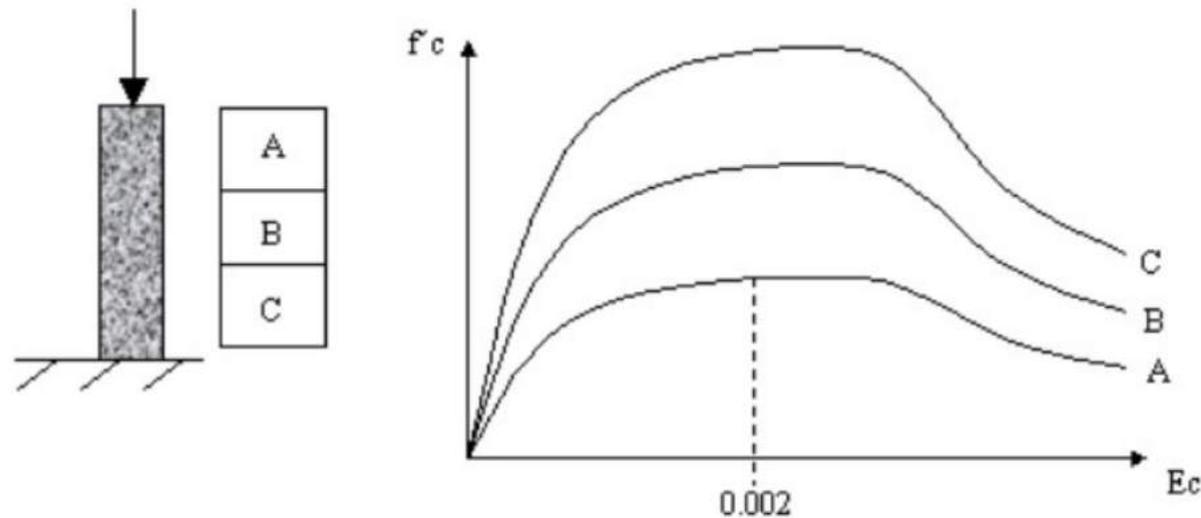


Comportamiento mecánico de elementos sometidos a cargas axiales

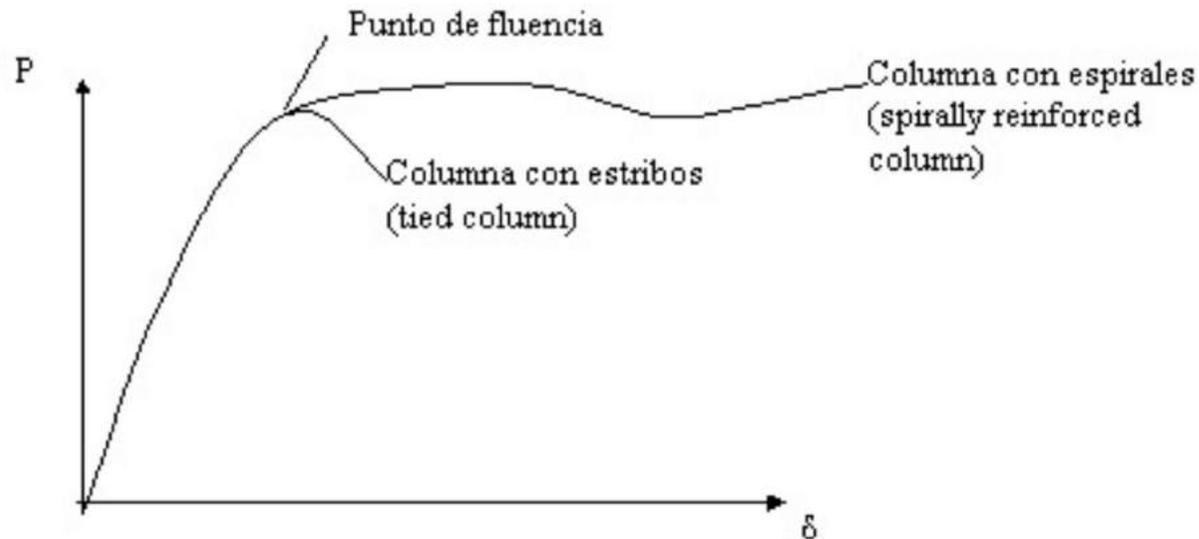
Columnas sin refuerzo: debido a la forma de vaciar las columnas la parte inferior tiende a ser más resistente que la parte superior. Dividiendo la columna en tres tramos se ha encontrado que las resistencias de los concretos a diferentes alturas corresponden a la gráfica indicada:



A: zona de concreto que controla la resistencia de la columna
Por esta y otras razones se sugiere tomar como resistencia base de diseño un valor de:

$$f'c_{\text{max}} = 0.85 f'c$$

Columnas con refuerzo: Tipos de columna de acuerdo con el refuerzo transversal utilizado:



Ensayos han mostrado que hasta la fluencia del acero, ambas columnas trabajan igual pero una vez alcanzada esta, la columna con estribos falla en una forma inmediata y relativamente frágil. Esta falla se produce por el pandeo de las barras longitudinales entre estribos, mientras que, en la de espirales, en el punto de fluencia, se desprende el recubrimiento y se empieza a deformar antes de fallar.

Para analizar el comportamiento mecánico de las columnas reforzadas se deben considerar los siguientes aspectos generales:

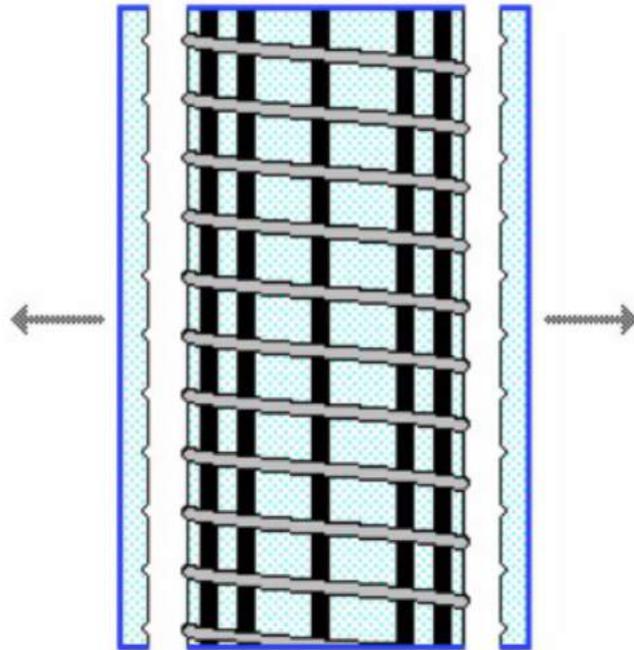
a) Existe una distribución lineal de las deformaciones en la sección transversal de la columna. De modo que, las secciones se suponen planas antes y después de la deformación.

b) La deformación unitaria máxima del concreto será:
 $\epsilon_u = 0.003$

c) La resistencia a la tensión del concreto no se tendrá en cuenta.

d) Todos los miembros sometidos a la acción combinada de flexión y carga axial deben satisfacer el criterio básico: $\phi P_n, \phi M_n (\text{resistentes}) \geq P_u, M_u (\text{actuantes})$

