



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN PÓRTICO PLANO DE CUATRO
NIVELES POR EL MÉTODO DE KANI

MIRANDA ISBES CARLOS LUIS
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2019



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN PÓRTICO PLANO DE CUATRO
NIVELES POR EL MÉTODO DE KANI

MIRANDA ISBES CARLOS LUIS
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2019



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN PÓRTICO PLANO DE CUATRO NIVELES POR
EL MÉTODO DE KANI

MIRANDA ISBES CARLOS LUIS
INGENIERO CIVIL

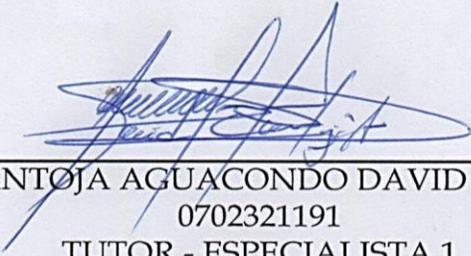
PANTOJA AGUACONDO DAVID ELOY

MACHALA, 26 DE AGOSTO DE 2019

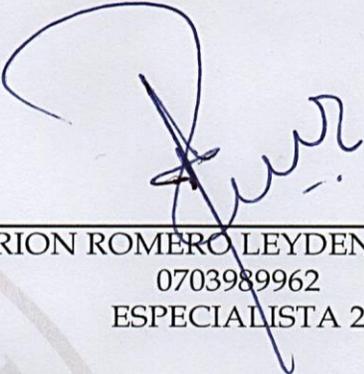
MACHALA
26 de agosto de 2019

Nota de aceptación:

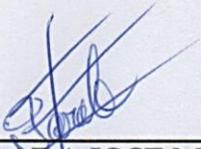
Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN PÓRTICO PLANO DE CUATRO NIVELES POR EL MÉTODO DE KANI, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



PANTOJA AGUACONDO DAVID ELOY
0702321191
TUTOR - ESPECIALISTA 1



CARRION ROMERO LEYDEN OSWALDO
0703989962
ESPECIALISTA 2



ZARATE ENCALADA JOSE MARCELO
0701790057
ESPECIALISTA 3

Fecha de impresión: lunes 26 de agosto de 2019 - 13:57

Urkund Analysis Result

Analysed Document: MIRANDA ISBES CARLOS LUIS_PT-010419.docx (D54805095)
Submitted: 8/13/2019 10:57:00 PM
Submitted By: clmiranda_est@utmachala.edu.ec
Significance: 5 %

Sources included in the report:

<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13626/1/ECUAIC-2019-ICI-DE00007.pdf>

Instances where selected sources appear:

2

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, MIRANDA ISBES CARLOS LUIS, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN PÓRTICO PLANO DE CUATRO NIVELES POR EL MÉTODO DE KANI, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

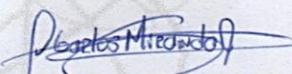
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 26 de agosto de 2019


MIRANDA ISBES CARLOS LUIS
0705952455

TÍTULO:

**ANÁLISIS DE UN PÓRTICO PLANO DE CUATRO NIVELES POR EL MÉTODO DE
KANI**

RESUMEN

El siguiente proyecto tiene por finalidad realizar el análisis estructural de un pórtico plano de cuatro niveles mediante el método de Kani. Este método realiza una serie de iteraciones sucesivas para al final poder calcular los momentos y fuerzas cortantes tanto en vigas como en columnas.

Con los valores ya conocidos de las secciones de los elementos estructurales, procedemos a calcular la inercia de cada elemento, calcularemos las rigideces de cada barra, para luego con estos valores obtener los factores de distribución de todos los nudos del pórtico analizado y además obtenemos los momentos de empotramiento de las vigas con su distribución de carga respectiva. Calculados estos valores procedemos a realizar las iteraciones que sean convenientes hasta que los valores converjan.

Se utilizan las ecuaciones de Maney para obtener los valores de los momentos finales y las fuerzas cortantes de cada elemento, para poder realizar los respectivos diagramas.

Palabras Claves: análisis estructural, método de Kani.

ABSTRACT

The following project aims to perform the structural analysis of a four-level flat gantry using the Kani method. This method performs a series of successive iterations in order to finally calculate the moments and shear forces in both beams and columns.

With the already known values of the sections of the structural elements, we proceed to calculate the inertia of each element, we will calculate the rigidity of each bar, and then with these values obtain the distribution factors of all the nodes of the analyzed gantry and also obtain the moments of embedding of the beam with its respective load distribution. Calculated these values we proceed to make the iterations that are convenient until the values converge.

Maney's equations are used to obtain the values of the final moments and the shear forces of each element, in order to make the respective diagrams.

Keywords: structural analysis, Kani method.

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	6
2. DESARROLLO	7
2.1 Distribución de cargas	8
2.1.1 <i>Carga muerta</i>	9
2.1.2 <i>Carga viva</i>	9
2.2 Método de Kani	10
2.2.1 <i>Procedimiento.</i>	10
2.2.1.1 <i>Cálculo de Inercia.</i>	10
2.2.1.2 <i>Cálculo de Rigidez.</i>	11
2.2.1.3 <i>Cálculo de Factores de Distribución.</i>	11
2.2.1.4 <i>Cálculo de Factores de Corrimiento.</i>	11
2.2.1.5 <i>Cálculo Momentos de empotramiento.</i>	12
2.2.1.6 <i>Cálculo de Iteraciones.</i>	12
2.2.1.7 <i>Cálculo de Momentos Finales.</i>	12
3. CONCLUSIONES	13
4. BIBLIOGRAFÍA	14
5. ANEXOS	16
Anexo A. Cálculo de inercia	16
Anexo B. Cálculo de la rigidez	17
Anexo C. Cálculo de factores de distribución	19
Anexo D. Cálculo de factores de corrimiento	26
Anexo E. Distribución de carga muerta	27
Anexo F. Distribución de carga viva	28
Anexo G. Cálculo de momentos de empotramiento	29
Anexo J. Momentos y cortantes en columnas para carga muerta	33
Anexo K. Momentos y cortantes en vigas para carga muerta	34
Anexo L. Iteraciones para carga viva	35
Anexo M. Momentos finales para carga viva	36
Anexo N. Momentos y cortantes en columnas para carga viva	38
Anexo O. Momentos y cortantes en vigas para carga viva	39
Anexo P. Diagrama de momento en columnas para carga muerta	40

Anexo Q. Diagrama de cortante en columnas para carga muerta	41
Anexo R. Diagrama de cortante en vigas para carga muerta	42
Anexo S. Diagrama de momento en vigas para carga muerta	43
Anexo T. Diagrama de momento en columnas para carga viva	44
Anexo U. Diagrama de cortante en columnas para carga viva	45
Anexo V. Diagrama de cortante en vigas para carga viva	46
Anexo W. Diagrama de momento en vigas para carga viva	47

1. INTRODUCCIÓN

El análisis estructural tiene como objetivo conocer el comportamiento de una estructura, la cual está sometida a cargas vivas o muertas y a efectos externos que pueden ser: movimiento de los apoyos y variaciones en la temperatura. Los valores que nos interesa conocer del comportamiento de las estructuras son: las fuerzas axiales, las fuerzas cortantes y los momentos flectores. [1]

Una de las distintas maneras de realizar el análisis estructural de un pórtico es la aplicación del método de Kani, el cual se basa en realizar una serie de ciclos iteraciones y distribución de los momentos para conocer el efecto de las rotaciones desplazamientos en cada nudo de un pórtico hasta lograr la precisión deseada en los últimos valores de cada ciclo.

“Este es un método iterativo sucesivo, ya que primero: se parte que todo está empotrado, se omite las deformaciones axiales, lo que importa es solo el giro por nodos.” [2]

El método iterativo de Kani fue creado por Gaspar Kani en el año 1957.

El sistema de construcción siempre se encuentra en constante innovación, creación y renovación de métodos, cálculos mediante sistemas computacionales, investigación sobre abstracciones numéricas de la realidad al momento de diseñar y calcular estructuras civiles. [3]

2. DESARROLLO

“Ecuador se encuentra dentro del denominado Cinturón de Fuego del Pacífico, por lo que su actividad sísmica es alta que alcanzan magnitudes de hasta 8.8 en 1906, colocándolo dentro de los sismos más grandes de la historia y que dejan en evidencia ciertos problemas relacionados al diseño sismorresistente en el Ecuador ”.[4]

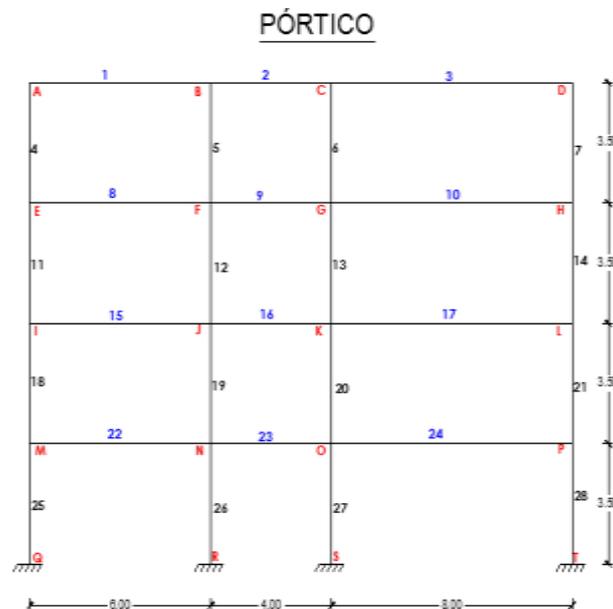
“Los edificios que se localizan en zonas sísmicas se ven expuestos a lo largo de su vida útil a distintos temblores que pueden afectar su integridad estructural en distintos niveles de daño”. [5]

A continuación, se va a calcular un pórtico plano de cuatro niveles mediante la aplicación del método de Kani.

A medida que se van incrementando los niveles en una edificación los extremos de las columnas de las plantas bajas presentan zonas fluencia, son rotaciones que se presentan debido a la magnitud del cortante en las columnas exteriores que es mayor en comparación a estructuras de niveles bajos [6].

Las dimensiones de sus elementos estructurales (vigas y columnas) ya están establecidos bajo estados de carga viva y carga muerta. El pórtico cuenta con 16 columnas y 12 vigas. Para realizar los diferentes cálculos que involucra este método y las iteraciones necesarias que se deban realizar utilizaremos la hoja de cálculo Microsoft Excel. “Los Pórticos Resistentes a Momento (PRM) es el sistema estructural más común para la construcción de edificios de hormigón armado”. [7]

Fig. 1: Pórtico a resolver



Fuente: Autor

Los estados de carga serán: carga muerta; para cubierta 500 kg/m², entrepiso 750 kg/m² y carga viva 250 kg/m².

