracción en las paredes del tanque son más elevados que los esfuerzos a compresión experimentados por el fondo del tanque. En el cálculo del coeficiente se ha tomado el valor límite a compresión y a tracción proporcionados por el problema y se han comparado con los valores reales que está experimentando el cilindro con respecto a sus condiciones de contorno.

Condición	T Compresión MAX (Mpa)	T Tracción MAX (Mpa)	T Compresión REAL (Mpa)	T Tracción REAL (Mpa)	Coefficiente de seguridad
Peso propio + presión hidrostática	130	7	-1.05	3.93	1.78

La estructura es 1.78 veces más resistente con respecto a las tracciones que experimenta, lo cual se considera un coeficiente certero, útil y válido para la situación planteada.

Problema L-47:

La figura representa un puente de dos carriles formado mediante una losa sobre dos vigas de gran canto de hormigón armado sometida a una carga vertical uniformemente repartida.

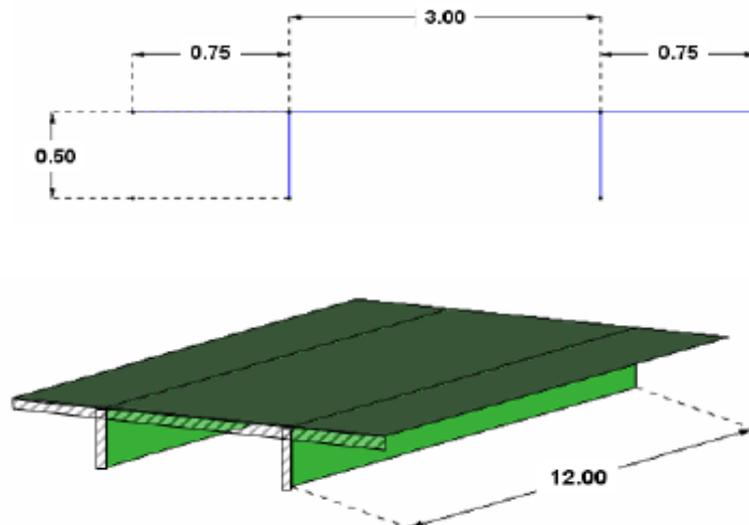
Calcular la carga máxima que es capaz de soportar la estructura con las restricciones que se indican.

- 1) Las tracciones máximas en cualquier punto de la chapa no deben superar los 180 MPa
- 2) Las compresiones máximas en cualquier punto de la chapa no deben superar los 80 MPa
- 3) Ambos extremos del puente se encuentran empotrados
- 4) Las propiedades mecánicas del tablero son: $E = 19.8 \text{ KN/mm}^2$ $\nu = 0.18$ espesor 0.38 m
- 5) Las propiedades mecánicas de las vigas son: $E = 27.6 \text{ KN/mm}^2$ $\nu = 0.20$ espesor 0.25 m

Cargas actuantes:

- a) Peso propio
- b) Peso propio + carga uniforme.

