

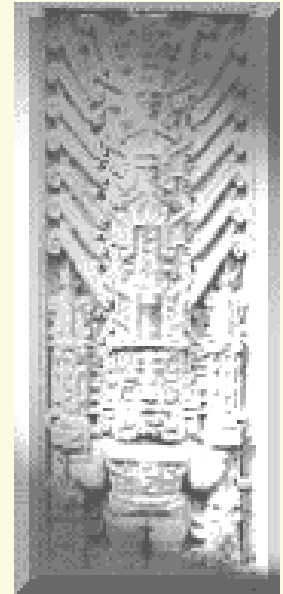
# ANALISIS AVANZADO Y NORMAS VIGENTES DE CONCRETO ARMADO Y ALBAÑILERIA ESTRUCTURAL

# OBJETIVO GENERAL

---

## OBJETIVO

- Con la base de los conceptos y aplicaciones del análisis y diseño estructural, se busca plantear algunos aspectos que permitan repasar y actualizar conocimientos en esta temática, buscando el desarrollo y el intercambio de experiencias de los participantes

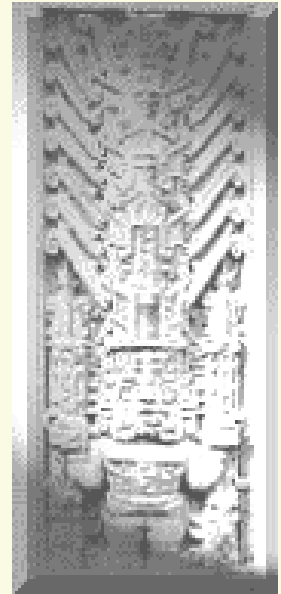


# OBJETIVO GENERAL

---







## OBJETIVO

- Revisar el análisis estructural así como el comportamiento de los elementos de hormigón armado frente a diferentes tipos de solicitaciones. Tratar los principios básicos para diseñar los casos más usuales de elementos estructurales y tipos de solicitaciones que se presentan en el diseño de estructuras de hormigón armado. También se tratarán elementos fundamentales para el diseño de edificios de albañilería armada.



# CONTENIDO

---

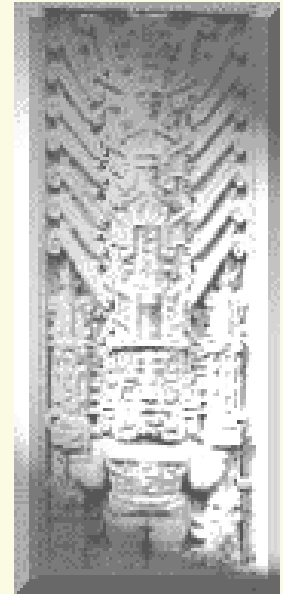
- |   |   |                 |
|---|---|-----------------|
|  | <b>1. INTRODUCCIÓN – ANÁLISIS ESTRUCTURAL</b> | <b>2horas</b>   |
|  | <b>2. ANÁLISIS DINAMICO DE EDIFICIOS</b>      | <b>2 horas</b>  |
|  | <b>3. DISEÑO DE VIGAS. DISEÑO DE LOSAS.</b>   | <b>2horas</b>   |
|  | <b>4. DISEÑO DE COLUMNAS. DISEÑO DE MUROS</b> | <b>2 horas</b>  |
|  | <b>5. ALBAÑILERIA ARMADA Y CONFINADA</b>      | <b>2 horas</b>  |
|  | <b>6. EVALUACIÓN</b>                          | <b>1/2 hora</b> |

# ANALISIS ESTATICO

---

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Revisar los conceptos del análisis de estructuras
- Tratar los aspectos propios del análisis estático de estructuras
- Comentarios y observaciones



## **La estática y el Análisis Dinámico**

Se usan los análisis estático y dinámicos para determinar la respuesta de la estructura a los varios tipos de cargas

### **. Los Temas básicos**

- . La apreciación global
- . Las combinaciones de cargas para el análisis
- . El Análisis estático

.











# El Análisis estático

---

El análisis estático de una estructura involucra la solución del sistema de ecuaciones lineales representada por:

$$\mathbf{r} = \mathbf{K} \mathbf{u}$$

donde

*$\mathbf{K}$  es la matriz de rigidez,*

*$\mathbf{r}$  es el vector de cargas aplicadas, y*

*$\mathbf{u}$  es el vector de los desplazamientos resultantes.*

Vea Bate y Wilson (1976).

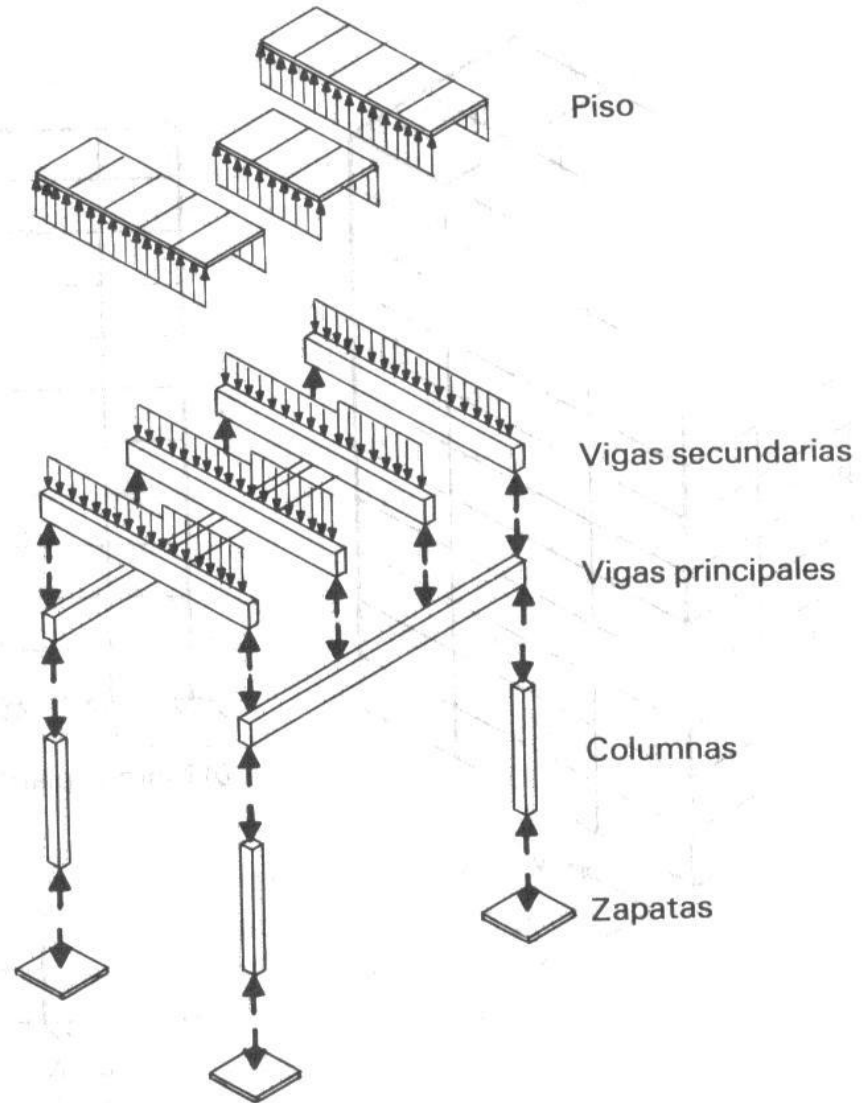
Para cada Caso de Carga que usted define, generalmente los programas crean el vector de carga  $\mathbf{r}$  automáticamente y resuelve para los desplazamientos estáticos  $\mathbf{u}$ .

.

## ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Estructura la diferenciamos y estudiamos el comportamiento de las partes que la constituyen.

Però la evaluación de la estructura como un todo es necesaria. Considerar los aspectos de estabilidad global, con los factores de seguridad al volteo y al deslizamiento.



