

UNIVERSIDAD **A**UTÓNOMA
DE **N**UEVO **L**EÓN

FACULTAD DE **I**NGENIERÍA
MECÁNICA Y **E**LÉCTRICA

LAB de **B**iomecánica

Brigada 202

Practica 1. Código de Optimización Topológica

Equipo 3

<u>Nombre</u>	<u>Matricula</u>	<u>Carrera</u>
Fátima Montserrat Zarazúa Uribe	1811014	IMTC
Jair Alejandro Tamayo Ibarra	1815498	IMTC
Jorge Luis Ávila Hernández	1905338	IMTC
Karen Alexa Pérez Ortiz	1904708	IMTC
Ana Cristina Lucio Iracheta	1907905	IMTC
Ana Belén Bolaños Carbajal	1908896	IMTC

Docente: Dra. Yadira **Moreno** **Vera**

Semestre **Agosto** – **Diciembre** **2022**

Día y Hora: Martes **N3**

San Nicolás de los Garza, N.L. a 06 de septiembre de 2022

Acerca de los autores

MATERIA: Laboratorio de Biomecánica **EQUIPO:** 3
PLAN: 401 **DIA:** martes **HORA:** N3
RESPONSABLE DE EQUIPO: _____

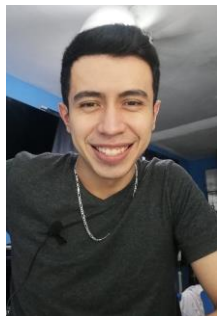


Fátima Montserrat Zarazúa Uribe 1811014

Estudiante de 7° semestre de la carrera de Ingeniero en Mecatrónica con orientación en Máquinas Inteligentes en la FIME de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Actualmente realiza prácticas profesionales en la empresa Dawn Foods en el puesto de Mantenimiento. Conocimiento de software de diseño CAD. Interés en el área de electrónica digital, ingeniería de control y diseño electromecánico.

Plan: 401, **Brigada:** 202

MAIL: montserrat.zarazuaurb@uanl.edu.mx



Jair Alejandro Tamayo Ibarra 1815498

Estudiante de 7° semestre de la carrera de Ingeniero en Mecatrónica en la FIME, de la Universidad Autónoma de Nuevo León con orientación en Máquinas Inteligentes. Tiene un nivel avanzado de inglés. Actualmente realiza una certificación en Solidworks. Amplio conocimiento en diseño CAD, programación con PLC y CNC. Entre sus áreas de interés se encuentra el manejo hidráulico y electrónica.

Plan: 401 **Brigada:** 202

MAIL: jair.tamayoir@uanl.edu.mx



Jorge Luis Avila Hernández 1905338

Estudiante de 7° semestre de la carrera de Ingeniero en Mecatrónica en la FIME, de la Universidad Autónoma de Nuevo León con orientación en Máquinas Inteligentes. Tiene un nivel avanzado de inglés. Domina lenguajes de programación C++, python y lenguaje ensamblador, así como también el uso del multímetro y la soldadura con cautín.

Tiene interés en el diseño y construcción de hardware, así como también la programación de ésta.

Plan: 401 **Brigada:** 202

MAIL: jorge.avilahdz@uanl.edu.mx

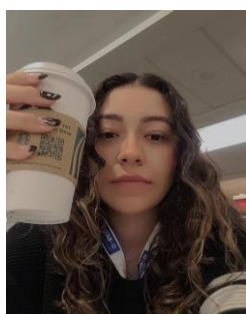


Karen Alexa Pérez Ortiz 19047081

Estudiante del 7° semestre de la carrera de Ingeniero en Mecatrónica con orientación en Máquinas Inteligentes en la FIME, UANL. Cuenta con un nivel intermedio-avanzado en inglés y nivel A2 en francés. Conocimiento básico en cuanto al diseño CAD y la electrónica digital. Entre sus áreas de interés se encuentra el diseño mecánico, la electrónica digital y la mecánica.

Plan: 401 **Brigada:** 202

MAIL: karen.perezotz@uanl.edu.mx

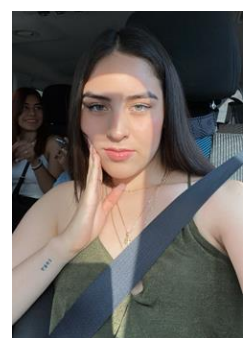


Ana Cristina Lucio Iracheta 1907905

Estudiante de 7° semestre de la carrera de Ingeniero en Mecatrónica en la FIME, de la Universidad Autónoma de Nuevo León con orientación en Máquinas Inteligentes. Tiene un nivel avanzado de inglés, mientras que un nivel basico-medio de alemán. Actualmente realiza una certificación en Solidworks. Entre sus áreas de interés se encuentra el diseño mecánico y la biomédica.