Tabla 1: Secciones de elementos estructurales

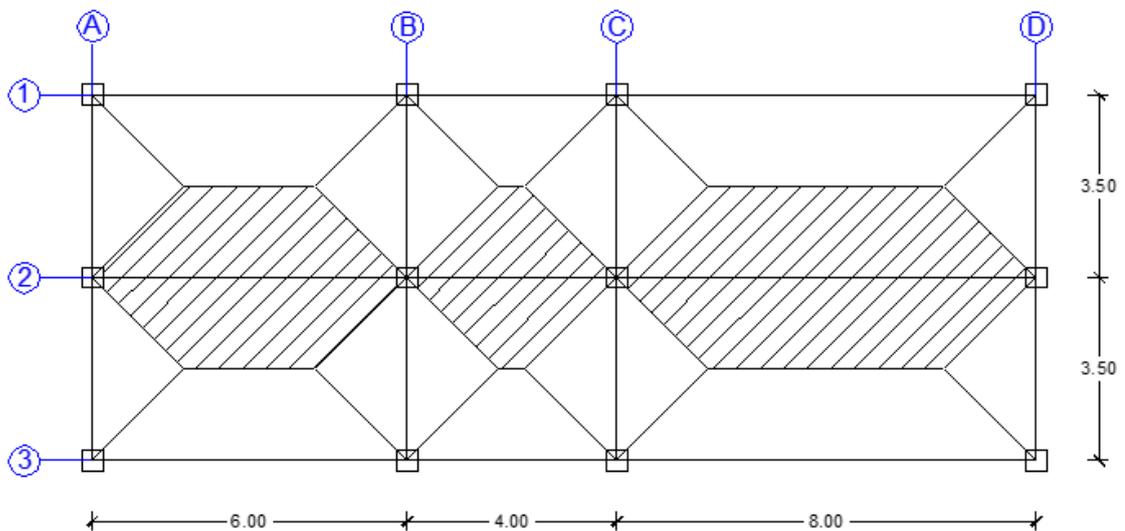
DATOS:

ELEMENTO	b (m)	h (m)
COLUMNA P. BAJA Y P. ALTA 1	0.5	0.5
COLUMNA P.ALTA2 Y P. ALTA3	0.4	0.4
VIGAS P.BAJA Y P. ALTA 1	0.3	0.6
VIGAS P.ALTA2 Y P. ALTA3	0.25	0.5

Fuente: Autor

2.1 Distribución de cargas

Figura. 2: Distribución de áreas tributarias



Fuente: Autor

2.1.1 Carga muerta

Tabla 2: Valores de carga muerta distribuida

VGA	LONGITUD (m)	A (m)	C. MUERTA Tn/m ²	C. DISTRIBUIDA Tn/m
1	6	3.5	0.5	1.750
2	4	3.5	0.5	1.750
3	8	3.5	0.5	1.750
8	6	3.5	0.75	2.625
9	4	3.5	0.75	2.625
10	8	3.5	0.75	2.625
15	6	3.5	0.75	2.625
16	4	3.5	0.75	2.625
17	8	3.5	0.75	2.625
22	6	3.5	0.75	2.625
23	4	3.5	0.75	2.625
24	8	3.5	0.75	2.625

Fuente: Autor

2.1.2 Carga viva

Tabla 3: Valores de viva distribuida

VGA	LONGITUD (m)	A (m)	C. VIVA Tn/m ²	C. DISTRIBUIDA Tn/m
1	6	3.5	0.25	0.875
2	4	3.5	0.25	0.875
3	8	3.5	0.25	0.875
8	6	3.5	0.25	0.875
9	4	3.5	0.25	0.875
10	8	3.5	0.25	0.875
15	6	3.5	0.25	0.875
16	4	3.5	0.25	0.875
17	8	3.5	0.25	0.875
22	6	3.5	0.25	0.875
23	4	3.5	0.25	0.875
24	8	3.5	0.25	0.875

Fuente: Autor

En la ingeniería civil el análisis de estructuras es muy importante ya que se encarga del diseño y construcción de obras teniendo en cuenta factores de seguridad, economía y funcionalidad, representa procesos o métodos para analizar el comportamiento de estructuras sometidas a cargas garantizando que desempeño sea óptimo para la seguridad de sus ocupantes. [8]

“El análisis estructural es el proceso que se basa en la teoría y fundamentos de las mecánicas vectorial y de materiales para conocer el comportamiento de en una estructura, bajo un estado de cargas determinado”. [9]

La característica de los pórticos es esquematizar el comportamiento estructural, teniendo en cuenta las condiciones de equilibrio, como ejemplo el pórtico de Lee que por sus propiedades lineales facilita una abstracción numérica de las edificaciones.[10]

Los ingenieros civiles tratan que las estructuras cumplan con requerimientos de regularidad en cuanto a la geometría, distribución de cargas, rigideces y resistencias, tratando que la estructura sea regular para que así tenga mayor resistencia a los eventos sísmicos que puedan presentarse. [11]

2.2 Método de Kani

“El procedimiento de análisis de pórticos por medio del método de Kani consiste en analizar cada elemento de una estructura estudiando cada uno de los momentos externos e internos generados debido a la configuración, tipo de soporte y libertad del sistema”.[12]

2.2.1 Procedimiento.

Detallaremos los pasos a seguir para la aplicación de este método para calcular el pórtico planteado.

2.2.1.1 Cálculo de Inercia.

Con los valores de las secciones de los elementos estructurales procedemos a calcular las inercias de cada uno de los elementos estructurales, aplicando la fórmula de inercia para secciones rectangulares.

$$I = \frac{b * h^3}{12} \tag{1}$$

Donde.

I = Inercia

b = Base del elemento estructural

h = Altura del elemento estructural

2.2.1.2 Cálculo de Rigidez.

Con los valores calculados de inercia se realiza el cálculo de las rigideces empleando la siguiente fórmula:

$$K = \frac{I}{L} \quad (2)$$

Donde.

K = Rigidez

I = Inercia

L = Longitud del elemento estructural

2.2.1.3 Cálculo de Factores de Distribución.

“Los factores representan la relación de la rigidez relativa del elemento con respecto a las rigideces relativas de los elementos adyacentes”. [12]

Aplicamos la siguiente fórmula:

$$\beta = \frac{1}{2} * \frac{K}{\Sigma K} \quad (3)$$

2.2.1.4 Cálculo de Factores de Corrimiento.

“Se define como la relación entre la rigidez de una columna y la sumatoria de las rigideces de las columnas existentes en el piso”. [12]

Este cálculo se lo realiza para cada nivel de entrepiso del pórtico analizado mediante:

$$Y = \frac{3}{2} * \frac{K}{\Sigma k} \quad (4)$$

2.2.1.5 Cálculo Momentos de empotramiento.

Se utilizan las fórmulas de empotramiento perfecto, suponiendo que cada viga está empotrada en sus extremos, los valores se consideran negativos en el sentido anti horario y positivos en sentido horario. [13]

En este caso las cargas con las que vamos a trabajar son trapezoidales aplicamos la siguiente ecuación:

$$M_{emp} = \frac{w * L}{96} * (L + b) * \frac{5 - b^2}{L^2} \quad (5)$$

2.2.1.6 Cálculo de Iteraciones.

Con los valores obtenidos anteriormente de los factores de distribución, factores de corrimiento y momentos de empotramiento se inicia el ciclo de iteraciones hasta lograr generar una aproximación en los resultados obtenidos de cada iteración. Utilizamos la siguiente expresión:

$$M'_{ik} = \beta_{ik} * (M_{ik} + \Sigma M'_{ki} + \Sigma M''_{ik}) \quad (6)$$

2.2.1.7 Cálculo de Momentos Finales.

Una vez que los resultados de las iteraciones converjan en cada ciclo procedemos a obtener los momentos finales tanto para vigas como para columnas.

Momentos finales para columnas:

$$M_{ik_{FINAL}} = M_{ik_{INICIAL}} + 2M'_{ki} + M'_{ki} + M''_{ki} \quad (7)$$

Momentos finales para vigas:

$$M_{ik_{FINAL}} = M_{ik_{INICIAL}} + 2M'_{ki} + M'_{ki} \quad (8)$$

Finalmente, con los resultados obtenidos de los momentos finales procedemos a dibujar los diagramas de momento flexionante y los diagramas de fuerza cortante.

3. CONCLUSIONES

Para realizar el análisis estructural mediante el método de Kani se debe conocer de antemano las dimensiones de los elementos estructurales, tanto para vigas como para columnas ya que con ellos podemos calcular las inercias y rigideces de cada elemento y así iniciar el proceso para realizar las iteraciones que es en lo que se fundamenta este método.

Para poder realizar una comprobación para saber que todos los nudos que conforman la estructura analizada están en equilibrio, debemos sumar los momentos finales, la suma de estos debe ser igual a cero en cada nudo analizado.

Al momento de realizar las iteraciones debemos tomar en cuenta muy bien los valores que se van a utilizar con el fin de no cometer errores de cálculo que puedan afectar el valor de los momentos finales que se van a obtener.

4. BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Kassimali, *Análisis Estructural*. 5ta. Ed. Mexico: Cengage Learning, 2015.
- [2] D. Pantoja, E. Guamán, R. Cabrera, J. Morocho, “Software para el Análisis de Pórticos por el Método de Kani”, *Conference Proceedings UTMACH*, vol. 2, n° 1, pp. 1-13, Mayo 2015.
- [3] G. González del Solar, P. E. Martín, F. Calderón, N. G. Maldonado y I. Maldonado, “Importancia de la modelación numérica en la puesta en valor de estructuras patrimoniales de mampostería en zona sísmica”, *Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción*, vol. 4, n°3, pp. 213-231, 2014.
- [4] P. Q. Martínez y E. R. Ángulo, “Estudio de peligro sísmico de Ecuador y propuesta de espectros de diseño para la ciudad de Cuenca”, *Ingeniería Sísmica*, no. 94, 2016.
- [5] J. V. González, J D. la C. Martínez, C. A. G. Perez, “Detección del daño sísmico de un marco tridimensional de concreto reforzado mediante pruebas de vibración ambiental y forzada”, *Rev. Ing. Sísmica* No. 92, 2015.
- [6] E. A. Godínez Domínguez, “Influencia de contraventeos concéntricos en cruz o chevrón en el comportamiento no lineal de marcos dúctiles de concreto reforzado”, no.91, pp. 1-30, 2014.
- [7] P. Rojas C, J. Barros C, M. Aguaguña M, R. Herrera M, “Análisis, Diseño y Evaluación Sísmica de Edificios altos de construcción compuesta y con arriostramientos de Pandeo Restringido”, *Alternativas*, vol. 17, no. 3, pp. 84-93, 2016.

[8] D. Brenzini y M. Martínez, "Perfil del ingeniero civil: una visión desde sus competencias genéricas y específicas", *Orbis. Revista Científica Ciencias Humanas*, vol. 8, no. 22, pp. 28-42, 2014.

[9] A. González Peña, C. A. Hoyos Castellanos, D. Andrade Sánchez, "Comparativa del Análisis Estructural realizado con Softwarestaad y con Métodos Manuales Tradicionales", *RITI Revista de Investigación en Tecnologías de la Información*, vol 5, no. 10, 2017.

[10] W. Silva y A. A. y M. Gutiérrez, "Análisis no lineal de pórticos planos usando la formulación corrotacional con elemento de viga Timoshenko", *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, vol. 33, pp. 115-122, 2017.

[11] E. Barradas and G. Ayala, "Sitios del Valle de México en los que se debe diseñar para un q menor al estipulado para Estructuras Dúctiles", *Rev. Ing. Sísmica*, vol, 64, no. 92, pp. 47-64, 2015.

[12] L. F. Quintero Gómez, "Diseño de Elementos Pre-Ensamblados de Rápido Ensamble Utilizando el Acero como Elemento Estructural", Maestría en Ingeniería, Universidad EAFIT, Medellín-Colombia, 2015.