Modelo para análisis

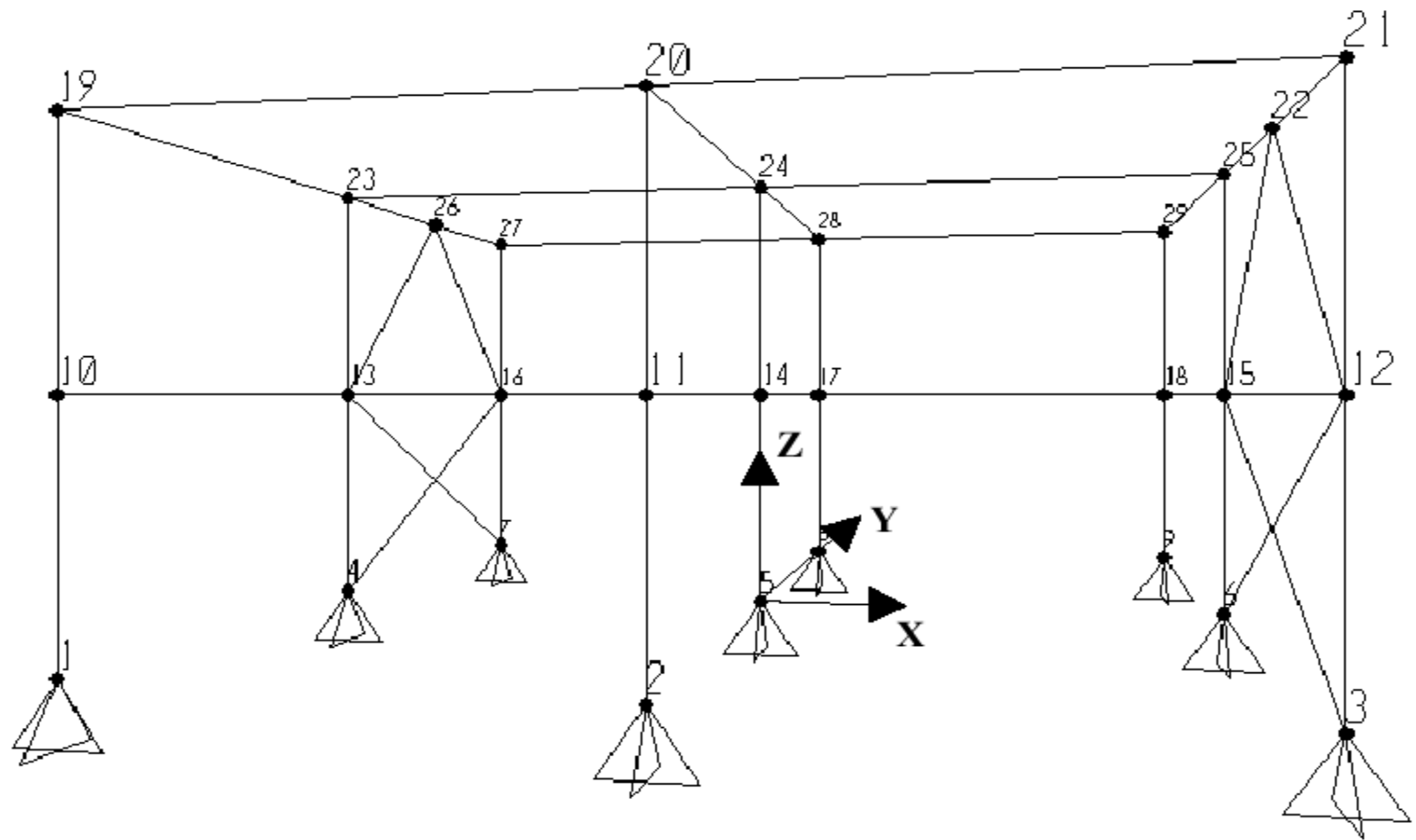
## Los nudos y los Grados de libertad

---

Los nudos juegan un papel fundamental en el análisis de cualquier estructura. Los nudos son los puntos de conexión entre los elementos, y ellos son las ubicaciones iniciales de la estructura en la que los desplazamientos son conocidos o serán determinados. Los componentes del desplazamiento (las traslaciones y rotaciones) en los nudos se llaman **grados de libertad**.

### Temas relacionados

- . La apreciación del La global
- . Consideraciones en el modelo
- . El Sistema de Coordenadas locales
- . El grados de libertad
- . Las restricciones y las Reacciones
- . Resortes
- . Las masas
- . Las Cargas nodales



**Perspective View Showing Joint Labels**

**Los nudos**, también son conocidos como **puntos nodales** o **nodos**, son una parte fundamental de cada modelo estructural. Los nodos realizan una variedad de funciones:

---

- . Todos los elementos se conectan a la estructura (y entre ellos) a través de los nudos.
- . La estructura está soportada en los nodos que usan restricciones y/o apoyos tipo resorte.
- Pueden especificarse conducta del cuerpo- rígido y condiciones de simetría usando restricciones que aplican a los nudos
- Pueden aplicarse cargas concentradas a los nudos
- Masas concentradas pueden ser aplicadas mediante los nudos
- Todos cargan y masas aplicadas a los elementos realmente se transfiere a las juntas
- Los nudos son las situaciones primarias en la estructura en que los desplazamientos están conocidos (los apoyos) o será determinados



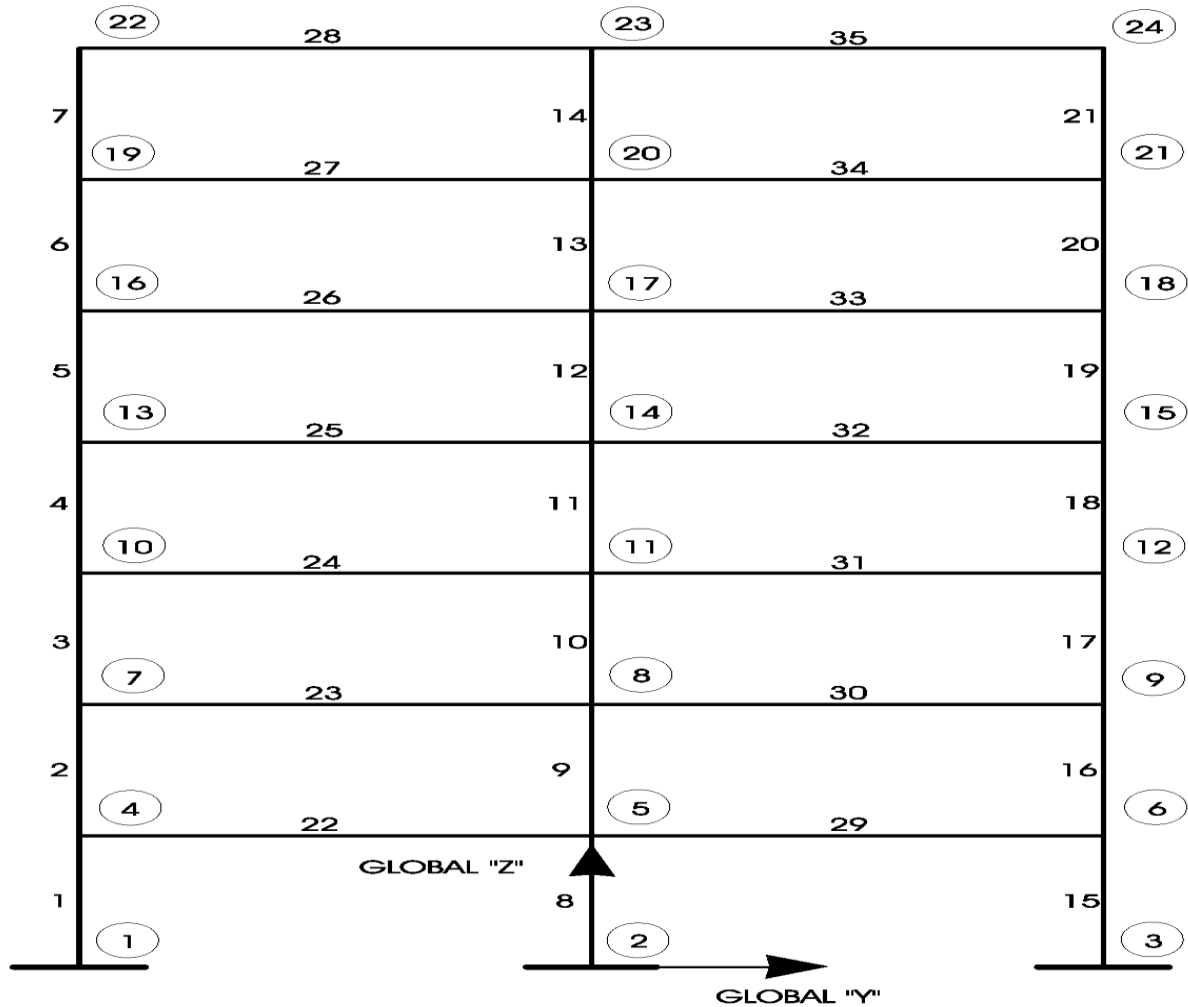
# Consideraciones Modelación Estructural

---

La situación de los nudos y elementos es crítica, determinando la exactitud del el modelo estructural. Algunos de los factores que usted necesita considerar al definir los elementos (y de las juntas) para la estructura son:

- El número de elementos debe ser suficiente describir la geometría de la estructura. Para las líneas rectas y bordes, un elemento es adecuado. Para las curvas y las superficies curvadas, un elemento debe usarse para cada arco de  $15^\circ$  o menos.
- Los límites del elemento, y los nudos, debe localizarse a los puntos, las líneas, y las superficies de discontinuidad:
  - . Los límites estructurales, ej., esquinas y bordes
  - . Cambios en las propiedades de los materiales
  - . Los cambios en el espesor y otras propiedades geométricas
  - . Los puntos de soporte (restricciones y resortes)