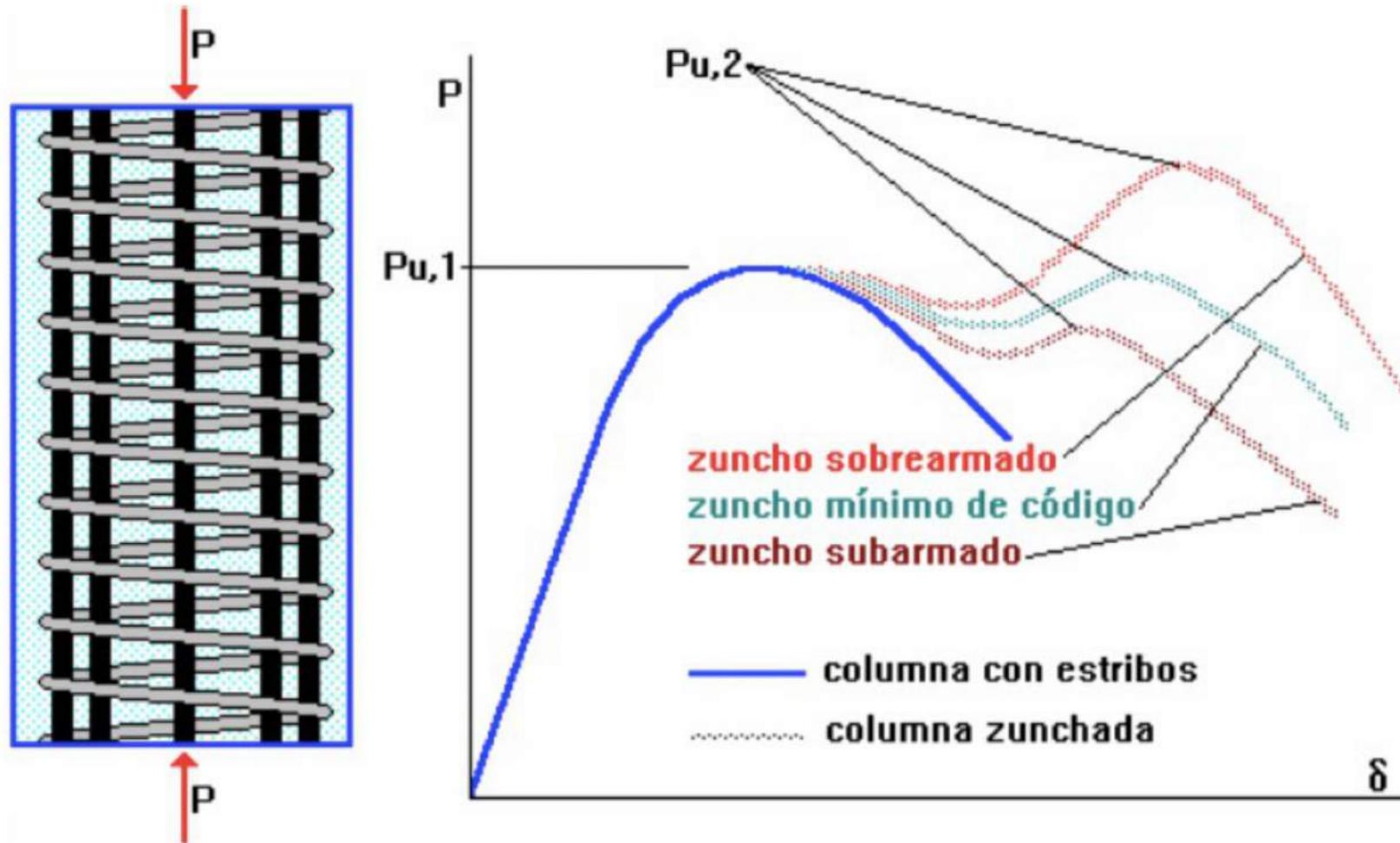
Comportamiento de columnas circulares reforzadas con espirales:



En lugar de producirse el colapso de la columna, bajo el nivel de carga de colapso de las columnas con estribos se produce el desprendimiento de la capa de concreto exterior al zuncho (recubrimiento). Simultáneamente, el zuncho entra en tensión produciéndose un efecto de compresión triaxial sobre el concreto del núcleo, lo que permite que la columna resista cargas mayores.

