

USO COMPLETO DE LA REPARACION DE LA SALUD EN EL  
ACTUALIDAD CON SUS SERVICIOS, EQUIPAMIENTO Y SERVICIOS  
ACIONAL SANTA TERESA

## Capítulo 4

# Diseño y construcción del proyecto

### 1. Introducción

Luego de la correcta selección de un sitio, el aspecto más importante es la concepción y desarrollo de un proyecto de diseño de infraestructura que provea un nivel de seguridad acorde con el objetivo de protección definido para el establecimiento. Los sistemas de protección que se consideren deberán ser factibles de construir y susceptibles de un mantenimiento efectivo. Un mal diseño generará restricciones en las demás etapas del proyecto que podrán dificultar o imposibilitar el cumplimiento del objetivo de protección establecido.

El nivel de daño aceptado para la infraestructura, en sus componentes estructurales y no estructurales, guarda directa relación con el tiempo y los costos de recuperación deseados por la institución para los distintos niveles de amenaza. El *cuadro 4.1* permite unificar criterios respecto a los niveles de daños aceptados en componentes, en función del tiempo de recuperación para distintos niveles de amenaza. Si bien no es posible garantizar los tiempos de recuperación, es necesario tener conciencia de que ésta es una necesidad real de la institución y debe ser abordada de la forma más efectiva posible.

**Cuadro 4.1 Niveles de daños aceptados en los componentes**

Tiempo de recuperación	Intensidad de la amenaza		Nivel de daño aceptado	
	Máxima creíble deseable	Mínimo recomendado	Componentes estructurales	Componentes no estructurales
Inmediato (horas)			Menor	Menor
Corto (semanas)			Menor-moderado	Menor-moderado
Moderado (meses)			Moderado	Moderado
Largo (más de 1 año)			Moderado-severo	Severo
Muy largo (nunca)			Severo	No considerado

El proceso de un proyecto consta de siete etapas claramente diferenciables:

- Desarrollo de un programa médico arquitectónico (PMA)
- Selección del grupo que desarrollará el anteproyecto
- Desarrollo del anteproyecto
- Selección del grupo de diseño
- Desarrollo del diseño
- Selección del grupo de construcción
- Desarrollo de la construcción

Para la ejecución de estas etapas es requisito importante la correcta identificación de los tres actores básicos:

- La institución solicitante, que establece los objetivos y requisitos.
- El grupo ejecutor, que desarrolla las distintas actividades de cada etapa.
- El grupo revisor, que asegura la calidad de acuerdo con los objetivos del proyecto y las necesidades de la institución solicitante.

En el *capítulo 5* se establecen los grupos profesionales y sus requisitos. Dentro de la estrategia de aseguramiento de calidad del sistema es importante resaltar el rol que debe tener el grupo revisor para garantizar el objetivo de protección propuesto. Este grupo deberá establecer una coordinación adecuada para evaluar el desarrollo del proyecto y la incorporación de las medidas de protección. En cada etapa del diseño este grupo deberá evaluar, para cada servicio, si se ha cumplido con el objetivo de protección establecido.

## 2. Etapas del diseño y construcción del establecimiento

### **Etapa 1. Desarrollo de un programa médico arquitectónico (PMA)**

El proceso de diseño se inicia a partir de un programa médico arquitectónico (PMA), definido por la institución solicitante, en el cual se establecen los servicios y espacios físicos para el establecimiento de salud. Este programa típicamente indica todos los servicios y áreas funcionales y las dimensiones deseadas en metros cuadrados.

### **Etapa 2. Selección del grupo que desarrollará el anteproyecto**

En esta etapa se establecen los requisitos que deberán cumplir los especialistas que desarrollarán el anteproyecto. En el *capítulo 5* se presentan los requisitos que debe satisfacer este grupo.

### Etapa 3. Desarrollo del anteproyecto

A partir del programa médico arquitectónico se elabora un anteproyecto en el cual se define cómo se organizarán los servicios y los espacios. Durante este proceso se define la forma y funcionamiento del establecimiento de salud.

Dependiendo de las amenazas a las que esté sujeto el establecimiento de salud, será necesario escoger formas y sistemas de protección efectivos para la infraestructura. Por ejemplo, para zonas en que predominan los sismos, la edificación debe ser regular tanto en planta como en altura y deben privilegiarse sistemas que no presenten cambios bruscos del sistema estructural. Adicionalmente, es conveniente en esta etapa establecer si existirán restricciones en la forma y distribución asociadas al sistema de protección de la estructura. Por ejemplo, si se utiliza un aislamiento sísmico basal, se requiere una superficie horizontal de discontinuidad en toda la planta y áreas perimetrales para acomodar los desplazamientos. Esta situación fuerza a formas especiales que deben considerarse en esta etapa. De igual manera, en zonas de vientos fuertes la geometría del techo y los cierres verticales toman gran relevancia. En zonas de inundación, los requerimientos pueden obligar a utilizar rellenos sobre el nivel de referencia que normalmente no se considerarían<sup>5</sup>.

Habitualmente existirá más de un anteproyecto por cada establecimiento de salud. La selección del anteproyecto definitivo dependerá, además de los aspectos funcionales y estéticos, de cómo se consideraron las amenazas regionales y locales, y de las soluciones consideradas para garantizar los objetivos de protección establecidos para el proyecto. Entre las variables que deben considerarse en esta evaluación, en relación al objetivo de protección, se encuentran:

- Formas en que la amenaza afecta al establecimiento.
- Formas en que el anteproyecto considera los efectos de las distintas amenazas.
- Ubicación.
- Geometría.
- Sistema estructural, nivel y forma de protección.
- Servicios y dependencias del exterior.
- Elementos especiales de protección previstos.
- Consideraciones especiales del diseño.
- Garantías de cumplimiento de los objetivos de protección.

