



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FIME

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

LABORATORIO DE BIOMECHANICA

PRÁCTICA 3

Diseño de la estructura de un panorámico

Docente: Dra. Yadira Moreno Vera

Día: Martes

Hora: V2

Brigada: 214

Equipo: 2

Nombre	Matricula	Carrera
María de los Angeles Puente Peña	1905238	IMTC
Mauricio Guerrero Hernández	1905306	IMTC
Brayan Uriel Grimaldo Salazar	1908530	IMTC
Karla Gabriela Torres García	1910427	IMTC
Alina Martínez Escobedo	1912818	IMTC
Viviana Nathalie Tienda Téllez	1919910	IMTC

Fecha de entrega: 18-octubre-2022

OBJETIVO

El estudiante deberá presentar una propuesta de análisis de formas y de la programación para la ejecución de la optimización (descripción funcional) de características de trabajo específicas que presenta las ventajas.

INTRODUCCION

En esta práctica del laboratorio de Biomecánica se tiene como tema el Diseño de la estructura de un panorámico, para lograrlo se presenta una propuesta de análisis de formas y de la programación para la ejecución de la optimización de características de trabajo específicas que presenta las ventajas. La forma geométrica que elegimos es una estructura geométrica con dos soportes ya que esto nos ayudará a aprovechar de mejor manera el área y la optimización que se realizará. Nuestro reporte consistirá en el nombre y definición de la forma geométrica, estado del arte, propuesta de diseño de la geometría, alcances y limitaciones, pasos de la programación y resultados de la optimización. En donde se utilizará de igual manera el software Matlab para poder mejorar la comprensión de nuestro panorámico.

NOMBRE Y DEFINICIÓN DE LA FORMA GEOMETRICA

En la vida cotidiana, hay demasiadas estructuras y construcciones que son eficaces para hacer su trabajo pero que no son completamente duraderas. Porque nos enfocamos en hacer el trabajo sin considerar muchos costos y materiales desperdiciados. Así que elegí una estructura que me permite manejar números reales y conteos de la misma manera simple. Hay varias opciones a las que puede referirse, dejando solo opciones para la estructura del panorama. Estas estructuras, que ayudan a mantener las vistas panorámicas que a menudo

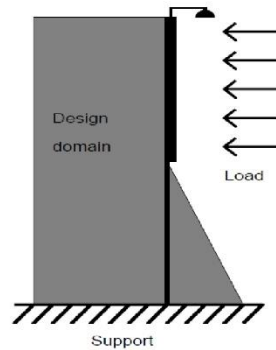


-Ejemplo de un panorámico

se ven en las calles, tienden a estar sujetas a muchas cargas axiales debido a su estructura, así como a fuerzas externas y parámetros naturales que tienden a estar relacionados con el viento. En lugar de simplemente cambiar la estructura y los estantes, desarrollaremos diseños que se centren en hacer uso del espacio de diseño derrochador.

La estructura geométrica que utilizaremos es la que se presenta a continuación, que representa un panorámico los cuales se exponen generalmente a alta ráfagas de viento y que a comparación con el resto de panorámicos habituales los cuales solemos avistar por las calles, y que únicamente cuentan con dos soportes, en este caso elegimos esta estructura para

llevar a cabo la optimización debido a que se aprovecha mejor el área y además se notara muchísimo mejor al momento de realizar la optimización.



ESTADO DEL ARTE

Una estructura panorámica es el soporte sobre el cual se posicionará un anuncio publicitario, ya sea de una cara o de tres caras. Generalmente son colocados en medio de diversos paisajes urbanos y sostienen diseños publicitarios con el objetivo de promocionar un producto, servicio o transmitir un mensaje.

Materiales Utilizados

Usualmente los postes panorámicos están contruidos de metal y acero para que sean lo suficientemente resistentes al clima, lluvias y cualquier otro fenómeno de la naturaleza. Por otra parte, el panorámico en sí mismo son hechos de lona, vallas de PVC, plástico, tela, metal o acrílico. También existen espectaculares digitales o electrónicos que tienen luces, pantallas eléctricas y música.

