



UNAH
DIRECCIÓN DE
INNOVACIÓN
EDUCATIVA

DIE

DIRECCIÓN DE
INNOVACIÓN
EDUCATIVA



Informe Final de Proyecto

Docente: Fabricio Alejandro Ortíz Morales

Anexo 4

Para efectos ilustrativos únicamente se muestra 1 trabajo de todos los trabajos entregados.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE HONDURAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPTO. DE INGENIERÍA CIVIL

IC-665. ANALISIS ESTRUCTURAL I



PROYECTO “LABORATORIO DE CLASES”

Integrantes:

Hermes Ariel Alonzo / 20101001730

José Guadalupe Corea / 20131009954

Gloria Elizabeth Carranza/ 20151004444

Sección: 1800

Catedrático

M.Sc. Fabricio Ortiz Morales

CIUDAD UNIVERSITARIA “JOSÉ TRINIDAD REYES”

TEGUCIGALPA, M.D.C

Estructura

Ficha resumen de proyecto final (laboratorio en clase)	2
Introducción	4
Objetivo general	5
Objetivos específicos.....	5
Dimensiones y pesos de carga sobre la viga.....	6
Cálculos de la deflexión utilizando el método de trabajo virtual	7
Cálculos de la deflexión utilizando el método de viga conjugada	13
Cálculos de porcentajes de error al comparar ambos métodos con la medición real.....	16
Cálculos de la deflexión utilizando el software mdsolids	17
Conclusiones.....	19

Ficha resumen de proyecto final (laboratorio en clase)

No. de Equipo:

Integrantes del Equipo:

1. Gloria Elizabeth
2. Hermes Alonzo
3. José Guadalupe Cruz Corea

MÉTODO	VALOR DE LA DEFLEXIÓN en mm	% DE ERROR RESPECTO DE LA DEFLEXIÓN REAL
Montaje real (mostrar foto)	4.25 mm	-
Método de la viga conjugada (adjuntar cálculos)	5.02 mm	18.12%
Método del trabajo virtual (adjuntar cálculos)	5.02 mm	18.12%
Cálculo auxiliar por medio de MDSolids (Proceso detallado en anexos)	5.02 mm	18.12%

Esquema del montaje experimental:

Punto de estudio

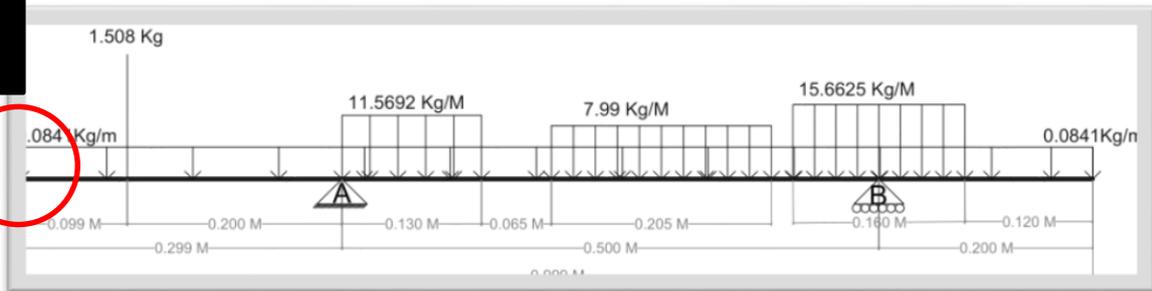


Foto del montaje experimental y de la deflexión real:



Punto de estudio



Tabla 1:Tabla de resumen otorgada por el docente.

Introducción

El cálculo de las deformaciones que sufre un elemento estructural o una estructura completa bajo la acción de cargas u otro tipo de efectos tiene mucha importancia en el análisis y diseño de estructuras, ya que existen límites permisibles para las deformaciones por motivos de seguridad y estéticos. En ambos casos, además de producirse una mala apariencia de la estructura, una deformación excesiva puede provocar daños a otros elementos estructurales o no estructurales. Los cálculos de las deflexiones son importantes en el análisis dinámico de las estructuras, como cuando se estudia la respuesta de un edificio ante un sismo o cuando un edificio soporta maquinaria pesada, las cuales rotan o se desplazan.

A través de la historia se han desarrollado diversos métodos para el cálculo de las deformaciones de las estructuras, los cuales han sido fundamentales para el análisis estructural.

Dentro de estos denotaremos dos:

1. Método de la viga conjugada

Desarrollado por Otto Mohr alrededor del año 1860, es un método que permite encontrar las pendientes y las deflexiones causadas por un sistema de cargas externas aplicadas sobre la viga real mediante el cálculo de los cortantes y momentos internos de una viga análoga llamada “Viga Conjugada” de igual longitud, pero cargada con el diagrama de Momento/EI de la viga original. (Ortiz, 2020)

2. Método de trabajo virtual

Desarrollado por John Bernoulli en 1717, es un método para obtener la deflexión en un punto específico de la estructura. Si a cualquier estructura deformable se le aplican una serie de cargas externas, se producirán cargas internas en toda la estructura. Es necesario relacionar las cargas internas y externas mediante ecuaciones de equilibrio, como consecuencia de las cargas externas aparecerán desplazamientos externos donde se aplican la carga externa y aparecerán desplazamientos internos en los puntos de las cargas internas. Esto implica que, si se aplica una carga virtual, se producirá un desplazamiento externo virtual y por tanto desplazamientos internos virtuales.

