

CAPITULO 5

DISEÑO DE NUEVAS INSTALACIONES DE LA SALUD CONSIDERANDO MULTIPLES AMENAZAS

5.1 DISEÑO CONCEPTUAL

El diseño conceptual involucra una serie de decisiones entre las cuales se encuentran:

- ▶ Ubicación de la edificación;
- ▶ Geometría, forma o configuración de la edificación;
- ▶ Sistema estructural;
- ▶ Materiales de construcción;

Estas decisiones son tan básicas que deben realizarse en forma conjunta en las primeras etapas de la realización del proyecto entre los propietarios, administradores de la salud, arquitectos, ingenieros, constructores y todos aquellos profesionales que por alguna razón estén involucrados con su concepción y realización.

Desafortunadamente la actual organización de la industria de la construcción, en la mayoría de los países, hace que se dificulte el poder reunir todas estas partes en el desarrollo del diseño. Razón por la cual es una obligación de los arquitectos diseñadores lograr una mayor justificación de los procesos de construcción previstos, teniendo en cuenta muchas veces aspectos que no son tan obvios a simple vista, y asumiendo una mayor responsabilidad en relación con las

implicaciones que tienen las decisiones de diseño sobre los costos y las facilidades de construcción.

Las técnicas de construcción afectan el costo, la disponibilidad de los materiales, las características de los equipos, la mano de obra y el tiempo de construcción, razón por la cual en algunos países la responsabilidad del seguimiento de los costos está a cargo de otras disciplinas, como el supervisor de campo. No obstante, lo ideal sería que los diseñadores desde el inicio contaran con un profesional o un grupo de profesionales que integren todos los aspectos que deben tenerse en cuenta, tales como los requisitos para enfrentar amenazas naturales. En otras palabras, lo deseable sería que hubiese un diseñador conceptual con la suficiente experiencia en arquitectura, ingeniería, estimación de costos y construcción, que logre considerar aspectos que hasta ahora no han sido debidamente tenidos en cuenta para lograr la máxima eficiencia en el diseño.

5.2 PROCESO DE DISEÑO

El verdadero diseño conceptual precede a los cálculos detallados. Algunos cálculos son requeridos durante la conceptualización pero la mayoría de los cálculos se requieren después que el diseño conceptual está relativamente avanzado. Las matemáticas son la herramienta para refinar el diseño y para determinar los detalles de construcción, situación que no significa que el análisis estructural y el detallado técnico no jueguen un papel fundamental. Una apropiada cronología de estas funciones es la siguiente:

- (i) Diseño conceptual
- (ii) Análisis estructural
- (iii) Detallado técnico
- (iv) Construcción e inspección
- (v) Mantenimiento
- (vi) Demolición

Cada función está afectada por cada una de las otras etapas del ciclo, pero esto no implica variación en el orden de precedencia mencionado anteriormente. Un buen análisis no puede realizarse si el diseño conceptual es deficiente y una construcción óptima no puede ser el resultado de un deficiente detallado técnico.

5.3 COMPARACION DE LAS CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO PARA MÚLTIPLES AMENAZAS

El diseño considerando múltiples amenazas es complejo, en particular cuando se trata de amenazas como el viento y los sismos. Muchas de las características consideradas como favorables para diseños anti-huracanes son desfavorables para diseños antisísmicos y viceversa:

- ▶ Las estructuras pesadas resisten mejor al viento. Las livianas resisten mejor los sismos.
- ▶ Las estructuras flexibles atraen grandes fuerzas de viento. Las estructuras rígidas generalmente atraen grandes fuerzas de sismos.

Tanto los huracanes como los sismos imponen cargas horizontales sobre los edificios. Los sismos imponen también cargas verticales significativas sobre todo el edificio, mientras que las cargas verticales derivadas del viento son significativas usualmente sólo en aquellas partes de la edificación en las cuales existen ciertas propiedades aerodinámicas.

Sin embargo, hay algunas similitudes en el diseño y construcción de edificaciones para resistir huracanes y sismos:

- ▶ Las formas simétricas son favorables.
- ▶ Las formas compactas son favorables.
- ▶ Existe un riesgo real de que las fuerzas de 'diseño' puedan ser excedidas. Particularmente en el caso de sismos donde las fuerzas de diseño son determinadas deliberadamente menores que las esperadas durante la vida útil del edificio. Esto conduce a un requisito de redundancia de la estructura y de ductilidad o de habilidad para absorber todas las cargas sin colapso.
- ▶ Las conexiones son de suprema importancia. Cada elemento crítico debe ser firmemente conectado a los elementos adyacentes.

