

**EXTRACTO DE LA NORMA VENEZOLANA COVENIN 1756:2001-1,  
EDIFICACIONES SISMORRESISTENTES**

**EDIFICACIÓN DE ESTRUCTURA IRREGULAR**

**PARTE 1  
ARTICULADO**

## **6.5.2 EDIFICACIÓN DE ESTRUCTURA IRREGULAR**

Se considera irregular la edificación que en alguna de sus direcciones principales presente alguna de las características siguientes:

### **a) Irregularidades Verticales**

#### **a.1.) Entrepiso blando**

La rigidez lateral de algún entrepiso, es menor que 0.70 veces la del entrepiso superior, o 0.80 veces el promedio de las rigideces de los tres entrepisos superiores. En el cálculo de las rigideces se incluirá la contribución de la tabiquería; en el caso de que su contribución sea mayor para el piso inferior que para los superiores, esta se podrá omitir.

#### **a.2) Entrepiso débil**

La resistencia lateral de algún entrepiso, es menor que 0.70 veces la correspondiente resistencia del entrepiso superior, o 0.80 veces el promedio de las resistencias de los tres entrepisos superiores. En la evaluación de la resistencia de los entrepisos se incluirá la contribución de la tabiquería; en el caso de que su contribución sea mayor para el piso inferior que para los superiores, esta se podrá omitir.

#### **a.3) Distribución irregular de masas de uno de los pisos contiguos**

Cuando la masa de algún piso exceda 1.3 veces la masa de uno de los pisos contiguos. Se exceptúa la comparación con el último nivel de techo de la edificación. Para esta verificación la masa de los apéndices se añadirán al peso del nivel que los soporta.

#### **a.4) Aumento de las masas con la elevación**

La distribución de masas de la edificación crece sistemáticamente con la altura. Para esta verificación la masa de los apéndices se añadirán al peso del nivel que los soporta.

#### **a.5) Variaciones en la geometría del sistema estructural**

La dimensión horizontal del sistema estructural en algún piso excede 1.30 la del piso adyacente. Se excluye el caso del último nivel.

#### **a.6) Esbeltez excesiva**

El cociente entre la altura de la edificación y la menor dimensión en planta de la

estructura a nivel de base exceda a 4. Igualmente cuando esta situación se presente en alguna porción significativa de la estructura.

#### **a.7) Discontinuidad en el plano del sistema resistente a cargas laterales**

De acuerdo con alguno de los siguientes casos:

- i) Columnas o muros que no continúan al llegar a un nivel inferior distinto al nivel de base.
- ii) El ancho de la columna o muro en un entrepiso presenta una reducción que excede el veinte por ciento (20%) del ancho de la columna o muro en el entrepiso inmediatamente superior en la misma dirección horizontal.
- iii) El desalineamiento horizontal del eje de un miembro vertical, muro o columna, entre dos pisos consecutivos, supera  $1/3$  de la dimensión horizontal del miembro inferior en la dirección del desalineamiento.

#### **a.8) Falta de conexión entre miembros verticales**

Alguno de los miembros verticales, columnas o muros, no está conectado al diafragma de algún nivel.

#### **a.9) Efecto de columna corta**

Marcada reducción en la longitud libre de columnas, por efecto de restricciones laterales tales como paredes, u otros elementos no estructurales.

### **b) Irregularidades en Planta**

#### **b.1) Gran excentricidad**

En algún nivel la excentricidad entre la línea de acción del cortante en alguna dirección, y el centro de rigidez supera el veinte por ciento (20%) del radio de giro inercial de la planta.

#### **b.2) Riesgo torsional elevado**

Si en algún un piso se presenta cualquiera de las siguientes situaciones:

- i) El radio de giro torsional  $r_t$  en alguna dirección es inferior al cincuenta por ciento (50%) del radio de giro inercial  $r$ .
- ii) La excentricidad entre la línea de acción del cortante y el centro de rigidez de la planta supera el treinta por ciento (30%) del valor del radio de giro torsional  $r_t$  en alguna dirección.

**b.3) Sistema no ortogonal**

Cuando una porción importante de los planos del sistema sismorresistente no sean paralelos a los ejes principales de dicho sistema.

**b.4) Diafragma flexible**

- i) Cuando la rigidez en su plano sea menor a la de una losa equivalente de concreto armado de 4 cm de espesor y la relación largo/ancho no sea mayor que 4.5.
- ii) Cuando un número significativo de plantas tenga entrantes cuya menor longitud exceda el cuarenta por ciento (40%) de la dimensión del menor rectángulo que inscribe a la planta, medida paralelamente a la dirección del entrante; o cuando el área de dichos entrantes supere el treinta por ciento (30%) del área del citado rectángulo circunscrito.
- iii) Cuando las plantas presenten un área total de aberturas internas que rebasen el veinte por ciento (20%) del área bruta de las plantas.
- iv) Cuando existan aberturas prominentes adyacentes a planos sismorresistentes importantes o, en general, cuando se carezca de conexiones adecuadas con ellos.
- v) Cuando en alguna planta el cociente largo/ancho del menor rectángulo que inscriba a dicha planta sea mayor que 5.

