

Es casi una regla que los servicios hospitalarios se interrumpan temporal o permanentemente, sobre todo por daños en su infraestructura, cuando se ven afectados por fenómenos naturales de gran magnitud. La pérdida de funcionamiento de estas instalaciones es no solo una pérdida de inversión sino, lo más importante, constituye un gran impacto negativo para el bienestar y el desarrollo social y económico de la población y del país.

En los últimos años varios países miembros de la OPS/OMS han logrado reducir la vulnerabilidad de algunos de sus hospitales, que resistieron con éxito el efecto de los desastres. Ello ha demostrado que, incluso los países con limitados recursos económicos, tienen la capacidad de proporcionar a su población establecimientos de salud resistentes a las amenazas naturales.

Esta publicación, realizada con el concurso del Centro Colaborador de la OPS/OMS en Mitigación de Desastres en Establecimientos de Salud de la Universidad de Chile, propone tres niveles de protección frente a eventos adversos: protección de la vida, protección de la infraestructura y protección de la operación.

La OPS/OMS recomienda que las áreas esenciales de los hospitales sean construidas con el tercer nivel de protección y que el conjunto de todo nuevo establecimiento de salud sea construido, por lo menos, con el primer nivel de protección.

La experiencia internacional muestra que con esta filosofía el costo de la construcción de un hospital nuevo no se incrementa en más del 4 por ciento para alcanzar el tercer nivel de protección. Este es el máximo costo que las autoridades, los diseñadores y ejecutores de proyectos y los agentes financieros deben tomar en cuenta frente al potencial impacto social, político y económico que implica la paralización o pérdida total del servicio, justo cuando más se necesita. Sin embargo, si se introducen enfoques innovadores desde la etapa de diseño y selección de la ubicación de un nuevo establecimiento, es posible que sean más seguros y eficientes sin incrementar los costos.

Este libro ayudará a formular los proyectos con esa nueva visión. Está dirigido a administradores, profesionales y asesores técnicos del área de la salud que tienen a su cargo la gestión, el diseño, la construcción y la inspección de proyectos de establecimientos de salud.

Este documento puede ser consultado en Internet en la dirección:

[www.paho.org/desastres](http://www.paho.org/desastres)



Guía para la reducción de la vulnerabilidad en el diseño de nuevos establecimientos de salud

# Guía para la reducción de la vulnerabilidad en el diseño de nuevos establecimientos de salud



# Guía para la reducción de la vulnerabilidad en el diseño de nuevos establecimientos de salud

Elaborado por Rubén Boroschek Krauskopf y  
Rodrigo Retamales Saavedra



Centro Colaborador OPS/OMS de  
Mitigación de Desastres en Establecimientos de Salud  
Universidad de Chile



**Organización  
Panamericana  
de la Salud**

Oficina Regional de la  
Organización Mundial de la Salud

Área de Preparativos  
para Situaciones de Emergencia  
y Socorro en Casos de Desastre



Organización  
Mundial  
de la Salud



**Grupo del Banco Mundial**



**PROVENTION  
CONSORTIUM**

## **Biblioteca Sede OPS - Catalogación en la fuente**

Organización Panamericana de la Salud

Boroschek Krauskopf, Rubén

Guía para la reducción de la vulnerabilidad en el diseño de nuevos establecimientos de salud

Washington, D.C.: OPS/Banco Mundial, © 2004., 106p.

ISBN 92 75 32500 6

I. Título II. Retamales Saavedra, Rodrigo

1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

2. PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

3. INFRAESTRUCTURA SANITARIA

4. DESASTRES NATURALES

5. PLANIFICACIÓN EN DESASTRES

NLM WX140

### **© Organización Panamericana de la Salud, 2004**

Una publicación del Área de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Socorro en Casos de Desastre, de la Organización Panamericana de la Salud en colaboración con la Organización Mundial de la Salud y el Banco Mundial.

Las opiniones expresadas, recomendaciones formuladas y denominaciones empleadas en esta publicación no reflejan necesariamente los criterios ni la política de la Organización Panamericana de la Salud.

La Organización Panamericana de la Salud dará consideración favorable a las solicitudes de autorización para reproducir o traducir, total o parcialmente, esta publicación, siempre que no sea con fines de lucro. Las solicitudes pueden dirigirse al Área de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Socorro en Casos de Desastre de la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud, 525 Twenty-third Street, N.W., Washington, D.C. 20037, EUA.

La realización de esta publicación ha sido posible gracias al apoyo financiero del Banco Mundial, además de la División de Ayuda Humanitaria Internacional de la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (IHA/CIDA), la Oficina de Asistencia al Exterior en Casos de Desastre de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (OFDA/AID) y el Departamento para el Desarrollo Internacional del Reino Unido (DFID).

En la elaboración y revisión técnica de este libro han participado un gran número de profesionales y expertos en el área de mitigación de desastres. Fue revisado y validado en la Reunión Internacional *Hospitales en Desastres: Actuar con Precaución*, celebrada en El Salvador, en julio del 2003. La nueva versión producida fue igualmente sometida al criterio técnico del Grupo Asesor en Mitigación de Desastres (GAMID), conformado por la OPS/OMS.

Con el riesgo de omitir –involuntariamente– alguno de los revisores, deseamos agradecer la contribución de las siguientes personas: Tony Gibbs, Felipe Cruz, Pablo Aguilar, Roy Barboza, Micaela Baroni, Víctor Rojas, Patricia Gómez, Dana Van Alphen, Jean Luc Poncelet, Hernán Rosenberg. La edición final estuvo a cargo de Martha Rodríguez y Ricardo Pérez.

Fotos: OPS/OMS

Pág. 54 fotografía de maqueta, cedida por la Arq. Micaela Baroni

# Índice

Prefacio .....	7
Introducción .....	9
<b>Capítulo 1: Los fenómenos naturales y la infraestructura de salud .....</b>	<b>13</b>
1. Introducción .....	13
2. Aspectos económicos .....	19
3. Mitigación de la vulnerabilidad frente a desastres en establecimientos de salud .....	20
<b>Capítulo 2: Definición del nivel de seguridad .....</b>	<b>23</b>
1. Introducción .....	23
2. Listado básico de los servicios .....	26
3. Clasificación de los servicios médicos y de apoyo .....	27
4. Definición de los niveles de protección requeridos en los servicios .....	27
5. Definición y caracterización de los objetivos de protección de los componentes de la infraestructura .....	29
6. Formulación de los objetivos de protección de los servicios .....	30
7. Nivel de detalle del proyecto .....	30
Referencias bibliográficas .....	32
Anexo 2.1 Formulario: Objetivo de seguridad del establecimiento .....	33
Anexo 2.2 Formulario: Objetivos de desempeño de los servicios y sistemas de apoyo .....	34
<b>Capítulo 3: Criterios generales para la selección de un sitio seguro .....</b>	<b>37</b>
1. Introducción .....	37

2. Proceso de la selección de alternativas de ubicación .....	38
Variables de la selección del sitio .....	38
Procedimiento para la selección del sitio .....	40
Etapa 1. Recolección de los antecedentes .....	40
Etapa 2. Evaluación de las alternativas .....	41
Etapa 3. Selección del sitio .....	45
3. Evaluación de la seguridad del sitio .....	46
Referencias bibliográficas .....	46
Anexo 3.1 Resumen de algunos estudios requeridos para la caracterización de las amenazas .....	47
Anexo 3.2 Resumen de las alternativas para la protección global de la estructura .....	51
Anexo 3.3 Formulario: Selección del sitio .....	52
<b>Capítulo 4: Diseño y construcción del proyecto .....</b>	<b>55</b>
1. Introducción .....	55
2. Etapas del diseño y construcción del establecimiento. ....	56
Etapa 1. Desarrollo de un programa médico arquitectónico (PMA). ....	56
Etapa 2. Selección del grupo que desarrollará el anteproyecto. ....	56
Etapa 3. Desarrollo del anteproyecto. ....	57
Etapa 4. Selección del grupo de diseño .....	58
Etapa 5. Desarrollo del diseño .....	58
Etapa 6. Selección del grupo de construcción .....	63
Etapa 7. Desarrollo de la construcción .....	64
Referencias bibliográficas .....	64
Anexo 4.1 Evaluación de la seguridad de los componentes no estructurales .....	66
Anexo 4.2 Normas, códigos y referencias para el diseño y análisis para la protección de los componentes estructurales y no estructurales .....	71

<b>Capítulo 5: Evaluación de los equipos de trabajo</b> .....	<b>75</b>
1. Requerimientos profesionales .....	75
2. Especialistas requeridos para la fase de preinversión, estudios de amenazas y selección del sitio. ....	76
3. Especialistas requeridos para el anteproyecto, diseño, construcción e inspección del proyecto. ....	77
4. Criterios para la selección de los equipos profesionales y las empresas consultoras ..	78
Referencias bibliográficas .....	79
Anexo 5.1 Resumen de los requerimientos para profesionales y empresas consultoras .....	80
<b>Capítulo 6: Procedimientos para asegurar la calidad del proyecto</b> .....	<b>83</b>
1. Introducción .....	83
2. Principios básicos que deben regir los procesos de revisión e inspección del proyecto .....	84
3. Programa de aseguramiento de la calidad del proyecto: etapas de estudio, selección del sitio y diseño del proyecto .....	85
4. Programa de aseguramiento de la calidad del proyecto: etapa de construcción .....	86
Referencias bibliográficas .....	88
Anexo 6.1 Resumen del Programa de aseguramiento de la calidad del proyecto: etapas de estudios y diseño .....	91
Anexo 6.2 Resumen del Programa de aseguramiento de la calidad del proyecto: etapa de construcción .....	93
Anexo 6.3 Algunas características de los reportes de inspección de la construcción ...	97
<b>Apéndice: Términos de referencia para la reducción de la vulnerabilidad en el diseño de nuevos establecimientos de salud</b> .....	<b>99</b>
<b>Glosario: Definición de conceptos básicos.</b> .....	<b>105</b>



# Prefacio

El funcionamiento de los hospitales representa hasta dos tercios del gasto público total del sector salud en América Latina y El Caribe. Los hospitales son, por tanto, una inversión de gran importancia social y varios de ellos han sido construidos con financiamiento proveniente de préstamos internacionales.

Es casi una regla que los servicios hospitalarios se interrumpan temporal o permanentemente, sobre todo por daños en su infraestructura, cuando se ven afectados por fenómenos naturales de gran magnitud. La pérdida de funcionamiento de estas instalaciones es no solo una pérdida de inversión sino, lo más importante, constituye un gran impacto negativo para el bienestar y el desarrollo social y económico de la población y del país.

En los últimos años, varios países miembros de la OPS/OMS han logrado reducir la vulnerabilidad de algunos de sus hospitales, que resistieron con éxito los efectos de desastres posteriores. Ello ha demostrado que, incluso los países con limitados recursos económicos, tienen la capacidad para proporcionar a su población hospitales y centros de salud resistentes a terremotos, huracanes y otras amenazas naturales. Para ello es necesario un cambio de estrategia que garantice que las nuevas instalaciones y las remodelaciones o ampliaciones sean más seguras frente a desastres naturales.

Esta publicación, realizada con el concurso del Centro Colaborador de la OPS/OMS en Mitigación de Desastres en Establecimientos de Salud de la Universidad de Chile, propone tres niveles de protección frente a eventos adversos:

- a) Protección de la vida, que implica garantizar que el edificio no colapse y que las lesiones que puedan ocurrir no pongan en peligro la vida de los pacientes ni del personal de salud.
- b) Protección de la infraestructura, que significa reducir considerablemente los daños estructurales y no estructurales, aunque el establecimiento podría estar temporalmente fuera de servicio.



- c) Protección de la operación, o garantía de que el establecimiento siga funcionando sin o con un mínimo de alteración de los servicios a la población.

La OPS/OMS recomienda que las áreas esenciales de los hospitales sean construidas con el tercer nivel de protección y que el conjunto de todo nuevo establecimiento de salud sea construido, por lo menos, con el primer nivel de protección (a la vida).

