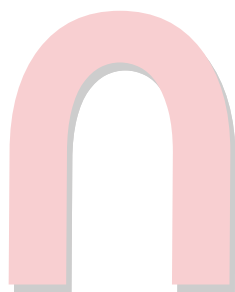


Grandes superficies de planta libre

Consideraciones para el diseño estructural en concreto

Ing. Jaime Eliseo Buitrago Nova. Jaime Buitrago Diseño Estructural & Ingeniería S.A.S.



→ Gran superficie Felicidad Fontanar del Río.
CONSORCIO FONTANAR - CNI INGENIEROS

Existen edificios especiales con grandes áreas para cubrir sin apoyos intermedios, con alturas importantes (dobles o triples) y con cerramiento perimetral. Entre ellas se pueden mencionar las bodegas para producción fabril y almacenamiento de materiales, las tiendas de grandes superficies, los complejos industriales y escenarios de diversa índole como polideportivos, piscinas y auditorios, entre otras.

Cuando el cerramiento perimetral está asociado a la utilización de mampostería de arcilla o concreto y/o a paneles de concreto prefabricados o fundidos en sitio, es común que la solución estructural contemple columnas y vigas de concreto reforzado, con “arreglos” como los indicados más adelante en las figuras 1 y 2.

Enumeramos enseguida algunas consideraciones importantes a tener en cuenta para el diseño estructural de este tipo de construcciones en concreto.

Sistema estructural y coeficiente de disipación de energía Ro

Según el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, se trata de la combinación de dos sistemas estructurales en planta, pórticos resistentes a momento de concreto reforzado DMO y estructura de péndulo invertido de concreto DES. Lo anterior, según lo especifica el numeral A.3.2.5, no implica calificar la estructura como irregular. Para el sistema de pórticos, la categorización del grado de disipación de energía dependerá de la ubicación del proyecto según la zona de amenaza sísmica y la tabla A.3.3 del Reglamento NSR-10.

Para los pórticos, el valor de R_o sería de 5,0 para DMO y de 7,0 para DES, mientras que para péndulo invertido su valor sería de 2,5. Según el numeral A.3.2.5(d), “Cuando la estructura tiene sistemas diferentes al de muros de carga en ambas direcciones, para el sistema que tiene un mayor valor de R , el valor a emplear no puede ser mayor que 1.25 veces el valor de R del sistema con el menor valor de R .”

De acuerdo con lo anterior, el máximo valor permitido para el Coeficiente R_o , con independencia de que sea un caso de DMO o DES, para los pórticos se debe tener un valor de $2,5 \times 1,25$, es decir, un máximo valor de 3,1.

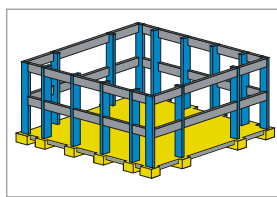
Según NSR-10 en el numeral A.3.2.6 sobre Elementos comunes a varios sistemas estructurales, “Los elementos estructurales comunes a diferentes sistemas estructurales deben diseñarse y detallarse siguiendo los requisitos más restrictivos dentro de los sistemas para los cuales son comunes”. Lo anterior, en este caso, haría referencia exclusiva a las columnas, por lo que adicionalmente al coeficiente R_o , se debe utilizar un valor de 2 para el coeficiente de sobre-resistencia (Ω).

Si la configuración de la edificación es como la que indica la figura 2, es factible incluir en un solo análisis los dos valores del coeficiente R_o en las combinaciones de carga, mientras que si es como la de la figura 1 sería necesario realizar varios análisis, toda vez que los programas de análisis más utilizados en la actualidad solo permiten asociar el coeficiente R_o a las direcciones principales de la edificación, y no al tipo de elemento. Por ello lo usual es diseñar toda la estructura para un valor del coeficiente R_o de 2,5 que, a pesar de ser una opción conservadora, no implica sobredimensionamiento ni refuerzo excesivo en las vigas.

