



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN PÓRTICO DE CINCO PISOS  
MEDIANTE EL MÉTODO DE KANI, DOCUMENTANDO SU ANÁLISIS  
EN LA PLATAFORMA YOUTUBE.

SALINAS RUIZ CRISTHOFER AGUSTIN  
INGENIERO CIVIL

MACHALA  
2020



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN PÓRTICO DE CINCO PISOS  
MEDIANTE EL MÉTODO DE KANI, DOCUMENTANDO SU  
ANÁLISIS EN LA PLATAFORMA YOUTUBE.

SALINAS RUIZ CRISTHOFER AGUSTIN  
INGENIERO CIVIL

MACHALA  
2020



# UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN PÓRTICO DE CINCO PISOS MEDIANTE EL MÉTODO DE KANI, DOCUMENTANDO SU ANÁLISIS EN LA PLATAFORMA YOUTUBE.

SALINAS RUIZ CRISTHOFER AGUSTIN  
INGENIERO CIVIL

PANTOJA AGUACONDO DAVID ELOY

MACHALA, 21 DE FEBRERO DE 2020

MACHALA  
21 de febrero de 2020

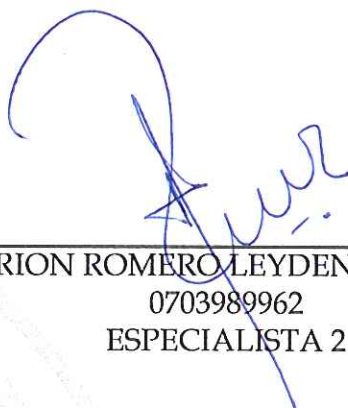
### Nota de aceptación:

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado Análisis estructural de un pórtico de cinco pisos mediante el método de Kani, documentando su análisis en la plataforma YouTube., 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.



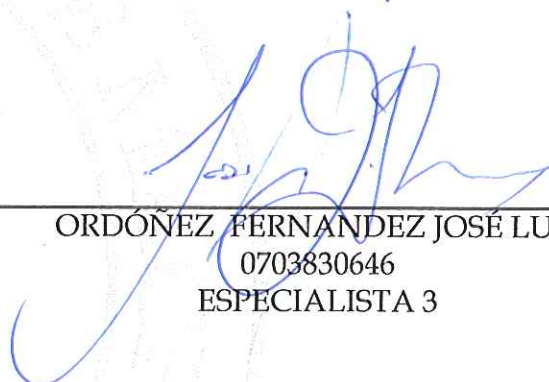
---

PANTOJA AGUACONDO DAVID ELOY  
0702321191  
TUTOR - ESPECIALISTA 1



---

CARRION ROMERO LEYDEN OSWALDO  
0703989962  
ESPECIALISTA 2



---

ORDÓÑEZ FERNANDEZ JOSÉ LUIS  
0703830646  
ESPECIALISTA 3

Fecha de impresión: miércoles 19 de febrero de 2020 - 11:25

# ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN PÓRTICO DE CINCO PISOS MEDIANTE EL MÉTODO DE KANI, DOCUMENTANDO SU ANÁLISIS EN LA PLATAFORMA YOUTUBE.

*por* Cristhofer Salinas

---

**Fecha de entrega:** 11-feb-2020 03:28p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1255669204

**Nombre del archivo:** Cristhofer\_salinas\_turniting.docx (23.57K)

**Total de palabras:** 4055

**Total de caracteres:** 21045

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

El que suscribe, SALINAS RUIZ CRISTHOFER AGUSTIN, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Análisis estructural de un pórtico de cinco pisos mediante el método de Kani, documentando su análisis en la plataforma YouTube., 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, 21 de febrero de 2020



SALINAS RUIZ CRISTHOFER AGUSTIN  
1105375768

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN PÓRTICO DE CINCO PISOS  
MEDIANTE EL MÉTODO DE KANI, DOCUMENTANDO SU  
ANÁLISIS EN LA PLATAFORMA YOUTUBE.**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR**

**CRISTHOFER AGUSTIN SALINAS RUIZ**

**TUTOR**

**ING. CIVIL DAVID PANTOJA**

**MACHALA - EL ORO - ECUADOR**

**2020**

# ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN PÓRTICO DE CINCO PISOS MEDIANTE EL MÉTODO DE KANI, DOCUMENTANDO SU ANÁLISIS EN LA PLATAFORMA YOUTUBE.

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

**8%**

INDICE DE SIMILITUD

**6%**

FUENTES DE  
INTERNET

**1%**

PUBLICACIONES

**5%**

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE



## RESUMEN

La finalidad del presente escrito, ha sido la documentación realizada en un video para una plataforma virtual, del análisis estructural de una estructura tipo pórtico de cinco pisos mediante la aplicación del método de kani teniendo en cuenta el desplazamiento de los nudos.

El método de kani, para el análisis estructural es de mucha ayuda y de gran precisión, no obstante, la información del método de kani para pórticos con nudos desplazables es limitada, ya que no existen muchos documentos con su explicación, por lo cual este trabajo se subirá a la plataforma virtual You Tube como aporte informativo sobre la manera en que se resuelve este tipo de estructuras y la forma correcta del procedimiento del método de kani para pórticos con nudos desplazables.

Con todos los datos requeridos de la estructura como, dimensiones de vigas y columnas, el material de las mismas y las cargas que intervienen en la estructura, se procede a la aplicación del método de kani tomando en cuenta el desplazamiento de los nudos, para esto se construirá una hoja de cálculo en Microsoft Excel que facilite la obtención de los momentos de sujeción a medida que aumentan las iteraciones, la obtención de los momentos finales y la cortante en cada elemento de la estructura calculada, a medida que se avanza con los pasos del método se registrarán en video con su debida y clara explicación del mismo, es importante fomentar la investigación y la difusión de este tipo de métodos de análisis estructural.

**Palabras clave:** Kani, Estructura, Pórtico, Diseño, Análisis Estructural, Inercia, Rigidez, Desplazamiento, Distribución, Momento.

## ABSTRACT

The purpose of this document has been the documentation made in a video for a virtual platform, of the structural analysis of a five-story gantry structure by applying the kani method taking into account the displacement of the knots.

The kani method, for structural analysis is very helpful and very precise, however, the information of the kani method for gantries with movable knots is limited, since there are not many documents with their explanation, so this work The You Tube virtual platform will be uploaded as an informative contribution on the way in which this type of structure is resolved and the correct way of the procedure of the kani method for gantries with movable knots.

With all the required data of the structure such as dimensions of beams and columns, their material and the loads involved in the structure, proceed to the application of the kani method taking into account the displacement of the nodes, for this purpose will build a spreadsheet in Microsoft Excel that facilitates the obtaining of the moments of subjection as the iterations increase, the obtaining of the final moments and the shear in each element of the calculated structure, a measure that is advanced with the steps of the method will be recorded on video with its proper and clear explanation of it, it is important to encourage research and dissemination of this type of structural analysis methods.

**Keywords:** Kani, Structure, Portico, Design, Structural Analysis, Inertia, Rigidity, Displacement, Distribution, Moment.

## ÍNDICE

<b>CUBIERTA</b>	
<b>PORTADA</b>	
<b>CARATULA</b>	
<b>PÁGINA DE ACEPTACIÓN</b>	
<b>REPORTE DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO</b>	
<b>CESIÓN DE DERECHOS DE AUTORÍA</b>	
<b>RESUMEN</b>	<b>3</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>8</b>
<b>1. OBJETIVO</b>	<b>9</b>
1.1. Objetivo General	9
1.2. Objetivos Específicos	9
<b>2. DESARROLLO</b>	<b>10</b>
2.1. Dimensionamiento de elementos estructurales	10
2.2. Pre dimensionamiento de elementos estructurales	10
2.2.1. Pre dimensionamiento de Viga	10
2.2.2. Pre dimensionamiento de columnas	11
2.2.3. Metrado de Carga	12
2.3. Método de Kani	12
2.3.1. Método de Kani sin desplazamiento	13
2.3.1.1. Nudo rígido	13
2.3.1.2. Idealización del elemento $i - k$	13
2.3.1.3. Procedimiento para el Método de kani con nudos rígidos	13
2.3.2. Método de kani con desplazamientos	17
2.3.2.1. Nudos Desplazables	17
2.3.2.2. Idealización del elemento $i - k$	17
2.3.2.3. Procedimiento para el Método de kani con nudos desplazables	18
2.4. Documentación del Método de Kani	20
2.4.1. Uso de las tecnologías de información y comunicación	20
2.4.2. Uso de Youtube Como medio de Información	21
2.4.3. Uso de software de Grabación y edición	21
2.4.4. Proceso de realización de los video-tutoriales	22
<b>3. CONCLUSIONES</b>	<b>23</b>
<b>4. RECOMENDACIONES</b>	<b>23</b>
<b>5. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>24</b>

<b>ANEXOS</b>	<b>26</b>
Anexo A: Vista en Planta del Edificio.	26
Anexo B: PÓRTICO EJE B, NUMERACIÓN DE ELEMENTOS.	27
Anexo C: ÁREA DE INFLUENCIA DEL PÓRTICO.	28
Anexo D: CARGA PARA EL PREDISEÑO DE COLUMNAS.	29
Anexo E: DISTRIBUCIÓN DE LAS SOBRECARGAS EN LAS VIGAS.	30
Anexo F: METRADO DE SOBRECARGAS, EN VIGAS (CARGA MUERTA)	31
Anexo G: METRADO DE SOBRECARGAS, EN VIGAS (CARGA VIVA)	32
Anexo H: DIMENSIONES DE ELEMENTOS	33
Anexo I: CÁLCULO DE LAS PROPIEDADES DE LOS ELEMENTOS (INERCIA Y RIGIDEZ)	34
Anexo J: FACTORES DE DISTRIBUCIÓN Y CORRIMIENTO.	35
Anexo K: MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO PERFECTO CARGA MUERTA Y VIVA.	36
Anexo L: ITERACIONES.	37
Anexo M: MOMENTOS FINALES CARGA MUERTA.	38
Anexo N: MOMENTOS FINALES CARGA VIVA.	38
Anexo O: DIAGRAMA DE MOMENTO FLECTOR CARGA MUERTA.	40
Anexo P: DIAGRAMA DE MOMENTO FLECTOR CARGA VIVA	41
Anexo Q: DIAGRAMA DE CORTANTE CARGA MUERTA.	42
Anexo R: DIAGRAMA DE CORTANTE CARGA VIVA.	43
Anexo S: INTERFAZ DEL PROGRAMA CAMTASIA.	44
Anexo T: INTERFAZ DE YOUTUBE PARA SUBIR EL VIDEO.	45
Anexo U: Link del Video.	46

## Índice de Gráficos.

<b>Figura 1 Viga con dos apoyos.....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 2 Viga Continua. ....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 3 Area Tributaria .....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 4 Elemento i-k .....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 5 Momento de Empotramiento Perfecto Carga Puntual.....</b>	<b>14</b>
<b>Figura 6 Momento de empotramiento Perfecto con Carga Distribuida Rectangular .....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 7 Momento de empotramiento Perfecto con Carga Distribuida Triangular .....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 8 Pórtico con Factores de distribución y Momentos de Empotramiento Perfecto</b>	<b>16</b>
<b>Figura 9 Elemento i-k con Desplazamiento.....</b>	<b>17</b>

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad en el Ecuador y en la ciudad de Machala, se ha experimentado un incremento demográfico significativo debido a los actuales problemas migratorios que se han suscitado en países vecinos, por esto las edificaciones de varios pisos en este caso cinco son una buena solución para reducir los problemas habitacionales, para la construcción de este tipo de estructuras se requiere un análisis estructural.

Siendo el análisis estructural la columna vertebral de la razón de ser del ingeniero civil, es necesario profundizar, incentivar y actualizar nuestros conocimientos en los diferentes métodos y técnicas modernas que se pueden aplicar para determinar las diferentes variables estructurales que se presentan en la ingeniería. [1]

Los métodos clásicos de análisis estructural desarrollado a fines del siglo XIX, tienen las cualidades de la generalidad, simplicidad lógica y elegancia matemática. Desgraciadamente, conducían a menudo a cálculos muy laboriosos cuando se los aplicaba en casos prácticos y en aquella época esto era un gran problema. Por esta razón sucesivas generaciones de ingenieros se dedicaron a tratar de reducir el conjunto de cálculos, muchas técnicas ingeniosas de gran valor práctico fueron apareciendo (Método de Integración, Método del área de momentos, Método del trabajo virtual, Método de Castigliano, Método de las deflexiones, Método de los tres momentos, Método de Kani, Método de Cross, Método de Takabeya, Método de Bowman, etc.) pero la mayoría de los mismos eran aplicables sólo a determinados tipos de estructuras, con resultados aproximados. [1]

El presente trabajo emplea el método de Kani (1930), método de análisis estructural que se basa en aproximaciones sucesivas y la distribución de momentos para mostrar el efecto de las rotaciones y desplazamientos en los nudos, eliminando los errores mediante iteraciones. Si bien el método tiene casi un siglo de vigencia y en la actualidad se utilizan métodos de análisis matricial, que se usan considerando que hay linealidad estructural, hacen uso del principio de superposición, el cual consiste en aplicar un efecto a la vez para luego sumarlos todos, esto permite definir matrices que hacen posible obtener la respuesta de las estructuras ante unas cargas externas. [2]

Dicho método desarrollado por Kani, es lo bastante aceptable en comparación con los métodos matriciales y el software que los usan, por eso para el análisis de estructuras con varios grados de libertad como son los edificios se puede utilizar sin problemas, no obstante,

la vigencia que tiene el método y la aparición de otros métodos de análisis estructural, hace que la información sea escasa sobre este, lo cual representa una desventaja para su uso.

La Sociedad del Siglo XXI demanda modificar los métodos de enseñanza y aprendizaje a través del uso eficiente de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) [3], la incorporación de las TIC a la sociedad, y en particular a la educación, ha provocado importantes cambios en la interacción y comunicación entre las personas que aprenden. El aprendizaje colaborativo, es una de las manifestaciones de este fenómeno, ya que está presente en las principales tendencias, marcos de competencias y planes de formación de estudiantes y docentes en la actualidad. [4]

Por este motivo el presente trabajo será documentado y publicado en la plataforma YouTube, como aporte al conocimiento y a la información que respecta sobre el método de kani con nudos desplazables.

## **1. OBJETIVO**

### **1.1. Objetivo General**

- Realizar el análisis estructural de un edificio de cinco pisos por el método de Kani.

### **1.2. Objetivos Específicos**

- Obtener los diagramas de momento flector y cortante de la estructura analizada.
- Documentar en video el método de kani con nudos desplazables.
- Subir el video sobre el método de kani a la plataforma Youtube como aporte informativo.

## **2. DESARROLLO**

### **2.1. Dimensionamiento de elementos estructurales**

El dimensionamiento de las estructuras se refiere al proceso de determinar las dimensiones de las estructuras y de sus miembros constitutivos. Este proceso comprende todo lo relacionado con la determinación del tamaño y forma de la estructura, así como de los elementos que la componen. [5]

Se realizará el pre dimensionamiento de los miembros estructurales, calculando sus propiedades geométricas para el análisis estructural y los criterios básicos de regularidad estructural de marcos rígidos.

### **2.2. Pre dimensionamiento de elementos estructurales**

Para proceder con el análisis estructural de un marco o pórtico, el método de kani requiere ciertos parámetros para hacer que el método sea más exacto, se debe conocer las dimensiones de las columnas y vigas, sus características y sus solicitudes de carga.

Se obtendrá unas dimensiones iniciales con el fin de obtener el área y momentos de inercia de los elementos, luego con de realizar el análisis estructural con estas dimensiones se puede obtener dimensiones óptimas para cada elemento.

Se debe tener en cuenta que el código ACI 318S y las NEC 2015, indican ciertas restricciones en cuanto a las dimensiones máximas de vigas y columnas de hormigón armado, ya que para el pre diseño de elementos estructurales se utilizan por lo general ciertas reglas empíricas que dependen del material, la geometría de la estructura y el sistema estructural que se utilice.