Plan: 401 **Brigada:** 202

MAIL: acli2002@hotmail.com



Ana Belén Bolaños Carbajal 1908896

Estudiante del 7° semestre de la carrera de Ingeniero en Mecatrónica con orientación en Máquinas Inteligentes, en la FIME, UANL. Tiene un nivel avanzado de inglés. Actualmente está realizando un curso para la certificación CSWA en SolidWorks. Entre sus áreas de interés se encuentra el diseño mecánico y la biomédica.

Plan: 401 **Brigada:** 202

MAIL: anacarbajal02@hotmail.com

OBJETIVO

El estudiante conocerá cada una de las secciones que integran el código de optimización topológica, como se debe de crear el archivo (.m) en MATLAB y como se ejecuta el análisis.

1. Nombre y definición de la programación, mencionar un ejemplo de la *geometría*:

Un problema clásico de la ingeniería consiste en determinar la configuración geométrica óptima de un cuerpo que minimice o maximice una cierta función objetivo, al mismo tiempo que satisface las restricciones o condiciones de contorno del problema. La solución de este problema puede ser planteada utilizando dos estrategias: como un problema de optimización de forma o de optimización de la topología.

La optimización topológica es un campo de investigación de rápido crecimiento, donde intervienen distintas áreas como son las matemáticas, la mecánica y las ciencias computacionales, y cuenta con importantes aplicaciones prácticas en la industria y en el sector de manufactura. En la actualidad, es usada en las industrias aeroespacial, automotriz, de obras civiles, entre otras. Además, tiene un papel muy importante en el campo de las micro y nanotecnologías, principalmente en el diseño de mecanismos flexibles.

Las bases de la optimización topológica son conceptos de mecánica del medio continuo, el cálculo de variaciones y programación matemática. La OT estructural busca que la distribución de material en un componente sea óptima respecto a algún criterio como minimizar la energía interna de deformación lo que significa maximizar la rigidez, minimizar los esfuerzos dentro de la estructura, minimizar la deformación debido a vibraciones, entre otros.

Definición de la Programación

La O.T es una herramienta matemática que le permite al diseñador sintetizar topologías óptimas. En ingeniería mecánica se comprende como topología óptima a una pieza o parte mecánica diseñada especialmente para maximizar o minimizar alguna característica deseada.

El objetivo de la optimización topológica es distribuir el material en el dominio para encontrar la estructura. Se introducen huecos o cavidades que en el inicio no estaban presentes. Inicialmente solo se dispone de la información de las condiciones de carga y restricciones (apoyos), y el dominio inicial donde se desarrollará la estructura.

El método de optimización topológica fundamenta en dos conceptos que son:

Dominio extendido fijo del diseño. Consiste en un dominio de forma fija donde se contiene la estructura desconocida, el cual está restringido por los puntos de apoyos de la estructura y los puntos de aplicación de las cargas, las cuales intervienen en el diseño de la estructura.

Método de densidades. Es un modelo de material que simula una microestructura.

Pasos Optimización Topológica:

1. Dibujar o Importar geometría
2. Simplificar la pieza y definir el espacio de diseño
3. Establecer uniones, juntas y contactos
4. Asignar materiales
5. Definir los casos de carga
6. Generar la optimización
7. Refinar la geometría
8. Exportar a CAD o generar STL
9. Verificar el rendimiento
10. Fabricar

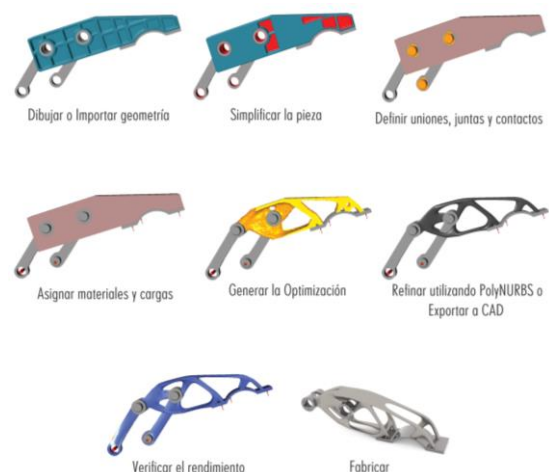


Figura 1. Pasos de Optimización Topológica

La optimización topológica, por tanto, consiste en utilizar un software concreto para «eliminar» el material que no posee los soportes. Entre los programas más conocidos se encuentran las soluciones Ansys Discovery, Tosca de Dassault Systèmes, Within Labs de Autodesk, Inspire de SolidThinking, Netfabb y Simufact Additive.