Hay diferencias básicas en el comportamiento esperado en caso de un huracán o un sismo. Un edificio debe sobrevivir a su "huracán de diseño" prácticamente sin sufrir daños, excepto en el caso de un huracán catastrófico en el cual pueden ocurrir algunos daños reparables. Por el contrario, ante el "sismo de diseño" se espera que se presenten algunos daños, con la esperanza de que sean reparables, y ante un sismo catastrófico se espera que la edificación pueda soportarlo aún cuando ésta no pueda ser reparada y sea necesario demolerla. Situación en la cual, se considera exitoso el diseño si no se presentan víctimas y heridos graves.

La tabla 5.1 resume las principales diferencias que afectan el diseño estructural en el caso de huracanes y terremotos.

| | EFFECTOS DE HURACANES | EFFECTO DE SISMOS |
|--|---|---|
| (1) Fuente de Carga | Fuerzas externas debidas a la presión del viento. | Movimientos aplicados debido a la vibración del suelo. |
| (2) Tipo y Duración de la carga | Tormenta de muchas horas de duración; cargas fluctuantes, pero con una dirección predominante. | Cargas cíclicas, la mayoría de pocos minutos de duración; las cargas cambian de dirección continuamente. |
| (3) Predicción de las cargas | Usualmente bueno, por extrapolación de registros o por análisis del sitio y los patrones del viento. | Pobre; baja certeza estadística acerca de la magnitud de las vibraciones o de sus efectos. |
| (4) Influencia de las condiciones locales del suelo sobre la respuesta | Sin importancia. | Puede ser importante. |
| (5) Diferentes factores que afectan la respuesta de la construcción | Forma externa y tamaño del edificio; las propiedades dinámicas no son importantes, excepto para estructuras esbeltas. | Respuesta gobernada por las propiedades dinámicas: período fundamental, amortiguamiento y masa. |
| (6) Diseño normal basado en el evento de máxima credibilidad | Se requiere respuesta elástica. | Se permite respuesta inelástica, pero se debe proveer una adecuada ductilidad; se diseña para una pequeña fracción de las cargas correspondiente a la respuesta elástica. |
| (7) Diseño de elementos no-estructurales | Cargas aplicadas solo al recubrimiento externo. | El contenido de todo el edificio se sacude y debe ser diseñado apropiadamente. |

Tabla 5.1. Principales Diferencias entre Huracanes y Sismos

5.4 APLICACION DE LAS GUIAS

La configuración estructural es el factor más importante en la determinación del comportamiento de edificaciones sometidas a terremotos y huracanes.

Se proponen las siguientes recomendaciones, las cuales son particularmente apropiadas para construcciones sin ingeniería y para construcciones de bajo costo:

- (1) Limitar la altura de las edificaciones a dos pisos.
- (2) Usar pisos y techos livianos para reducir el riesgo en caso de sismo, asegurándose que están adecuadamente conectados a las paredes para mejorar su comportamiento en caso de huracanes. Alternativamente, si los techos son de concreto como una estrategia contra los huracanes, asegurarse que los elementos verticales (muros y columnas) se construyan adecuadamente para soportar cargas horizontales causadas por terremotos.

- (3) La forma de las edificaciones debe ser simétrica tanto como sea posible. Esta simetría también se aplica a la composición de particiones y aberturas, lo que conduce a una distribución de fuerzas más balanceada sobre la estructura.
- (4) Proveer una distancia suficiente entre aberturas para evitar elementos estrechos y esbeltos. Lograr aberturas con anchos moderados para evitar largos tramos de dinteles.
- (5) Unir los topes de todos los muros colocando una viga en forma de anillo en los niveles de piso y techo.
- (6) Los techos livianos no deben tener una inclinación menor de 20° para mejorar su resistencia al viento. Como regla general, entre más inclinada sea la cubierta su comportamiento será mucho mejor hasta llegar a 40° .
- (7) Para mejorar la resistencia al viento los techos livianos debe tener preferiblemente pendiente hacia todos los lados. Pendiente a cuatro aguas es mejor que a dos aguas, y a dos aguas es mejor que un techo con una sola pendiente.
- (8) Para mejorar la resistencia al viento el techo debe tener un mínimo de traslapo con los aleros. De hecho es mucho mejor que no existan traslapos y colocar un parapeto (ático). La necesidad de sombra para proteger ventanas y puertas del sol y lluvia se puede lograr mediante elementos separados.
- (9) La incorporación de ventiladores en caballete podría reducir las presiones internas y ayudar a mantener los techos livianos ante la acción de un huracán.

