

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.793>

Aplicación del método directo de rigidez en vigas continuas

Application of the direct method of rigidity in continuous beams

Marcos Josue Rupay Vargas

mrupay@uniscjsa.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-7891-1838>

Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa
Junín – Perú

Diana Isabel Valerio Cordova

dianaisabelvalerio@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-4503-3395>

Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa
Junín – Perú

Fernando Camargo Mayta

71777252@uniscjsa.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0007-9402-137X>

Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa
Junín – Perú

Rony Rudas Yupanqui

74550523@uniscjsa.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0002-8751-0208>

Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa
Junín – Perú

Kevin Roman Meza

kevinjromanmeza@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-2559-809X>

Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa
Junín – Perú

Demetrio Soto Garay

77338489d@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-0423-5857>

Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa
Junín – Perú

Artículo recibido: 21 de junio de 2023. Aceptado para publicación: 07 de julio de 2023.

Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen


La presente investigación realizada tiene como objetivo determinar la eficacia del uso de los programas Robo Structural y Ftool como ayuda de verificación al análisis de una viga evaluada por el método de la rigidez debido a que es necesario conocer el grado de exactitud en el cálculo del análisis de la viga empleado dichos programas, ya que al realizar la resolución por el método directo de rigidez manual se suele observar que los resultados en los diagramas de fuerzas cortantes y momento flector suelen estar determinados en decimales y se requiere verificar la exactitud de estos para poder realizar un análisis más eficiente.

Palabras clave: robot structural, ftool, método directo de la rigidez

Abstract

The present investigation carried out has the objective of determining the effectiveness of the use of the Robo Structural and Ftool programs as a verification aid for the analysis of a beam evaluated by the rigidity method because it is necessary to know the degree of accuracy in the calculation of the analysis. of the beam used in said programs, since when performing the resolution by the direct method of manual stiffness it is usually observed that the results in the shear force and bending moment diagrams are usually determined in decimals and it is necessary to verify their accuracy in order to be able to perform a more efficient analysis.

Keywords: robot structural, ftool, direct stiffness method

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons . 

Como citar: Rupay Vargas, M. J., Valerio Cordova, D. I., Camargo Mayta, F., Rudas Yupanqui, R., Roman Meza, K., & Soto Garay, D. (2023). Aplicación del método directo de rigidez en vigas continuas. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 4(2), 2757–2769. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.793>

INTRODUCCIÓN

El análisis estructural es una parte fundamental en el diseño y la evaluación de la resistencia y estabilidad de las estructuras. El método directo de rigidez es una técnica comúnmente utilizada en este proceso, y para su aplicación eficaz se requiere el uso de herramientas de software especializadas.

En este contexto, Robot Structural y Ftool son dos programas ampliamente reconocidos por su eficacia en el análisis de estructuras utilizando el método directo de rigidez en una carga.

Robot Structural, desarrollado por Autodesk, es una herramienta de ingeniería estructural completa que permite a los profesionales modelar, analizar y diseñar estructuras de manera precisa y eficiente. Con una interfaz intuitiva y una amplia gama de capacidades, Robot Structural facilita el cálculo de las rigideces de los elementos individuales y su interacción en un sistema global. Esto permite evaluar rápidamente la respuesta estructural de una carga y obtener resultados confiables.

Por otro lado, Ftool, desarrollado por el Laboratorio de Modelos Estructurales de la Universidad Federal de Río de Janeiro, es un programa de análisis estructural más sencillo pero potente. Ftool se destaca por su facilidad de uso y su capacidad para realizar análisis rápidos y precisos. Mediante el uso del método directo de rigidez, los ingenieros pueden modelar y analizar estructuras con cargas aplicadas, obteniendo resultados confiables y precisos.

Tanto Robot Structural como Ftool ofrecen herramientas para definir propiedades estructurales, aplicar cargas, establecer restricciones y calcular las fuerzas y deformaciones resultantes. Además, proporcionan visualizaciones gráficas y resultados detallados que facilitan la interpretación de los análisis realizados.

En resumen, la eficacia de Robot Structural y Ftool en el análisis del método directo de rigidez en una carga radica en su capacidad para realizar cálculos precisos, modelar estructuras complejas y proporcionar resultados detallados. Estas herramientas son valiosas para los ingenieros estructurales al proporcionar una base sólida para el diseño y análisis de estructuras de manera eficiente y confiable.

