

**INSTITUTO SUPERIOR
TECNOLÓGICO
MARIANO SAMANIEGO**

**Guía Teórica de
asignatura
Mecánica de
Materiales
primer ciclo**

2024







SOLUZIONINNOVATIVE
S.A.S.

SOLUZIONINNOVATIVE S.A.S.

EDITORIAL

**Guía Teórica de asignatura Mecánica de
Materiales primer ciclo**

ISBN: 978-9942-7294-1-5

Autor:
Danny Chamba





SOLUZIONINNOVATIVE
S.A.S.

SOLUZIONINNOVATIVE S.A.S.

EDITORIAL

Primera Edición, septiembre 2024

Guía Teórica de asignatura Mecánica de Materiales primer ciclo

ISBN: 978-9942-7294-1-5

Editado por:

Sello editorial: ©Soluzioninnovative S.A.S. Editorial

No Radicación: 164769

Editorial: ©Soluzioninnovative S.A.S.

Editorial Los Andes y El Sufragio

Dirección de Publicaciones Científicas Soluzioninnovative S.A.S.

Editorial Riobamba, Chimborazo, Ecuador

Teléfono: +593967468602

Código Postal: 060108



<https://orcid.org/0009-0003-0120-3133>



<https://doi.org/10.61396/editorialsolucioninnovative.lib21>



Índice general

Índice general.....	7
Índice de tablas.....	9
Índice de figuras.....	9
Introducción.....	10
Lineamientos generales.....	10
Competencias genéricas.....	10
Competencias específicas.....	10
Bibliografía.....	10
Básicas.....	11
Complementarias.....	11
Webgrafías.....	11
PRIMER BIMESTRE.....	11
1.Unidad I: Mecánica de materiales y cargas axiales.....	11
1.1. Introducción a la mecánica de materiales.....	11
1.2. Esfuerzo normal y deformaciones.....	12
1.2.1. Mecánica y propiedades de los materiales.....	14
1.3. Esfuerzo de corte y deformación.....	16
1.3.1. Esfuerzo y cargas permisibles.....	16
1.4. Miembros cargados axialmente.....	16

1.5. Estructuras estáticamente indeterminadas	17
2.Unidad 2: Torsión, flexión pura 21	
2.1. Deformación torsional en una barra circular	21
2.1.1. Transmisión de potencia por ejes circulares.	22
2.2. Fuerza de corte y momento flexionante	23
2.3. Curvatura de una viga	24
2.4. Vigas no prismáticas.....	25
2.5. Concentración de esfuerzos en vigas	25
SEGUNDO BIMENESTRE	27
3.Unidad 3: Esfuerzo y deformación, columnas	27
3.1. Esfuerzo plano.....	27
3.2. Esfuerzos principales y esfuerzos máximos de corte	27
3.3. Circulo de Mohr para esfuerzo plano.....	28
3.4. Ley de Hooke para esfuerzo plano	29
3.5. Deformación plana.....	29
4.Unidad 4: Aplicaciones de esfuerzos en el plano	30
4.1. Cargas combinadas	30
4.2. Efectos térmicos.....	31
4.3. Columnas	31

Bibliografía	34
--------------------	----

Índice de tablas

Tabla 1: Ejemplo de tabla	¡Error! Marcador no definido.
--	--------------------------------------

Índice de figuras

Figura 1: Deformacion de los materiales.....	9¡Error! Marcador no definido.
Figura 2: Deformación torsional.....	19
Figura 3: Esfuerzo cortante.....	20
Figura 4: momento de flector	21
Figura 5: momentos de flexión.....	23
Figura 6: Representación gráfica de Mohr.....	27
Figura 6: Circulo de Mohr.....	28

Índice de ecuaciones

Ecuación 1: Ley de Hooke.....	9
--------------------------------------	---

Introducción

La Mecánica de Materiales es uno de los ejes esenciales dentro de la ingeniería automotriz, sobre todo cuando se requiere fusionar la resistencia de un material con el funcionamiento físico o estructuras adyacentes.

Por ello la materia abarca un vasto conjunto de conceptos fundamentales para el desarrollo y estudio de la misma, tales como esfuerzos, deformaciones de carácter unitario, desplazamientos de las estructuras, energía de deformación y capacidad de carga de los elementos. El estudio de esta materia tiene como finalidad capacitar al estúdiante con los conocimientos teóricos y principios de trabajo de los distintitos materiales con los cuales trabaja la industria automotriz.

Dentro de la misma se encuentra el desarrollo de diseño estructural, para el cual, se emplea los principios de la estática para el cálculo de las fuerzas, deflexiones y estabilidad que actúan sobre los componentes automotrices. Además, se abarca el estudio del tipo de material del cual están hechos los distintos componentes del automóvil. Por ende, un estudio preciso y una comprensión del comportamiento de cada material será de suma importancia para desarrollo y comprensión del conocimiento del estudiante.

Lineamientos generales

Competencias genéricas

El tecnólogo automotriz es sagas lo cual lo convierte en una persona capaz de dar soluciones rápidas a múltiples problemas de la rama automotriz sean de carácter mecánico o eléctrico.

Competencias específicas

El tecnólogo automotriz debe contar con un desarrollo del pensamiento lógico rápido y veraz, capaz de resolver problemas de manera rápida y oportuna apegado siempre a procesos ya preestablecidos los cuales durante su formación ya fueron estudiados y desarrollados.

Bibliografía

Básicas

- Hibbeler, R. C. (2017). *Mecánica de Materiales 9 edición*. Mexico: PEARSON.

Complementarias

(BEER, E. RUSSELL JOHNSTON, DEWOLF, & MAZUREK, 2010)

Webgrafías

<https://www.youtube.com/watch?v=oXnn9iFFmyw>

<https://www.youtube.com/watch?v=KPHOviBJZoA>

<https://www.youtube.com/watch?v=JJct6tZyGf0>

<https://www.youtube.com/watch?v=mdtDe1N8et8>

PRIMER BIMESTRE

1. Unidad I: Mecánica de materiales y cargas axiales

La industria automotriz va de la mano con el estudio de la mecánica de materiales ya que gracias a esta se puede diseñar y fabricar múltiples piezas y estructuras esenciales para la fabricación de automóviles.

El desarrollo de un vehículo se fundamenta en la mecánica de materiales debido a que cada parte es sometida a cargas y presiones y es el único medio de determinar las mismas y su comportamiento.

1.1. Introducción a la mecánica de materiales.

La MECÁNICA DE MATERIALES es una de las ramas de la mecánica automotriz la cual es la encargada del estudio de los efectos internos que se generan en un elemento bajo carga, así mismo se considera a los elementos estructurales que forman parte de la misma como elementos sobre los cuales se aplica restricciones además de las cargas simplificadas. Para ello se desarrolla fórmulas de una manera más lógica, que genera soluciones satisfactorias a muchos problemas técnicos básicos. Así mismo existen conceptos fundamentales para una mejor comprensión de la materia. La mecánica de materiales

interviene de manera continua en todas las ramas de la ingeniería debido a que los métodos de esta rama son esenciales para todo tipo de estructuras.

El conocimiento desarrollado a través del tiempo en conjunto con teorías y técnicas enfocadas al análisis, permiten hoy en día a los ingenieros el diseño de estructuras complejas, seguras y funcionales, teniendo en consideración tres fundamentos esenciales en el diseño que son: resistencia, rigidez y estabilidad de los diversos elementos que forman parte de la misma estructura y a su vez cumplen con la funcionalidad de separadores de carga (Campeche, 2020).

