



Universidad Nacional de Colombia sede Manizales  
**4100611- Mecánica de Sólidos (G2)**  
2023a

**Profesor:**

Michael Heredia Pérez, [mherediap@unal.edu.co](mailto:mherediap@unal.edu.co)

Trabajo opcional  
**Taller sobre interpretación de gráficos a partir del uso  
de software profesional**

## Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>2</b>
<b>2. Problema</b>	<b>2</b>
2.1. Sobre el software . . . . .	3
2.2. Notificación . . . . .	3
<b>3. Trabajo individual</b>	<b>3</b>
3.1. Parte 1: revisión del manual . . . . .	3
3.2. Parte 2: modelado . . . . .	4
3.3. Penalizaciones . . . . .	5
3.4. Recomendaciones generales . . . . .	6
<b>4. Trabajo grupal</b>	<b>6</b>
4.1. Penalizaciones . . . . .	8
4.2. Recomendaciones generales . . . . .	8
<b>5. Comentarios</b>	<b>9</b>

# 1. Introducción

Con el objeto de contrastar la teoría aprendida y la práctica mediante el uso de un software profesional de análisis estructural, se requiere hacer el análisis de los desplazamientos, diagramas de esfuerzo, deformación, esfuerzos principales, esfuerzos de von Mises, esfuerzos de Tresca y esfuerzo cortante máximo  $\tau_{max}$  de una estructura que se pueda modelar en tensión o deformación plana.

Se espera que el estudiante explore, comente, discuta los conceptos aprendidos en mecánica tensorial y en la actual materia, los conceptos nuevos vistos en el software y que propongan soluciones a los problemas propuestos.

El trabajo cuenta con una componente individual y una grupal. Los grupos serán de tres (3) personas; estos serán conformados por los estudiantes. *Eventualidades serán tratadas en clase.*

Un esbozo del contenido del trabajo se presenta en la tabla 1.

**Tabla 1:** *Esbozo del contenido del taller*

Actividad	Tipo	Nota máxima	Fecha y hora de entrega
Publicación	Obligatorio	—	17/febrero/2023 , 8:00 a.m.
Concretar información	Obligatorio	—	24/febrero/2023 , 11:59 p.m.
Trabajo individual	Obligatorio	(+3.9)	27/marzo/2023 , 11:59 p.m.
Trabajo grupal	Obligatorio	(+3.1)	28/marzo/2023 , 11:59 p.m.

Podrán ser calificados hasta (+7.0) y habrán penalizaciones por entregar fuera de los tiempos establecidos.

Todo los documentos respectivos y entregas de los estudiantes se harán en el salón de GOOGLE CLASSROOM.

# 2. Problema

La idea de este trabajo es analizar mediante un programa profesional un sólido que se pueda modelar por tensión o deformación plana.

Los integrantes de un mismo grupo deberán modelar el mismo sólido bajo la misma configuración de carga y propiedades constitutivas, y será único del grupo, todos los grupos deben tener sólidos y configuraciones diferentes. *El profesor aceptará o no el sólido a modelar.*

En un archivo de GOOGLE SLIDES, especificado en GOOGLE CLASSROOM, podrán subir el esquema o la foto de la estructura que piensan analizar. La estructura debe

estar hecha de un material isótropo u ortótropo (es decisión personal); las propiedades del material deberán sacarlas de internet y referenciarlas en sus respectivos trabajos.

## 2.1. Sobre el software

Absolutamente todos los estudiantes del salón deberán usar un software diferente, y entre los estudiantes de un mismo grupo no deben haber programas de la misma casa, es decir, que en un mismo grupo no pueden haber estudiantes empleando *SAP2000* y *ETABS*, ya que ambos pertenecen a la casa CSI. *Eventualidades serán tratadas en clase.*

## 2.2. Notificación

Una vez los estudiantes sean añadidos al salón de GOOGLE CLASSROOM, y la información sea publicada, podrán comenzar a registrar el software a utilizar. Si registran un software se asume que harán el trabajo, así que sean consientes de que si registran un software pero luego no hacen nada, le están quitando la oportunidad a alguien más de emplear dicho programa.

Habrá plazo hasta el **24 de febrero de 2023 a las 11:59 p.m.** para que los estudiantes concreten el software a emplear y su modelo de estudio, y para la conformación de los grupos. Luego de esta fecha, no se aceptarán modificaciones. *Eventualidades serán tratadas personalmente.*

## 3. Trabajo individual

El trabajo individual se compone de 2 partes, explicadas a continuación:

### 3.1. Parte 1: revisión del manual

Cada estudiante debe realizar un video tipo presentación, de manera individual, en el cual realice una reseña crítica de las capacidades teóricas y las hipótesis fundamentales que hace el programa en cuanto al análisis de estructuras en tensión o deformación plana, es decir, en cuando a la matemática interna para el cálculo de desplazamientos, esfuerzos y deformaciones.