**EXTRACTO DE LA NORMA VENEZOLANA COVENIN 1756:2001-1,  
EDIFICACIONES SISMORRESISTENTES**

**EDIFICACIÓN DE ESTRUCTURA IRREGULAR**

**PARTE 2  
COMENTARIOS**

antes señalado, tomando en cuenta todos los miembros que pueden contribuir a la resistencia de uno cualquiera de los niveles, no difiera en más de un cierto porcentaje, entre 20% y 40%, del promedio de dichos cocientes para todos los niveles. Esto significa que la mayor parte de la estructura debe participar de una manera uniforme en la disipación de energía en el rango inelástico (Rosenblueth, 1964). El caso más peligroso de falta de uniformidad de resistencia es el de un entrepiso débil, que en esta Norma configura una irregularidad penalizada (véase aparte 6.5.2.a.2).

- 5) Aún reconociendo que las sobrerresistencias globales de los distintos tipos estructurales pueden ser algo diferentes, en aras de la simplicidad en esta Norma se ha supuesto un valor uniforme de 1.25. Esto equivale a que la ductilidad esté en el orden de 0.8 veces el factor de reducción utilizado. Esta relación se introduce en la estimación de los desplazamientos inelásticos (Art. 10.1). Conviene recordar, que al igual que las ductilidades, las sobrerresistencias locales pueden ser mucho mayores que las globales, por lo que en las Normas de Diseño se incorpora el factor  $\Omega_0$ , con valores entre 2 y 3, para controlar situaciones potencialmente frágiles.

Las casillas sin valores de R denotan Niveles de Diseño no contemplados en las Normas correspondientes y no deben utilizarse, a menos que se efectúen estudios especiales.

#### C-6.4.1 CASO DE ESTRUCTURAS IRREGULARES

En general, las estructuras irregulares desarrollan una distribución de solicitaciones diferente a las regulares, la cual puede llegar a ser poco uniforme. Cierta clase de irregularidades conducen a la concentración de las zonas de disipación de energía en pocos sitios localizados. Obviamente, entonces la ductilidad global que se puede desarrollar es menor, suponiendo que las ductilidades locales se mantienen (Esteve, 1980). Otra clase de irregularidades conduce a distribuciones de solicitaciones que pueden detectarse mediante un análisis elástico, pero sin que generen concentraciones de demanda inelástica. Por el contrario, en la primera clase, sólo un análisis inelástico podría detectar el problema y al efectuar un análisis elástico no se evidencia, aunque siempre conviene usar un análisis más refinado que el normal.

En esta Norma se distinguen las irregularidades de ambas clases, conduciendo a penalizaciones diferentes. Las de la primera clase se penalizan con una disminución en el valor de R con la finalidad de compensar las incertidumbres en las concentraciones de demanda inelástica. El valor seleccionado para disminuir R es de 0.75, semejante al factor  $k_R = 0.8$  para estructuras irregulares en (Eurocódigo, 1998), aunque en él no se distinguen las dos clases antedichas. Adicionalmente, para algunas irregularidades se pide que las solicitaciones de ciertos niveles se magnifiquen en 30%. Las irregularidades de la segunda clase conducen solo a la necesidad de efectuar análisis elásticos más refinados, los cuales se establecen en la Tabla 9.2 del Capítulo 9, donde también se incluyen requisitos de análisis para las irregularidades de la primera clase. En el Artículo siguiente se comentan distintos casos de irregularidades que establece la Norma.

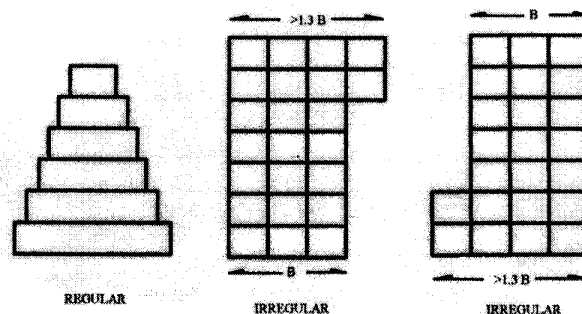
## C-6.5 CLASIFICACIÓN SEGÚN LA REGULARIDAD DE LA ESTRUCTURA

Para seleccionar el método de análisis, las edificaciones deben clasificarse en regulares o irregulares. Esta clasificación obedece por un lado a la necesidad de identificar aquellas estructuras en las cuales es posible predecir razonablemente los efectos de la acción sísmica mediante métodos aproximados de análisis, que obvian la necesidad de otros más rigurosos, véase C-9.1. Por otro lado, tal como se comenta en C-6.4.1, deben identificarse las irregularidades que tiendan a producir concentraciones indeseables de demandas inelásticas. El nivel de confianza en los resultados provenientes de los métodos simplificados de análisis aumenta en general en proporción al grado de regularidad, tanto en planta como en elevación. Las irregularidades significativas en la distribución de masas y rigideces exigen la adopción de métodos de análisis más refinados (ATC, 1978; Chopra and Newmark, 1980; FEMA, 1997a; ICC, 2000).