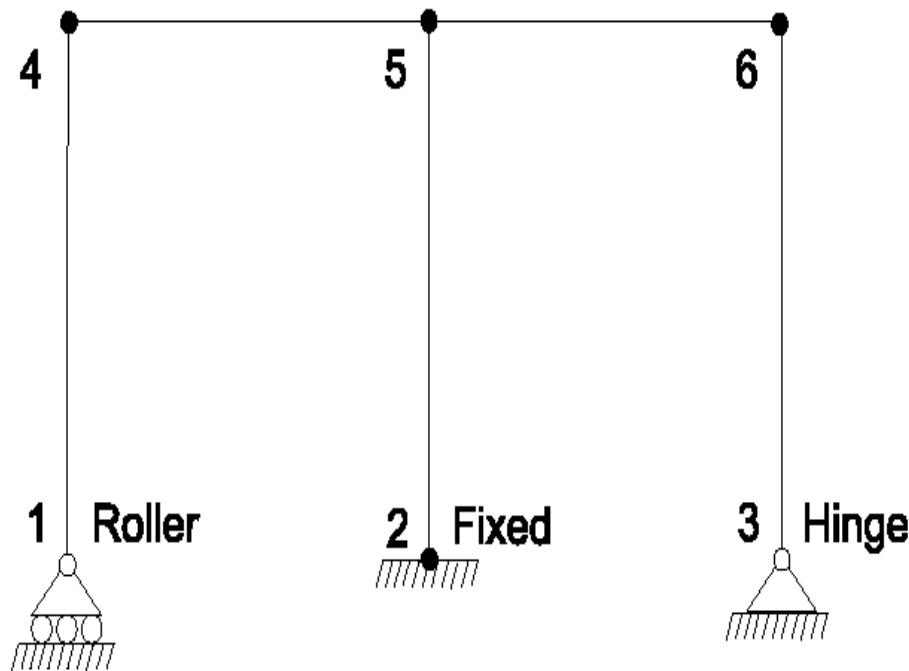
(21) JOINT NUMBER  
 21 ELEMENT NUMBER

*Two-dimensional Frame Example Model*

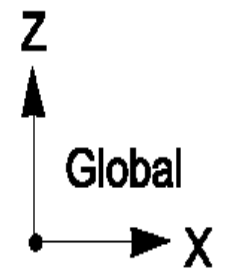
# Consideraciones Modelación Estructural

---

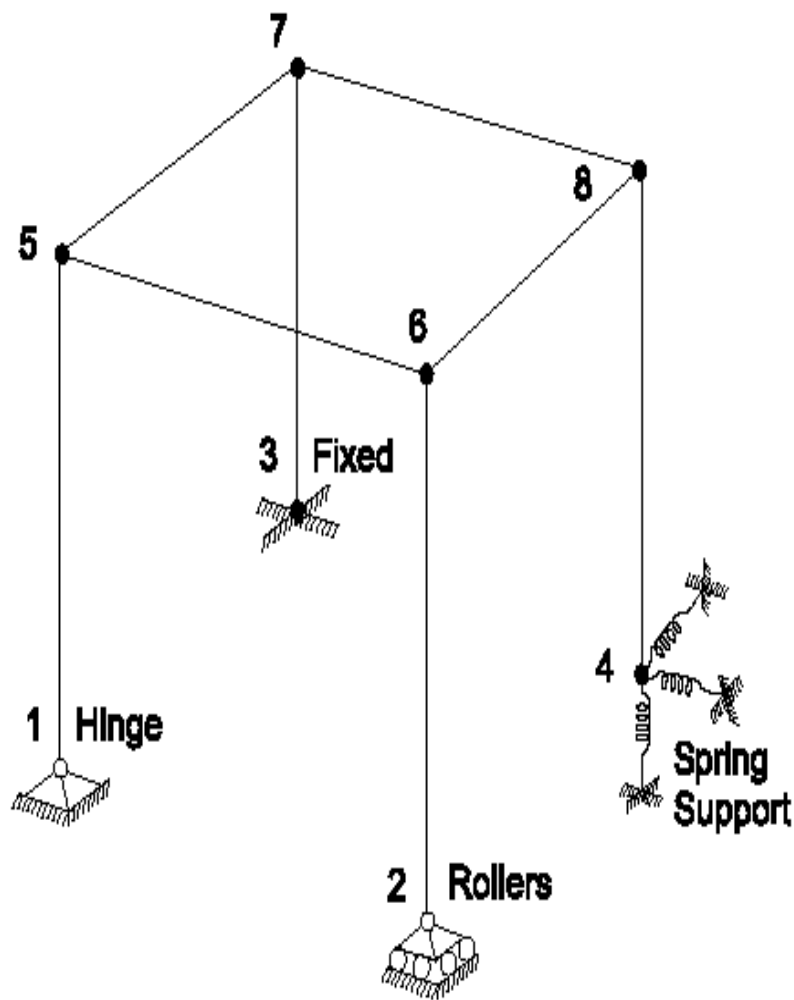
- . Los nudos son los medios de la aplicación de cargas concentradas, sólo en los elementos del tipo FRAME se puede colocar cargas concentradas aplicadas dentro de su tramo
- . En regiones que tienen grandes pendientes de tensión, esto es, dónde las tensiones están cambiando rápidamente, una malla de elemento de Cáscara (shell) debe refinarse usando elementos pequeños y nudos cercanamente espaciados. Esto puede requerir cambiar la malla luego efectuando varios análisis consecutivos.
- . Más de un elemento debe usarse para modelar la longitud del cualquier tramo para el que el comportamiento dinámica es importante . Esto se requiere porque la masa siempre se concentra en los nudos, aun cuando sea distribuida en los elementos.



<u>Joint</u>	<u>Restraints</u>
All	U3, R1, R2
1	U2
2	U1, U2, R3
3	U1, U2

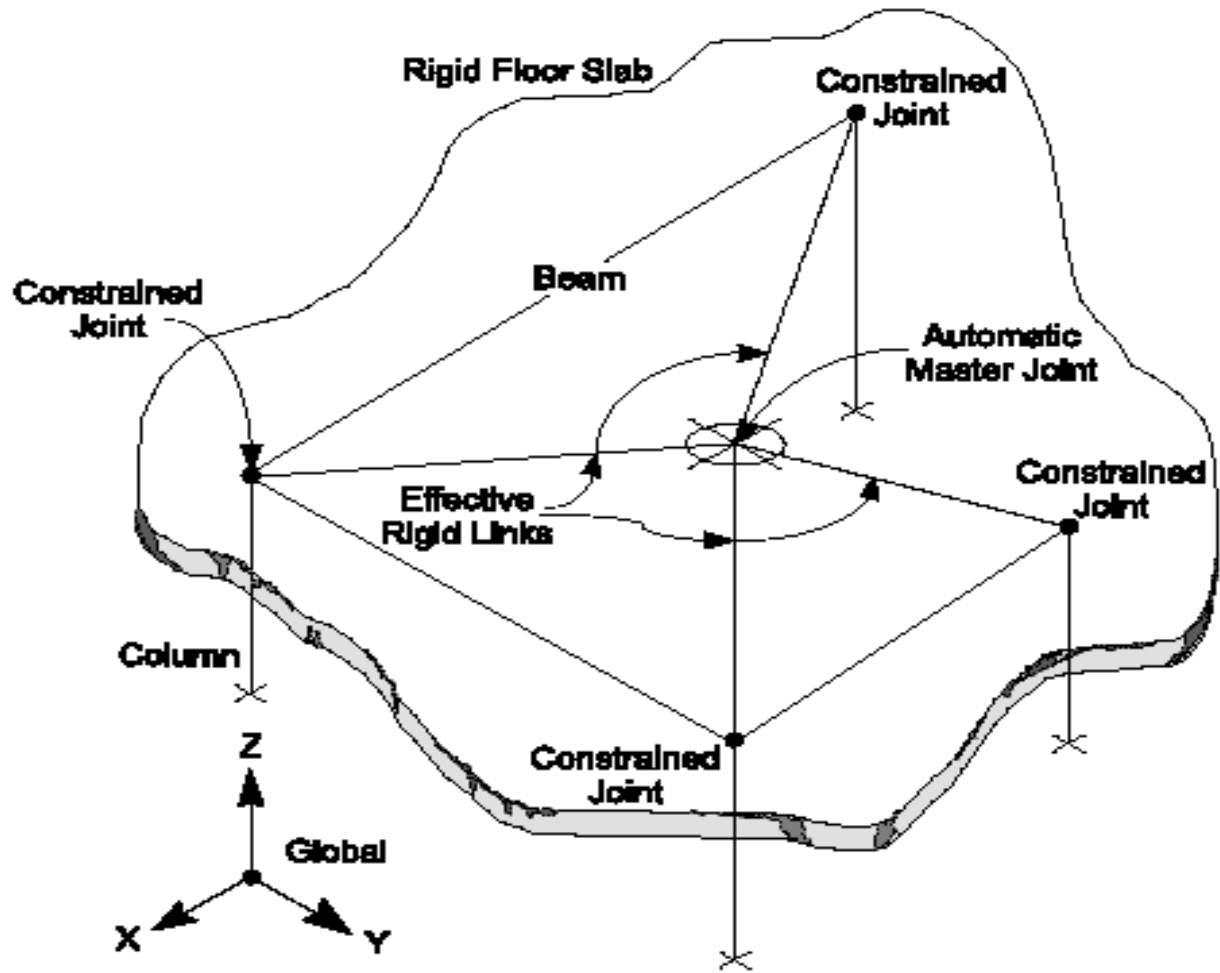


2-D Frame Structure, X-Z plane



<u>Joint</u>	<u>Restrains</u>
1	U1, U2, U3
2	U3
3	U1, U2, U3, R1, R2, R3
4	None

**3-D Frame Structure**



*Use of the Diaphragm Constraint to Model a Rigid Floor Slab*

# The Frame

---

The Frame, elemento de uso general, tridimensional, formulación de viga-columna que incluye los efectos de flexión del biaxial, la torsión, deformación axial, y las deformaciones por cortante biaxial. Ver Bathe and Wilson (1976).