**Calificación** (+2.1), repartido así:

- **(+0.7)** Hace un recuento de las teorías que soporta el programa, haciendo recortes del manual de referencia.
- **(+0.7)** Intenta entender las fórmulas del manual de referencia al verificar su equivalencia con las que se vieron en clase (en ocasiones toca convertir esas ecuaciones

a nuestra nomenclatura para poder entenderlas, ya que los programas son usualmente mucho más generales y soportan más casos que los vistos en clase) y/o usan una nomenclatura diferente.

- **(+0.7)** Explica las ventajas/capacidades y limitaciones/suposiciones que hace el programa en cuanto al análisis estructural.

Algunas aclaraciones:

1. No es mostrar como se utiliza el software, sino mirar los manuales de referencia y mostrar qué teorías, hipótesis, suposiciones, capacidades y limitaciones tiene el programa escogido y que se utilizaron para calcular la estructura. **Entregar, adicionalmente, el archivo PDF utilizado en la presentación de este video.** Se sugiere para la presentación tomar capturas de pantalla de los manuales de referencia del programa en cuestión.
2. No confunda esto con la información comercial. Lo que se está solicitando está dentro de los manuales de referencia.
3. Debe incluir una ventana pequeña en una de las esquinas donde se vea al estudiante hablando.
4. El video se debe subir a GOOGLE CLASSROOM, no a YouTube.
5. La duración del video deberá ser de 15 minutos.

Algunos ejemplos de buenos análisis, aunque claramente muy largos, son:

- STRUSOFT FEM-DESIGN (análisis de losas):  
<https://www.youtube.com/watch?v=xxPzgIl-mEg>
- MIDAS GEN (análisis de vigas):  
<https://www.youtube.com/watch?v=p06pnzg2ZPg>

### 3.2. Parte 2: modelado

Cada estudiante debe realizar un video tipo tutorial, en el cual se debe explicar en detalle el modelado de la estructura escogida. Se deben mostrar los resultados sin interpretarlos. Se recomienda que el estudiante explore muy bien todas las funcionalidades del programa para la presentación de resultados (posprocesado).

**Calificación** (+1.8), repartido así:

- **(+0.1)** Modeló adecuadamente las condiciones de frontera
- **(+0.1)** Calculó las reacciones en los apoyos
- **(+0.1)** Calculó el diagrama de los desplazamientos y de la estructura deformada

- **(+0.1)** Calculó los diagramas de las deformaciones  $\varepsilon_x$ ,  $\varepsilon_y$ ,  $\varepsilon_z$ ,  $\gamma_{xy}$  y los esfuerzos  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$ ,  $\sigma_z$ , y  $\tau_{xy}$  (si falta alguno de estos gráficos, si se grafican sin curvas de nivel o sin escalas de colores discretas, y si no se ubican los máximos y los mínimos no se otorgarán puntos).
- **(+0.1)** Calculó el diagrama de las rotaciones.
- **(+0.1)** Calculó el diagrama de las dilataciones cúbicas.
- **(+0.2)** Calculó el diagrama de esfuerzos  $(\sigma_1)_{xy}$ ,  $(\sigma_2)_{xy}$  y sus respectivas inclinaciones (los diagramas de  $(\sigma_1)_{xy}$  y  $(\sigma_2)_{xy}$  sin sus respectivas inclinaciones no otorgarán puntos)
- **(+0.1)** Calculó el diagrama de esfuerzos de von Mises y/o Tresca y/o  $\tau_{\text{máx}}$
- **(+0.2)** Usa el consejo de como hacer buenas mallas
- **(+0.7)** Expone adecuadamente las capacidades del software en cuanto a la presentación de resultados (postprocesado). Se requiere para este punto que usted explore las opciones que le de el software para la presentación de resultados y gráficos: por curvas de nivel, rangos de colores, diferentes diagramas, cortes en las secciones que muestren como varían las cantidades, opciones para integrar los esfuerzos y obtener las fuerzas cortantes y los momentos flectores equivalentes, etc.

Algunas aclaraciones:

1. Si usa un software que no calcula las cantidades anteriormente solicitadas, podría perder puntos. En tal caso, deberá buscar una alternativa para calcularlos, como puede ser [ParaView](#) o directamente cambiar de programa (se sugiere).
2. Debe incluir una ventana pequeña en una de las esquinas donde se vea al estudiante hablando.
3. El video se debe subir a GOOGLE CLASSROOM, no a YouTube.
4. La duración del video deberá ser de 20 minutos.