### Edificaciones de Estructura Irregular C-6.5.a. Irregularidades verticales

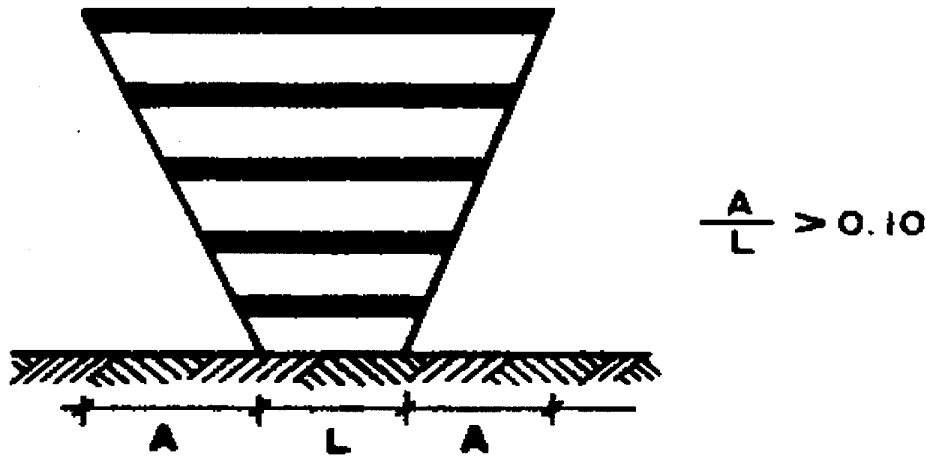
Las irregularidades en la configuración vertical, tales como las variaciones substanciales en la distribución vertical de masas, rigideces o resistencias, afectan la respuesta a distintos niveles y pueden inducir solicitaciones significativamente diferentes a la distribución supuesta en el Artículo 9.3, por lo tanto requieren análisis dinámicos como los establecidos en la Tabla 9.2. Los comentarios y las figuras que siguen facilitan la identificación de algunas de las irregularidades verticales.

Geometrías verticales asimétricas pueden dar lugar a que un edificio sea clasificado como irregular. Aún cuando la geometría vertical sea simétrica, un edificio puede quedar clasificado como irregular debido a la presencia de entrantes horizontales significativos en uno o más niveles. La Figura C-6.4 ilustra alguna de estas situaciones; los límites de  $A/L$  anotados son valores guías dados en (FEMA, 1997a). En esta Norma se ha sido menos exigente, fijándose como condición de irregularidad a la variación entre niveles adyacentes superior a un 30%.



**FIG. C-6.4 EJEMPLOS DE CLASIFICACIÓN DE REGULARIDAD VERTICAL SEGÚN LAS VARIACIONES EN LA GEOMETRÍA DE LA ESTRUCTURA**

Una situación de irregularidad vertical prevista en la Norma es la del aumento sistemático de masas (y normalmente dimensiones) con la elevación. Véase la Fig. C-6.5. Debido a los efectos dinámicos y accidentales de la mayor inercia rotacional de los pisos superiores, en la Tabla 9.2 se exige una análisis espacial de la estructura.



**FIG. C-6.5 AUMENTO SIGNIFICATIVO DE LAS DIMENSIONES DE LAS PLANTAS CON LA ALTURA**

Un edificio será clasificado como irregular cuando las masas o las rigideces en niveles adyacentes difiera de un modo significativo. Esto puede ocurrir cuando hay una masa importante, por ejemplo, cuando una piscina es excepcionalmente colocada en un cierto nivel. Los sistemas estructurales donde un piso es mucho más alto que los adyacentes y la consiguiente reducción en rigidez no se pueda compensar, deben clasificarse como irregulares. La Figura C-6.6 ilustra este tipo de irregularidad.

En la mayoría de los problemas estáticos, una mayor resistencia se suele asociar a una mayor seguridad. Ahora bien, bajo acciones sísmicas, la sobrerresistencia de un nivel puede dar lugar a diferencias importantes en el ámbito de deformaciones inelásticas con los niveles adyacentes, lo cual puede conducir a respuestas que varían sensiblemente de las que se presuponen al utilizar los procedimientos incluidos en el Capítulo 9 para estructuras regulares.