Estructuras que pueden modelarse con este elemento incluyen:

- Los marcos tridimensionales
- Los reticulados tridimensionales
- pórticos planos
- Parrilas planas
- Reticulados planos

# The Frame

---

Frame: el elemento se plantea como una línea recta que conecta dos nudos. Cada elemento tiene su propio sistema de coordenadas locales permitiendo definir propiedades de la sección y cargas, e interpretar los resultados.

Cada elemento puede cargarse por su propio peso , el múltiples cargas concentradas , y múltiples cargas distribuidas.

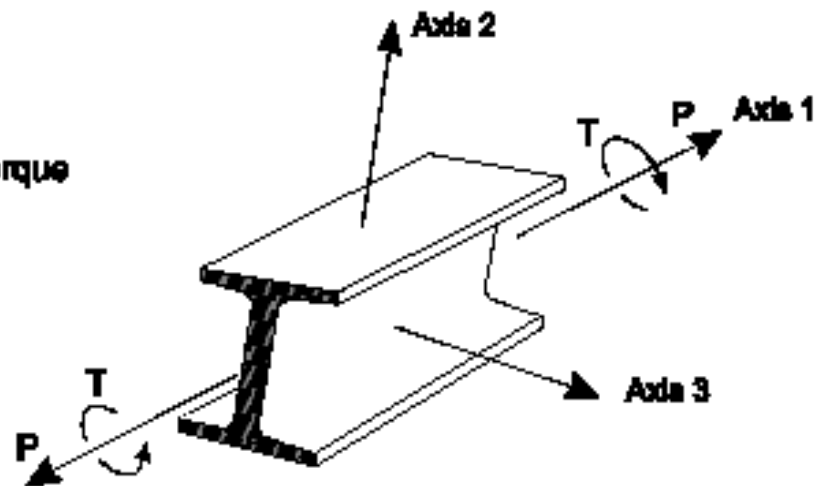
**End offsets** están disponibles para tomar en cuenta el tamaño finito de intersecciones viga - columna.

**End releases** también está disponible para modelar diferente condiciones de libertad de los extremos del elemento.

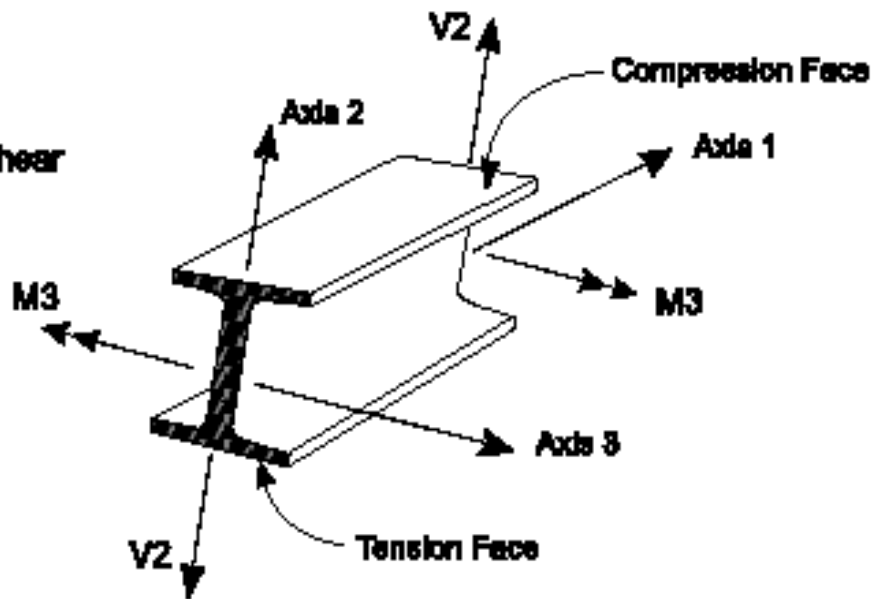
Se producen las fuerzas interiores en los extremos de cada elemento y a un número especificado por el usuario de estaciones de salida de datos igualmente-espaciadas a lo largo de la longitud del elemento.

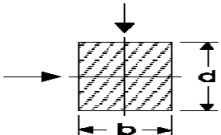
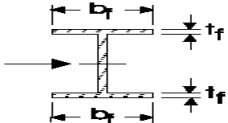
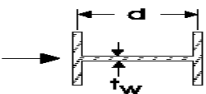
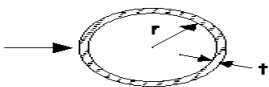

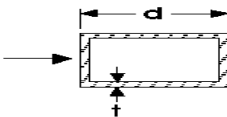
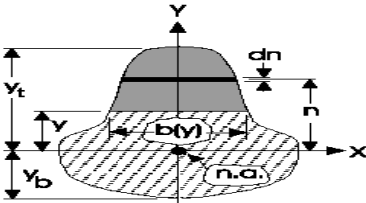


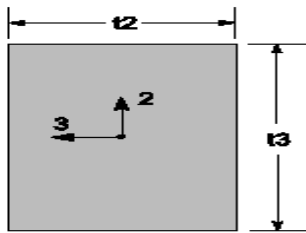
Positive Axial Force and Torque



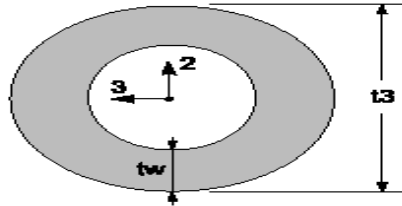
Positive Moment and Shear  
In the 1-2 Plane



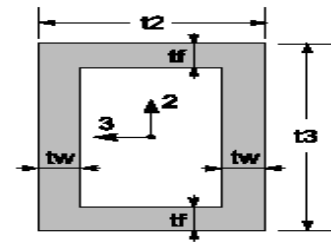
Section	Description	Effective Shear Area
	<p>Rectangular Section Shear Forces parallel to the b or d directions</p>	$\frac{5}{6} bd$
	<p>Wide Flange Section Shear Forces parallel to flange</p>	$\frac{5}{3} t_f b_f$
	<p>Wide Flange Section Shear Forces parallel to web</p>	$t_w d$
	<p>Thin Walled Circular Tube Section Shear Forces from any direction</p>	$\pi r t$
	<p>Solid Circular Section Shear Forces from any direction</p>	$0.9 \pi r^2$
	<p>Thin Walled Rectangular Tube Section Shear Forces parallel to d-direction</p>	$2 t d$
	<p>General Section Shear Forces parallel to Y-direction <math>I_x =</math> moment of inertia of section about X-X <math>Q(Y) = \int_y^{y_t} n b(n) dn</math></p>	$\frac{I_x^2}{\int_{y_b}^{y_t} \frac{Q^2(y)}{b(y)} dy}$