Sin embargo, estas últimas están prohibidas en muchos países por lo altamente distractivas que pueden ser para los conductores en las vías.

Medidas Ideales

En cuanto al tamaño de la estructura donde se colocará el anuncio son variados. Las estructuras pueden ser desde desde 4 x 6 metros, hasta 8 x 6 metros, ubicadas al ras del piso. Lo más común es que estas sean vistas desde cualquier parte de una zona y estén al alcance de todos.

Algunas medidas habituales de los espectaculares pueden ser entre 320x200cm, 400x300 cm, 800x300 cm y 1200x400 cm.

Sin embargo, esto también puede variar según el estado o región en el que se quiera realizar la estructura puesto que algunos no permiten espectaculares muy grandes.

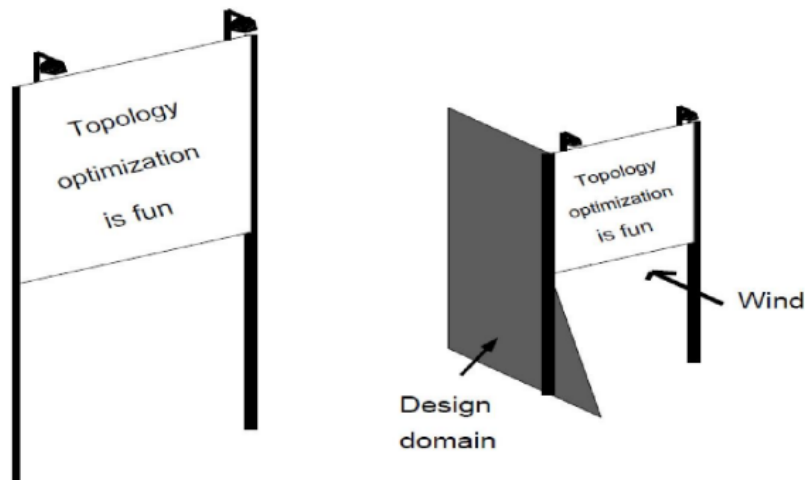
El *análisis de elementos finitos* (FEA) es un método numérico complejo que se utiliza para resolver problemas complicados que contienen una cantidad de entradas variables, como condiciones de contorno, cargas aplicadas y tipos de soporte.

Es mucho más complicado, sin embargo, método preciso para ejecutar análisis estructural en comparación con los cálculos manuales. FEA requiere que la estructura se divida en partes más pequeñas (o elementos) que puede evaluarse individualmente para una estimación más

precisa de la solución. Este puede ser un proceso extremadamente difícil y lento para configurar y ejecutar. Es común que un modelo de FEA comprenda de matrices miles de entradas haciendo que sea prácticamente imposible ser evaluado por cálculos humanos.

PROPUESTA DE DISEÑO DE LA GEOMETRIA, ALCANCES Y LIMITACIONES

Los panorámicos se exponen generalmente a altas ráfagas de viento, por lo que su estructura ocupa ser muy rígida para soportar dichos esfuerzos sobre el área a utilizar. El espacio de diseño a evaluar será de 2 dimensiones y de esta manera poder llevar a cabo la optimización.



PASOS DEL DESARROLLO DE PROGRAMACION

Para el desarrollo de la programación de esta práctica se usó el mismo código de optimización topológica de 99 líneas al igual que la práctica 1, por lo que a partir de este código únicamente fue necesario el establecer distintos parámetros para que fuese una estructura distinta al momento de ejecutar el programa, y de igual manera se realizaron ciertas modificaciones al código para que este pueda asemejarse a la geometría propuesta para el diseño del panorámico. Dadas todas las consideraciones en base a el diseño de la estructura del panorámico, se optivo la siguiente topología para generar la imagen del panorámico:

topp1(40,80,0.2,3.0,0.5)

Una vez teniendo los parámetros de nuestra figura geométrica base a la cual se le realizara la optimización, lo que se prosiguió a realizar fue el cambiar ciertas líneas del código para que cumpliese con lo deseado en la práctica:

Primeramente, las líneas 65 a 69 se modifican agregando lo siguiente:

```

80 ##### FE-ANALYSIS #####
81 function [U]=FE(nelx,nely,x,penal)
82 [KE] = 1k;
83 K = sparse(2*(nelx+1)*(nely+1), 2*(nelx+1)*(nely+1));
84 F = sparse(2*(nely+1)*(nelx+1),5);
85 U = sparse(2*(nely+1)*(nelx+1),5);

```

De igual manera las líneas de la 16 a la 24 del código original de la optimización de 99 líneas será cambiado:

```

16 for ely = 1:nely
17     for elx = 1:nelx
18         n1 = (nely+1)*(elx-1)+ely;
19         n2 = (nely+1)* elx +ely;
20         Ue = U([2*n1-1;2*n1; 2*n2-1;2*n2; 2*n2+1;2*n2+2; 2*n1+1;2*n1+2],1);
21         c = c + x(ely,elx)^penal*Ue'*KE*Ue;
22         dc(ely,elx) = -penal*x(ely,elx)^(penal-1)*Ue'*KE*Ue;
23     end
24 end

```

Mismo caso para las líneas de la 32 a36 y de la 94 a la 100:

<pre> 32 - for i= 1:5 33 - Ue = U([2*n1-1;2*n1; 2*n2-1;2*n2; 2*n2+1;2*n2+2; 2*n1+1;2*n1+2],i); 34 - c = c + x(ely,elx)^penal*Ue'*KE*Ue; 35 - dc(ely,elx) = dc(ely,elx) - penal*x(ely,elx)^(penal-1)*Ue'*KE*Ue; 36 - end </pre>	<pre> 94 - % DEFINE LOADS AND SUPPORTS (HALF MBB-BEAM) 95 - F(2*(nelx)*(nely+1)+2,1)=1; 96 - F(2*(nelx)*(nely+1)+20,1)=1; 97 - F(2*(nelx)*(nely+1)+40,1)=1; 98 - F(2*(nelx)*(nely+1)+60,1)=1; 99 - F(2*(nelx)*(nely+1)+80,1)=1; 100 - fixeddofs = 2*(nely+1):2*(nely+1):2*(nelx+1)*(nely+1); </pre>
--	---

Para crear el empotramiento diagonal, o crear el espacio en blanco para recrear el empotramiento en la parte inferior derecha; en el archivo del uso del código de 99 líneas existe una sección donde se habla de elementos pasivos el cual sirve de ayuda para determinar un espacio en blanco, en el ejemplo del archivo viene como hacer un círculo, y nosotros necesitamos un rectángulo y un triángulo para esto se modificaron y/o agregaron las siguientes líneas:

```

1  %%% A 99 LINE TOPOLOGY OPTIMIZATION CODE BY OLE SIGMUND, JANUARY 2000 %%%
2  function top(nelx,nely,volfrac,penal,rmin)
3  % INITIALIZE
4  x(1:nely,1:nelx) = volfrac;
5  loop = 0;
6  change = 1.;
7  % START ITERATION

> for ely = 1:nely
>     for elx = 1:nelx
>         if elx - 20 < (ely/2)
>             passive(ely,elx)=0;
>         else
>             passive(ely,elx)=1;
>         end
>     end
> end
> x(find(passive)) = 0.001;

27 % DESIGN UPDATE BY THE OPTIMALITY CRITERIA METHOD
28 [x] = OC(nelx,nely,x,volfrac,dc);

37 %***** OPTIMALITY CRITERIA UPDATE *****
38 function [xnew]=OC(nelx,nely,x,volfrac,dc)

39 %*****

41 % DESIGN UPDATE BY THE OPTIMALITY CRITERIA METHOD
42 [x] = OC(nelx,nely,x,volfrac,dc,passive);

51 %***** OPTIMALITY CRITERIA UPDATE *****
52 function [xnew]=OC(nelx,nely,x,volfrac,dc,passive)

56 xnew = max(0.001,max(x-move,min(1.,min(x+move,x.*sqrt(-dc./lmid)))));
57 xnew(find(passive)) = 0.001;
58 if sum(sum(xnew)) - volfrac*nelx*nely > 0;

