

ARQUITECTURA EN ZONA SÍSMICA

Eduardo Rodríguez Cimino

A diferencia de otros desastres naturales, el terremoto tiene la particularidad de ser repentino e impredecible. No disponemos aún de una herramienta que nos permita anticiparnos y nos brinde tiempo para evacuar la población o resguardar nuestros bienes. Para protegernos debemos entonces recurrir a un correcto planeamiento urbano de nuestras ciudades y a un adecuado diseño arquitectónico y estructural de sus edificios, de manera que el riesgo de pérdidas humanas y materiales sea el mínimo.

En las últimas décadas, se produjeron importantes avances en la ingeniería sismorresistente y en las posibilidades del análisis estructural, mediante procedimientos informáticos cada vez más sofisticados. Sin embargo, la evaluación de daños de los últimos grandes terremotos ocurridos ha demostrado que el solo análisis estructural no es suficiente para lograr los objetivos de una construcción en zona sísmica. Ciertas características de diseño y construcción alteran significativamente el comportamiento dinámico de las edificaciones, alejando a la realidad materializada de los modelos teóricos con los cuales se dimensiona a las estructuras.

Es por ello que la arquitectura adecuada para zonas sísmicas debe gestarse en la etapa inicial del proceso proyectual y no limitarse a un posterior análisis y diseño estructural. La responsabilidad del buen desempeño de una construcción en zona sísmica es entonces compartida entre arquitectos e ingenieros. Dice el Arq. Horacio Saleme: "La seguridad contra el sismo no se resuelve transfiriendo al ingeniero el cálculo de la estructura. Fundamentalmente es un problema de diseño, pues no hay buen reglamento ni buen cálculo que pueda salvar a un edificio mal concebido".

La peligrosidad sísmica de un territorio, debe ser considerada un condicionante más para cualquier diseño arquitectónico, tal como lo son el clima, asoleamiento, iluminación, ventilación, etc. Para lograr un adecuado nivel de seguridad es necesario que, tanto el ingeniero como el arquitecto que integran el equipo de proyecto, apliquen los principios del diseño sismorresistente en todas las etapas de la obra.

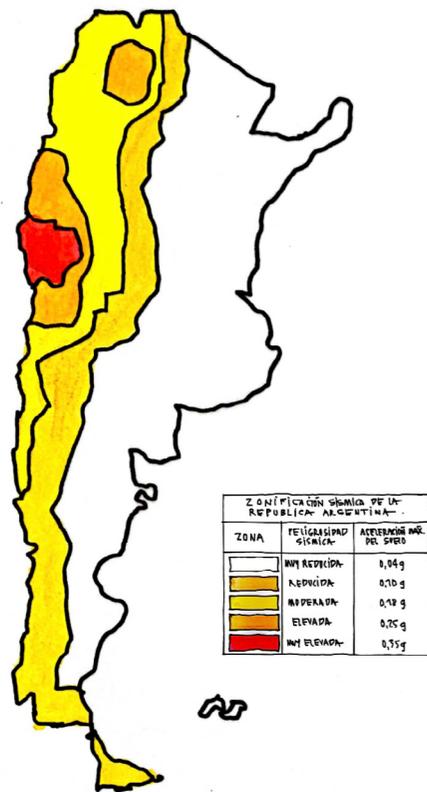
El uso de configuraciones geométricas regulares en planta y altura evitan concentraciones de tensiones, la esbeltez reducida ayuda a equilibrar los momentos de vuelco, la distribución homogénea de masas y rigideces eliminan los efectos de torsión y la concentración de esfuerzos en pisos blandos, el uso de planos horizontales rígidos como diafragmas permiten una adecuada distribución de las solicitaciones y una colaboración pareja de la totalidad de los elementos verticales, la continuidad de columnas y muros en todos los niveles sin interrupciones facilita la transferencia de los esfuerzos hacia las fundaciones, etc.