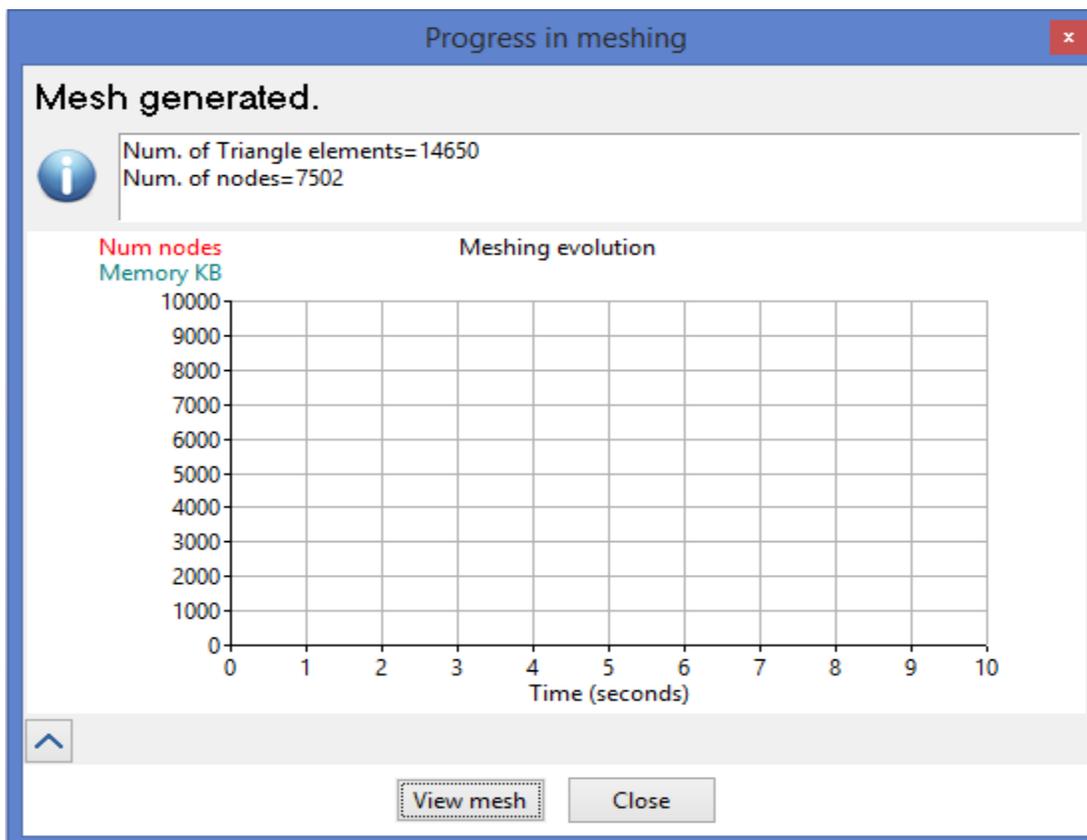
Las dimensiones del puente en m :



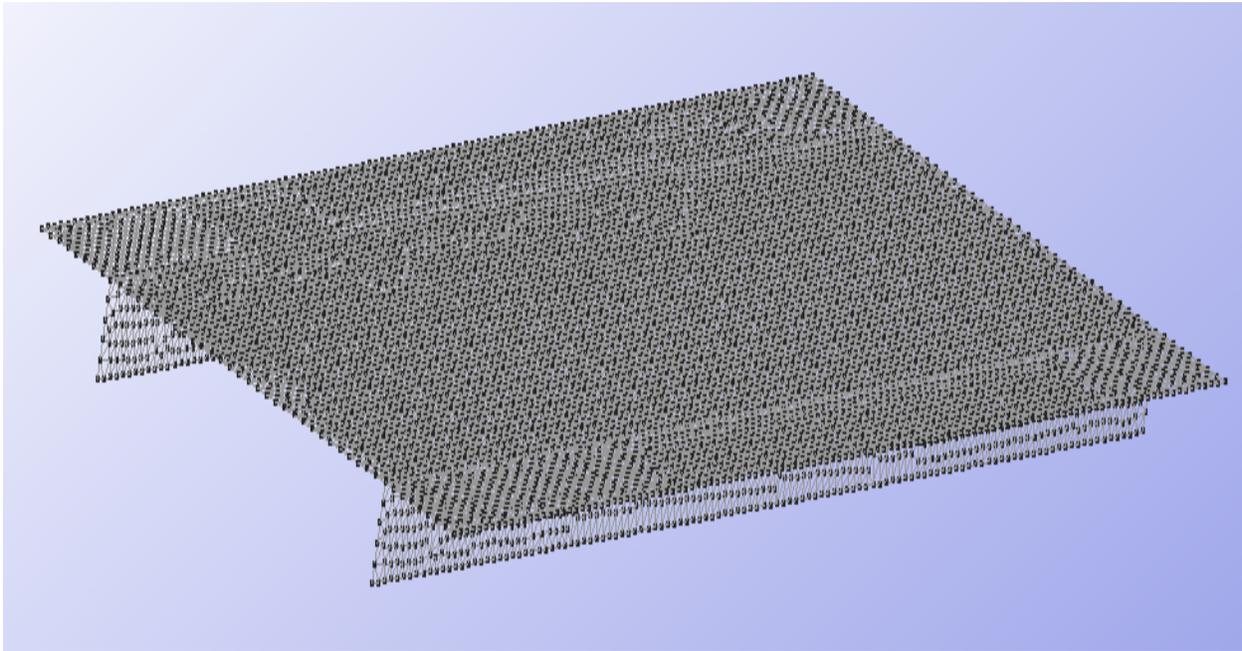
Pasos para la resolución:

- 1) Utilizando el software Ramseries en formato de shells, con problemas lineales, de tipo 3D y un problema de tipo estático, se modelaron las partes del puente como distintos cuerpos. Tres cuerpos de manera horizontal (losas) y dos de manera vertical (vigas).
- 2) En las condiciones de contorno, se tomó en cuenta el empotramiento en las partes frontal y posterior del puente, haciendo una simulación de que son las zonas apoyadas.
- 3) Para las cargas, en la primera parte se hizo un modelo base, solamente sometido a peso propio y luego se procedió a colocar una carga uniformemente distribuida en la losa, la cual se fue incrementando hasta llegar a los valores límites proporcionados en el problema.
- 4) En la parte del mallado, se empleó una malla de 0.1 con elementos triangulares, la cual proporciona un resultado bastante aceptable en la resolución del problema.

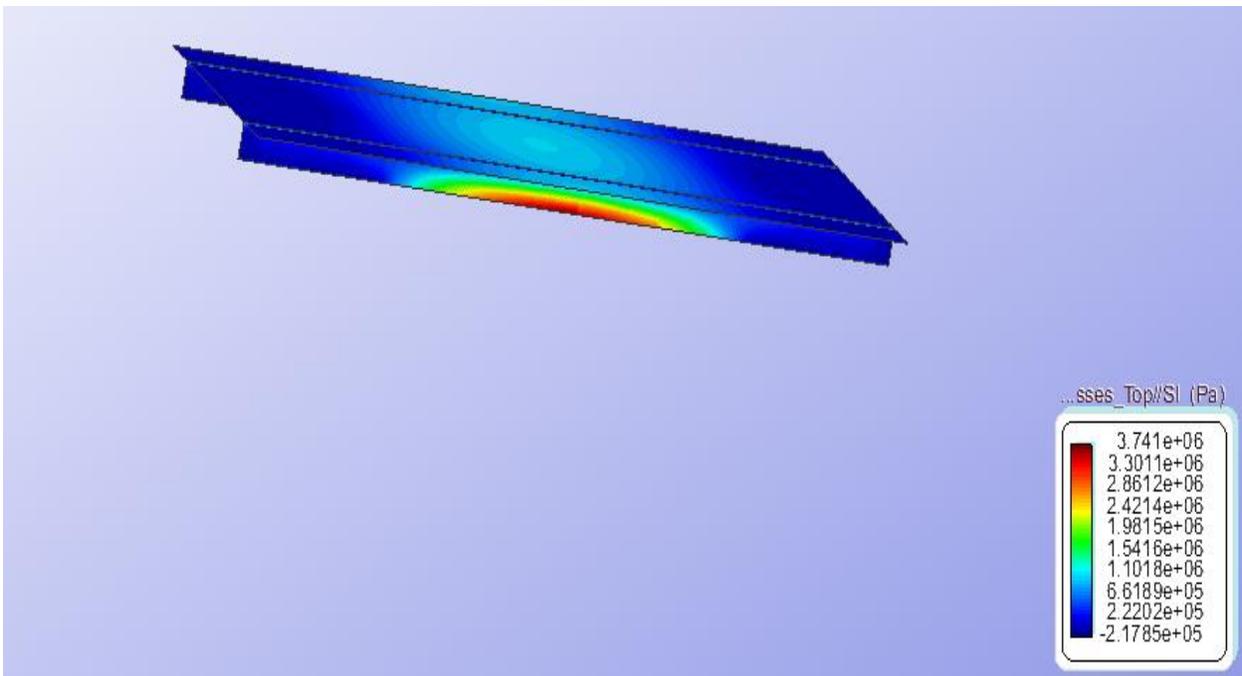
Tamaño de malla: 0.1 con 14650 elementos triangulares y 7502 nodos:



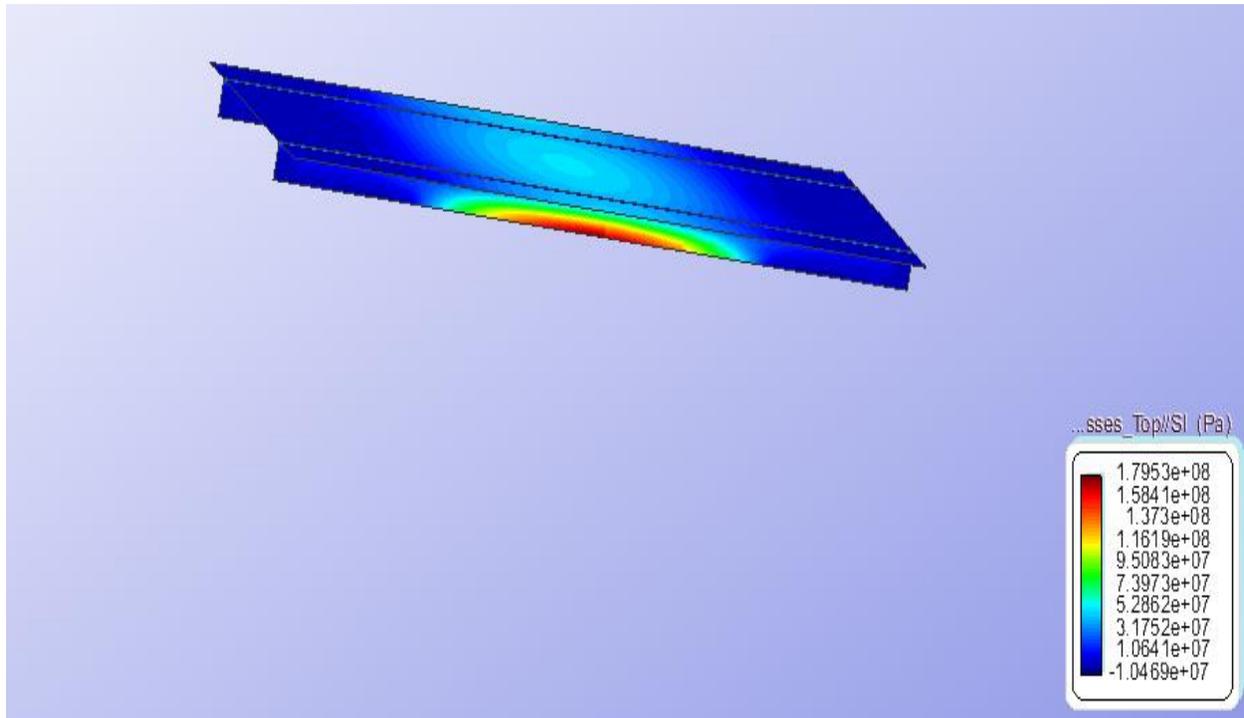
Malla generada:



Primera iteración solamente a peso propio:



Iteración 8 con peso propio y carga uniforme:



Para obtener el valor máximo de carga uniforme que se puede aplicar a la estructura se realizó un proceso iterativo de cargas mediante la aproximación de prueba y error. Del resultado a peso propio se pudo observar que las tracciones experimentadas en el centro del vano eran bastante considerables con respecto a las compresiones que experimentó la parte superior. A partir de ahí se pudo ver cómo se iba acercando al valor límite permitido por el problema.

A continuación se muestran las iteraciones realizadas y su tendencia:

Condición	# de iteraciones	Sobrecarga uniforme (Mpa)	T Compresión (Mpa)	T Tracción (Mpa)
Peso Propio	1	0	0.21	3.74
Peso Propio+carga uniforme	2	0.5	10.22	175.41
Peso Propio+carga uniforme	3	0.6	12.23	209.74
Peso Propio+carga uniforme	4	0.55	11.23	192.57
Peso Propio+carga uniforme	5	0.54	11.03	189.14
Peso Propio+carga uniforme	6	0.52	10.63	182.27
Peso Propio+carga uniforme	7	0.51	10.49	178.84
Peso Propio+carga uniforme	8	0.512	10.47	179.53

Para una carga de 0.512 Mpa distribuida en la superficie superior se obtuvo un valor de 179.53 Mpa, lo cual se acerca mucho al valor límite de tracción permitido en el elemento.