METODOLOGÍA

En este presente artículo se empleó el procedimiento metodológico de investigación que se basó en un punto de concentración cuantitativo considerando que presenta una estructura de investigación explicativa, también haremos consideraciones de que está presente investigación es de carácter de investigación no experimental y de diseño transeccional, asimismo en la presente investigación también se efectuó el análisis y la evaluación de la eficacia de los programas Robot Structural Analysis y Ftool por el método directo de la rigidez en una viga, se empleó ecuaciones de pendiente-deflexión reacciones para vigas simples hiperestáticas, para comprobar los resultados del proceso matemático para el análisis de la viga.

Conceptualidades Básicas

Rigidez

La rigidez de un elemento o sistema se puede cuantificar utilizando diferentes parámetros, como la rigidez axial, la rigidez flexural, la rigidez torsional, entre otros, dependiendo del tipo de carga y la dirección de la deformación que se está considerando. Estos parámetros pueden variar según el material utilizado, las propiedades geométricas del elemento y las condiciones de apoyo.

Sistema Q-D

El sistema QD en el análisis estructural se enfoca en identificar y abordar las deficiencias del sistema estructural para mejorar su resistencia sísmica y garantizar que la estructura sea capaz de soportar las fuerzas sísmicas de manera segura y efectiva en todas las direcciones críticas.

FTOOL

FTOOL es un software de análisis estructural utilizado para el diseño y cálculo de estructuras en ingeniería civil. Permite realizar análisis estáticos y dinámicos, calcular esfuerzos y deformaciones, y evaluar la estabilidad y seguridad de las estructuras. FTOOL es ampliamente utilizado debido a su interfaz intuitiva y capacidad para trabajar con diferentes tipos de elementos estructurales.

Robot

Robot Structural Analysis es un software de análisis estructural utilizado en ingeniería civil y arquitectura. Permite realizar análisis estáticos y dinámicos de estructuras, calcular cargas y deformaciones, diseñar elementos estructurales y evaluar la resistencia sísmica.

Sistema Primario

Es determinar la rigidez global de la estructura, que se utiliza para calcular las deformaciones y las fuerzas internas en los diferentes elementos. Para ello, se asignan los grados de libertad correspondientes a cada nodo, considerando los desplazamientos y las rotaciones posibles en cada dirección.

El Sistema Complementario

Se asigna grados de libertad a cada uno de los nodos de la estructura. Estos grados de libertad representan los desplazamientos o giros posibles en cada nodo. Luego, se fortalecen las relaciones de rigidez entre los diferentes elementos de la estructura, como vigas o barras.

El Momento en el extremo de una barra

En el método de la rigidez se determina utilizando las ecuaciones de equilibrio y las propiedades de rigidez de la estructura. Este método se basa en la idea de que la rigidez de la estructura se puede representar mediante matrices de rigidez de los elementos individuales.

DMF Y DFC

Los diagramas de momento flector y cortante se obtienen mediante el análisis de la estructura utilizando las matrices de rigidez de los elementos finitos y las ecuaciones de equilibrio.

Pasos para la realización del análisis

Paso 1: Primero se delimitó el ejercicio con los datos de la viga, esta contará con tres puntos de apoyo, dos fijos y un empotrado donde tendrá en la primera sección(6m) una carga distribuida triangular de 5.2 tn/m y la segunda sección(8m) una carga distribuida de 3 tn/m con una carga puntual de 6 tn a 6m de la segunda sección.

Paso 2: Se elaboró el sistema Q-D considerando una matriz $2X1$.

Paso 3: Se emplearon las ecuaciones de pendiente-deflexión para la obtención de datos de fuerzas y giros.

Paso 4: Para el sistema complementario $D1=1$ se efectuaron las ecuaciones de pendiente de giro en el apoyo fijo 1.

Paso 5: Para el sistema complementario D2=1 se efectuaron también las ecuaciones de pendiente de giro en el apoyo fijo 2.

Paso 6: Para la obtención de los datos del vector de deformación se empleó la fórmula:

$$\text{Deformación} = K^{-1}(Q-R)$$

La deformación presenta una matriz de 2x1.

Paso 7: Se continuó efectuando el cálculo de reacciones a partir de fuerzas cortantes.