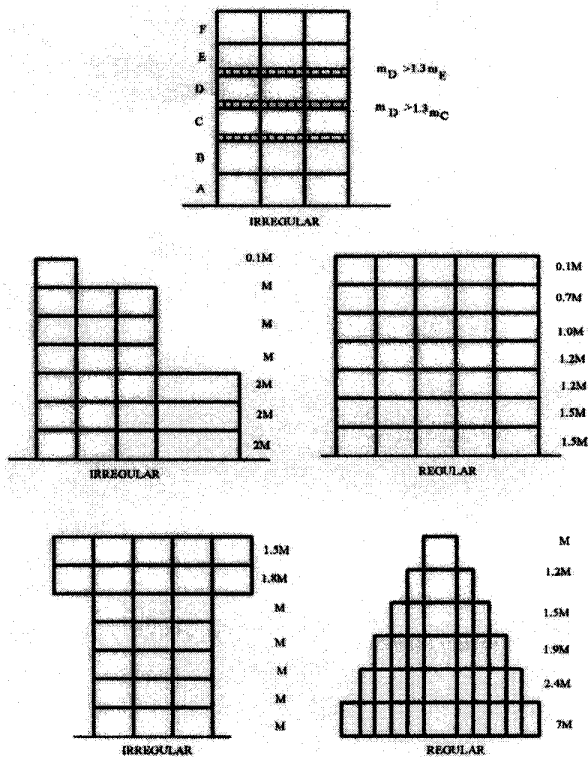


FIG. C-6.6 a) EJEMPLOS DE CLASIFICACIÓN DE REGULARIDADES SEGÚN LA DISTRIBUCIÓN DE MASA, M (SECCIÓN 6.2-a3)

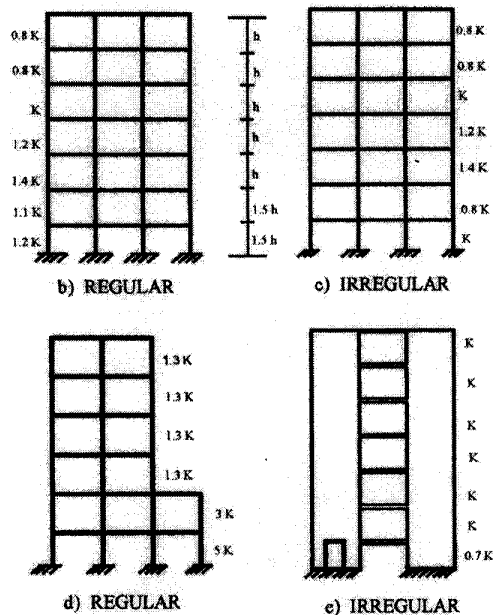


FIG. C-6.6 b) EJEMPLOS DE CLASIFICACIÓN DE REGULARIDADES SEGÚN LA DISTRIBUCIÓN DE RIGIDEZES LATERALES, K (SECCIÓN 6.5.2.9)

Debe calificarse una estructura como irregular, cuando la resistencia y la rigidez de un determinado nivel es substancialmente inferior a los inmediatamente superiores, siendo la demanda de ductilidad excesiva en ese nivel y, amenazándose en consecuencia, la estabilidad de la estructura. En la Figura C.6.7 se tipifica esta situación. Estas configuraciones suelen denominarse "entrepiso blando" o "entrepiso débil" y son bastante peligrosas, habiendo fallado repetidamente en sismos recientes. Las especificaciones de esta Norma relativas a la penalización de estas estructuras deben entenderse como medidas mínimas a ejecutar si no hay otra solución; deberán evitarse en las zonas de mayor peligro sísmico.

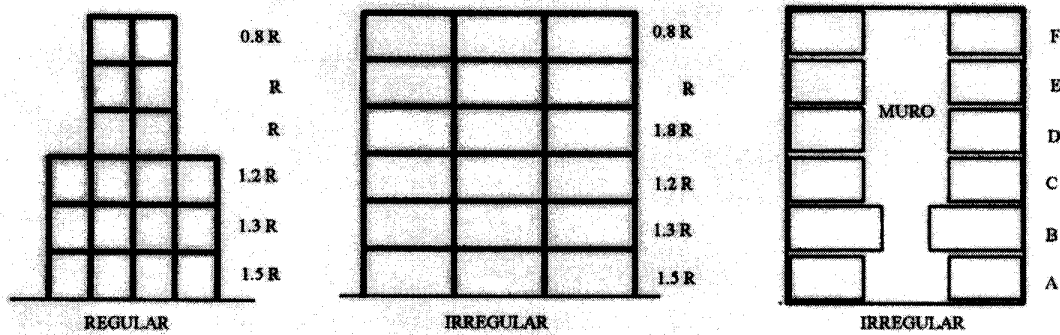


FIG. C-6.7 EJEMPLOS DE CLASIFICACIÓN DE REGULARIDADES SEGÚN LA RESISTENCIA A CARGAS LATERALES (SECCIÓN 6.5.2-A2)

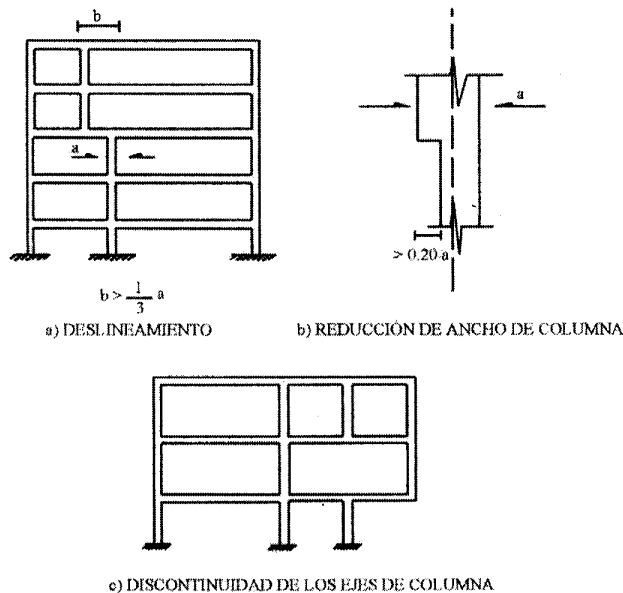


FIG. C-6.8 EJEMPLOS DE DISCONTINUIDAD EN EL PLANO RESISTENTE A CARGAS LATERALES

A los fines de efectuar las verificaciones previstas en los apartes 6.5.2.a.1 y 6.5.2.a.2 de la Norma y a menos que se haga una revisión del diseño de la estructura, se podrá estimar la resistencia aproximada a la fuerza cortante en cualquier entrepiso como la