1.2. Esfuerzo normal y deformaciones

El esfuerzo normal o también denominado esfuerzo axil o axial es el esfuerzo generado al interno o resultante de las fuerzas perpendiculares denominadas normales a la sección transversal de un prisma mecánico. Así mismo los esfuerzos normales pueden ser de una fuerza de tensión o compresión. Los esfuerzos de compresión son aquellos que tienden a aplastar el material del elemento de carga es decir generan fuerzas hacia el núcleo del elemento. Por otro lado, el esfuerzo de tensión es aquel que tiende a la ruptura del elemento sometido a fuerzas, generando fuerzas opuestas al núcleo de la estructura.

La deformación (δ) se define como el cambio de tamaño longitudinal de un elemento, por acción de una carga normal sobre un material a trabajar. Este a su vez se puede relacionar directamente con el esfuerzo que se genera sobre el material al dividir la carga que genera la deformación entre el área transversal del material.

- **Propiedades de los materiales (mecánicas)**

En la figura se muestra la relación existente entre la deformación de un elemento y el esfuerzo que genera dicha deformación. La gráfica representa la deformación de la gran mayoría de materiales dúctiles y sí mismo los valores específicos de cada uno de los materiales.

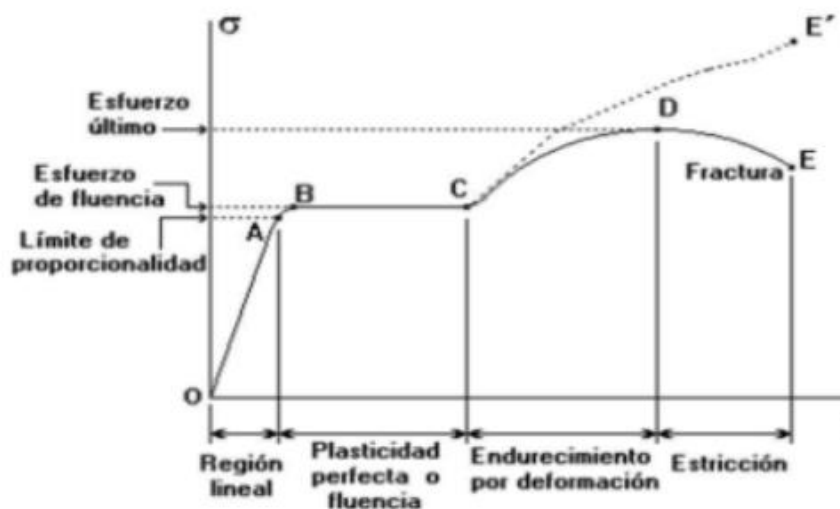
En el punto A se evidencia el límite de elasticidad, a continuación de este punto el material no puede recuperar su forma original al ser retirado el punto de presión.

En el punto B se puede observar el límite de fluencia, en este punto se observa un considerable alargamiento del elemento sin el respectivo aumento de carga.

En el punto D Es la máxima fuerza al que un elemento es sometido.

En el punto E A partir del punto de ruptura, el material se alarga de una forma muy rápida y se estrecha (punto de alargamiento) al mismo tiempo hasta romperse.

Ilustración 1: Deformación de los materiales.



Nota: diagrama de deformación de los materiales (Guanajuato, 2022).

- **Ecuación 1:** ley de Hooke (Guanajuato, 2022).

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad \sigma = \varepsilon E$$

$$\frac{P}{A} = E \frac{\delta}{L} \quad \delta = \frac{P L}{A E} = \sigma \frac{L}{E}$$

1.2.1. Mecánica y propiedades de los materiales.

Los materiales poseen distintas propiedades mecánicas según su composición y estructura, las cuales están directamente relacionadas con las fuerzas que se generan desde el exterior y que se ejercen sobre ellos.

Las principales propiedades mecánicas que los materiales poseen son: la elasticidad, la plasticidad, la maleabilidad, la ductilidad, la dureza, la tenacidad y finalmente la fragilidad.

Elasticidad: Es la cualidad que posee un material para recuperar su forma al suprimirse el esfuerzo que lo deformó.

Plasticidad: Es la cualidad que es opuesta a la de la elasticidad. Es la capacidad que posee un material para mantener la forma que adquiere al estar sometido a una carga la cual lo deformó.

Maleabilidad: Esta propiedad se refiere a la capacidad del material para ser conformado en secciones delgadas sin llegar al punto de romperse.

Ductilidad: En los materiales dúctiles se tiene la característica de que pueden ser estirados y seccionados en hilos finos o alambre.

Dureza: Es la resistencia que opone un cuerpo a ser atravesado por otro. Esta propiedad nos indica la resistencia al desgaste que esta posee frente a agentes abrasivos.

Tenacidad: Es la resistencia hacia la rotura cuando el material está sometido a esfuerzos progresivos de deformación.

Fragilidad: Es la propiedad opuesta de la tenacidad, esta es la facilidad con la que se rompe el material sin que exista deformación elástica.

ENSAYOS DE PROPIEDADES MECÁNICAS

Prueba tensión-compresión

sucede cuando un material es sometido a tensión de forma externa, y acaba por romperse. Este tipo de ensayo estático determina el punto de rotura de un material en específico y su deformación.

Prueba resistencia a la fractura

Son pruebas de carácter cuantitativo con la capacidad de medir la propensión que un material posee a propagar una fisura.

Ensayo de cizallamiento-flexión

Esta prueba indica la respuesta del material a la deformación de un material a las fuerzas tangenciales.

Ensayo de dureza

Indica la respuesta de un material sobre el cual se ejerce una carga colocada en un punto está relacionada con su capacidad de deformarse permanentemente.

Prueba de impacto

Estos ensayos de impacto emplean un péndulo que oscila para golpear al material sometido a pruebas.

1.2.2. Elasticidad, plasticidad y fractura.

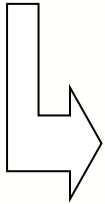
La elasticidad de los materiales es la propiedad que este posee para recuperar su forma inicial luego de aplicarse sobre él una fuerza y la misma ser retirada. La plasticidad del material es la propiedad opuesta: Por ende, la deformación plástica se sostiene incluso cuando la fuerza a la cual estaba siendo sometido se retira. Las proporciones de la resistencia soportada en condiciones elásticas y plásticas se expresan:

$$\text{elasticidad} = \sigma - \sigma_y$$

$$\text{plasticidad} = (\sigma - \sigma_y)/\sigma$$

1.3. Esfuerzo de corte y deformación

ESFUERZO CORTANTE Y DEFORMACIÓN ANGULAR



Cuando hablamos de esfuerzo cortante nos referimos a la fuerza o carga que soporta una estructura u elemento en un sentido perpendicular a su



La deformación de un material es el promedio de la diferencia de las velocidades angulares, de distintos elementos de forma perpendicular.

1.3.1. Esfuerzo y cargas permisibles

El esfuerzo máximo al que son sometidos los elementos de las estructuras o de maquinaria empleada en la industria automotriz, en condiciones normales de su uso, tienden a ser considerablemente más reducidos que los esfuerzos máximos o esfuerzos últimos antes de llegar a su punto de fatiga. A este rango se le denomina como una carga permisible o un esfuerzo del elemento de trabajo. La relación de permeabilidad entre el esfuerzo final y el esfuerzo permisible determina la capacidad del elemento para soportar carga asegurando un correcto desempeño.

$$\text{Factor de seguridad} = \frac{\text{esfuerzo ultimo}}{\text{esfuerzo permisible}}$$

1.4. Miembros cargados axialmente.

Los componentes estructurales o elementos que únicamente están sujetos a tensiones o a fuerzas de compresión se los denomina miembros con carga axial.