Objetivo general

Calcular la deflexión ocasionada por las cargas aplicadas en una viga simplemente apoyada utilizando el método de la viga conjugada y el método de trabajo virtual.

Objetivos específicos

Comparar la deflexión obtenida por el método de viga conjugada con la deflexión obtenida a partir del deflectómetro en el laboratorio de clase.

Comparar la deflexión obtenida por el método de trabajo virtual con la deflexión obtenida a partir del deflectómetro en el laboratorio de clase.

Dimensiones y pesos de carga sobre la viga

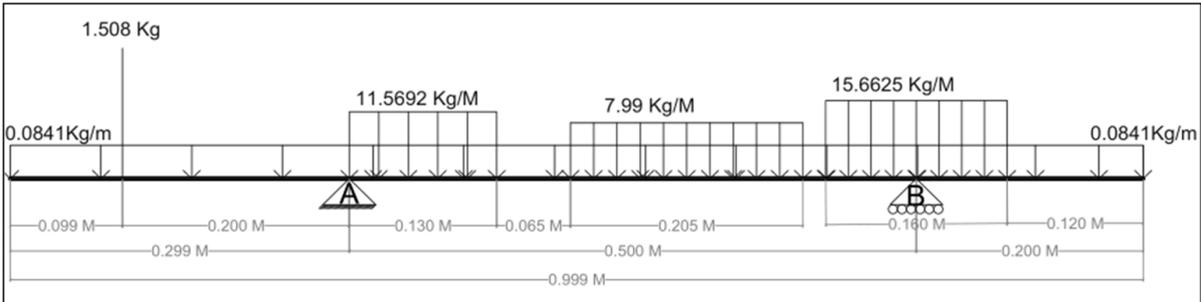
Objeto	Dimensiones	Peso
Disco de pesa 1. grande	$\varnothing = 16\text{cm}$	2,506g
Disco de pesa 1. pequeño	$\varnothing = 13\text{cm}$	1,504.00g
Disco de pesa 2. Pequeño (carga puntual)	$\varnothing = 13\text{cm}$	1,508.00g
Libro	Largo: 20.50cm Ancho: 16.50cm Espesor: 5.00cm	1,638.00g
Viga	Largo: 99.90cm Ancho: 31.40mm Espesor: 3.55mm	849.00g

Tabla 2 Dimensiones y pesos de carga sobre la viga

Cálculos de la deflexión utilizando el método de trabajo virtual

Proyecto de análisis estructural I

Método por medio de carga virtual:



Datos:

Objeto	Dimensiones	Peso (Kg)
Disco de pesa 1. Grande	Diametro: 0.16	2.506
Disco de pesa 1. Pequeña	Diametro: 0.13	1.504
Disco de pesa 2. Carga puntual	Diametro: 0.13	1.508
Libro	Largo: 0.205	1.638
	Ancho: 0.164	
	Espesor: 0.05	
Viga	Largo: 0.999	0.084
	Ancho: 0.0314	
	Espesor: 0.00355	

Cargas distribuidas y puntuales

$$disco_g := \frac{2.506 \text{ kg}}{0.16 \text{ m}} = 15.6625 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$disco_p := \frac{1.504 \text{ kg}}{0.13 \text{ m}} = 11.5692 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$carga_p := 1.508 \text{ kg}$$

$$libro := \frac{1.638 \text{ kg}}{0.205 \text{ m}} = 7.9902 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$viga := \frac{0.084 \text{ kg}}{0.999 \text{ m}} = 0.0841 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Para la carga real:

Cálculo de reacciones:

$$\Sigma M_A := 0$$

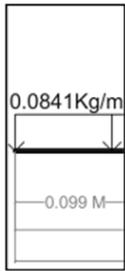
$$R_B := \frac{+carga_p \cdot 0.2 \text{ m} - disco_p \cdot \frac{(0.13 \text{ m})^2}{2} - libro \cdot 0.205 \text{ m} \cdot 0.2975 \text{ m} - disco_g \cdot 0.16 \text{ m} \cdot 0.5 \text{ m} - viga \cdot 0.999 \text{ m} \cdot 0.2005 \text{ m}}{-0.5 \text{ m}} = 3.1066 \text{ kg}$$

$$\Sigma Fy := 0$$

$$R_A := -(+R_B - disco_g \cdot 0.16 \text{ m} - disco_p \cdot 0.13 \text{ m} - carga_p - libro \cdot 0.205 \text{ m} - viga \cdot 0.999 \text{ m}) = 4.1334 \text{ kg}$$

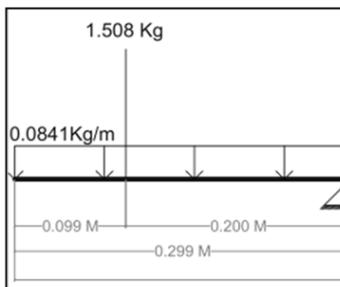
Cálculo de ecuaciones de momento:

Para la sección $0 < x < 0.099$:



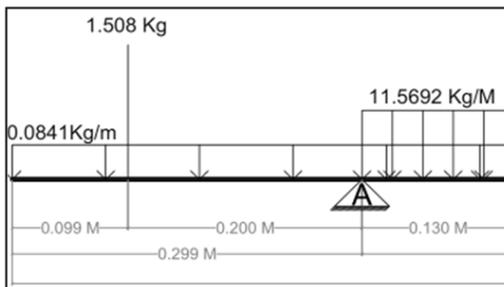
$$M_0(x) := - \left(+ viga \cdot \frac{x^2}{2} \right)$$

Para la sección $0.099 < x < 0.299$:



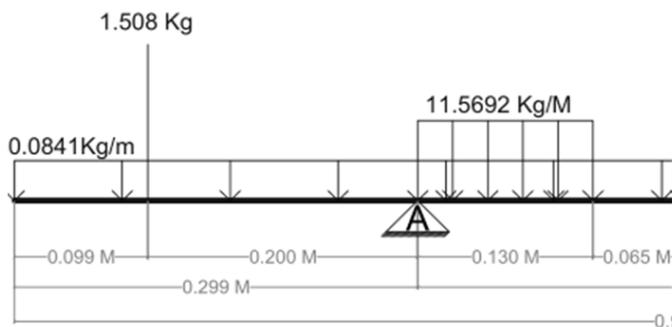
$$M_1(x) := - \left(carga_p \cdot (x - 0.099 \text{ m}) + viga \cdot \frac{x^2}{2} \right)$$

Para la sección $0.299 < x < 0.429$:



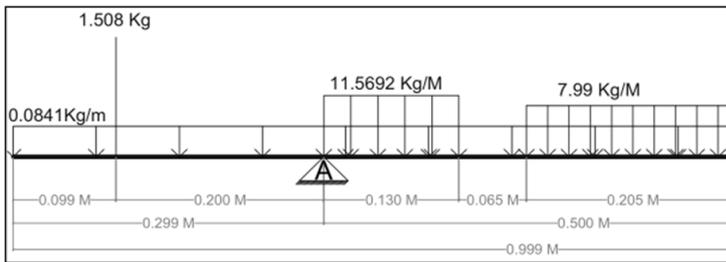
$$M_2(x) := - \left(carga_p \cdot (x - 0.099 \text{ m}) + viga \cdot \frac{x^2}{2} + disco_p \cdot \frac{(x - 0.299 \text{ m})^2}{2} - R_A \cdot (x - 0.299 \text{ m}) \right)$$

Para la sección $0.429 < x < 0.494$



$$M_3(x) := - \left(carga_p \cdot (x - 0.099 \text{ m}) + viga \cdot \frac{x^2}{2} + disco_p \cdot 0.13 \text{ m} \cdot (x - 0.364 \text{ m}) - R_A \cdot (x - 0.299 \text{ m}) \right)$$

Para la sección $0.494 < x < 0.699$:

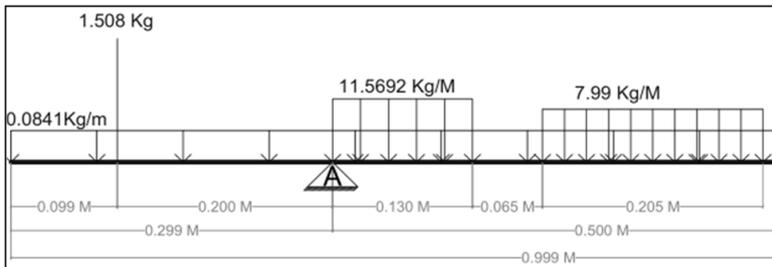


$$M_{4.1}(x) := carga_p \cdot (x - 0.099 \text{ m}) + viga \cdot \frac{x^2}{2} + disco_p \cdot 0.13 \text{ m} \cdot (x - 0.364 \text{ m}) - R_A \cdot (x - 0.299 \text{ m})$$

Continuación de la ecuación de momento #4... (Esto se hace porque la ecuaciones se vuelven muy largas.

$$M_4(x) := - \left(M_{4.1}(x) + libro \cdot \frac{(x - 0.494 \text{ m})^2}{2} \right)$$

Para la sección $0.699 < x < 0.719$:

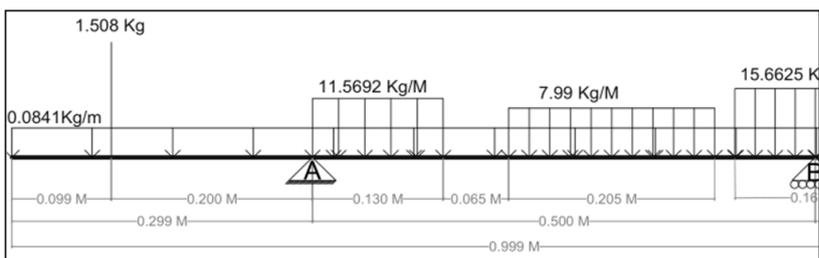


$$M_{5.1}(x) := carga_p \cdot (x - 0.099 \text{ m}) + viga \cdot \frac{x^2}{2} + disco_p \cdot 0.13 \text{ m} \cdot (x - 0.364 \text{ m}) - R_A \cdot (x - 0.299 \text{ m})$$