suma de las fuerzas cortantes de las columnas del entrepiso,  $\Sigma V_i$ , obtenidas al dividir la suma de los valores absolutos de los momentos resistentes en los extremos de las mismas dividido por la altura del entrepiso o altura libre de columnas,  $V_i = \Sigma M / h$ . Los momentos en los extremos de las columnas se obtendrán de la verificación de la condición columna fuerte – vigas débiles establecida en la Sección 11.4.7 y Subsección 11.4.4.3 de la Norma COVENIN 1618-98 para estructuras de acero, y en las Subsecciones 18.3.2.1 y 18.3.4.5 de la COVENIN 1753-82, para estructuras de concreto. Adicionalmente debe incorporarse la contribución de la tabiquería, en caso de que sea mayor en el nivel superior.

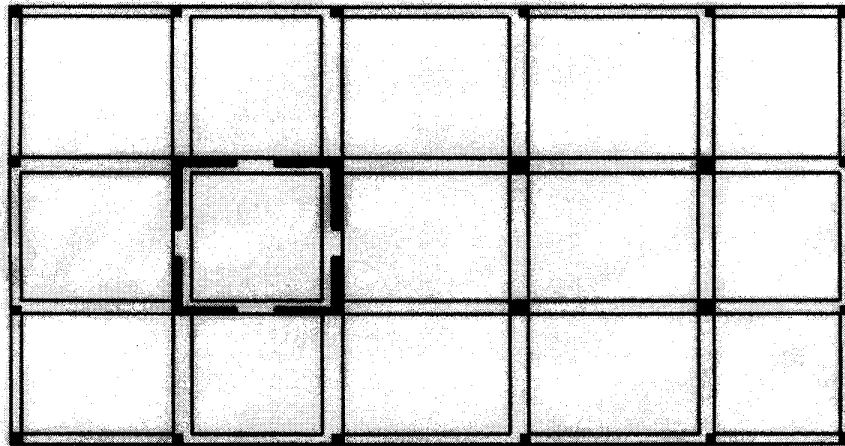
Si un edificio tiene una esbeltez global, altura/ancho de la base, mayor de 4 los resultados de la aplicación del Método Estático Equivalente (Art. 9.3) pierden precisión. Por tanto, en este caso la estructura se clasifica como irregular con el objeto de exigir que se realice un análisis dinámico, plano o espacial. Las irregularidades verticales estipuladas en los apartes 6.5.2.a.7, 6.5.2.a.8 y 6.5.2.a.9 de la Norma, se refieren a problemas locales que pueden inducir demandas inelásticas excesivas en las respectivas zonas (Figura C-6.8). Por tanto, en esos casos la estructura se clasifica como irregular y se penaliza con un incremento en las sollicitaciones de esas zonas (Sec. 6.4.1) y la obligación de detallarlas con el ND3 (Tabla 6.3).

### **C-6.5.b. Irregularidades en planta**

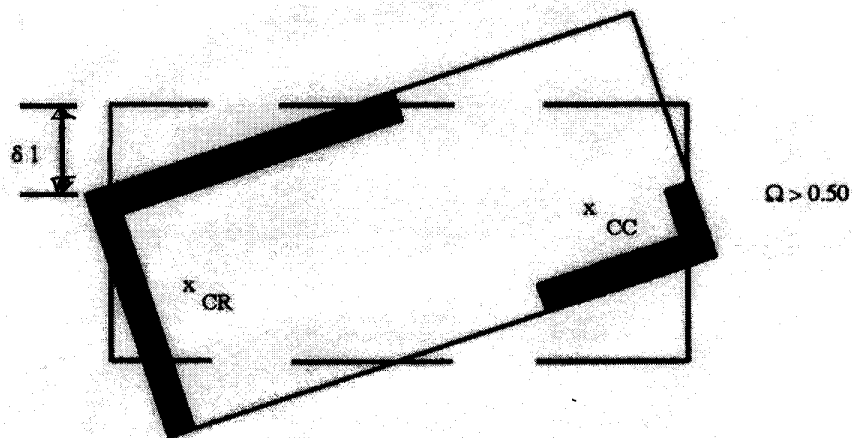
En la Norma se consideran dos casos de irregularidad en planta relacionadas estrictamente con la respuesta torsional de las plantas. Las variables involucradas son:

- a) La excentricidad entre el centro de aplicación de la fuerza cortante y el centro de rigidez de la planta, para una determinada dirección.
- b) El radio de giro inercial de la planta, función con la distribución de la masa en la planta y la relación de aspecto ancho/largo.
- c) El radio de giro torsional de la planta en una determinada dirección, obtenido a partir de la rigidez torsional de la planta y la rigidez lateral en esa dirección.

