

Ing. César Barros L.

División Técnica de Construcción de Obras

Cálculo aproximado de los pilares extremos en marcos rígidos según las Normas Chilenas

(Comentario sobre artículos del ingeniero G. Sinek).

En los números de «Los Anales» de junio y septiembre de 1941 y en los de febrero y marzo de este año, han sido publicados por el ingeniero señor Gustavo Sinek tres artículos sobre temas de cálculo y hormigón armado que tocan puntos de interés dentro de la especialidad, pero que contienen algunas afirmaciones bastante audaces que creemos necesario aclarar.

El primer artículo: «*Determinación de dimensiones de una pieza de sección T de hormigón armado solicitada por un momento y una fuerza axial*», no llamó mayormente nuestra atención, por cuanto es una exposición por demás conocida entre los profesionales, y creemos que a su autor sólo lo guió el deseo de publicar un artículo útil al elemento estudiantil, al cual no siempre le son accesibles los libros extranjeros. Sin embargo, el segundo artículo: «*Fórmulas exactas y simples y cuadros sinópticos para la determinación de la armadura resistente a las fuerzas tangenciales en piezas flexionadas de hormigón armado*», no parece estar destinada tan sólo a fines de divulgación sino, como lo dice su autor con no poca modestia, como: «Complemento correspondiente de la literatura», afirmando además: «En esta oportunidad se rectificarán también algunos errores que se repiten en casi toda la literatura». Es esta última frase la que nos hizo analizar más a fondo el artículo, cuya presentación cuidada y completa merece pleno aplauso, no así esas rectificaciones que a continuación analizaremos.

Se establece primeramente una crítica a la afirmación de que es más económico tomar los esfuerzos tangenciales con barras dobladas a 45° que con estribos, agregándose: «Esto ha causado un error en varios tratados». Sería interesante que el señor Sinek indicara esos tratados en detalle para prevenirnos, si es que su afirmación es correcta. Pero, a renglón seguido de darnos pruebas de su tesis, nos dice: «La solución mejor también respecto a la economía es la que prescriben las normas», copiando a continuación el párrafo correspondiente; esto nos hace pensar lo siguiente: ¿A quién da la razón el señor Sinek, a las Normas o a sus conclusiones?

Más adelante, al analizar la forma como usualmente se distribuyen las barras de acuerdo con el diagrama de fatigas tangenciales en el caso de carga uniforme, exclama con admiración: «En toda la literatura conocida del autor se prescinde del

triángulo D B E. (Véase figura 1)». Esta afirmación es evidentemente simplista; si se ha tomado ya un esfuerzo tangencial τ constante con estribos, no es necesario comprobar que el triángulo D B E queda ampliamente cubierto por su acción, ya que en ningún tratado se propone la supresión total del estribo en esa zona, sino por el contrario se establece un mínimo de ellos.

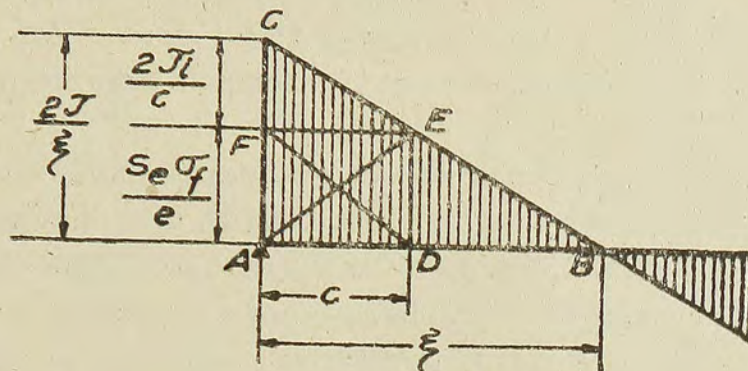


Fig. 1

El señor Sinek, para quien hay lagunas en la literatura, y que en su primer artículo se basa en la obra de Moersch, parece ignorar la existencia de la segunda parte del primer tomo de esta obra magistral, en la cual se le dedican no menos de 300 páginas al problema de los esfuerzos cortantes, o la obra de Emperger «Handbuch für Eisenbeton», primer tomo, o la más conocida de Hormigón Armado de Saliger, y finalmente, unos apuntes del profesor ayudante, Isidoro Gurevich de la Universidad de Buenos Aires, en la cual se dan tablas completísimas para la determinación de estribos y barras dobladas, amén de una exposición teórica bastante amplia sobre el tema; esto para citar solamente las obras más completas, ya que la literatura sobre hormigón armado es bastante amplia.

El tercer artículo: «Cálculo de los pilares extremos en los edificios y construcciones análogas de hormigón armado» es ya dedicado exclusivamente a corregir nada menos que las normas en un punto en que, rara casualidad, a juzgar por la opinión del señor Sinek, están todas de acuerdo, Alemanas, Españolas y Americanas, por no citar otras. Afirma el señor Sinek que las fórmulas que allí se dan sólo valen para ciertos casos muy especiales, siendo absolutamente erradas en casi todos los casos.