Continuación de la ecuación de momento #5...

$$M_5(x) := - \left(M_{5.1}(x) + libro \cdot 0.205 \text{ m} \cdot (x - 0.5965 \text{ m}) \right)$$

Para la sección $0.719 < x < 0.799$:

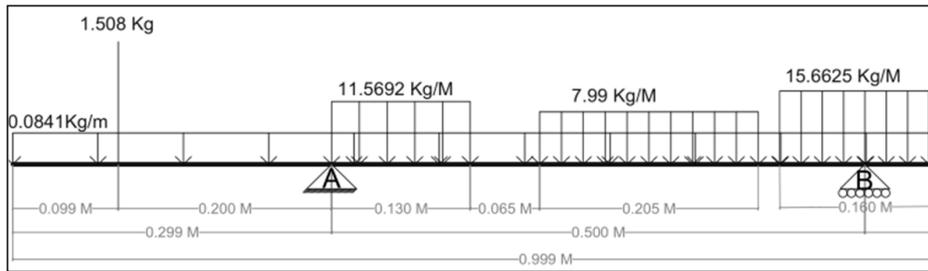


$$M_{6.1}(x) := carga_p \cdot (x - 0.099 \text{ m}) + viga \cdot \frac{x^2}{2} + disco_p \cdot 0.13 \text{ m} \cdot (x - 0.364 \text{ m}) - R_A \cdot (x - 0.299 \text{ m})$$

Continuación de la ecuación de momento #6...

$$M_6(x) := - \left(M_{6.1}(x) + libro \cdot 0.205 \text{ m} \cdot (x - 0.5965 \text{ m}) + disco_g \cdot \frac{(x - 0.719 \text{ m})^2}{2} \right)$$

Para la sección $0.799 < x < 0.879$:

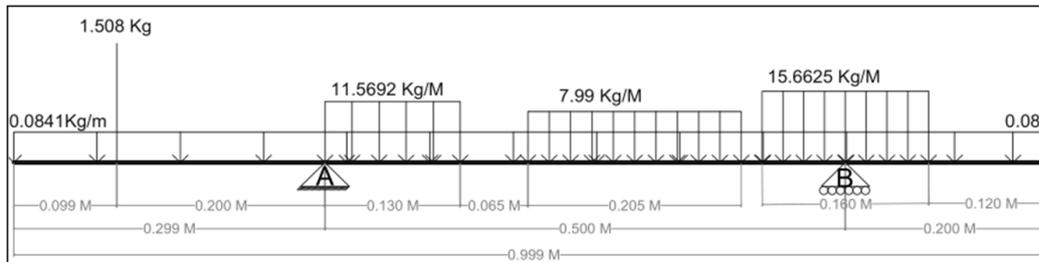


$$M_{7.1}(x) := carga_p \cdot (x - 0.099 \text{ m}) + viga \cdot \frac{x^2}{2} + disco_p \cdot 0.13 \text{ m} \cdot (x - 0.364 \text{ m}) - R_A \cdot (x - 0.299 \text{ m})$$

Continuación de la ecuación de momento #7...

$$M_7(x) := - \left(M_{7.1}(x) + libro \cdot 0.205 \text{ m} \cdot (x - 0.5965 \text{ m}) + disco_g \cdot \frac{(x - 0.719 \text{ m})^2}{2} - R_B \cdot (x - 0.799 \text{ m}) \right)$$

Para la sección de $0.879 < x < 0.999$



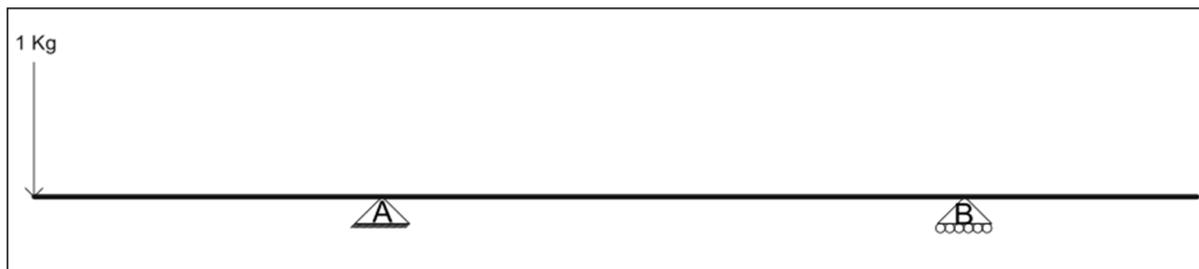
$$M_{8.1}(x) := carga_p \cdot (x - 0.099 \text{ m}) + viga \cdot \frac{x^2}{2} + disco_p \cdot 0.13 \text{ m} \cdot (x - 0.364 \text{ m}) - R_A \cdot (x - 0.299 \text{ m})$$

Continuación de la ecuación de momento #8...