Debido a que en la etapa del anteproyecto se evalúa y conjuga la correcta interpretación y ejecución de una forma y solución a los requerimientos del PMA (considerando las amenazas), es imprescindible que el grupo ejecutor tenga la experiencia suficiente para la ejecución de los mismos.

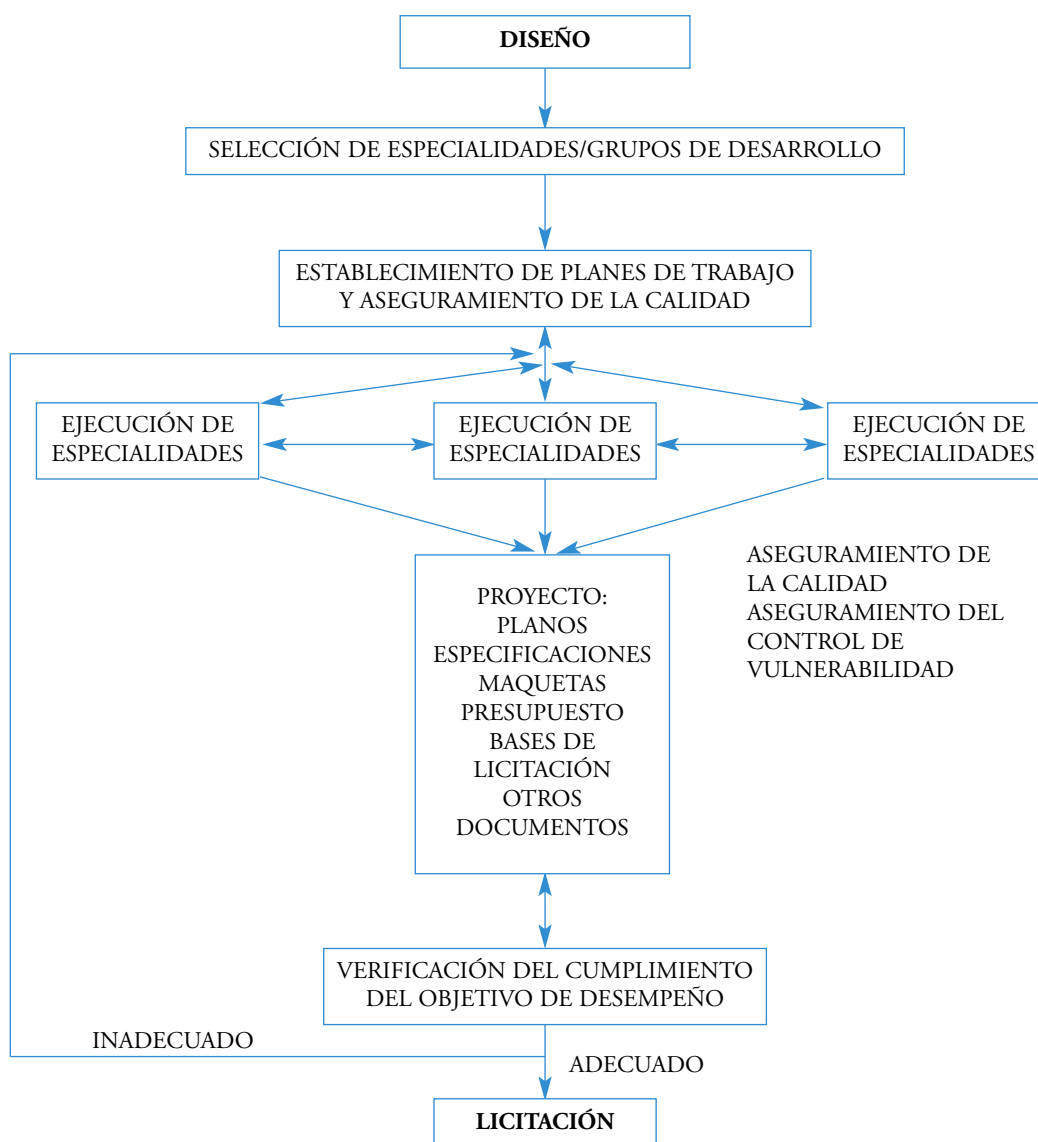
5 En los documentos *Fundamentos para la mitigación de desastres naturales en establecimientos de salud*, Organización Panamericana de la Salud, 2000; *Disaster Mitigation for Health Facilities, Guidelines for Vulnerability Appraisal and reduction in the Caribbean* Pan American Health Organization, 2000 y *FEMA 55: Coastal Construction Manual* (Federal Emergency Management Agency, 1996), se presentan recomendaciones básicas de forma que son requeridas para las distintas amenazas.

## Etapa 4. Selección del grupo de diseño

En esta etapa se establecen los requisitos que deberán cumplir los especialistas que desarrollarán el proyecto definitivo. Se seleccionan los grupos de trabajo. En el *capítulo 5* se presentan los requisitos que debe satisfacer el grupo de diseño.

## Etapa 5. Desarrollo del diseño

En esta etapa se desarrollan los estudios de detalle que concluyen en un proyecto: maquetas, planos de detalle, especificaciones técnicas, presupuesto y documentos de licitación. En el siguiente diagrama se resumen los pasos necesarios.



Debido a la complejidad de un establecimiento de salud, en esta etapa participa un gran número de profesionales agrupados en distintas especialidades, como las indicadas en el *capítulo 5, cuadro 5.3*. El desarrollo del proyecto se realiza mediante la integración de todas las especialidades en cada recinto, y por tanto, la coordinación es indispensable. Cada especialidad estará encargada de desarrollar un proyecto específico: estructura, climatización, servicios, etc. Todas estas actividades requieren coordinarse, y por tanto, se deben establecer claramente los procedimientos para el desarrollo y generación de la información. La coordinación apropiada es la clave para el éxito de esta etapa.