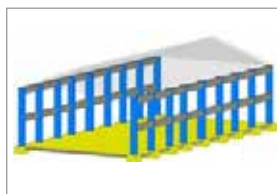
Dimensionamiento

Cuando se contemplan grandes alturas en la edificación, es conveniente revisar la carga máxima por pandeo, más conocida como el “P crítico” para la sección transversal a utilizar en las columnas, recordando que la altura efectiva para las columnas en voladizo es el doble de la altura sin soporte lateral. La separación entre los ejes de columnas está, generalmente, condicionada a la solución de la estructura de la cubierta, para lograr la mayor eficiencia de los elementos de apoyo de la teja cuando se trata de cubiertas livianas. El dimensionamiento de las vigas intermedias y de cubierta en los pórticos está condicionado por el peso del cerramiento y por las luces entre columnas.

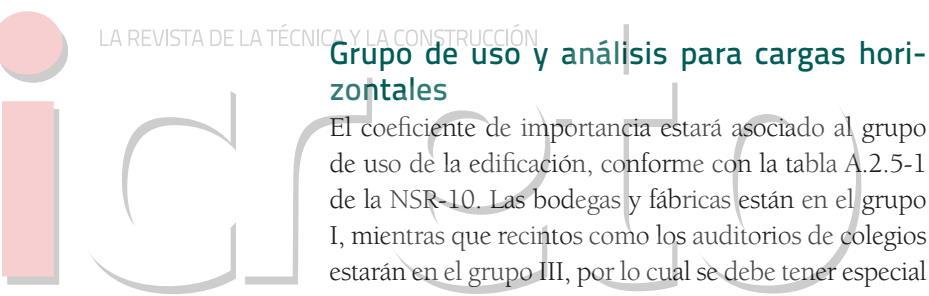
En naves industriales cobran especial importancia las cargas que incluyen la presencia de puente-grúas o monorraíles, para lo cual se deben contemplar las especificaciones del fabricante y el diseño de ménsulas adicionales para su apoyo. En ocasiones no menos importantes, las dimensiones de la estructura principal deben contemplar las relaciones de aspecto fijadas por el diseño arquitectónico.



↑ Figura 1. Esquemas estructurales para cerramiento en grandes superficies. JAIME BUITRAGO DISEÑO ESTRUCTURAL & INGENIERÍA S.A.S.



↑ Figura 2. Esquemas estructurales para cerramiento en grandes superficies. JAIME BUITRAGO DISEÑO ESTRUCTURAL & INGENIERÍA S.A.S.

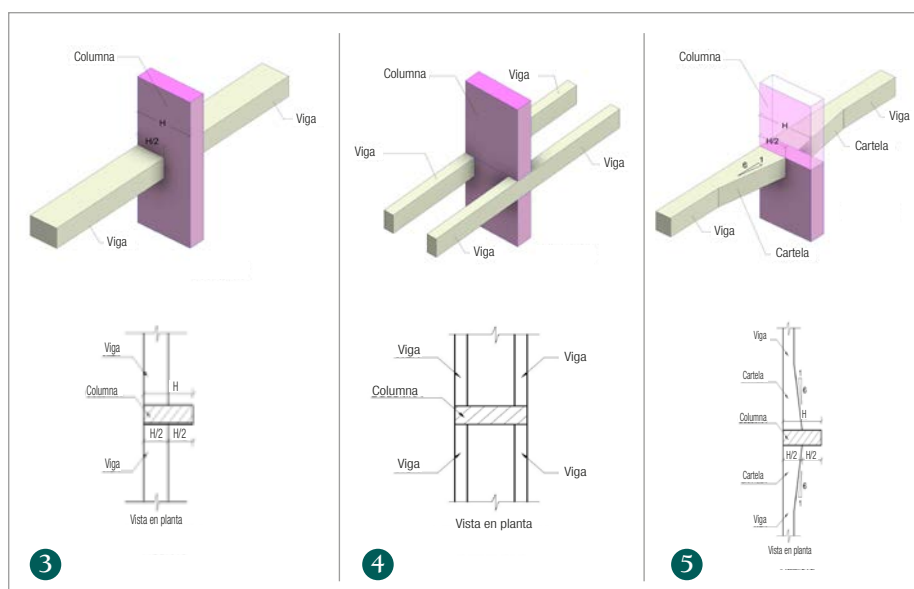


Grupo de uso y análisis para cargas horizontales

El coeficiente de importancia estará asociado al grupo de uso de la edificación, conforme con la tabla A.2.5-1 de la NSR-10. Las bodegas y fábricas están en el grupo I, mientras que recintos como los auditorios de colegios estarán en el grupo III, por lo cual se debe tener especial cuidado al escoger esta clasificación.