#### **2.2.1. Pre dimensionamiento de Viga**

Las vigas continuas de gran peralte de hormigón armado son estructuras que generalmente soportan grandes cargas para cubrir una luz libre y comúnmente son utilizadas en la práctica ingenieril como elementos soportantes en puentes y en edificios altos fundamentalmente. [6]

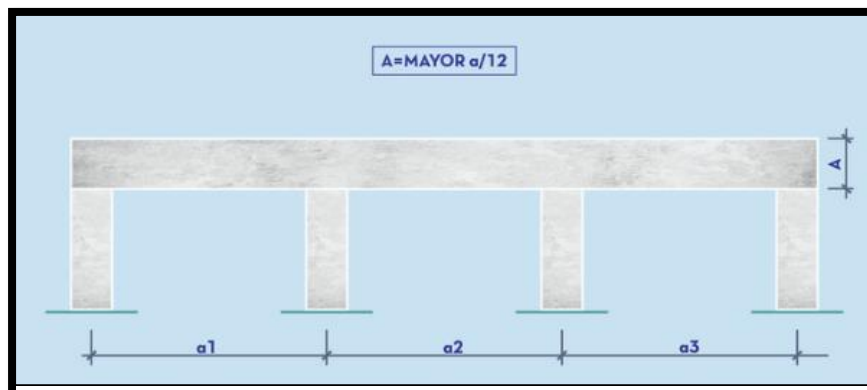
En las vigas, lo que se conoce es su luz  $a_1$  (en vigas con dos apoyos), o sus luces  $a_1, a_2, \dots, a_n$  (en el caso de las vigas con múltiples apoyos) ver gráfico 1. Si la viga está en voladizo, se conoce la longitud del voladizo  $ab$ . Así como en las losas, falta determinar la altura  $A$  de las vigas, que no debe ser inferior a 20 cm. En vigas con 2 apoyos y sin voladizos, la altura se puede calcular dividiendo la luz  $a_1$  por 10, redondeando al múltiplo de 5 superior. [7]





**Figura 1 Viga con dos apoyos.**

En vigas con múltiples apoyos, la altura se calculará dividiendo la luz mayor ( $a_1$ ,  $a_2$ , o  $a_n$ ) por 12, también redondeándose al múltiplo de 5 superior. Esta altura  $A$  puede ser usada en toda la viga, incluso en las luces menores. [7]

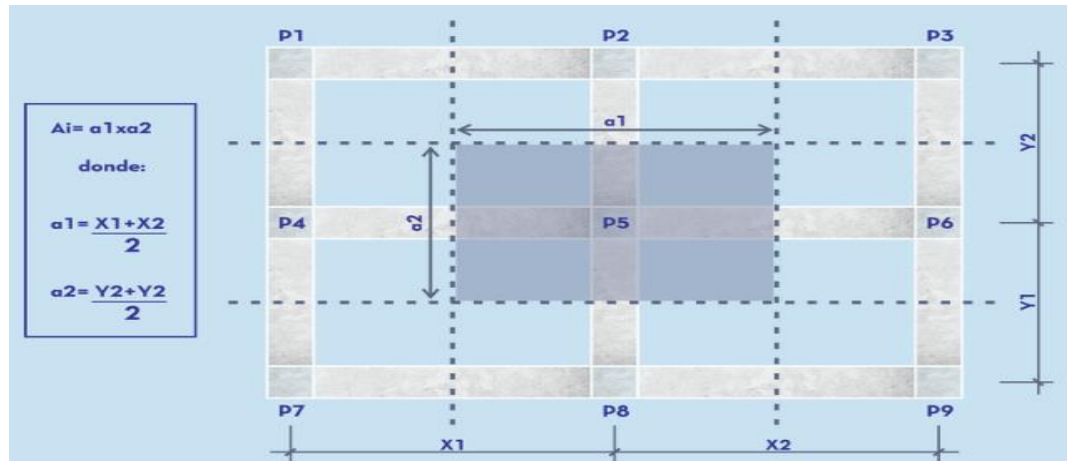


**Figura 2 Viga Continua.**

### 2.2.2. Pre dimensionamiento de columnas

Un elemento estructural, tal como una columna, se diseña usualmente para que falle de manera gradual. Este criterio reconoce que un elemento estructural es capaz de resistir cargas de forma segura más allá del rango elástico, siempre y cuando haya una ductilidad mínima. [8]

De los pilares, se conoce sólo su altura, siendo necesario determinar cuál es el área de su sección transversal ( $A \times B$ ). La carga de un pilar cambia en cada pavimento y puede ser estimada por el método de las áreas de influencia (ver Figura 3), que se determina a partir de la mitad de la distancia entre pilares vecinos. Se considera que cada  $m^2$  de área de influencia de cada losa contribuirá con 1000 kgf de carga al pilar, estando incluido el peso propio de la losa, el peso de los muros y revestimientos, y las cargas accidentales. Se admite que la contribución de la primera losa, que está en contacto con el suelo, y de la última losa, en la parte más alta del edificio, sea de apenas 500 kgf/ $m^2$ . [7]



**Figura 3** Area Tributaria

### 2.2.3. Metrado de Carga

Para solucionar la carga distribuida que actúan sobre las vigas aplicaremos conocimientos impartidos en clase, por lo tanto, la sobrecarga dada por ejemplo  $CM= 750 \text{ Kg/m}^2$  se multiplicará por el ala colaborante de la viga es decir la luz transversal que une las vigas con otros pórticos según el área tributaria o la vista en planta del edificio.

### 2.3. Método de Kani

El método de kani fue lanzado en el año 1930 y su versión en español en 1959, el método se basa en las aproximaciones sucesivas y en la distribución de momentos para expresar el efecto de las rotaciones y desplazamientos nodales. El método iterativo de análisis de estructuras desarrollado por G. Kani, viene a ser extremadamente satisfactorio para el análisis de cualquier estructura convencional para edificios de varios pisos bajo cualquier condición de cargas dada. Kani propuso extender este método a las estructuras con columnas continuas a través de varios pisos con sólo ligeras modificaciones. [9]

Es erróneo suponer que un método de aproximaciones sucesivas sea un método aproximado. Esencialmente, un método aproximado, es aquel que proporciona como su nombre lo indica, valores aproximados, mientras que los métodos de aproximaciones sucesivas arrojan resultados con la precisión deseada por el calculista. [10]

El método de kani es fácil y rápido y también tiene incorporada la capacidad de eliminación de errores. Esto significa que los errores computacionales desaparecerán automáticamente en operaciones subsecuentes.

Para iniciar las iteraciones se recomienda iniciar los cálculos en el nudo más descompensado y elegir una ruta que facilite los cálculos siguientes. Sin embargo, debido a la naturaleza de este método, esto no es estrictamente necesario. La desventaja de no utilizar una ruta que cumpla con el criterio anterior es que puede ser posible que la convergencia de las iteraciones requiera más ciclos. [5]

### 2.3.1. Método de Kani sin desplazamiento

#### 2.3.1.1. Nudo rígido

Una de las características principales de un nudo rígido es que todos los extremos de los elementos que concurren a él tienen la misma rotación y el mismo desplazamiento, es decir, no hay desplazamiento ni rotaciones relativas entre los extremos de los elementos. [11]

#### 2.3.1.2. Idealización del elemento i – k

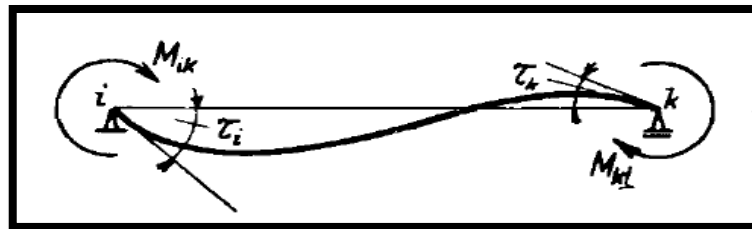


Figura 4 Elemento i-k

#### 2.3.1.3. Procedimiento para el Método de kani con nudos rígidos

Se describe numéricamente el proceso general para obtener los momentos finales y cortantes de un Pórtico con nudos rígidos (sin desplazamiento).

##### 1) Cálculo de la rigidez ( $K_{i-k}$ ) de cada elemento

Cuando una estructura trabaja con un mismo material en este caso hormigón armado, el módulo de elasticidad ( $E$ ) es igual para todos los elementos, por lo que es conveniente trabajar con la Rigidez por flexión relativa ( $K$ ) de los elementos. La rigidez por flexión relativa es igual a dividir la rigidez a flexión ( $k$ ) por  $4E$ . Por lo tanto, la rigidez relativa es:

$$k = \frac{4EI}{L}$$

$$K_{i-k} = \frac{k}{4E}$$

$$K_{i-k} = \frac{I}{L}$$

## 2) Cálculo de los Factores de distribución ( $\mu_{i-k}$ ) por nudo

Los factores de distribución se obtienen relacionando la rigidez a flexión relativa de los elementos que convergen en un nudo, se calcula:

$$\mu_{i-k} = -\frac{1}{2} \left( \frac{K_{i-k}}{\sum K_{i-k}} \right)$$

Donde:

$\mu_{i-k}$  = Factor de Distribución

$K_{i-k}$  = Rigidez Rotacional del elemento i – k

$\sum K_{i-k}$  = Suma de todas las rigideces de las barras i – k

Se puede comprobar que la suma de todos los factores de distribución en un nudo sea igual a -0,5.

## 3) Momentos de empotramiento Perfecto ( $M^{F_{i-k}}$ )

Se calculan para cada sollicitación de carga (Carga Viva, Carga Muerta y Carga Sísmica), las fórmulas de momento de empotramiento perfecto, se pueden obtener a partir del método de la flexibilidad, dando valores algebraicos a las cargas y la distancia de una barra empotrada en sus extremos, para mayor facilidad se muestra una tabla con las fórmulas del Momento de empotramiento perfecto según varias hipótesis de carga.

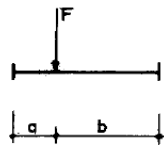
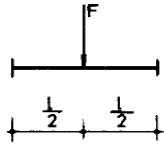
SOLICITACION	MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO PERFECTO	REACCIONES EN LOS APOYOS
	$\mu_A = \frac{F a b^2}{l^2}$ $\mu_B = -\frac{F a^2 b}{l^2}$	$R_A = F \frac{b^2}{l^2} (3 - 2 \frac{b}{l})$ $R_B = F \frac{a^2}{l^2} (3 - 2 \frac{a}{l})$
	$\mu_A = \frac{F l}{8}$ $\mu_B = -\frac{F l}{8}$	$R_A = \frac{F}{2}$ $R_B = \frac{F}{2}$

Figura 5 Momento de Empotramiento Perfecto Carga Puntual

	$\mu_A = \frac{ql^2}{12}$ $\mu_B = -\frac{ql^2}{12}$	$R_A = \frac{ql}{2}$ $R_B = \frac{ql}{2}$
	$\mu_A = \frac{qa^2}{12} \left[ 6 - \frac{a}{l} \left( 8 - 3 \frac{a}{l} \right) \right]$ $\mu_B = -\frac{qa^3}{12l} \left( 4 - 3 \frac{a}{l} \right)$	$R_A = \frac{qa}{2} \left[ 2 - \frac{a^2}{l^2} \left( 2 - \frac{a}{l} \right) \right]$ $R_B = \frac{qa^3}{2l^2} \left( 2 - \frac{a}{l} \right)$

Figura 6 Momento de empotramiento Perfecto con Carga Distribuida Rectangular

	$\mu_A = \frac{5}{96} ql^2$ $\mu_B = -\frac{5}{96} ql^2$	$R_A = \frac{ql}{4}$ $R_B = \frac{ql}{4}$
	$\mu_A = \frac{ql^2}{30}$ $\mu_B = -\frac{ql^2}{20}$	$R_A = \frac{3}{20} ql$ $R_B = \frac{7}{20} ql$

Figura 7 Momento de empotramiento Perfecto con Carga Distribuida Triangular

#### 4) Momentos de sujeción ( $M'_{i-k}$ )

Los momentos de sujeción se calculan de manera iterativa hasta que convergen según la precisión requerida por el calculista (número de decimales empleados), antes de realizar el cálculo de estos momentos se recomienda realizar una gráfica con los datos encontrados en los 3 pasos anteriores como se muestra en la figura.

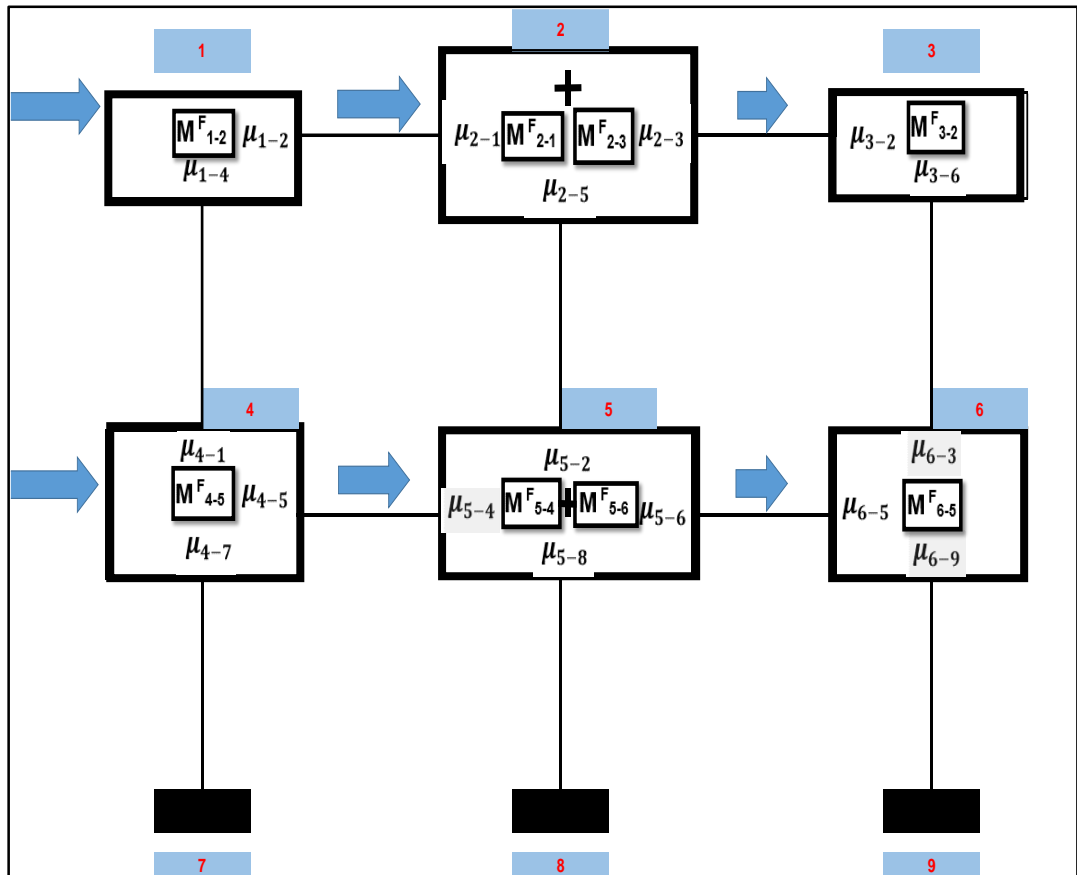


Figura 8 Pórtico con Factores de distribución y Momentos de Empotramiento Perfecto

Para el primer ciclo de iteración se sigue una secuencia que marcará todos los ciclos de iteración hasta que los momentos de sujeción converjan.

Los momentos de sujeción se calculan mediante:

$$M'_{i-k} = \mu_{i-k} * (M^F_{i-k} + M'_{k-i})$$

### 5) Momentos Finales ( $M_{i-k}$ )

Luego de que los momentos de sujeción converjan se procede al cálculo de momentos finales, los cuales se calculan con las fórmulas de Manning:

$$M_{i-k} = M_{i-k}^F + (2 * M'_{i-k}) + M'_{k-i}$$

### 6) Diagramas de Momentos

Una vez obtenidos todos los momentos de la estructura se procede a graficar los momentos dependiendo de la carga solicitante.

Con los momentos finales se puede realizar el diseño de los elementos estructurales óptimos, en el presente trabajo se realizará únicamente el pre dimensionamiento de los elementos estructurales.

## 2.3.2. Método de kani con desplazamientos

### 2.3.2.1. Nudos Desplazables

Cuando los nudos de una estructura durante su deformación, además de girar se desplazan de su posición, puede descomponerse la deformación de la barra vertical correspondiente. [10]

El desplazamiento de los nudos se debe a que en ellos actúa una fuerza horizontal considerada como fuerza del viento o fuerza de sismo, también la asimetría en los vanos de la estructura como en las alturas de entrepiso y las diferentes secciones de columnas en un edificio hacen que se desplacen.

### 2.3.2.2. Idealización del elemento $i - k$

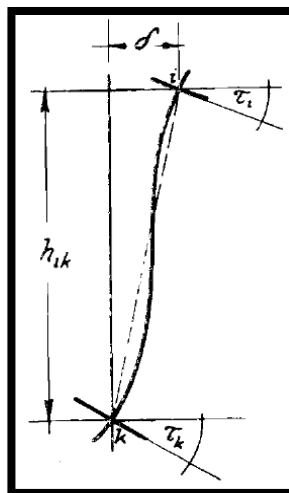


Figura 9 Elemento  $i-k$  con Desplazamiento.