La optimización topológica inicia con la creación de un modelo de 3D en la fase de borrador, donde se aplicarán las diferentes cargas o fuerzas para la pieza. Posteriormente, el software se encarga de calcular todas las tensiones aplicadas.

En el artículo proporcionado, se implementa el código de optimización de topología que consta de 99 líneas, descrito en para su funcionalidad en el software de Matlab. Dicho código se divide en: 36 líneas enfocadas en el programa principal, 12 líneas para los criterios de optimización, 16 líneas para el filtro de mallado y 35 líneas para el código de elemento finito.

2. Estado del arte

Resolver una problemática relacionada a la optimización de la topología con 99 líneas de códigos implementados en MATLAB.

El problema de la optimización de la topología se introduce varias simplificaciones para simplificar el código Matlab. Primero, se supone que el dominio del diseño es rectangular y discretizado por elementos finitos cuadrados. De esta manera, la numeración de elementos y nodos es simple (columna por columna comenzando en la esquina superior izquierda) y la relación de aspecto de la estructura viene dada por la relación de elementos en la dirección horizontal (nelx) y la vertical(nely).

Un código de optimización de topología de 99 líneas escrito en MATLAB. Se muestra una implementación compacta del programa “Matlab”, un código de optimización de topología para el cumplimiento minimización de estructuras cargadas estáticamente. El número total de líneas de entrada de Matlab es 99, incluido subrutina de elementos finitos y el optimizador. Las 99 líneas son divididas; para el programa principal son 36 líneas, para el optimizador basado en criterios de optimización son 12 líneas, para una malla independiente filtro son 16 líneas y para el elemento finito código son 35 líneas.

Excluyendo las líneas asociadas con análisis de salida y las líneas de comentarios y de elementos finitos, se muestra que solo se requieren 49 líneas de entrada para resolver un problema de optimización de topología. Al añadir tres líneas más, el programa puede resolver problemas con múltiples casos de carga.

3. Procedimiento de la programación

Para esta actividad se mostrará la implementación de un código optimizado de Matlab, para la topología. Este código cuenta con 99 líneas de entrada incluyendo el optimizador y la subrutina de elementos finitos. Estas 99 líneas están divididas ya que las primeras 36 son para el programa principal, las siguientes 12 son para el optimizador (basado en los criterios de la optimización), las 16 líneas siguientes son para la malla independiente, y las 35 líneas restantes son para el elemento finito del código.

1. Empezamos abriendo un nuevo Script y guardando el documento como “topp1”

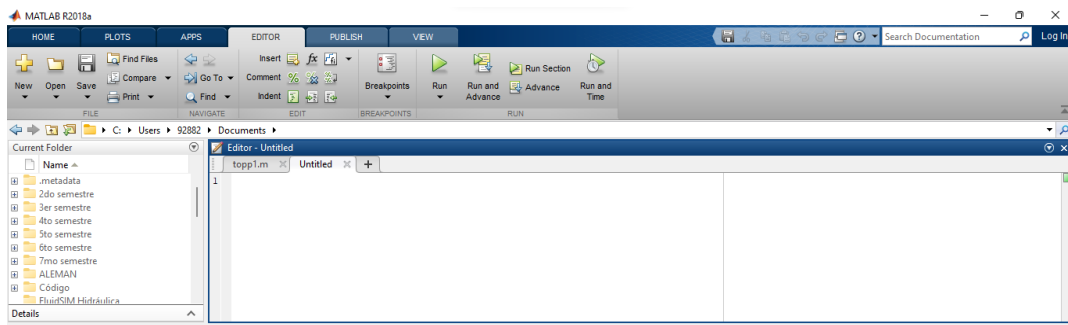


Figura 2. Abriendo un nuevo Script

2. Procedemos a escribir el código, con las modificaciones necesarias para el ejercicio que hayamos decidido implementar.