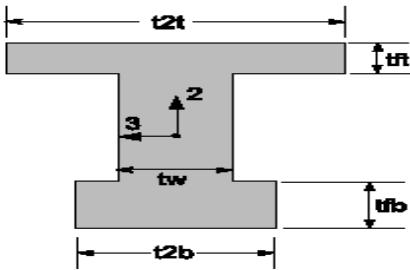
**SH = R**



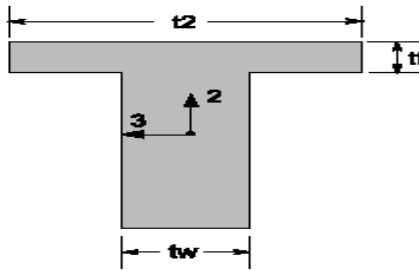
**SH = P**



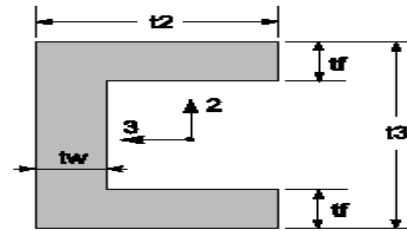
**SH = B**



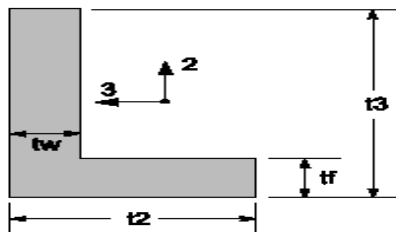
**SH = I**



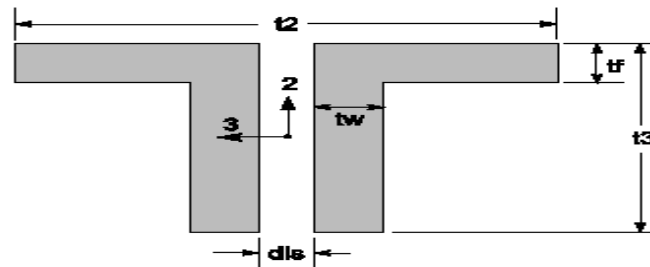
**SH = T**



**SH = C**



**SH = L**



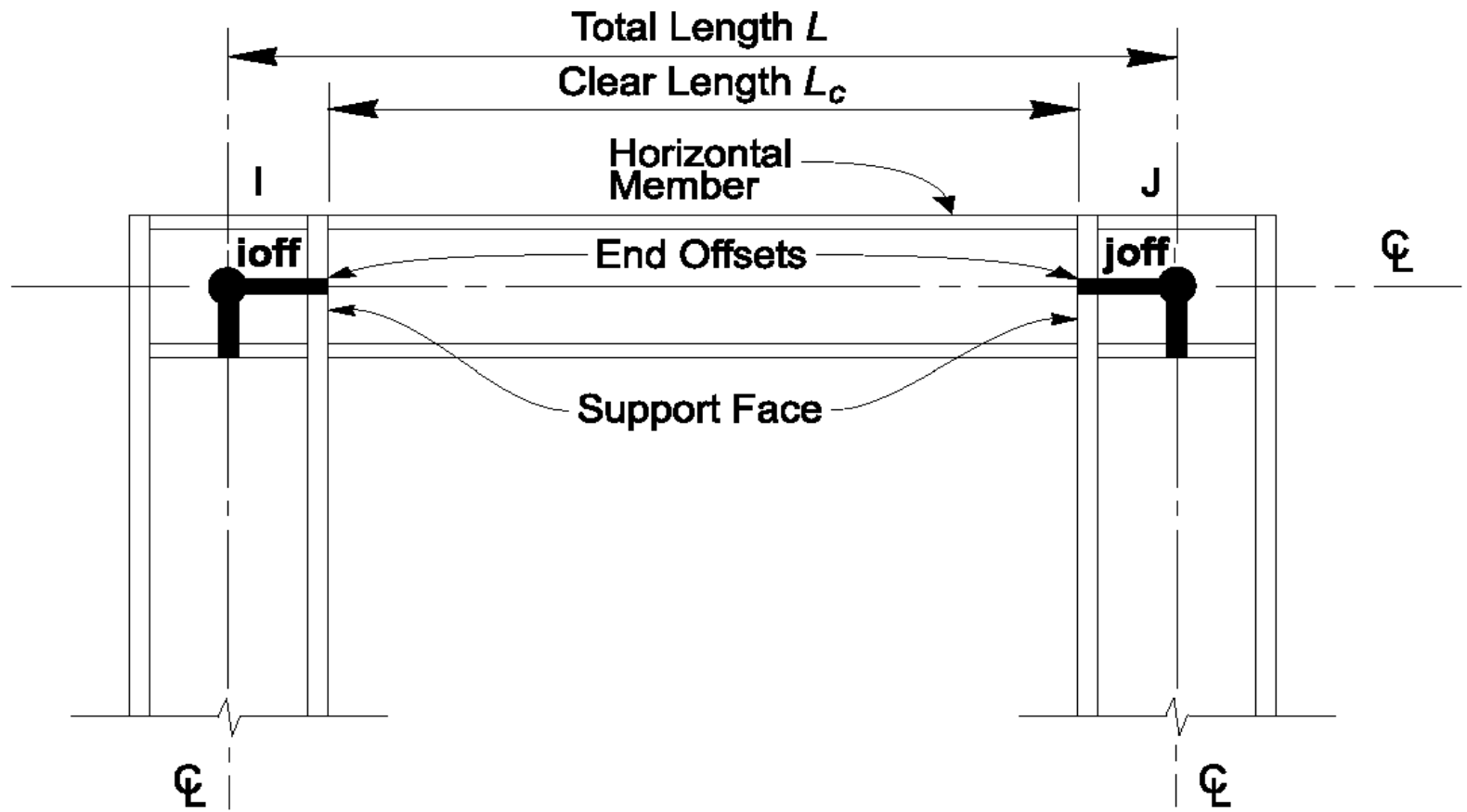
**SH = 2L**

*Automatic Section Property Calculation*

## End Offsets

Se modelan los elementos Frame como elementos lineales conectados a los puntos (los nudos). En realidad, los miembros estructurales tienen las dimensiones finitas de su sección transversal particular. Cuando dos elementos, como una viga y columna, se conecta a un nudo hay algún traslape de las secciones transversales .

En muchas estructuras las dimensiones de los miembros son grandes y la longitud del traslape puede ser un fragmento significativo de la longitud total de un elemento que se une.



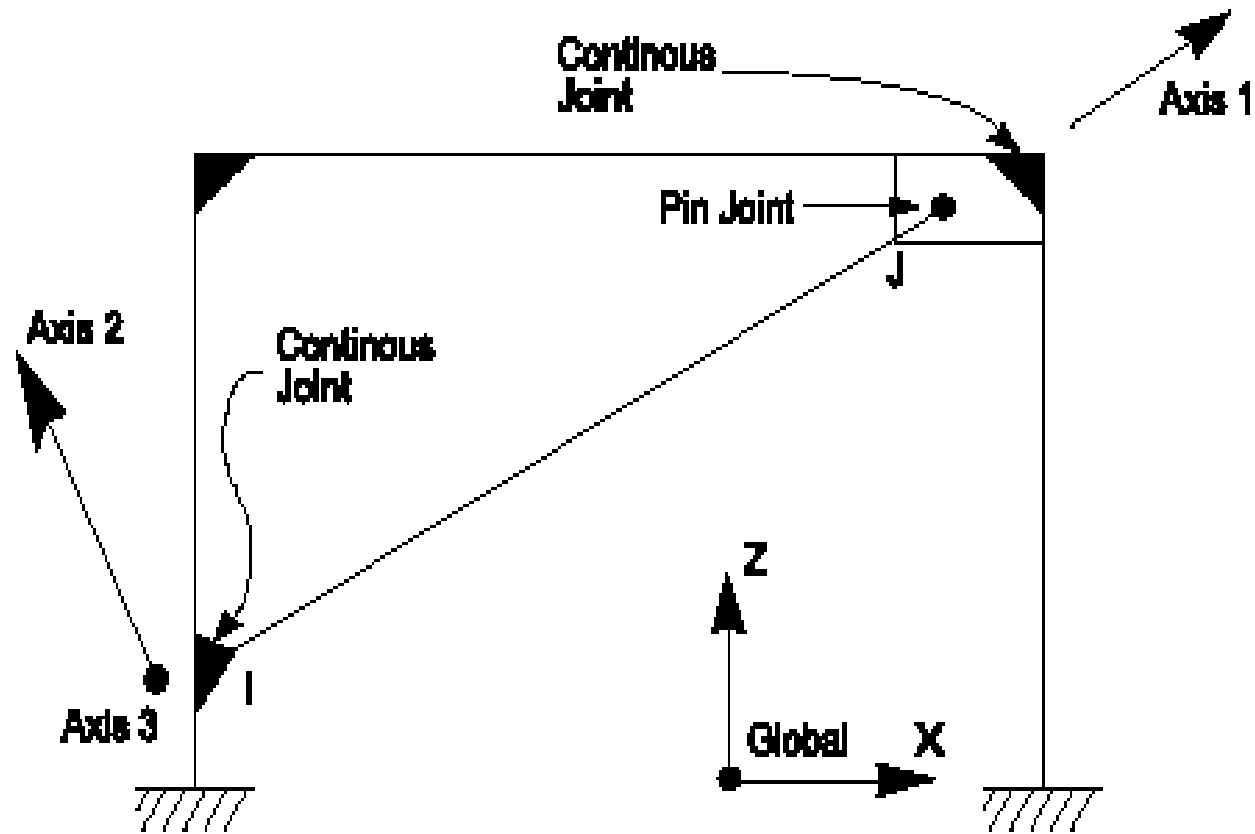
*Frame Element End Offsets*

## End Releases

---

Normalmente, las tres traslaciones y los tres grados de libertad rotatorios de cada extremo del elemento del Marco son continuos con aquéllos grados de libertad del nudo , y de con todos los otros elementos conectados a ese nudo.

Sin embargo, es posible aplicar release (desconectar) uno o más de los grados de libertad del elemento cuando se conoce que la fuerza del elemento correspondiente o el momento es el cero . Loas desconexiones siempre son especificadas en el elemento y en el sistema de coordenadas local , y no afecta a cualquier otro elemento conectado al nudo.