[13] A. Luévanos Rojas, "Modelado para vigas de sección transversal "I" sometidas a una carga uniformemente distribuida con cartelas rectas", *INGENIERÍA MECÁNICA TECNOLOGÍA Y DESARROLLO*, vol.5, no. 2, pp. 1-12, 2015.

5. ANEXOS

Anexo A. Cálculo de inercia

FÓRMULA DE INERCIA

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

PLANTA BAJA Y PLANTA ALTA 1

COLUMNAS: 18 - 19 - 20 - 21 - 25 - 26 - 27 - 28

$$I = \frac{0.5 \cdot 0.5^3}{12} = 0.0052 \text{ m}^4$$

PLANTA ALTA 2 Y PLANTA ALTA 3

COLUMNAS: 4 - 5 - 6 - 7 - 11 - 12 - 13 - 14

$$I = \frac{0.4 \cdot 0.4^3}{12} = 0.0021 \text{ m}^4$$

PLANTA BAJA Y PLANTA ALTA 1

VIGAS: 15 - 16 - 17 - 22 - 23 - 24

$$I = \frac{0.3 \cdot 0.6^3}{12} = 0.0054 \text{ m}^4$$

PLANTA ALTA 2 Y PLANTA ALTA 3

VIGAS: 1 - 2 - 3 - 8 - 9 - 10

$$I = \frac{0.25 \cdot 0.5^3}{12} = 0.0026 \text{ m}^4$$

Anexo B. Cálculo de la rigidez

FÓRMULA DE RIGIDEZ

$$K = \frac{I}{L}$$

PLANTA BAJA Y PLANTA ALTA 1

COLUMNAS: 18 - 19 - 20 - 21 - 25 - 26 - 27 - 28

$$K = \frac{0.0052}{3.5} = 0.0015$$

PLANTA ALTA 2 Y PLANTA ALTA 3

COLUMNAS: 4 - 5 - 6 - 7 - 11 - 12 - 13 - 14

$$K = \frac{0.0021}{3.5} = 0.0006$$

RIGIDEZ EN VIGAS

VIGAS: 1 - 8

$$K = \frac{0.0026}{6} = 0.0004$$

VIGAS: 15 - 22

$$K = \frac{0.0054}{6} = 0.0009$$

VIGAS: 2 - 9

$$K = \frac{0.0026}{4} = 0.0007$$

VIGAS: 16 - 23

$$K = \frac{0.0054}{4} = 0.0014$$

VIGAS: 3-10

$$K = \frac{0.0026}{8} = 0.0003$$

VIGAS: 17 – 24

$$K = \frac{0.0054}{8} = 0.0007$$

Anexo C. Cálculo de factores de distribución

FÓRMULA DE FACTOR DE DISTRIBUCIÓN

$$\beta = - \frac{1}{2} * \frac{K}{\Sigma k}$$

NUDOS DONDE CONCURREN 4 BARRAS

NUDO F

$$\Sigma k = 0.0006 + 0.0007 + 0.0006 + 0.0004$$

$$\Sigma k = 0.0023$$

$$\beta_{FB} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0006}{0.0023} = -0.13227$$

$$\beta_{FG} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0007}{0.0023} = -0.14128$$

$$\beta_{FJ} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0006}{0.0023} = -0.13227$$

$$\beta_{FE} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0004}{0.0023} = -0.09419$$

-0.5

NUDO G

$$\Sigma k = 0.0006 + 0.0003 + 0.0006 + 0.0007$$

$$\Sigma k = 0.0022$$

$$\beta_{GC} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0006}{0.0022} = -0.13881$$

$$\beta_{GH} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0003}{0.0022} = -0.07413$$

$$\beta_{GK} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0006}{0.0022} = -0.13881$$

$$\beta_{GF} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0007}{0.0022} = -0.14826$$

-0.5

NUDO J

$$\Sigma k = 0.0006 + 0.0014 + 0.0015 + 0.0009$$
$$\Sigma k = 0.0043$$

$$\beta_{JF} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0006}{0.0043} = \boxed{-0.07010}$$

$$\beta_{JK} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0014}{0.0043} = \boxed{-0.15526}$$

$$\beta_{JN} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0015}{0.0043} = \boxed{-0.17114}$$

$$\beta_{JI} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0009}{0.0043} = \boxed{-0.10350}$$

-0.5

NUDO K

$$\Sigma k = 0.0006 + 0.0007 + 0.0015 + 0.0014$$
$$\Sigma k = 0.0041$$

$$\beta_{KG} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0006}{0.0041} = \boxed{-0.07392}$$

$$\beta_{KL} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0007}{0.0041} = \boxed{-0.08187}$$

$$\beta_{KO} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0015}{0.0041} = \boxed{-0.18048}$$

$$\beta_{KJ} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0014}{0.0041} = \boxed{-0.16373}$$

-0.5

NUDO N

$$\Sigma k = 0.0015 + 0.0014 + 0.0015 + 0.0009$$
$$\Sigma k = 0.0052$$

$$\beta_{NJ} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0015}{0.0052} = \boxed{-0.14237}$$

$$\beta_{NO} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0014}{0.0052} = \boxed{-0.12916}$$

$$\beta_{NR} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0015}{0.0052} = \boxed{-0.14237}$$

$$\beta_{NM} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0009}{0.0052} = \boxed{-0.08610}$$

-0.5

NUDO O

$$\Sigma k = 0.0015 + 0.0007 + 0.0015 + 0.0014$$
$$\Sigma k = 0.0050$$

$$\beta_{OK} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0015}{0.0050} = \boxed{-0.14877}$$

$$\beta_{OP} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0007}{0.0050} = \boxed{-0.06748}$$

$$\beta_{OS} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0015}{0.0050} = \boxed{-0.14877}$$

$$\beta_{ON} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0014}{0.0050} = \boxed{-0.13497}$$

-0.5

NUDOS DONDE CONCURREN 3 BARRAS

NUDO B

$$\begin{aligned}\Sigma k &= 0.0007 + 0.0006 + 0.0004 \\ \Sigma k &= 0.0017\end{aligned}$$

$$\beta_{BC} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0007}{0.0017} = \boxed{-0.19209}$$

$$\beta_{BF} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0006}{0.0017} = \boxed{-0.17984}$$

-0.5

$$\beta_{BA} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0004}{0.0017} = \boxed{-0.12806}$$

NUDO C

$$\begin{aligned}\Sigma k &= 0.0003 + 0.0006 + 0.0007 \\ \Sigma k &= 0.0016\end{aligned}$$

$$\beta_{CD} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0003}{0.0016} = \boxed{-0.10262}$$

$$\beta_{CG} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0006}{0.0016} = \boxed{-0.19215}$$

-0.5

$$\beta_{CB} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0007}{0.0016} = \boxed{-0.20524}$$

NUDO E

$$\begin{aligned}\Sigma k &= 0.0006 + 0.0004 + 0.0006 \\ \Sigma k &= 0.0017\end{aligned}$$

$$\beta_{EA} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0006}{0.0017} = \boxed{-0.18436}$$

$$\beta_{EF} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0004}{0.0017} = \boxed{-0.13128}$$

-0.5

$$\beta_{EI} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0006}{0.0017} = \boxed{-0.18436}$$

NUDO H

$$\Sigma k = 0.0006 + 0.0006 + 0.0003$$
$$\Sigma k = 0.0015$$

$$\beta_{HD} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0006}{0.0015} = \boxed{-0.19731}$$

$$\beta_{HL} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0006}{0.0015} = \boxed{-0.19731}$$

-0.5

$$\beta_{HG} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0003}{0.0015} = \boxed{-0.10538}$$

NUDO I

$$\Sigma k = 0.0006 + 0.0009 + 0.0015$$
$$\Sigma k = 0.0030$$

$$\beta_{IE} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0006}{0.0030} = \boxed{-0.10167}$$

$$\beta_{IJ} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0009}{0.0030} = \boxed{-0.15012}$$

-0.5

$$\beta_{IM} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0015}{0.0030} = \boxed{-0.24821}$$

NUDO L

$$\Sigma k = 0.0006 + 0.0015 + 0.0007$$
$$\Sigma k = 0.0028$$

$$\beta_{LH} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0006}{0.0028} = \boxed{-0.10992}$$

$$\beta_{LP} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0015}{0.0028} = \boxed{-0.26836}$$

-0.5

$$\beta_{LK} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0007}{0.0028} = \boxed{-0.12173}$$

NUDO M

$$\Sigma k = 0.0015 + 0.0009 + 0.0015$$
$$\Sigma k = 0.0039$$

$$\beta_{MI} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0015}{0.0039} = \boxed{-0.19195}$$

$$\beta_{MN} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0009}{0.0039} = \boxed{-0.11609}$$

-0.5

$$\beta_{MQ} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0015}{0.0039} = \boxed{-0.19195}$$

NUDO P

$$\Sigma k = 0.0015 + 0.0015 + 0.0007$$
$$\Sigma k = 0.0037$$

$$\beta_{PL} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0015}{0.0037} = \boxed{-0.20378}$$

$$\beta_{PT} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0015}{0.0037} = \boxed{-0.20378}$$

-0.5

$$\beta_{PO} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0007}{0.0037} = \boxed{-0.09244}$$

NUDOS DONDE CONCURREN 2 BARRAS

NUDO A

$$\begin{aligned}\Sigma k &= 0.0004 + 0.0021 \\ \Sigma k &= 0.0026\end{aligned}$$

$$\beta_{AB} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0004}{0.0026} = \boxed{-0.08453}$$

-0.5

$$\beta_{AE} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0021}{0.0026} = \boxed{-0.41547}$$

NUDO D

$$\begin{aligned}\Sigma k &= 0.0006 + 0.0003 \\ \Sigma k &= 0.0009\end{aligned}$$

$$\beta_{DH} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0006}{0.0009} = \boxed{-0.32593}$$