### 2.3.2.3. Procedimiento para el Método de kani con nudos desplazables

- La barra i-k se deforma sin girar sus extremos ni desplazarse (empotramiento perfecto).
- El extremo i gira en un ángulo, sin girar el otro extremo k, ni desplazarse ninguno de ellos.
- El extremo k gira en un ángulo, sin girar el otro extremo i, ni desplazarse ninguno de los dos.
- Los extremos i-k se desplazan entre ellos en un valor sin que dichos extremos experimenten ningún nuevo giro.

Se aprecia que las 3 primeras etapas son iguales a las etapas del método con nudos rígidos, sin embargo, presenta un desplazamiento el cual proporcionará otro momento de sujeción con su respectivo factor de desplazamiento. [10]  
Entonces:

#### 1) Cálculo de la rigidez ( $K_{i-k}$ ) de cada elemento

$$K_{i-k} = \frac{I}{L}$$

#### 2) Cálculo de los Factores de distribución ( $\mu_{i-k}$ ) por nudo

$$\mu_{i-k} = -\frac{1}{2} \left( \frac{K_{i-k}}{\sum K_{i-k}} \right)$$

Se puede comprobar que la suma de todos los factores de distribución en un nudo sea igual a -0,5.

#### 3) Cálculo de los Factores de corrimiento ( $\delta_{i-k}$ ) por nudo

Los factores de corrimiento se obtienen relacionando la rigidez a flexión relativa de los elementos que actúan por piso se calcula:

$$\delta_{i-k} = -\frac{3}{2} \left( \frac{K_{i-k}}{\sum K_{i-k}} \right)$$

Es decir, la -3/2 que multiplica a la rigidez de la columna evaluada dividida para la suma de las columnas en el piso.

Se puede comprobar que la suma de todos los factores de distribución en un nudo sea igual a -1,5.



#### 4) Momentos de empotramiento Perfecto ( $M^{F_{i-k}}$ )

Se calculan para cada sollicitación de carga (Carga Viva, Carga Muerta), las fórmulas de momento de empotramiento perfecto, se pueden obtener a partir del método de la flexibilidad, dando valores algebraicos a las cargas y la distancia de una barra empotrada en sus extremos.

#### 5) Momentos de Piso ( $M_P$ )

Se calculan para fuerzas horizontales que actúan en los nudos, para cargas de viento o cargas sísmicas, el momento de piso se calcula:

$$M_P = \frac{Q_r * h_r}{3}$$

Donde:

$Q_r$  = Suma de fuerzas cortantes u horizontales.

$h_r$  = Altura de entrepiso.

Si el pórtico no tiene fuerzas horizontales pero sus nudos son desplazables el momento de piso es igual a cero ( $M_P = 0$ ) no así el momento de sujeción extra el cuál será calculado.

#### 6) Momentos de sujeción ( $M'_{i-k}$ )

$$M'_{i-k} = \mu_{i-k} * (M^F_{i-k} + M'_{k-i})$$

#### 7) Momentos de sujeción por desplazamiento ( $M''_{i-k}$ )

Este momento se lo calcula con los momentos de sujeción de las columnas, este momento también entra en el ciclo iterativo, pero a partir del segundo ciclo, antes de realizar el cálculo de estos momentos se recomienda realizar una gráfica con los datos encontrados en los 6 pasos. Para el primer ciclo de iteración se sigue una secuencia que marcará todos los ciclos de iteración hasta que los momentos de sujeción converjan.

Los momentos de sujeción en el primer ciclo se calculan mediante:

$$M'_{i-k} = \mu_{i-k} * (M^F_{i-k} + M'_{k-i})$$

$$M''_{i-k} = \delta_{i-k} * (M_P + M'_{k-i})$$

Para el segundo ciclo y hasta que los momentos de sujeción converjan estos se calculan:

$$M'_{i-k} = \mu_{i-k} * (M^F_{i-k} + M'_{k-i} + M''_{i-k})$$

$$M''_{i-k} = \delta_{i-k} * (M_P + M'_{k-i})$$

### 8) Momentos Finales (M<sub>i-k</sub>)

Luego de que los momentos de sujeción converjan se procede al cálculo de momentos finales, los cuales se calculan con las fórmulas de Manning y para las columnas se sumará el momento de sujeción por desplazamiento:

**Vigas:**

$$M_{i-k} = M^F_{i-k} + (2 * M'_{i-k}) + M'_{k-i}$$

**Columnas:**

$$M_{i-k} = M_P + (2 * M'_{i-k}) + M'_{k-i} + M''_{i-k}$$

### 9) Diagramas de Momentos

Una vez obtenidos todos los momentos de la estructura se procede a graficar los momentos dependiendo de la carga solicitante. Con los momentos finales se puede realizar el diseño de los elementos estructurales óptimos, en el presente trabajo se realizará únicamente el pre dimensionamiento de los elementos estructurales.

## 2.4. Documentación del Método de Kani

Una vez realizado el análisis estructural por el método de kani para pórticos con nudos desplazables, se procede a realizar un video con una breve y clara explicación paso a paso del método, luego el video se subirá a YouTube como aporte académico desde una cuenta personal, para lo cual se utilizará ciertas herramientas como software de grabación y edición.

### 2.4.1. Uso de las tecnologías de información y comunicación

Los jóvenes de las nuevas generaciones hacen búsquedas en Internet para estudiar, y para hacerlas requieren utilizar criterios de confiabilidad. [12]

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) han sido una parte esencial en la educación, por lo que es importante determinar cuáles contribuyen a un mejor rendimiento académico. Actualmente las TIC han incidido

significativamente en todas las esferas del desarrollo humano y, especialmente, en el proceso educativo debido a las múltiples posibilidades didácticas que ofrecen para trabajar con estudiantes de cualquier nivel y en cualquier modalidad (presencial, semipresencial y a distancia). [13]

El crecimiento exponencial de la información disponible al alcance de un clic plantea un problema ineludible: cómo saber si esa información es confiable.

La distancia que se acorta con la tecnología (distancia física y cognitiva) conlleva, sin embargo, la aparición de otra distancia: la que resulta de la necesidad de filtrar información pertinente y confiable. Lo que aparece como resultado del clic no está catalogado ni ordenado en función de los intereses y necesidades del lector: [12]

#### **2.4.2. Uso de Youtube Como medio de Información**

Desde sus más primigenios orígenes el vídeo ha sido reconocido como un posible instrumento pedagógico de primera magnitud en las enseñanzas técnicas. [14]

La producción de videos didácticos para la enseñanza universitaria en modalidad presencial es escasa, caso contrario de la enseñanza a distancia donde existen más experiencias. En consecuencia, en el ámbito educativo hay una fuerte demanda de experimentación para nuevas formas expresivas y de exploración didáctica para la complementariedad de la educación presencial. [14]

En este sentido YouTube es una TIC que posee un alto valor de impacto ya que, se puede acceder a este recurso desde diferentes medios tales como: computadoras, tabletas, celulares y televisores inteligentes. Este aspecto le proporciona facilidad de accesibilidad y usabilidad a los materiales que se encuentran en este sitio, lo que permite tener una mayor cobertura de la población estudiantil a la que se dirige este canal educativo. [15]

El video-tutorial en muchas ocasiones logra recrear situaciones de aprendizaje más vívidas que las que se pueden ilustrar en el salón de clase. Esto permite llegar de manera visual y auditiva a un número mayor de estudiantes favoreciendo diferentes tipos de inteligencia para una mejor aprehensión de los contenidos y de las experiencias de aprendizaje. [15]

#### **2.4.3. Uso de software de Grabación y edición**

Para grabación y edición del método, se utilizará el programa de computadora Camtasia estudio ya que permite hacer ambas acciones y también tiene una opción de Eye Tracking, la cual es de gran ayuda ya que el método se explicará con una hoja de cálculo en Microsoft Excel para mayor rapidez de cálculo.

El Programa Camtasia Estudio, sirve para grabar todos los movimientos que los usuarios realizan, generalmente se lo utiliza para hacer tutoriales en internet, mientras el guía habla puede indicar lo que hace con una flecha del mouse y grabar todo lo que pasa en la pantalla, lo importante es que el cuadro donde se encuentra es siempre el espacio de trabajo. [16]

#### **2.4.4. Proceso de realización de los video-tutoriales**

Los pasos que se siguieron para elaborar los video-tutoriales se detallan a continuación:

- Planteamiento escrito del método y su solución.
- Selección de imágenes pertinentes y fórmulas que se usarán.
- Captura en video usando el programa Camtasia Studio de la hoja de cálculo con la que se desarrolló el problema.
- De ser necesario presentar textos que guíen a los usuarios (estudiantes) a través del video.
- Grabación y edición de voz.
- Edición de todos los elementos del video.
- Revisión exhaustiva del video final tomando en cuenta la calidad y el peso en Mb del mismo.
- Cuenta en YouTube en este caso se utilizará la cuenta personal.
- Carga de videos a través de la cuenta personal en YouTube.
- Obtención del Link del video y prueba del mismo.

### **3. CONCLUSIONES**

- Realizado el análisis estructural, se aprecia que el método de kani con nudos desplazables es igual de útil y preciso que los matriciales, incluso tiende a presentar un error mínimo cuando se compara con softwares estructurales.
- La obtención de momentos y cortantes son de gran ayuda para diseñar elementos de hormigón armado como vigas y columnas en un edificio real de varios pisos en este caso cinco.
- El presente trabajo da un aporte académico en forma virtual del método de kani con nudos desplazables, en una plataforma de red social que muchas veces se utiliza para realizar consultas de clase, este aporte es de gran ayuda para los estudiantes de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Machala ya que aún ven el método de kani en la materia de “Análisis de Estructuras 1”, y muchas veces no se llega a dar ejemplos de pórticos con nudos desplazables.

### **4. RECOMENDACIONES**

- Antes de realizar el método de kani se debe obtener las dimensiones de los elementos de la estructura como sus propiedades y estar claro la ruta que se tomará para realizar las iteraciones, así como las fórmulas de momentos de empotramiento perfecto y momentos finales.
- Se debe actualizar los temas de la parte práctica del examen complejo o al menos ser razonable con la exigencia de artículos científicos ya que temas como el presente son muy antiguos y no hay mucha información actual al menos no de hace cinco años como se pide en la guía de titulación.
- La Facultad de Ingeniería Civil debe tener un propio canal en YouTube donde, docentes u estudiantes puedan acceder a temas que no se pueda desarrollar en clase, muchas universidades en el Ecuador tienen canales donde docentes suben videos explicando clase u estudiantes resolviendo problemas.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

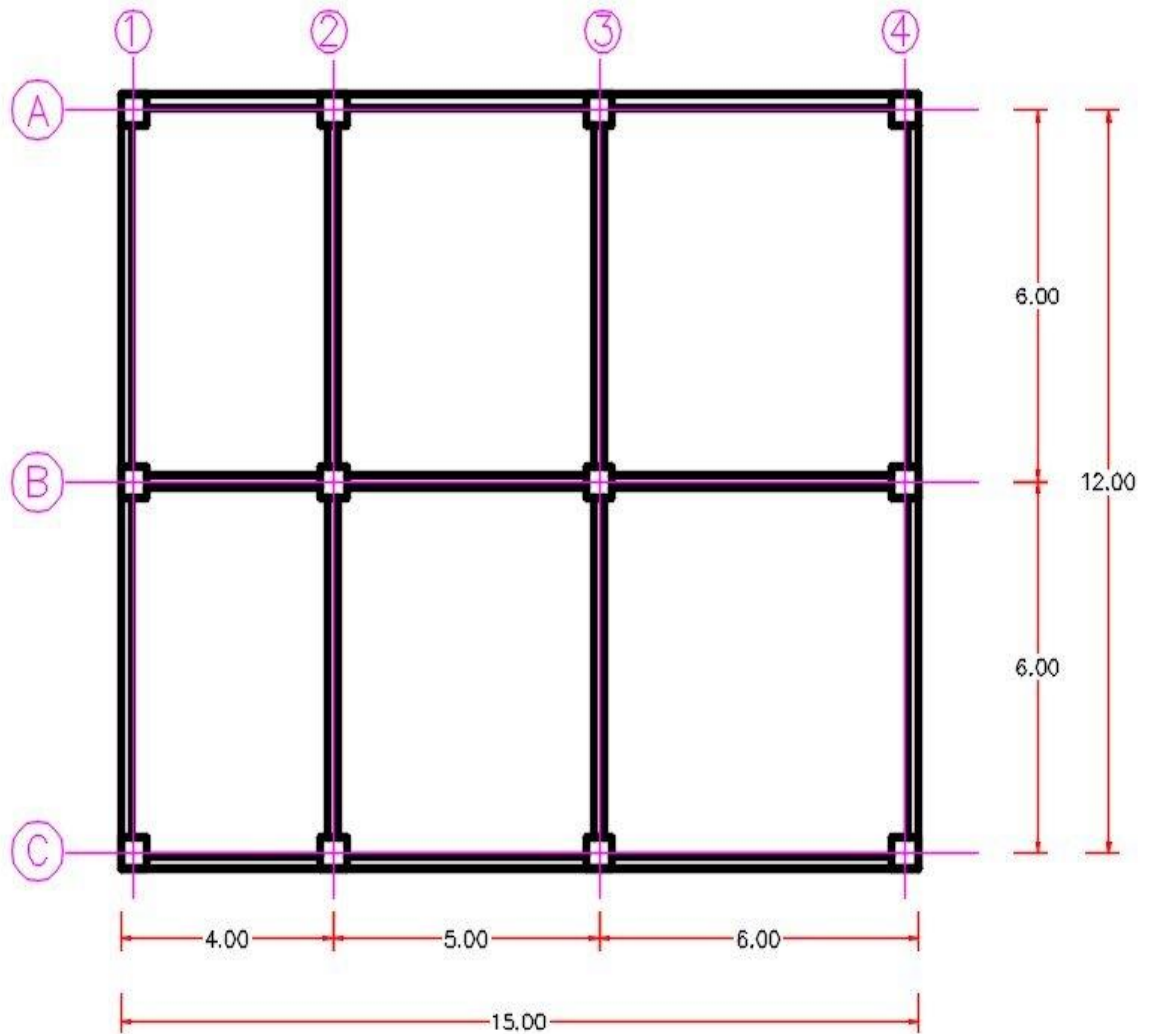
- [1] S. A. P. Gasco, «El "método matricial" en la enseñanza del análisis estructural: ¡una realidad!,» *UCV-HACER*, vol. 2, nº 1, pp. 151-160, 2013.
- [2] A. R. Martínez M. y J. A. Quintana, «Obtención de la matriz  $Pq=kA$  por el principio de superposición y su uso,» *INGENIERÍA UC*, vol. 23, nº 2, pp. 116-121, Agosto 2016.
- [3] R. A. S. Rueda, «Uso del modelo TPACK como herramienta de innovación para el proceso de enseñanza-aprendizaje en matemáticas,» *Perspectiva Educativa*, vol. 57, nº 2, pp. 3-26, Junio 2018.
- [4] V. I. M. Raidell Avello-Martínez, «La necesaria formación de los docentes en aprendizaje colaborativo,» *Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, vol. 20, nº 3, pp. 687-713, 2016.
- [5] J. E. V. Méndez, *Comparación del análisis estructural de marcos rígidos mediante Excel: Método matricial de las rigideces y Métodos clásicos*, Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala, 2014.
- [6] J. b. J. H. G. Rodríguez, «Modelación numérica de vigas continuas de gran peralte de hormigón armado.,» *Revista ingeniería de construcción*, vol. 31, nº 3, pp. 163-174, Diciembre 2016.
- [7] J. C. Souza, «Plataforma Arquitectura,» 04 Abril 2019. [En línea]. Available: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/891874/aprende-a-pre-dimensionar-una-estructura-de-hormigon-armado>. [Último acceso: 15 Enero 2020].
- [8] D. C. Pablo Caiza Sánchez, «Diseño de columnas de hormigón armado en zonas sísmicas.,» *Ciencia ISSN*, vol. 17, nº 2, pp. 241-261, 2015.
- [9] G. C. A. Pinto Mindiola Lacides, «ANÁLISIS DE CUALQUIER TIPO CONVENCIONAL DE ESTRUCTURAS PARA EDIFICIOS CON NODOS INDESPLAZABLES UTILIZANDO UN MODELO DE RED NEURONAL ARTIFICIAL,» *Universidad ciencia y Tecnología*, vol. 11, nº 44, pp. 141-149, Septiembre 2007.
- [10] D. I. G. Kani, *Cálculo de pórticos de varios pisos*, vol. 6ta Edición, Barcelona, Buenos Aires, Mexico: Reverté S.A., 1958.
- [11] J. E. E. Florez, *Elaboración de notas de clase de la asignatura Analisis de Estructuras II*, Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2007.
- [12] E. F. Marina Kriscautzky, «Evaluar la confiabilidad de la información en Internet: cómo enfrentan el reto los nuevos lectores de 9 a 12 años,» *Perfiles educativos*, vol. 40, nº 159, pp. 16-34, Marzo 2018.