Además la experiencia internacional muestra que con esta filosofía el costo de la construcción de un hospital nuevo no se incrementa en más del 4 por ciento para alcanzar el tercer nivel de protección. Este es el máximo costo que las autoridades, los diseñadores y ejecutores de proyectos y los agentes financieros deben tomar en cuenta frente al potencial impacto social, político y económico que implica la paralización o pérdida total del servicio, justo cuando más se necesita. Sin embargo, si se introducen enfoques innovadores desde la etapa de diseño y selección de la ubicación de un nuevo establecimiento, es posible que sean más seguros y eficientes sin incrementar los costos.

Esta publicación ayudará a formular los proyectos con esa nueva visión. Está dirigida a administradores, profesionales y asesores técnicos del área de la salud que tienen a su cargo la gestión, el diseño, la construcción y la inspección de proyectos de establecimientos de salud.



Mirta Roses  
Directora  
Organización Panamericana  
de la Salud, OPS/OMS

# Introducción

Habitualmente los planes de protección o de mitigación de instalaciones de salud frente a desastres prevén la seguridad de las personas y no tanto de las instalaciones o de la operatividad de los servicios. Pero la experiencia reciente ha mostrado que es posible seguir procedimientos para disponer de nuevos establecimientos de salud capaces no solo de garantizar el objetivo de seguridad de las personas, como ha sido tradicional hasta el momento, sino de garantizar los objetivos de seguridad de la infraestructura y de la operación.

De esta manera, dependiendo de las características de la red de servicios de salud y de los recursos económicos disponibles, es posible establecer estratégicamente establecimientos con una alta seguridad en su operación e infraestructura y establecimientos con una alta protección en su infraestructura, que si bien no se espera que funcionen inmediatamente después de una emergencia, pueden ser recuperados en plazos razonables y con costos controlados. Pero, si los recursos son limitados o las condiciones naturales o técnicas no lo permiten, la prioridad es siempre, garantizar la seguridad de las personas.

Para alcanzar los distintos objetivos de protección es necesario establecer nuevos criterios de desarrollo y de aseguramiento de la calidad, desde el inicio hasta final del proyecto de construcción de nuevas instalaciones de salud. De acuerdo con la experiencia, el costo económico de aplicar estos objetivos es menor al 4% del costo total de la obra y en algunos casos es prácticamente cero, ya que solo ha implicado la selección de una ubicación distinta o el cambio de una filosofía de diseño. En todo caso este valor resulta marginal si se compara con los costos económicos de recuperar una estructura dañada por la acción de un fenómeno natural y con las consecuencias sociales, políticas y económicas que genera la pérdida de un establecimiento de salud.

Las etapas típicas de desarrollo de proyectos para la construcción de nuevos establecimientos de salud, en las que se debe realizar estos cambios, son las siguientes:

## Fase 1: Preinversión:

**Etapas I. Identificación de la necesidad de un nuevo establecimiento de salud.** Esta etapa considera variables como las características de la red asistencial existente y sus políticas de desarrollo, las tasas de utilización de los servicios existentes y la demanda esperada, perfiles epidemiológicos y de desarrollo demográfico, políticas de salud y características geográficas. Directamente asociada a esta etapa está la generación del financiamiento para el desarrollo del nuevo establecimiento.

**Etapas II. Estudio de alternativas para satisfacer la necesidad.** En esta etapa se identifican, estudian y comparan las distintas alternativas. La ubicación definitiva del establecimiento es una variable esencial en este proceso.

**Etapas III. Programa médico-arquitectónico y anteproyectos.** En esta etapa se definen los servicios y espacios deseados y se desarrollan anteproyectos en los que se establecen las relaciones funcionales y las características básicas de la nueva infraestructura.

## Fase 2: Inversión:

**Etapas IV. Diseño del proyecto.** En esta etapa se desarrollan los planos, especificaciones técnicas, presupuesto y documentos de licitación que permiten la construcción de la instalación.

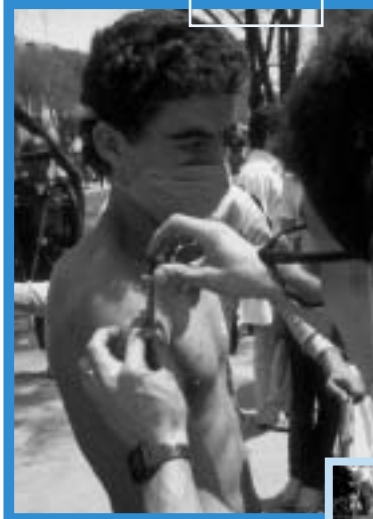
**Etapas V. Construcción.** En esta etapa se materializa la nueva infraestructura.

## Fase 3: Operación:

**Etapas VI. Operación y mantenimiento.** Si bien esta etapa no es parte del desarrollo de la nueva infraestructura, es indispensable que en las etapas previas se establezca la forma cómo operará y se preservará la función del establecimiento.

El objetivo fundamental de este documento es servir de guía a los administradores y profesionales del área de la salud que tienen por misión la gestión, diseño, construcción e inspección de proyectos de nuevos hospitales, laboratorios y bancos de sangre. Describe las características de las etapas de desarrollo en la construcción de nuevas instalaciones de salud y se presentan los procedimientos de selección de los objetivos de protección, de evaluación de las alternativas de ubicación, de diseño, de construcción y de selección de los grupos profesionales. Si bien este documento no es un código de diseño o construcción, se presentan los conceptos fundamentales y se indican documentos específicos donde encontrar las recomendaciones técnicas apropiadas para alcanzar los objetivos deseados.

Para la elaboración del presente documento se han considerado amenazas naturales como sismos, huracanes y ráfagas de viento, deslizamientos de masas de suelo, inundaciones y volcanismo, excluyendo otros fenómenos como sequías, incendios y amenazas de origen humano. Es importante reconocer que los distintos fenómenos naturales plantean diferentes necesidades para el desarrollo de un proyecto. En casos como inundación y volcanismo habitualmente la única opción técnica y económica es la selección de un sitio que ofrezca el nivel de seguridad deseado. En algunos casos de deslizamientos o inundación es posible modificar variables que afecten al fenómeno, como la arborización y construcción de cauces y barreras. En situaciones de sismos y vientos huracanados es necesario, además de seleccionar correctamente la ubicación, diseñar apropiadamente la infraestructura. Para el caso específico del sismo, es necesario dar seguridad a toda la infraestructura, tanto interna como externa. Con el viento esta protección se concentra principalmente en las zonas externas expuestas. En situaciones extremas, la única solución es distribuir el riesgo, creando un grupo de establecimientos separados espacialmente en la zona, para que cumplan la función asistencial deseada en forma conjunta. Al estar ubicados en distintos sectores, tendrán mejores posibilidades de ser protegidos, y en caso de ser afectados, el daño funcional no será total. Reconocer estas diferencias y alternativas permitirá realizar un procedimiento adecuado y económico del manejo del peligro.



# Capítulo I

## Los fenómenos naturales y la infraestructura de salud

### 1. Introducción

Los fenómenos naturales severos ocurridos en el mundo en los últimos 20 años, han afectado a por lo menos 800 millones de personas. Han provocado miles de muertes y ocasionado pérdidas superiores a los 50.000 millones de dólares<sup>1</sup>. La creciente densidad demográfica de algunas regiones del planeta, y la resultante urbanización de áreas hasta ahora no utilizadas debido a su alta peligrosidad, amenazan con agravar la situación. En América Latina y el Caribe numerosos establecimientos de salud resultaron gravemente afectados por la acción de diversos fenómenos naturales. Terremotos, inundaciones, deslizamientos, huracanes, entre otros, causaron no solo serios daños a la infraestructura, sino también pérdida de vidas humanas y la interrupción de la operación de las instalaciones de salud cuya función resulta imprescindible, más aún en situaciones críticas.

Los cuadros 1.1 a 1.3 muestran algunos efectos de fenómenos naturales en América Latina y el Caribe, adversos en la infraestructura de salud.

Los fenómenos naturales severos afectan la operación de los sistemas de salud de dos maneras:<sup>2</sup>

- Directamente:
  - produciendo daños en las instalaciones de los servicios de salud;
  - produciendo daños en la infraestructura de la región, generando la interrupción de los servicios básicos indispensables para las instalaciones de salud y destruyendo las vías de comunicación.
- Indirectamente:
  - causando un número inesperado de muertes, lesiones o enfermedades en la comunidad afectada, excediendo la capacidad de atención terapéutica de la red asistencial;

1 Noji, E., *Impacto de los Desastres en la Salud Pública*, Organización Panamericana de la Salud, 2000.

2 Adaptado de Noji, E., *Impacto de los Desastres en la Salud Pública*, Organización Panamericana de la Salud, 2000.

- generando migraciones espontáneas u organizadas desde zonas afectadas hacia áreas donde los sistemas de salud pueden no contar con la capacidad suficiente para asistir a la nueva población;
- aumentando el riesgo potencial de transmisión de enfermedades contagiosas y aumentando el riesgo de enfermedades psicológicas en la población afectada;
- provocando desabastecimiento de alimentos, con la consecuente desnutrición de la población y pérdida de la resistencia inmunológica a diversas enfermedades.

**Cuadro 1.1 - Efectos de los huracanes en los sistemas de salud**

Identificación evento	Fecha	Característica del fenómeno	Efectos generales
Jamaica, Huracán Gilbert	1988	Categoría 5	24 hospitales y centros de salud resultaron dañados o destruidos. 5085 camas quedaron fuera de servicio.
Costa Rica y Nicaragua, Huracán Joan	1988	Categoría 4	4 hospitales y centros de salud resultaron dañados o destruidos.
República Dominicana, Huracán Georges	1998	Categoría 3	87 hospitales y centros de salud resultaron dañados o destruidos.
Saint Kitts y Nevis, Huracán Georges	1998	Categoría 3	El hospital Joseph N. France de Saint Kitts sufrió graves daños. 170 camas quedaron fuera de servicio.
Honduras, Huracán Mitch	1998	Categoría 5	78 hospitales y centros de salud resultaron dañados o destruidos. La red institucional de salud de Honduras resultó severamente dañada, quedando fuera de servicio en el momento en que más de 100.000 personas necesitaban atención médica.
Nicaragua, Huracán Mitch	1998	Categoría 5	108 hospitales y centros de salud resultaron dañados o destruidos.

Fuente: Elaboración propia a partir de *Los Desastres Naturales y la Protección de la Salud*, Publicación Científica N°575, Organización Panamericana de la Salud, 2000.  
*La Salud en las Américas*, Edición 2002, Volumen I, Organización Panamericana de la Salud, 2002.

Cuadro 1.2 - Efectos de las inundaciones en los sistemas de salud

Identificación evento	Fecha	Característica del fenómeno	Efectos generales
Región del Pacífico y región Andina de América del Sur	1997-1998	Inundaciones asociadas al Fenómeno de El Niño	Las inundaciones demandaron al sistema de salud asistencia médica por infecciones respiratorias agudas, enfermedades diarreicas agudas, enfermedades transmitidas por vectores (paludismo, dengue clásico, dengue hemorrágico, fiebre amarilla, encefalitis, enfermedad de chagas, etc.), enfermedades transmitidas por el agua y los alimentos (cólera, salmonelosis, fiebre tifoidea, hepatitis viral, poliparasitismo intestinal, etc.) y enfermedades a la piel (escabiosis, infecciones bacterianas y micóticas, etc.).
Ecuador	1997-1998	Inundaciones por Fenómeno de El Niño	34 hospitales, 13 centros de salud y 45 sub-centros de salud se afectaron, ya sea en infraestructura física, instalaciones y equipos. El hospital de Chone, que aún no estaba inaugurado al momento de la inundación, sufrió grandes pérdidas en equipos médicos, mobiliario, insumos y medicamentos.
Perú	1997-1998	Inundaciones por Fenómeno de El Niño	15 hospitales, 192 centros de salud y 348 puestos de salud se afectaron en el país.
Bolivia	2002	Granizada y lluvias intensas	57 fallecidos. Colapso funcional del Policonsultorio de la Caja Nacional de Salud por derrumbe.
Argentina	2003	Inundaciones por desborde de ríos	Afectó significativamente el Hospital de Niños Dr. Alassia y el Hospital de Rehabilitación Vera Candiotti así como 14 centros de salud, de los 49 en total que prestan servicios en la Zona de salud V de Argentina.