Desde el punto de vista del control de la vulnerabilidad y del cumplimiento del objetivo de protección ante amenazas naturales, los coordinadores del grupo ejecutor de diseño deberán informar a cada especialidad los requerimientos funcionales y de protección establecidos para el establecimiento y sus servicios. Cada especialidad deberá elaborar un documento que establezca claramente cómo alcanzará estos objetivos, y en especial, cuáles son sus requerimientos y restricciones en relación a las otras especialidades para cumplir este objetivo.

El criterio de seguridad considerado en cada recinto debe ser común y debe estar previamente establecida la forma en que éste se alcanzará. Los sistemas de protección que se vayan a incorporar deben quedar reflejados en documentos, con los detalles físicos del sistema por construir: especificaciones técnicas y planos.

Para establecer la seguridad de la infraestructura suele efectuarse la clasificación de los componentes en dos grupos: la estructura y los elementos no estructurales. Generalmente, en el grupo de diseño de la estructura participan dos especialidades: la ingeniería estructural y la arquitectura. En los elementos no estructurales participan todas las especialidades.

## Diseño de la estructura

### Características del diseño estructural

El sistema estructural que se considere para el establecimiento deberá ser adecuado para alcanzar los objetivos de protección definidos para el establecimiento y sus servicios. La especialidad de ingeniería estructural será la encargada de proveer la seguridad de la estructura. Cuando el objetivo de protección del establecimiento y de sus servicios sea la protección de la infraestructura y operación, la especialidad deberá proveer un sistema estructural que no solo vele por la seguridad de la estructura, sino también por la de los elementos no estructurales y por la organización interna del establecimiento. Dentro de este concepto, la estructura no solo debe proteger, sino que debe permitir desarrollar los procedimientos de protección de los sistemas no estructurales. Por este motivo, el sistema estructural utilizado deberá ser aprobado por todas las especialidades.

En la actualidad existen sistemas estructurales distintos a los tradicionales que proporcionan varios niveles de seguridad, tanto a la estructura como a los elementos no estructurales. Por ejemplo, en el caso de demanda sísmica ha resultado exitoso en hospitales el uso de aislamiento sísmi-

co basal, que consiste en establecer una interfaz entre la fundación y la estructura con elementos elastoméricos o friccionales que simulan un sistema de suspensión de un automóvil. Este sistema permite que la energía sísmica no ingrese o se disipe, reduciendo considerablemente los efectos sobre la estructura y los elementos no estructurales.

El sistema estructural y sus componentes deben ser diseñados para resistir las solicitaciones permanentes y eventuales que pueden afectar una estructura, entre las que se incluyen peso propio, sobrecargas de uso, sismos, ráfagas de viento, cargas de nieve y cenizas, temperatura, empujes de tierra y agua, asentamientos totales y diferenciales de fundaciones, etc.; todas ellas definidas y reguladas en normas de diseño.

En términos generales, el diseño deberá considerar los detalles estructurales adecuados, de forma que para cada nivel y tipo de amenaza el comportamiento del sistema permita cumplir con el objetivo de protección. Es importante incorporar en el diseño los sistemas necesarios para que en caso de ocurrir daños y pérdidas de operación, el servicio pueda ser recuperado en un plazo preestablecido. Debido al tipo de materiales usados en la construcción, es necesario reconocer que siempre se presentarán daños, de grado o niveles distintos. Por ejemplo, los daños en edificaciones construidas con hormigón reforzado se pueden presentar como fisuración, agrietamiento y pérdida parcial o total del material. En ningún caso se deben aceptar situaciones que pongan en riesgo la vida de los usuarios y del personal. Adicionalmente, deben evitarse situaciones que generen pánico en el personal y la evacuación de las instalaciones cuando técnicamente no sea necesaria.

### **Información proporcionada por la especialidad en estructuras**

El especialista de estructuras deberá solicitar y luego proporcionar la información requerida por las restantes especialidades para el diseño de equipos, sistemas y otros componentes no estructurales. Entre la información que se debe intercambiar, se encuentran desplazamientos de entrepiso, fuerzas en los puntos de apoyo, aceleraciones en cada nivel de la estructura y otros especificados por las restantes disciplinas.

El equipo revisor deberá velar por la correcta incorporación de la información de las propiedades en el diseño de todas las especialidades.

### **Evaluación de la seguridad del sistema estructural**

El especialista encargado del diseño estructural del establecimiento deberá garantizar y certificar el cumplimiento de los objetivos de protección establecidos por la institución.

## Diseño de los componentes no estructurales

### Características del diseño de los componentes no estructurales

Un elemento no estructural corresponde a un componente que sin formar parte del sistema resistente de la estructura, es fundamental para el correcto desarrollo de la operación del establecimiento. En el caso de hospitales, cerca del 80% del costo total de la instalación corresponde a componentes no estructurales, entre los que se encuentran elementos arquitectónicos, equipamiento médico y de laboratorio, equipamiento de oficina, equipamiento industrial eléctrico y mecánico, líneas de distribución e instalaciones básicas (*cuadro 4.2*).

#### Cuadro 4.2 Componentes no estructurales típicos que requieren protección

Arquitectónicos	Equipos y mobiliario	Instalaciones básicas
Divisiones y tabiques interiores	Equipo médico	Gases médicos
Fachadas	Equipo industrial	Gas industrial
Cielos falsos	Equipo de oficina	Electricidad
Elementos de cubierta	Mobiliario	Comunicaciones
Cornisas	Contenido	Vacío
Terrazas	Suministros	Agua potable y servidas
Chimeneas		Agua industrial
Recubrimientos		Control del clima
Vidrios		Vapor
Apéndices		Tuberías y ductos en general
Techos		
Antenas		

Fuente: Boroschek, R. y Astroza, M. *Mitigación de Desastres en Establecimientos de Salud: Aspectos No Estructurales*, Organización Panamericana de la Salud, 2000.