```

RESULTADOS DE LA OPTIMIZACION

En base a la explicación del procedimiento realizado para la programación del diseño de la estructura de una panorámico en Matlab, ahora el siguiente paso a realizar es el corroborar que el código propuesto funcione correctamente. Para la implementación de este código lo único necesario es el copiar el siguiente programa en el editor de Matlab, para posteriormente hacer el análisis de los resultados.

```
%%% A 99 LINE TOPOLOGY OPTIMIZATION CODE BY OLESIGMUND, OCTOBER 1999 %%%
function topp3(nelx,nely,volfrac,penal,rmin);
% INITIALIZE
x(1:nely,1:nelx) = volfrac;
loop = 0;
%Declarando vacio
for ely = 1:nely
    for elx = 1:nelx
        if (((ely-(nely*0.5)<(2*elx)-(1.36*nelx)) | (ely <(1+nely*0.5))) & (elx
>(1+nelx)*0.6666))
            passive(ely,elx) = 1;
        else
            passive(ely,elx) = 0;
        end
    end
end
x(find(passive))=0.001;
change = 1.;
% START ITERATION
while change > 0.01
    loop = loop + 1;
    xold = x;
    % FE-ANALYSIS
    [U]=FE(nelx,nely,x,penal);
%13 OBJECTIVE FUNCTION AND SENSITIVITY ANALYSIS
    [KE] = lk;
    c = 0.;
    for ely = 1:nely
        for elx = 1:nelx
            n1 = (nely+1)*(elx-1)+ely;
            n2 = (nely+1)* elx +ely; %19
            dc(ely,elx) = 0.;
            for i = 1:5
                Ue = U([2*n1-1;2*n1; 2*n2-1;2*n2; 2*n2+1; 2*n2+2;
2*n1+1;2*n1+2],1);
                c = c + x(ely,elx)^penal*Ue'*KE*Ue;
                dc(ely,elx) = dc(ely,elx)-penal*x(ely,elx)^(penal-1)*Ue'*KE*Ue;
            end
        end
    end
%25 FILTERING OF SENSITIVITIES
[dc] = check(nelx,nely,rmin,x,dc);
%27 DESIGN UPDATE BY THE OPTIMALITY CRITERIA METHOD
[x] = OC(nelx,nely,x,volfrac,dc,passive);
%29 PRINT RESULTS
change = max(max(abs(x-xold)));
disp(['It.: ' sprintf('%4i',loop) 'Obj.: ' sprintf('%10.4f',c) ...
```