Fuente: Elaboración propia a partir de:

*Crónicas de Desastres N° 8: Fenómeno de El Niño 1997-1998*, Organización Panamericana de la Salud, 2000.

*La Salud en las Américas*, Edición 2002, Volumen I, Organización Panamericana de la Salud, 2002.

*Las Lecciones de El Niño, Ecuador*, Corporación Andina de Fomento, 2000.

*Las Lecciones de El Niño, Perú*, Corporación Andina de Fomento, 2000.

Website OPS/OMS – Bolivia. [www.ops.org.bo](http://www.ops.org.bo), 2, febrero, 2004.

*Evaluación del impacto de las inundaciones y el desbordamiento del río Salado en la provincia de Santa Fe, República de Argentina en 2003*, Informe CEPAL, LC/BUEL/L.185, Junio del 2003.



**Cuadro 1.3 - Efectos de los terremotos en los sistemas de salud**

Identificación evento	Fecha	Magnitud	Efectos generales
San Fernando, California	1971	6.4	Tres hospitales sufrieron daños severos y no pudieron operar normalmente cuando más se les necesitaba. Aún más, la mayoría de las víctimas se presentaron en dos de los hospitales que se derrumbaron. El hospital Olive View tuvo que ser demolido. Se reconstruyó en forma tradicional, por lo que nuevamente sufrió daños graves no estructurales en el terremoto de 1994, impidiendo su funcionamiento.
Managua, Nicaragua	1972	7.2	El Hospital General resultó severamente dañado. Fue evacuado y posteriormente demolido.
Guatemala, Guatemala	1976	7.5	Varios hospitales fueron evacuados.
Popayán, Colombia	1983	5.5	Daños e interrupción de servicios en el hospital Universitario San José.
Chile	1985	7.8	79 hospitales y centros de salud resultaron dañados o destruidos. 3.271 camas quedaron fuera de servicio.
Mendoza, Argentina	1985	6.2	Se perdió algo más del 10% del total de camas de la ciudad. De 10 instalaciones afectadas, una tuvo que ser evacuada y dos fueron posteriormente demolidas.
México, D.F., México	1985	8.1	Colapso estructural de cinco hospitales y daños mayores en otros 22. Al menos 11 instalaciones evacuadas. Pérdidas directas estimadas en US\$ 640 millones. Los hospitales más seriamente dañados fueron el Centro Médico Nacional del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el hospital General y el hospital Benito Juárez. Los sismos produjeron un déficit súbito de 5.829 camas; en el hospital General murieron 295 personas y en el Juárez 561, entre las que se encontraban pacientes, médicos, enfermeras, personal administrativo, visitantes y recién nacidos.
San Salvador, El Salvador	1986	5.4	2.000 camas perdidas, más de 11 instalaciones hospitalarias afectadas: 10 desalojadas y una evacuada permanentemente. Se estimaron daños por US\$ 97 millones.
Tena, Ecuador	1995	6.2	Daños no estructurales moderados en el hospital Velasco Ibarra (120 camas): agrietamiento de varias paredes, ruptura de vidrios, caída de techos, desperfecto en el sistema de ascensores y daños en algunas tuberías para conducción de oxígeno y de agua, obligando a la suspensión de sus servicios y la evacuación de las instalaciones.

Continúa  
→

Cuadro 1.3 - Efectos de los terremotos en sistemas de salud (continuación)

Identificación evento	Fecha	Magnitud	Efectos generales
Aiquile, Bolivia	1998	6.8	El hospital Carmen López resultó gravemente dañado.
Armenia, Colombia	1999	5.8	El terremoto causó daños en 61 instalaciones de salud.
El Salvador	2001	7.6	1.917 camas hospitalarias (39.1% de la capacidad del país) fuera de operación. El hospital San Rafael, severamente dañado, continuó parcialmente su función en el exterior del edificio. El hospital Rosales perdió su capacidad de atención quirúrgica. Los hospitales San Juan de Dios de San Miguel, Santa Teresa de Zacatecoluca y San Pedro de Usulután, severamente dañados, continuaron su operación solo parcialmente en los exteriores. El hospital de Oncología tuvo que ser evacuado completamente.
Perú	2001	6.9	7 hospitales, 80 centros de salud y 150 puestos de salud resultaron afectados en los departamentos de Arequipa, Moquegua, Tacna y Ayacucho

Fuente: Elaboración propia a partir de *Fundamentos para la Mitigación de Desastres Naturales en Establecimientos de Salud*, Organización Panamericana de la Salud, 2000.  
*Los Desastres Naturales y la Protección de la Salud*, Publicación Científica N°575, Organización Panamericana de la Salud, 2000.  
*La Salud en Las Américas*, Edición 2002, Volumen I, Organización Panamericana de la Salud, 2002.  
 Daños observados en los hospitales de la Red Asistencial de Salud de El Salvador, en el Terremoto del 13 de enero de 2001, Informe Preliminar, Boroschek, R. Retamales, R., 2001.  
 Direcciones Regionales de Salud de Arequipa, Moquegua, Tacna y Ayacucho. (17 de julio del 2001)

El cuadro 1.4 muestra efectos típicos de algunas amenazas naturales.

**Cuadro 1.4 - Efectos de algunas amenazas naturales**

Efecto	Terremotos	Vientos fuertes	Maremotos e inundaciones repentinas	Inundaciones progresivas	Deslizam. de tierra	Volcanes y lahares
Defunciones	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Alta
Lesiones graves que requieren tratamientos complejos	Alta	Moderada	Baja	Baja	Baja	Baja
Mayor riesgo de enfermedades transmisibles	Riesgo potencial después de todo fenómeno de gran magnitud. (La probabilidad aumenta con el hacinamiento y con el deterioro de las condiciones sanitarias)					
Daños en los establecimientos de salud	Grave (estructura y equipos)	Grave	Grave pero localizado	Grave (equipo solamente)	Grave pero localizado	Grave (estructura y equipos)
Daños en sistemas de abastecimiento de agua	Grave	Leve	Grave	Leve	Grave pero localizado	Grave (estructura y equipos)
Escasez de alimentos	Infrecuente (suele producirse por factores económicos o logísticos)		Común	Común	Infrecuente	Infrecuente
Grandes movimientos de población	Infrecuentes (suelen ocurrir en zonas urbanas que han sido dañadas gravemente)		Comunes (generalmente limitados)			

Fuente: *Vigilancia Epidemiológica Sanitaria en Situaciones de Desastre, Guía para el Nivel Local*, Manuales y Guías sobre Desastres, Organización Panamericana de la Salud, 2002.

La interrupción de la operación del establecimiento de salud puede ser de corto plazo (horas o días), o largo plazo (meses y años). Todo depende de la magnitud del evento y sus efectos en el sector. La magnitud del evento no es algo que generalmente se pueda controlar; pero sus consecuencias, sí.

En el caso de un futuro establecimiento de salud, los efectos de estos fenómenos son controlables siempre que su ubicación se base en información y criterios sólidos y si el diseño, la construcción y el mantenimiento están concebidos para resistir las amenazas locales. Por ejemplo, el hospital

principal de Concepción, en el sur de Chile, no dejó de funcionar pese a estar en la zona epicentral del terremoto más grande del siglo XX, ocurrido el 21 y 22 de mayo de 1960. Los fracasos son generalmente más difundidos que los éxitos, pero el caso de Concepción dista de ser único. Otro ejemplo digno de citar es el comportamiento divergente de dos hospitales contiguos afectados por el terremoto de Northridge en 1994. El primero, el hospital USC Medical Center, diseñado con un sistema de protección sísmica llamado aislamiento de base, no sufrió daños ni el volcamiento de ningún equipo o contenido, y permaneció funcionando. El segundo, ubicado en las cercanías del anterior, había sido diseñado en forma tradicional. Sufrió daños tan severos que impidieron su funcionamiento y obligaron a su demolición.

## 2. Aspectos económicos

Son varios los informes de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) que afirman categóricamente que los desastres naturales constituyen una barrera para el desarrollo económico y social de la región. Si bien los fenómenos naturales afectan indistintamente a los países desarrollados y en vías de desarrollo, sus consecuencias son muy diferentes. Como muestra de ello, se puede señalar que el 95 % de las muertes asociadas a los fenómenos naturales ocurridos en 1998, ocurrieron en países en vías de desarrollo.

En estos países, los fenómenos naturales presentan generalmente efectos devastadores sobre el nivel de vida de la población y sus posibilidades de desarrollo. En cambio, en los países desarrollados, los fenómenos naturales tienen generalmente efectos marginales sobre la actividad económica y la población<sup>3</sup>, (*cuadro 1.5*).

En el sector salud, el efecto de un fenómeno natural se ve amplificado por varias razones: primero, es uno de los segmentos con pérdidas importantes; segundo, su recuperación implica grandes desembolsos económicos, difíciles de afrontar en momentos en que el resto del país también trata de recuperarse; y tercero, por la necesidad de recuperar en forma rápida la capacidad de atención, no solo de la población directamente afectada, sino para continuar satisfaciendo la demanda normal de salud del sistema.

3 CEPAL/BID, *Un Tema del Desarrollo: La Reducción de la Vulnerabilidad Frente a los Desastres*, Documento del Seminario Enfrentando Desastres Naturales: Una Cuestión del Desarrollo, redactado por Ricardo Zapata M. y Rómulo Caballeros, 2000.

**Cuadro 1.5 - Efecto de los fenómenos naturales en la economía de los países**

Localidad	Evento	Fecha	Efecto en la economía
Managua	Terremoto	1972	Caída del 15% en el PIB y reducción del 46% en la actividad industrial y productiva de Managua.
México	Terremoto	1985	El PIB se redujo en 2.7%
Nicaragua	Huracán Joan	1988	El PIB se redujo un 2%, 17% del total en el sector agrícola.
Ecuador	Inundaciones producidas por el Fenómeno de El Niño	1997-1998	Reducción del PIB del 1.2% respecto al esperado el año 1998.
República Dominicana	Huracán Georges	1998	Reducción del PIB en 1% respecto al proyectado para ese año.
Nicaragua	Huracán Mitch	1998	1.1 puntos porcentuales menos en el crecimiento del PIB proyectado para ese año (el 4 %)
Honduras	Huracán Mitch	1998	Disminución del PIB en 7.5%.
El Salvador	Terremotos	2001	Los daños ocasionados representan el 12% del PIB del país en el año precedente

Fuente: *Un Tema del Desarrollo: La Reducción de la Vulnerabilidad Frente a los Desastres*, documento del Seminario Enfrentando Desastres Naturales: Una Cuestión del Desarrollo, CEPAL/BID  
*El Salvador: Evaluación del terremoto del martes 13 de febrero del 2001*, addendum al documento de evaluación del terremoto del 13 de enero CEPAL.

### 3. Mitigación de la vulnerabilidad frente a desastres en establecimientos de salud

En los últimos años, tras los desastres ocasionados por el huracán Mitch y los terremotos en El Salvador, algunos gobiernos, entre los que se encuentran Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Honduras y Perú, y algunas instituciones internacionales como OPS/OMS, CEPAL, Banco Interamericano de Desarrollo y Banco Mundial, han comenzado a generar conciencia respecto a la necesidad de impulsar estrategias para mitigar la vulnerabilidad y el manejo del riesgo presente en los sistemas de salud de la región. Paralelamente, se ha progresado considerablemente en el campo de la educación en materia de desastres, tanto en facultades de medicina y enfermería como en escuelas de arquitectura e ingeniería.