- [13] M. J. García, «Análisis cuantitativo de las variables que influyen en el rendimiento universitario,» *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, vol. 9, nº 17, pp. 1-16, Diciembre 2018.
- [14] R. V. Amador, «MODELO DE PRODUCCIÓN DE VIDEOS DIDÁCTICOS PARA LA MODALIDAD PRESENCIAL DE LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA,» *Revista de Comunicación de la SEECI*, vol. 1, nº 43, pp. 69-97, Noviembre 2017.
- [15] E. W. H. M. Carlos Alberto Arguedas Matarrita, «Implementación de un canal en YouTube para apoyar un curso Física,» *Atenas*, vol. 2, nº 34, pp. 1-11, Enero 2016.
- [16] F. M. L. S. C. A. C. G. C. M. P. C. María Eulalia Chávez Rivera, «Comportamiento del consumidor en las plataformas digitales para búsqueda de bienes raíces en Quito,» *CienciAmérica*, vol. 6, nº 3, pp. 112-116, 1 Julio 2017.

## ANEXOS

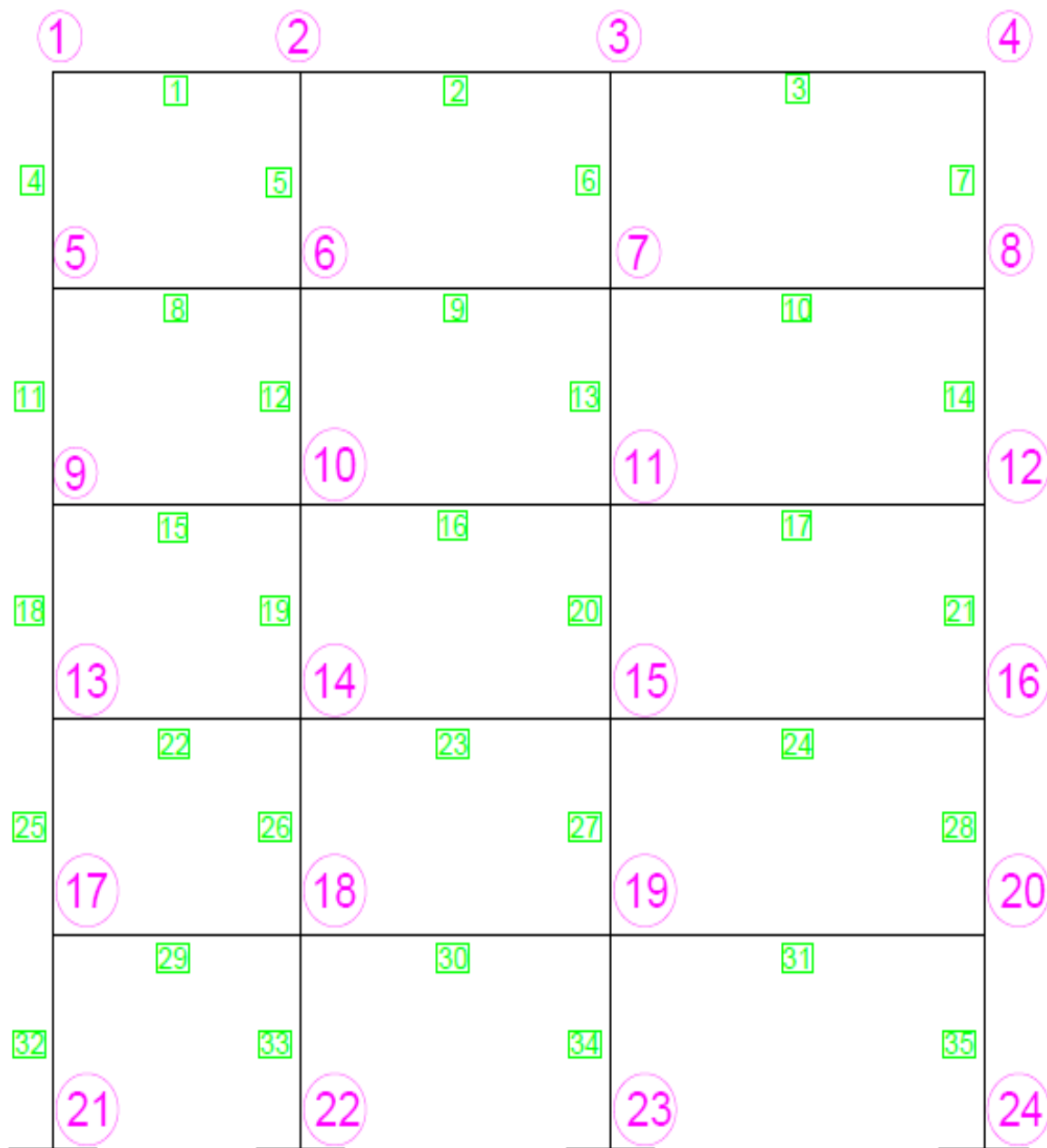
### Anexo A: Vista en Planta del Edificio.

#### VISTA EN PLANTA



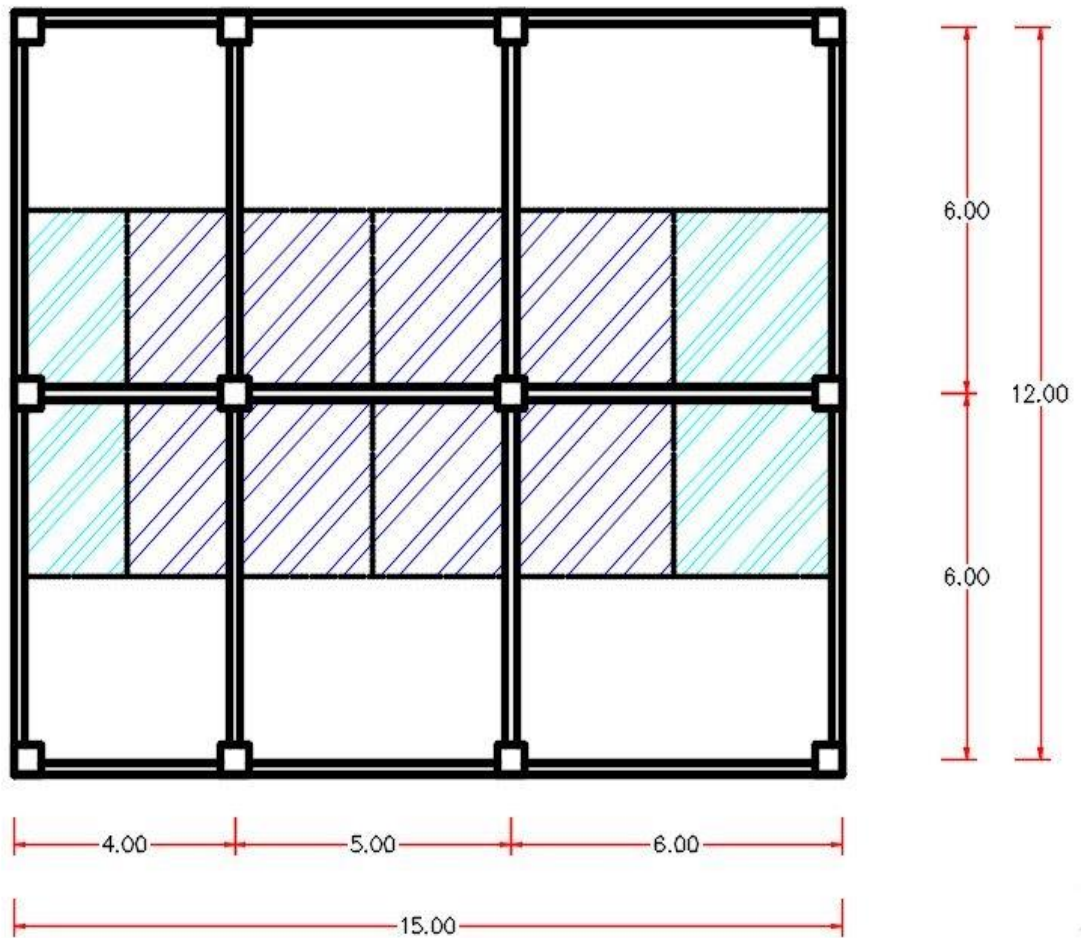


Anexo B: PÓRTICO EJE B, NUMERACIÓN DE ELEMENTOS.



Anexo C: ÁREA DE INFLUENCIA DEL PÓRTICO.

AREA TRIBUTARIA



## Anexo D: CARGA PARA EL PREDISEÑO DE COLUMNAS.

Número de Pisos	5
Carga muerta	
Cubierta	500 kg/m <sup>2</sup>
Entre piso	750 kg/m <sup>2</sup>
Carga viva	250 kg/m <sup>2</sup>
cargas muertas	kg/m <sup>2</sup>
losa ligera	
espesor	0,2 m
densidad de HoAo	2400 kg/m <sup>3</sup>
carga de losa	480 kg/m <sup>2</sup>
Mampostería(parec	200 kg/m <sup>2</sup>
Acabados	88 Kg/m <sup>2</sup>
Columnas y Vigas	35 Kg/m <sup>2</sup>

Columna 1 piso 1	
Area Tirbutaria	12 m <sup>2</sup>
#Pisos	5
CM 1-4piso	1553 Kg/m <sup>2</sup>
CM 5to piso	1303 Kg/m <sup>2</sup>
carga 1-4 piso	74544 Kg
carga 5 piso	15636 Kg
carga muerta total	90180 Kg
Carga viva	15000 kg
Carga ultima	

$$Pu = 1.2Cm + 1.6Cv$$

Pu=	132216 kg
Pu=	132,216 Ton
f'c=	240 kg/cm <sup>2</sup>
Area de Hormigón	

$$Ag = \frac{2Pu}{f'c}$$

Ag=	1101,8 cm <sup>2</sup>
Sección cuadrada	
a=	33,19337 <b>35</b>
b=	33,19337 <b>35</b>

Columna 2 piso 1	
Area Tirbutaria	27 m <sup>2</sup>
#Pisos	5
CM 1-4piso	1553 Kg/m <sup>2</sup>
CM 5to piso	1303 Kg/m <sup>2</sup>
carga 1-4 piso	167724 Kg
carga 5 piso	35181 Kg
carga muerta total	202905 Kg
Carga viva	33750 kg
Carga ultima	

$$Pu = 1.2Cm + 1.6Cv$$

Pu=	297486 kg
Pu=	297,486 Ton
f'c=	240 kg/cm <sup>2</sup>
Area de Hormigón	

$$Ag = \frac{2Pu}{f'c}$$

Ag=	2479,05 cm <sup>2</sup>
Sección cuadrada	
a=	49,79006 <b>50</b>
b=	49,79006 <b>50</b>

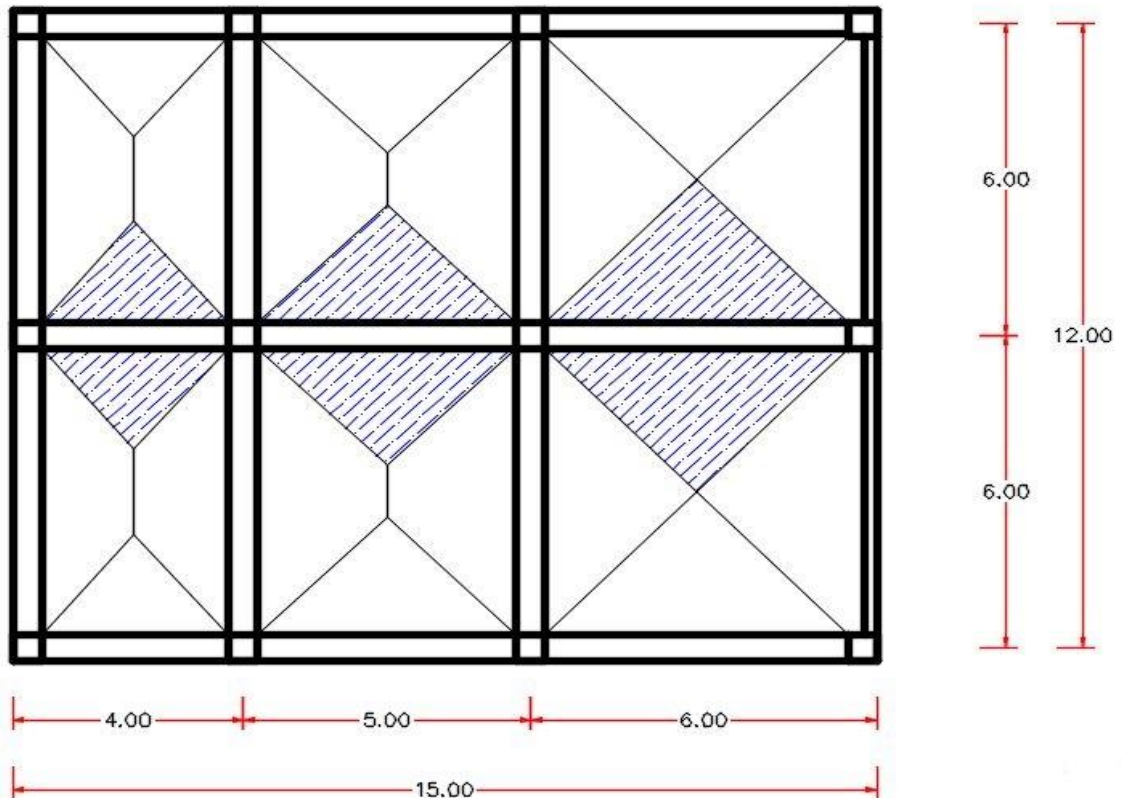
**Anexo E: DISTRIBUCIÓN DE LAS SOBRECARGAS EN LAS VIGAS.**