En caso de que alguna excentricidad supere el 20% del radio de giro inercial de la planta, los parámetros de modificación dinámica de la excentricidad ( $\tau$  y  $\tau'$ ) del Método de la Torsión Estática Equivalente (Art. 9.5) dejan de ser válidos. Por consiguiente, la estructura se clasifica como irregular, a fin de que se utilice el Método de Análisis Dinámico Espacial (Art. 9.6), se denomina caso de gran excentricidad (aparte 6.5.2.b.1) y, si no hay problemas de rigidez torsional pequeña, no se estima que ocurran demandas inelásticas inesperada y el problema es fundamentalmente de análisis. En la Fig. C-6.8 se ilustra en forma muy general, dos situaciones que conducen a grandes excentricidades.



a) CONFIGURACIÓN DE RIGIDEZ TORSIONAL DEFICIENTE



b) EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO TORSIONAL

**FIG. C.6-9 RIESGO TORSIONAL ELEVADO (Sección 6.5.2-b.2)**

En caso de que exista una rigidez torsional deficiente, existe el peligro de demandas inelásticas no bien predecibles, debido a que el sistema tiende a sufrir desplazamientos muy grandes en el perímetro, causadas por considerables rotaciones (Wong & Tso, 1994; Hernández, 1997b). Ésto puede ocurrir cuando elementos de gran rigidez lateral se colocan hacia el centro de la planta, dejando el perímetro con mucha menos rigidez relativa. Véase la Fig. C-6.9. La edificación se clasifica como de riesgo torsional elevado (aparte 6.5.2.b.2) para dos situaciones en que la deficiencia de rigidez torsional es peligrosa. En primer lugar, cuando el radio de giro torsional es inferior al 50% del radio de giro inercial (aparte 6.5.2.b.2.i); esto equivale a que la frecuencia torsional desacoplada sea menos de la mitad de la frecuencia lateral, lo que implica que el modo torsional se excite excesivamente, y ocurran grandes rotaciones amplificadas

dinámicamente, aún para excentricidades muy pequeñas. En segundo lugar (aparte 6.5.2.b.2.ii), cuando la excentricidad es muy grande en relación con la rigidez torsional existente (aún cuando ésta no caiga en el primer caso), lo que conduce a excesiva amplificación de la excentricidad. En ambos casos de riesgo torsional elevado, además de la obligación de efectuar un análisis dinámico espacial (Art. 9.6) se penaliza el factor de reducción disminuyéndolo al 75% del normal (Sec. 6.4.1) y se obliga a usar el ND3 (Tabla 6.3). Estas disposiciones se establecen con el espíritu de mitigar el riesgo involucrado, en el supuesto de que el ingeniero no pueda eludir esas configuraciones; sin embargo, se recomienda firmemente que se eviten, rigidizando los planos perimetrales (o cercanos) de la estructura.

Cuando existan planos verticales resistentes importantes en direcciones no ortogonales, el análisis dinámico plano puede omitir interacciones importantes. Por este motivo, en ese caso las estructuras se clasifican como irregulares (aparte 6.5.2.b.3). La única penalización radica en que debe efectuarse un análisis dinámico espacial (Art. 9.6). Las respuestas (referenciales, a una componente sísmica) pueden calcularse según cualquier par de direcciones ortogonales de referencia, ya que la aplicación posterior de alguno de los procedimientos de combinación de componentes sísmicas (especificadas en el Artículo 8.6) capta adecuadamente la respuesta a la acción de dos componentes sísmicas simultáneas. Es obvio que para estas estructuras deberá usarse un único valor del factor de reducción R, al más desfavorable de todos los subsistemas estructurales, ya que no es posible definir valores direccionales.

Tal como se comenta en C-6.3.1, la aplicación de los métodos de análisis de los Artículos 9.3, 9.4, 9.5 y 9.6 supone que las plantas dispongan de diafragmas suficientemente rígidos, para los cuales pueda omitirse su flexibilidad sin notorio error. Se exceptúan de esta excepción las estructuras Tipo IV, en las cuales los diafragmas no juegan el papel de redistribución de fuerzas (aunque sí posiblemente el de su transmisión). En caso de que la flexibilidad de los diafragmas tenga influencia debe aplicarse un método de análisis que la tome en cuenta, como el del Artículo 9.7 de esta Norma. La consecuencia de la deficiencia de rigidez de los diafragmas es la de aumentar las fuerzas cortantes en algunos planos resistentes y disminuirlas en otros, en relación con lo que se obtiene con la hipótesis de diafragma infinitamente rígido. Entonces, si diseñamos obviando esa influencia, puede presentarse una demanda inelástica excesiva en los primeros. Por motivos semejantes, también se pide detallar con ND3 los elementos verticales conectados a un diafragma flexible (Tabla 6.3).