Paso 8: Se efectuó la aplicación de los datos para el diagrama de fuerza cortante (DFC) y diagrama de momento flector (DMF), también para la verificación de la correcta ejecución de este ejercicio se empleó el programa de robot structural y Ftool dando como resultados que tanto como las reacciones y los momentos de dichos programas son iguales; asimismo coinciden con los resultados obtenidos en la realización del presente ejercicio demostrando así que fue estos programas son muy útiles, eficaces y precisos en la corroboración de la análisis de una viga por el método directo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Figura 1

Realizar el DMF y DFC por el método directo de la rigidez

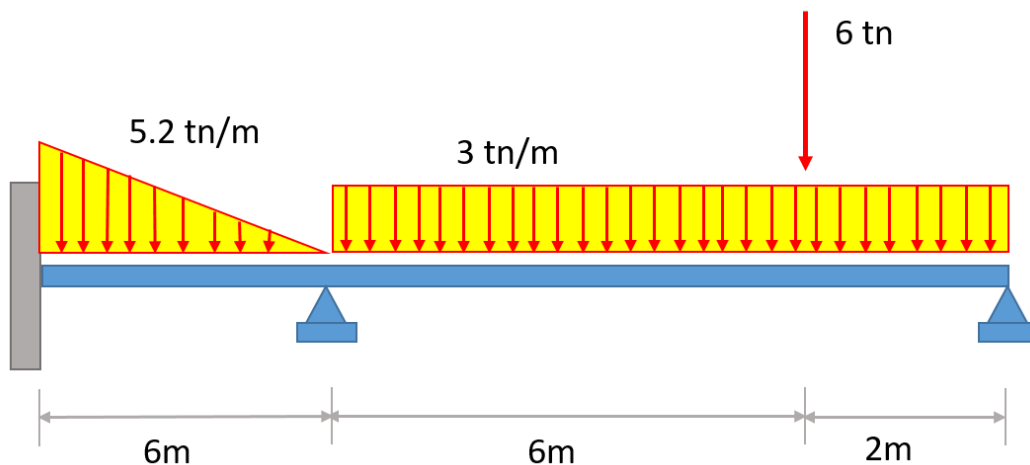
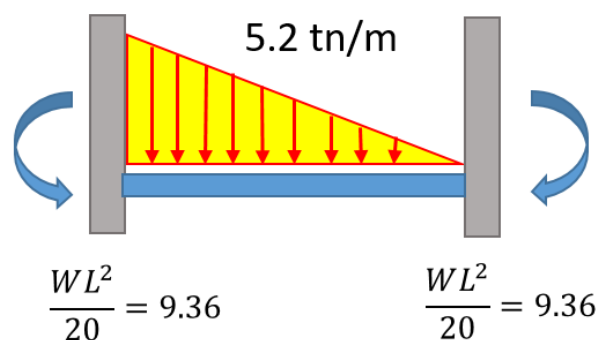
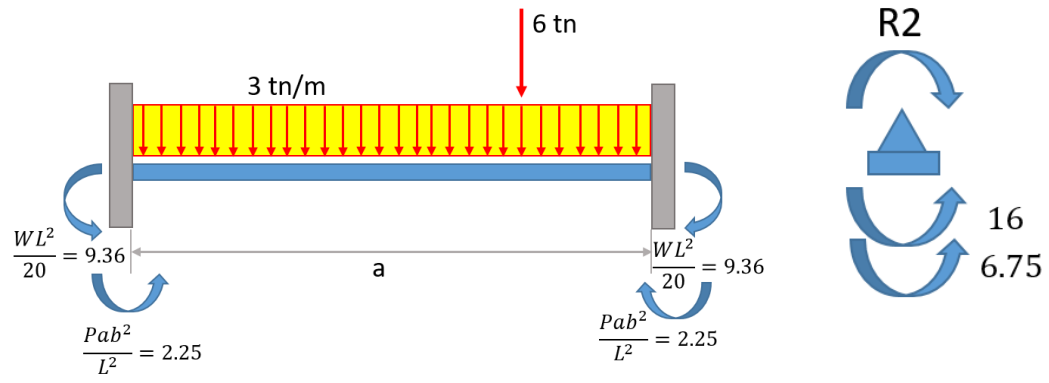


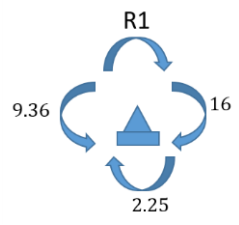
Figura 2

Solución - Sistema Q-D.