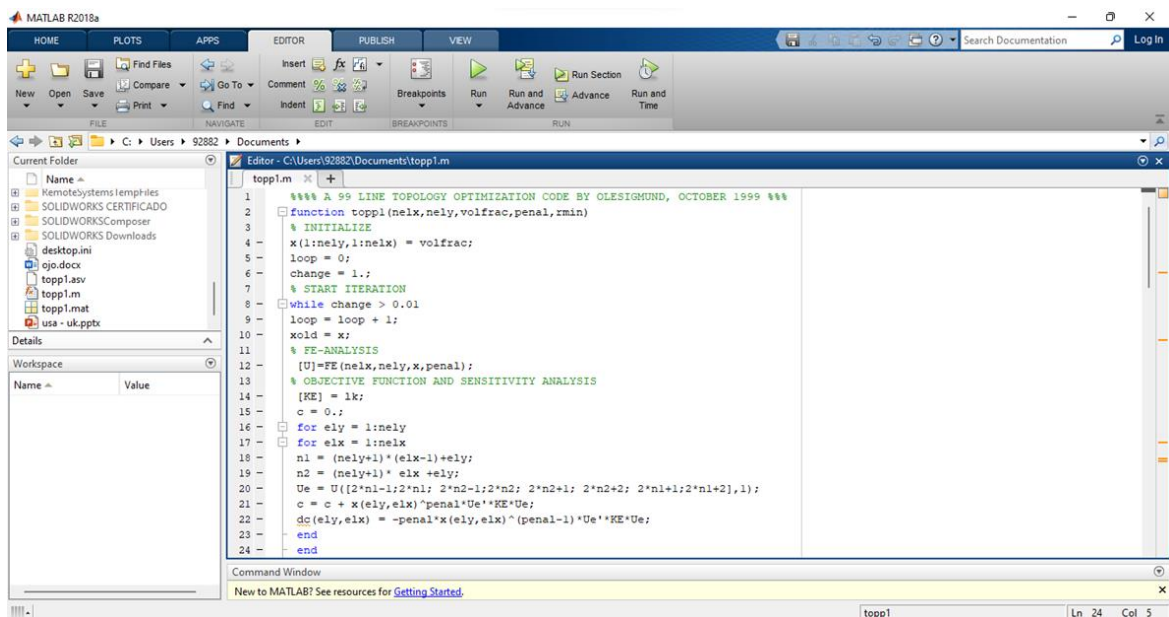


Figura 3. Código en MATLAB

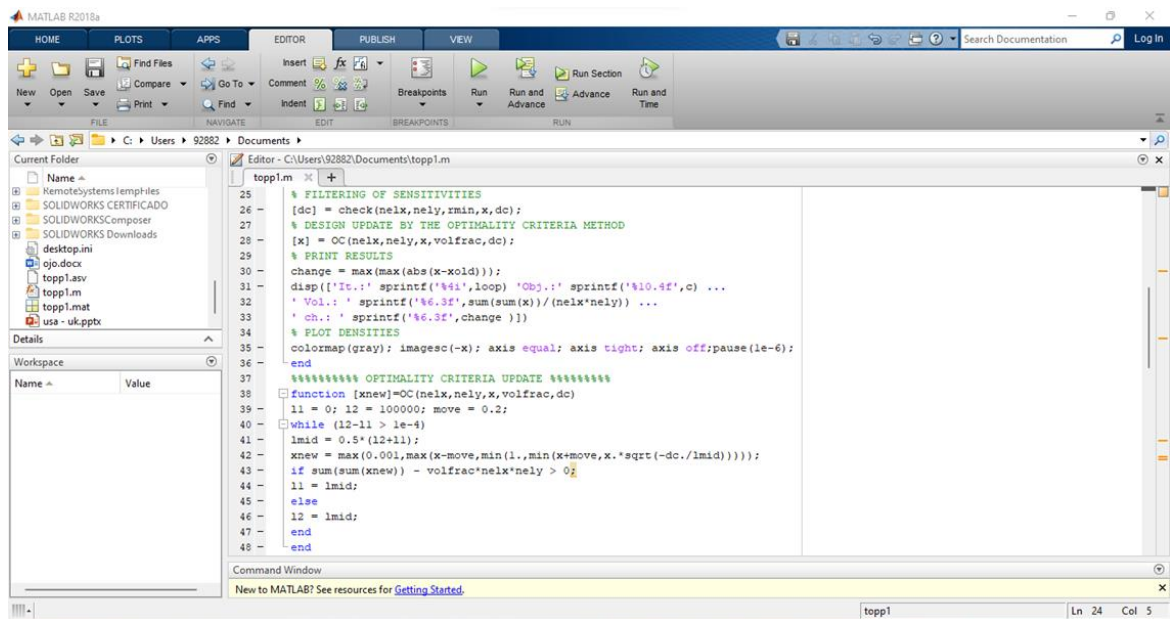


Figura 4. Código en MATLAB

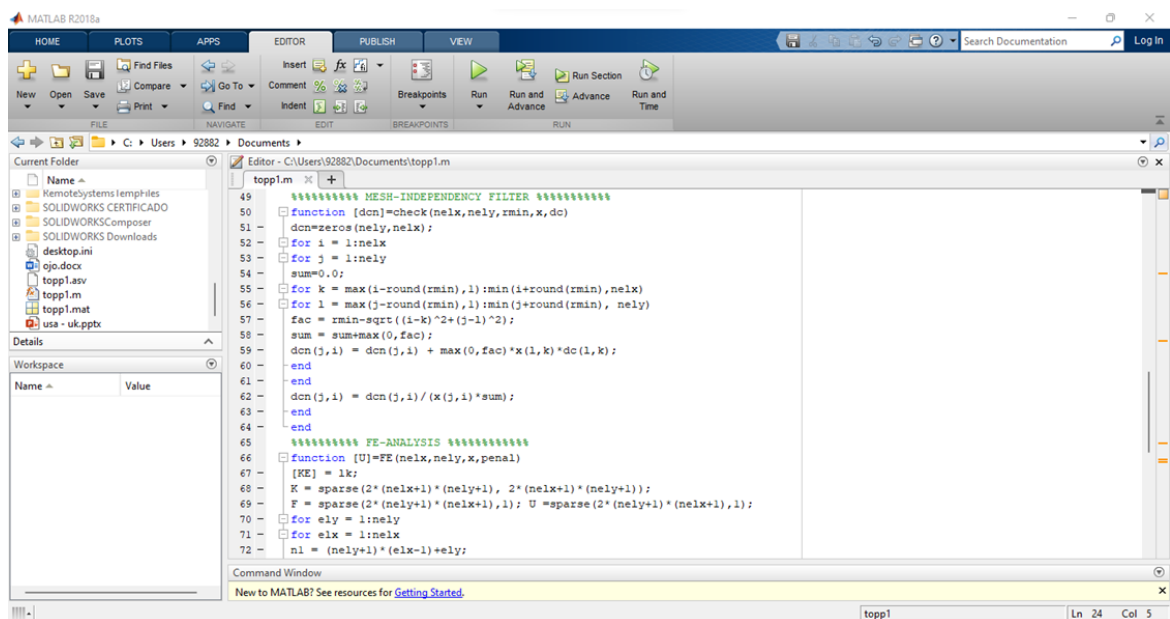


Figura 5. Código en MATLAB

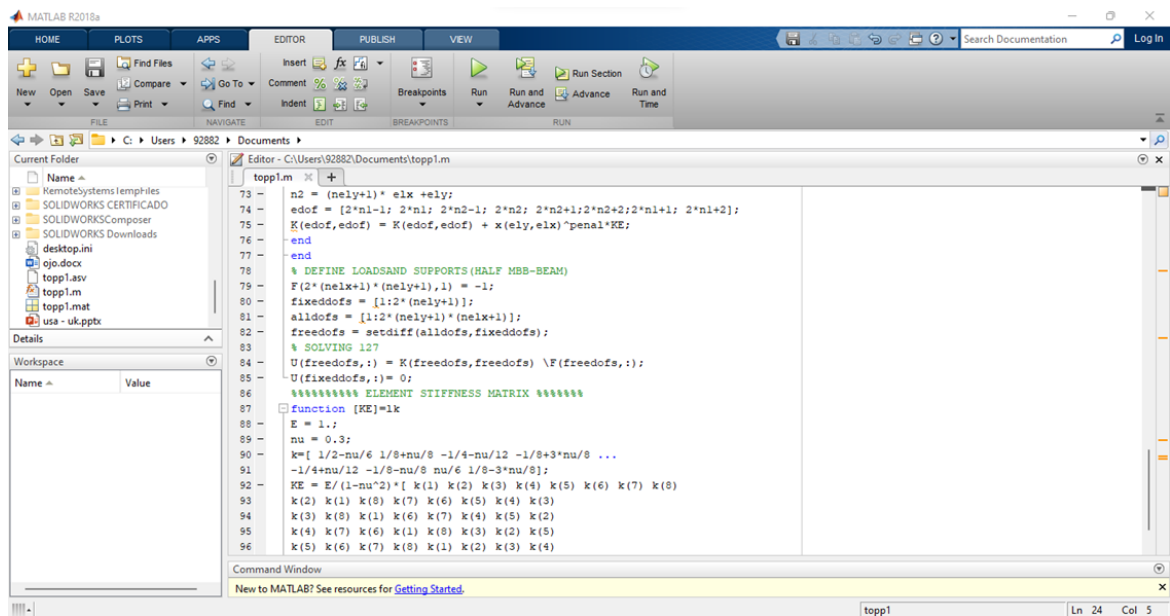