1.5. Estructuras estáticamente indeterminadas

Una estructura o material estáticamente indeterminado es un elemento que no puede ser completamente analizado por medio de ecuaciones de equilibrio. Esto es debido a que existen más incógnitas que ecuaciones, por ello la estructura tiene cierta redundancia. como, por ejemplo, una elemento apoyado por dos puntos fijos es una estructura estáticamente indeterminada, porque no es claro las fuerzas ejercidas en los puntos de apoyo por ello no es factible aplicar ecuaciones de equilibrio.

1.5.1. Efectos térmicos

Los elementos de las estructuras o máquinas cuando están en funcionamiento sufren cambios de términos por efectos del trabajo y la fricción. Al presentarse dichos cambios de temperatura en un elemento, éste experimentará una deformación conocida como deformación axial.

1.5.2. Energía de deformación.

Es el aumento de la energía interna la cual se acumula se va almacenando al interior de los sólidos deformables esto se da como resultado del trabajo que realizan las fuerzas que en principio propician el estado de la deformación.

La fuerza de la deformación es igual al trabajo que realiza una carga, la cual paulatinamente se incrementa generando mayor esfuerzo al elemento de carga.

1.5.3. Cargas de impacto

La carga de impacto es un tipo de carga de carácter dinámico que implica una fuerza repentina y de grandes dimensiones aplicada a una estructura o material durante un período corto de tiempo. La carga de impacto puede causar altas tensiones y deformaciones en el material o estructuras, así como daños como grietas, fracturas y delaminación.

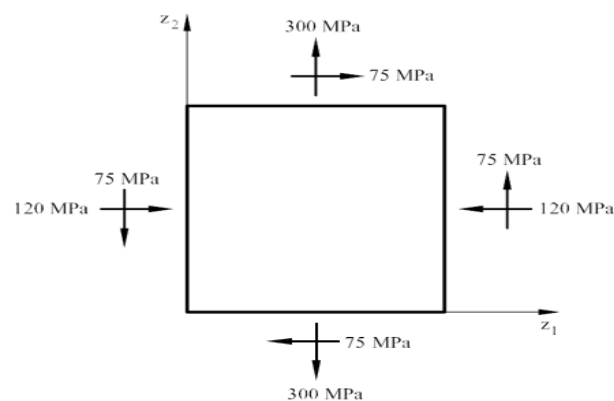
Ejercicio 1.

Dado el tensor, determinar los planos en los cuales las tensiones tangenciales son nulas, hallar así mismo el valor de las tensiones normales de dichos planos.

-120	75
75	300

Solución.

Obsérvese la figura las dimensiones dz_1 , dz_2 se cortan por un plano AB de cosenos directores $N=(lm)t$ siendo $l=\cos \alpha$, $m=\sin \alpha$. Haciendo el equilibrio de fuerzas en dirección N y en la dirección normal a N, se tiene respectivamente.



$$\sigma_1 AB - \sigma_1 OB \cos \alpha - \pi OB \sin \alpha - \pi OA \cos \alpha - \sigma_2 AO \sin \alpha = 0$$

$$\pi AB - \sigma_1 OB \sin \alpha - \pi OB \cos \alpha + \pi OA \sin \alpha - \sigma_2 OA \cos \alpha = 0$$

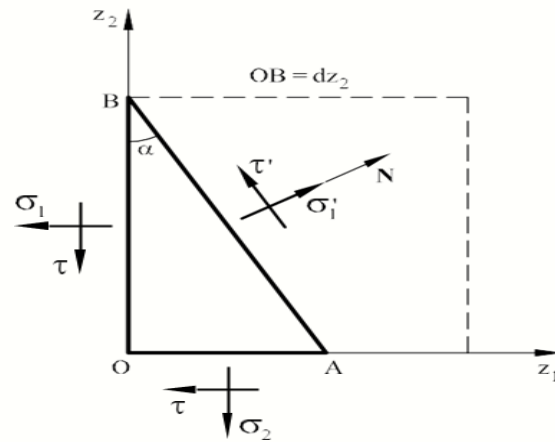
Es decir:

$$\sigma_1 = \sigma_1 \cos \alpha + \sigma_2 \sin 2\alpha + \pi \sin 2\alpha$$

$$\pi = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{2} \sin 2\alpha + \pi \cos 2\alpha$$

Aplicando las ecuaciones anteriores $\pi=0$ se obtiene el valor del ángulo α correspondiente al plano principal.

$$\tan 2\alpha = \frac{2\tau}{\sigma_1 - \sigma_2} = \frac{2 \times 75}{-120 - 300} = -0.375$$



$$\tan 2\alpha = \frac{2\tau}{\sigma_1 - \sigma_2} = \frac{2 \times 75}{-120 - 300} = -0.375$$

$$\alpha_{p_1} = -9.83^\circ$$

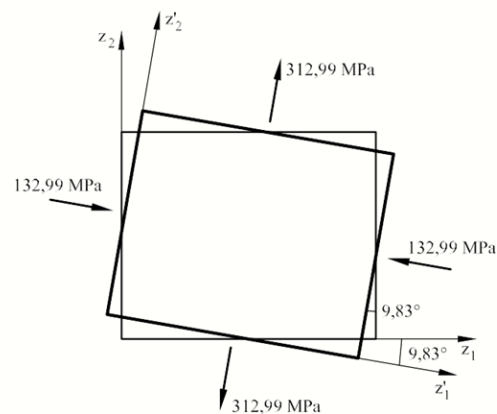
$$\alpha_{p_2} = 80.17^\circ$$

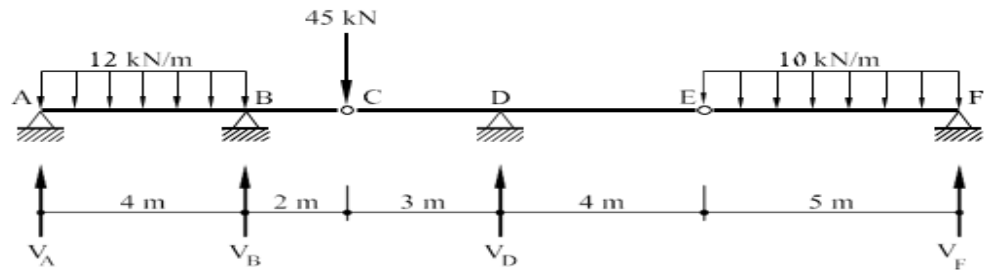
Por lo que respecta a las tensiones, sustituyendo en el valor de σ se obtiene.

$$\alpha = \sigma(\alpha_{p_1}) = \sigma(-9.83) = -120 \cos^2(-9.83) + 300 \sin^2(-9.83) + 75 \sin(-2 \times 9.83) = -132.99 \text{ Mpa}$$

$$\alpha = \sigma(\alpha_{p_2}) = \sigma(80.17) = -120 \cos^2(80.17) + 300 \sin^2(80.17) + 75 \sin(2 \times 80.17) = 312.99 \text{ Mpa}$$

Ejercicio 1.2. Calcular las fuerzas y el trabajo de la columna





Solución

La reacción.

$$V_f = 25 \text{ kn}$$

Para hallar las reacciones del punto D se toma el punto C.