**For diagonal element: R3 is released at end J**

*Frame Element End Releases*



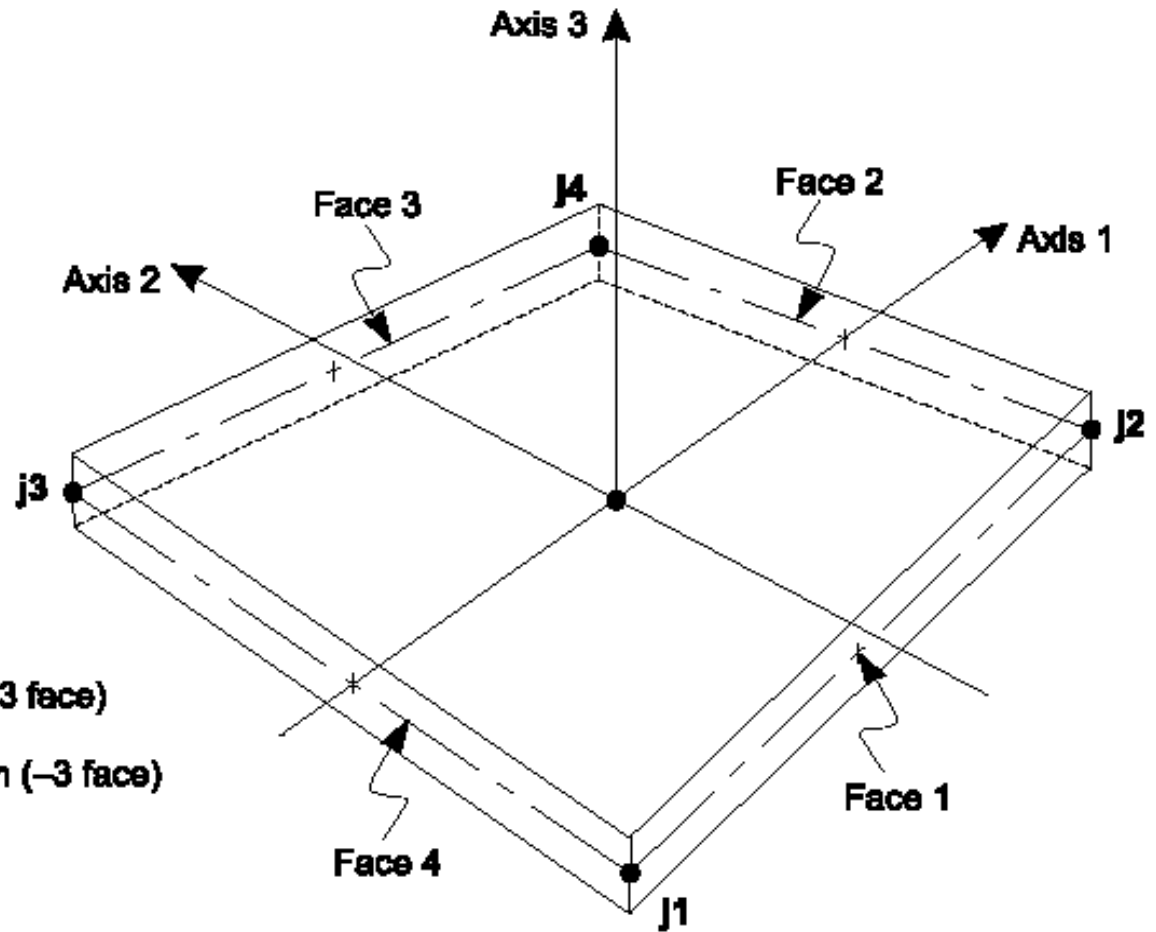
# The Shell

---

**The Shell** el elemento permite modelar elementos de tres o del cuatro nodos, su formulación que combina efectos de membrana y de flexión . Los cuatro nudos del elemento no tienen que ser coplanares.

**The membrane** con comportamiento que usa una formulación que incluye componentes de rigidez traslacional y rotacional.

Ver Taylor and Simo (1985) y Ibra-himbegovic and Wilson (1991).



Face 6: Top (+3 face)

Face 5: Bottom (-3 face)

Four-node Quadrilateral Shell Element

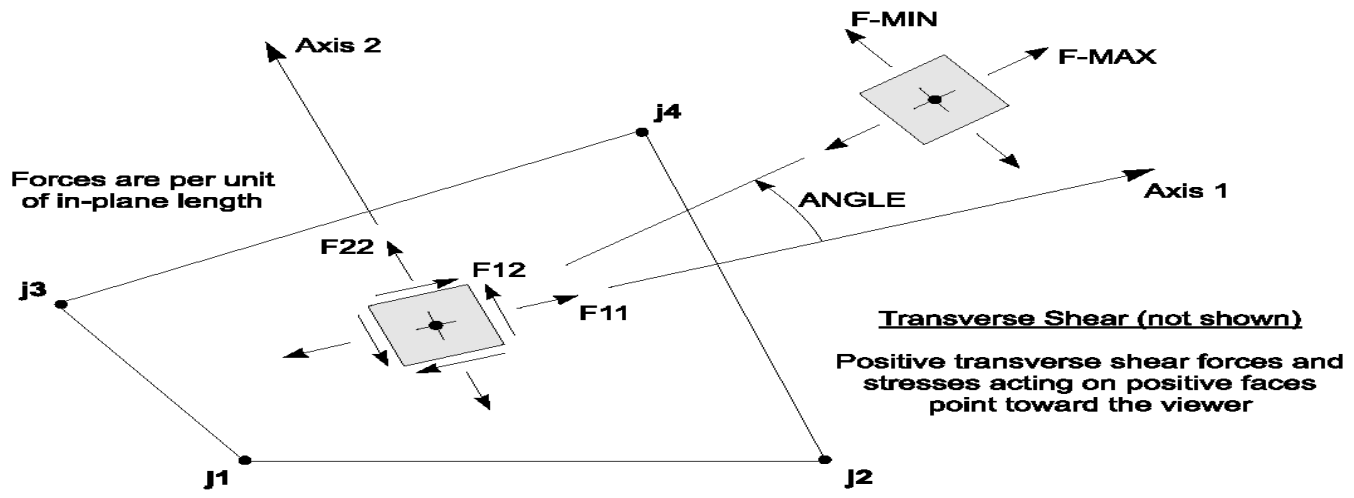
**The plate** que incluye comportamiento bidireccional, el fuera del plano, componentes de rigidez a la rotación y a la traslación.

---

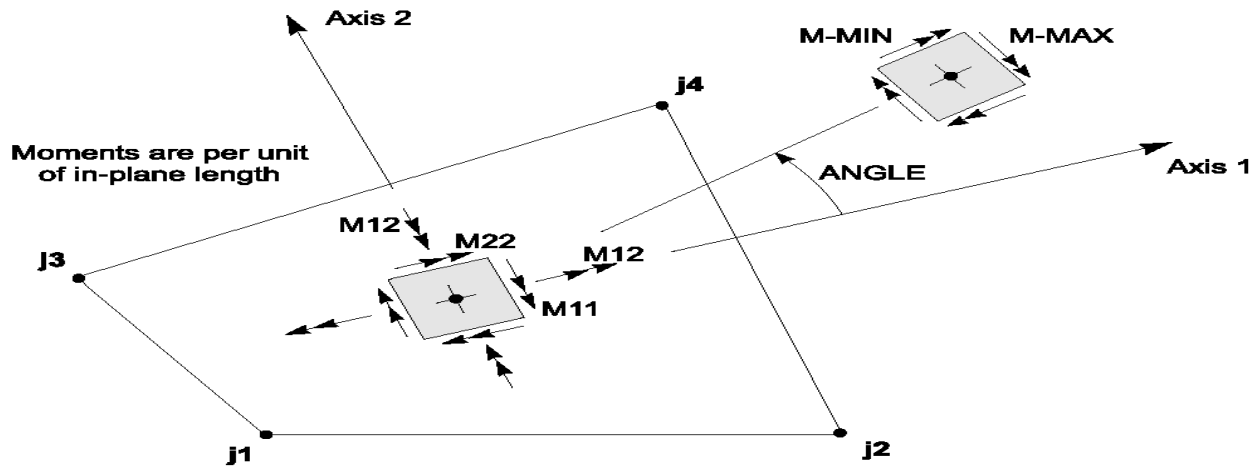
Por defecto la formulación considera el efecto de placa gruesa incluyendo las deformaciones transversales por (Mindlin/Reissner). Ordinariamente se puede seleccionar la formulación de placa delgada (Kirchhoff) que no considera la deformación por cortante anteriormente mencionada.