Los efectos de los daños en los componentes no estructurales pueden ser de diferente tipo. Por una parte, daños en equipos médicos o daños en las líneas vitales que abastecen servicios médicos y de apoyo pueden redundar en pérdidas de vidas humanas y/o en la pérdida de la capacidad de operación del establecimiento. Por otra, daños parciales o totales en componentes, equipos y sistemas pueden tener altos costos de reparación y reemplazo.

También son importantes los efectos secundarios de los daños: caída de escombros en corredores y vías de escapes, incendios y explosiones, filtraciones de las redes de agua potable y alcantarillado, etc. Es importante señalar que un nivel de daño menor es suficiente para que la asepsia de los



recintos se afecte, poniendo en riesgo la salud de los pacientes críticos. Un daño mayor sobre sistemas, componentes o equipos que contienen materiales dañinos o peligrosos puede obligar al desalojo de algunas zonas del establecimiento, con la consecuente pérdida de operación.

Los componentes no estructurales deberán presentar un nivel de protección acorde con el objetivo de protección definido para el servicio médico o de apoyo en que se encuentran o con los cuales se encuentran directa o indirectamente relacionados. Cada especialista será responsable del diseño de los sistemas de protección requeridos por los componentes de su competencia, y de certificar, utilizando los procedimientos descritos en el *anexo 4.1 Evaluación de la seguridad de los componentes no estructurales*, el cumplimiento de los objetivos de protección definidos por la institución solicitante.

El grupo revisor del proyecto velará por la integración y compatibilidad de los proyectos que desarrollan las distintas disciplinas y gestionará las reuniones de coordinación entre especialidades. Además, este grupo estará encargado de garantizar que cada especialidad cuente, de manera oportuna, con la información actualizada del proyecto.

La protección de los sistemas no estructurales debe seguir una secuencia lógica: seguridad interna, definición de los requisitos de apoyo y anclaje en los elementos externos (mobiliario, tabiquerías, cielos rasos, suministros, otros) y seguridad de la estructura. En el siguiente cuadro se resumen las principales formas de protección de los componentes no estructurales:

**Cuadro 4.3 Formas principales de protección**

Componente no estructural por proteger	Protección se logra a través de:		
	Estructura	Arquitectura	Mobiliario
Arquitectura	✓		
Equipamiento industrial	✓		
Equipamiento médico y de laboratorio	✓	✓	✓
Sistemas distribuidos	✓	✓	

### Evaluación de la seguridad de los componentes no estructurales

Los componentes no estructurales deberán contar con sistemas que garanticen el cumplimiento de los objetivos establecidos en el proyecto. La evaluación de su cumplimiento, para los distintos escenarios, puede desarrollarse de varias maneras, pero las más comunes son por modelación matemática o por certificaciones efectuadas por el proveedor del componente o sistema.

En el caso de efectuar la evaluación de la seguridad del sistema por medio de análisis y/o modelación matemática, deberá elaborarse una detallada memoria de cálculo que incluya la siguiente información: identificación del especialista; clasificación del sistema, equipo o componente; nivel

del objetivo de protección del establecimiento, del servicio donde se encuentra y del sistema, equipo o componente; descripción general del establecimiento; listado de normas, códigos y referencias consideradas en el análisis; tipo de comportamiento que determina la respuesta del sistema (seguridad interna, elemento de apoyo o anclaje, arriostre, estabilidad al vuelco o deslizamiento, deformación, resistencia, nivel de daño esperado, interacción con otros elementos, dependencia de otros elementos, etc.); descripción del sistema, equipo o componente (descripción general, peso, geometría, materiales, sistemas de apoyo, planos o croquis de detalles, certificaciones de seguridad interna emitidas por el proveedor o fabricante, antecedentes de comportamiento en eventos anteriores, descripción de los sistemas de protección incorporados, etc.); características en operación de los equipos, elementos de arriostre, sistemas de anclaje, elementos de apoyo; demanda considerada en el análisis; descripción del método de análisis considerado; principales resultados del análisis efectuado (esfuerzos internos, factores de utilización, deformaciones, estabilidad, etc.); verificación de interacción con otros elementos y certificación del cumplimiento de los objetivos de desempeño, entre otros.

Si la evaluación de la seguridad del sistema, equipo o componente se efectúa por medio de certificación del proveedor o fabricante, podrán aceptarse dos modalidades. La primera modalidad corresponde a una certificación mediante análisis, que deberá ser acompañada por una memoria de cálculo con los contenidos señalados en el párrafo anterior. La segunda, corresponde a una certificación experimental. En este caso, deberá presentarse un documento en el que se identifique el laboratorio donde se efectuaron los ensayos, normas de referencia consideradas y descripción de los procedimientos de ensayo, demanda aplicada y resultados, requisitos para cumplir con la certificación (condiciones de uso y operación, condiciones de montaje, etc.), conformidad con las normas especificadas en los contratos y descripción de limitaciones y aplicabilidad de la certificación.

El *anexo 4.1* resume las características de los procedimientos que se deben desarrollar al interior de cada disciplina para la evaluación de los sistemas de seguridad implementados.

La etapa de diseño finaliza con la elaboración definitiva de planos, especificaciones técnicas, maquetas, presupuestos de referencia y documentos de licitación. En esta etapa tanto el grupo ejecutor del diseño como el grupo revisor del proyecto deberán entregar un documento que certifique el cumplimiento del objetivo de protección.

## **Etapa 6. Selección del grupo de construcción**

La selección de las empresas que participarán en la etapa de construcción se deberá efectuar de acuerdo con normativas que garanticen la calidad y seguridad deseada para el proyecto. En el *capítulo 5* se presentan requisitos que deben satisfacer las empresas y grupos especializados postulantes a la construcción del establecimiento.