Las recomendaciones anteriores son muy restrictivas, pero pueden ajustarse de acuerdo con el criterio del ingeniero, quien debe mantener su responsabilidad de llevar a cabo la construcción cumpliendo los mínimos requisitos de seguridad. La tecnología moderna permite hacer casi todo; de hecho, se puede decir que los avances de la tecnología se deben en muchos casos a tratar de resolver los problemas que han presentado malos diseños. La tecnología y la disponibilidad de recursos permiten que a edificios mal diseñados se les mejore la seguridad. Estos aspectos no pretenden restringir el diseño, sino sensibilizar a los profesionales de que estos aspectos requieren cuidado.

**5.5 LIMITACIONES
PARA LA
APLICACION**

La pérdida de vidas y de propiedades causadas por huracanes y terremotos se pueden evitar con la aplicación de tecnologías existentes y sin realizar enormes esfuerzos financieros. Lo único que se requiere es la voluntad de hacerlo. Debido a que se requieren alrededor de dos generaciones para reemplazar el actual inventario de edificaciones en la mayoría de comunidades, se debe prestar bastante atención a la intervención estructural de las edificaciones existentes tanto como la atención que se le otorga al diseño y construcción de nuevas edificaciones. En este momento existen muy pocas limitantes técnicas que gobiernan el diseño y la construcción de la mayoría de edificaciones a prueba de huracanes y sismos. Esto no significa que la investigación y el desarrollo no deban continuar. Sin embargo, existen severas restricciones culturales, socio-económicas, burocráticas y políticas para lograr con éxito avanzar en este campo.

Los programas de educación y capacitación necesitan tener un gran énfasis en los requerimientos específicos de diseño resistente a sismo y huracán. En los niveles más altos de educación, el tema debe ser tratado desde el punto de vista de los principios fundamentales y los estudios de fondo. La experiencia ha demostrado que la sola enseñanza de un código de requisitos mínimos no es suficiente.

La falta de un código es un serio impedimento para el progreso en muchos territorios, sin embargo, un código no es suficiente por sí mismo sin su debido cumplimiento. Agencias de préstamos y donaciones, instituciones de hipotecas domésticas y compañías aseguradoras podrían desempeñar un papel fundamental para lograr ese objetivo.

**5.6 ADQUISICION,
INSTALACION Y
MANTENIMIENTO
DE EQUIPOS**

En relación con la mitigación de riesgos no se ha prestado mucha atención en el pasado a la adquisición, instalación y mantenimiento de equipos, aunque hay una amplia evidencia de que es un factor importante. Se pueden tener en cuenta medidas sencillas, efectivas y poco costosas durante las primeras etapas de la construcción o remodelación de instalaciones con el fin de prevenir daños costosos en etapas posteriores.

En el lugar donde el equipo quede expuesto, es importante que tanto como sea posible, se le proteja contra la acción de los huracanes. Ahora bien, además de proteger la planta del daño directo se debe prevenir la afectación que le pueden causar estructuras adyacentes que

se deterioren o que le pueden producir escombros u otros elementos que arrastra el viento.

En áreas propensas a sismos, la elección del lugar donde se localizarán los equipos de especial importancia es fundamental, teniéndose en cuenta las condiciones del subsuelo y que los mismos deben quedar adecuadamente fijos a sus cimentaciones.

Cuando la orden de adquisición de los equipos se hace a través de un consultor, los criterios de diseño para las cargas de viento y terremoto deben ser definidas y especificadas claramente, de acuerdo con el código particular vigente.

Una vez que los equipos y sus sistemas de fijación han sido diseñados de acuerdo con las especificaciones para el sitio, es necesario asegurarse que su montaje se realice de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Tanto la instalación como la supervisión son muy importantes.

Finalmente, debe realizarse el mantenimiento de los equipos y el chequeo de sus sistemas de fijación en forma continua. Especial atención debe prestarse a la posible corrosión de los elementos de fijación. Cuando sea necesario los conectores deben reemplazarse con las mismas especificaciones con las que originalmente fueron instalados. El desarrollo de un buen mantenimiento manual es, tal vez, la mejor forma para asegurar que los procedimientos anteriores se realicen eficientemente.