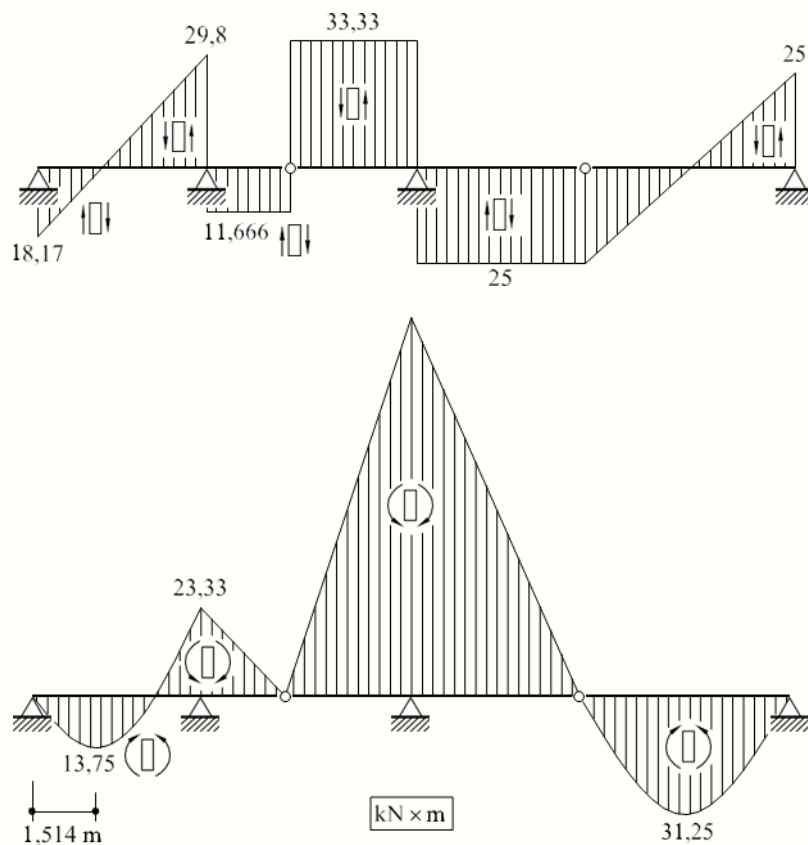
$$25 \times (3 + 4 + 5) - 10 \times 5 \times (2.5 + 4 + 3) + v_d \times 3 = 0$$

$$v_d = 58.33 \text{ kn}$$

Se determina la relación A y B.

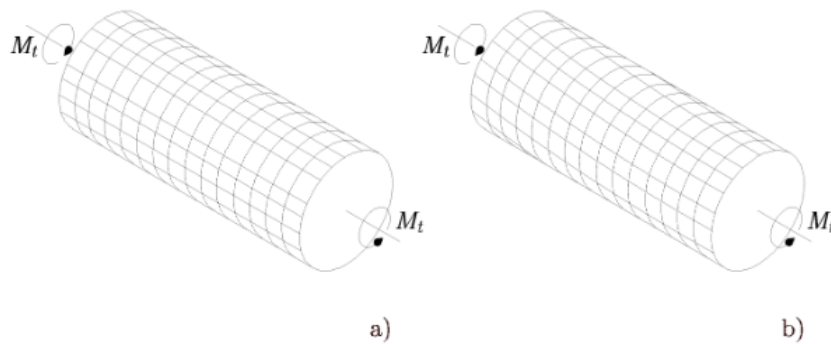
$$V_A = 18.17 \text{ KN} \quad v_b = 41.45 \text{ kn}$$

En las gráficas se evidencian los momentos flectores y de esfuerzo.



2. Unidad 2: Torsión, flexión pura

Los esfuerzos de torsión simples es el resultante de hacer actuar en forma normal o perpendicular al eje longitudinal de barras en este caso cilíndricas, fuerzas de igual magnitud y con sentido contrario que tienden a producir el giro de torsión de las secciones en sus planos.



Los ensayos de torsión tienden a proporcionar una medida más precisa de la plasticidad del material o estructura que en un ensayo de tracción, ya que se reducen las complicaciones de la estricción en tracción, excluyendo el zunchado en esfuerzos de compresión (Benitez, 2019).

Este tipo de ensayo se realiza preferentemente en metales frágiles, como las piezas fabricadas por procesos de fundición.

Dentro del ámbito automotriz este ensayo resulta bastante útil para medir la resistencia de árboles de levas y piezas similares que deben trabajar a torsión, tales como: Cigüeñal, árboles de transmisión, resorte, barras de torsión entre otros (Benitez, 2019).

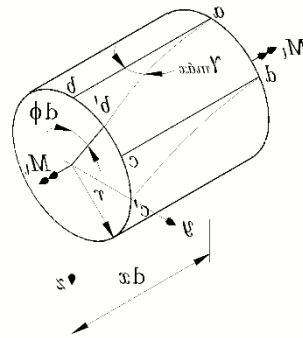
Durante este proceso, en las secciones transversales y longitudinales del elemento a probarse únicamente actúan tensiones tangenciales.

2.1. Deformación torsional en una barra circular

Las barras de sección circular o prismáticas son uno de los elementos estructurales más comunes a sufrir cargas de torsión. Esto se da debido a la simetría de la sección transversal que su estructura

posee, sus secciones transversales planas normales al eje del elemento permanecen planas durante el proceso de deformación a su vez está no sufren distorsión en su propio plano.

Ilustración 2 Deformación torsional



Nota: Deformación circular de una barra (Hibbeler, 2017).

Se traza una rejilla sobre la barra sin deformarla para de esta manera hacer evidente el trabajo de torsión. Al deformarse, las secciones transversales del elemento permanecen circulares y las líneas longitudinales de la rejilla forman hélices según ángulos de torsión.

$$\gamma_{\max} = \frac{b_b}{a_b}$$

2.1.1. Transmisión de potencia por ejes circulares.

Es una sección de la barra, de la longitud dx . Se considerará un elemento o punto en la superficie de ésta, el cual está definido por los vértices a , b , c y d . En los lados abiertos inicialmente paralelos al eje longitudinal del elemento. Durante la torsión de la barra, las secciones transversales del exterior giran una de la otra a un ángulo d , de tal manera que, considerando una sección, los puntos b y c pasan a la posición b' y c' respectivamente. Se considera que el tamaño de los lados del elemento ab' y dc' , no se han modificado. Por otro lado, si han sufrido una deformación angular.

Con frecuencia, los ejes y tubos que poseen secciones circulares se emplean para transmitir potencia. Estos elementos se encuentran en constante trabajo, transmitiendo un par de torsión el cual depende del esfuerzo generado por un elemento generador de potencia (torque) y de la velocidad angular que el eje produce.

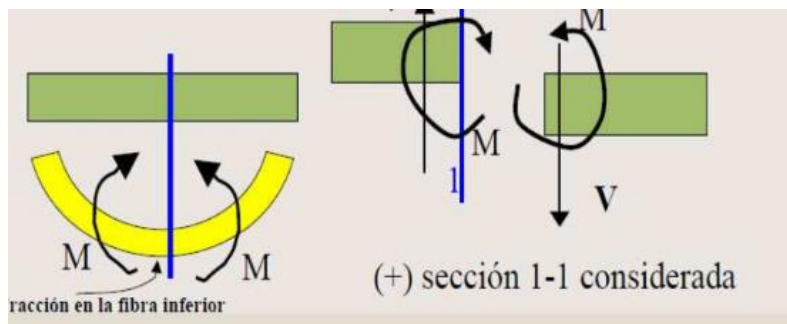
La potencia transmitida se define como el trabajo realizado por una sección o unidad de tiempo. A su vez el trabajo transmitido por un eje es equivalente al par aplicado por el ángulo de rotación.

2.2. Fuerza de corte y momento flexionante.

Si aislamos por separado la viga de sus soportes y los sustituimos por reacciones R_a y R_b ; ésta se transforma en un sólido sometido a la acción de ff: P_1 , P_2 , R_a y R_b . Todas las cargas que ejercen sobre la misma son exteriores a la viga. P_1 y P_2 igual a: cargas R_a y R_b que se traducen en reacciones.