Las lecciones aprendidas indican que la mayor parte de las pérdidas en infraestructura de salud se debieron a la ubicación en zonas vulnerables, a un diseño inadecuado o a la falta de mantenimiento de los establecimientos. En la última década, los principales esfuerzos se han dirigido a diagnosticar y reducir la vulnerabilidad de las instalaciones de salud existentes, pero recientemente ha aumentado la tendencia a invertir en nueva infraestructura, con criterios de protección de infraestructura y operación. Es así como en Chile, desde el año 1999, se requiere que un grupo de especialistas en vulnerabilidad hospitalaria sea parte del grupo consultor de proyectos, para velar por la incorporación de criterios de protección en el diseño y construcción de la nueva infraestructura.

La Organización Panamericana de la Salud, a través de su iniciativa “La Salud Pública en las Américas”, define un conjunto de Funciones Esenciales de Salud Pública (FESP) dirigidas a las autoridades sanitarias de la región en todos sus niveles (central, intermedio y local), en las cuales se establecen las bases para evaluar la situación actual, mejorar la práctica de la salud pública y fortalecer el liderazgo de la autoridad sanitaria. Entre las funciones esenciales acordadas en junio del 2000, durante la 126ª sesión del comité ejecutivo de la OPS, se encuentra la función de “Reducción del Impacto de Emergencias y Desastres en Salud”, las que se conseguirían por medio de las siguientes acciones<sup>4</sup>:

- Desarrollando políticas, planificación y acciones de prevención, mitigación, preparación, respuesta y rehabilitación temprana, para reducir el impacto de los desastres sobre la salud pública.
- Dando un enfoque integral en relación a las causas y consecuencias de todas y cada una de las emergencias o desastres posibles en la realidad del país.
- Fomentando la participación de todo el sistema de salud y la más amplia colaboración intersectorial e interinstitucional, en la reducción del impacto de emergencias o desastres.
- Impulsando la cooperación intersectorial e internacional en la solución de los problemas de salud, generados por emergencias y desastres.

4 Organización Panamericana de la Salud, *La Salud Pública en Las Américas, Nuevos Conceptos, Análisis del Desempeño y Bases para la Acción*, Publicación Científica y Técnica N° 589, 2002.



## Capítulo 2

# Definición del nivel de seguridad

### 1. Introducción

Las consecuencias de un desastre en un establecimiento de salud no solo se manifiestan en el pánico del personal y pacientes o en un daño total o parcial de su estructura, sino también en la pérdida parcial o total de la capacidad de operación del establecimiento y por lo tanto, de su capacidad de satisfacer y aliviar las necesidades de atención de salud, justo cuando mayor es la demanda de la comunidad. Adicionalmente, las restricciones técnicas y económicas habituales del sector impiden que éste se recupere rápidamente y no son extraños los casos de establecimientos de salud en que los daños se mantienen por más de 10 años de ocurrido el evento.

En la actualidad, los avances tecnológicos y los cambios en la filosofía de diseño y en los procedimientos de aseguramiento de la calidad de la construcción y mantenimiento de infraestructura, permiten controlar el daño y establecer distintos niveles de protección asociados a la infraestructura y a la operación. A pesar de esto, no es posible alcanzar en todas las situaciones niveles altos de protección, debido a: restricciones naturales o técnicas, como puede ser la necesidad de un centro asistencial en una isla pequeña con una gran actividad volcánica, pero con una población que requiere de estos servicios; restricciones económicas, donde se conjuga la necesidad de expandir el sistema para cumplir metas de salud, en contraposición con la necesidad de garantizar la seguridad de las instalaciones; y restricciones político-sociales, en las que el desarrollo de la infraestructura se genera y se ubica para cumplir las expectativas de la comunidad.

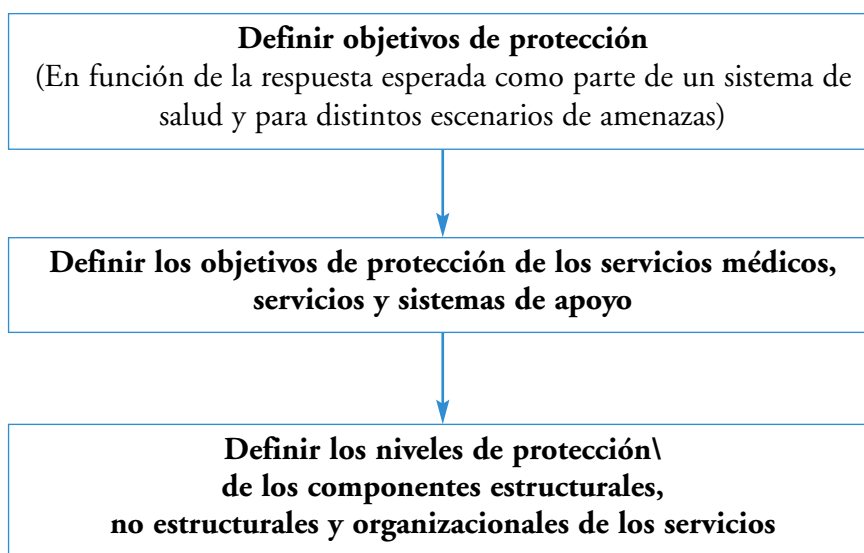
Reconociendo que los recursos económicos son limitados y que la situación particular de cada establecimiento puede imponer restricciones técnicas al cumplimiento de objetivos superiores de protección, se requiere un estudio detallado que permita una utilización óptima. Este procedimiento debe comenzar con una clara identificación de la red de salud, sus características operacionales, su distribución espacial, el nivel de cumplimiento de las políticas y metas, el perfil epidemiológico de la población, su desarrollo demográfico y las amenazas naturales a las que está expuesto. La capacidad de operación real de cada establecimiento perteneciente a la red de salud



debe establecerse considerando los antecedentes reales de las amenazas naturales a las que está expuesto y el nivel de vulnerabilidad existente.

Una vez establecida las características reales de la red asistencial y la necesidad de desarrollar un nuevo establecimiento de salud, dentro de esta red, y en una región específica, es necesario establecer el rol asistencial de este nuevo centro, en tiempos normales y ante distintos niveles y tipos de emergencia. En relación a la función deseada de cada establecimiento de salud cuando ocurra un evento natural o de otro tipo, se definirá su nivel de protección global de la operación, es decir, si prestará servicios durante la emergencia o con qué nivel de respuesta sobrevivirá a ésta. El nivel de protección global es función del nivel de protección de cada uno de sus servicios. Todo esto llevará a establecer demandas sobre las características del sitio de ubicación del establecimiento y las características de su infraestructura y de los servicios básicos de los cuales depende, tal y como se muestra en el siguiente diagrama:

### Definición de los objetivos de protección



En términos prácticos, se pueden definir tres objetivos de protección: protección de la operación, protección de la infraestructura y protección de la vida.

<b>Protección de la operación</b>	Este objetivo incluye la protección de la infraestructura y se orienta a generar sistemas que se mantengan operativos o que puedan recuperar su capacidad de operación en un tiempo relativamente corto.
<b>Protección de la infraestructura</b>	Es aquel que conduce a la protección de toda o parte de la infraestructura y equipamiento, aunque el establecimiento en sí deje de funcionar. En esta situación, es posible generar una infraestructura que pueda recuperar su operación en un plazo y a un costo acorde con las capacidades de la institución.
<b>Protección de la vida</b>	Es el requisito mínimo para cualquier infraestructura y es el que comúnmente se ha utilizado en la construcción de establecimientos de salud.

Dentro de este enfoque, el aspecto más importante es la definición del objetivo de cada servicio de un establecimiento para las distintas amenazas presentes en la región y para los distintos niveles de severidad de estas amenazas. Este documento propone que se establezcan dos niveles de severidad en el diseño del establecimiento: uno mínimo, asociado al nivel tradicional de diseño para cada amenaza y otro mayor, asociado al evento máximo creíble, que es lo deseado.

En el caso de sismo, el nivel mínimo corresponde a una probabilidad de excedencia del 10% en 50 años y el deseado (evento máximo creíble) a una probabilidad de excedencia del 2% en 50 años. El diseño de cada recinto se deberá efectuar considerando, como objetivo mínimo, evitar la evacuación forzada y rápida con posterioridad a la ocurrencia del evento.

Para lograr una toma de conciencia de los actores en el proceso de creación de un establecimiento de salud, resulta necesario que las distintas partes acuerden por escrito el objetivo de protección, definiendo metas de seguridad para el establecimiento en tiempo normal y ante la ocurrencia de distintos escenarios de amenazas. El formulario *Objetivo de seguridad del establecimiento (Anexo 2.1)* puede ayudar a esta toma de conciencia. Debe llenarse escogiendo un nivel de seguridad para cada amenaza esperada en la zona de emplazamiento de la infraestructura, en función del tiempo de recuperación deseado para el establecimiento.

## 2. Listado básico de los servicios

El objetivo de protección global del establecimiento está directamente relacionado con el nivel de protección de sus servicios. En los cuadros 2.1a y 2.1b se presentan algunos de los servicios médicos y de apoyo presentes en un establecimiento de salud para los que se deben definir niveles de protección. El nivel de protección debe determinarse de acuerdo con el objetivo de protección general deseado para el establecimiento. No es necesario, pero sí recomendable, que todos los servicios de un establecimiento tengan el mismo nivel de protección que el definido globalmente. El nivel de protección debe ser indicado para uno o más niveles de intensidad de cada amenaza.

**Cuadro 2.1a - Listado de los servicios médicos hospitalarios**

Anatomía patológica	Kinesioterapia	Pediatría
Banco de sangre	Laboratorio	Policlínico adosado
Cardiología	Medicina interna	Psiquiatría
Cirugía	Medicina nuclear	Salas de recuperación
Cirugía infantil	Neonatología	Traumatología y ortopedia
Cirugía plástica quemados	Neumología	Urgencia adultos
Dermatología	Neurología infantil	Urgencia infantil
Endoscopia	Obstetricia y ginecología	Urología
Esterilización	Odontología	UTI/UCI
Farmacia	Oftalmología	Otros servicios médicos
Hemodiálisis	Oncología	
Hospitalización indiferenciada	Otorrinolaringología	
Imageneología	Pabellones quirúrgicos	

**Cuadro 2.1b - Listado de los servicios y sistemas de apoyo**

Administración	Casa poder electricidad	Sistema de comunicaciones
Agua industrial	Climatización	Sistema de transporte vertical
Agua potable	Gases industriales	Sistema eléctrico de emergencia
Alcantarillado	Lavandería	Sistema de gases clínicos
Archivos	Movilización y transporte	Sistema de oxígeno
Bodegas de material estéril	Red de electricidad	Vías de escape
Bodegas de material no estéril	Sistema contra incendio	Otros servicios y sistemas de apoyo
Central térmica y calderas	Sistema de alimentación	

### 3. Clasificación de los servicios médicos y de apoyo

Para permitir una correcta selección del objetivo de protección de cada servicio es conveniente definir el nivel de importancia del servicio, en términos de la actividad que desarrolla, de las características de sus contenidos y de las características de la amenaza:

#### Clasificación de los servicios médicos y de apoyo

Servicios y sistemas críticos	Se deben clasificar según se indica a continuación:
Servicios críticos por el desempeño de funciones vitales o esenciales	Corresponden a aquellos servicios que deben mantenerse en funcionamiento para atender las necesidades vitales de salud de los internos y prestar primeros auxilios a la población afectada por el fenómeno natural. También se incluyen los servicios cuya inhabilitación pueden causar detenciones prolongadas y pérdidas serias de atención.
Servicios críticos por el contenido de materiales peligrosos o dañinos	El daño en este tipo de servicio involucra riesgos de incendio, explosión o contaminación del aire o de las aguas, pudiendo resultar heridos el personal, pacientes y/o visitas.
Servicios críticos cuya falla puede causar caos entre pacientes y/o funcionarios	Corresponden a aquellos servicios cuyo daño en sus contenidos puede causar alarma y confusión entre el personal, pacientes y/o visitas, poniendo en riesgo la atención.
Servicios y sistemas especiales	Servicios que sin ser críticos presentan contenidos de difícil reemplazo o de alto costo de reposición.
Otros servicios y sistemas	Corresponden a aquellos servicios cuyos contenidos pueden presentar fallas menores, susceptibles de reparación rápida y que no causan detenciones prolongadas ni pérdidas importantes de atención.