Admiramos realmente la valentía del señor Sinek al exponer sus conclusiones, ya que no deja de ser notable que normas, que tienen ya más de 15 años, y que han resistido al fuego de prueba que significan los congresos internacionales sobre temas de hormigón armado y cálculo de estructuras, presididos por las autoridades máximas en la materia, contengan fallas tan notables, lo que sólo se explicaría por falta de capacidad en esas autoridades. ¿Ha pensado, tal vez, el señor Sinek en esta afirmación que lleva envuelta su artículo? Tal vez no.

Como se trata de un caso interesante hemos seguido, eliminando prejuicios, el desarrollo que hace el señor Sinek de este problema.

Afirma el señor Sinek, entre otras cosas, que en la obra de Ruth se estudia un caso especial y se generaliza inadmisiblemente los resultados, agregando a continuación: «El autor B. Löser establece sin comprobarlo, lo siguiente: «Los pilares extremos unidos (quiere decir unidos con la viga) se considerarán perfectamente empotrados en sus extremos. Los puntos en que los momentos se anulan están si-

tuados pues (aquí admiración del señor Sinek) en los puntos correspondientes a una división en tres partes iguales de las alturas de los pilares».

El autor B. Löser no necesita probar esto, por cuanto es evidente y generalmente conocido, como veremos más adelante.

El señor Sinek aborda el problema indicado por las normas y lo resuelve por el método de Müller-Breslau o también conocido con el nombre de Método de las Fuerzas, en forma completa y amplia digna de elogio, pero olvida un pequeño detalle: El problema que él plantea y el que consideran las normas son esencialmente distintos.

En efecto, es sabido que dentro de los métodos de cálculo hay dos tendencias claras: El emplear como incógnitas las fuerzas ficticias que mantienen en equilibrio una sección de una estructura (Método de las Fuerzas o de Müller-Breslau) o emplear como incógnitas las deformaciones angulares en los nudos (método de «Slope Deflection», Deformations methode de Ostenfeldt, de «Restrains», de Mayer, Puntos Fijos de Sutter, y, finalmente, el más difundido en el último tiempo, el de Cross). (1) El primer método no pone condición previa alguna a las soluciones pero, por muchas razones, especialmente de tiempo y comodidad, no es el más indicado para resolver los problemas de marcos de gran número de incógnitas. El segundo es más cómodo y es el empleado corrientemente en los casos de marcos regulares como los casos indicados en las normas, pero establece dos etapas en el cálculo: Una primera, en la cual se considera que los nudos son rígidos, pudiendo girar sólo en torno a su punto central, pero que no sufren desplazamiento alguno; y una segunda etapa, generalmente la más difícil, en la cual se estudian los efectos de desplazamientos de los nudos, ya sea a consecuencia de cargas de viento, temblor o simplemente por disimetría en las cargas exteriores o del sistema elástico.

Las normas no abordan este segundo caso, que deberá calcularse especialmente cada vez que el problema y la magnitud del error probable resultante de desprestigiar las acciones antes anotadas, amenace llegar a un límite peligroso dentro de las hipótesis de cálculo. Por lo tanto, considerado así el problema, es acertada la afirmación de B. Löser, ya que todos sabemos que una viga empotrada en un extremo y articulada en el otro, sujeta a un momento aplicado en la articulación, tiene un punto de momento nulo a una distancia igual al tercio del apoyo empotrado, salvo el caso de momento de inercia variable, y no es necesario aducir prueba alguna, sobre todo en una obra como la de Löser que de antemano supone a quien la usa el conocimiento cabal de los problemas a resolver.

El señor Sinek no consideró la inmovilidad del nudo al abordarlo por el método de Müller-Breslau y naturalmente llegó a valores distintos de las normas, salvo en el caso especial de que las rigideces de los pilares superiores e inferiores sean iguales. Esto es precisamente la confirmación de lo que hemos expuesto antes, por

(1):

(*) Die Graphische Statik der Baukonstruktionen Band II Müller-Breslau.

(*) Theory of Statically Indeterminate Structures Fife-Wilbur.

(*) Die Deformations methode Ostenfeldt.

(*) Methode der Festpunkte Ernst Sutter.

(*) Neue Statik Max Mayer.

(*) Continuous Frames of Reinforced Concrete. Cross-Morgan.

cuanto este es el único caso en que el momento aplicado en el eje de simetría elástica no produce desplazamiento alguno del punto de aplicación, y sólo una rotación del mismo, o sea se identifican el sistema elástico considerado por las normas y el considerado por el señor Sinek en su desarrollo.

Este error fundamental en la consideración del problema es el que lleva al señor Sinek a «reprochar no sólo las normas, sino también a la mayoría de los sistemas publicados para la solución del problema de los marcos rígidos», fuera de otras afirmaciones que pasamos por alto.

Como puede verse, en resumen, no son las Normas las equivocadas, sino el señor Sinek, quien a pesar de conocer el detalle mecánico del método de cálculo de Müller-Breslau, como nos lo ha demostrado, ha pasado por alto puntos tan fundamentales como las bases sobre las cuales deben compararse ambos problemas.