$$M_8(x) := - \left(M_{8.1}(x) + libro \cdot 0.205 \text{ m} \cdot (x - 0.5965 \text{ m}) + disco_g \cdot 0.16 \text{ m} \cdot (x - 0.799 \text{ m}) - R_B \cdot (x - 0.799 \text{ m}) \right)$$

Para la carga virtual:

Cálculo de reacciones:



$$P_v := 1$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$R_{Bv} := \frac{P_v \cdot 0.299 \text{ m}}{0.5 \text{ m}} = 0.598$$

$$\Sigma Fy := 0$$

$$R_{Av} := P_v + R_{Bv} = 1.598$$

Cálculo de ecuaciones de momento:

Para la sección $0 < x < 0.299$:

$$M_{v0}(x) := -(P_v \cdot x)$$

Para la sección $0.299 < x < 0.799$:

$$M_{v1}(x) := -(P_v \cdot x - R_{Av} \cdot (x - 0.299 \text{ m}))$$

Para la sección $0.799 < x < 0.999$:

$$M_{v2}(x) := -(P_v \cdot x - R_{Av} \cdot (x - 0.299 \text{ m}) + R_{Bv} \cdot (x - 0.799 \text{ m}))$$

Integrales para encontrar δ

Para $0 < x < 0.099$

$$\delta_0 := \text{maple} \left(\int_{0 \text{ m}}^{0.099 \text{ m}} (M_0(x) \cdot M_{v0}(x)) dx \right)$$

Para $0.099 < x < 0.299$

$$\delta_1 := \text{maple} \left(\int_{0.099 \text{ m}}^{0.299 \text{ m}} (M_1(x) \cdot M_{v0}(x)) dx \right)$$

Para $0.299 < x < 0.429$

$$\delta_2 := \text{maple} \left(\int_{0.299 \text{ m}}^{0.429 \text{ m}} (M_2(x) \cdot M_{v1}(x)) dx \right)$$

Para $0.429 < x < 0.494$

$$\delta_3 := \text{maple} \left(\int_{0.429 \text{ m}}^{0.494 \text{ m}} (M_3(x) \cdot M_{v1}(x)) dx \right)$$

Para $0.494 < x < 0.699$

$$\delta_4 := \text{maple} \left(\int_{0.494 \text{ m}}^{0.699 \text{ m}} (M_4(x) \cdot M_{v1}(x)) dx \right)$$

Para $0.699 < x < 0.719$

$$\delta_5 := \text{maple} \left(\int_{0.699 \text{ m}}^{0.719 \text{ m}} (M_5(x) \cdot M_{v1}(x)) dx \right)$$

Para $0.719 < x < 0.799$

$$\delta_6 := \text{maple} \left(\int_{0.719 \text{ m}}^{0.799 \text{ m}} (M_6(x) \cdot M_{v1}(x)) dx \right)$$

Para $0.799 < x < 0.879$

$$\delta_7 := \text{maple} \left(\int_{0.799 \text{ m}}^{0.879 \text{ m}} (M_7(x) \cdot M_{v2}(x)) dx \right)$$

Para $0.879 < x < 0.999$

$$\delta_8 := \text{maple} \left(\int_{0.879 \text{ m}}^{0.999 \text{ m}} (M_8(x) \cdot M_{v2}(x)) dx \right)$$

$$b := 0.0314 \text{ m}$$

$$h := 0.00355 \text{ m}$$

$$I := \frac{b \cdot h^3}{12} = 1.1707 \cdot 10^{-10} \text{ m}^4$$

$$E := \frac{200 \cdot 10^9 \text{ Pa}}{9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 2.0387 \cdot 10^{10} \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

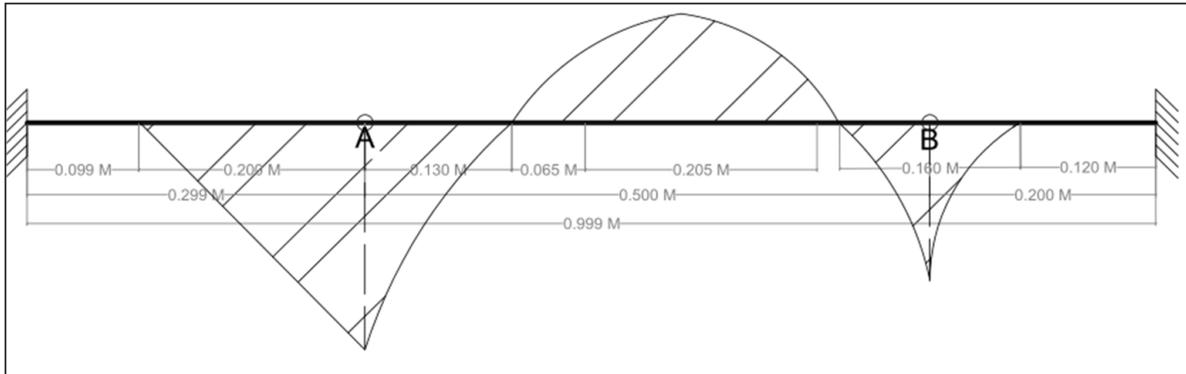
Cálculo de la deflección total:

$$\Delta := \frac{1}{E \cdot I} \cdot (\delta_0 + \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 + \delta_5 + \delta_6 + \delta_7 + \delta_8) = 5.02203 \text{ mm}$$