### 4. Definición de los niveles de protección requeridos en los servicios

De una manera similar a lo definido en forma global, los servicios y sistemas de apoyo se deben clasificar de acuerdo con distintos objetivos de protección y para cada nivel de severidad de la amenaza:

## Definición de los niveles de protección de los servicios

Protección de la operación (PO)	El servicio recupera su normal funcionamiento inmediatamente después de la emergencia. Las pérdidas de operación, si las hay, son momentáneas y no ponen en riesgo a los pacientes y/o funcionarios. Para cumplir este objetivo, los componentes de infraestructura (estructurales y no estructurales) y funcionales deben responder de manera similar. En estos componentes solo se acepta un nivel de daño limitado. El objetivo de protección de operación incorpora intrínsecamente los objetivos de protección de la infraestructura y de la vida.
Protección de la infraestructura (PI)	Constituye un nivel de protección intermedio, en el cual se busca proteger del daño a la infraestructura del servicio de difícil o alto costo de reposición. Para cumplir este objetivo, tanto los componentes estructurales como los no estructurales deben responder de manera similar. En algunos casos, la protección de la infraestructura puede resultar indirectamente en protección de la operación.
Protección de la vida (PV)	Se admite que el servicio pueda presentar daño de consideración en sus componentes estructurales y no estructurales, siempre que no ponga en riesgo la vida de las personas. En consecuencia, será necesario efectuar reparaciones significativas para recuperar la función del servicio con posterioridad al evento. Tales reparaciones pueden resultar económicamente impracticables.

Dependiendo de la clasificación del servicio, en función de la actividad desarrollada y de la naturaleza de sus contenidos, deberán definirse objetivos de protección, como los que se recomiendan en el *cuadro 2.2*.

### Cuadro 2.2 Objetivos de protección para los servicios

Clasificación del servicio	Objetivo de protección		
	PO	PI	PV
Servicios críticos			
Vitales o esenciales	✓		
Peligrosos o dañinos	✓		
Que pueden causar caos o confusión	✓		
Servicios especiales		✓	
Otros servicios		✓	✓

Los objetivos de protección mostrados en el cuadro anterior pueden ser redefinidos conforme estime el equipo coordinador del proyecto, de acuerdo a la capacidad económica de la institución, pero en concordancia con los objetivos del proyecto. Se debe privilegiar el objetivo de protección de la operación.

## 5. Definición y caracterización de los objetivos de protección de los componentes de la infraestructura

Los objetivos de protección que se han definido para el establecimiento y para cada uno de sus servicios, generan requisitos de organización, seguridad y control de daños en los componentes de la infraestructura. La infraestructura típicamente se divide en dos subgrupos: la estructura y la no estructura. La estructura corresponde a los elementos básicos que generan la seguridad del sistema y típicamente está compuesta por elementos como vigas, columnas, losas, muros, diagonales y fundaciones. La no estructura es aquella que permite generar finalmente la operación del establecimiento y se divide en elementos arquitectónicos, equipamiento y contenidos y servicios o líneas vitales.

Para los componentes de la infraestructura en cada servicio de un establecimiento es necesario establecer un nivel de protección:

### Definición de niveles de protección de los componentes, sistemas y equipos

Protección de la operación (PO)	El sistema estructural resistente debe responder de forma tal que el edificio permanezca utilizable y seguro durante e inmediatamente después de ocurrida la emergencia. Los elementos estructurales deben conservar casi intacta la condición de rigidez y capacidad resistente previas a la emergencia. El daño que se produzca debe ser mínimo y su reparación no requerida para la continuidad de operación y para la ocupación del recinto (daño controlado). Los componentes no estructurales deben ser capaces de mantener su función sin alteraciones durante y después de la emergencia. El daño que se produzca debe ser mínimo y permitir la inmediata ocupación del recinto. Los daños a la infraestructura externa no deben impedir la operación del establecimiento.
Protección de la infraestructura (PI)	Se admite daño en el sistema estructural, sin embargo, éste debe ser controlado a fin de no afectar los contenidos de difícil o costosa reposición presentes en el servicio. El daño que se produzca debe ser susceptible de reparación a costo razonable y en un corto periodo de tiempo, a fin de minimizar la interferencia en la función desempeñada.
Protección de la vida (PV)	Se admite daño en componentes estructurales y no estructurales. El daño producido en los componentes no puede constituir un peligro para los pacientes, visitas y funcionarios del recinto. Las reparaciones de los daños pueden resultar de alto costo económico y de alta interferencia para la operación y ocupación del recinto.

En todo caso, el objetivo de protección de los componentes de la infraestructura debe ser al menos igual al objetivo de protección establecido para el servicio en que se encuentra o con los cuales interactúa.

## 6. Formulación de los objetivos de protección de los servicios

En el *anexo 2.2* se presenta el formulario *Objetivos de protección de servicios y sistemas de apoyo*, que puede ser utilizado para definir los objetivos de protección del establecimiento y de sus servicios. El documento debe ser llenado en conjunto por la institución y los profesionales del proyecto. Deberá completarse un cuadro similar para cada escenario de amenaza natural y para cada nivel de protección considerado.

## 7. Nivel de detalle del proyecto

Conforme al objetivo de protección definido para el establecimiento y al nivel de peligro estimado por el grupo multidisciplinario de especialistas, deberá determinarse el nivel de detalle o profundidad con que debe desarrollarse el proyecto. Se definen dos niveles de detalle que implican diferencias en los estudios de sitio y procedimientos de diseño, calificación de los profesionales que participan y aseguramiento de la calidad. El *cuadro 2.3* presenta las alternativas en función del objetivo de protección.

**Cuadro 2.3 - Nivel de detalle de los estudios requeridos**

Objetivo de protección	Nivel de peligro	
	Alto	Bajo
Protección de la operación	ED	ED
Protección de la infraestructura	ED	EB
Protección de la vida	ED	EB

ED: Estudio detallado

EB: Estudio básico

A continuación se resumen las características principales de los estudios indicados en el cuadro anterior.

**Cuadro 2.4 - Caracterización del proyecto**

	Nivel de detalle del estudio	
	Estudio detallado	Estudio básico
<b>Requerimientos a los grupos profesionales</b>	(Según Cap. 5)	(Según Cap. 5)
<b>Estudios requeridos</b>		
Definición de alternativas de ubicación	✓	✓
Recopilación de información de amenazas a nivel regional	✓	✓
Recopilación de información de amenazas a nivel local en las alternativas de ubicación	✓	
Definición de alternativas de protección del establecimiento	✓	
<b>Identificación de los servicios mínimos que requieren protección</b>		
Definir nivel de protección de los servicios y sus componentes	Según cuadro 2.2 y anexo 2.2	Según cuadro 2.2 y anexo 2.2
<b>Requisitos del diseño de los sistemas de protección de los componentes estructurales, no estructurales y equipamiento médico e industrial</b>		
Requisitos establecidos en normas nacionales e internacionales	✓	✓
Requisitos establecidos en normas específicas para el proyecto y normas de hospitales	✓	
<b>Resultados esperados (Según capítulo 6)</b>		
Planos de detalles	✓	✓
Especificaciones técnicas	✓	✓
Documentos de licitación	✓	✓
Certificados	✓	✓
Memorias de cálculo	✓	✓
<b>Plazos de ejecución típicos<sup>1</sup></b>	8-12 meses	6-10 meses
<b>Programa de aseguramiento de la calidad del proyecto (Según capítulo 6)</b>	✓	✓

Notas: 1 Los plazos de ejecución indicados son solo referenciales. La duración de cada actividad dependerá, entre otras variables, de las dimensiones y objetivos de protección del establecimiento, y de las amenazas naturales existentes en la zona.



## Referencias bibliográficas

- Applied Technology Council, *ATC 51: U.S.-Italy Collaborative Recommendations for Improving the Seismic Safety of Hospitals in Italy*, California, 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.
- Centro Colaborador OPS/OMS en Mitigación de Desastres en Establecimientos de Salud, *Bases Metodológicas: Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones Estructuradas con Pórticos de Hormigón Armado, Evaluación de Elementos Arquitectónicos y Evaluación de Equipamiento*, Universidad de Chile, 2000.
- 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.
- 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 74: Reducing the Risk of Nonstructural Earthquake Damage, A Practical Guide*, Washington, D.C., September 1994.
- Office of Statewide Health Planning and Development (OSHPD), *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.



## Anexo 2.2

# Formulario: Objetivos de protección de servicios y sistemas de apoyo

<p><b>Nivel de amenaza<sup>1</sup>:</b></p> <p><input type="checkbox"/> Máxima creíble o probable</p> <p><input type="checkbox"/> Mínimo recomendado</p>	<p><b>Tipo de amenaza</b> .....</p> <p>.....</p> <p><b>Variable que caracteriza la amenaza</b> .....</p> <p>.....</p>																																																																																																																																																																								
<p><b>Objetivo de protección del establecimiento de salud<sup>1</sup>:</b></p> <p><input type="checkbox"/> Protección de la operación (PO)    <input type="checkbox"/> Protección de la infraestructura (PI)    <input type="checkbox"/> Protección de la vida (PV)</p>																																																																																																																																																																									
<p><b>Objetivos de protección de servicios y sistemas de apoyo<sup>2</sup>:</b></p> <p><b>Servicios médicos</b></p>																																																																																																																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>PO</th> <th>PI</th> <th>PV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Anatomía patológica</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Banco de sangre</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Bodegas de material estéril</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Bodegas de material no estéril</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cardiología</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Sistema de gases clínicos</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Sistema de oxígeno</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cirugía</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cirugía infantil</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cirugía plástica quemados</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dermatología</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Endoscopia</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Esterilización</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Farmacia</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Hemodiálisis</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Hospitalización indiferenciada</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Imageneología</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Kinesioterapia</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Laboratorio</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Medicina interna</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		PO	PI	PV	Anatomía patológica				Banco de sangre				Bodegas de material estéril				Bodegas de material no estéril				Cardiología				Sistema de gases clínicos				Sistema de oxígeno				Cirugía				Cirugía infantil				Cirugía plástica quemados				Dermatología				Endoscopia				Esterilización				Farmacia				Hemodiálisis				Hospitalización indiferenciada				Imageneología				Kinesioterapia				Laboratorio				Medicina interna				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>PO</th> <th>PI</th> <th>PV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Medicina nuclear</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Neonatología</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Neumología</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Neurología infantil</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Obstetricia y ginecología</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Odontología</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Oftalmología</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Oncología</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Otorrinolaringología</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Pabellones quirúrgicos</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Pediatría</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Policlínico adosado</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Psiquiatría</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Salas de recuperación</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Traumatología y ortopedia</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Urgencia adultos</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Urgencia infantil</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Urología</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>UTI / UCI</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Otros servicios médicos</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		PO	PI	PV	Medicina nuclear				Neonatología				Neumología				Neurología infantil				Obstetricia y ginecología				Odontología				Oftalmología				Oncología				Otorrinolaringología				Pabellones quirúrgicos				Pediatría				Policlínico adosado				Psiquiatría				Salas de recuperación				Traumatología y ortopedia				Urgencia adultos				Urgencia infantil				Urología				UTI / UCI				Otros servicios médicos			
	PO	PI	PV																																																																																																																																																																						
Anatomía patológica																																																																																																																																																																									
Banco de sangre																																																																																																																																																																									
Bodegas de material estéril																																																																																																																																																																									
Bodegas de material no estéril																																																																																																																																																																									
Cardiología																																																																																																																																																																									
Sistema de gases clínicos																																																																																																																																																																									
Sistema de oxígeno																																																																																																																																																																									
Cirugía																																																																																																																																																																									
Cirugía infantil																																																																																																																																																																									
Cirugía plástica quemados																																																																																																																																																																									
Dermatología																																																																																																																																																																									
Endoscopia																																																																																																																																																																									
Esterilización																																																																																																																																																																									
Farmacia																																																																																																																																																																									
Hemodiálisis																																																																																																																																																																									
Hospitalización indiferenciada																																																																																																																																																																									
Imageneología																																																																																																																																																																									
Kinesioterapia																																																																																																																																																																									
Laboratorio																																																																																																																																																																									
Medicina interna																																																																																																																																																																									
	PO	PI	PV																																																																																																																																																																						
Medicina nuclear																																																																																																																																																																									
Neonatología																																																																																																																																																																									
Neumología																																																																																																																																																																									
Neurología infantil																																																																																																																																																																									
Obstetricia y ginecología																																																																																																																																																																									
Odontología																																																																																																																																																																									
Oftalmología																																																																																																																																																																									
Oncología																																																																																																																																																																									
Otorrinolaringología																																																																																																																																																																									
Pabellones quirúrgicos																																																																																																																																																																									
Pediatría																																																																																																																																																																									
Policlínico adosado																																																																																																																																																																									
Psiquiatría																																																																																																																																																																									
Salas de recuperación																																																																																																																																																																									
Traumatología y ortopedia																																																																																																																																																																									
Urgencia adultos																																																																																																																																																																									
Urgencia infantil																																																																																																																																																																									
Urología																																																																																																																																																																									
UTI / UCI																																																																																																																																																																									
Otros servicios médicos																																																																																																																																																																									