-0.5

$$\beta_{DC} = - \frac{1}{2} * \frac{0.0003}{0.0009} = \boxed{-0.17407}$$

Anexo D. Cálculo de factores de corrimiento

FÓRMULA DE FACTOR DE CORRIMIENTO

$$Y = - \frac{3}{2} * \frac{K}{\Sigma k}$$

P. BAJA Y P. ALTA 1

$$\Sigma k = 0.0060$$

$$Y = -0.375$$

$$Y = -0.375$$

$$Y = -0.375$$

$$Y = -0.375$$

P. ALTA 2 Y P. ALTA 3

$$\Sigma k = 0.0024$$

$$Y = -0.375$$

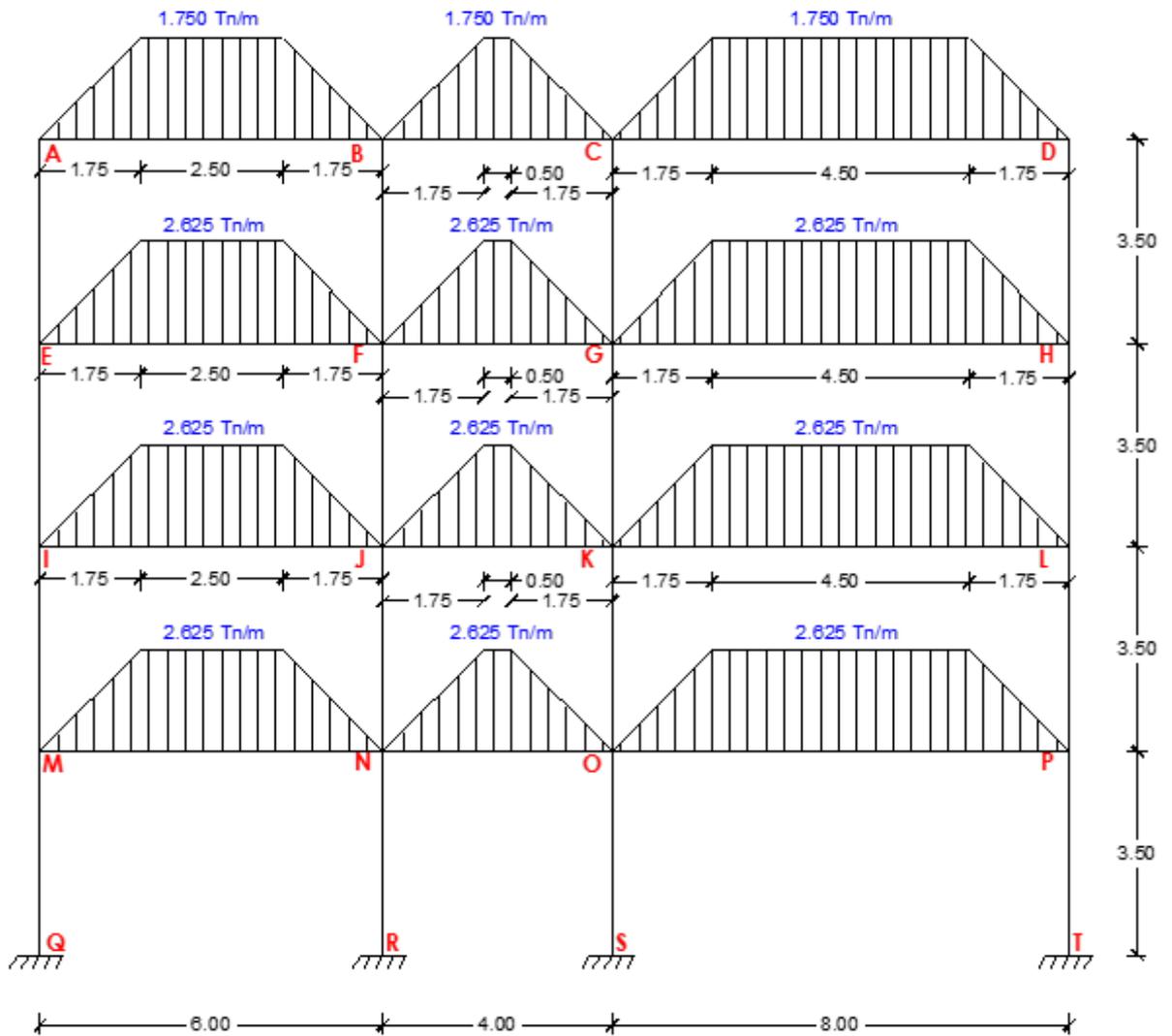
$$Y = -0.375$$

$$Y = -0.375$$

$$Y = -0.375$$

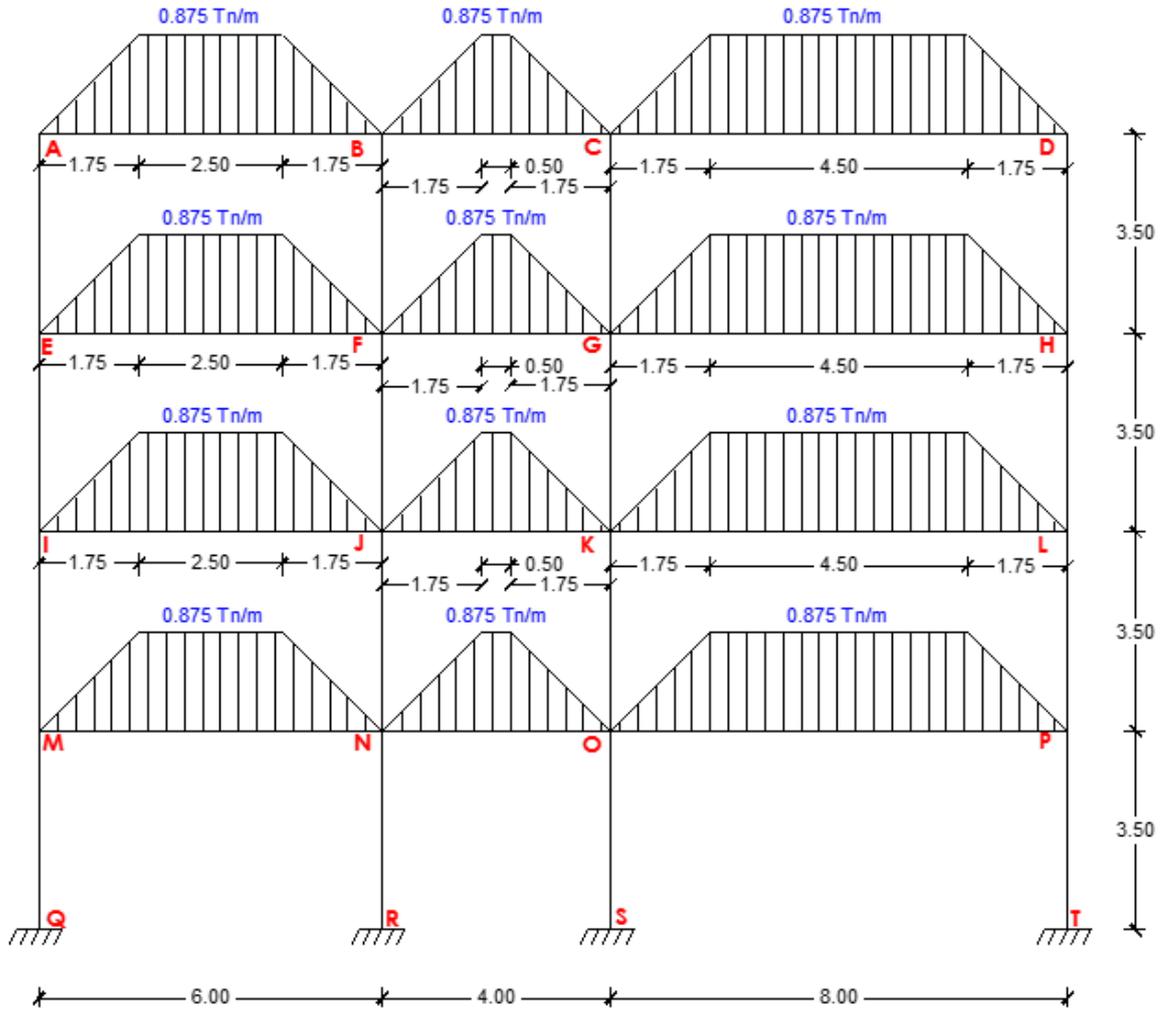
Anexo E. Distribución de carga muerta

CARGA MUERTA



Anexo F. Distribución de carga viva

CARGA VIVA

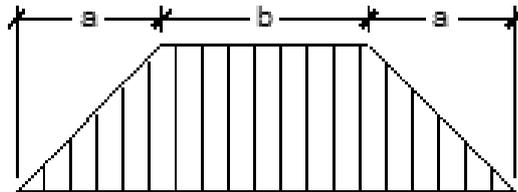


Anexo G. Cálculo de momentos de empotramiento

FÓRMULA DE MOMENTO DE EMPOTRAMIENTO

PARA CARGAS TRAPEZOIDALES

$$M_{emp} = \frac{q \cdot L}{96} (L + b) (5 - b^2/L^2)$$



MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO PARA CARGA MUERTA

Memp - Viga 1 = **4.49 Tn/m**

Memp - Viga 2 = **1.64 Tn/m**

Memp - Viga 3 = **8.538 Tn/m**

Memp - Viga 8 -15 -22 = **6.73 Tn/m**

Memp - Viga 9 -16 -23 = **2.45 Tn/m**

Memp - Viga 10 -17 -24 = **12.81 Tn/m**

MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO PARA CARGA VIVA

Memp - Viga 1-8-15-22 = **2.24 Tn/m**

Memp - Viga 2-9-16-23 = **0.82 Tn/m**

Memp - Viga 3-10-17-24 = **4.27 Tn/m**

Anexo I. Momentos finales para carga muerta

NUDO M												
MQM =	0	+	2	*	0	+	0.9829	+	0.3286	=	1.311	0.00
MMQ =	0	+	2	*	0.9829	+	0	+	0.3286	=	2.294	
MMI =	0	+	2	*	0.9829	+	1.0745	+	0.7493	=	3.789	
MMN =	-6.73	+	2	*	0.5944	+	-0.5374			=	-6.079	

NUDO N												
MRN =	0	+	2	*	0	+	-0.8886	+	0.3286	=	-0.560	0.00
MNR =	0	+	2	*	-0.8886	+	0	+	0.3286	=	-1.449	
MNM =	6.731	+	2	*	-0.5374	+	0.5944			=	6.250	
MNO =	-2.453	+	2	*	-0.8061	+	1.3001			=	-2.765	
MNJ =	0	+	2	*	-0.8886	+	-1.0044	+	0.7493	=	-2.032	

NUDO O												
MSO =	0	+	2	*	0	+	1.4331	+	0.3286	=	1.762	0.00
MOS =	0	+	2	*	1.4331	+	0	+	0.3286	=	3.195	
MON =	2.45	+	2	*	1.3001	+	-0.8061			=	4.247	
MOP =	-12.81	+	2	*	0.6501	+	-1.0903			=	-12.60	
MOK =	0	+	2	*	1.4331	+	1.5430	+	0.7493	=	5.159	

NUDO P												
MTP =	0	+	2	*	0	+	-2.4037	+	0.3286	=	-2.075	0.00
MPT =	0	+	2	*	-2.4037	+	0	+	0.3286	=	-4.479	
MPL =	0	+	2	*	-2.4037	+	-2.7348	+	0.7493	=	-6.793	
MPO =	12.81	+	2	*	-1.0903	+	0.6501			=	11.276	

NUDO I												
MIM =	0	+	2	*	1.0745	+	0.9829	+	0.7493	=	3.881	0.00
MIE =	0	+	2	*	0.4401	+	0.8128	+	0.4664	=	2.159	
MIJ =	-6.73	+	2	*	0.6499	+	-0.6075			=	-6.038	

NUDO J												
MJN =	0	+	2	*	-1.0044	+	-0.8886	+	0.7493	=	-2.148	0.00
MJF =	0	+	2	*	-0.4114	+	-0.7824	+	0.4664	=	-1.139	
MJI =	6.73	+	2	*	-0.6075	+	0.6499			=	6.165	
MJK =	-2.45	+	2	*	-0.9119	+	1.3998			=	-2.877	

NUDO K												
MKO =	0	+	2	*	1.5430	+	1.4331	+	0.7493	=	5.268	0.00
MKG =	0	+	2	*	0.6320	+	1.3101	+	0.4664	=	3.041	
MKJ =	2.45	+	2	*	1.3998	+	-0.9119			=	4.341	
MKL =	-12.81	+	2	*	0.6999	+	-1.2405			=	-12.65	

NUDO L												
MLP =	0	+	2	*	-2.7348	+	-2.4037	+	0.7493	=	-7.124	0.00
MLH =	0	+	2	*	-1.1202	+	-2.1247	+	0.4664	=	-3.899	
MLK =	12.81	+	2	*	-1.2405	+	0.6999			=	11.026	