### 3.3. Penalizaciones

Por cada día de retraso en la entrega del trabajo individual, se le rebajará **(-0.3)**; además, para cada video aplica:

- **(-0.3)** Si la duración del video supera por mucho el límite establecido o es demasiado corto, según apreciación del profesor.
- **(-0.3)** Si la calidad del video es inferior a 1080p. Si el computador/monitor del estudiante no cuenta con una resolución superior o igual a 1080p, deberá informarlo

previamente y esta penalización no le afectará.

- **(-0.3)** Si la calidad del audio es mala (mucho ruido ambiente, un tono muy bajo, etc), según apreciación del profesor. Se recomienda usar un manos libres que le permita enfocar su voz y aislar el ruido exterior.
- **(-0.3)** Si no se incluye en el video un recuadro donde se vea al estudiante hablando.
- **(-0.3)** Si sube el video a YouTube y comparte ese link, en lugar de subirlo directamente el GOOGLE CLASSROOM.
- **(-0.3)** Si no entrega la presentación (.pdf) del video solicitado en la parte 1. En la parte 2, solo debe mostrar el software en funcionamiento y el manual como adicional si lo considera necesario.

Las penalizaciones aplicarán acumulativamente hasta dejar la nota respectiva en cero (0.0).

### 3.4. Recomendaciones generales

- Se sugiere aprender a manejar un programa de edición de videos. Esto les facilitará mucho su realización. En el mercado hay muchas opciones gratuitas, como [DaVinci Resolve](#), [HitFlim Express](#), etc.
- Hay muchas herramientas para grabación de pantalla, la más usada y recomendable es [OBS](#).
- Si no cuenta con cámara web, o considera que la calidad de esta es muy mala, podría utilizar aplicaciones como [DroidCam](#) o [DroidCam OBS](#), con los cuales se puede utilizar su celular como cámara para el computador.

## 4. Trabajo grupal

Presentar un informe escrito que contenga el análisis de los resultados.

Recuerden explicar detalladamente cómo varían las cantidades en el espacio, dónde están las cantidades máximas y mínimas, cómo se relacionan unas gráficas con otras, etc. No es solo ubicar donde están los colores, o los máximos y los mínimos, sino responder a preguntas como *¿por qué razón se produce esa coloración?*, entendiendo como la estructura está cargada, está apoyada, se deforma, etc. Se sugiere el formato de este [link](#) para presentar los resultados, o que pongan las imágenes agrupadas y las citen en sus explicaciones.

En este informe se debe realizar el análisis, comparación e interpretación de los resultados (detallados en el punto anterior) de los programas utilizados en cada grupo y detallar qué diferencias encuentran en cuanto a la formulación matemática del software.

Algunas aclaraciones:

1. Recuerde que se está evaluando el análisis de resultados. Por ejemplo con  $\gamma_{xy}$ : ¿qué quiere decir esta deformación? ¿cómo se está comportando en este punto la estructura dado ese valor de  $\gamma_{xy}$ ? ¿por qué razón se produce? No es solo ubicar los máximos y los mínimos de dicha cantidad.
2. La comparación de resultados entre los integrantes del grupo es importante, deben hacer una tabla comparativa de los valores críticos según su consideración (por ejemplo los máximos y los mínimos) y opinar al respecto: ¿difieren mucho? ¿por qué pueden diferir? ¿es válida esta comparación?
3. Extensión máxima del informe 30 páginas. Incluya en el informe las gráficas obtenidas por todos los integrantes del grupo.
4. Todo informe debe llevar introducción y conclusiones.
5. En ocasiones, cuando se tienen puntos de singularidad, esos valores son tan altos, que terminan opacando los colores en la estructura, mostrándolos como uno solo. En este caso, se sugiere usar una opción del software que limita los colores a mostrar a un rango; en su defecto, puede realizar un *cut-off* con [Paraview](#).
6. Suba este informe a GOOGLE CLASSROOM en formato PDF. Todos los integrantes del grupo deberán subir exactamente el mismo documento.
7. Se solicita subir todos los archivos asociados al trabajo (.XLSX, .PDF, .MP4, .MKV, etc) directamente a GOOGLE CLASSROOM, sueltos, es decir, que no deben subir los archivos en una carpeta comprimida. Todos los integrantes del grupo deberán subir exactamente los mismos archivos.
8. Todos los integrantes del grupo tendrán la misma nota en este apartado.