Estructuras que pueden modelarse con este elemento incluyen:

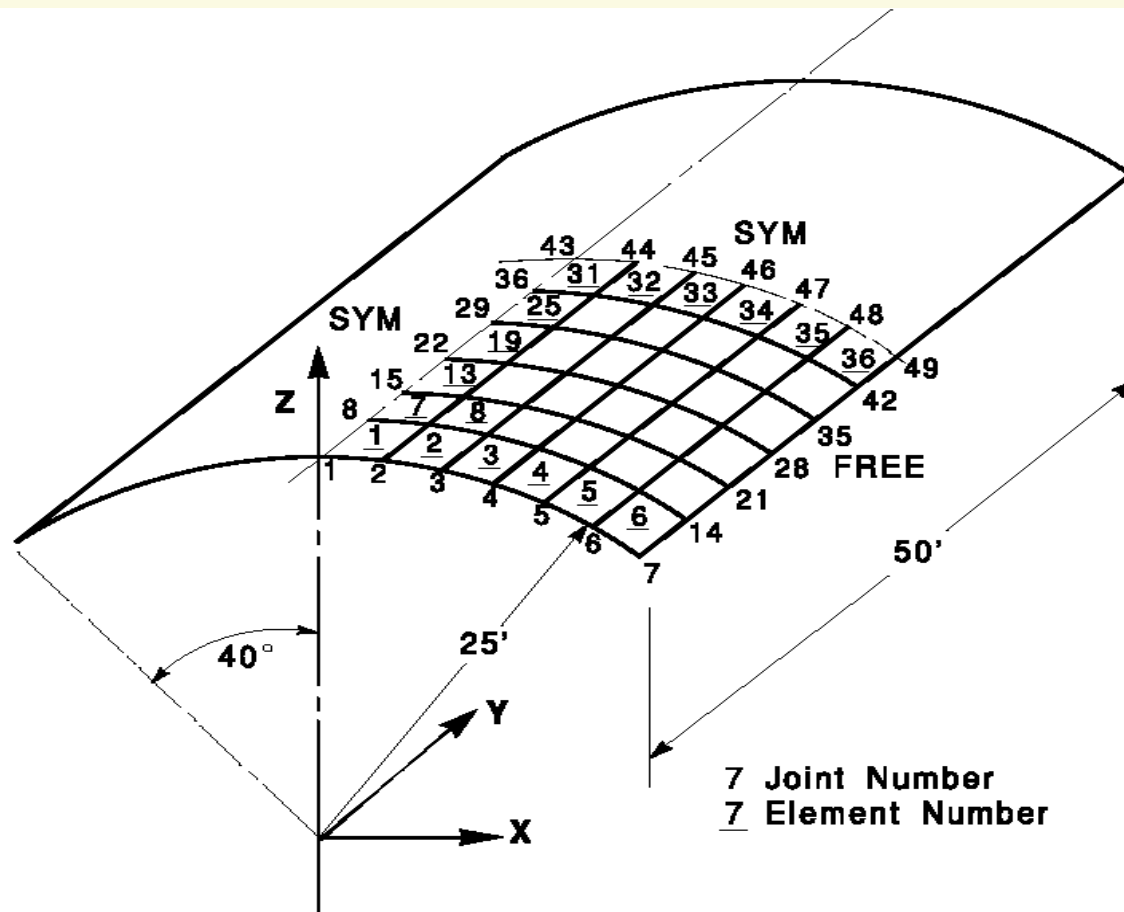
- Las cáscaras tridimensionales, como los tanques y domos
- Las estructuras planas, como las losa de piso
- Estructuras de membrana, como las placas de corte.



**STRESSES AND MEMBRANE FORCES**  
 Stress  $S_{ij}$  Has Same Definition as Force  $F_{ij}$



**PLATE BENDING AND TWISTING MOMENTS**



THICKNESS = 3 in  
 MODULUS OF ELASTICITY =  $4.32 \times 10^8$  psf  
 POISSON'S RATIO = 0.0  
 GRAVITY LOAD = 90 psf  
 (UNIFORM ON SURFACE AREA)

BOUNDARY CONDITION: SIMPLY SUPPORTED  
 ON CURVED EDGES

A spiral-bound notebook with a textured, light brown cover. The spiral binding is on the left side. The text "Otros aspectos" is centered on the cover in a dark brown, serif font.

Otros aspectos

# No linealidad geométrica

---

Cuando la carga que actúa en una estructura y las deformaciones resultantes son bastante pequeñas, la relación de la carga-deformación para la estructura es lineal. Para el la mayoría los análisis se asumen tal conducta lineal. Esto permite a los programas formar las ecuaciones de equilibrio que usan la geometría original (undeformed) de la estructura.

Hablando estrictamente, las ecuaciones de equilibrio realmente deben referirse a la geometría de la estructura después de la deformación.



# No linealidad geométrica

---


Las ecuaciones de equilibrio lineales son independientes de la carga aplicada y la deformación resultante. Así pueden superponerse los resultados de estática produciendo eficacia en el cálculo.

Si la carga en la estructura y/o las deformaciones resultantes son grandes, entonces la conducta de la carga- deformación puede volverse no lineal. Pueden identificarse varias causas de esta conducta de no linealidad:

- **El efecto de grandes esfuerzos:** cuando las tensiones son grandes (fuerzas y momentos) dentro de la estructura, las ecuaciones del equilibrio escritas para ella y las geometrías deformadas pueden diferir significativamente de la estructura original, aun cuando las deformaciones puedan ser muy pequeñas.
- **El efecto de grandes desplazamientos:** cuando una estructura sufre grandes deformaciones (en particular, grandes deformaciones y rotaciones), la tensión calculada por las expresiones usuales de la ingeniería ya no aplican, y las ecuaciones de equilibrio deben escribirse para la geometría deformada. Esto es verdad aun cuando las tensiones sean pequeñas.

- **El material no lineal** : cuando un material es llevado más allá de su límite proporcional, la relación del esfuerzo-deformación no es lineal.

Materiales plásticos fatigados más allá del punto de fluencia pueden exhibir esta conducta. Los materiales no lineales pueden afectar la conducta de la carga-deformación de una estructura incluso cuando las ecuaciones de equilibrio para la geometría original todavía son válidas .

 . **No linealidad cinemática** también puede ser denominada efectos geométricos de segundo-orden, otras fuentes de no linealidad también son posibles, incluso las cargas , las condiciones de borde y las restricciones. constreñimientos.

# El efecto P-Delta

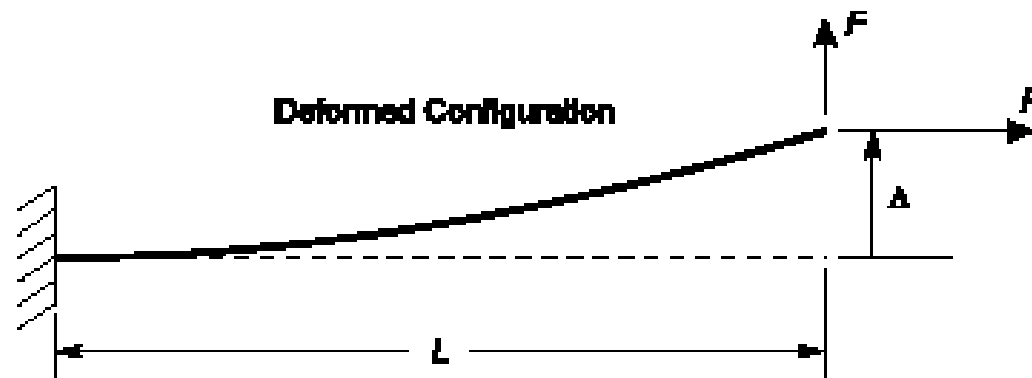
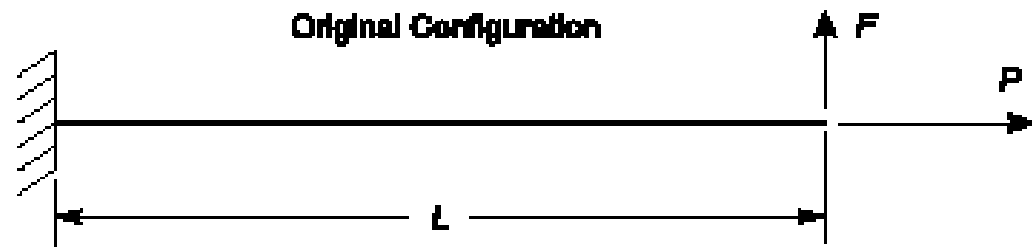
---

El efecto **P-Delta** se refiere a efectos de no linealidad geométrica que afectan los efectos de tracción o compresión, flexión transversal y cortante

Un esfuerzo de compresión tiende a hacer al elemento estructural más flexible a la flexión y cortante, donde exista esfuerzos de tracción tiende a rigidizar al elemento limitando la deformación transversal

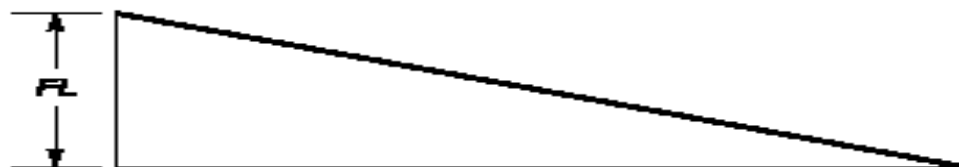
Los conceptos básicos del efecto P-Delta son ilustrados en el siguiente gráfico.