La pagoda japonesa constituye un claro ejemplo de diseño adecuado para zonas de alta peligrosidad sísmica. Su estructura está compuesta por un pilar central, el "shinbashira", que simboliza el eje del mundo y actúa como un mástil empotrado en el suelo que enhebra los diferentes niveles como un pasador. Esto confiere a la estructura de gran flexibilidad, con periodos de vibración entre 1 a 1.5 segundos, más largos que el periodo dominante del movimiento del suelo en terremotos japoneses, y de un importante amortiguamiento producido por la fricción entre la madera al deslizarse lateralmente.

Además, el uso de la madera, al ser un material liviano, disminuye la masa total del templo y con ello los efectos del sismo. La reducción del tamaño de los niveles en altura, ubicando al centro de masa global en una posición más baja, la simetría de planta y la posición central del mástil, además, elimina los movimientos de torsión.



Pagoda japonesa



Mapa de zonificación de la peligrosidad sísmica en Argentina

Riesgo sísmico

Existen dos factores que determinan el nivel de riesgo sísmico de un área urbana: la posibilidad de ocurrencia de un sismo (peligro sísmico) y la vulnerabilidad de sus construcciones.

El peligro sísmico, o amenaza, es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno sísmico dentro de un periodo de tiempo y un área determinados.

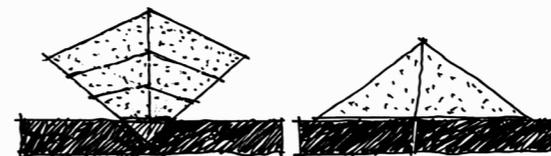
Para determinar la peligrosidad sísmica de un territorio se evalúan los sismos registrados, su frecuencia, magnitud y efectos provocados. Estudios más detallados para zonas más pequeñas pueden considerar también aspectos particulares, tales como la presencia de fallas y composición del suelo, topografía, nivel freático, etc.

Finalmente se construyen mapas de peligrosidad que dividen a una región geográfica en áreas cuya respuesta al movimiento del terreno se considera relativamente parecida. En Argentina, el peligro sísmico está determinado por el mapa de zonificación sísmica elaborado por el Instituto de Prevención Sísmica (INPRES).

En la provincia de Córdoba, la actividad sísmica se concentra en tres sectores: las proximidades de Villa de Soto y Cruz del Eje, donde hay registros de eventos que han superado la magnitud de 6 grados de la escala de Richter, la zona occidental de Sierras Chicas, donde se han registrado eventos superficiales que superan la magnitud 4 grados y en el sur, sobre la falla de Sampacho, se registraron sismos de 5.5 y 6 grados de magnitud que en el año 1934 destruyeron el 90% de la ciudad.

Por otro lado, la vulnerabilidad sísmica de una construcción, se define como su predisposición intrínseca a sufrir daño ante la ocurrencia de un movimiento sísmico de una severidad determinada. Está directamente relacionada con el diseño de las construcciones,

su tamaño, geometría y con la ubicación y dimensiones de sus elementos estructurales.



Una misma forma geométrica conforma un diseño de alta o de baja vulnerabilidad sísmica.

Es importante también considerar la vulnerabilidad de los elementos no estructurales, sobre todo en tipologías como hospitales, donde la permanencia en servicio resulta fundamental en caso de desastre y su funcionalidad requiere que todos los elementos no estructurales y sus equipamientos permanezcan en servicio después de un sismo.

Debido a que la peligrosidad sísmica es una característica de la naturaleza que todavía el hombre no es capaz de modificar, la única alternativa disponible para reducir el riesgo sísmico en zonas urbanas existentes consiste en la búsqueda de estrategias para aminorar la vulnerabilidad.

¿Cómo podemos reducir la vulnerabilidad?

A escala urbana:

• Patrones de uso del suelo:

Destinar zonas de mayor peligrosidad a la actividad agrícola y espacios verdes y ubicar los programas de desarrollo más sensibles en zonas más seguras.