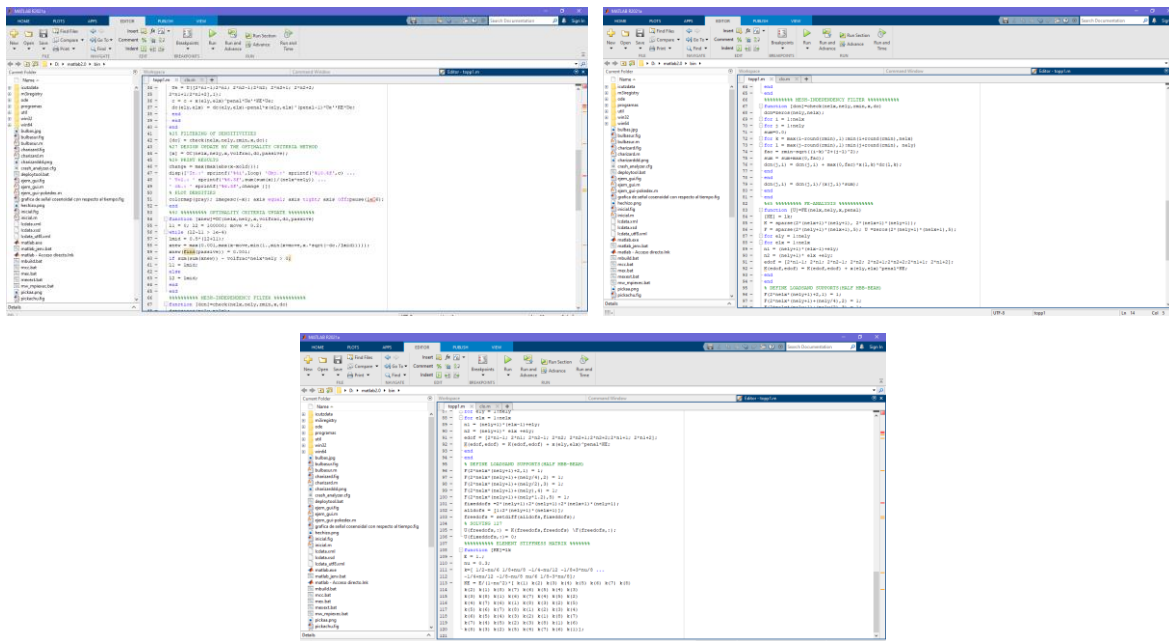
```

' Vol.: ' sprintf('%6.3f',sum(sum(x))/(nelx*nely)) ...
' ch.: ' sprintf('%6.3f',change )])
% PLOT DENSITIES
colormap(gray); imagesc(-x); axis equal; axis tight; axis off;pause(1e6);
end
%40 %%%%%%%%%% OPTIMALITY CRITERIA UPDATE %%%%%%%%%%
function [xnew]=OC(nelx,nely,x,volfrac,dc,passive)
9
l1 = 0; l2 = 100000; move = 0.2;
while (l2-l1 > 1e-4)
lmid = 0.5*(l2+l1);
xnew = max(0.001,max(x-move,min(1.,min(x+move,x.*sqrt(-dc./lmid)))));
xnew(find(passive)) = 0.001;
if sum(sum(xnew)) - volfrac*nelx*nely > 0;
l1 = lmid;
else
l2 = lmid;
end
end
%%%%%%%%%%%%% MESH-INDEPENDENCY FILTER %%%%%%%%%%%%%%
function [dcn]=check(nelx,nely,rmin,x,dc)
dcn=zeros(nely,nelx);
for i = 1:nelx
for j = 1:nely
sum=0.0;
for k = max(i-round(rmin),1):min(i+round(rmin),nelx)
for l = max(j-round(rmin),1):min(j+round(rmin), nely)
fac = rmin-sqrt((i-k)^2+(j-l)^2);
sum = sum+max(0,fac);
dcn(j,i) = dcn(j,i) + max(0,fac)*x(l,k)*dc(l,k);
end
end
dcn(j,i) = dcn(j,i)/(x(j,i)*sum);
end
end
%65 %%%%%%%%%%%%%% FE-ANALYSIS %%%%%%%%%%%%%%
function [U]=FE(nelx,nely,x,penal)
[KE] = lk;
K = sparse(2*(nelx+1)*(nely+1), 2*(nelx+1)*(nely+1));
F = sparse(2*(nely+1)*(nelx+1),5); U =zeros(2*(nely+1)*(nelx+1),5);