NUDO E												
MEI =	0	+	2	*	0.8128	+	0.4401	+	0.4664	=	2.532	0.00
MEA =	0	+	2	*	0.8128	+	1.5983	+	0.3746	=	3.599	
MEF =	-6.73	+	2	*	0.5788	+	-0.5571			=	-6.130	

NUDO F												
MFJ =	0	+	2	*	-0.7824	+	-0.4114	+	0.4664	=	-1.510	0.00
MFB =	0	+	2	*	-0.7824	+	-0.7694	+	0.3746	=	-1.960	
MFE =	6.73	+	2	*	-0.5571	+	0.5788			=	6.195	
MFG =	-2.45	+	2	*	-0.8357	+	1.3994			=	-2.725	

NUDO G												
MGK =	0	+	2	*	1.3101	+	0.6320	+	0.4664	=	3.719	0.00
MGC =	0	+	2	*	1.3101	+	1.4126	+	0.3746	=	4.408	
MGF =	2.45	+	2	*	1.3994	+	-0.8357			=	4.416	
MGH =	-12.81	+	2	*	0.6997	+	-1.1347			=	-12.54	

NUDO H												
MHL =	0	+	2	*	-2.1247	+	-1.1202	+	0.4664	=	-4.903	0.00
MHD =	0	+	2	*	-2.1228	+	-2.4584	+	0.3746	=	-6.329	
MHG =	12.81	+	2	*	-1.1347	+	0.6997			=	11.237	

NUDO A												
MAE =	0	+	2	*	1.5983	+	0.8128	+	0.3746	=	4.384	0.00
MAB =	-4.49	+	2	*	0.3252	+	-0.5479			=	-4.385	

NUDO B												
MBF =	0	+	2	*	-0.7694	+	-0.7824	+	0.3746	=	-1.947	0.00
MBA =	4.49	+	2	*	-0.5479	+	0.3252			=	3.716	
MBC =	-1.64	+	2	*	-0.8218	+	1.5089			=	-1.770	

NUDO C												
MCG =	0	+	2	*	1.4126	+	1.3101	+	0.3746	=	4.510	0.00
MCB =	1.64	+	2	*	1.5089	+	-0.8218			=	3.831	
MCD =	-8.54	+	2	*	0.7544	+	-1.3129			=	-8.342	

NUDO D												
MDH =	0	+	2	*	-2.4584	+	-2.1228	+	0.3746	=	-6.665	0.00
MDC =	8.54	+	2	*	-1.3129	+	0.7544			=	6.666	

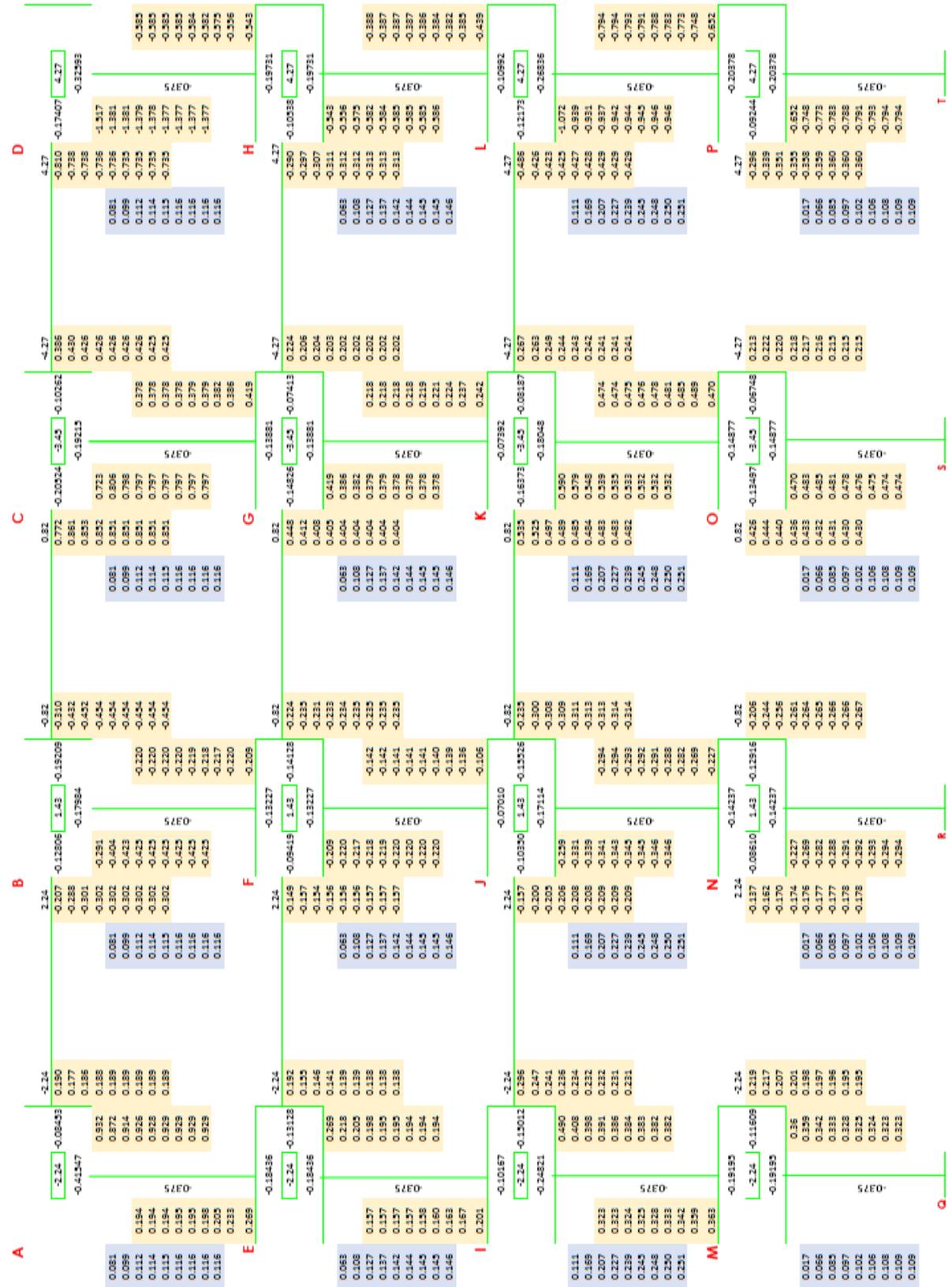
Anexo J. Momentos y cortantes en columnas para carga muerta

COLUMNA	Mfi (Pie)	MFj (Cabeza)	H	$V = \frac{MFi + MFj}{H}$
QM	1.311	2.294	3.5	1.03
RN	-0.560	-1.449	3.5	-0.57
SO	1.762	3.195	3.5	1.42
TP	-2.075	-4.479	3.5	-1.87
MI	3.789	3.881	3.5	2.19
NJ	-2.032	-2.148	3.5	-1.19
OK	5.159	5.268	3.5	2.98
PL	-6.793	-7.124	3.5	-3.98
IE	2.159	2.532	3.5	1.34
JF	-1.139	-1.510	3.5	-0.76
KG	3.041	3.719	3.5	1.93
LH	-3.899	-4.903	3.5	-2.51
EA	3.599	4.384	3.5	2.28
FB	-1.960	-1.947	3.5	-1.12
GC	4.408	4.510	3.5	2.55
HD	-6.329	-6.665	3.5	-3.71

Anexo K. Momentos y cortantes en vigas para carga muerta

VIGA	Mfi	MFj	W	L	Rh	Ri	Rj	$Ri = \bar{R}_i \pm Rh$	$Rj = \bar{R}_j \pm Rh$	$X_0 = \frac{R_j}{\omega}$	$M_{max} = \frac{R_j^2}{2\omega} - MF_j$	$\bar{X}_i = \sqrt{\frac{2M_{max}}{\omega}}$	X=NO+Xi	X=NO-Xi
MN	-6.079	6.250	2.625	6	0.03	7.88	7.88	7.85	7.90	3.01	5.65	2.07	5.09	0.94
NO	-2.765	4.247	2.625	4	0.37	5.25	5.25	4.88	5.62	2.14	1.77	1.16	3.30	0.98
OP	-12.597	11.276	2.625	8	-0.17	10.50	10.50	10.67	10.33	3.94	9.07	2.63	6.57	1.31
U	-6.038	6.165	2.625	6	0.02	7.88	7.88	7.85	7.90	3.01	5.71	2.09	5.09	0.92
JK	-2.877	4.341	2.625	4	0.37	5.25	5.25	4.88	5.62	2.14	1.67	1.13	3.27	1.01
KL	-12.647	11.026	2.625	8	-0.20	10.50	10.50	10.70	10.30	3.92	9.17	2.64	6.57	1.28
EF	-6.130	6.195	2.625	6	0.01	7.88	7.88	7.86	7.89	3.00	5.65	2.07	5.08	0.93
FG	-2.725	4.416	2.625	4	0.42	5.25	5.25	4.83	5.67	2.16	1.71	1.14	3.30	1.02
GH	-12.542	11.237	2.625	8	-0.16	10.50	10.50	10.66	10.34	3.94	9.12	2.64	6.57	1.30
AB	-4.385	3.716	1.75	6	-0.11	5.25	5.25	5.36	5.14	2.94	3.83	2.09	5.03	0.84
2BC	-1.770	3.881	1.75	4	0.52	3.50	3.50	2.98	4.02	2.29	0.78	0.94	3.24	1.35
CD	-8.342	6.666	1.75	8	-0.21	7.00	7.00	7.21	6.79	3.88	6.51	2.73	6.61	1.15

Anexo L. Iteraciones para carga viva



Anexo M. Momentos finales para carga viva

NUDO M												
MQM =	0	+	2	*	0	+	0.323	+	0.109	=	0.432	0.00
MMQ =	0	+	2	*	0.323	+	0	+	0.109	=	0.754	
MMI =	0	+	2	*	0.323	+	0.382	+	0.251	=	1.278	
MMN =	-2.24	+	2	*	0.195	+	-0.178			=	-2.031	

NUDO N												
MRN =	0	+	2	*	0	+	-0.294	+	0.109	=	-0.185	0.00
MNR =	0	+	2	*	-0.294	+	0	+	0.109	=	-0.479	
MNM =	2.24	+	2	*	-0.178	+	0.195			=	2.083	
MNO =	-0.82	+	2	*	-0.267	+	0.430			=	-0.921	
MNJ =	0	+	2	*	-0.294	+	-0.346	+	0.251	=	-0.683	

NUDO O												
MSO =	0	+	2	*	0	+	0.474	+	0.109	=	0.583	0.00
MOS =	0	+	2	*	0.474	+	0	+	0.109	=	1.058	
MON =	0.82	+	2	*	0.430	+	-0.267			=	1.411	
MOP =	-4.27	+	2	*	0.215	+	-0.360			=	-4.199	
MOK =	0	+	2	*	0.474	+	0.532	+	0.251	=	1.731	

NUDO P												
MTP =	0	+	2	*	0	+	-0.794	+	0.109	=	-0.685	0.00
MPT =	0	+	2	*	-0.794	+	0	+	0.109	=	-1.479	
MPL =	0	+	2	*	-0.794	+	-0.946	+	0.251	=	-2.283	
MPO =	4.27	+	2	*	-0.360	+	0.215			=	3.764	