Considera una viga en voladizo sujeta a una carga axial  $P$  y a una carga transversal  $F$  como se verá en la figura. La fuerza axial interior a lo largo del miembro también es igual a  $P$ .



*Geometry for Cantilever Beam Example*

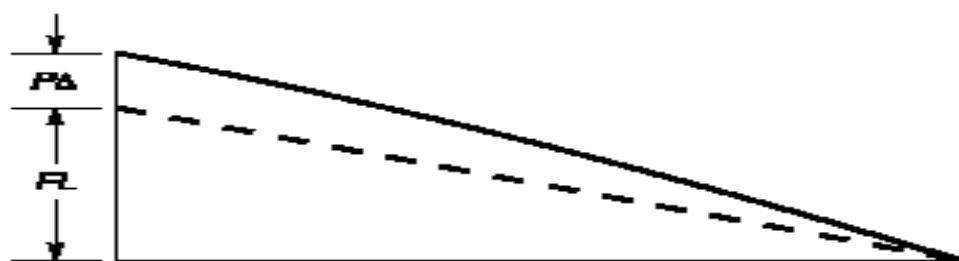
The P-Delta analysis option can be used to analyze the P-Delta effect, one type of large-stress effect. Other types of large-stress effects are not usually important for structures, and are not considered by the program.



**Moment In Original Configuration without P-Delta**



**Moment for Transverse Load  $P$  with P-Delta**



**Moment for Compressive Load  $P$  with P-Delta**

*Moment Diagrams for Cantilever Beam Examples*

If the deflection is small, then the moment produced is proportional to the deflection.

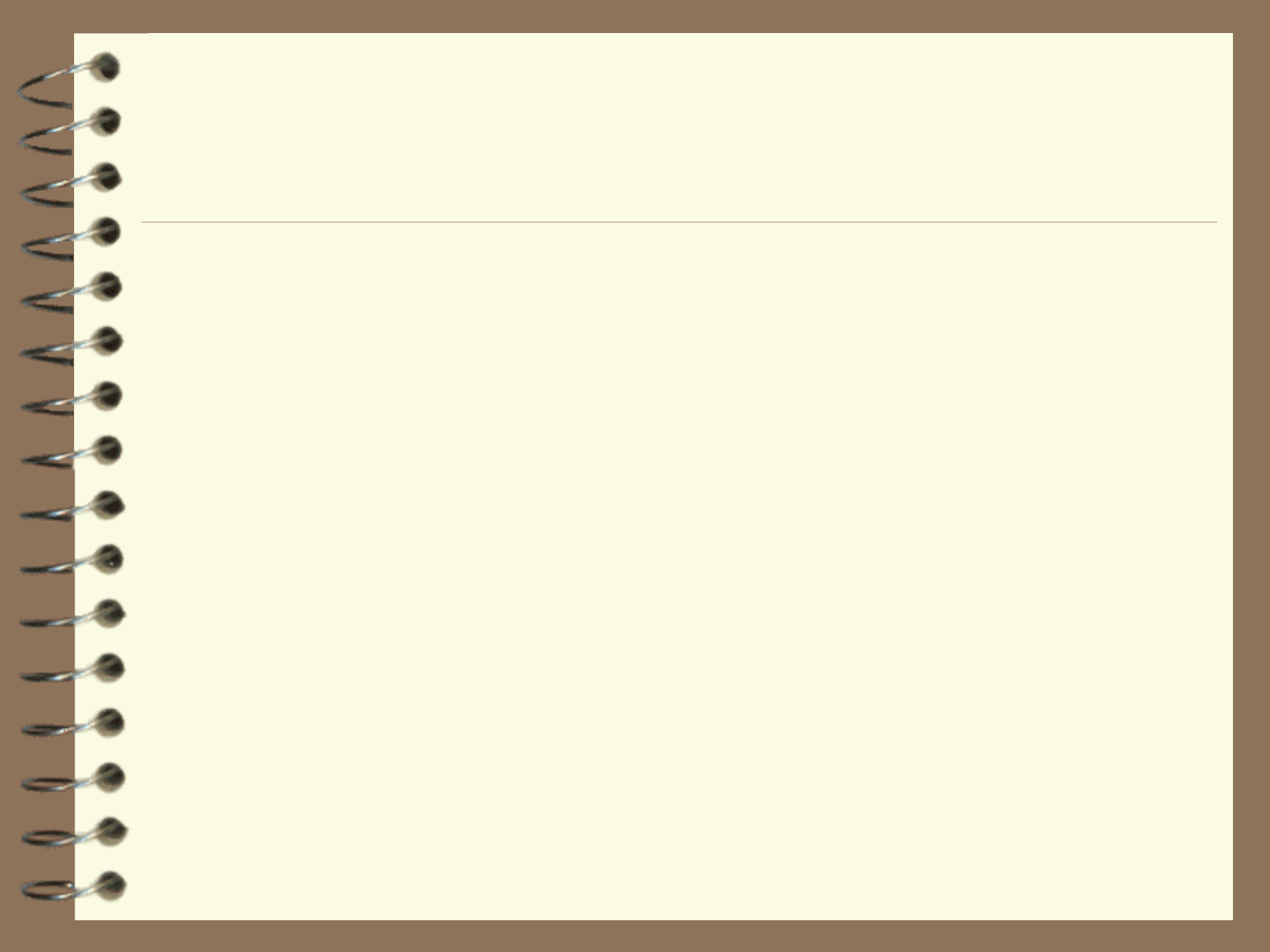
# Análisis iterativo

---

Cuando una combinación carga P-Delta es especificada, un análisis iterativo se emplea para determinar el P-Delta las fuerzas axiales en los elementos del Marco .

Un análisis preliminar se realiza para estimar las fuerzas axiales a lo largo de la estructura . Las ecuaciones de equilibrio se reforman entonces y re-resuelven para tomar en cuenta estas fuerzas axiales.

Este segundo análisis puede producir fuerzas axiales diferentes en los miembros si la rigidez es modificada a causa de una redistribución de fuerzas . Las iteraciones adicionales, van reformando y re-resolviendo las ecuaciones de equilibrio, puede requerirse continuar , hasta que las fuerzas axiales y las deformaciones estructurales converjan , es decir, hasta que ellos no cambien significativamente de una iteración a la próxima.





---

The P-Delta effect due to the sway of the structure can be accounted for accurately and efficiently, even if each column is modeled by a single Frame element, by using the factored dead and live loads as the P-Delta load combination.

The iterative P-Delta analysis should converge rapidly, usually requiring only a single iteration.

As an example, suppose that the building code requires the following load combinations to be considered for design:

- (1) 1.4 dead load
- (2) 1.2 dead load + 1.6 live load
- (3) 1.2 dead load + 0.5 live load + 1.3 wind load
- (4) 1.2 dead load + 0.5 live load – 1.3 wind load
- (5) 0.9 dead load + 1.3 wind load
- (6) 0.9 dead load + 1.3 wind load

For this case, the P-Delta effect due to overall sway of the structure can usually be accounted for, conservatively, by specifying the P-Delta load combination to be 1.2 times the dead load plus 0.5 times the live load. This will accurately account for this effect in load combinations 3 and 4 above, and will conservatively account for this effect in load combinations 5 and 6.

This P-Delta effect is not generally important in load combinations 1 and 2 since there is no lateral load.


## **Cable Structures**

The P-Delta effect can be a very important contributor to the stiffness of suspension bridges, cable-stayed bridges, and other cable structures. The lateral stiffness of cables is due almost entirely to tension, since they are very flexible in bending when unstressed.

---

The easiest way to model this is by directly specifying the P-Delta axial forces if they are known. When this is not possible, a P-Delta load combination can be used provided that the cable geometry does not change too much upon loading.

In many cable structures, the tension in the cables is due primarily to gravity load, and it is relatively unaffected by other loads. If this is the case, it is appropriate to define the P-Delta load combination to be a realistic combination of the dead load and live load. It is important to use realistic values for the P-Delta load combination, since the lateral stiffness of the cables is approximately proportional to the P-Delta axial forces.



---

Frame elements are used to model cables. A single element is sufficient between points of concentrated load. Additional elements may be needed if significant distributed loads, including self weight, act upon the cable. Concentrated loads should only be applied at joints, not as Concentrated Span loads, since cables “kink” at such loads.

## Guyed Towers

---

In guyed towers and similar structures, the cables are under a large tension produced by mechanical methods that shorten the length of the cables. These structures can be analyzed by the same methods discussed above for cabled bridges.

A Temperature load causing a decrease in the temperature of the cables can be used to produce the requisite shortening. The P-Delta load combination should include this load, and may also include other loads that cause significant axial force in the cables, such as gravity and wind loads. Several analyses may be required to determine the magnitude of the temperature change needed to produce the desired amount of cable tension.

Alternatively, the P-Delta axial force can be directly specified in the cables and in the tower.



---

Referencias:

Manual SAP

Curso Estructuras I N Villaseca C.

Curso Estructuras II N. Villaseca C