**CARGA MUERTA CUBIERTA = 500 Kg/m<sup>2</sup>**

**CARGA MUERTA ENTRE PISO = 750 Kg/m<sup>2</sup>**

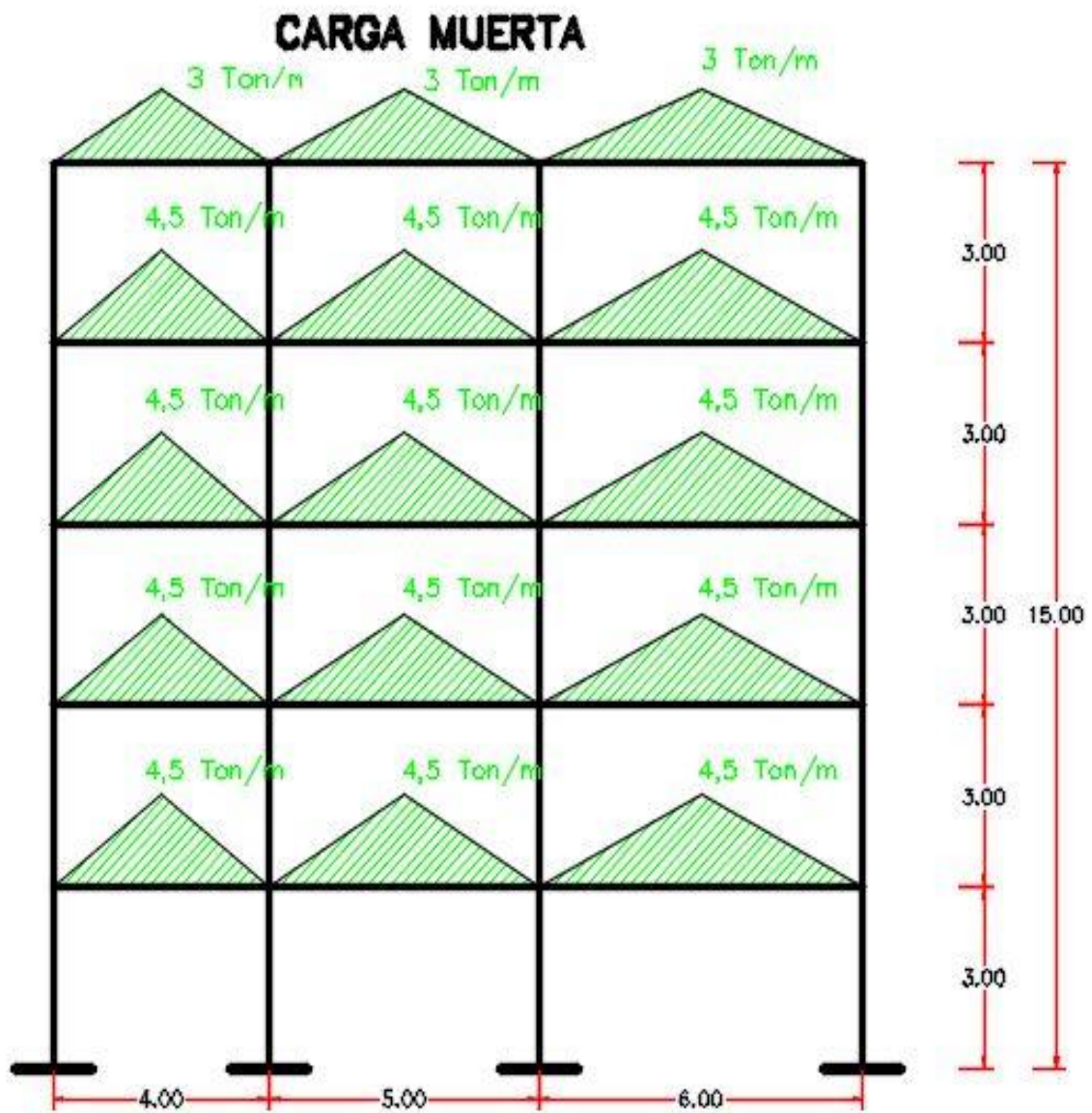
**CARGA VIVA = 250 Kg/m<sup>2</sup>**

**METRADO DE CARGAS**

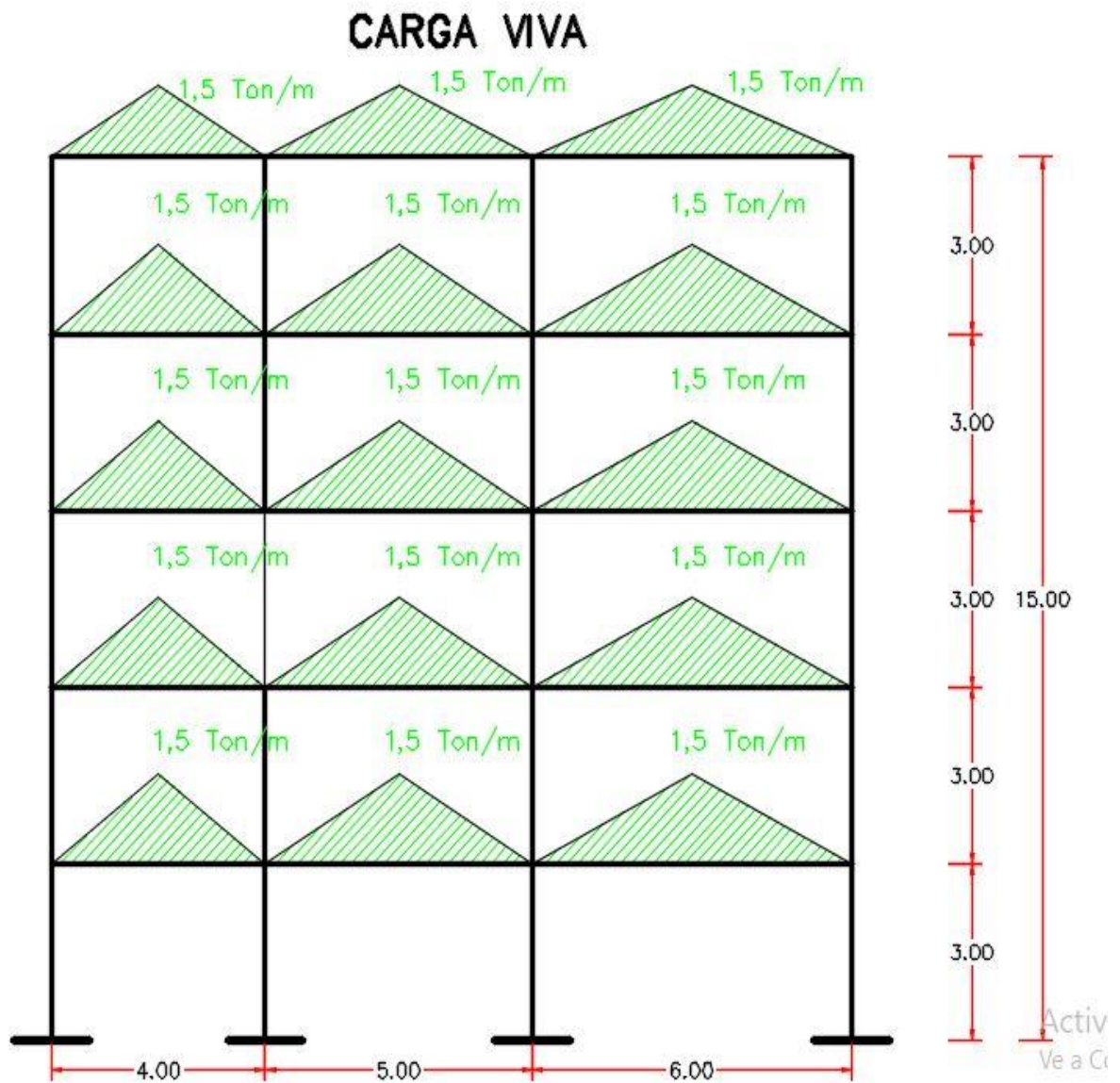


Viga 1	
Ala colabora	6 m
h=	2 m
A=	6 m <sup>2</sup>
Carga por metro cuadrado.	
$q = CM * L_{ala colaborante}$	
carga muerta	
qcubierta=	3000 kg/m
qentre piso=	4500 kg/m
qcarga viva=	1500 kg/m

Anexo F: METRADO DE SOBRECARGAS, EN VIGAS (CARGA MUERTA)



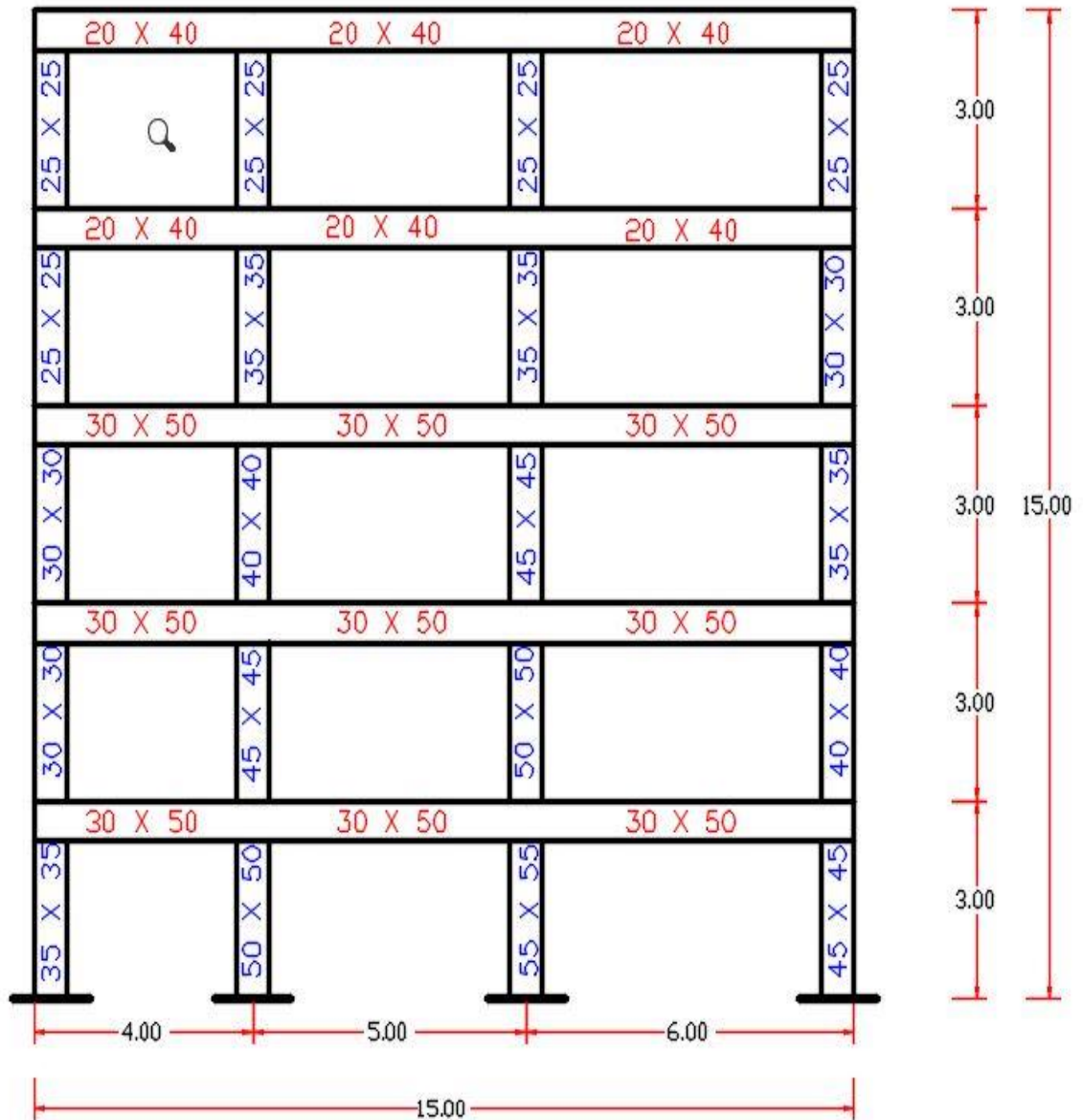
# Anexo G: METRADO DE SOBRECARGAS, EN VIGAS (CARGA VIVA)





## Anexo H: DIMENSIONES DE ELEMENTOS

### DIMENSIONES



**Anexo I: CÁLCULO DE LAS PROPIEDADES DE LOS ELEMENTOS (INERCIA Y RIGIDEZ)**

Pisos	Sección Columnas de Izquierda a Derecha (m)								Inercia de columnas (m4)				Sección de vigas (m)						Inercia de vigas (m4)		
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3			
1	0,35	0,35	0,50	0,50	0,55	0,55	0,45	0,45	0,00125	0,00521	0,00763	0,00342	0,30	0,50	0,30	0,50	0,30	0,50	0,00313	0,00313	0,00313
2	0,30	0,30	0,45	0,45	0,50	0,50	0,40	0,40	0,00068	0,00342	0,00521	0,00213	0,30	0,50	0,30	0,50	0,30	0,50	0,00313	0,00313	0,00313
3	0,30	0,30	0,40	0,40	0,45	0,45	0,35	0,35	0,00068	0,00213	0,00342	0,00125	0,30	0,50	0,30	0,50	0,30	0,50	0,00313	0,00313	0,00313
4	0,25	0,25	0,35	0,35	0,35	0,35	0,30	0,30	0,00033	0,00125	0,00125	0,00068	0,20	0,40	0,20	0,40	0,20	0,40	0,00107	0,00107	0,00107
5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00033	0,00033	0,00033	0,00033	0,20	0,40	0,20	0,40	0,20	0,40	0,00107	0,00107	0,00107

Columnas	Altura	Inercia	Rigidez
4	3	0,000326	0,00010851
5	3	0,000326	0,00010851
6	3	0,000326	0,00010851
7	3	0,000326	0,00010851
11	3	0,000326	0,00010851
12	3	0,001251	0,00041684
13	3	0,001251	0,00041684
14	3	0,000675	0,00022500
18	3	0,000675	0,00022500
19	3	0,002133	0,00071111
20	3	0,003417	0,00113906
21	3	0,001251	0,00041684
25	3	0,000675	0,00022500
26	3	0,003417	0,00113906
27	3	0,005208	0,00173611
28	3	0,002133	0,00071111
32	3	0,001251	0,00041684
33	3	0,005208	0,00173611
34	3	0,007626	0,00254184
35	3	0,003417	0,00113906

Vigas	Longitud	Inercia	Rigidez
1	4	0,00107	0,00027
2	5	0,00107	0,00021
3	6	0,00107	0,00018
8	4	0,00107	0,00027
9	5	0,00107	0,00021
10	6	0,00107	0,00018
15	4	0,00313	0,00078
16	5	0,00313	0,00063
17	6	0,00313	0,00052
22	4	0,00313	0,00078
23	5	0,00313	0,00063
24	6	0,00313	0,00052
29	4	0,00313	0,00078
30	5	0,00313	0,00063
31	6	0,00313	0,00052



## Anexo J: FACTORES DE DISTRIBUCIÓN Y CORRIMIENTO.

Nudos	Factor de distribución
1	
de 1 a 2	-0,355391023
de 1 a 5	-0,144608977
2	
de 2 a 1	-0,226562039
de 2 a 3	-0,181249631
de 2 a 6	-0,092188330
3	
de 3 a 2	-0,213496421
de 3 a 4	-0,177913684
de 3 a 7	-0,108589895
4	
de 4 a 3	-0,310491207
de 4 a 8	-0,189508793
5	
de 5 a 1	-0,112167983
de 5 a 6	-0,275664034
de 5 a 9	-0,112167983
6	
de 6 a 2	-0,05396491
de 6 a 5	-0,132624162
de 6 a 7	-0,10609933
de 6 a 10	-0,207311598
7	
de 7 a 3	-0,059199060
de 7 a 6	-0,116390089
de 7 a 8	-0,096991741
de 7 a 11	-0,227419110
8	
de 8 a 4	-0,106112054
de 8 a 7	-0,173853990
de 8 a 12	-0,220033956

Factor de Corrimiento	
pisos	
1	
de 17 a 21	-0,10717793
de 18 a 22	-0,44638872
de 19 a 23	-0,65355772
de 20 a 24	-0,29287564
2	
de 13 a 17	-0,08855282
de 14 a 18	-0,44829864
de 15 a 19	-0,68327791
de 16 a 20	-0,27987063
3	
de 9 a 13	-0,13543263
de 10 a 14	-0,42803400
de 11 a 15	-0,68562770
de 12 a 16	-0,25090567
4	
de 5 a 9	-0,13944668
de 6 a 10	-0,53569835
de 7 a 11	-0,53569835
de 8 a 12	-0,28915663
5	
de 1 a 5	-0,375
de 2 a 6	-0,375
de 3 a 7	-0,375
de 4 a 8	-0,375

**Anexo K: MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO PERFECTO CARGA MUERTA Y VIVA.**

<b>Carga muerta</b>					
Vigas	Longitud	Carga (Ton/m)	MEPlzquierdo	MEPderecho	
1	4	3,000	2,5000	-2,5000	
8	4	4,500	3,7500	-3,7500	
15	4	4,500	3,7500	-3,7500	
22	4	4,500	3,7500	-3,7500	
29	4	4,500	3,7500	-3,7500	
2	5	3,000	3,9063	-3,9063	
9	5	4,500	5,8594	-5,8594	
16	5	4,500	5,8594	-5,8594	
23	5	4,500	5,8594	-5,8594	
30	5	4,500	5,8594	-5,8594	
3	6	3,000	5,6250	-5,6250	
10	6	4,500	8,4375	-8,4375	
17	6	4,500	8,4375	-8,4375	
24	6	4,500	8,4375	-8,4375	
31	6	4,500	8,4375	-8,4375	

<b>Carga Viva</b>					
Vigas	Longitud	Carga (Ton/m)	MEPlzquierdo	MEPderecho	
1	4	1,500	1,2500	-1,2500	
8	4	1,500	1,2500	-1,2500	
15	4	1,500	1,2500	-1,2500	
22	4	1,500	1,2500	-1,2500	
29	4	1,500	1,2500	-1,2500	
2	5	1,500	1,9531	-1,9531	
9	5	1,500	1,9531	-1,9531	
16	5	1,500	1,9531	-1,9531	
23	5	1,500	1,9531	-1,9531	
30	5	1,500	1,9531	-1,9531	
3	6	1,500	2,8125	-2,8125	
10	6	1,500	2,8125	-2,8125	
17	6	1,500	2,8125	-2,8125	
24	6	1,500	2,8125	-2,8125	
31	6	1,500	2,8125	-2,8125	