## **Etapa 7. Desarrollo de la construcción**

En esta etapa se lleva a la realidad los objetivos de protección establecidos para el establecimiento. Si bien las especificaciones y planos generados durante el proceso de diseño debieran ser suficientes, en la práctica suele ser necesario realizar modificaciones y aclaraciones. En estas situaciones, se deberá evaluar en detalle la solicitud de modificación presentada por la empresa. Toda alteración del proyecto original deberá ser aprobada por la institución solicitante, el grupo ejecutor y el equipo revisor. Cualquier modificación del objetivo de protección del establecimiento debe ser un acto consciente que debe quedar documentado. De esta forma se podrá asignar correctamente la capacidad de operación real del establecimiento, dentro de la red de salud de la institución. En esta etapa se deben aplicar procedimientos de aseguramiento de la calidad como los señalados en el *capítulo 6*, a fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos de protección establecidos.

## **Referencias bibliográficas**

### **Normas, códigos y referencias generales de protección**

- American Society of Civil Engineers, *ASCE 7-98: Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures*.
- Applied Technology Council, *ATC 51: U.S.-Italy Collaborative Recommendations for Improving the Seismic Safety of Hospitals in Italy*, California, 2000.
- Building Officials Code Administrators International, *International Building Code 2000*.
- Building Seismic Safety Council (BSSC), *FEMA 368: NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures*, Washington, D.C., 2001.
- Building Seismic Safety Council (BSSC), *FEMA 369: NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures, Commentary*, Washington, D.C., 2001.
- Departments of The Army, The Navy and The Air Force, *NAVY NAVFAC P-355.1: Seismic Design Guidelines for Essential Buildings*, Technical Manual, Washington, D.C., December 1986.
- Departments of The Army, The Navy and The Air Force, *NAVY NAVFAC P-355.2: Seismic Design Guidelines for Upgrading Existing Buildings*, Technical Manual, Washington, D.C., September 1988.
- Deutsches Institut für Normung, *DIN 4149-1: Buildings in German Earthquake Zones; Design Loads, Dimensioning, Design and Construction of Conventional Buildings*, 1981.

- European Committee for Standardization, *Eurocode 8: Design of Structures for Earthquake Resistance. Part 1: General Rules, Seismic Actions and Rules for Buildings*, Brussels, 1998.
- Federal Emergency Management Agency, *FEMA 276: Example Applications of the NEHRP Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings*, Washington, D.C., April 1999.
- Federal Emergency Management Agency, *FEMA 310: Handbook for the Seismic Evaluation of Existing Buildings*, Washington, D.C., 1998.
- Federal Emergency Management Agency, *FEMA 356: Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings*, Washington, D.C., November 2000.
- Federal Emergency Management Agency, *FEMA 55: Coastal Construction Manual*.
- Federal Emergency Management Agency, *FEMA 74: Reducing the Risk of Nonstructural Earthquake Damage, A Practical Guide*, Washington, D.C., September 1994.
- International Standard Organization, *ISO 3010:2001: Basis for Design of Structures -- Seismic Actions on Structures*.
- International Standard Organization, *ISO 4354:1997: Wind Actions on Structures*.
- Office of Statewide Health Planning and Development (OSHDP), *Building Standard Administrative Code, Part 1, Title 24, C.C.R*, December 2001.
- U.S. Army Corps of Engineers, engineering Division, Directorate of Military Programs, *TI 809-4: Seismic Design for Buildings*, Technical Instructions, Washington, D.C., December 1998.

## **Normas, códigos y referencias para el diseño y análisis de la protección de los componentes estructurales y no estructurales**

El *anexo 4.2* presenta ejemplos de normas, códigos y referencias bibliográficas que pueden ser considerados en el diseño de los sistemas de protección de los componentes estructurales y no estructurales.

## Anexo 4.1 Evaluación de la seguridad de los componentes no estructurales

Los procedimientos que se deben desarrollar al interior de cada disciplina para la evaluación de seguridad de sistemas, equipos y componentes no estructurales son: 1) demostración de seguridad mediante análisis y diseño, 2) certificación de seguridad por parte del proveedor o fabricante.

El siguiente cuadro muestra el detalle de los contenidos de la memoria de cálculo requerida para certificar la seguridad de sistemas, equipos y componentes, en caso que el encargado del diseño decida demostrar la seguridad mediante análisis y modelación matemática.

Evaluación de seguridad de sistemas, equipos y componentes no estructurales por medio de análisis <sup>1</sup>
<b>Contenidos mínimos de memoria de cálculo<sup>2</sup></b>
<b>Identificación del especialista</b>
Nombre del especialista
Especialidad
<b>Clasificación del sistema, equipo o componente</b>
Elemento arquitectónico
Línea vital
Equipo médico o de laboratorio
Equipo industrial
Equipo eléctrico o mecánico aislado
Equipo eléctrico o mecánico distribuido
<b>Nivel de protección considerado</b>
Nivel de protección objetivo del establecimiento y del cuerpo donde se ubica el sistema, equipo o componente
Nivel de protección objetivo del servicio donde se ubica el sistema, equipo o componente
Nivel de protección objetivo del sistema, equipo o componente
<b>Normas consideradas en el análisis</b>
Normas nacionales
Normas extranjeras
Otras normas específicas del proyecto
<b>Descripción de la estructura donde se ubica el sistema, equipo o componente</b>
Dimensiones geométricas
Número de pisos
Altura de pisos
Peso estimado de los distintos niveles del edificio
Antecedentes sobre propiedades dinámicas del edificio
Otros antecedentes