NUDO I												
MIM =	0	+	2	*	0.382	+	0.323	+	0.251	=	1.338	0.00
MIE =	0	+	2	*	0.157	+	0.194	+	0.146	=	0.653	
MIJ =	-2.24	+	2	*	0.231	+	-0.209			=	-1.990	

NUDO J												
MJN =	0	+	2	*	-0.346	+	-0.294	+	0.251	=	-0.735	0.00
MJF =	0	+	2	*	-0.142	+	-0.220	+	0.146	=	-0.358	
MJI =	2.24	+	2	*	-0.209	+	0.231			=	2.056	
MJK =	-0.82	+	2	*	-0.314	+	0.482			=	-0.963	

NUDO K												
MKO =	0	+	2	*	0.532	+	0.474	+	0.251	=	1.789	0.00
MKG =	0	+	2	*	0.218	+	0.378	+	0.146	=	0.959	
MKJ =	0.82	+	2	*	0.482	+	-0.314			=	1.468	
MKL =	-4.27	+	2	*	0.241	+	-0.429			=	-4.216	

NUDO L												
MLP =	0	+	2	*	-0.946	+	-0.794	+	0.251	=	-2.436	0.00
MLH =	0	+	2	*	-0.388	+	-0.586	+	0.146	=	-1.215	
MLK =	4.27	+	2	*	-0.429	+	0.241			=	3.652	

NUDO E												
MEI =	0	+	2	*	0.194	+	0.157	+	0.146	=	0.691	0.00
MEA =	0	+	2	*	0.194	+	0.929	+	0.116	=	1.433	
MEF =	-2.24	+	2	*	0.138	+	-0.157			=	-2.124	

NUDO F												
MFJ =	0	+	2	*	-0.220	+	-0.142	+	0.146	=	-0.436	0.00
MFB =	0	+	2	*	-0.220	+	-0.425	+	0.116	=	-0.749	
MFE =	2.24	+	2	*	-0.157	+	0.138			=	2.069	
MFG =	-0.82	+	2	*	-0.235	+	0.404			=	-0.884	

NUDO G												
MGK =	0	+	2	*	0.378	+	0.218	+	0.146	=	1.119	0.00
MGC =	0	+	2	*	0.378	+	0.797	+	0.116	=	1.669	
MGF =	0.82	+	2	*	0.404	+	-0.235			=	1.390	
MGH =	-4.27	+	2	*	0.202	+	-0.313			=	-4.178	

NUDO H												
MHL =	0	+	2	*	-0.586	+	-0.388	+	0.146	=	-1.413	0.00
MHD =	0	+	2	*	-0.585	+	-1.377	+	0.116	=	-2.431	
MHG =	4.27	+	2	*	-0.313	+	0.202			=	3.845	

NUDO A												
MAE =	0	+	2	*	0.929	+	0.194	+	0.116	=	2.168	0.00
MAB =	-2.24	+	2	*	0.189	+	-0.302			=	-2.168	

NUDO B												
MBF =	0	+	2	*	-0.425	+	-0.220	+	0.116	=	-0.953	0.00
MBA =	2.24	+	2	*	-0.302	+	0.189			=	1.828	
MBC =	-0.82	+	2	*	-0.454	+	0.851			=	-0.874	

NUDO C												
MCG =	0	+	2	*	0.797	+	0.378	+	0.116	=	2.087	0.00
MCB =	0.82	+	2	*	0.851	+	-0.454			=	2.066	
MCD =	-4.27	+	2	*	0.425	+	-0.735			=	-4.153	

NUDO D												
MDH =	0	+	2	*	-1.377	+	-0.585	+	0.116	=	-3.223	0.00
MDC =	4.27	+	2	*	-0.735	+	0.425			=	3.224	

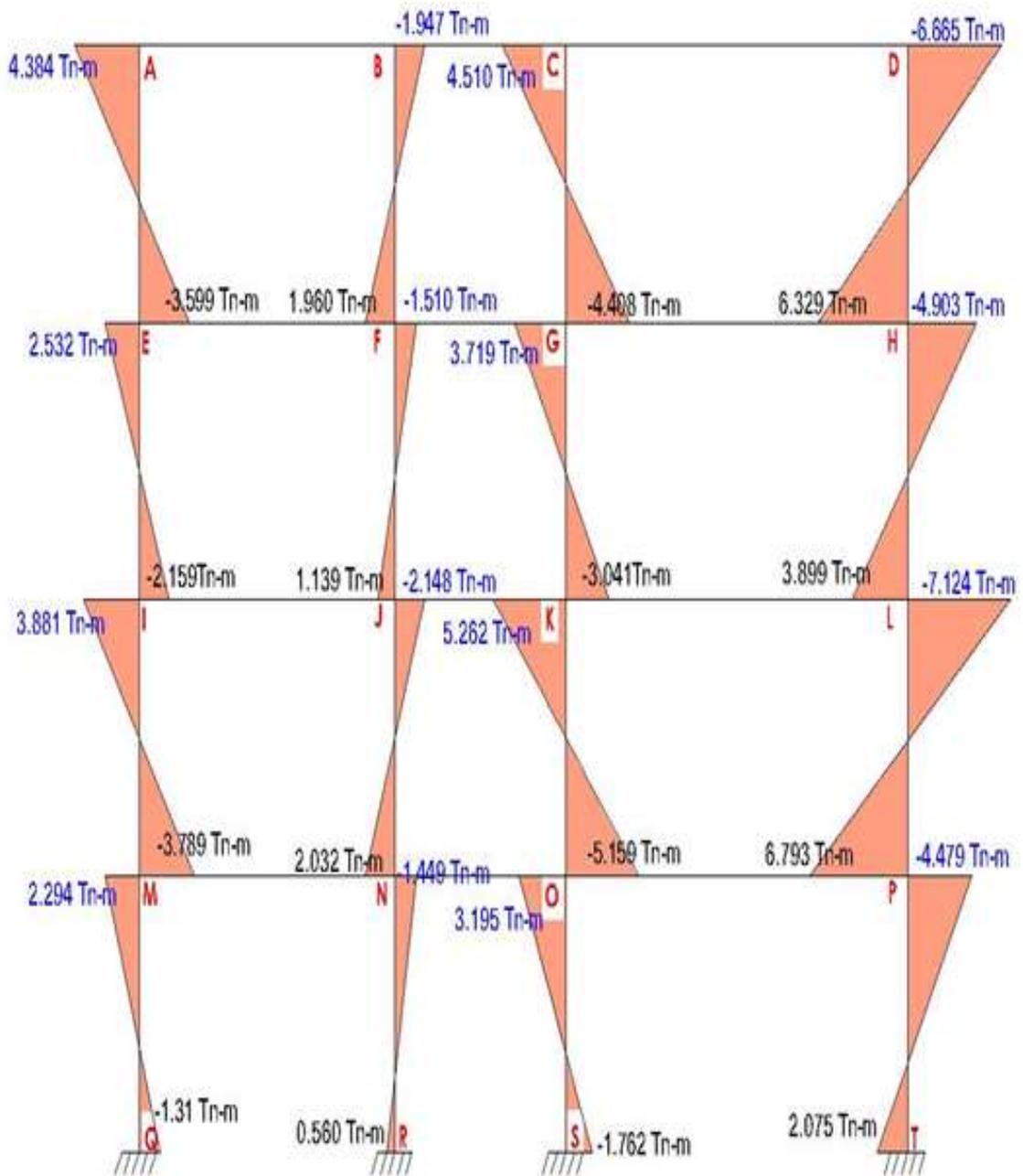
Anexo N. Momentos y cortantes en columnas para carga viva

COLUMNA	Mfi (Pie)	MFj (Cabeza)	H	$V = \frac{MFi + MFj}{H}$
QM	0.432	0.754	3.5	0.34
RN	-0.185	-0.479	3.5	-0.19
SO	0.583	1.058	3.5	0.47
TP	-0.685	-1.479	3.5	-0.62
MI	1.278	1.338	3.5	0.75
NJ	-0.683	-0.735	3.5	-0.40
OK	1.731	1.789	3.5	1.01
PL	-2.283	-2.436	3.5	-1.35
IE	0.653	0.691	3.5	0.38
JF	-0.358	-0.436	3.5	-0.23
KG	0.959	1.119	3.5	0.59
LH	-1.215	-1.413	3.5	-0.75
EA	1.433	2.168	3.5	1.03
FB	-0.749	-0.953	3.5	-0.49
GC	1.669	2.087	3.5	1.07
HD	-2.431	-3.223	3.5	-1.62

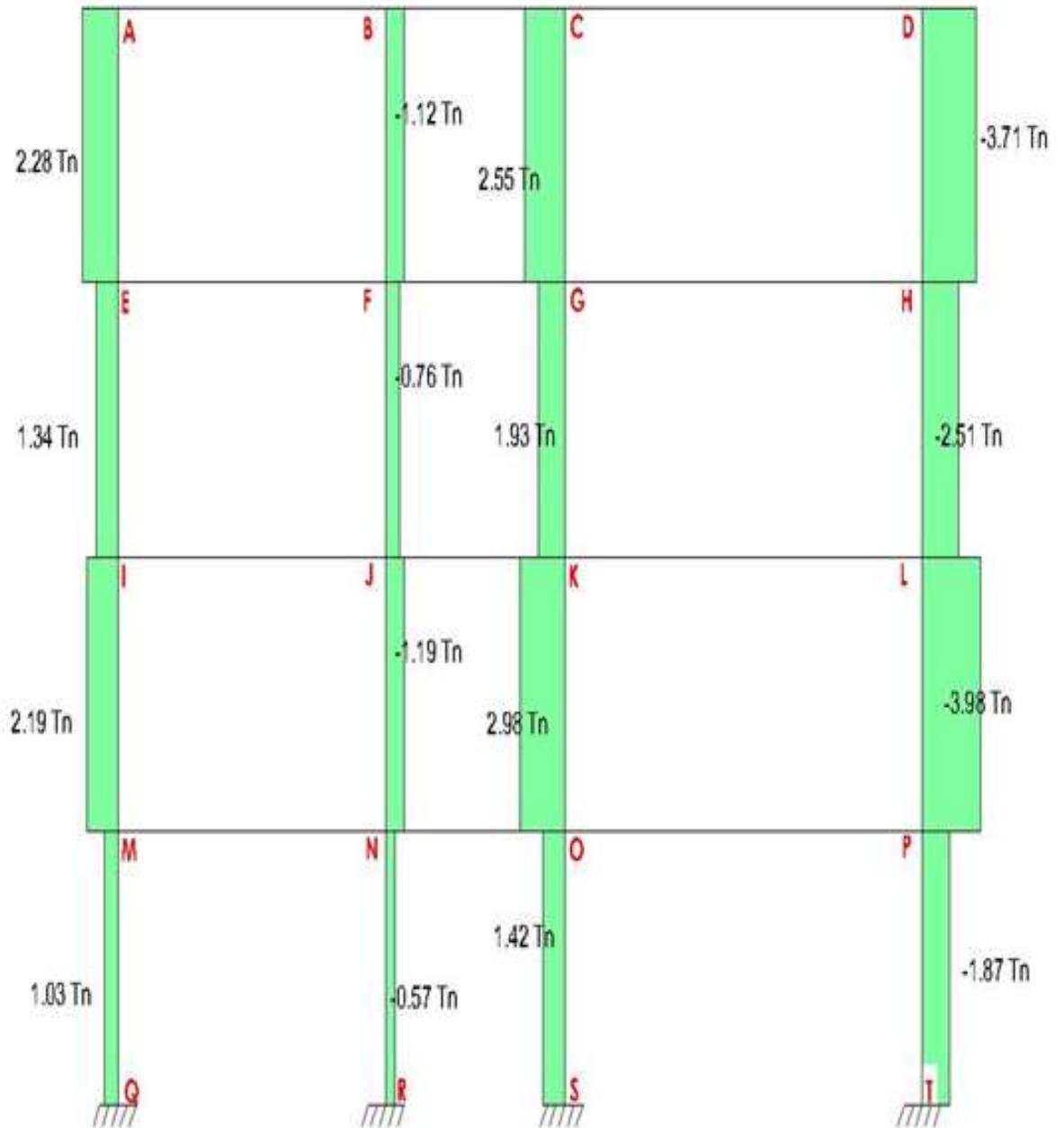
Anexo O. Momentos y cortantes en vigas para carga viva