Continúa  
→

**Servicios y sistemas de apoyo:**

	PO	PI	PV
Administración			
Agua industrial			
Agua potable			
Alcantarillado			
Archivos			
Casa poder electricidad			
Central térmica y calderas			
Climatización			
Gases industriales			
Lavandería			

	PO	PI	PV
Movilización y transporte			
Red de electricidad			
Sistema contra incendio			
Sistema de alimentación			
Sistema de comunicación			
Sistema de transporte vertical			
Sistema eléctrico de emergencia			
Vías de escape			
Otros servicios y sistemas de apoyo			

**Objetivos de protección de otros servicios y sistemas de apoyo<sup>2</sup>:**

	PO	PI	PV
<b>Servicios o componentes críticos</b>			
Vitales o esenciales			
Peligrosos o dañinos			
Que pueden causar caos o confusión			
<b>Servicios o componentes especiales</b>			
<b>Otros servicios</b>			

- Notas: 1 Para cada establecimiento que forma parte de una red nacional o local de salud, debe establecerse un objetivo de protección general, acorde con el nivel de desempeño esperado para el establecimiento, bajo distintos escenarios de desastre.
- 2 Los objetivos de protección que se establecen en el cuadro anterior constituyen niveles mínimos de protección. Se recomienda que el diseño de los sistemas de seguridad se efectúe considerando un objetivo de protección de la operación. Los objetivos de protección aquí indicados deben ser acordados en conjunto por la institución, equipo médico y especialistas de proyecto. Protección de operación implica intrínsecamente protección de la infraestructura y protección de la vida. Protección de infraestructura implica, en muchos casos, protección de la operación.



## Capítulo 3

# Criterios generales para la selección de un sitio seguro

### 1. Introducción

La selección de alternativas y de un sitio definitivo para el establecimiento de salud se debe realizar a partir de un estudio de los requerimientos asistenciales de la población y de las características de la red de salud existente, conforme a criterios de políticas de salud, demográficos, geográficos, sociopolíticos y económicos de la institución.

Como antecedentes mínimos para la caracterización del sitio deben incluirse los siguientes aspectos:

- Ubicación y accesibilidad
- Suministro y calidad de servicios esenciales
- Urbanísticos: clima, estética, condiciones circundantes
- Riesgos comunes: ruido, polvo, vibraciones, otros
- Peligros naturales y tecnológicos
- Topográficos y geotécnicos
- Legales
- Económicos

Se deben considerar también en esta selección los objetivos de protección definidos para el establecimiento en tiempo normal y de emergencia, el análisis comparativo de los peligros naturales y tecnológicos presentes en las alternativas, el costo estimado y la factibilidad técnica de implementar los sistemas de protección necesarios, los recursos económicos disponibles y las conclusiones del análisis costo/beneficio de las alternativas, como se ve en los *diagramas 3.1 y 3.2*.

El análisis deberá abarcar no solo el sitio específico de emplazamiento del establecimiento, sino también sus alrededores; se deberá evaluar cómo los fenómenos naturales afectan a la población circundante, a la población de referencia y a la infraestructura, en especial a los servicios vitales, entre ellos, las vías de comunicación, que permiten a un establecimiento de salud cumplir su objetivo.

## **2. Proceso de la selección de alternativas de ubicación**

### **Variables de la selección del sitio**

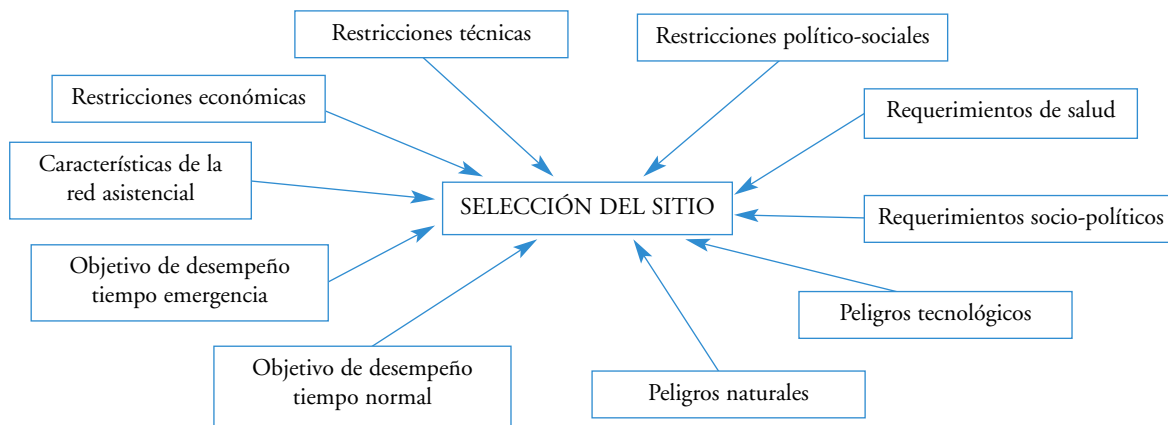
Estas guías no indican formalmente cómo elaborar un ranking de preferencia de las distintas alternativas, sino más bien exponen los criterios y factores relevantes que deben ser considerados en la selección de un sitio adecuado y seguro. Es conveniente que cada institución establezca indicadores cualitativos y cuantitativos que le permitan evaluar y comparar cada una de las alternativas. Estos indicadores pueden tener distinto nivel de complejidad, pero finalmente, deben permitir tomar una decisión donde se establezca claramente la capacidad de cumplir con los objetivos de protección deseados. Si las alternativas preseleccionadas no permiten alcanzar estos objetivos, será necesario modificar los objetivos de protección o buscar nuevas alternativas de ubicación.

La información necesaria para la selección de las alternativas de ubicación en función de los peligros naturales, puede limitarse a información existente contenida en planos de ordenamiento territorial y planes de desarrollo local o regional, reportes técnicos, normativas y reglamentos y opiniones de expertos. Adicionalmente, debe realizarse el reconocimiento en el terreno de cada una de las alternativas y sus alrededores por parte del grupo de evaluación y selección. Si el establecimiento de salud es diseñado para alcanzar un alto objetivo de protección ante la ocurrencia de un fenómeno natural, se deberán ejecutar los estudios detallados requeridos para caracterizar las amenazas. No debe permitirse la selección de un sitio que no cuente con toda la información detallada requerida.

Diagrama 3.1 - Preselección de sitios



Diagrama 3.2 - Selección del sitio



En la selección del sitio deberá considerarse además la cercanía a industrias (plantas químicas, refinerías, centros de procesamiento de productos mineros, etc.), instalaciones militares, rellenos sanitarios, aeropuertos, rutas usadas para el transporte de materiales peligrosos, etc., instalaciones que por sus funciones, por la emisión de agentes tóxicos o por eventuales accidentes en tiempo normal o de emergencia pudieran afectar la seguridad del establecimiento.

Es necesario considerar la posibilidad de modificar el plano regulador local luego de definida la ubicación del establecimiento. De esta forma, se evitará que en el futuro se desarrollen actividades que generen riesgo para el establecimiento de salud y su operación.



## Procedimiento para la selección del sitio

La selección del sitio se puede realizar considerando tres etapas y sus correspondientes actividades o subetapas:

Etapla 1: Recolección de los antecedentes.

Etapla 2: Evaluación de las alternativas.

Etapla 3: Selección del sitio.

### Etapla 1. Recolección de los antecedentes

#### Estudios preliminares

Para dar inicio al proyecto, la institución deberá seleccionar al equipo coordinador y a los profesionales necesarios para la preselección y selección del sitio. A la vez, deberá establecer el objetivo de protección y/o el nivel de daño o tiempo de recuperación en caso de emergencia aceptado para la obra.

La institución deberá definir las alternativas para el emplazamiento del servicio. En particular, deberá delimitar las alternativas de interés, definiendo la superficie ocupada por el establecimiento y su área de influencia. La preselección de los sitios deberá efectuarse considerando los aspectos y criterios descritos al inicio de este capítulo.

Una vez seleccionadas las alternativas de ubicación, será necesario estudiar los antecedentes existentes. El objetivo de esta etapa es establecer si estos antecedentes son suficientes o se requiere mayor información para efectuar la calificación, comparación y selección de la alternativa. Entre los antecedentes que requieren estudiarse se encuentran: información general relativa a las áreas de interés, características de los asentamientos humanos y de la infraestructura de la región, normativas y reglamentos existentes, planos de desarrollo regionales y locales, cartografía existente, antecedentes de fenómenos naturales ocurridos en la región, información geotécnica disponible, información obtenida en otros proyectos desarrollados en la zona y opiniones de organismos de gobierno, instituciones profesionales y académicas y otras organizaciones no gubernamentales.

En esta etapa, el equipo de especialistas deberá estimar como alta o baja la intensidad de los fenómenos naturales identificados. Este dato es necesario para definir el nivel de detalle de los estudios requeridos para su caracterización. En caso de no contarse con información suficiente, o existir incertidumbre respecto a la información disponible, los revisores o asesores deberán recomendar la ejecución de los estudios necesarios para la caracterización de las amenazas sobre las alternativas. El nivel de detalle del estudio por desarrollar quedará determinado además por el objetivo de protección considerado para el establecimiento.

El *cuadro 3.1* presenta un resumen de las actividades que se deben desarrollar en esta etapa del proyecto.

**Cuadro 3.1 Actividades preliminares**

<b>Conformación del equipo profesional (Según capítulo 5)</b>
<b>Definición de los objetivos de protección y nivel de daño esperado</b>
<b>Definición de las alternativas de la ubicación</b>
Delimitación de las zonas de interés
Área ocupada por el establecimiento
Área de influencia del establecimiento
Vías de comunicación
Servicios vitales
Revisión de planos reguladores locales
<b>Estudios preliminares</b>
Asentamientos humanos e infraestructura en la región
Superficie habitada
Servicios
Carreteras y medios de transporte, etc.
Revisión de las normativas y reglamentos existentes
Revisión de los planes de desarrollo regionales
Revisión de la cartografía existente
Revisión de la información general relativa a las áreas de interés
Revisión de los antecedentes de fenómenos naturales ocurridos en la región (deslizamientos y aluviones, vientos, inundaciones, sismos y actividad volcánica)
Recopilación de la información geotécnica preliminar de los sitios
Recopilación de la información obtenida en otros proyectos desarrollados en la zona
Opinión de los organismos de gobierno y ONG
Opinión de los expertos

## **Etapa 2. Evaluación de las alternativas**

El equipo de especialistas deberá evaluar si la información recopilada durante la etapa preliminar, es suficiente para definir el sitio más adecuado para el establecimiento. En caso de ser suficiente, deberá efectuarse el análisis y calificación de las alternativas, conforme se indica más adelante en este mismo capítulo. En caso de no contarse con la información necesaria, el equipo de especialistas deberá ejecutar los estudios necesarios para generar la información que permita caracterizar el sitio (ver anexo 3.1).