<b>Comportamiento que determina la respuesta del sistema, equipo o componente</b>
Seguridad interna
Elemento de apoyo o anclaje
Anclaje
Arriostre
Estabilidad (vuelco, deslizamiento)
Deformación
Resistencia
Nivel de daño límite
Interacción con otros elementos
Dependencia de otros elementos
Otro (especificar)
<b>Descripción del sistema, equipo o componente</b>
Descripción general, función y dependencia de otros sistemas, equipos o componentes
Peso, distribución del peso y ubicación del centro de masas en distintas condiciones de uso y operación
Dimensiones geométricas
Materiales principales y características mecánicas
Sistemas de apoyo
Con sistema de aislación de vibraciones
Sin sistema de aislación de vibraciones
Planos o croquis de detalles
Certificación de seguridad interna emitida por el proveedor o fabricante
Antecedentes de comportamiento en emergencias anteriores
Descripción de sistemas de protección incorporados
Sistemas utilizados para la seguridad interna del componente
Sistemas utilizados para dar seguridad al elemento de apoyo
Sistemas utilizados para anclaje y estabilización.
Sistemas utilizados para el control del daño
Sistemas utilizados para evitar la interacción con otros componentes
Otros sistemas utilizados para dar seguridad al sistema, equipo o componente
<b>Características en operación de los equipos (Evaluar los que correspondan, solo equipos)</b>
Frecuencia de operación
Capacidad de almacenamiento
Cargas generadas durante la operación del equipo
Temperatura de operación
Operación en ambiente corrosivo
Identificación de acciones y combinaciones de cargas más desfavorables <sup>3</sup>

<b>Características de los elementos de arriostre de sistemas, equipos y componentes</b>
Descripción del concepto estructural
Inclinación del arriostre
Longitud del arriostre
Sección del perfil del arriostre
Esbeltez del elemento del arriostre
Capacidad del material
Módulo de elasticidad del material
Separación entre arriostres
Planos o croquis de detalles
<b>Características de los elementos de anclaje de sistemas, equipos y componentes</b>
Descripción del concepto estructural
Resistencia de los materiales
Número de elementos de anclaje
Diámetro del elemento de anclaje
Longitud embebida del elemento de anclaje
Planos o croquis de los elementos de anclaje
<b>Características del elemento de apoyo del sistema, equipo o componente</b>
Material
Geometría del elemento
Resistencia de los materiales
Otras características del elemento de apoyo
<b>Clasificación del sistema, equipo o componente</b>
En función de su periodo fundamental $T_0$
Equipo o componente rígido
Alta deformabilidad
Deformabilidad limitada
Baja deformabilidad
Equipo o componente flexible
Alta deformabilidad
Deformabilidad limitada
Baja deformabilidad
En función de su distribución espacial
Elemento aislado
Elemento distribuido
Número de puntos de apoyo
En función de su respuesta
Sensitivo a aceleración y velocidad
Sensitivo a deformación
En función de su contenido
Contenido de materiales peligrosos o de difícil reposición
Contenido de materiales no peligrosos o de fácil reposición

En función de su interacción con otros sistemas, equipos y componentes
Independiente
No independiente
En función de su dependencia de otros sistemas, equipos y componentes
Independiente
No independiente
<b>Otra clasificación</b>
<b>Método de análisis</b>
Equipo incluido en el modelo de análisis de la estructura
Equipo no incluido en el modelo de análisis de la estructura
Desarrollo del análisis estático
Desarrollo del análisis dinámico
<b>Características de la demanda</b>
Resumen de las características consideradas para establecer la demanda
Período de retorno asociado a la demanda considerada
Amortiguamiento considerado
Factores de modificación de la respuesta
Demanda considerada en el diseño
<b>Resultados obtenidos</b>
Esfuerzos internos
Factores de la utilización de los elementos de arriostre
Factores de la utilización de los elementos de anclaje
Deformaciones estimadas
Verificación del elemento donde se ancla o apoya el sistema, equipo o componente
Estabilidad
<b>Verificación de la interacción con otros sistemas, equipos o componentes</b>
Evaluación de posibles impactos
Evaluación de posibles derrames de sustancias peligrosas o dañinas
<b>Certificación del cumplimiento de objetivos</b>

- Notas: 1 El cuadro se aplica a elementos arquitectónicos, equipamiento industrial, equipamiento médico y de laboratorio, líneas vitales y otros componentes pertenecientes a los servicios que serán protegidos. En cada ítem se deben evaluar los datos que correspondan al equipo o componente analizado.
- 2 La memoria de cálculo deberá incluir todos los procesos computacionales y resultados de los cálculos intermedios.
- 3 Debe considerarse, en forma adicional a las cargas originadas durante la emergencia, las cargas permanentes, de operación, las derivadas de la detención del equipo, las cargas en condiciones de falla eléctrica o mecánica, las cargas derivadas de la interacción con otros equipos o componentes y las cargas establecidas en las normas del contrato.



El siguiente cuadro resume los contenidos de los certificados de seguridad que deben ser emitidos por el proveedor o fabricante de los sistemas, equipos o componentes estandarizados, en caso que la certificación no la efectúe el profesional a cargo del diseño.

<b>Evaluación de la seguridad de los sistemas, equipos y componentes no estructurales estandarizados por certificación del proveedor o fabricante<sup>1</sup></b>
<b>Certificación por medio de análisis</b>
Se deberá adjuntar memoria de cálculo con los contenidos indicados en el cuadro anterior conforme al nivel de detalle requerido por el estudio. Este material será utilizado para la revisión de la seguridad del componente
<b>Certificación experimental</b>
Identificación de laboratorio acreditado
Normas de referencia consideradas en los ensayos
Descripción de los procedimientos de ensayo
Demanda aplicada en los ensayos
Resultados de los ensayos
<b>Requisitos para cumplir con la certificación</b>
Condiciones del uso y operación
Condiciones del montaje
Otras condiciones
<b>Fecha de certificación y validez de la certificación</b>
<b>Certificación de conformidad con las normas indicadas en el contrato</b>
<b>Descripción de limitaciones y aplicabilidad de la certificación</b>

Notas: 1 El cuadro se aplica a elementos arquitectónicos, equipamiento industrial, equipamiento médico y de laboratorio, líneas vitales y otros componentes estandarizados pertenecientes a los servicios que serán protegidos.