$$Q = [0 \ 0]$$



$$R_1 + 16 + 2.25 - 9.36 = 0$$

$$6.75 = 0$$

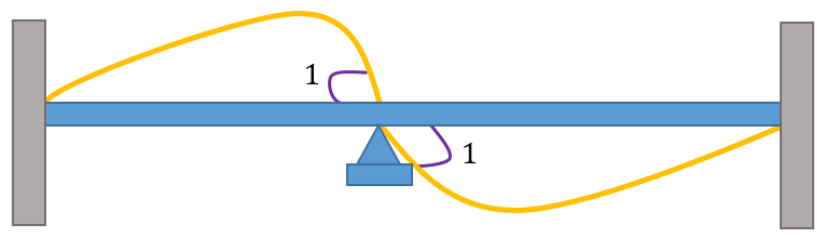
$$R_1 = -8.89$$

$$R_2 - 16 -$$

$$R_2 = 22.75$$

Figura 3

Sistema Complementario



$$D_1 = 1$$

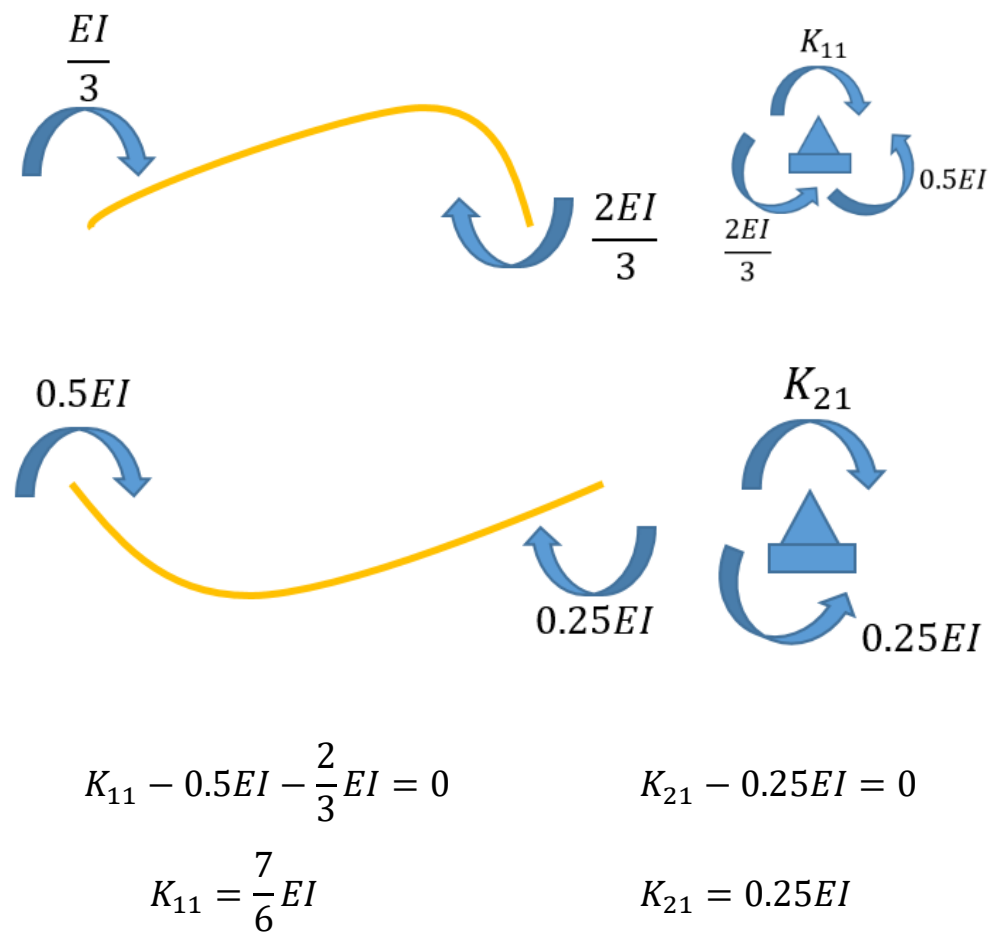
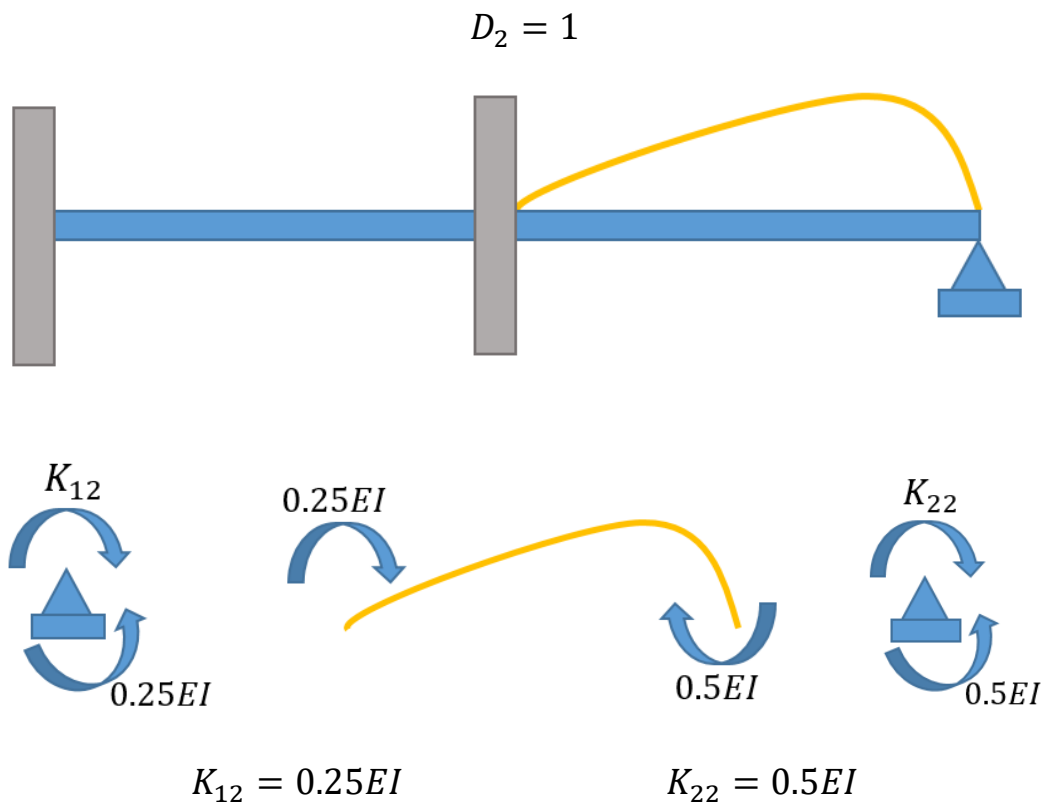