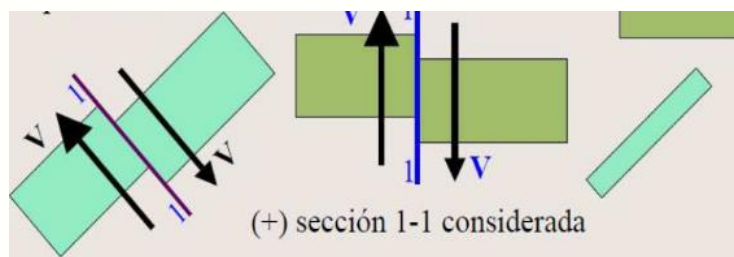
FUERZA CORTANTE: Es la suma algebraica de todas las fuerzas externas perpendiculares a su estructura. Su fuerza es positiva cuando su sección izquierda sube con respecto a la derecha.

- *Ilustración 3 esfuerzo cortante*



MOMENTO FLECTOR: Es la suma de todas las fuerzas que actúan de forma externa en determinada sección, el mismo que es positivo cuando las fuerzas que actúan en la sección derecha trabajan en sentido horario.

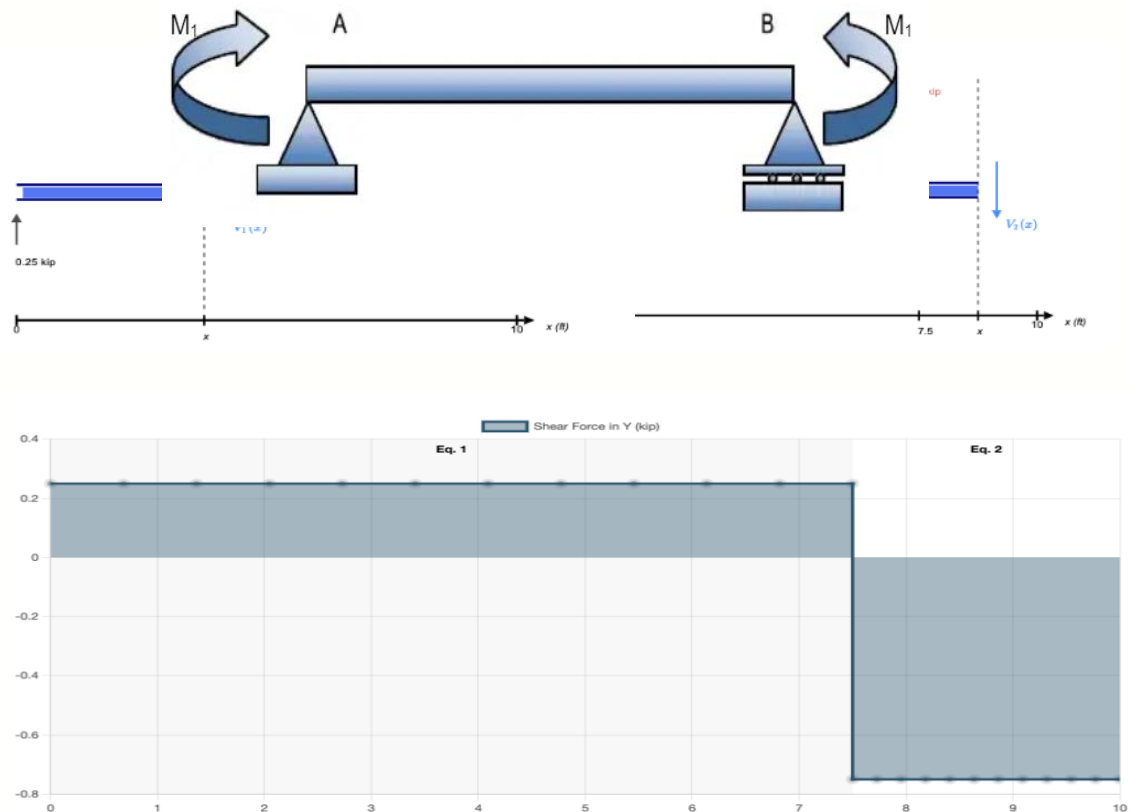
- *Ilustración 4 momento flector*



2.2.1. Diagramas de fuerza de corte.

Los diagramas de fuerza cortante son una herramienta utilizada en la ingeniería estructural para la distribución de las fuerzas cortantes que se ejercen a lo largo del perímetro de una viga o cualquier otro elemento que conforma parte de una estructura. La siguiente imagen es una gráfica que ejemplifica la posición de la viga a lo largo del eje horizontal y magnitud de la fuerza cortante del eje vertical.

Ilustración 5: esfuerzo cortante



Nota: Cálculo del graficas de esfuerzo cortante (skyciv, 2024).

2.2.2. flexión pura y flexión no uniforme

Flexión pura

Por flexión pura nos referimos a una viga bajo un momento flexionante con esfuerzo constante; por lo tanto, ocurre solo en determinadas regiones de una viga en donde las fuerzas cortantes dan como resultado cero $V=dM/dx$.

flexión no uniforme

La flexión no uniforme es la presencia de fuerzas cortantes en un elemento, lo que da como resultante que el momento flexionante cambia al moverse a lo largo del eje de la viga.

Curvatura de una viga

Para el diseño de vigas y elementos basado en las fuerzas que se ejercen sobre estas, para evaluar las demanda vs. la capacidad; se toma como referencia el Momento de Flexión $M=EI/\rho$; por lo tanto, para la deformación se esperar que la medida sea la Curvatura ($\psi=1/\rho$).

2.2.3. Deformación longitudinal de una viga.

Cuando se habla de deformación longitudinal unitaria o también conocida como deformación longitudinal relativa se la define como el cociente entre una deformación de un sistema longitudinal a la carga y la dimensión original de dicho elemento.

$$E = \frac{l - l_0}{l_0}$$

$$E = \frac{Au}{Ax}$$

2.2.4. Esfuerzos normales en vigas.

La fuerza es la unidad que representa un esfuerzo bien sea de compresión o estiramiento que se ejercen a un elemento por efecto de alguna fuerza o carga que se ejerce sobre el mismo. Existen dos tipos de esfuerzos para experimentar y determinar la carga que puede soportar un material en específico durante toda su vida útil.

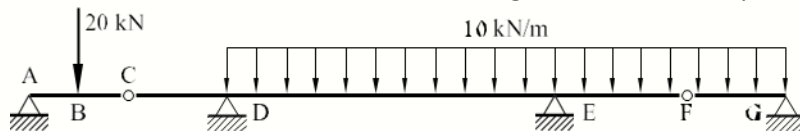
El esfuerzo normal es el que soporta una estructura bajo una carga axial.

El esfuerzo cortante es el esfuerzo o carga que soporta una estructura o elemento en el sentido perpendicular a su eje principal.

$$\sigma = \frac{N}{A}$$

2.3. Vigas no prismáticas

Vigas de sección variable o llamadas también vigas de sección no prismática son consideradas cuando su sección varía de acuerdo a su propia longitud y por ende su inercia tiende a variar.



2.4. Concentración de esfuerzos en vigas

En las pruebas de fatiga que se realizan a materiales, estructuras o máquinas que estructuralmente poseen una viga rotativa se utilizan probetas, las mismas que presentan cambios en la sección transversal para así garantizar que la falla ocurra en una longitud de calibre.

Ejercicio

Determinar las acciones y esfuerzos.