## Anexo 4.2

# Normas, códigos y referencias para el diseño y análisis de la protección de los componentes estructurales y no estructurales

### Protección de componentes estructurales

Amenaza de la naturaleza	Normas, códigos y referencias para el diseño y análisis
Viento	<p>American Society of Civil Engineers, <i>ASCE 7-98: Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures</i>.</p> <p>Building Officials Code Administrators International, <i>International Building Code 2000</i>.</p> <p>Deutsches Institut für Normung, <i>DIN 4149-1: Buildings in German Earthquake Zones; Design Loads, Dimensioning, Design and Construction of Conventional Buildings</i>, 1981.</p> <p>European Committee for Standardization, <i>Eurocode 8: Design of Structures for Earthquake Resistance. Part 1: General Rules, Seismic Actions and Rules for Buildings</i>, Brussels, 1998.</p> <p>Federal Emergency Management Agency, <i>FEMA 55: Coastal Construction Manual</i>.</p> <p>Federal Emergency Management Agency, <i>FEMA 74: Reducing the Risk of Nonstructural Earthquake Damage, A Practical Guide</i>, Washington, D.C., September 1994.</p> <p>International Standard Organization, <i>ISO 4354:1997: Wind Actions on Structures</i>.</p>
Sismo	<p>American Society of Civil Engineers, <i>ASCE 7-98: Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures</i>.</p> <p>Applied Technology Council, <i>ATC 51: U.S.-Italy Collaborative Recommendations for Improving the Seismic Safety of Hospitals in Italy</i>, California, 2000.</p> <p>Building Seismic Safety Council (BSSC), <i>FEMA 368: NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures</i>, Washington, D.C., 2001.</p> <p>Building Seismic Safety Council (BSSC), <i>FEMA 369: NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures, Commentary</i>, Washington, D.C., 2001.</p> <p>Building Officials Code Administrators International, <i>International Building Code 2000</i>.</p> <p>Departments of The Army, The Navy and The Air Force, <i>NAVY NAVFAC P-355.1: Seismic Design Guidelines for Essential Buildings</i>, Technical Manual, Washington, D.C., December 1986.</p> <p>Departments of The Army, The Navy and The Air Force, <i>NAVY NAVFAC P-355.2: Seismic Design Guidelines for Upgrading Existing Buildings</i>, Technical Manual, Washington, D.C., September 1988.</p> <p>Deutsches Institut für Normung, <i>DIN 4149-1: Buildings in German Earthquake Zones; Design Loads, Dimensioning, Design and Construction of Conventional Buildings</i>, 1981.</p> <p>European Committee for Standardization, <i>Eurocode 8: Design of Structures for Earthquake Resistance. Part 1: General Rules, Seismic Actions and Rules for Buildings</i>, Brussels, 1998.</p> <p>Federal Emergency Management Agency, <i>FEMA 74: Reducing the Risk of Nonstructural Earthquake Damage, A Practical Guide</i>, Washington, D.C., September 1994.</p> <p>Federal Emergency Management Agency, <i>FEMA 276: Example Applications of the NEHRP Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings</i>, Washington, D.C., April 1999.</p> <p>Federal Emergency Management Agency, <i>FEMA 310: Handbook for the Seismic Evaluation of Existing Buildings</i>, Washington, D.C., 1998.</p> <p>Federal Emergency Management Agency, <i>FEMA 356: Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings</i>, Washington, D.C., November 2000.</p> <p>International Standard Organization, <i>ISO 3010:2001: Basis for Design of Structures -- Seismic Actions on Structures</i>.</p> <p>Office of Statewide Health Planning and Development (OSHPD), <i>Building Standard Administrative Code, Part 1, Title 24, C.C.R</i>, December 2001.</p> <p>U.S. Army Corps of Engineers, engineering Division, Directorate of Military Programs, <i>TI 809-4: Seismic Design for Buildings</i>, Technical Instructions, Washington, D.C., December 1998.</p>