Figura 4



$$K = \begin{vmatrix} 7/6 & 0.25 & 0.25 & 0.5 \end{vmatrix}$$

Vector de Deformaciones

$$D = K^{-1}(Q - R)$$

$$D = \begin{vmatrix} 19.4544 & -55.2272 \end{vmatrix} \frac{1}{EI}$$

Momento en extremo de barra

$$D = K^{-1}(Q - R)$$

$$\frac{D}{K^{-1}} = (Q - R)$$

$$D * K + R = Q$$

$$Q = R + DK$$

$$R = \begin{vmatrix} -9.36 & 9.36 & -18.25 & 22.75 \end{vmatrix} K$$

$$= \begin{vmatrix} \frac{1}{3} & \frac{2}{3} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.5 & 0.25 \\ 0.25 & 0.25 & 0.5 & 0.5 \end{vmatrix}$$

$$Q_M = \begin{vmatrix} -2.6752 & 22.3296 & -22.3296 & 0 \end{vmatrix}$$

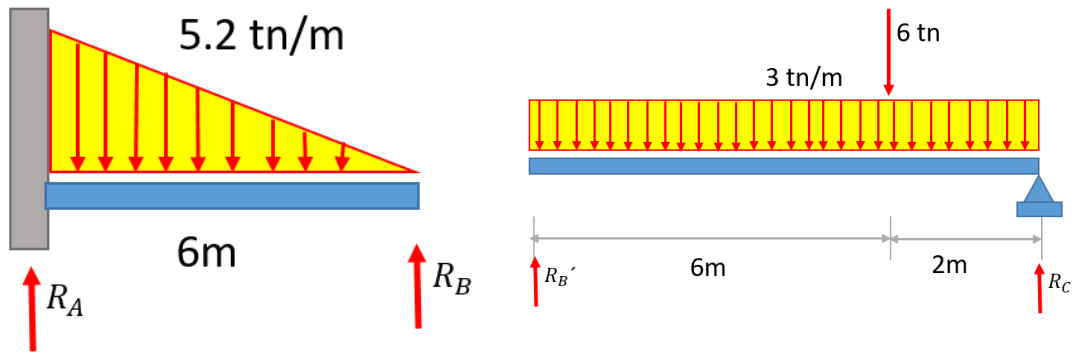
Tabla 1

Momento en extremo de barra

6m		8m	
-2.8752	-22.3296	-22.3296	0
-3.2424		2.7912	
10.4	-5.2	13.5	-16.5
7.1576	-8.4424	16.2912	-13.7088