Cálculos de la deflexión utilizando el método de viga conjugada

Método de viga conjugada:

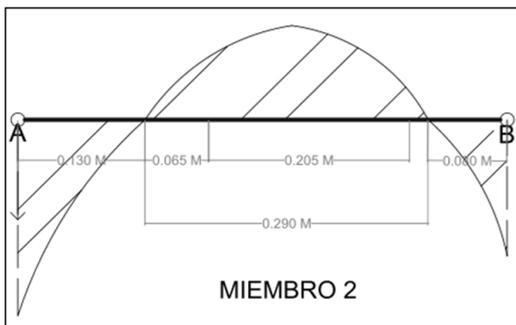
Utilizando las ecuaciones de momento encontradas para el método de carga virtual encontramos el diagrama de momento flector.



Este diagrama será montado sobre una viga doblemente empotrada con dos articulaciones ubicados en la posición de los apoyos originales (A=0.299, B=0.799). Debido a esto hay 4 nuevas reacciones dos en cada articulación, una igual a la otra pero en sentido contrario.

Cálculo de reacciones:

Trabajando con la sección del centro (0.299 < x < 0.799):



La definición de centroide por medio de integrales está dada por:

$$C := \frac{\int F(x) \cdot x \, dx}{\int F(x) \, dx}$$

Y es cálculo de las reacciones se encuentra por medio de:

$$P := \int F(x) \, dx$$

Centroides:

$$C_1 := \frac{\text{maple} \left(\int_{0.299 \text{ m}}^{0.429 \text{ m}} (M_2(x) \cdot x) \, dx \right)}{\text{maple} \left(\int_{0.299 \text{ m}}^{0.429 \text{ m}} M_2(x) \, dx \right)} = 0.3487 \text{ m}$$

Cargas:

$$P_1 := \text{maple} \left(\int_{0.299 \text{ m}}^{0.429 \text{ m}} M_2(x) \, dx \right) = -0.022 \text{ kg m}^2$$

$$C_2 := \frac{\text{maple} \left(\int_{0.429 \text{ m}}^{0.48977 \text{ m}} (M_3(x) \cdot x) dx \right)}{\text{maple} \left(\int_{0.429 \text{ m}}^{0.48977 \text{ m}} M_3(x) dx \right)} = 0.4492 \text{ m}$$

$$P_2 := \text{maple} \left(\int_{0.429 \text{ m}}^{0.48977 \text{ m}} M_3(x) dx \right) = -0.002 \text{ kg m}^2$$

$$C_3 := \frac{\text{maple} \left(\int_{0.48977 \text{ m}}^{0.494 \text{ m}} (M_3(x) \cdot x) dx \right)}{\text{maple} \left(\int_{0.48977 \text{ m}}^{0.494 \text{ m}} M_3(x) dx \right)} = 0.4926 \text{ m}$$

$$P_3 := \text{maple} \left(\int_{0.48977 \text{ m}}^{0.494 \text{ m}} M_3(x) dx \right) = 9.6713 \cdot 10^{-6} \text{ kg m}^2$$

$$C_4 := \frac{\text{maple} \left(\int_{0.494 \text{ m}}^{0.699 \text{ m}} (M_4(x) \cdot x) dx \right)}{\text{maple} \left(\int_{0.494 \text{ m}}^{0.699 \text{ m}} M_4(x) dx \right)} = 0.6115 \text{ m}$$

$$P_4 := \text{maple} \left(\int_{0.494 \text{ m}}^{0.699 \text{ m}} M_4(x) dx \right) = 0.012 \text{ kg m}^2$$

$$C_5 := \frac{\text{maple} \left(\int_{0.699 \text{ m}}^{0.719 \text{ m}} (M_5(x) \cdot x) dx \right)}{\text{maple} \left(\int_{0.699 \text{ m}}^{0.719 \text{ m}} M_5(x) dx \right)} = 0.7086 \text{ m}$$

$$P_5 := \text{maple} \left(\int_{0.699 \text{ m}}^{0.719 \text{ m}} M_5(x) dx \right) = 0.001 \text{ kg m}^2$$

$$C_6 := \frac{\text{maple} \left(\int_{0.719 \text{ m}}^{0.766181 \text{ m}} (M_6(x) \cdot x) dx \right)}{\text{maple} \left(\int_{0.719 \text{ m}}^{0.766181 \text{ m}} M_6(x) dx \right)} = 0.7356 \text{ m}$$

$$P_6 := \text{maple} \left(\int_{0.719 \text{ m}}^{0.766181 \text{ m}} M_6(x) dx \right) = 0.0012 \text{ kg m}^2$$

$$C_7 := \frac{\text{maple} \left(\int_{0.766181 \text{ m}}^{0.799 \text{ m}} (M_6(x) \cdot x) dx \right)}{\text{maple} \left(\int_{0.766181 \text{ m}}^{0.799 \text{ m}} M_6(x) dx \right)} = 0.7884 \text{ m}$$

$$P_7 := \text{maple} \left(\int_{0.766181 \text{ m}}^{0.799 \text{ m}} M_6(x) dx \right) = -0.0008 \text{ kg m}^2$$

$$\Sigma M_B := 0$$

$$R_{AVconj.1} := (0.799 \text{ m} - C_1) \cdot |P_1| + (0.799 \text{ m} - C_2) \cdot |P_2| - (0.799 \text{ m} - C_3) \cdot |P_3| - (0.799 \text{ m} - C_4) \cdot |P_4| - (0.799 \text{ m} - C_5) \cdot |P_5|$$

$$R_{AVconj} := \frac{R_{AVconj.1} - (0.799 \text{ m} - C_6) \cdot |P_6| + (0.799 \text{ m} - C_7) \cdot |P_7|}{0.5 \text{ m}} = 0.0164 \text{ kg m}^2$$