## Protección de componentes no estructurales

Componente no estructural	Normas, códigos y referencias para el diseño y análisis	Equipo profesional requerido
Equipamiento eléctrico y mecánico aislado (no distribuido) Equipamiento industrial	<p>American Petroleum Institute, <i>API 650: Welded Steel Tanks for Oil Storage</i>, Washington, D.C.</p> <p>Deutsches Institut für Normung, <i>DIN EN 61587-2: Mechanical Structures for Electronic Equipment - Tests for IEC 60917 and IEC 60297 - Part 2: Seismic Tests for Cabinets and Racks (IEC 61587-2:2000)</i>, 2001.</p> <p>Ishiyama, Y., <i>Criteria for Overturning of Rigid Bodies by Sinusoidal and Earthquake Excitations</i>, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 10, 1981.</p> <p>Institute of Electrical and Electronic Engineers, <i>IEEE C 37.81: Guide for Seismic Qualification of Class 1E Metal-Enclosed Power Switchgear Assemblies</i>, New York, 1989.</p> <p>Institute of Electrical and Electronic Engineers, <i>IEEE C 37.98: Seismic Testing of Relays</i>, New York, 1987.</p> <p>Institute of Electrical and Electronic Engineers, <i>IEEE 344-1987: Recommended Practice for Seismic Qualification of Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations</i>, New York, 1987.</p> <p>International Electrotechnical Commission, <i>IEC 60068-3-3: Environmental Testing - Part 3, Seismic Test Methods for Equipment</i>, 1991.</p> <p>International Electrotechnical Commission, <i>IEC 60255-21-3: Electrical relays - Part 21: Vibration, Shock, Bump and Seismic Tests on Measuring Relays and Protection Equipment - Section 3: Seismic Tests</i>, 1988.</p> <p>International Electrotechnical Commission, <i>IEC 61166-21-2: High-Voltage Alternating Current Circuit-Breakers - Guide for Seismic Qualification of High-Voltage Alternating Current Circuit-Breakers</i>, 1993.</p> <p>International Electrotechnical Commission, <i>IEC/TS 61463: Bushings - Seismic Qualification</i>, 2000.</p> <p>International Electrotechnical Commission, <i>IEC 61587-2: Mechanical Structures for Electronic Equipment - Tests for IEC 60917 and IEC 60297 - Part 2: Seismic Tests for Cabinets and Racks</i>.</p>	<p>Ingeniero eléctrico</p> <p>Ingeniero mecánico</p> <p>Ingeniero sísmico</p> <p>Ingeniero estructural</p> <p>Especialista vulnerabilidad</p> <p>Arquitecto hospital</p> <p>Especialista equipamiento industrial</p>
Sistemas de cañerías, ductos y canalización eléctrica Sistemas de seguridad contra incendio	<p>National Fire Protection Association, <i>NFPA 13: Standard for the Installation of Sprinklers Systems</i>.</p> <p>Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association, <i>Seismic Restraint Manual: Guidelines for Mechanical Systems</i>, second edition, February 1998.</p> <p>Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association, <i>Addendum No.1 To Seismic Restraint Manual: Guidelines for Mechanical Systems</i>, September 2000</p> <p>WSP 029, <i>Aseismatic Design Manual for Underground Steel Water Pipelines</i>, 1989.</p>	<p>Ingeniero eléctrico</p> <p>Ingeniero mecánico</p> <p>Ingeniero sísmico</p> <p>Ingeniero estructural</p> <p>Especialista vulnerabilidad</p> <p>Especialista protección contra incendio</p>
Equipamiento médico y de laboratorio mobiliario	<p>International Electrotechnical Commission, <i>IEC 60068-3-3: Environmental Testing - Part 3: Guidance. Seismic Test Methods for Equipment</i>, 1991.</p> <p>Ishiyama, Y., <i>Criteria for Overturning of Rigid Bodies by Sinusoidal and Earthquake Excitations</i>, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 10, 1981.</p>	<p>Arquitecto hospital</p> <p>Especialista eq. médico</p> <p>Ingeniero sísmico</p> <p>Ingeniero estructural</p> <p>Especialista vulnerabilidad</p> <p>Diseñador mobiliario</p>

## Protección de los componentes no estructurales

Componente no estructural	Normas, códigos y referencias para el diseño y análisis	Equipo profesional requerido
Sistemas de cielos falsos Sistemas de iluminación	American Society for Testing and Materials, <i>ASTM E 580: Standard Practice for Application of Ceiling Suspension Systems for Acoustical Tile and Lay-in Panels in Areas Requiring Moderate Seismic Restraint</i> , 2000. Ceilings and Interior Systems Construction Association, <i>Guidelines for Seismic Restraint, Direct Hung Suspended Ceilings Assemblies: Seismic Zones 3-4</i> , 1991. "Uniform Building Code Standard 25-2: Metal Suspension Systems for Acoustical Tile and for Lay-in Panel Ceiling".	Arquitecto hospital Especialista iluminación Ingeniero sísmico Ingeniero estructural Especialista vulnerabilidad
Sistemas de transporte vertical	American Society of Mechanical Engineers, <i>ASME A17.1: Safety Code for Elevators and Escalators</i> , 2000. Deutsches Institut für Normung, <i>DIN EN 61587-2: Mechanical Structures for Electronic Equipment - Tests for IEC 60917 and IEC 60297 - Part 2: Seismic Tests for Cabinets and Racks (IEC 61587-2:2000)</i> , 2001. Japanese Elevator Association, <i>Guide for Earthquake Resistant Design and Construction of Vertical Transportation</i> . Standard New Zealand, <i>NZS 4332:1997: Non Domestic Passenger and Goods Lifts</i> . 1997.	Especialista transporte vertical Ingeniero mecánico Ingeniero eléctrico Ingeniero sísmico Ingeniero estructural Especialista vulnerabilidad
Estructuras de techumbre	Federal Emergency Management Agency, <i>Against the Wind</i> , 1993 Federal Emergency Management Agency, FEMA 361: <i>Design and Construction Guidance for Community Shelters</i> , First Edition, July 2000	Arquitecto hospital Ingeniero sísmico Ingeniero estructural Especialista vulnerabilidad
Tabiques y elementos de fachadas	American Architectural Manufacturers Association, Aluminum Curtain Wall Design Guide Manual American Architectural Manufacturers Association, Aluminum Store Front and Entrance Manual American Architectural Manufacturers Association, Design Windloads for Buildings and Boundary Layer Wind Tunnel Testing American Architectural Manufacturers Association, Installation of Aluminum Curtain Walls American Architectural Manufacturers Association, Maximum Allowable Deflection of Framing Systems for Building American Architectural Manufacturers Association, Cladding Components at Design Wind Loads American Architectural Manufacturers Association, Metal Curtain Wall Fasteners American Architectural Manufacturers Association, Metal Curtain Wall Manual American Architectural Manufacturers Association, Rain Penetration Control – Applying Current Knowledge American Architectural Manufacturers Association, Structural Design Guidelines for Aluminum Framed Skylights American Architectural Manufacturers Association, Voluntary Specifications for Hurricane Impact and Cycle Testing of Fenestration Products. Federal Emergency Management Agency, <i>Against the Wind</i> .	Arquitecto hospital Ingeniero sísmico Ingeniero estructural Especialista vulnerabilidad
Puertas y ventanas	American Architectural Manufacturers Association, <i>Glass and Glazing</i> . Federal Emergency Management Agency, <i>Against the Wind</i> ". International Standard Organization, "ISO 6612:1980: Windows and Door Height Windows Wind Resistance Tests.	Arquitecto hospital Ingeniero estructural