Figura 5

Momento en extremo de barra



$$\Sigma M_B = 0$$

$$\Sigma M_C = 0$$

$$R_A(6) = \frac{5.2(6)}{2}(4) = 0$$

$$- R_{B'}(8) + 96 + 12$$

$$R_A = 10.4 \quad R_A = 5.2$$

$$- R_{B'} = 13.5 \quad R_C = 16.5$$

Figura 6

DFC

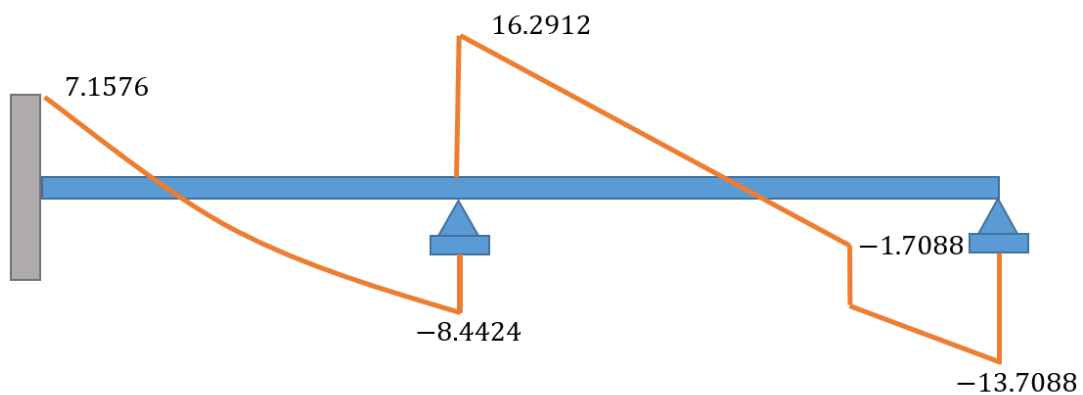


Figura 7

DMF

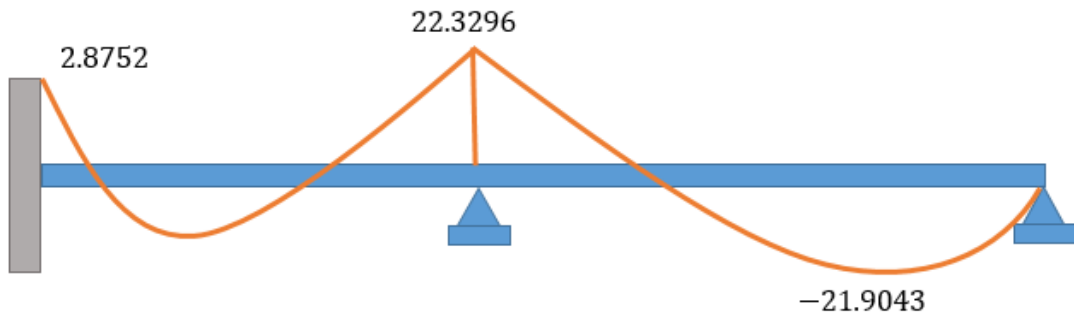


Figura 8

Robot Structural – Modelo