# Anexo L: ITERACIONES.

	2,5000			1,4063			1,7188			-6,6250		
Mik*	-0,1446	-0,3554	-0,2266	-0,9922	-0,1812	-0,2135	-0,1086	-0,1779	-0,3105	-0,1895	-0,1207	
-0,2846	-0,3615	-0,8885	-0,2846	-0,1173	-0,0477	-0,0938	-0,2846	-0,1764	-0,2891	-0,2846	1,8363	
-0,2945	-0,3193	-0,2484	-0,6106	-0,2945	-0,0234	-0,0097	-0,2945	-0,6654	-0,1472	-0,3384	-0,5545	
-0,3044	-0,3193	-0,2703	-0,6643	-0,3044	0,05283	-0,0097	-0,3044	-0,6552	-0,1472	-0,3332	-0,5460	
-0,3046	-0,3193	-0,2785	-0,6845	-0,3046	0,05647	-0,0097	-0,3046	-0,6558	-0,1472	-0,3336	-0,5465	
-0,3047	-0,3193	-0,2794	-0,6867	-0,3047	0,0569	-0,0097	-0,3047	-0,6562	-0,1472	-0,3338	-0,5468	
-0,3048	-0,3193	-0,2795	-0,6869	-0,3048	0,05696	-0,0097	-0,3048	-0,6562	-0,1472	-0,3337	-0,5468	
-0,3049	-0,3193	-0,2795	-0,6869	-0,3049	0,05696	-0,0097	-0,3049	-0,6562	-0,1472	-0,3337	-0,5468	
-0,3049	-0,3194	-0,2795	-0,6869	-0,3049	0,05696	-0,0097	-0,3049	-0,6562	-0,1472	-0,3337	-0,5468	
-0,3049	-0,3194	-0,2795	-0,6869	-0,3049	0,05696	-0,0097	-0,3049	-0,6562	-0,1472	-0,3337	-0,5468	
-0,3049	-0,3194	-0,2795	-0,6869	-0,3049	0,05696	-0,0097	-0,3049	-0,6562	-0,1472	-0,3337	-0,5468	
-0,3050	-0,3193	-0,2795	-0,6869	-0,3050	0,05696	-0,0099	-0,3050	-0,6562	-0,1474	-0,3337	-0,5468	
-0,3050	-0,3196	-0,2795	-0,6869	-0,3050	0,05696	-0,0103	-0,3050	-0,6562	-0,1479	-0,3337	-0,5468	
-0,3050	-0,3224	-0,2795	-0,6869	-0,3050	0,0570	-0,0114	-0,3050	-0,6562	-0,1492	-0,3337	-0,5468	
-0,3050	-0,3127	-0,2795	-0,6869	-0,3050	0,0570	-0,0152	-0,3050	-0,6562	-0,1563	-0,3337	-0,5468	
-0,3050	-0,3801	-0,2795	-0,6869	-0,3050	0,0570	-0,0608	-0,3050	-0,6562	-0,1851	-0,3337	-0,5468	
	3,7500			2,1094			2,5781			-8,4375		
Mik*	-0,1122	-0,2757	-0,1126	-0,0540	-0,1061	-0,1164	-0,0592	-0,097	-0,1739	-0,1061	-0,2000	
-0,1153	-0,3801	-0,9341	-0,4429	-0,1495	-0,2338	-0,1196	-0,4429	-0,2656	-0,5190	-0,2213	-0,2391	
-0,1363	-0,1419	-0,3127	-0,7686	-0,5235	-0,0373	-0,0298	-0,5235	-0,3073	-0,6005	-0,2561	-0,2626	
-0,1469	-0,1419	-0,3224	-0,7924	-0,5643	-0,028	-0,0139	-0,5643	-0,2933	-0,6598	-0,5790	-0,2444	
-0,1507	-0,1419	-0,3195	-0,7856	-0,5788	-0,0252	-0,0135	-0,5788	-0,2908	-0,6568	-0,5681	-0,2423	
-0,1520	-0,1419	-0,3195	-0,7851	-0,5838	-0,0243	-0,0135	-0,5838	-0,2898	-0,6558	-0,5663	-0,2415	
-0,1524	-0,1419	-0,3194	-0,7850	-0,5856	-0,024	-0,0135	-0,5856	-0,2895	-0,6558	-0,5657	-0,2413	
-0,1526	-0,1419	-0,3194	-0,7849	-0,5863	-0,024	-0,0135	-0,5863	-0,2894	-0,6559	-0,5654	-0,2412	
-0,1527	-0,1419	-0,3194	-0,7849	-0,5866	-0,0239	-0,0134	-0,5866	-0,2893	-0,6559	-0,5654	-0,2411	
-0,1528	-0,1419	-0,3194	-0,7848	-0,5868	-0,0239	-0,0134	-0,5868	-0,2893	-0,6559	-0,5653	-0,2411	
-0,1528	-0,1419	-0,3193	-0,7848	-0,5869	-0,0239	-0,0133	-0,5869	-0,2893	-0,6561	-0,5653	-0,2411	
-0,1528	-0,1419	-0,3193	-0,7848	-0,5869	-0,0239	-0,0133	-0,5869	-0,2893	-0,6561	-0,5653	-0,2411	
-0,1528	-0,1419	-0,3193	-0,7848	-0,5869	-0,0239	-0,0133	-0,5869	-0,2893	-0,6561	-0,5653	-0,2411	
-0,1528	-0,1420	-0,3193	-0,7848	-0,5869	-0,0239	-0,0133	-0,5869	-0,2893	-0,6561	-0,5653	-0,2411	
-0,1528	-0,1425	-0,3193	-0,7848	-0,5870	-0,0239	-0,0133	-0,5870	-0,2893	-0,6563	-0,5653	-0,2411	
-0,1528	-0,1372	-0,3193	-0,7848	-0,5870	-0,0239	-0,0133	-0,5870	-0,2893	-0,6563	-0,5653	-0,2411	
-0,1528	-0,164	-0,3193	-0,7848	-0,5870	-0,0239	-0,0133	-0,5870	-0,2893	-0,6563	-0,5653	-0,2411	
	3,7500			2,1094			2,5781			-8,4375		
Mik*	-0,1009	-0,3500	-0,1541	-0,0822	-0,1233	-0,1157	-0,0771	-0,0964	-0,2240	-0,0968	-0,1793	
-0,0832	-0,3401	-1,1809	-0,2631	-0,1071	-0,0975	-0,0857	-0,4214	-0,2283	-0,416	-0,1902	-0,1542	
-0,0931	-0,2682	-0,2846	-0,9882	-0,2943	-0,0042	-0,0038	-0,4713	-0,275	-0,1779	-0,5011	-0,2291	
-0,1061	-0,2682	-0,2955	-1,0260	-0,3354	0,01138	0,0007	-0,5372	-0,2565	-0,1779	-0,4675	-0,2188	
-0,113	-0,2682	-0,2944	-1,0223	-0,3572	0,01575	0,0007	-0,5721	-0,2526	-0,1768	-0,4604	-0,2195	
-0,1166	-0,2682	-0,2943	-1,0218	-0,3684	0,02261	0,0007	-0,5901	-0,2506	-0,1788	-0,4567	-0,2188	
-0,1183	-0,2682	-0,2943	-1,0217	-0,374	0,02416	0,0006	-0,5933	-0,2496	-0,1781	-0,4548	-0,2187	
-0,1192	-0,2682	-0,2942	-1,0216	-0,3769	0,02477	0,0005	-0,6037	-0,2491	-0,1783	-0,4540	-0,2187	
-0,1197	-0,2682	-0,2942	-1,0215	-0,3783	0,02504	0,0004	-0,6066	-0,2489	-0,1787	-0,4535	-0,2187	
-0,1199	-0,2682	-0,2942	-1,0215	-0,379	0,02516	0,0004	-0,6071	-0,2487	-0,1794	-0,4533	-0,2187	
-0,1201	-0,2682	-0,2942	-1,0214	-0,3794	0,02522	0,0004	-0,6078	-0,2487	-0,1807	-0,4532	-0,2187	
-0,1201	-0,2682	-0,2942	-1,0214	-0,3796	0,02525	0,0004	-0,6081	-0,2487	-0,1822	-0,4532	-0,2187	
-0,1201	-0,2689	-0,2942	-1,0214	-0,3797	0,02526	0,0004	-0,6083	-0,2486	-0,1829	-0,4531	-0,2187	
-0,1202	-0,2697	-0,2942	-1,0214	-0,3798	0,0253	0,0004	-0,6084	-0,2486	-0,1836	-0,4531	-0,2187	
-0,1202	-0,2713	-0,2942	-1,0214	-0,3798	0,0253	0,0004	-0,6084	-0,2486	-0,1843	-0,4531	-0,2187	
-0,1202	-0,2662	-0,2942	-1,0214	-0,3798	0,0253	0,0004	-0,6084	-0,2486	-0,1851	-0,4531	-0,2187	
-0,1202	-0,3116	-0,2942	-1,0214	-0,3798	0,0253	0,0004	-0,6084	-0,2486	-0,1938	-0,4531	-0,2187	
	3,7500			2,1094			2,5781			-8,4375		
Mik*	-0,0914	-0,3173	-0,1200	-0,0822	-0,096	-0,0777	-0,1416	-0,0648	-0,1579	-0,0648	-0,1264	
-0,0856	-0,3116	-1,0818	-0,4331	-0,1116	-0,1627	-0,0893	-0,6601	-0,1611	-0,4475	-0,1342	-0,1565	
-0,1124	-0,2548	-0,2662	-0,5889	-0,0229	-0,0333	-0,0183	-0,8672	-0,1402	-0,2097	-0,3895	-0,3552	
-0,1272	-0,2549	-0,2713	-0,9419	-0,6437	-0,0143	0,0121	-0,0208	-0,1118	-0,2098	-0,3279	-0,0984	
-0,1358	-0,2549	-0,2697	-0,9564	-0,6875	-0,0085	0,0120	-0,0123	-0,1079	-0,2099	-0,3033	-0,0901	
-0,1407	-0,2549	-0,2689	-0,9335	-0,7123	-0,0044	0,0120	-0,0064	-0,1055	-0,2100	-0,2864	-0,0859	
-0,1434	-0,2549	-0,2685	-0,9323	-0,7261	-0,002	0,0118	-0,0029	-0,1066	-0,2102	-0,2792	-0,0838	
-0,1449	-0,2549	-0,2683	-0,9317	-0,7337	-0,0007	0,0116	-0,0001	-0,1182	-0,2099	-0,2754	-0,0826	
-0,1457	-0,2549	-0,2683	-0,9314	-0,7378	7E-06	0,0111	1E-05	-0,1245	-0,2098	-0,2734	-0,082	
-0,1462	-0,2550	-0,2682	-0,9313	-0,7401	0,00038	0,0109	0,00056	-0,1280	-0,2130	-0,2723	-0,0817	
-0,1464	-0,2551	-0,2682	-0,9312	-0,7413	0,00059	0,0109	0,00047	-0,1298	-0,2157	-0,2718	-0,0815	
-0,1466	-0,2551	-0,2682	-0,9312	-0,7419	0,00069	0,0106	0,00055	-0,1308	-0,2197	-0,2715	-0,0814	
-0,1466	-0,2555	-0,2682	-0,9312	-0,7423	0,00075	0,0106	0,0006	-0,1314	-0,2290	-0,2713	-0,0814	
-0,1467	-0,2560	-0,2682	-0,9311	-0,7425	0,0008	0,0106	0,00062	-0,1317	-0,2388	-0,2712	-0,0814	
-0,1467	-0,2565	-0,2682	-0,9311	-0,7426	0,0008	0,0102	0,00064	-0,1318	-0,2469	-0,2712	-0,0814	
-0,1467	-0,2573	-0,2682	-0,9311	-0,7426	0,00081	0,0102	0,00065	-0,1319	-0,2556	-0,2712	-0,0814	
-0,1467	-0,2715	-0,2682	-0,9311	-0,7426	0,00081	0,0102	0,00065	-0,1319	-0,2739	-0,2712	-0,0814	
	3,7500			2,1094			2,5781			-8,4375		
Mik*	-0,0791	-0,2745	-0,0912	-0,1330	-0,073	-0,0576	-0,1600	-0,048	-0,1098	-0,1500	-0,2402	
-0,0517	-0,5036	-0,9438	-0,2152	-0,0915	-0,2033	-0,0732	-0,3151	-0,1185	-0,4821	-0,0988	-0,1412	
-0,0836	-0,4767	-0,8935	-0,3482	-0,0379	-0,0843	-0,0303	-0,5098	-0,1122	-0,4563	-0,0935	-0,2284	
-0,0999	-0,4752	-0,8907	-0,4162	-0,0342	-0,0742	-0,0123	-0,6094	-0,097	-0,3943	-0,0808	-0,2731	
-0,1086	-0,4742	-0,8888	-0,4522	-0,0347	-0,0744	-0,0037	-0,6621	-0,0878	-0,3569	-0,0791	-0,2967	
-0,1134	-0,4734	-0,8872	-0,4725	-0,0347	0,00028	0,00006	-0,6919	-0,0824	-0,3352	-0,0687	-0,3100	
-0,1162	-0,4728	-0,8862	-0,4840	-0,0342	0,00051	0,00042	-0,7086	-0,0794	-0,3228	-0,0661	-0,3175	
-0,1178	-0,4725	-0,8856	-0,4905	0,00008	0,00031	0,00046	-0,7181	-0,0776	-0,3158	-0,0647	-0,3218	
-0,1186	-0,4723	-0,8853	-0,4941	0,00708	0,00174	0,00567	-0,7234	-0,0767	-0,3118	-0,0639	-0,3242	
-0,1191	-0,4722	-0,8851	-0,4961	0,00764	0,00198	0,00611	-0,7263	-0,0761	-0,3096	-0,0634	-0,3255	
-0,1194	-0,4722	-0,8850	-0,4972	0,00794	0,00217	0,0064	-0,7279	-0,0758	-0,3084	-0,0632	-0,3262	
-0,1195	-0,4722	-0,8849	-0,4978	0,00811	0,0023	0,0065	-0,7288	-0,0757	-0,3078	-0,0631	-0,3266	

**Anexo M: MOMENTOS FINALES CARGA MUERTA.**

Columnas	Momento
M1-5	-1,1833
M2-6	-0,2683
M3-7	-1,1196
M4-8	2,6494
M5-1	-1,2231
M5-9	-0,9333
M6-2	-0,3012
M6-10	-0,6481
M7-3	-0,9330
M7-11	-1,8834
M8-4	2,3790
M8-12	3,6633
M9-5	-0,7559
M9-13	-0,9767
M10-6	-0,5973
M10-14	-0,3331
M11-7	-1,4839
M11-15	-1,6926
M12-8	2,6386
M12-16	3,0266
M13-9	-0,9507
M13-17	-0,9379
M14-10	-0,3554
M14-18	-0,7282
M15-11	-1,4174
M15-19	-1,8840
M16-12	2,6991
M16-20	3,6588
M17-13	-0,9246
M17-21	-1,0640
M18-14	-0,7173
M18-22	-0,4616
M19-15	-1,8226
M19-23	-1,3439
M20-16	3,3557
M20-24	3,4278
M21-17	-0,5918
M22-18	-0,4800
M23-19	-1,0368
M24-20	1,5504

Vigas	Momento
M1-2	1,1833
M2-1	-3,0729
M2-3	3,3412
M3-2	-5,1730
M3-4	6,2926
M4-3	-2,6494
M5-6	2,1565
M6-5	-4,5826
M6-7	5,5319
M7-6	-6,4571
M7-8	9,2735
M8-7	-6,0423
M9-10	1,7325
M10-9	-4,7208
M10-11	5,6512
M11-10	-6,3364
M11-12	9,5129
M12-11	-5,6652
M13-14	1,8885
M14-13	-4,6795
M14-15	5,7630
M15-14	-6,0540
M15-16	9,3553
M16-15	-6,3579
M17-18	1,9885
M18-17	-4,6183
M18-19	5,7971
M19-18	-6,0038
M19-20	9,1701
M20-19	-6,7835