### Procesamiento de antecedentes

La información recopilada durante los estudios preliminares, o bien la obtenida durante los estudios específicos, deberá procesarse a fin de caracterizar la ubicación. El *cuadro 3.2* resume las principales variables que deben ser cuantificadas para establecer las amenazas de la naturaleza presentes en cada sitio.

**Cuadro 3.2 - Cuantificación del riesgo**

Cuantificación del riesgo					
Sismo	Nieve	Viento	Deslizamiento aluvión	Inundación	Volcanismo
<u>Dimensión</u> Magnitud Duración Probabilidad de ocurrencia Área afectada	<u>Dimensión</u> Magnitud Duración Probabilidad de ocurrencia Área afectada	<u>Dimensión</u> Magnitud Duración Probabilidad de ocurrencia Área afectada	<u>Dimensión</u> Magnitud Duración Probabilidad de ocurrencia Área afectada	<u>Dimensión</u> Magnitud Duración Probabilidad de ocurrencia Área afectada	<u>Dimensión</u> Magnitud Duración Probabilidad de ocurrencia Área afectada
<u>Caracterización</u> Espectro de diseño Registros sísmicos de verificación Consecuencias geotécnicas directas	<u>Caracterización</u> Carga de diseño Posibilidad de control	<u>Caracterización</u> Velocidad de diseño Posibilidad de control	<u>Caracterización</u> Volumen Altura Velocidad Posibilidad de control	<u>Caracterización</u> Volumen Altura Velocidad Posibilidad de control	<u>Caracterización</u> Volumen Velocidad

Las variables indicadas en este diagrama deberán ser cuantificadas mediante estudios geológicos, geomecánicos, sismológicos, climáticos e hidrológicos.

Deberá procesarse y evaluarse la siguiente información:

- Presencia de condiciones para el **deslizamiento de masas de suelos**: antecedentes históricos, existencia de vegetación, depósitos naturales, pendientes elevadas, planos de estratificación, estratos de suelos de baja cohesión y baja resistencia de corte, materiales en degradación, amenazas de cursos de agua, condiciones de drenaje y permeabilidad, actividad sísmica, condiciones climáticas, intervención humana, etc. Además, deberá evaluarse la estabilidad de los taludes y laderas de la región y dimensionarse el peligro del deslizamiento de las masas de suelo, cuantificando la superficie afectada y el volumen desplazado, la velocidad del deslizamiento, los factores de seguridad frente al deslizamiento y la probabilidad de ocurrencia.
- **Peligro sísmico** del sitio por medio de la caracterización de las fuentes sismogénicas, identificación de fallas activas y caracterización del sismo máximo probable: intensidad

máxima probable, leyes de atenuación, duración del movimiento fuerte, espectro de respuesta lineal, etc. En relación con las características geomecánicas del sitio, deberá evaluarse el potencial de licuefacción y densificación del suelo de fundación y el potencial de deslizamiento de masas del suelo.

- Presencia de **actividad volcánica** en la región. Deberá definirse las probables rutas de avance de los flujos piroclásticos, para descartar su paso por los sitios escogidos para la infraestructura. Asimismo, se deberá estimar el área de influencia de explosiones laterales y emisiones de gases, cenizas y material sólido y particulado que se puedan originar durante la actividad; así como la probabilidad de ocurrencia de aluviones, producto de deshielos. Es importante dimensionar el peligro de volcanismo indicando la superficie que puede ser afectada, la velocidad de los flujos, el grado de toxicidad de los gases, magnitud de los movimientos telúricos asociados, probabilidad de ocurrencia, etc.
- Antecedentes referidos a la probabilidad de inundación por **tsunami**, originado por actividad sísmica o actividad volcánica de origen submarino.
- Antecedentes relativos a las **condiciones meteorológicas e hidrológicas** del sitio, a fin de evaluar los riesgos de inundaciones, aluviones y huracanes. Deberá recopilarse información correspondiente que sea representativa de las características del sitio. También es necesario estudiar los regímenes de precipitaciones históricas y las principales características del clima de la región (oscilaciones térmicas, ubicación de la línea de nieves, distribución espacial y temporal de las precipitaciones, etc.). Asimismo es importante evaluar el peligro que constituyen los cursos de agua, lagos y embalses en las cercanías del lugar, identificando nivel de crecidas históricas, zonas de desbordes, población afectada, altura de inundación, etc., así como las intensidades de lluvia asociadas a la ocurrencia de estos fenómenos. Deberán estudiarse además las características de los regímenes de escurrimientos superficiales y las condiciones de permeabilidad y uso del suelo.
- Características de las **ráfagas de viento** en la región, evaluando antecedentes históricos y determinando al menos intensidad, dirección y distribución en altura de las ráfagas probables.
- **Topografía del lugar** para descartar que el sitio corresponda a una zona baja, **susceptible de inundación**, y para descartar la presencia de condiciones morfológicas que incidan en la formación de turbulencias.
- La seguridad del sitio específico en cuanto a sus características **geotécnicas**: capacidad soportante y estabilidad ante distintas demandas. En especial deben evitarse sitios con potencial de licuefacción, colapsables o con asentamientos importantes.

En el *anexo 3.1* se presenta el resumen de algunos de los estudios requeridos para la caracterización de amenazas y las variables que deben identificarse para cuantificar el peligro en cada alternativa.

### Factibilidad técnica y económica de la protección

Para cada amenaza de la naturaleza, se deberá evaluar la factibilidad técnica y económica de implementar sistemas de protección global de la estructura, por medio de la ejecución de obras anexas, como las que se indican a continuación:

- Como alternativa de protección contra **deslizamientos de masas de suelos** se deberá evaluar la factibilidad técnica y económica de implementar sistemas de contención de taludes y laderas, aumentar la resistencia del suelo por medio de geotextiles, recurrir al abatimiento de masas de suelo inestables, reforestar, efectuar la limpieza de cursos de agua que en caso de desbordar puedan socavar masas de suelos, construcción de terrazas aluvionales, implementar sistemas de monitoreo permanente y sistemas de alerta, etc.
- Para la protección contra **ráfagas de viento** se deberá evaluar la factibilidad técnica y económica de desarrollar especificaciones técnicas para un detallamiento adecuado e implementación de tales disposiciones, reforestar, etc.
- Como estrategia de protección global contra **inundaciones** se deberá evaluar la factibilidad técnica y económica de construir barreras de protección en los puntos críticos del flujo, construir gaviones a lo largo del flujo, efectuar la limpieza y/o canalización de los cursos de agua, construir canales de drenaje, revisar y mejorar los sistemas de recolección de aguas lluvia, etc.
- Para efectuar la protección **sísmica** se deberá evaluar la factibilidad técnica y económica de desarrollar especificaciones técnicas para un detallamiento sísmico adecuado e implementar tales disposiciones.
- Contra amenazas de **volcanismo** se deberá evaluar la factibilidad técnica y económica de implementar sistemas de monitoreo permanente y sistemas de alerta.

En el anexo 3.2 se presenta el resumen de algunas alternativas que pueden ser utilizadas para la protección global de la estructura contra las amenazas de la naturaleza descritas en este documento.

### Impacto de las amenazas en el área de estudio

Para cada amenaza deberá evaluarse sus impactos sobre la población atendida, servicios vitales, dependencias anexas y accesos a los servicios de salud. Se deberá evaluar además el impacto que tendrá el fenómeno sobre la red asistencial de salud de la región, y cuando corresponda, del país. Esta evaluación no solo debe estar asociada a la infraestructura de la red, sino también a sus aspectos de salud, económicos y políticos. En muchas ocasiones, si bien el daño a la infraestructura de salud puede ser manejado desde un punto de vista técnico, el impacto político y social del daño puede ser devastador.

## **Etapa 3. Selección del sitio**

### **Selección de la mejor alternativa**

La información recopilada deberá procesarse para escoger el sitio de emplazamiento más seguro y conveniente para el establecimiento. En este proceso es importante incluir la caracterización de las condiciones y el nivel de peligro sobre las alternativas de emplazamiento, la evaluación de la factibilidad técnica y de los costos potenciales de la estructura, la evaluación del impacto de las amenazas, el estudio comparativo de los costos y beneficios de las alternativas y la selección de la ubicación definitiva de la estructura.

En algunas circunstancias no es posible cumplir con el objetivo de protección deseado, debido a las condiciones extremas en que se ubica la población a la que se desea prestar la atención. Ante la inexistencia de una localización segura, de acuerdo con los estándares de protección, se deben buscar alternativas como son:

- Dividir las funciones del establecimiento, de manera que se desarrollen en distintas ubicaciones, distantes entre sí.
- Proveer de establecimientos móviles o temporales en las zonas de interés.
- Generar sistemas de referencia adecuados para que la población se traslade a establecimientos en otras zonas.

Estas alternativas permiten distribuir o disminuir el riesgo, sin embargo, incrementa los costos y dificulta la operación deseada, pero pueden ser las únicas razonables.

### **Elaboración del documento resumen**

La información obtenida en la etapa preliminar, durante los estudios de detalle y durante el proceso de selección de la alternativa definitiva, deberá resumirse en un documento que debe incluir como mínimo los siguientes contenidos:

- Presentación de los motivos para la selección de la alternativa.
- Descripción de condiciones y beneficios para el sistema.
- Descripción de los peligros en el sitio de emplazamiento escogido.
- Causas precursoras de los peligros identificados.
- Caracterización de los peligros identificados.
- Recomendaciones del diseño para la infraestructura incluyendo tiempo de independencia de los servicios básicos (agua, electricidad, etc.).
- Recomendaciones del diseño y protección del área de influencia.
- Objetivo de protección para el centro de salud.

### 3. Evaluación de la seguridad del sitio

El formulario *Selección del sitio*, que se presenta en el *Anexo 3.3*, servirá de apoyo a los grupos de trabajo en la selección de un sitio de emplazamiento seguro para el establecimiento.

### Referencias bibliográficas

- ASCE 7-98, *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures*, American Society of Civil Engineers, 1998.
- Centro Colaborador OPS/OMS en Mitigación de Desastres en Establecimientos de Salud, *Bases Metodológicas: Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones Estructuradas con Pórticos de Hormigón Armado, Evaluación de Elementos Arquitectónicos y Evaluación de Equipamiento*, Universidad de Chile, 2000.
- FEMA 55: *Coastal Construction Manual*, Federal Emergency Management Agency, Washington, 1996.
- Hallent, B., *Photogrammetry, Basic Principles and General Survey*, McGraw-Hill, 1960.
- Key, D., *Structures to Withstand Disasters*, Ed. Thomas Telford, London, 1995.
- Kuroiwa, J., *Reducción de Desastres: Viviendo en Armonía con la Naturaleza*, Lima, 2002.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo, *Planificación de Asentamientos Humanos en Zonas Propensas a Desastres*, Chile, 1982.
- Organización Panamericana de la Salud, *Manual para la Mitigación de Desastres Naturales en Sistemas Rurales de Agua Potable*, 2001.
- Organización Panamericana de la Salud, *Mitigación de Desastres Naturales en Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario*, Guías para el Análisis de Vulnerabilidad, 2000.
- Pan-American Health Organization, *Disaster Mitigation for Health Facilities*, Guidelines for Vulnerability Appraisal and Reduction in the Caribbean, 2000.
- Simiu, E., *Wind Effects on Structures: an Introduction to Wind Engineering*, John Wiley & Sons, 1978.
- Taype , V., *Aplicación de Mapas Geodinámicos en la Prevención de Desastres Naturales*, Memorias 4to Simposium Nacional de Prevención y Mitigación de Desastres Naturales, Lima, CISMID, 1990.