Figura 6. Código en MATLAB

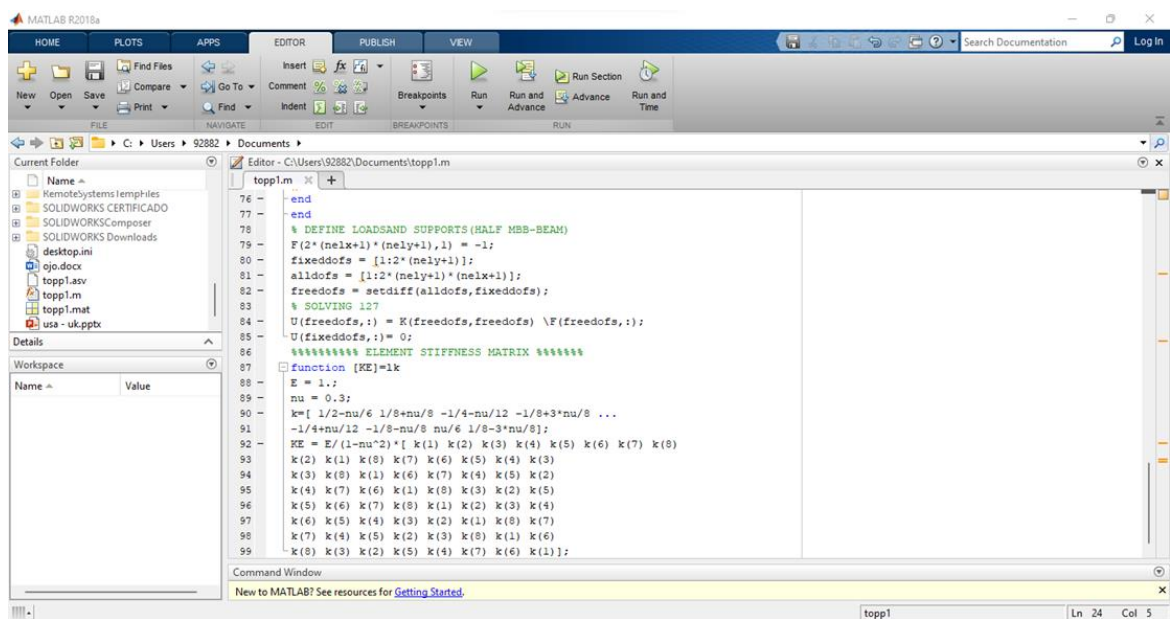


Figura 7. Código en MATLAB

3. En la ventana de “Command Window” escribimos `topp1 (32,20,0.4,3.0,1.2)`, para que se muestre la figura.

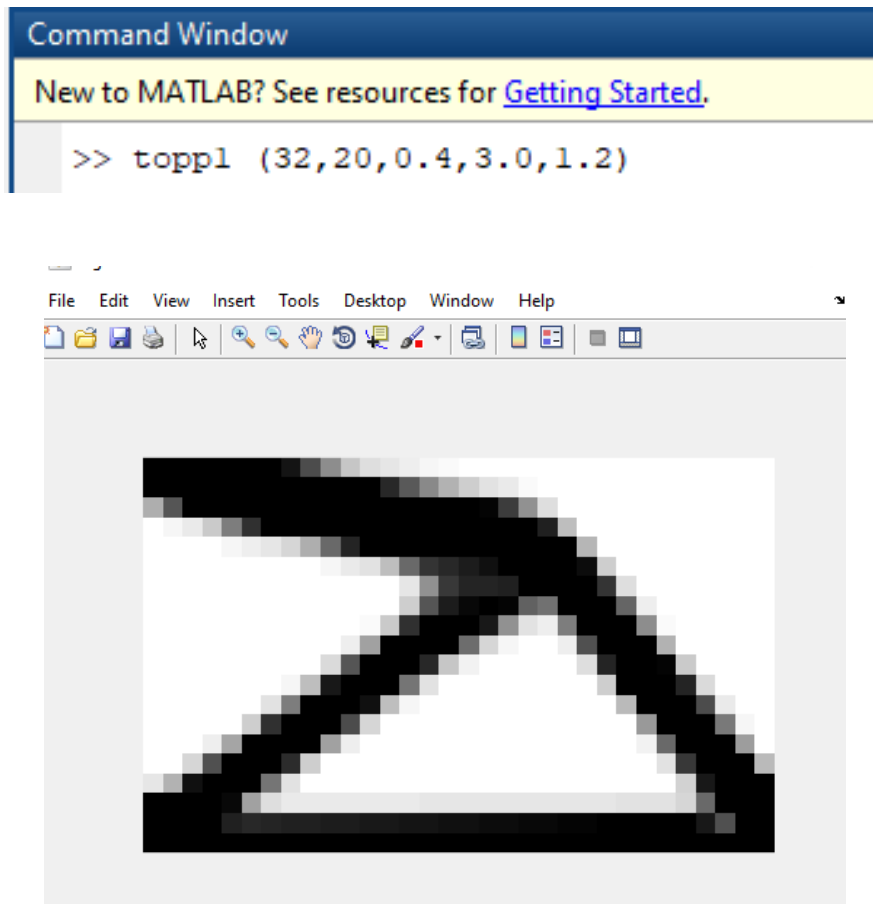


Figura 8. Figura obtenida con el código en MATLAB

4. Implementación y desarrollo de la programación en sus vistas

Hay que definir cada una de las variables

- **nelex/nely**: son el número de elementos en las direcciones horizontales y verticales (x,y).
- **volfrac**: es la fracción de volumen.
- **penal**: es el poder de la penalización.
- **rmin**: es el tamaño del filtro (dividido por el tamaño del elemento).
- **topp1 (32,20,0.4,3.0,1.2)**: línea de entrada para correr el programa.