Calcular los momentos A, D, E y G

$$(M_{fc}) = 0 = 1.5 \times 20 - R_A \times 3$$

$$(M_{fF}) = 0 = -\frac{10 \times 3^2}{2} + 3R_G$$

$$M_D = 0 = -6R_A + 4.5 \times 20 + 17R_E - \frac{10 \times 1^2}{2}$$

$$\Sigma v = 0 = -20 - 10 \times 17 + R_A + R_D + R_E + R_G$$

apoyos:

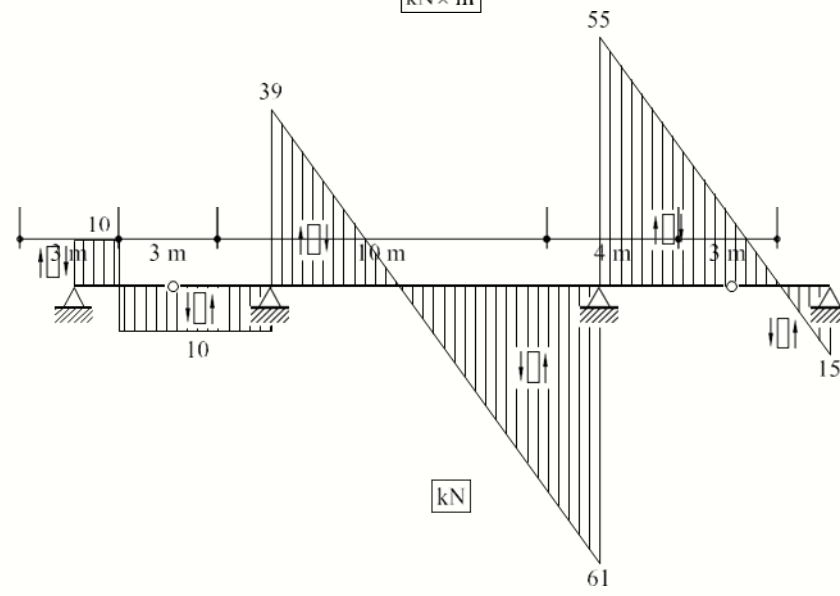
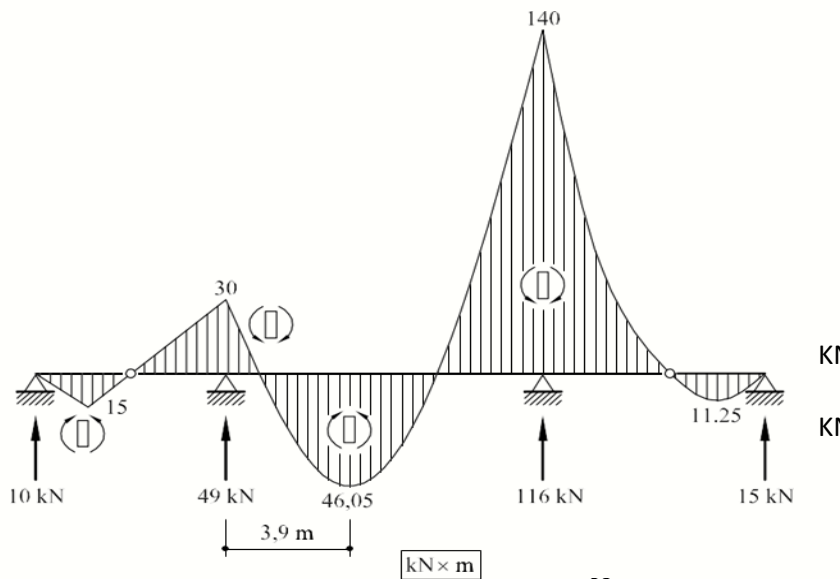
$$R_D = 49$$

$$R_G = 15$$

Reacciones de los

$$R_A = 10 \quad \text{KN}$$

$$R_E = 116 \quad \text{KN}$$



SEGUNDO BIMENESTRE

3. Unidad 3: Esfuerzo y deformación, columnas

Una columna es un elemento relativamente cargado a compresión o sobre el cual se ejercen fuerzas en distintos sentidos dependiendo su trabajo. el pandeo de una columna, como se le denomina a la inestabilidad elástica. En lugar de comprimir o desmembrar el material de la estructura u objeto, la columna se flexiona ante una carga crítica y luego se desploma repentinamente

TIPOS DE COLUMNAS.

Las columnas según su longitud se dividen en dos grupos teniendo así; largas, intermedias y cortas:

Columnas largas: Por lo general tienden a romperse por flexión lateral o pandeo.

Columnas intermedias: Poseen una tendencia a la ruptura por combinación de aplastamiento pandeo.

Columnas cortas: Se rompen por lo general por efectos de aplastamiento

3.1. Esfuerzo plano

Las fuerzas ejercidas sobre barras tensionadas, compresión o ejes sometidos a torsión son indicativos de un esfuerzo plano. Se define como un estado de esfuerzos en el cual la fuerza normal σ en el eje de z, perpendicular a x-y y asociados perpendiculares al plano x-y son asumidos como de magnitud 0.

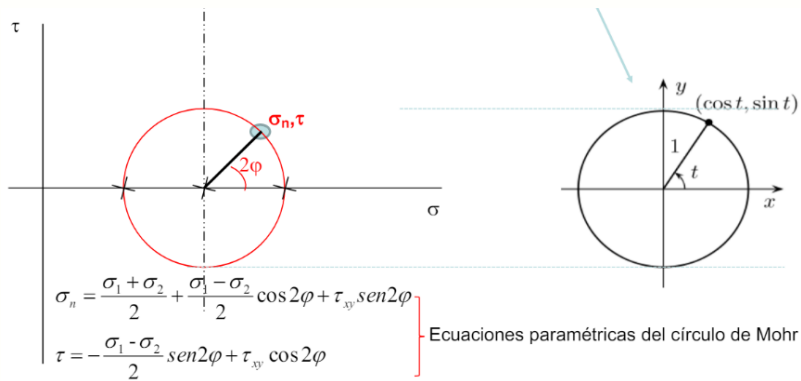
3.2. Esfuerzos principales y esfuerzos máximos de corte

Los esfuerzos cortantes que actúan sobre los elementos girados de una estructura o un material en concreto, están representados por esfuerzos principales, puede determinarse a partir de la orientación de los planos de esfuerzo cortante máximos. Los valores máximo y mínimo de los esfuerzos se dan en planos perpendiculares, y estos son iguales al valor absoluto; por regla los esfuerzos cortantes máximos se dan a 45° de los planos principales.

3.3. Círculo de Mohr para esfuerzo plano

La ley de MOHR es una herramienta importante para conocer las tensiones que se ejercen sobre determinado elemento. Sin embargo, cambiar el sistema de referencia de dichos elementos requiere de operaciones algebraicas complejas. La ley de Mohr es una herramienta muy intuitiva para la resolución de estas incógnitas, pues permite tener una representación gráfica del estado de esfuerzos a las que la estructura o sección de la misma está siendo sometida (Díez & Cedrún, 2017).

- *Ilustración 5 representación gráfica de Mohr*



Nota: resolución de ecuación para desarrollo de representación gráfica (Díez & Cedrún, 2017).