VIGA	Mfi	MFj	W	L	Rh	Ri	Rj	$Ri = \bar{R}_i \pm Rh$	$Rj = \bar{R}_j \pm Rh$	$X_0 = \frac{R_j}{\omega}$	$M_{max} = \frac{R_j^2}{2\omega} - MF_j$	$\bar{X}_i = \frac{\sqrt{2M_{max}}}{\omega}$	$X=NO+Xi$	$X=NO+Xi$
MM	-2.031	2.083	0.875	6	0.01	2.63	2.63	2.62	2.63	3.01	1.88	2.07	5.08	0.94
NO	-0.921	1.411	0.875	4	0.12	1.75	1.75	1.68	1.87	2.14	0.59	1.16	3.30	0.98
OP	-4.199	3.764	0.875	8	-0.05	3.50	3.50	3.55	3.45	3.94	3.02	2.63	6.57	1.31
U	-1.990	2.056	0.875	6	0.01	2.63	2.63	2.61	2.64	3.01	1.91	2.09	5.10	0.92
K	-0.963	1.468	0.875	4	0.13	1.75	1.75	1.62	1.88	2.14	0.54	1.11	3.26	1.03
KL	-4.216	3.652	0.875	8	-0.07	3.50	3.50	3.57	3.43	3.92	3.07	2.65	6.57	1.27
E	-2.124	2.069	0.875	6	-0.01	2.63	2.63	2.63	2.62	2.99	1.84	2.05	5.04	0.94
FG	-0.884	1.390	0.875	4	0.13	1.75	1.75	1.62	1.88	2.14	0.62	1.19	3.34	0.95
GH	-4.178	3.845	0.875	8	-0.04	3.50	3.50	3.54	3.46	3.95	2.99	2.61	6.57	1.34
AB	-2.168	1.828	0.875	6	-0.06	2.63	2.63	2.68	2.57	2.94	1.94	2.11	5.04	0.83
BC	-0.874	2.066	0.875	4	0.30	1.75	1.75	1.46	2.05	2.34	0.33	0.87	3.21	1.47
CD	-4.153	3.224	0.875	8	-0.12	3.50	3.50	3.62	3.38	3.87	3.32	2.75	6.62	1.11

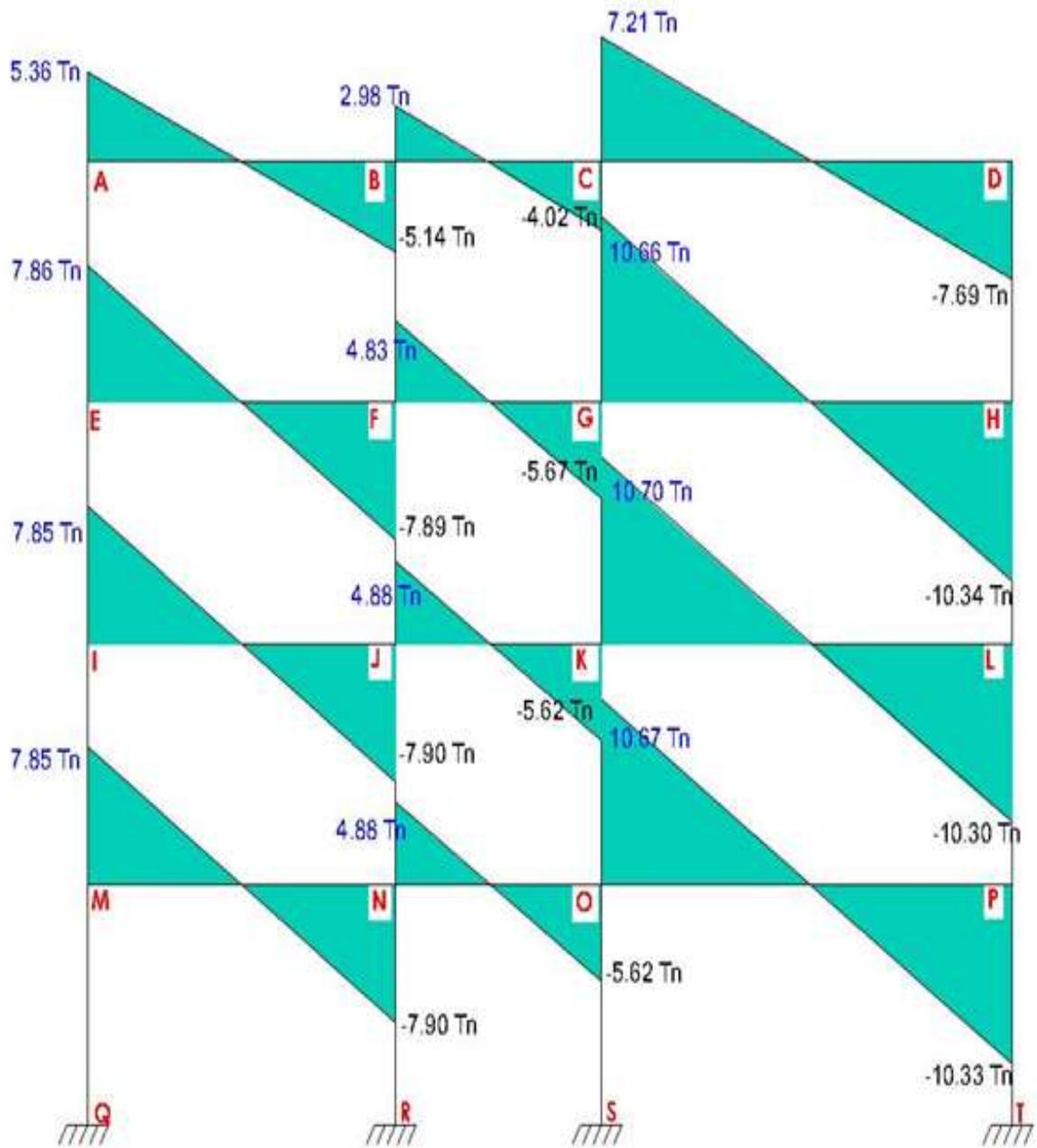
Anexo P. Diagrama de momento en columnas para carga muerta



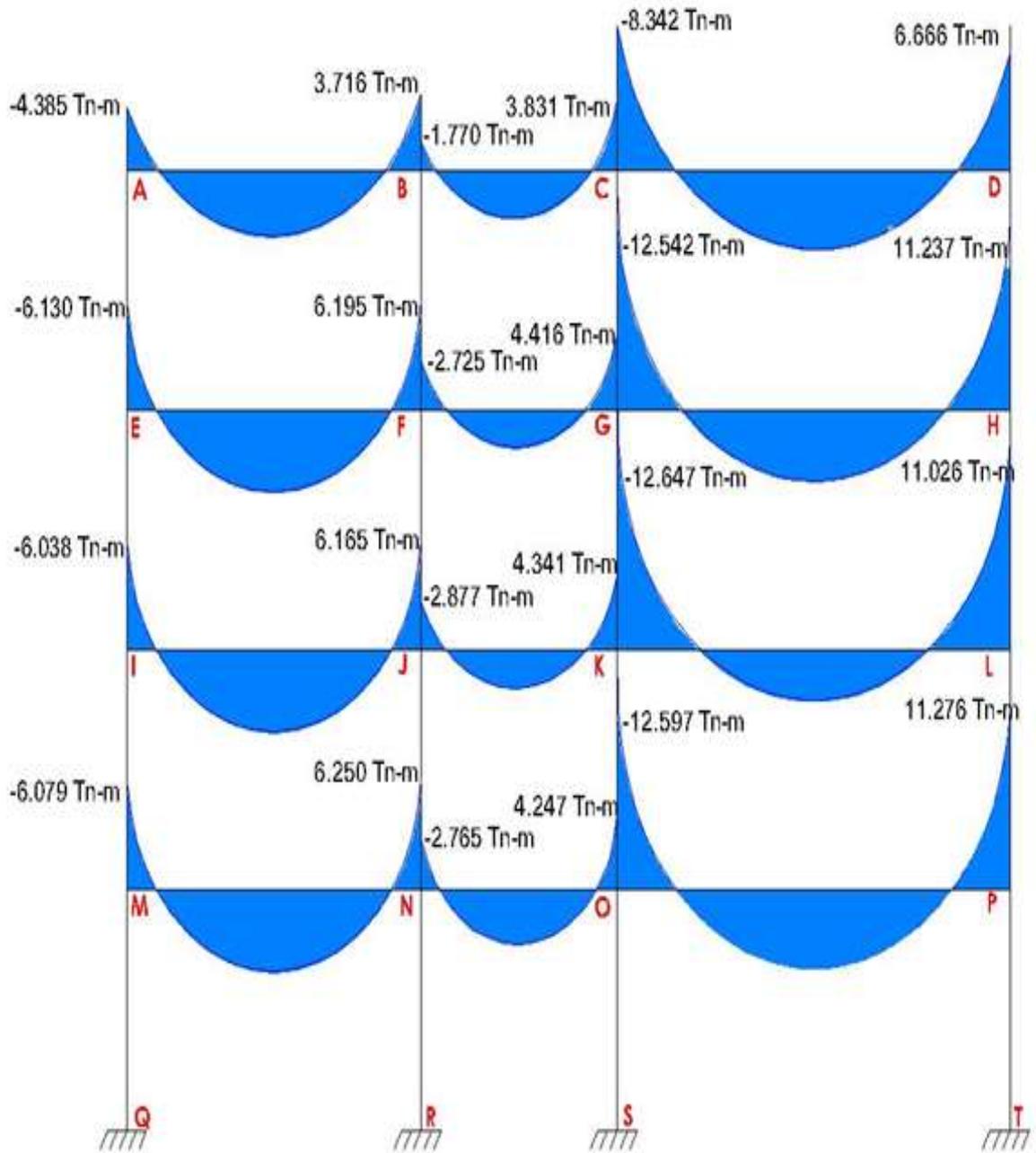
Anexo Q. Diagrama de cortante en columnas para carga muerta