Para este tipo de edificaciones, el análisis sísmico se puede realizar por el método de Fuerza Horizontal Equivalente o, si el diseñador lo prefiere, por el de análisis dinámico. Como en toda edificación, la evaluación juiciosa de las cargas, la selección de los correctos parámetros para el espectro elástico de aceleraciones y las características de los materiales a utilizar van a garantizar un diseño eficiente.

↓ Diseños de vigas.
Figura 3. Ancho de viga = $\frac{1}{2}$ de la dimensión de la columna.
Figura 4. Colocar doble viga dispuestas en los extremos de la columna.
Figura 5. Conformar cartelas.
JAIME BUITRAGO DISEÑO ESTRUCTURAL & INGENIERÍA S.A.S.



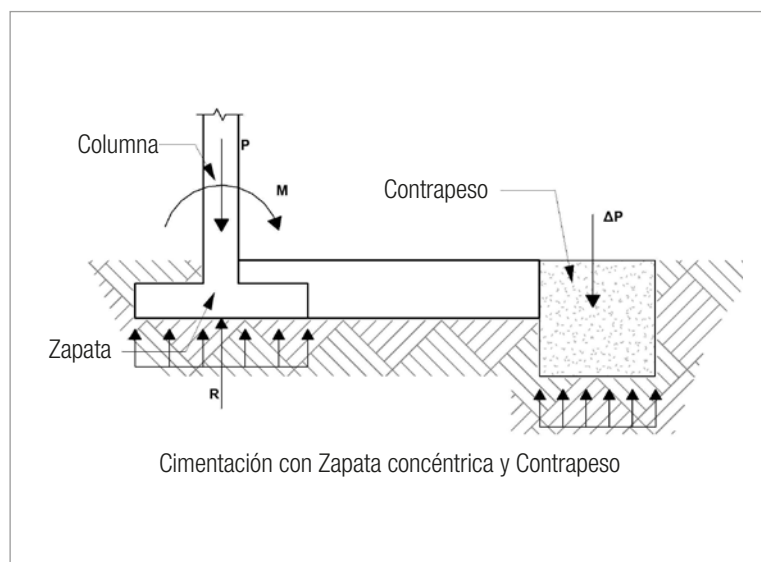


Figura 6. Cimentación con zapata concéntrica y contrapeso.
JAIMÉ BUITRAGO DISEÑO ESTRUCTURAL & INGENIERÍA S.A.S.

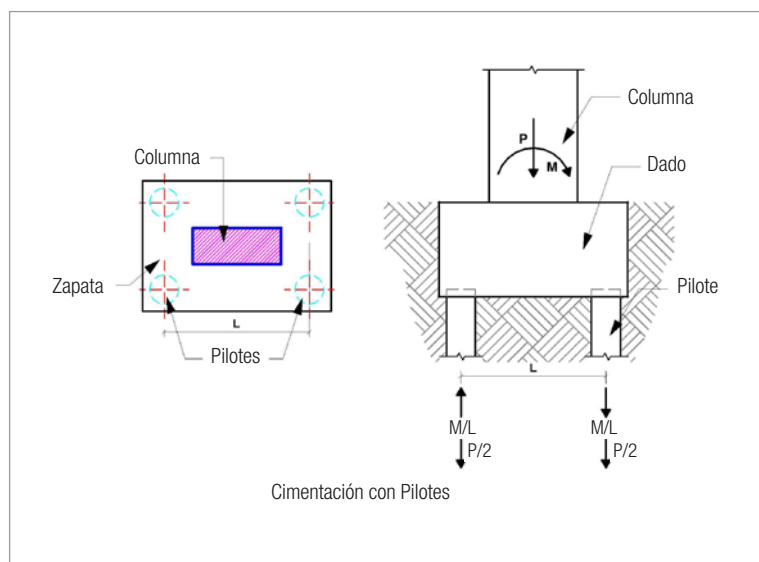


Figura 7. Cimentación con pilotes.
JAIMÉ BUITRAGO DISEÑO ESTRUCTURAL & INGENIERÍA S.A.S.