Este resultado está multiplicado por m² porque se recuerda que la viga ha sido cargada con el diagrama de momento flector.

Como el signo es positivo, el momento RA de la viga conjugada se asumió bien, en sentido negativo (al pasar al otro lado de la igualdad se hace positivo) por lo tanto la reacción es negativa.

Trabajando con la sección izquierda:

Centroide:

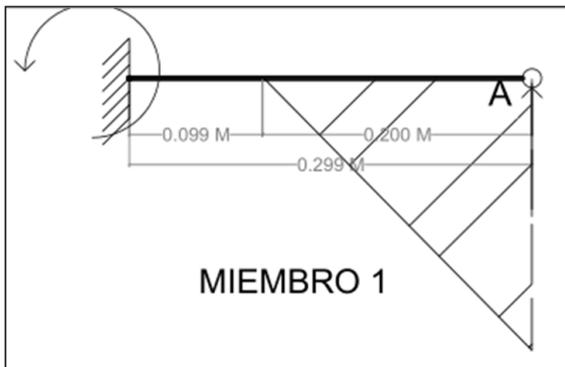
$$C_g := \frac{\text{maple} \left(\int_{0.099 \text{ m}}^{0.299 \text{ m}} (M_I(x) \cdot x) dx \right)}{\text{maple} \left(\int_{0.099 \text{ m}}^{0.299 \text{ m}} M_I(x) dx \right)} = 0.2323 \text{ m}$$

$$C_g := \frac{\text{maple} \left(\int_{0 \text{ m}}^{0.099 \text{ m}} (M_o(x) \cdot x) dx \right)}{\text{maple} \left(\int_{0 \text{ m}}^{0.099 \text{ m}} M_o(x) dx \right)} = 0.0742 \text{ m}$$

Cargas:

$$P_g := \text{maple} \left(\int_{0.099 \text{ m}}^{0.299 \text{ m}} M_I(x) dx \right) = -0.0305 \text{ kg m}^2$$

$$P_g := \text{maple} \left(\int_{0 \text{ m}}^{0.099 \text{ m}} M_o(x) dx \right) = -1.3598 \cdot 10^{-5} \text{ kg m}^2$$



Trabajando con la sección $0 < x < 0.299$:
En esta sección, la carga RA es positiva.

$$\Sigma M_{En_el_lado_empotrado_izquierdo} := 0$$

$$M := \frac{R_{AVconj} \cdot 0.299 \text{ m} - C_g \cdot P_g - C_g \cdot P_g}{E \cdot I} = 5.02203 \text{ mm}$$

El momento producido por el lado empotrado es el único momento que se genera en la distancia 0.0 metros. Por lo tanto esta es la deflexión de la viga real.

Estos datos han sido realizados por medio del programa gratuito SMATH Studio.

Cálculos de porcentajes de error al comparar ambos métodos con la medición real

Cálculo de errores:

$$Dato_{Teorico} := 4.25 \text{ mm}$$

$$\Delta = 5.022 \text{ mm}$$

$$M = 5.022 \text{ mm}$$

Error para el método de la carga virtual:

$$\left| \frac{\Delta - Dato_{Teorico}}{Dato_{Teorico}} \right| \cdot 100 = 18.1653$$

Error para el método de la viga conjugada:

$$\left| \frac{M - Dato_{Teorico}}{Dato_{Teorico}} \right| \cdot 100 = 18.1653$$

Los errores encontrados son mayores al 10%, sin embargo, hemos optado por realizar los cálculos de una tercera forma, con ayuda del software MDSolids.