Separar las zonas industriales de las residenciales y subdividir los distritos residenciales con espacios libres verdes que limiten

los posibles incendios posteriores al terremoto y brinden áreas de evacuación de emergencia.

Descentralizar servicios administrativos y económicos.

• Infraestructura

Diseño de vías de comunicación que garanticen funcionamiento en situaciones de emergencia evitando el diseño de calzadas estrechas que puedan quedar fácilmente bloqueadas y el acceso a cualquier lugar de la ciudad para operaciones de rescate y evacuación previendo caminos alternativos.

Contar con más de una única fuente de abastecimiento de agua.

Dotar a las redes de distribución de agua y gas de flexibilidad mediante el empleo de materiales y juntas necesarias para soportar movimientos.

La red de distribución de energía eléctrica de alta tensión debe seguir un trazado seguro libre, sin construcciones próximas.

• Equipamientos

Contar con centros sanitarios y cuerpos de socorro preparados para actuar en forma óptima, distribuidos de manera estratégica para asistir a la totalidad de la población.

Dotar, con una identificación adecuada, de sitios seguros, y lugares de encuentro

A escala arquitectónica

• Proveer de planes de evacuación, sitios seguros y salidas de emergencia en los edificios públicos y privados.

• Realizar estudios geológicos del suelo sobre el que se va a construir.

• Cumpliendo la reglamentación de construcción sismorresistentes establecida por el INPRES.

- Realizando proyectos arquitectónicos que tengan en cuenta la peligrosidad sísmica como condicionante de diseño, reduciendo la vulnerabilidad con un adecuado diseño geométrico de todos sus componentes, tanto estructurales como no estructurales.

La vulnerabilidad sísmica en el proyecto arquitectónico. Trabajos de investigación

La vulnerabilidad de las construcciones juega un papel preponderante en la reducción del riesgo sísmico, y su control constituye una tarea de importancia social. Si bien debe desarrollarse en un contexto interdisciplinario, el rol del diseñador es fundamental, dado que tiene a su cargo la resolución de la geometría general del proyecto.

En ese contexto, en el Taller de Investigación de Diseño Estructural (TIDE) de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Córdoba, el equipo docente de la cátedra de Estructuras III viene realizando desde el año 2016 diversos trabajos de investigación referidos a la vulnerabilidad sísmica de edificios, con el financiamiento de la Secretaría de Ciencia y Tecnología.

Durante 2016 y 2017 se desarrolló un método cualitativo para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificios existentes, mediante el relevamiento de 25 parámetros del diseño geométrico, estructural, aspectos constructivos y del entorno del edificio.

Con esta técnica se relevaron un total de 16 establecimientos educativos ubicados en las zonas de mayor actividad sísmica de la provincia de Córdoba, obteniéndose un informe de las debilidades y fortalezas en los diseños de esta tipología en nuestro medio, así como también los posibles caminos para su readecuación.

Desde 2018 a 2023 se trabajó en un nuevo proyecto, estudiando

las tipologías estructurales más frecuentes utilizadas para edificios en altura en la ciudad de Córdoba. En esta oportunidad se realizó también un análisis cuantitativo, realizando descripción, evaluación y diagnóstico del comportamiento estructural mediante la simulación con modelos matemáticos de diversos edificios en altura de hormigón armado.

En el marco de estas investigaciones, se realizó el diseño y construcción de una mesa vibratoria y modelos didácticos para ensayos que permitan transferir a la enseñanza de grado los resultados obtenidos. Con ella, en octubre de 2022, se llevó a cabo el primer concurso de modelos estructurales de fideos de sémola, durante las IV Jornadas de Estructuras en Arquitectura, organizadas en conjunto por la cátedra de Estructuras III y el Taller de Investigación de Diseño Estructural (TIDE) de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Córdoba.