La expresión que describe la capacidad última de una columna zunchada luego que el recubrimiento se ha desprendido, de acuerdo al criterio anterior, es la siguiente:

$$P_{U,2} = 0.85 * \phi (0.85 * f'_c * (A_c - A_s) + A_s * F_y + 2 * \rho_s * A_c * F_y)$$



La resistencia del recubrimiento está dada por la siguiente expresión, en donde A_c es el área del núcleo cuyo diámetro se considera igual a la distancia entre los bordes exteriores de la espiral:

$$\text{Resistencia del recubrimiento} = 0.85 * f'_c(A_g - A_c)$$

La resistencia de la espiral puede calcularse aproximadamente por la siguiente expresión, en donde ρ_s es el porcentaje de acero espiral:

$$\text{Resistencia de la espiral} = 2 * \rho_s * A_c * f_y$$

Igualando las dos expresiones:

$$0.85f'_c(A_g - A_c) = 2\rho_s A_c f_y$$
$$\rho_s = 0.425 \frac{(A_g - A_c)f'_c}{A_c f_y} = 0.425 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_y}$$

$$\rho_s = 0.45 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_y}$$

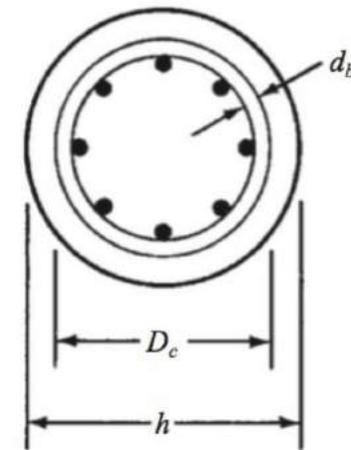
La expresión anterior es presentada en la NEC para calcular el valor de la cuantía mínima de armado del refuerzo en espiral ($\rho_{s \text{ min}1}$).

Adicionalmente, en la NEC se presenta otra expresión para calcular el valor de esta cuantía mínima ($\rho_{s \text{ min}2}$):

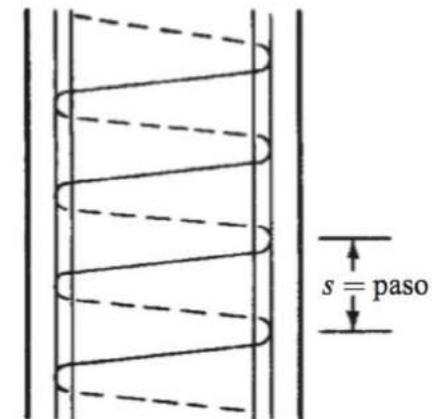
$$\rho_s = 0.12 \frac{f'_c}{f_{yt}}$$

La cuantía de armado del zuncho ρ_s , por facilidad, conviene calcularla en función de los volúmenes de zuncho y de hormigón del núcleo.

$$\rho_s = \frac{V_{\text{espiral}}}{V_{\text{núcleo}}}$$
$$\rho_s = \frac{a_s \pi (D_c - d_b)}{(\pi D_c^2 / 4) s} = \frac{4 a_s (D_c - d_b)}{s D_c^2}$$



El proyectista puede suponer un diámetro para la varilla espiral y despejar el espaciamiento de espirales (s) requerido. Si los resultados no parecen razonables, puede tratar con otro diámetro. El espaciamiento de espirales usado debe estar dentro de los límites indicados en las normas.



Ejercicio

Ejercicio: Determinar la capacidad de carga axial de una columna circular reforzada con espirales, y realizar los controles de armado mínimo y máximo:

Diámetro= 80 cm

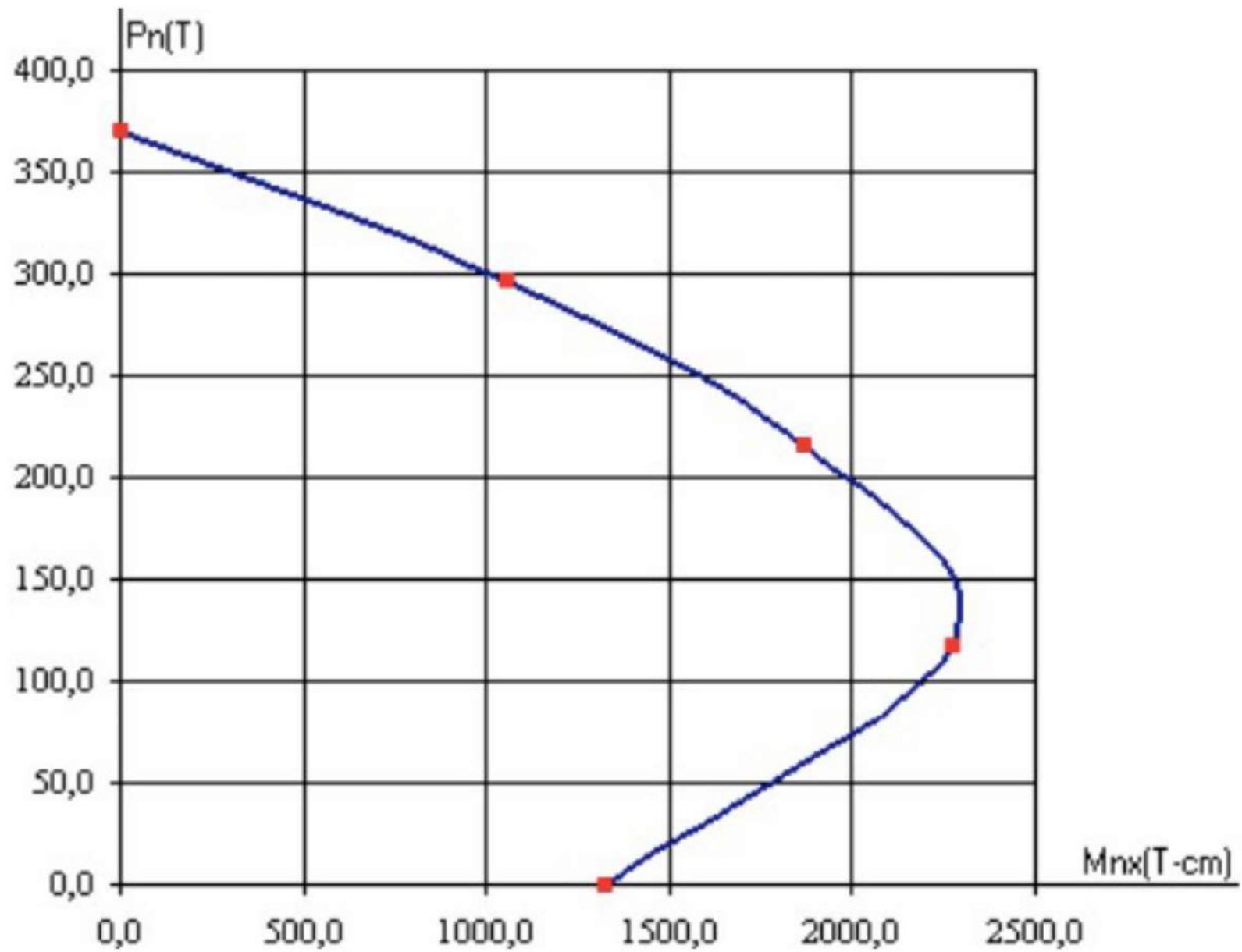
As= 16 Φ 25mm

Zuncho= 1 Φ 10mm c/4cm

Recubrimiento= 4cm

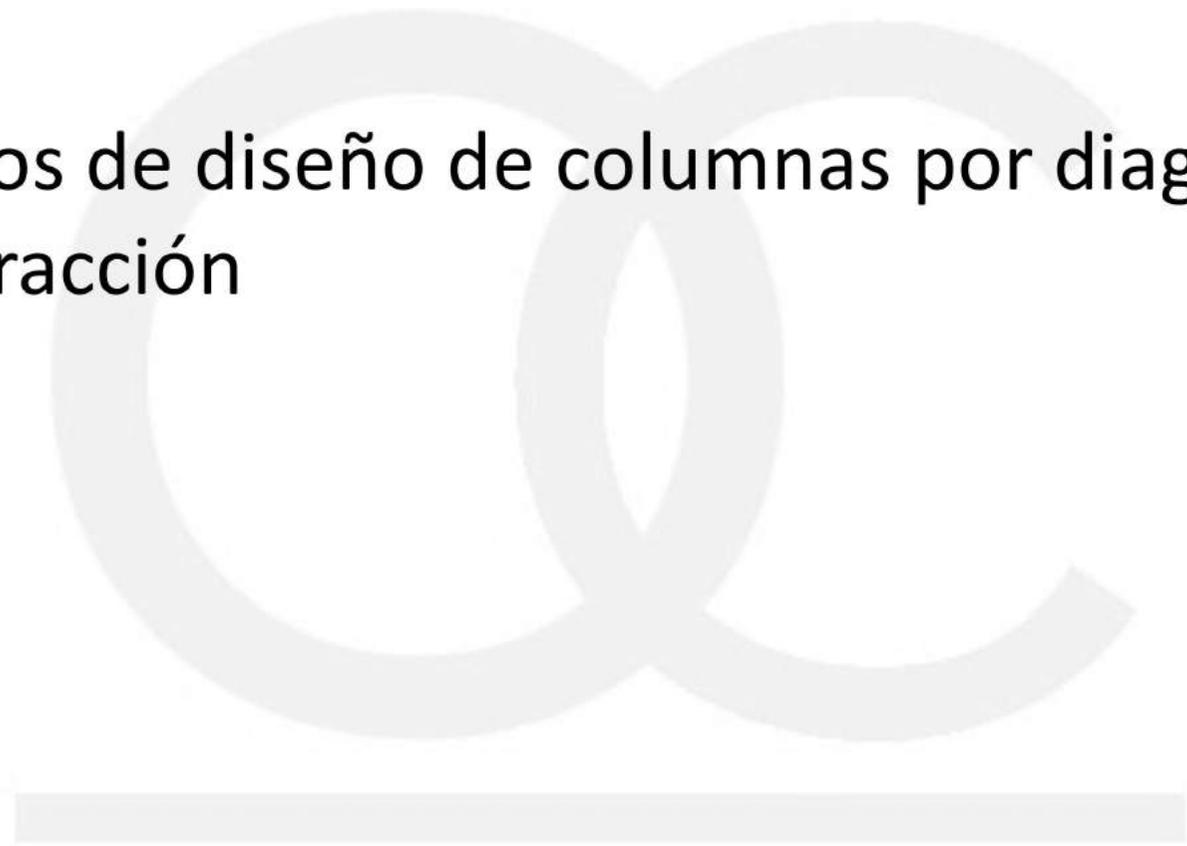
Diagramas de interacción (Elaboración de un programa de Excel)

Un elemento puede alcanzar su resistencia bajo innumerables combinaciones de carga axial y momento flexionante. Estas combinaciones varían desde una carga axial máxima (P_o) de tensión o compresión, y un momento nulo, hasta un momento (M_o) aunado a una carga axial nula. El lugar geométrico de las combinaciones de carga axial y momento flexionante con las que un elemento puede alcanzar su resistencia, se representa gráficamente por medio de un diagrama de interacción.



Docente: Ing. Oscar Cevallos V, PhD.

Ejemplos de diseño de columnas por diagramas de interacción



Diseño a cortante en columnas

Cortante por resistencia

Cortante por Capacidad

Cortante por confinamiento

Principales detalles estructurales de Columnas



Revisión del Diseño de vigas, losas y escaleras (evaluación)

Ejercicios tipo