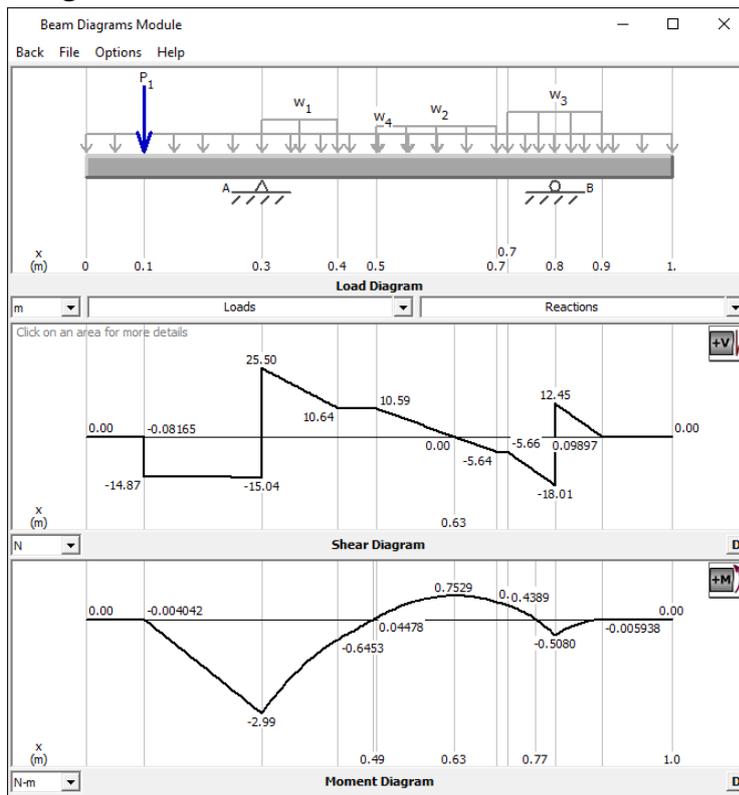
Cálculos de la deflexión utilizando el software mdsolids

Cálculo auxiliar por medio de software:

El software MDSolids, es un software gratuito con propósitos educativos, orientado al estudio de la mecánica de los materiales, este puede ser encontrado en: <https://web.mst.edu/~mdsolids/>.

Introducción de datos en el programa:

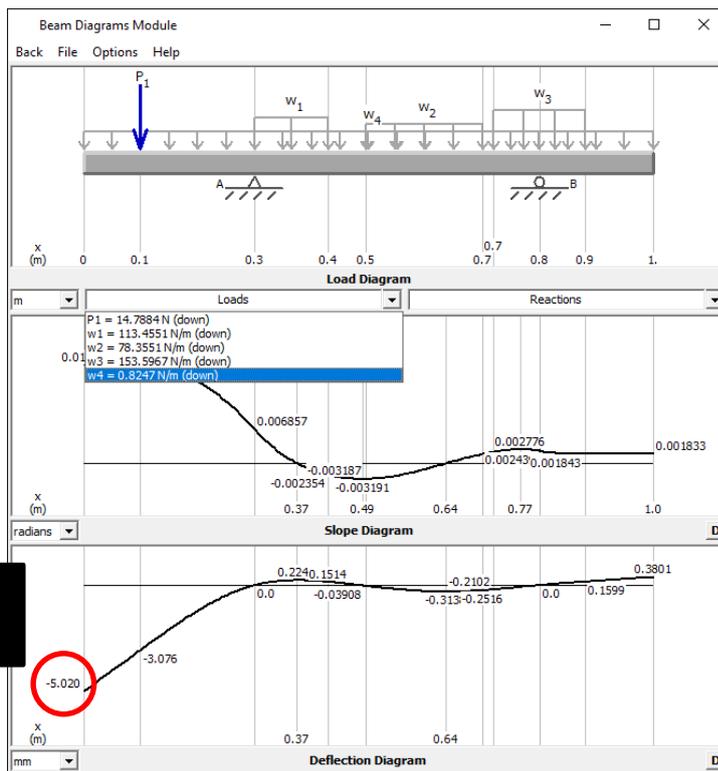
Cargas:



Módulo de elasticidad e Inercia (EI):

The dialog box titled "Specify a value for EI" provides instructions on how to define the flexural modulus EI. It contains the following text: "The product of the elastic modulus and the moment of inertia is termed the flexural modulus EI. The flexural modulus is needed for the slope and deflection calculations." and "The elastic modulus and the cross-sectional properties are usually defined in the Section Properties module. However, a value for EI can be defined here for use in the beam slope and deflection calculations." The dialog includes a text input field for "Flexural Modulus EI" with the value "23.4133" and a dropdown menu for "Flexural Modulus Units" set to "N-m²". There are "OK" and "Cancel" buttons at the bottom.

Datos obtenidos de deflexión:



Punto de estudio

Si comparamos los datos del software con los datos obtenidos por medio de los métodos de viga conjugada y el método de carga virtual nos da un error del 0% para ambos.

Conclusiones

Conociendo que la deflexión obtenida, por medio del deflectómetro en el laboratorio de la clase de Análisis Estructural I, fue de **4.25mm**; y que, en comparación a los valores calculados a través del método de la viga conjugada y de trabajo virtual se presentan porcentajes de error de 18.12% para ambos casos.

Por tanto, presentamos observaciones del por qué los datos calculados difieren con el resultado obtenido experimentalmente:

1. El deflectómetro no registra la deflexión provocada por el peso propio de la viga, creemos que es una de las razones por la cual el valor de la deflexión varía.
2. La viga fue cargada, con cargas circulares que poseen agujeros en su centro, y para los cálculos asumimos cargas rectangulares donde estaban aplicadas estas. Lo cual al momento de realizar las ecuaciones de momento y encontrar el área respectiva puede variar dado que sus diagramas de momento serían diferentes al igual que sus áreas.
3. Es necesario realizar pruebas al acero o en su defecto, que el fabricante proporcione valores del módulo de elasticidad, pues los valores de "E" utilizados son datos teóricos.