- *Ilustración 6 círculo de Mohr (Díez & Cedrún, 2017).*

Si jugamos con las ecuaciones

$$\left. \begin{aligned} [3.1] \sigma \cos \varphi &= \sigma_x \cos \varphi + \tau_{yx} \sin \varphi \\ [3.2] \sigma \sin \varphi &= \sigma_y \sin \varphi + \tau_{xy} \cos \varphi \\ [17.1] (\sigma - \sigma_x) \cos \varphi &= \tau_{yx} \sin \varphi \\ [17.2] (\sigma - \sigma_y) \sin \varphi &= \tau_{xy} \cos \varphi \\ [18.1] (\sigma - \sigma_x) &= \tau_{yx} \sin \varphi / \cos \varphi; [19.1] (\sigma_x - \sigma) + \tau_{yx} \tan \varphi = 0 \\ [18.2] (\sigma - \sigma_y) &= \tau_{xy} \cos \varphi / \sin \varphi; [19.2] (\sigma_y - \sigma) + \tau_{xy} \frac{1}{\tan \varphi} = 0 \end{aligned} \right\}$$

$$\left(\sigma_x - \sigma \right) \frac{\tan \varphi}{\tau_{xy}} + \tau_{yx} \tan \varphi \frac{\tan \varphi}{\tau_{xy}} = \left(\sigma_y - \sigma \right) \frac{\tan \varphi}{\tau_{xy}} + \tau_{xy} \frac{1}{\tan \varphi} \frac{\tan \varphi}{\tau_{xy}}$$

$$\left(\sigma_x - \sigma \right) \frac{\tan \varphi}{\tau_{xy}} + \tan^2 \varphi = \left(\sigma_y - \sigma \right) \frac{\tan \varphi}{\tau_{xy}}; \quad \left(\sigma_x - \sigma \right) \frac{\tan \varphi}{\tau_{xy}} + \tan^2 \varphi - \left(\sigma_y - \sigma \right) \frac{\tan \varphi}{\tau_{xy}} = 0$$

$$\left(\sigma_x - \sigma \right) \frac{\tan \varphi}{\tau_{xy}} - \left(\sigma_y - \sigma \right) \frac{\tan \varphi}{\tau_{xy}} + \tan^2 \varphi = 0; \quad [20] \tan^2 \varphi + \tan \varphi \frac{(\sigma_x - \sigma_y)}{\tau_{xy}} - 1 = 0$$

3.4. Ley de Hooke para esfuerzo plano

Cuando se aplica una fuerza directa a un muelle, este se alargará o comprimirá dependiendo del tipo de fuerza que se aplique. Si duplicas la fuerza, el alargamiento o compresión también se duplicará. Esto se conoce como la ley de Hooke.

“Según Hooke los alargamientos en los muelles son directamente proporcional a la fuerza que se aplique sobre este, siempre y cuando no sea una deformación permanente” (Fernández, 2013).

$$F=k(X-X_0)$$

F es la fuerza ejercida.

k constante de elasticidad que dependiendo su variabilidad tendra a aumentar o reducir el esfuerzo.

x_0 es la longitud inicial del muelle.

x es la longitud del muelle cuando se ejerce determinada fuerza.

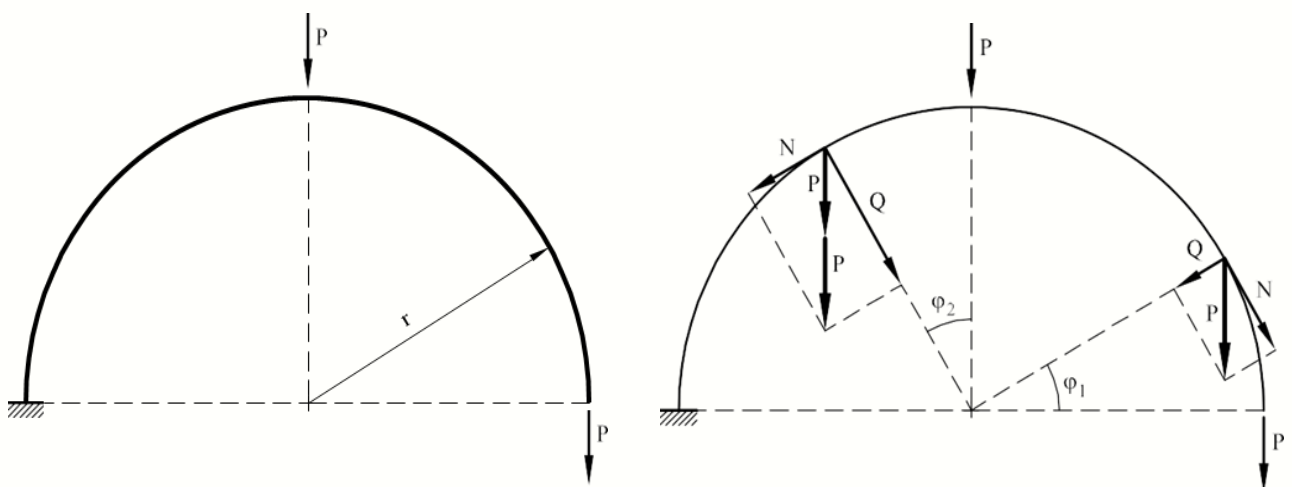
3.5. Deformación plana

Sucede cuando los desplazamientos en un sólido elástico se producen exclusivamente un único plano, los desplazamientos son independientes a las coordenadas del eje perpendicular del plano.

Ejercicio

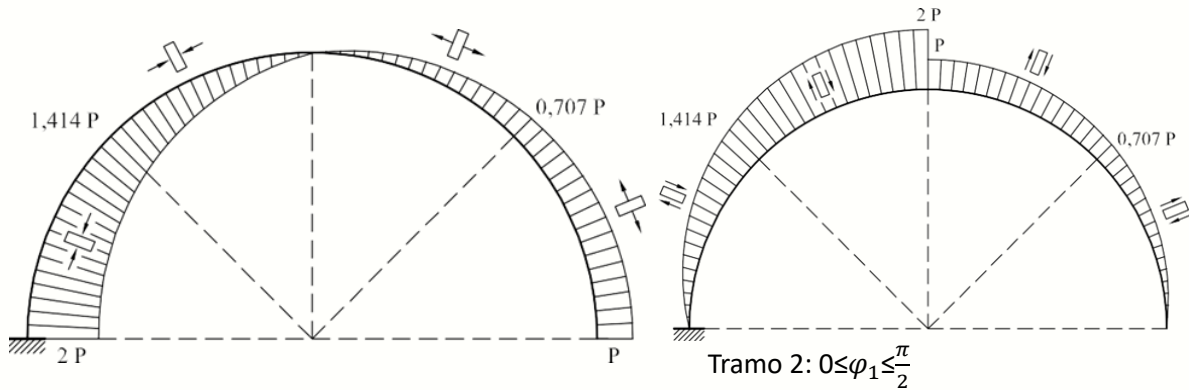
Dado P y r, determinar N, Q, y M.

Determinar N, Q Y M_f por tramos de la barra.



En el primer tramo: $0 \leq \varphi_1 \leq \frac{\pi}{2}$

$$N = P \cos \varphi_1 \quad Q = P \sin \varphi_1 \quad M_f = Pr(1 - 2 \cos \varphi_1)$$



$$N = -2 \sin \varphi_2 \quad Q = 2P \cos \varphi_2 \quad M_f = Pr(1 + 2 \sin \varphi_2)$$

4. Unidad 4: Aplicaciones de esfuerzos en el plano

Las condiciones de esfuerzo ejercidas en barras sometidas a tensión, compresión o ejes sometidos a torsión son indicativos de una condición de esfuerzo plano. Se define como un estado de esfuerzos en el cual la fuerza normal σ en el eje de z , perpendicular a x -y y asociados perpendiculares al plano x -y son asumidos como de magnitud 0.

4.1. Cargas combinadas

Las cargas combinadas están conformadas por cargas radiales y axiales. Las cargas constantes son cargas en las que la dirección no cambia, es decir, siempre está sometida a la carga. de esta manera las cargas combinadas son la unión de:

- Esfuerzo axial.
- Esfuerzo flexión.
- Esfuerzo cortante por flexión.
- Esfuerzo cortante por torsión.

4.2. Efectos térmicos

Los elementos de las estructuras o máquinas cuando están en funcionamiento sufren cambios de temperatura por efectos del trabajo y la fricción. Al presentarse dichos cambios de temperatura en un elemento, éste experimentará una deformación conocida como deformación axial.

4.3. Columnas

Las columnas son elementos cargados axialmente, sometidos a su vez a compresión, el cual tiene su sección transversal similar a su longitud, al aplicarle una carga, tiende a fatigarse por pandeo y posterior por aplastamiento. Las cargas que soporta una columna son concéntricas o excéntricas.