La finalidad de la categorización de irregularidad por diafragma flexible (aparte 6.5.2.b.4) es la de precisar las situaciones más conocidas en las cuales es posible que opere dicha influencia. Decimos posible, porque la seguridad de la misma depende de una serie de factores adicionales, tal como la rigidez lateral de las porciones del diafragma relativa a la rigidez de los subsistemas resistentes verticales y a su ubicación en planta. Dado que la normalización de estos factores es demasiado compleja, se opta por exigir la incorporación de la flexibilidad del diafragma en los casos que llevan a duda.

En ausencia de otras condiciones negativas, si un diafragma de concreto armado tiene un espesor mayor o igual a unos 4 cm, se encuentra que puede transmitir las fuerzas inerciales y redistribuir las fuerzas cortantes típicas, con desempeño adecuado. En caso de que fuera menor, o se trate de otro material con rigidez equivalente en el plano menor al especificado (aparte 6.5.2.b.4.i), conviene revisar los efectos de la flexibilidad del diafragma. Puede observarse en (López et. al., 1994) que es para esa situación que aumenta sustancialmente la deformabilidad de una serie de plantas estudiadas.

En el (aparte 6.5.2.b.4.i) se requiere la evaluación las plantas con entrantes o salientes como las comúnmente llamadas plantas en L ó en H, véase la Fig. C-6.10 En ellas puede tener efecto la deformabilidad horizontal de las porciones menores del diafragma. Ha sido criterio de la Comisión de Normas establecer la limitación del 40% para el cociente de longitudes especificado y la del 30% de las áreas (aparte 6.5.2.b.4.ii), en el entendido de que si no ocurren otras condiciones negativas, es a partir de esos valores que es problemática la situación. Las normas norteamericanas estipulan la más exigente limitación del 15% para los entrantes o salientes (FEMA, 1997; ICC, 2000) y las normas europeas (Eurocódigo, 1998) la fijan en 25%. Sin embargo, se trata de una condición general porque no añaden las otras revisiones (de posible concatenación) que sí establece esta Norma. Al hacerlo así, podemos permitirnos ser menos estrictos en una limitación particular.

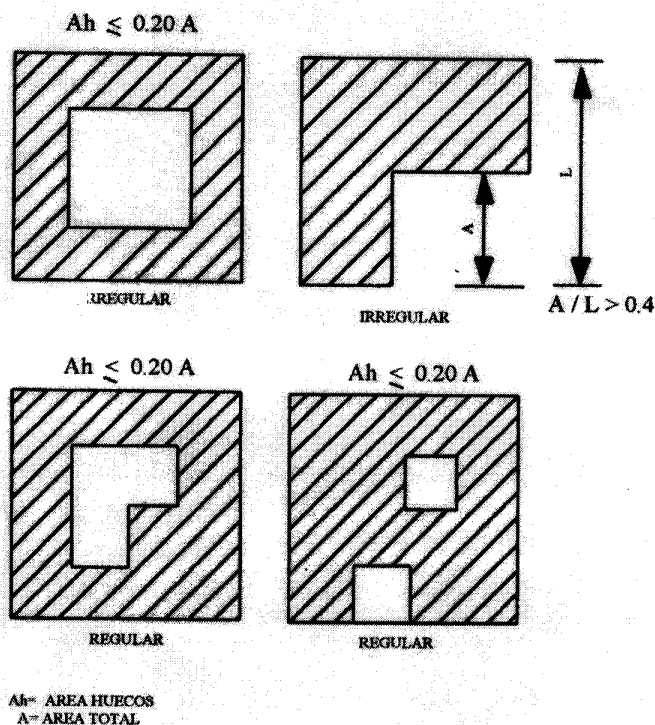
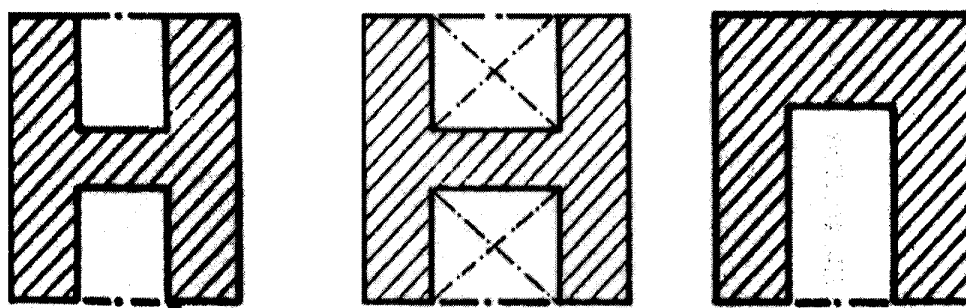


FIG. C-6.10 EJEMPLO DE CLASIFICACIÓN DE REGULARIDAD EN PLANTA SEGÚN FLEXIBILIDAD DEL DIAGRAMA (Sección 6.5.2 – b.4)

Discontinuidades considerables en la rigidez correspondiente a partes de un diafragma en un cierto nivel deben considerarse como irregularidades, ya que pueden dar lugar a cambios en la distribución de las fuerzas sísmicas a los componentes verticales, y pueden crear fuerzas de torsión no contempladas en la distribución normal de los edificios regulares. La figura C-6.10 ilustra las discontinuidades en la rigidez de los diafragmas.