**Calificación (+3.1)**, repartido así:

- **(+0.4)** Diagramas de los desplazamientos del sólido y las deformaciones  $\varepsilon_x$ ,  $\varepsilon_y$ ,  $\varepsilon_z$ ,  $\gamma_{xy}$ , dilatación cúbica, rotación.
- **(+0.4)** Diagramas de esfuerzos  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$ ,  $\sigma_z$ ,  $\tau_{xy}$ .
- **(+0.2)** Diagramas de esfuerzos  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  con sus inclinaciones.
- **(+0.2)** Sugiere como se podría poner el refuerzo óptimo al interior de la estructura asumiendo que esta es de concreto reforzado (si no calculó las inclinaciones  $\theta_1$ , se tendrá un cero **(+0.0)** en este punto).
- **(+0.2)** Sugiere la forma como la estructura se agrieta, asumiendo que esta es de concreto reforzado (si no calculó las inclinaciones  $\theta_2$ , se tendrá un cero **(+0.0)** en este punto).

- **(+0.2)** Diagramas de esfuerzos de von Mises, de Tresca y/o  $\tau_{max}$ .
- **(+0.2)** Reacciones en los apoyos, fuerzas puntuales y momentos flectores equivalentes.

Bonificaciones adicionales:

- **(+0.5)** Si realizan el informe en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X. Deberán entregar el código fuente dentro de la carpeta comprimida.
- **(+0.8)** Si además de presentar las gráficas que entrega el software, entregan **todas** las gráficas hechas con el software [ParaView](#); esto para los resultados de un solo software del grupo, deberán ponerse de acuerdo en los datos que elegirán y mencionarlo en el trabajo, y presentarlo como un Anexo al informe, y solo en este caso podrán superar la extensión.

## 4.1. Penalizaciones

Por cada día de retraso en la entrega del trabajo grupal, se le rebajará **(-0.3)** a cada estudiante, recuerden que todos deben subirlo a la plataforma; además:

- Si presenta los gráficos pero no sus respectivas explicaciones o argumentos, no sumarán nota en dicho punto.
- Si no presentan el código fuente del documento de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X no sumarán nota en dicho punto.
- Si la respuesta sobre L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X en la sustentación no es satisfactoria, se rebajará hasta **(-0.5)** en dicho punto.
- **(-0.4)** si se supera la extensión pactada.

Las penalizaciones aplicarán acumulativamente hasta dejar la nota respectiva en cero **(0.0)**.

## 4.2. Recomendaciones generales

- Se espera que cada uno lea a fondo el manual del software, en ocasiones puede haber más de un manual así que tenga cuidado, igualmente habrán unos pequeños como habrán otros por tomos, sea cuidadoso en cuanto a la información que realmente requiere para realizar este trabajo.
- No se queden con los videos de YouTube. En los manuales generalmente existe información importante sobre las hipótesis de modelado que hace cada software.
- No se sorprendan si al momento de comparar los resultados en el grupo estos varían un poco, recuerden que cada software lleva por dentro unos modelos y



una programación diferente; con base en la lectura de los manuales y su criterio, deberán dar a respuesta a las siguientes preguntas: ¿por qué pueden estar variando los resultados? ¿son estas variaciones admisibles? Aún si las variaciones son enormes, y ustedes están seguros del procedimiento que hicieron en la etapa de modelamiento, respondan a las preguntas y por favor, "no maquillen datos".

- Preguntar por comentarios adicionales en clase.

## 5. Comentarios

Algunas observaciones puntuales:

- Muy probablemente usted utilice un programa basado en el método de los elementos finitos para hacer su análisis. En tal caso, se sugiere mirar la presentación [05e\\_generando\\_una\\_buena\\_malla.pdf](#), la cual contiene consejos de como hacer un buen mallado.
- En caso que requiera un programa de elementos finitos, la siguiente lista puede ser útil: <http://feacompare.com/>. Tenga en cuenta que muchos programas pagos tienen versiones de prueba que pueden ser de utilidad para el presente taller.
- Nuevamente, en caso de que el software elegido no permite obtener determinados gráficos solicitados, y no tenga opciones de cambiar de software, se recomienda utilizar el programa [ParaView](#), con el cual es posible realizar, mediante los resultados originales de su análisis, los cálculos necesarios para otros gráficos.

Como se ha comentado, **este trabajo es opcional**, y la nota obtenida en él entrará a reemplazar la nota más baja que haya obtenido en uno de los cuatro exámenes obligatorios.

Sobre la nota final del trabajo, aplicarán las siguientes penalizaciones:

- **(-3.0)** Si el estudiante modela la estructura como 3D a pesar que es una de tensión/deformación plana. Se debe usar necesariamente la funcionalidad de tensión/deformación plana del programa de análisis seleccionado, si su software no trae esta funcionalidad el estudiante deberá emplear su criterio ingenieril para que dicha simplificación se cumpla. (Lo deberá explicar en el video 2)
- **(-2.0)** Si usa un software diferente al registrado.
- **(-2.0)** Si modela una estructura diferente a la registrada.