Dependiendo de la ubicación del proyecto, y ante las grandes superficies de exposición, es posible que para fuerzas horizontales la condición que prevalezca y domine el diseño sean las cargas de viento y no las de sismo, por lo cual siempre se deberá hacer la respectiva verificación.

Diseño de elementos

El diseño de las vigas deberá contemplar los requisitos del capítulo C.21 de la NSR-10, según correspondan a pórticos DMO o DES. Como se mencionó al comienzo, en las columnas se deberá usar un coeficiente de sobre-resistencia (Ω) de 2. En cuanto a los nudos, por tratarse de pórticos se debe cumplir con la restricción de la máxima excentricidad entre el eje de la columna y el eje de la viga, la cual no debe exceder el 25% de la dimensión de la columna perpendicular a la viga. La necesidad de hacer coincidir las caras exteriores de vigas y columnas por el cerramiento condicionan, entre otras, a las opciones de diseños de vigas 3, 4 y 5 representadas anteriormente.

Diseño de cimentación

Para el diseño de la cimentación, en la dirección del sistema de péndulo invertido, sea que se trate de una cimentación superficial con zapatas o una profunda con pilotes o caissons, es necesario cumplir con el equilibrio del nudo en la base de la columna y la estabilización del momento de volcamiento generado por fuerzas horizontales ante cargas de sismo o de viento. Este momento puede verse incrementado por condiciones como:

- Restricciones para centrar el cimiento con el eje de la columna que obliguen a arreglos excéntricos
- Existencia de cargas excéntricas como las generadas por puentes-grúa
- Aplicación excéntrica respecto al eje de la columna de las reacciones de cargas muertas y vivas de las cerchas de cubierta

En el caso de cimentación con zapatas –a menos que el suelo portante ofrezca muy buena capacidad portante y se logre cumplir con que la resultante de fuerzas se ubique en el tercio central del cimiento para que no existan esfuerzos de tracción en la fundación– el diseñador tendrá que apelar, generalmente, al uso de contrapesos o “muertos” de concreto simple o concreto ciclópeo conforme a lo que indica la figura 6. Debido a que el momento por sismo puede ir en sentido horario o antihorario, el equilibrio se logrará gracias al peso del ciclópeo o a la reacción del suelo bajo el mismo.

Cuando la cimentación es con pilotes, la solución de cimiento debe generar un par resistente que equilibre el momento de volcamiento; la separación escogida entre pilotes será la que alcance la mayor eficiencia de cantidades de estos (longitudes y diámetros) y tamaños de dado o “cabezal” (figura 7). Cuando la magnitud del momento sea muy grande es posible que algunos pilotes resulten a tracción, por lo que su refuerzo deberá colocarse en toda su longitud y calcularse para tal condición.

En aquellos casos para los que el ingeniero de suelos recomiende cimentar con caissons, el equilibrio y el control del momento de volcamiento se lograrán con el empotramiento de la columna en el fuste del caisson y todas las fuerzas serán resistidas por la fricción entre fuste y suelo, capacidad por punta y la resistencia pasiva del suelo.

Referencias:

- República de Colombia, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, Bogotá 2012.

Toda la información sobre la industria del Cemento y Concreto en un solo lugar.

Visítanos en:
www.asocem.org.pe

Biblioteca Virtual

Contiene información técnica de la industria del cemento y concreto mediante artículos, libros, conferencias y documentos técnicos.



Congresos y Capacitaciones

A través de los cuales formamos y difundimos información sobre últimos avances e innovación en temas relacionados con la industria, convocando a expositores de primer nivel.



Información de la Industria

Muestra estadísticas y enlaces relacionados a la industria del cemento y concreto a nivel nacional e internacional.



Brindamos servicios de búsqueda especializada

El área de normalización incluye referencias de las Normas Técnicas Peruanas sobre cemento, concreto y áreas relacionadas.



Ensayos interlaboratorios

A manera de contribuir a la mejora continua del desempeño de los laboratorios especializados.