4.3.1. Pandeo y estabilidad

Las estructuras con longitudes prominentes como las barras, vigas y soportes, pueden tener un equilibrio indiferente o inestable cuando son expuestas a una tensión de compresión a lo largo de su eje. Existen cuatro casos de pandeo:

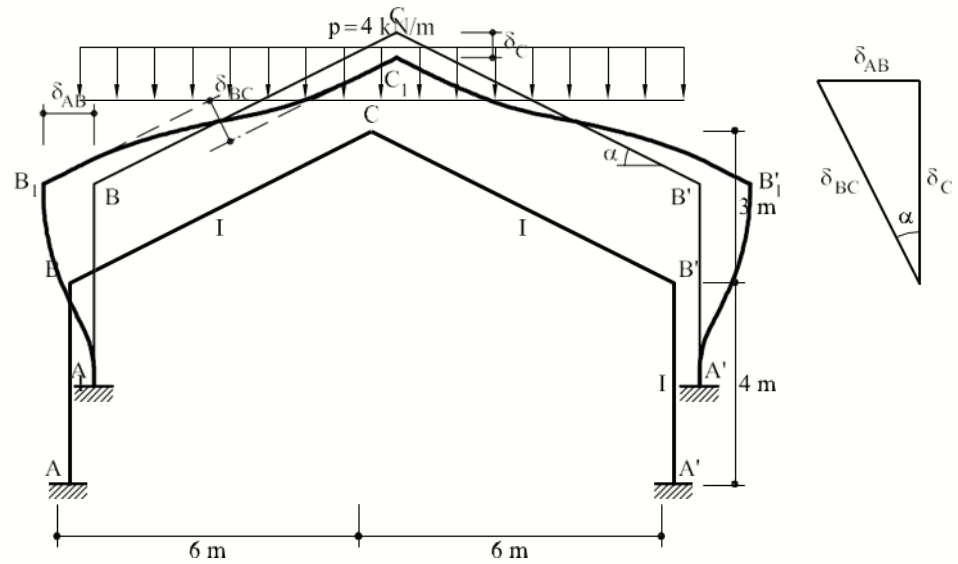
- Estudio de problemas de estabilidad sencillo (se110.19)
- Pandeo de barras (SE110.57)
- Pandeo de barras (WP120)
- casos del pandeo de "Euler" (WP121)

Columnas

Las columnas son elementos cargados axialmente, sometido a su vez a compresión, el cual tiene su sección transversal similar a su longitud, al aplicarle una carga, tiende a fatigarse por pandeo y posterior por aplastamiento. Las cargas que soporta una columna son concéntricas o excéntricas.

Ejercicio

Obtener los momentos de los extremos de barra.



$$\delta_{AB} = \delta$$

$$\delta_{BC} = \frac{\delta}{\sin \alpha} = 2.236\delta$$

Las ecuaciones elásticas.

$$m_{ab} = \frac{2EI}{A}(2\phi + \phi_b) - \frac{6EI\delta}{\Delta} = 0.5 EI\phi_b - 0.375EI\delta$$

$$m_{ba} = \frac{2EI}{A}(2\phi + \phi_a) - \frac{6EI\delta}{\Delta} = EI\phi_b - 0.375 EI\delta$$

$$m_{bc} = \frac{2EI}{\sqrt{6^2+3^2}}(2\phi_b + \phi_c) + m_{bc} + \frac{6EI\delta}{6^2+3^2} = 0.5963 EI\phi_b + 12 + 0.2981 EI\delta$$

$$m_{cb} = \frac{2EI}{\sqrt{6^2+3^2}}(2\phi_c + \phi_b) + m_{bc} + \frac{6EI\delta}{6^2+3^2} = 0.2982 EI\phi_b - 12 + 0.2981 EI\delta$$

$$m_{ba} + m_{bc} = 0$$

$$1.5963 EI\phi_b - 0.0769EI\delta + 12 = 0$$

Segunda ecuación.

$$m_{cb} - m_{ba} + 3Q_{ba} \frac{4x_6^2}{2} = u$$

Es decir:

$$1.8268 EI\varphi_b - 1.2356 EI\delta + 84 = 0$$

Resolviendo el sistema

$$EI\varphi_b = -4.5677$$

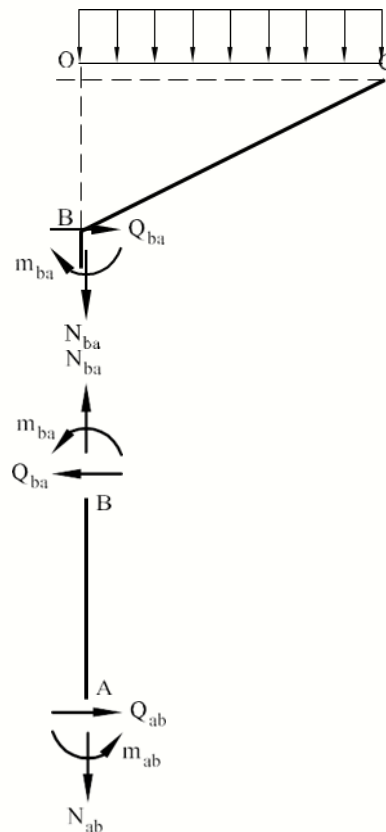
Sustitución de momentos.

$$m_{ab} = -25.25 \text{ knm}$$

$$m_{ba} = -27.52 \text{ knm}$$

$$m_{bc} = 27.52 \text{ knm}$$

$$m_{cb} = 4.89 \text{ knm}$$



Bibliografía

- BEER, F. P., E. RUSSELL JOHNSTON, J., DEWOLF, J. T., & MAZUREK, D. F. (2010). *Mecánica de Materiales*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Benitez, B. (2019). *Torsión y Flexión Resumen*. Buenos Aires : Universidad Tecnológica Nacional UTN.
- CACES. (2021). *MODELO DE EVALUACIÓN EXTERNA 2024 CON FINES DE ACREDITACIÓN PARA LOS INSTITUTOS SUPERIORES TÉCNICOS Y TECNOLÓGICOS*. Quito: Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior.
- Campeche, I. T. (2020). *introduccion a la mecanica de materiales*. Mexico: studocu.
- Díez, A. G., & Cedrún, P. M. (2017). *Caracterización geomecánica de suelos y rocas*. Santander : uc universidad de cantabria.
- Fernández, J. L. (2013). *¿Cómo medir Fuerzas?* Fisicalab.
- Guanajuato, U. d. (2022). *Esfuerzos normales, deformación unitaria, ley de Hooke*. Guanajuato: Sistema de Educacion Digital UG.
- Hibbeler, R. C. (2011). *Mecánica de Materiales 8 edición* . Mexico: PEARSON.
- skyciv. (2024). *alcula reacciones, fuerza de cortante, momento flector, deflexión y esfuerzo para vigas en voladizo o simplemente apoyadas*. skyciv.



SOLUZIONINNOVATIVE
S.A.S.

SOLUZIONINNOVATIVE S.A.S.

EDITORIAL

editorialsoluzioniinnovative@gmail.com
<https://soluzioninnovativegroup.com/repositorio/>

Danny Fabián Chamba Cumbicus

Destacado profesional en el ámbito Automotriz, con una trayectoria académica y experiencia en la aplicación de nuevas técnicas de mantenimiento predictivo; implementación de termogravimetría (TGA) y espectroscopia infrarroja para determinación de fallas dentro de componentes elastómeros del vehículo. Titulado en ingeniería Automotriz por la universidad politécnica salesiana. Docente de la especialidad de Automotriz del Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego.

ISBN: 978-9942-7294-1-5