Debe notarse que el porcentaje de vacío (20%), estipulado en esta Norma para exigir la aplicación del Art. 9.7 (aparte 6.5.2.b.4.iii), representa una porción considerable del área de la planta. Por ejemplo, en una planta cuadrada corresponde a una abertura central cuadrada de lado igual al 45% del ancho de la planta.

Para aminorar la deficiencia del diafragma en el caso de algunas formas de planta, como las "H" ó "C", se recomienda establecer las soluciones de diseño que sean convenientes, tales como las vigas perimetrales indicadas en la Fig. C-6.11. Sin embargo, debe notarse que aún cuando se adopten estos reforzamientos del diafragma, puede seguir siendo necesario efectuar un Análisis Dinámico según el Art. 9.7 si el porcentaje de vacíos así lo determina.



**FIG. C-6.11 SOLUCIONES USUALES PARA AMINORAR EL PROBLEMA DE LAS PLANTAS FLEXIBLES; (— • — = viga de unión).**

La condición establecida en el aparte 6.5.2.b.4.iv es obviamente fundamental, porque la carencia de una conexión adecuada atenúa la transmisión de fuerzas desde el diafragma hacia el subsistema vertical. Si ocurriera ese caso, debe modelarse la debilidad de la conexión al aplicar el método del Art.9.7.

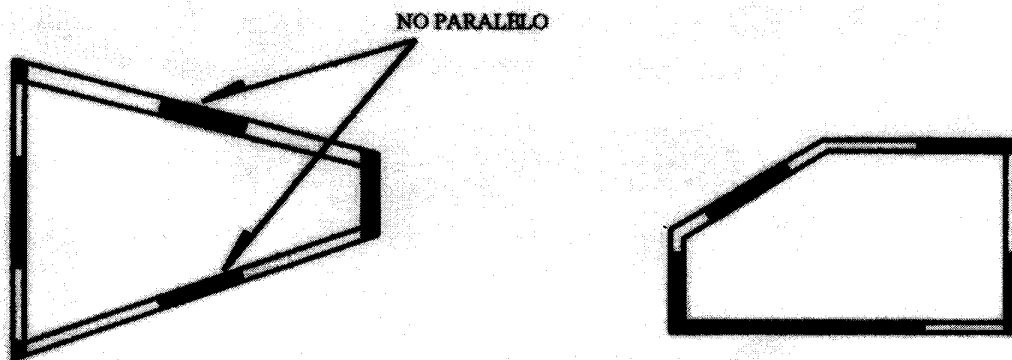
Se han encontrado sistemáticamente problemas de flexibilidad del diafragma en plantas muy alargadas, por la dificultad que el mismo tiene en transmitir las fuerzas inerciales centrales hacia los extremos. La gravedad de la situación suele aumentar cuando se proyectan subsistemas de distinta rigidez relativa (p. ej., muros con pórticos), véase (Rodríguez y López, 1998). En esta norma se establece el valor de 5 como limitante a la relación largo/ancho de la planta, para obligar a aplicar el Art. 9.7 (aparte 6.5.2.b.4.v) Sin embargo, se recomienda estudiar los efectos de la flexibilidad del diafragma aún para valores menores si se tienen configuraciones desfavorables de la distribución de la rigidez de los planos resistentes.

Debemos añadir que, de acuerdo con un buen criterio de diseño, si se tuviera una situación en que no se incumpla ninguna de las condiciones del aparte 6.5.2.b.4, pero se estuviera cerca de incumplir varias de ellas, parece razonable detenerse a estudiar si conviene la aplicación del Art. 9.7, debido al posible efecto acumulativo de diversas debilidades. En la Figura C-6.12 se dan ejemplos de sistemas sismorresistentes no ortogonales.

### Elementos no estructurales

Tal como se especifica en el Artículo 3.5 aparte f, es preciso tomar en cuenta la presencia de los elementos no estructurales. Estos pueden dar lugar a irregularidades verticales tales como las tipificadas en la Sección 6.5.2 apartes a.1, a.2 y a.9, o bien generar torsiones en planta del tipo de las señaladas en el aparte b.2 de la recién citada Sección.

Los efectos desfavorables de paredes enmarcadas por las vigas y columnas de los sistemas estructurales Tipos I y II, deben incorporarse tanto en el análisis mediante la reducción de R a un 75%, como en el diseño. En particular, cuando las paredes o tabiques se interrumpan en la zona adyacente a las columnas, o cuando pueda preverse su eventual interrupción futura, debe colocarse el refuerzo de confinamiento indicado en la de Norma COVENIN-MINDUR 1753 en toda la altura de la columna adyacente. (Véase C-8.3.4).



**FIG. C-6.12 EJEMPLOS DE SISTEMAS SISMORRESISTENTES NO ORTOGONALES (SECCIÓN 6.5.2 - b3)**