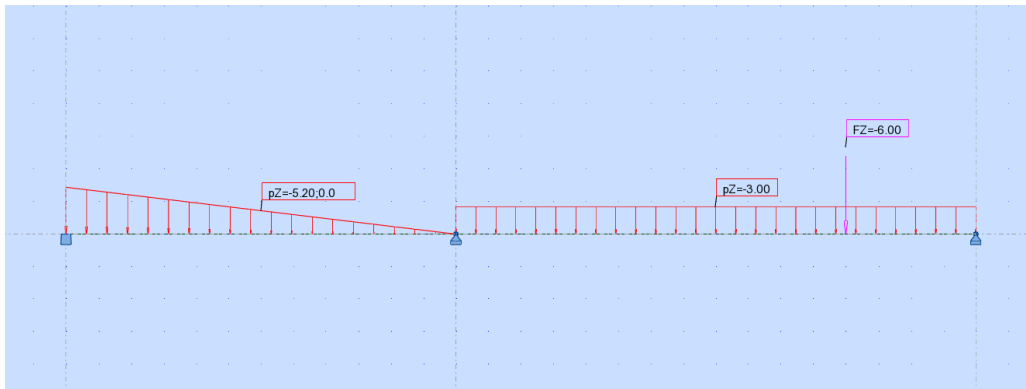


Figura 9

DFV

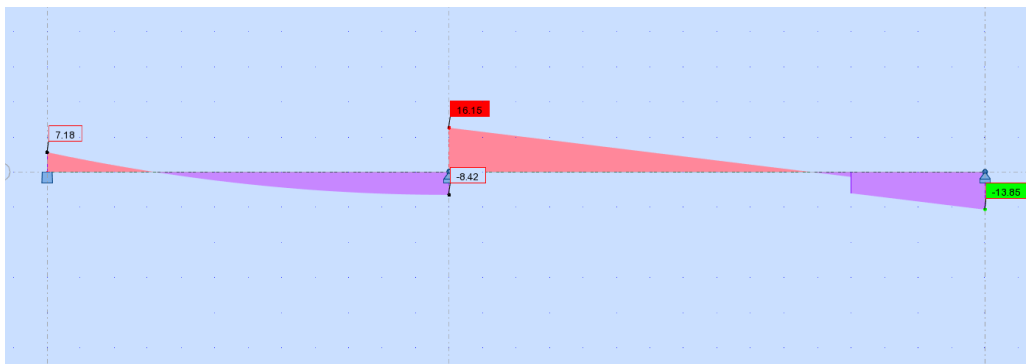


Figura 10

DMF

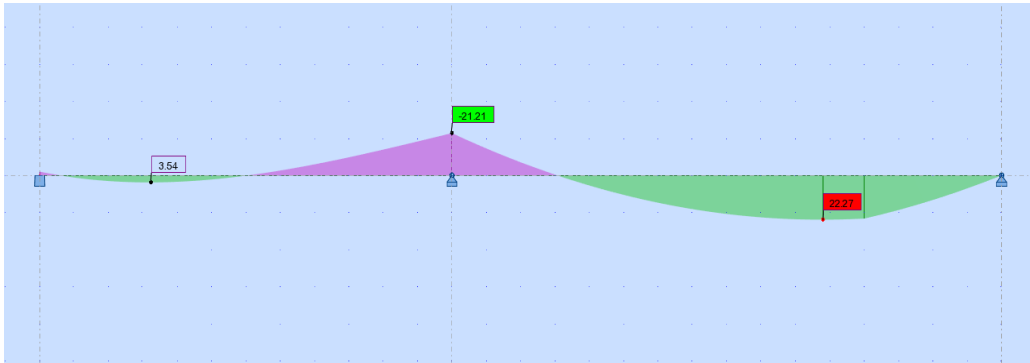


Figura 11

Modelo En Ftool

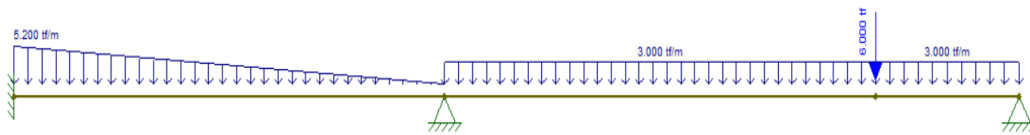


Figura 12

DFA

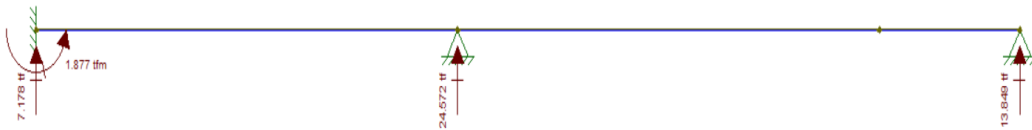


Figura 13

DFC

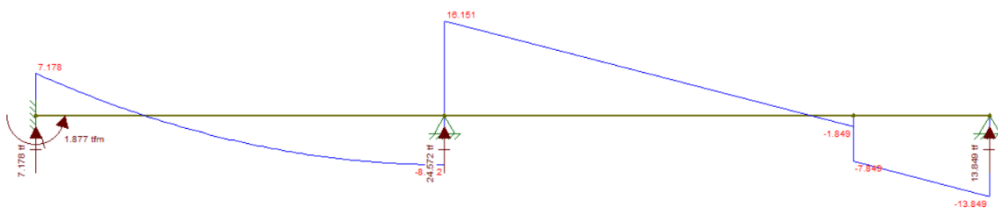
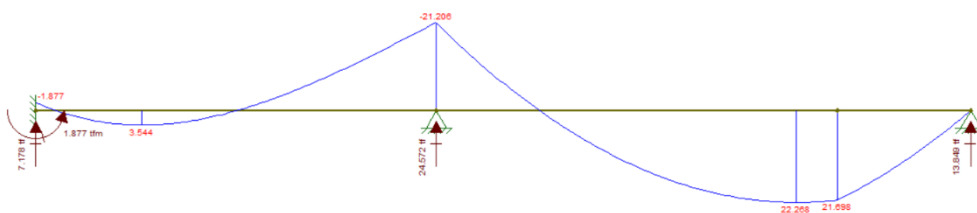