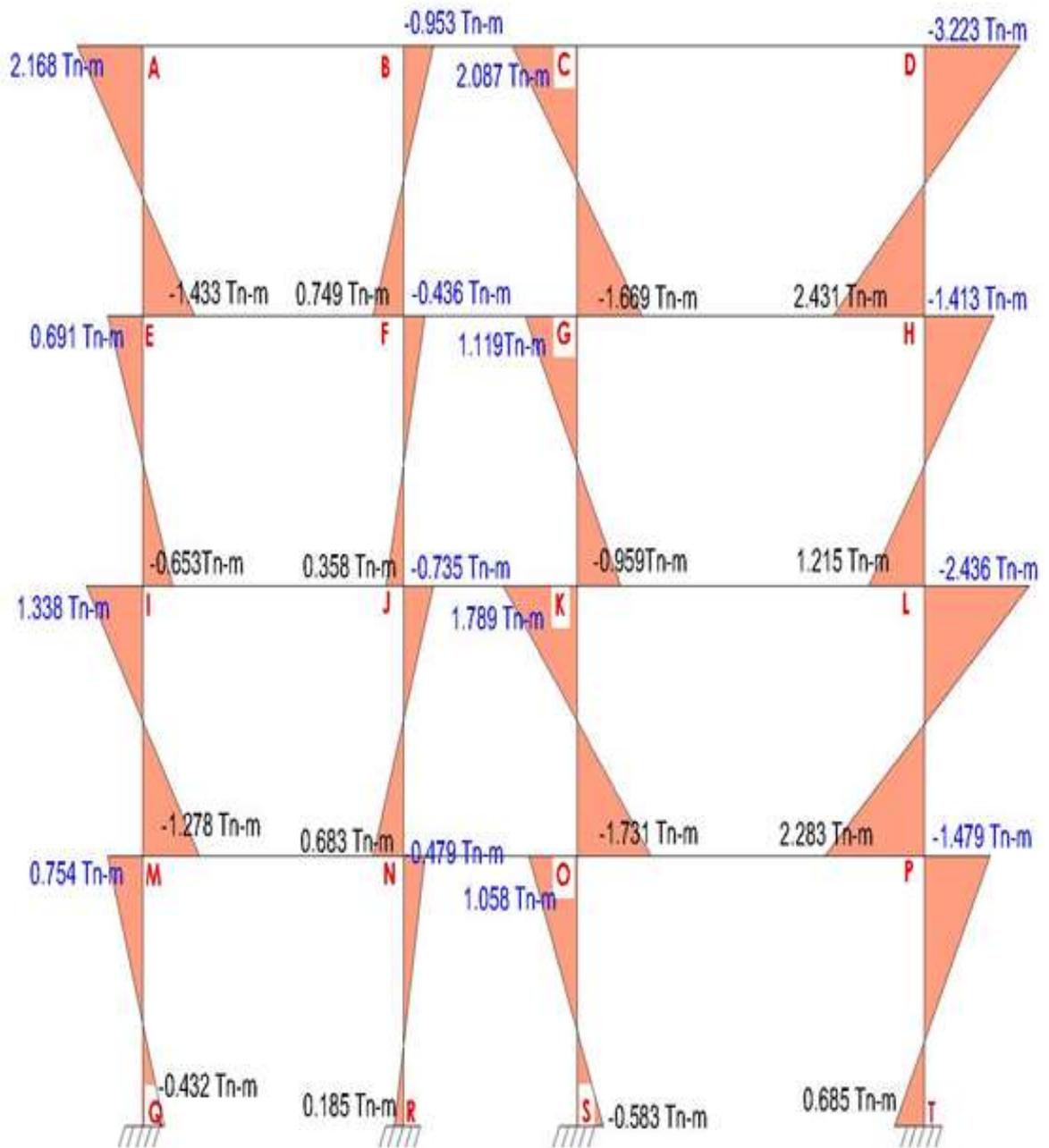
Anexo R. Diagrama de cortante en vigas para carga muerta



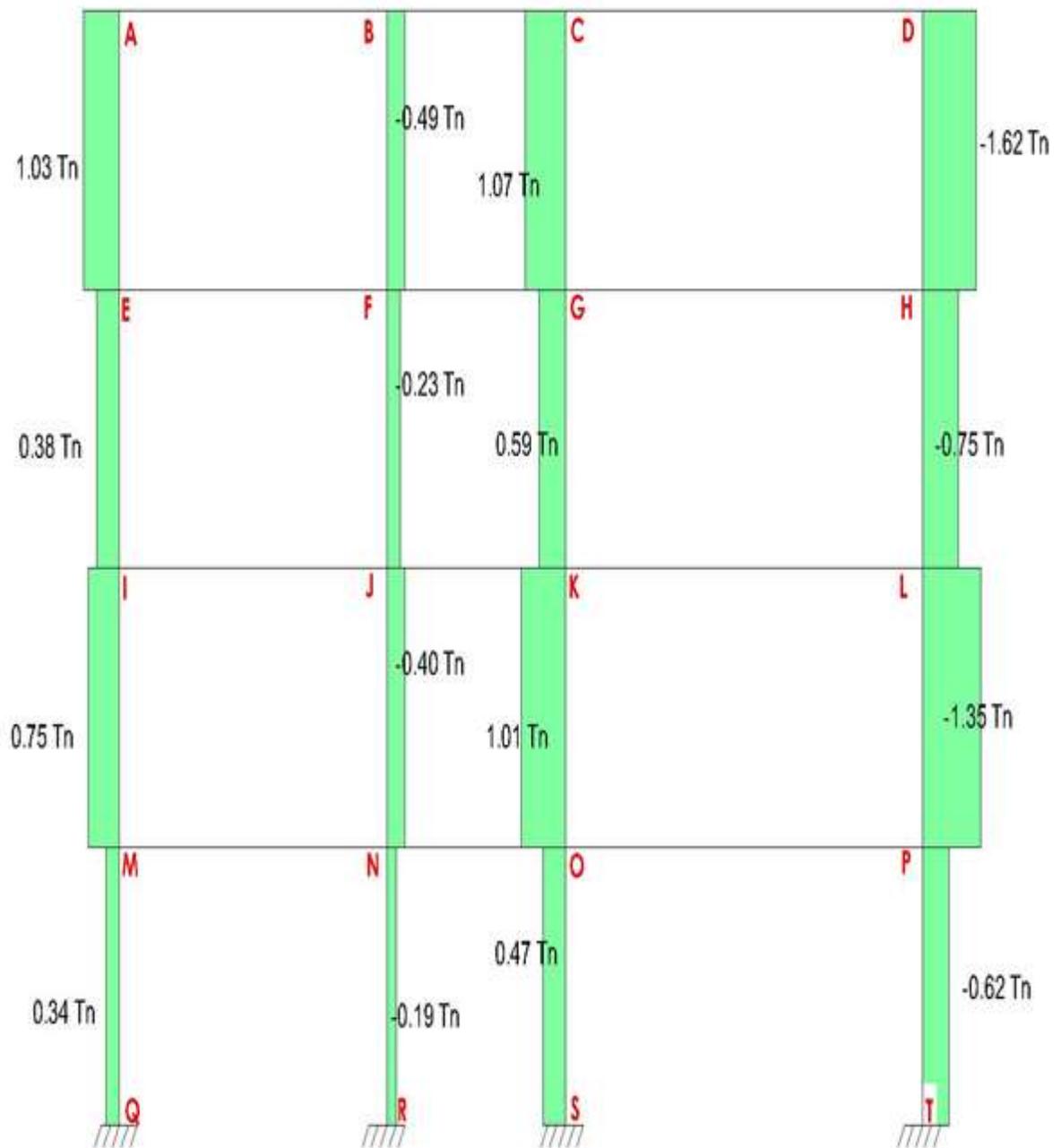
Anexo S. Diagrama de momento en vigas para carga muerta



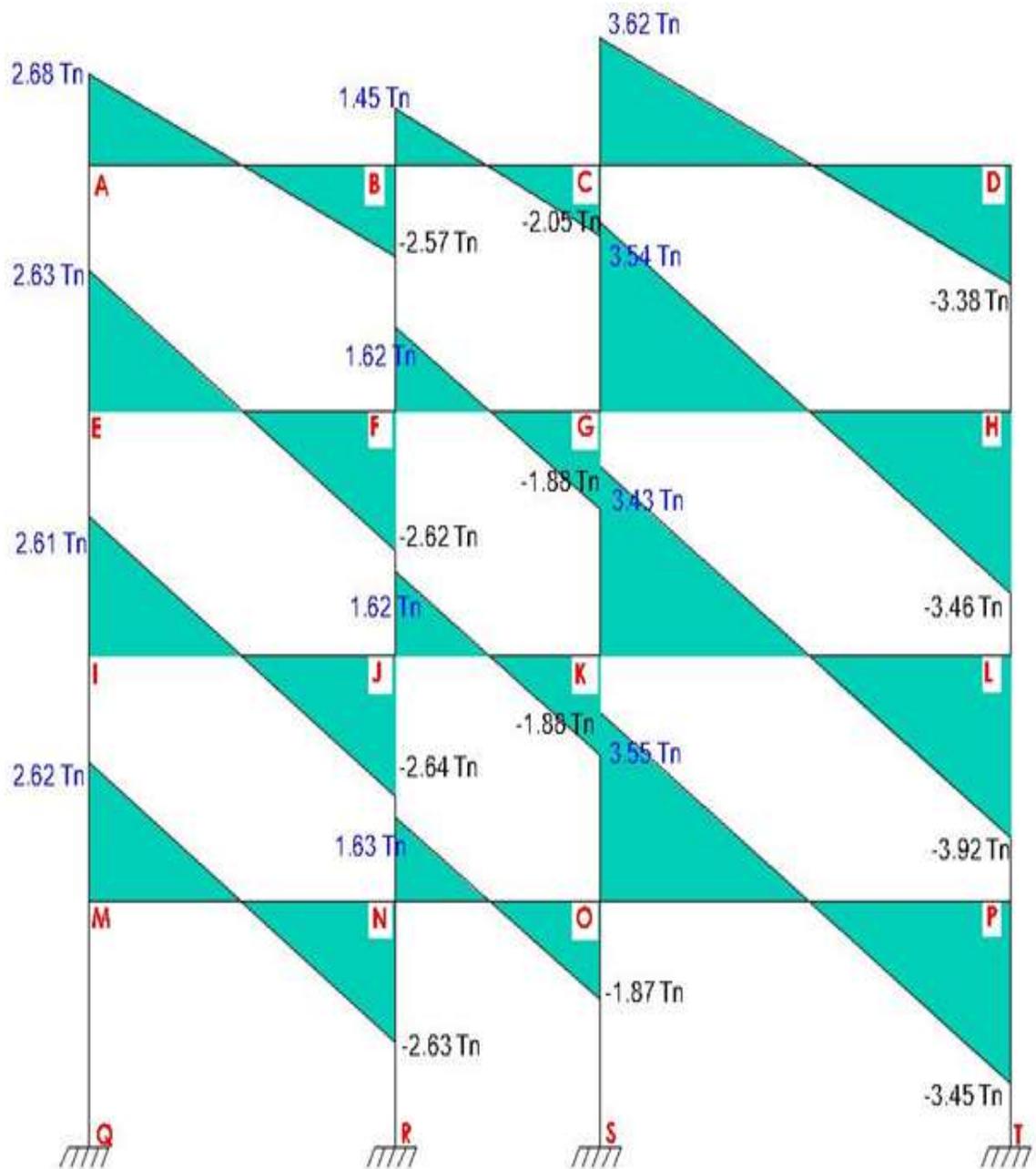
Anexo T. Diagrama de momento en columnas para carga viva



Anexo U. Diagrama de cortante en columnas para carga viva



Anexo V. Diagrama de cortante en vigas para carga viva



Anexo W. Diagrama de momento en vigas para carga viva