for ely = 1:nely
for elx = 1:nelx
n1 = (nely+1)*(elx-1)+ely;
n2 = (nely+1)* elx +ely;
edof = [2*n1-1; 2*n1; 2*n2-1; 2*n2; 2*n2+1;2*n2+2;2*n1+1; 2*n1+2];
K(edof,edof) = K(edof,edof) + x(ely,elx)^penal*KE;
end
end
% DEFINE LOADSAND SUPPORTS (HALF MBB-BEAM)
F(2*nelx*(nely+1)+2,1) = 1;
F(2*nelx*(nely+1)+(nely/4),2) = 1;
F(2*nelx*(nely+1)+(nely/2),3) = 1;
F(2*nelx*(nely+1)+(nely),4) = 1;
F(2*nelx*(nely+1)+(nely*1.2),5) = 1;
fixeddofs =2*(nely+1):2*(nely+1):2*(nelx+1)*(nely+1);
alldofs = [1:2*(nely+1)*(nelx+1)];
freedofs = setdiff(alldofs,fixeddofs);

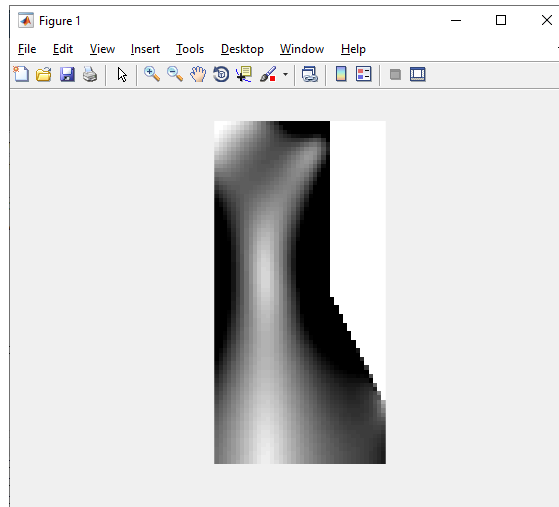
```

```
% SOLVING 127
U(freedofs,:) = K(freedofs,freedofs) \F(freedofs,:);
U(fixeddofs,:)= 0;
%%%%%%%%%% ELEMENT STIFFNESS MATRIX %%%%%%%%%%
function [KE]=lk
E = 1.;
nu = 0.3;
10
k=[ 1/2-nu/6 1/8+nu/8 -1/4-nu/12 -1/8+3*nu/8 ...
-1/4+nu/12 -1/8-nu/8 nu/6 1/8-3*nu/8];
KE = E/(1-nu^2)*[ k(1) k(2) k(3) k(4) k(5) k(6) k(7) k(8)
k(2) k(1) k(8) k(7) k(6) k(5) k(4) k(3)
k(3) k(8) k(1) k(6) k(7) k(4) k(5) k(2)
k(4) k(7) k(6) k(1) k(8) k(3) k(2) k(5)
k(5) k(6) k(7) k(8) k(1) k(2) k(3) k(4)
k(6) k(5) k(4) k(3) k(2) k(1) k(8) k(7)
k(7) k(4) k(5) k(2) k(3) k(8) k(1) k(6)
k(8) k(3) k(2) k(5) k(4) k(7) k(6) k(1)]
```