Figura 14

DMF



Interpretación de los resultados

El método de rigidez es una técnica ampliamente utilizada en el análisis estructural para determinar las respuestas y comportamiento de un sistema ante cargas externas. Aunque es reconocido por su eficiencia y simplicidad, existe un debate en curso sobre si este método proporciona una representación precisa de la realidad estructural o si es una simplificación excesiva que podría llevar a resultados erróneos, a comparación si usamos los softwares.

Análisis comparativos con otros resultados obtenidos

Comparando los resultados con los softwares robot structural y ftool nos percatamos que hay diferencia en los resultados como en decimales por lo cual, si bien el método directo de rigidez ofrece ventajas en términos de eficiencia y simplicidad, comparado con los softwares mencionados los resultados no son tan precisos.

Excepciones a considerar


Algunas excepciones que deben tenerse en cuenta se refieren a la omisión de publicaciones que no cumplen con los estándares del análisis científico. Una excepción a considerar es la falta de consideración de aspectos fundamentales de acuerdo con criterios de calidad.

CONCLUSIÓN

En conclusión, el método directo de rigidez es una herramienta eficaz y precisa para el análisis y diseño de estructuras en ingeniería civil. Este enfoque se basa en la teoría de la elasticidad y permite determinar las deformaciones y las fuerzas internas de manera directa y sistemática. Al utilizar este método, se logra un equilibrio entre la simplicidad del análisis y la precisión de los resultados, lo que lo convierte en una opción preferida para el diseño de estructuras. Además, su aplicabilidad se extiende a una amplia gama de problemas estructurales, lo que lo convierte en una herramienta versátil para los ingenieros. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el método directo de rigidez requiere un conocimiento sólido de la teoría de la elasticidad y puede resultar complejo en casos de estructuras no lineales o con geometrías complicadas. En general, el método directo de rigidez es una técnica valiosa y confiable que continúa siendo ampliamente utilizado en la ingeniería estructural.

REFERENCIAS

- Aguilar Falconi, R. (2014). Análisis Matriciales de Estructuras con CEINCI-LAB. Ecuador: Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción.
- Blanco Diaz, E., Cervera Ruiz, M., & Suarez Arroyo, B. (2012). Análisis Matricial de Estructuras. Barcelona: CIMNE.
- Novely Cabrales, B. D. (2016). Análisis de estructuras Método de la rigidez. Colombia: Independiente.
- ORTIZ SOTO, D. (2014). Resolución de armaduras en 2d con el método matricial de la rigidez. México.
- Sánchez Molina, D., & González Drigo, R. (2011). Cálculo de elementos estructurales. Barcelona: Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC.
- AROCA HERNANDEZ-ROS, R. (2002). VIGAS (II) RIGIDEZ. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Celigüeta, J. T. (2022). Curso de Análisis Estructural. Creative Commons Reconocimiento.
- Cervera Ruiz, M., & Blanco, E. (2002). Mecánica de estructuras Libro 2 Métodos de análisis. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, SL.
- McCormac, J., & Elling, R. E. (1994). Análisis Estructural Métodos clásicos y matricial. México: Alfaomega, S. A. de C. V.
- Molina Villegas, J. C. (2021). Análisis Estructural Métodos clásicos y matriciales. Bogotá: Ecoe.
- Parra Meza, A., Sánchez Vergara, R., & Ojeda Ruiz, J. M. (s.f.). Obtenido de http://ing.ens.uabc.mx/docencia/apuntes/civil/analisis_estructural.pdf
- Russell Charles, H. (s.f.). Análisis Estructural. México: PRENTICE-HALL HISPANOAMERICANA, S.A.
- Villarreal Castro, G. (2009). Análisis Estructural. Lima.

Todo el contenido de **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](#) .