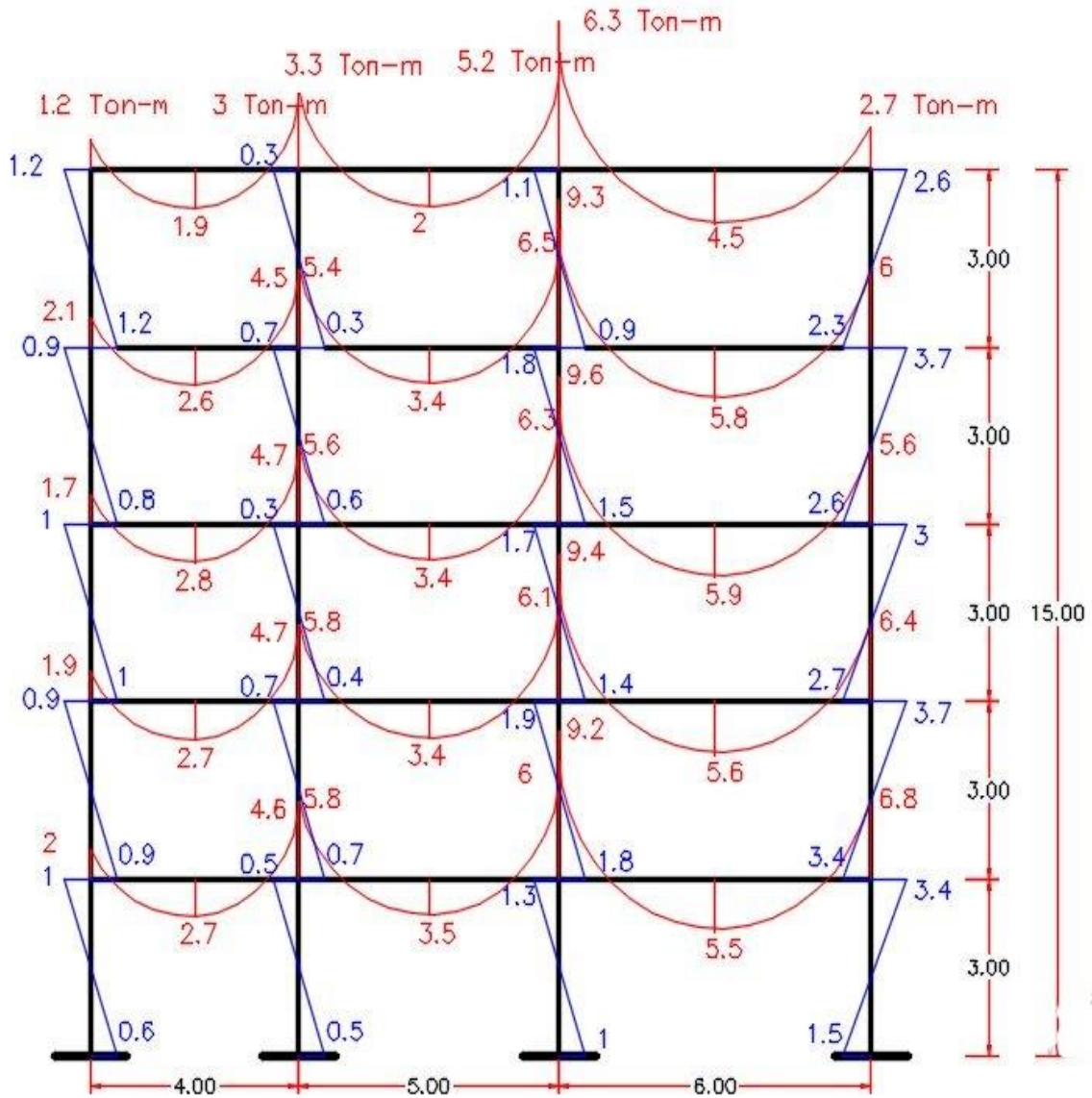
**Anexo N: MOMENTOS FINALES CARGA VIVA.**

Columnas	Momento
M1-5	-0,5353
M2-6	-0,1084
M3-7	-0,5315
M4-8	1,2473
M5-1	-0,4783
M5-9	-0,2900
M6-2	-0,1276
M6-10	-0,2212
M7-3	-0,3941
M7-11	-0,5670
M8-4	0,9279
M8-12	1,1409
M9-5	-0,2421
M9-13	-0,3279
M10-6	-0,1990
M10-14	-0,1076
M11-7	-0,4686
M11-15	-0,5820
M12-8	0,8469
M12-16	1,0249
M13-9	-0,3178
M13-17	-0,3123
M14-10	-0,1171
M14-18	-0,2439
M15-11	-0,4785
M15-19	-0,6233
M16-12	0,9060
M16-20	1,2157
M17-13	-0,3081
M17-21	-0,3547
M18-14	-0,2395
M18-22	-0,1535
M19-15	-0,6058
M19-23	-0,4493
M20-16	1,1171
M20-24	1,1437
M21-17	-0,1973
M22-18	-0,1598
M23-19	-0,3463
M24-20	0,5173

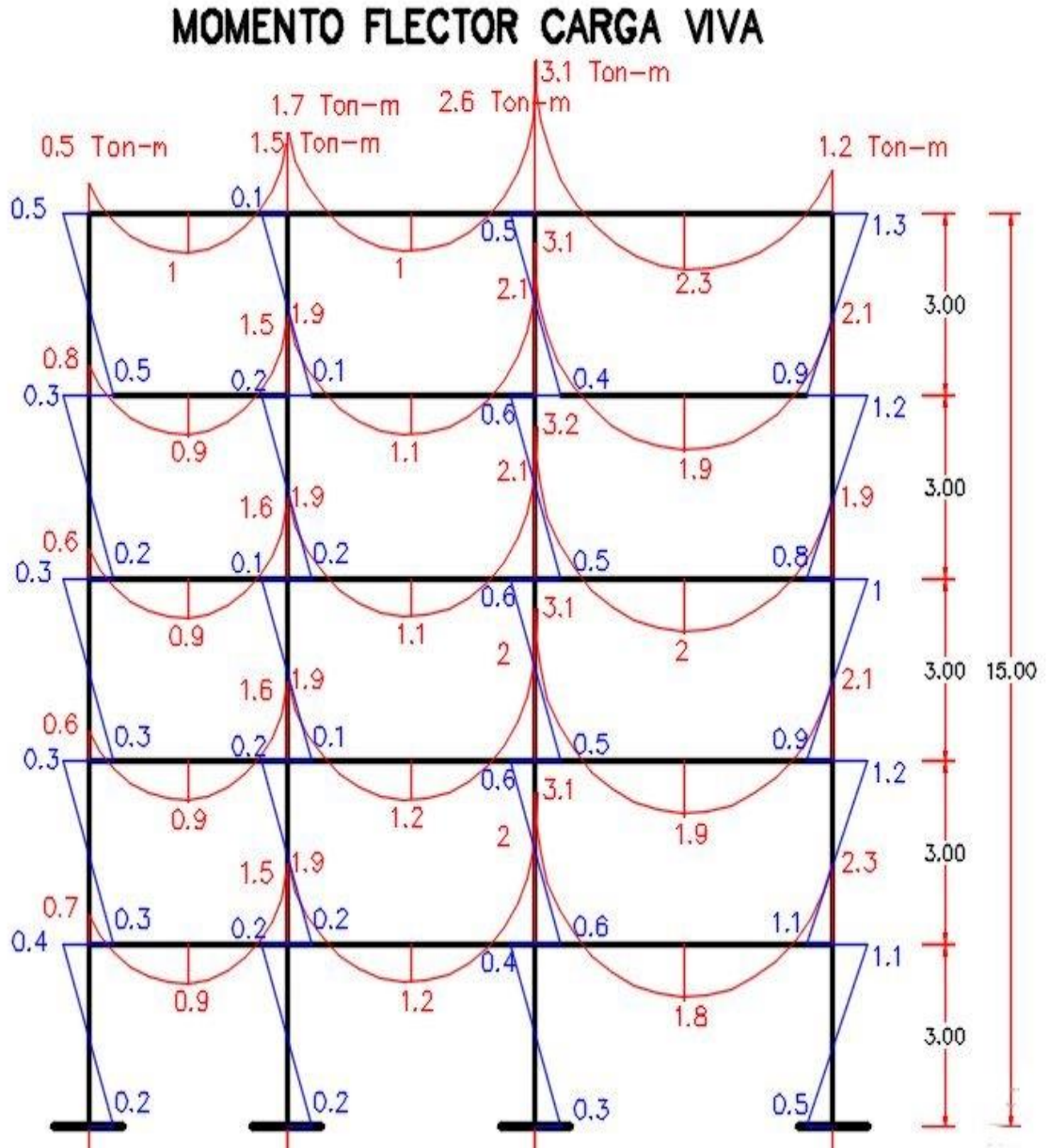
Vigas	Momento
M1-2	0,5353
M2-1	-1,5525
M2-3	1,6609
M3-2	-2,6253
M3-4	3,1567
M4-3	-1,2473
M5-6	0,7683
M6-5	-1,5068
M6-7	1,8556
M7-6	-2,1227
M7-8	3,0837
M8-7	-2,0688
M9-10	0,5700
M10-9	-1,5746
M10-11	1,8812
M11-10	-2,1217
M11-12	3,1723
M12-11	-1,8718
M13-14	0,6301
M14-13	-1,5602
M14-15	1,9212
M15-14	-2,0166
M15-16	3,1184
M16-15	-2,1217
M17-18	0,6628
M18-17	-1,5394
M18-19	1,9323
M19-18	-2,0015
M19-20	3,0567
M20-19	-2,2608