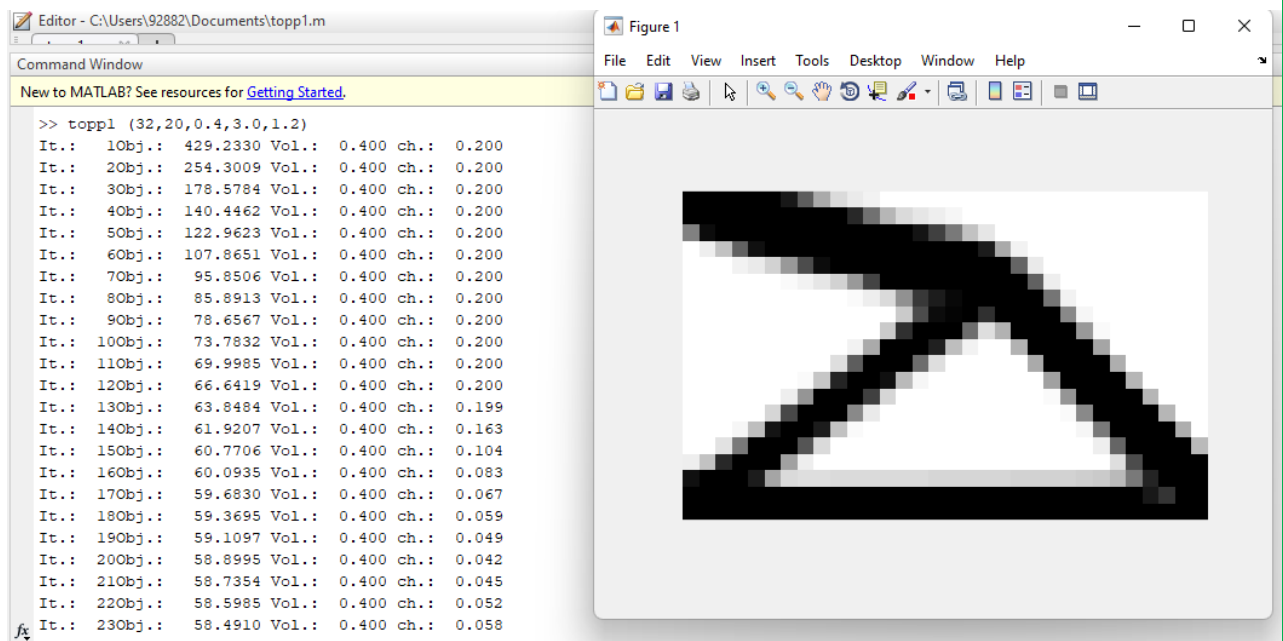


Figura 9. Código en MATLAB

5. Conclusiones por cada autor

Fátima Montserrat Zarazúa Uribe 1811014

Esta práctica me permitió seguir aprendiendo de las funcionalidades de MATLAB, en esta ocasión se implementó para un análisis de elemento finito, enfocado a la optimización topológica, lo cual es algo nuevo y sumamente interesante para mí. El código consistió de 99 líneas, que explicaba de forma detallada el funcionamiento de cada una de ellas, ejecutando el programa, se logró observar la optimización y así se cumplió con lo requerido en la práctica.

Jair Alejandro Tamayo Ibarra 1815498

En esta primera práctica vimos más del uso de Matlab, con el cual en esta ocasión lo implementamos en un análisis para una optimización topológica, el código consistió en 99 líneas, y obtuvimos de manera gráfica la optimización y así obtener resultados previamente previstos.

Karen Alexa Pérez Ortiz 1904708

Gracias a la elaboración de esta práctica y la elaboración del código en MATLAB, ahora ya me es posible ver cada una de las secciones que conforman un código de optimización topológica, el cual fue el que se elaboró en este caso, de igual forma también pude observar como era el proceso para poder crear un archivo .m en MATLAB y ver la ejecución del análisis de este mismo código.

Jorge Luis Ávila Hernández 1905338

Las variables utilizadas en esta práctica nos permiten la implementación de un código de optimización en MATLAB de tal forma que, con la cantidad de líneas mencionadas previamente, obtuvimos una representación gráfica de la optimización, permitiéndonos comprobar la obtención de los resultados esperados.

Ana Cristina Lucio Iracheta 1907905

Para esta práctica se utilizó MATLAB donde observamos el funcionamiento del código de optimización tipológica, el programa contiene 99 líneas, después de ejecutar el programa se pudo observar de manera gráfica la optimización, y de esta manera obtuvimos el resultado esperado. Realizar la practica fue sencillo, ya que, el manual nos aportó el código que posteriormente fue modificado para poder crear el código adecuado.

Ana Belén Bolaños Carbajal 1908896

La optimización de código es el conjunto de fases de un compilador que transforman un fragmento de código en otro fragmento con un comportamiento equivalente y que se ejecuta de forma más eficiente. Este proceso fue el que se realizó para llevar a cabo la práctica. La herramienta de software utilizada fue MATLAB, y gracias a esta pudimos obtener los resultados esperados.

Referencias Bibliográficas

Optimización Topológica. (2019, 9 enero). Estudio de Ingeniería y Tecnología

Avanzada S.L. Recuperado 3 de septiembre de 2022, de

<https://eitaingenieros.com/optimizacion/>

C., L. (2020, 16 diciembre). La optimización topológica en la impresión 3D. 3Dnatives.

Recuperado 3 de septiembre de 2022, de

[https://www.3dnatives.com/es/optimizacion-topologica-](https://www.3dnatives.com/es/optimizacion-topologica-10012017/#:%7E:text=La%20optimizaci%C3%B3n%20topol%C3%B3gica%20es%2C%20de,mec%C3%A1nicas%20m%C3%A1s%20o%20menos%20significativas.)

[10012017/#:%7E:text=La%20optimizaci%C3%B3n%20topol%C3%B3gica%20es%2C%20de,mec%C3%A1nicas%20m%C3%A1s%20o%20menos%20significativas.](https://www.3dnatives.com/es/optimizacion-topologica-10012017/#:%7E:text=La%20optimizaci%C3%B3n%20topol%C3%B3gica%20es%2C%20de,mec%C3%A1nicas%20m%C3%A1s%20o%20menos%20significativas.)

Franco, Ediguer E. , Meza, Carlos A. , Tamayo, Fernando. Optimización topológica

aplicada al diseño de componentes estructurales mecánicos de peso reducido. El

Hombre y la Máquina. 2015, (46), 72-79. ISSN:0121-0777.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47843368009>