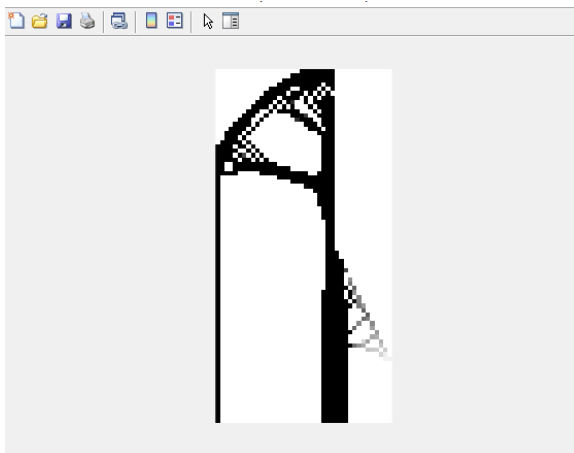
- Código de la optimización del diseño de la estructura de un panorámico.



- Ejecucion del programa en matlab.



-Primera estructura obtenida de la optimización



En base al código propuesto, se puede observar que, con respecto a la figura propuesta del panorámico, se puede observar se le realizó una optimización y de esta manera lograr reducir la cantidad de material necesario para su elaboración, pero conservando las mismas propiedades.

-Implementación del código en Matlab

CONCLUSIONES

Mauricio Guerrero Hernández:

Después de la elaboración de esta tercera práctica del laboratorio de biomecánica en el cual se muestra un diseño estructural para un panorámico junto con una optimización topológica utilizando programación en Matlab, se pudo observar que el tiempo para la ejecución del programa de ésta práctica fue claramente mayor a la anteriores debido a que el proceso que tuvo que llevar el software para optimizar los esfuerzos requirió muchísimo más tiempo,

inclusive logrando en ocasiones que el software crashease en caso de no contar con un equipo que lo soporte, además de que se pudieron apreciar espacios blanco al momento de obtener la optimización, los cuales son elementos pasivos que necesitan ser tomados en cuenta debido a que puede afectar de forma significativa en el diagrama de esfuerzos ocasionando que la estructura no fuese lo suficientemente rígida o estable, ocasionando así un fallo dentro de esta y que al aplicarlo de forma práctica en una situación de real podría conllevar muchos riesgos, y de ahí el reconocer la importancia de todos los resultados obtenidos en la práctica.

Brayan Uriel Grimaldo Salazar:

En conclusión, logramos el objetivo que se propuso al inicio de la práctica el cual es presentar una propuesta de análisis de formas y de la programación para la ejecución de la optimización topológica, en este caso realizamos una optimización al diseño estructural de un panorámico utilizando programación en Matlab. La realización del código tomó mayor proceso que las anteriores optimizaciones, ya que en esta era más difícil de concretar y se tuvieron que tomar en cuenta varios factores, como los esfuerzos de la estructura y los soportes por lo que se logró la optimización planteada.

Karla Gabriela Torres García:

En esta práctica se volvió a reforzar lo visto en prácticas anteriores, sin embargo, ahora lo que se requería era una propuesta de diseño de una estructura panorámica por lo que se utilizó el programa de Matlab para realizar la optimización topológica de este y analizarla.

El código requirió de más esfuerzo debido a que era una estructura más compleja y podrían causar fallas en la optimización.

Viviana Nathalie Tienda Tellez:

En esta práctica, de igual manera como en las practicas anteriores, realizamos un análisis de optimización topológica, que mientras mas vamos trabajando podemos entender la importancia de estos análisis, no solamente como estudio si no también en la industria, la optimización topológica es de gran ayuda para como su nombre lo dice optimizar estructuras, diseño, etc. En semestres anteriores realizaba los análisis con softwares CAD, y

creo que comprendo mas el proceso ahora que lo realizamos con código pues entiendo cada parte del análisis.

Alina Martínez Escobedo:

Para el reporte de la practica 3 del laboratorio de Biomecánica mostramos un diseño estructural de un panorámico al igual que una optimización topológica que se logró realizar mediante el software Matlab. El código que se realizó en esta práctica era más difícil de concretar ya que se tuvieron que tomar en cuenta muchos puntos ya que todo se basaba en los esfuerzos de nuestra estructura, en este caso un panorámico con dos soportes, dicha estructura fue la mejor elección ya que se puede notar a simple vista la optimización.

María de los Ángeles Puente Peña:

En la realización de esta actividad seguimos poniendo en práctica la optimización topológica y con ello cumplimos con el objetivo establecido para la misma. En este caso se realizó el análisis y optimización de un panorámico, como los que vemos comúnmente en las avenidas grandes de la ciudad, y al ser una estructura más completa debido a los esfuerzos que se aplican en ella, y a diferencia de las practicas anteriores que hemos realizado fue un poco más difícil y tardado para el programa al momento de correr el código, ya que para esta práctica seguimos haciendo uso de Matlab.

REFERENCIAS

- *Análisis de elementos finitos* / Autodesk. (2021, 15 diciembre). Recuperado 20 de septiembre de 2022, de <https://www.autodesk.mx/solutions/finite-element-analysis#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20de%20elementos%20finitos,efectos%20f%C3%ADsicos%20del%20mundo%20real.>
- Carigliano, S. (2022, 13 julio). *What is Structural Analysis?* Software de análisis estructural en la nube SkyCiv | Cloud Structural Analysis Software and Calculators. Recuperado 20 de septiembre de 2022, de <https://skyciv.com/es/education/what-is-structural-analysis/>
- ICL Didáctica SAS. (2021, 11 abril). *Análisis Estructural*. ICL Didactica. Recuperado 20 de septiembre de 2022, de <https://www.icl-didactica.com/analisis-estructural/>