**Anexo O: DIAGRAMA DE MOMENTO FLECTOR CARGA MUERTA.**

**MOMENTO FLECTOR CARGA MUERTA**

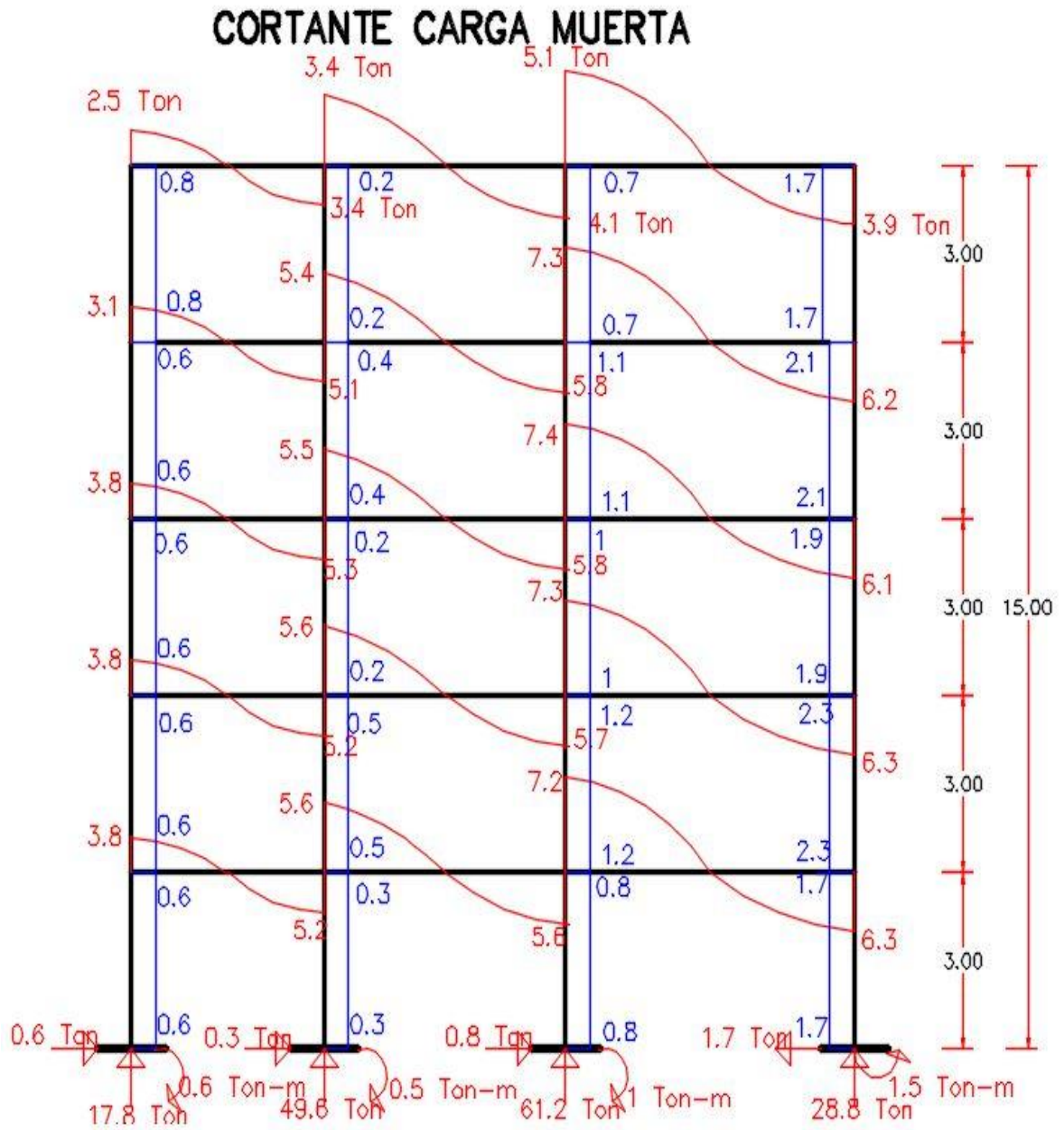


Anexo P: DIAGRAMA DE MOMENTO FLECTOR CARGA VIVA



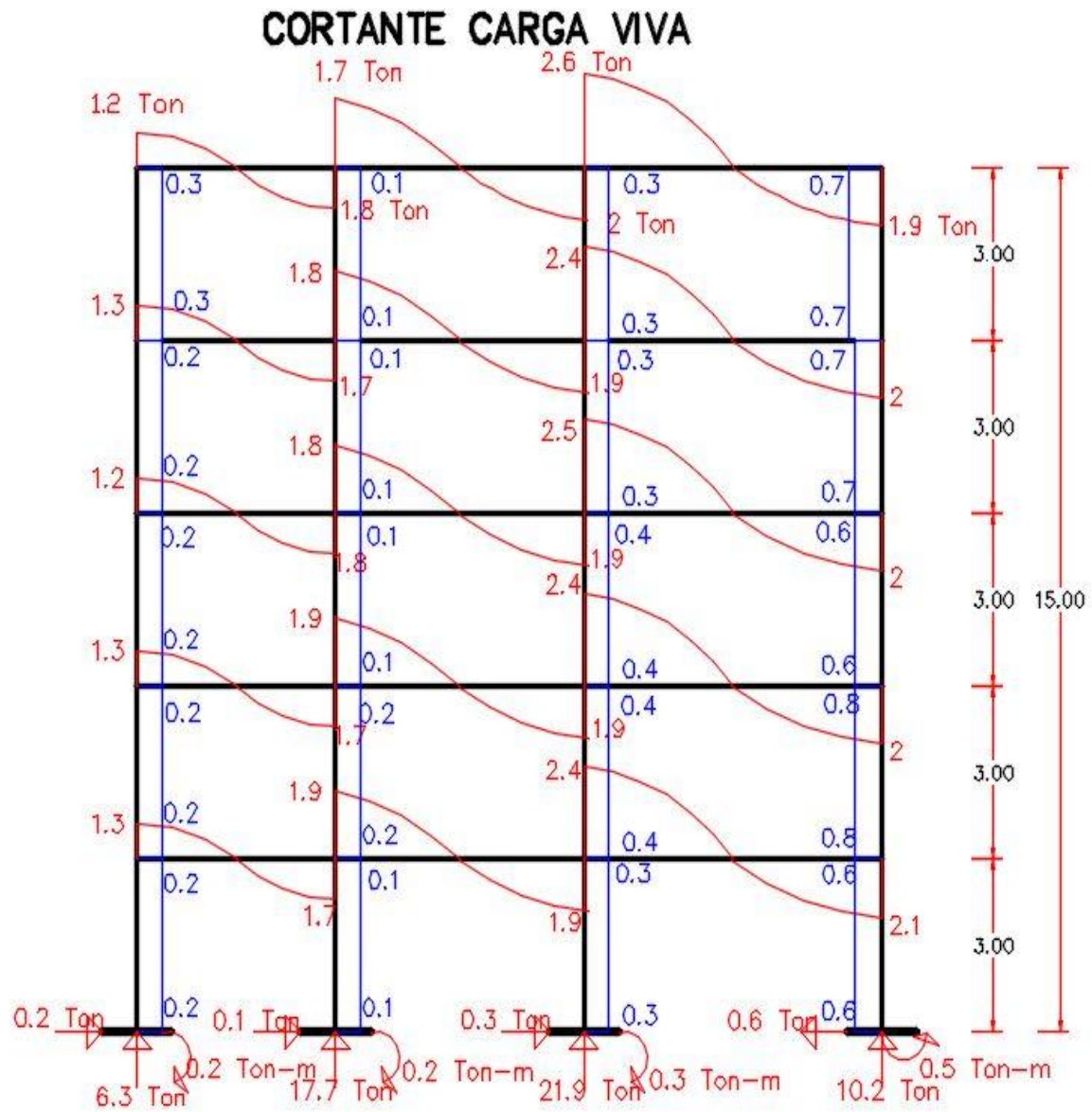


**Anexo Q: DIAGRAMA DE CORTANTE CARGA MUERTA.**

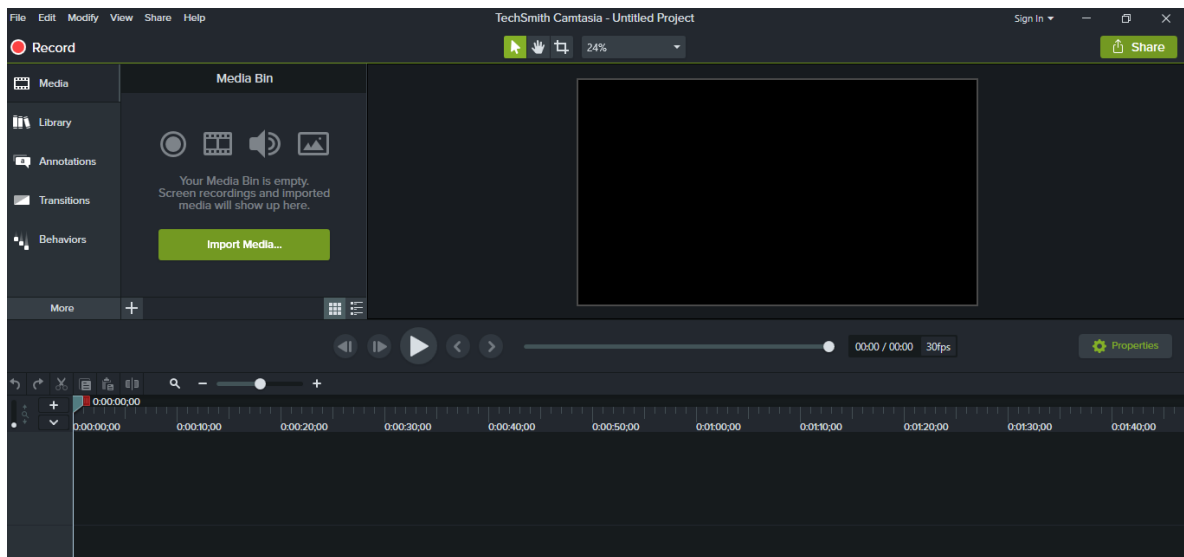
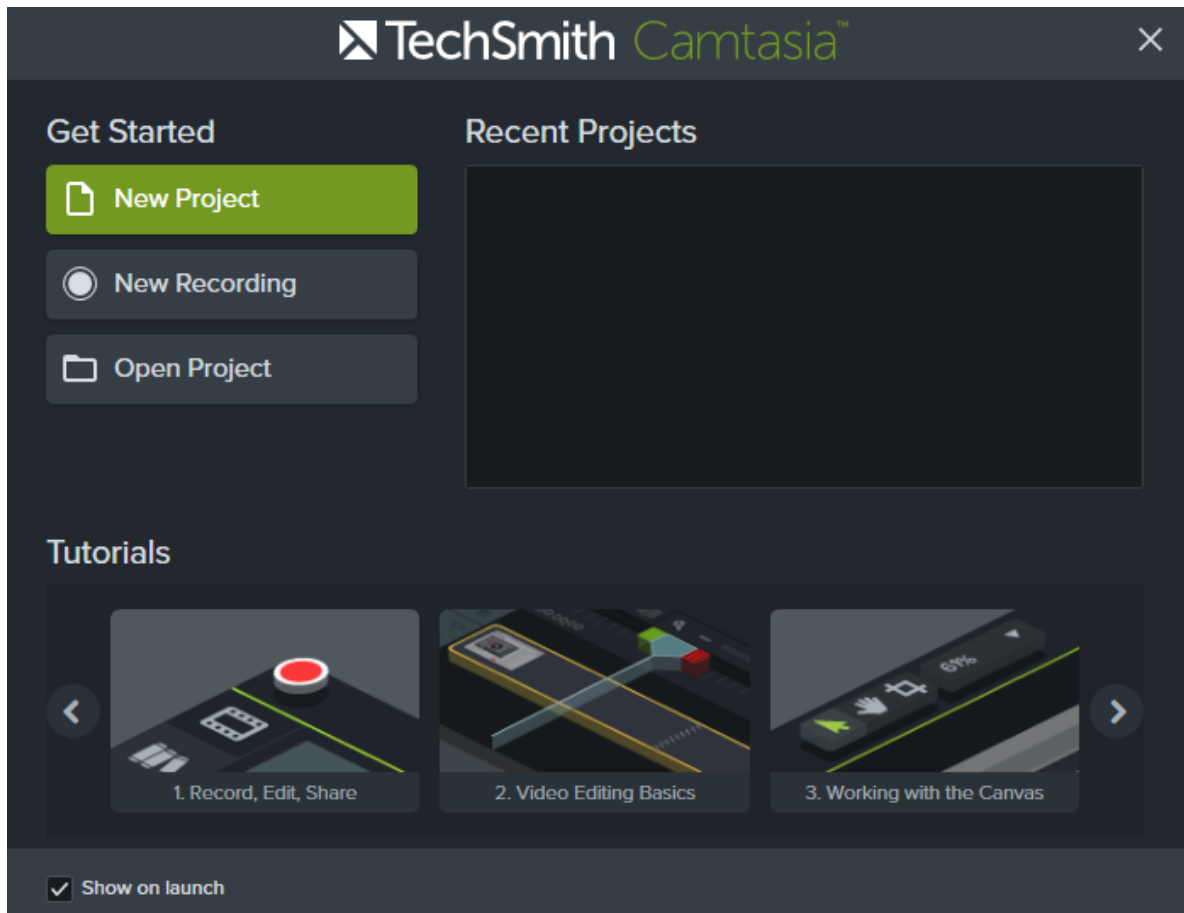




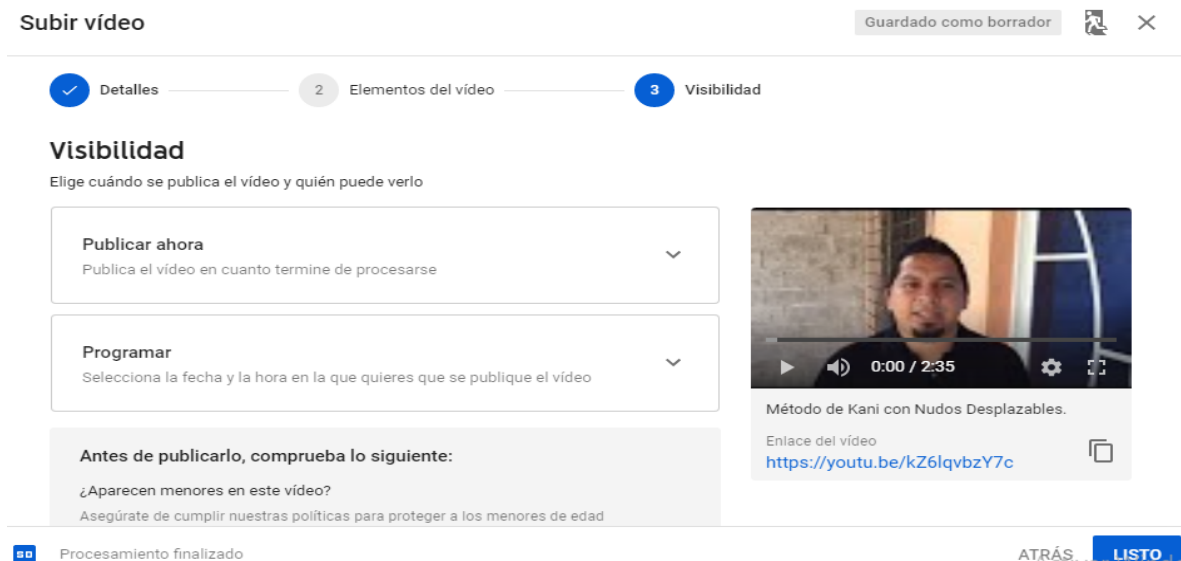
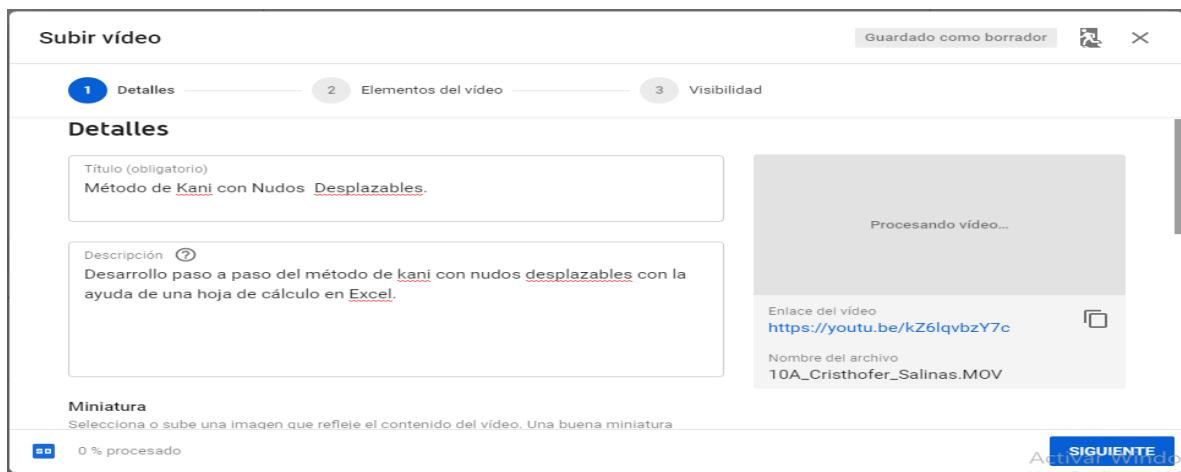
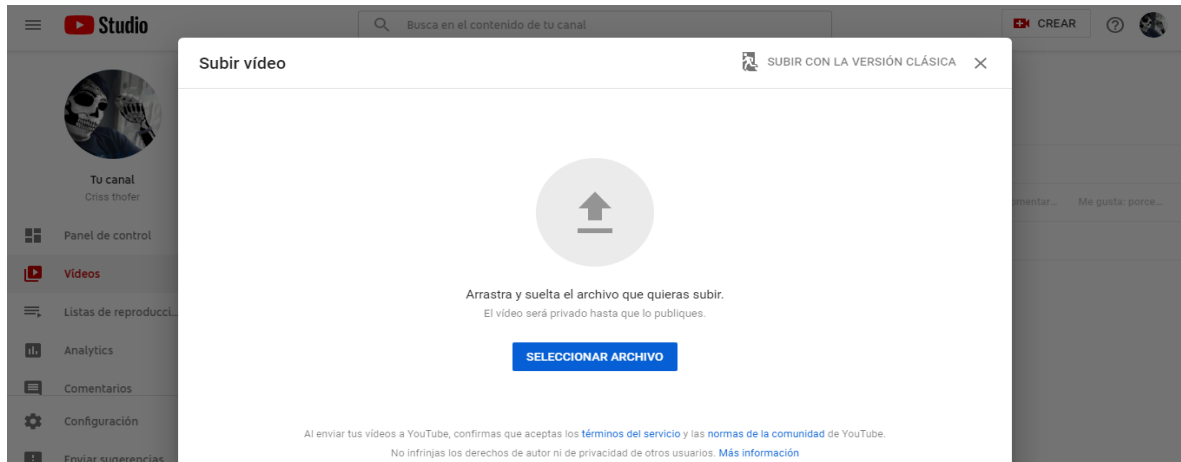
**Anexo R: DIAGRAMA DE CORTANTE CARGA VIVA.**



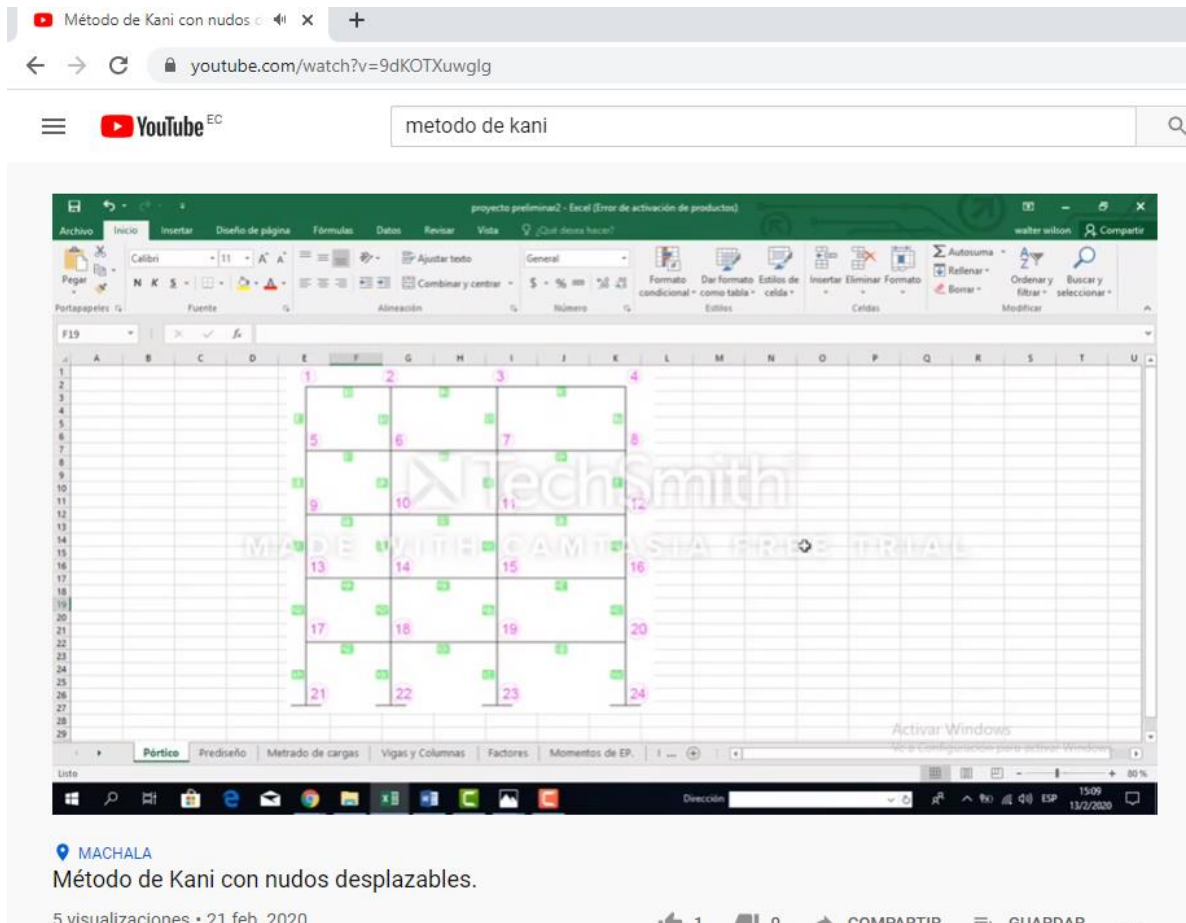
## Anexo S: INTERFAZ DEL PROGRAMA CAMTASIA.



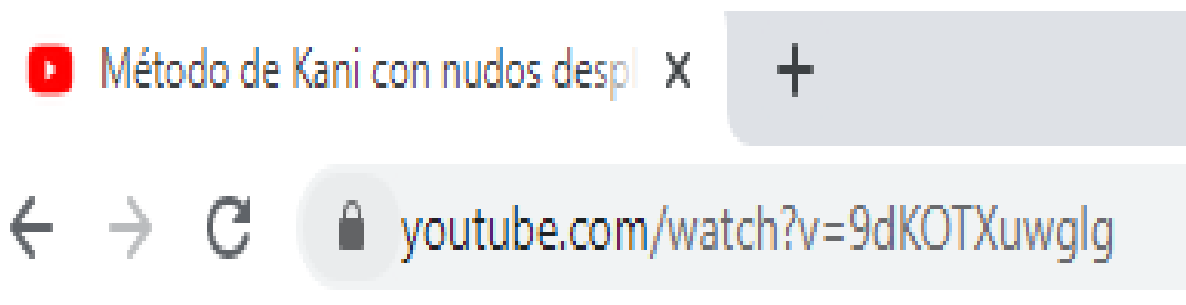
## Anexo T: INTERFAZ DE YOUTUBE PARA SUBIR EL VIDEO.



## Anexo U: Link del Video.



The screenshot shows a YouTube video player. The video title is "Método de Kani con nudos desplazables." The video content is a screen recording of Microsoft Excel. The Excel spreadsheet shows a grid with nodes numbered 1 through 24. The nodes are arranged in a 4x6 grid. The nodes are numbered as follows: Row 1: 1, 2, 3, 4; Row 2: 5, 6, 7, 8; Row 3: 9, 10, 11, 12; Row 4: 13, 14, 15, 16; Row 5: 17, 18, 19, 20; Row 6: 21, 22, 23, 24. The video player interface includes the YouTube logo, a search bar with "metodo de kani", and video controls. The video has 5 visualizations and was uploaded on Feb 21, 2020.



The thumbnail for the video shows the YouTube logo, the video title "Método de Kani con nudos despl", and the URL "youtube.com/watch?v=9dKOTXuwglg".