## Anexo 3.1: Resumen de algunos estudios requeridos para la caracterización de las amenazas

Los alcances de los estudios requeridos para caracterizar las amenazas de la naturaleza dependen en gran medida de las condiciones locales de cada región. Sin embargo, y a manera de referencia, se presentan algunos de los estudios que se requieren para caracterizar las amenazas de la naturaleza consideradas en estas guías.

Evaluación del peligro del deslizamiento de tierra
<b>Evaluación de la existencia de condiciones para el deslizamiento</b>
Antecedentes históricos
Vegetación
Condiciones geológicas
Condiciones topográficas
Condiciones geomecánicas
Amenazas de cursos de agua
Amenaza sísmica
Intervención humana
<b>Evaluación de la estabilidad de taludes</b>
Evaluación preliminar y detallada
<b>Dimensionamiento del peligro del deslizamiento de masas de suelo</b>
Superficie afectada y volumen desplazado
Velocidad del deslizamiento
Factores de seguridad al deslizamiento
Probabilidad de ocurrencia
<b>Elaboración de mapas del peligro del deslizamiento (microzonificación)</b>



Evaluación del peligro de aluvión
<b>Evaluación de la existencia de condiciones para aluviones</b>
Antecedentes históricos
Condiciones meteorológicas
Vegetación
Condiciones geológicas
Condiciones topográficas
Condiciones geomecánicas
Condiciones de drenaje y permeabilidad
Intervención humana
<b>Dimensionamiento del peligro del aluvión</b>
Superficie afectada y volumen del material desplazado
Velocidad del aluvión
Probabilidades de ocurrencia
<b>Elaboración de mapas de peligros de aluviones (microzonificación)</b>

Evaluación del peligro por el viento
<b>Evaluación de la existencia de condiciones para ráfagas de viento</b>
Antecedentes históricos
Condiciones meteorológicas
Condiciones topográficas
<b>Dimensionamiento del peligro por el viento</b>
Velocidad de las ráfagas y otros parámetros de demanda
Probabilidad de ocurrencia
<b>Elaboración de mapas de velocidades del viento (microzonificación)</b>

Evaluación del peligro de inundación
<b>Evaluación de la existencia de condiciones para inundaciones</b>
Antecedentes históricos
Condiciones meteorológicas
Existencia de cursos de agua en la zona
Condiciones topográficas (zonas bajas)
Condiciones de permeabilidad y uso del suelo
Riesgo de inundación por tsunami
Intervención humana
<b>Identificación de puntos críticos</b>
Identificación de puntos críticos de desbordes durante crecidas
<b>Dimensionamiento del peligro de inundación</b>
Superficie afectada
Altura de la inundación
Velocidad del flujo y otros parámetros de demanda
Probabilidad de ocurrencia
<b>Elaboración de mapas del peligro de inundación (microzonificación)</b>

Evaluación del peligro sísmico
<b>Caracterización de las fuentes sismogénicas</b>
Establecimiento de las relaciones frecuencia-magnitud
Estimación del sismo máximo probable
<b>Estimación del peligro sísmico</b>
Estimación del movimiento fuerte en términos probabilísticos o determinísticos
Definición de una o más leyes de atenuación
Estimación de la duración del movimiento fuerte
Estimación del período predominante del movimiento fuerte
<b>Dimensionamiento del peligro sísmico</b>
Espectro de respuesta, registros y otros parámetros de demanda
Potencial colapso del suelo de fundación
Deslizamiento de masas del suelo (Véase sección referente a deslizamientos)
Probabilidad de tsunami (Véase sección referente a inundaciones)
<b>Elaboración de mapas resumen de peligro sísmico sobre las alternativas</b>

Evaluación del peligro de volcanismo	
<b>Evaluación de posibilidad de actividad volcánica</b>	
Posibilidad de explosiones laterales	
Posibilidad del paso de flujos piroclásticos	
Posibilidad del paso de flujos de lava	
Posibilidad de deslizamientos de masas de suelo	
Posibilidad de aluvión	
Posibilidad de contaminación por gases y cenizas	
Posibilidad de emanación de material sólido y particulado	
Posibilidad de inundación por tsunami	
Dimensionamiento del peligro de volcanismo	
Superficie afectada (área de influencia de la acción volcánica)	
Velocidad de los flujos	
Grado de toxicidad de los gases emanados	
Magnitud de movimientos telúricos asociados	
Caracterización de demandas derivadas (derrumbre, inundación, etc.)	
Probabilidad de ocurrencia	
<b>Elaboración de mapas de peligro de volcanismo (microzonificación)</b>	

## Anexo 3.2: Resumen de las alternativas para la protección global de la estructura

El siguiente cuadro presenta, a modo de ejemplo, algunas de las alternativas que pueden utilizarse para la protección global de la estructura.

Alternativas para la protección global de la estructura
<b>Estrategias de protección contra deslizamientos de tierra y aluviones</b>
Contención de taludes y laderas
Incremento de la resistencia del suelo por medio de geotextiles
Abatimiento de masas inestables
Reforestación
Limpieza de los cursos naturales del agua y canalización
Construcción de canales de drenaje
Construcción de terrazas aluvionales
Monitoreo permanente (instrumentación) y sistema de alerta
Otro
<b>Estrategias de protección contra ráfagas de viento</b>
Desarrollar especificaciones técnicas para detallamiento
Reforestación
Monitoreo permanente de las condiciones meteorológicas y sistema de alerta
Otro
<b>Estrategias de protección contra inundaciones</b>
Construcción de barreras de protección en puntos críticos del flujo
Construcción de gaviones a lo largo del flujo
Limpieza de los cursos naturales del agua y canalización
Construcción de canales de drenaje
Revisión y mejoramiento del sistema de recolección de aguas lluvia
Refuerzo adecuado del sistema estructural
Otro
<b>Estrategias de protección sísmica</b>
Mejoramiento de condiciones geotécnicas
Otro
<b>Estrategias de protección contra la actividad volcánica</b>
Monitoreo permanente y sistema de alerta
Otro

# Anexo 3.3

## Formulario: Selección del sitio

### Selección del sitio<sup>1</sup>

#### Información general del establecimiento de salud

Nombre del centro: .....

Servicio de salud: .....

Alternativa de ubicación: .....

#### Amenazas de la naturaleza presentes en la alternativa:

Amenaza	Información disponible		Nivel de peligro		Estudio requerido	
	Suficiente	Insuficiente	Alto	Bajo	Detallado	Básico
Deslizamiento de masas de suelo						
Sismo						
Volcanismo						
Inundación						
Huracán						

#### Especialistas requeridos para los estudios de amenazas:

Urbanistas	
Topógrafos	
Geólogos	
Mecánicos de suelos	
Meteorólogos	
Hidrólogos	

Ing. hidráulicos	
Sismólogos	
Ing. viento / Esp. hidrodinámica	
Ing. sísmicos	
Ing. estructurales	
Volcanólogos	

#### Otros aspectos por considerar en la selección del sitio:

Cercanía a:	Sí	No
Industrias		
Plantas químicas		
Refinerías		
Centros de procesamiento		
Instalaciones militares		

	Sí	No
Rellenos sanitarios		
Aeropuertos		
Rutas de transporte		
Gasolineras		
Otro		

#### Características de las amenazas <sup>2</sup>

##### Deslizamiento de tierra

Superficie afectada y volumen desplazado: .....

Velocidad del deslizamiento: .....

Factores de seguridad al deslizamiento: .....

Probabilidad de ocurrencia: .....

Posibilidad de control: Sí  No

Continúa →

## Formulario Selección del sitio<sup>1</sup> (continuación)

### Aluviones

Superficie afectada y volumen desplazado: .....

Velocidad del deslizamiento: .....

Probabilidad de ocurrencia: .....

Posibilidad de control:    Sí             No

### Características de las amenazas <sup>2</sup>

#### Viento fuerte

Probabilidad de ocurrencia: .....

Posibilidad de control:    Sí             No

#### Inundación

Superficie afectada: .....

Altura de la inundación: .....

Velocidad del flujo: .....

Probabilidad de ocurrencia: .....

#### Sismo

Espectro de diseño .....

Consecuencias geotécnicas directas: .....

(Descripción) .....

#### Otro

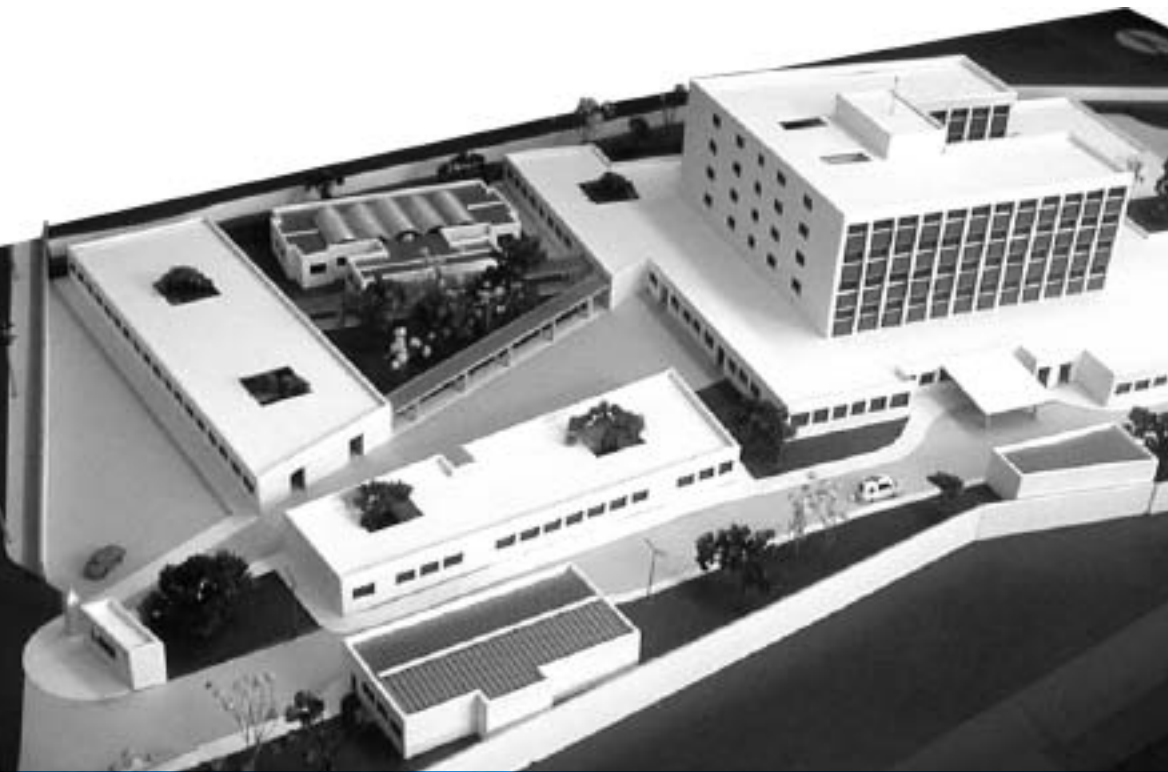
(Descripción) .....

Posibilidad de control:    Sí             No

### Costos aproximados para implementar sistemas de protección (US\$):

Deslizamiento	-----	+
Sismo	-----	+
Volcanismo	-----	+
Inundación	-----	+
Viento fuerte	-----	+
Otros	-----	+
Total	-----	=

- Notas: 1 Se deberá completar un cuadro similar por cada alternativa de emplazamiento considerada. Este cuadro complementa la selección del sitio desde el punto de vista sanitario, urbanístico, accesibilidad, servicios básicos, topográficos, geotécnicos, legales y económicos.
- 2 El equipo de especialistas a cargo de la evaluación de las amenazas deberá informar al director y al equipo coordinador las características de los fenómenos naturales que pueden afectar la alternativa.



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.

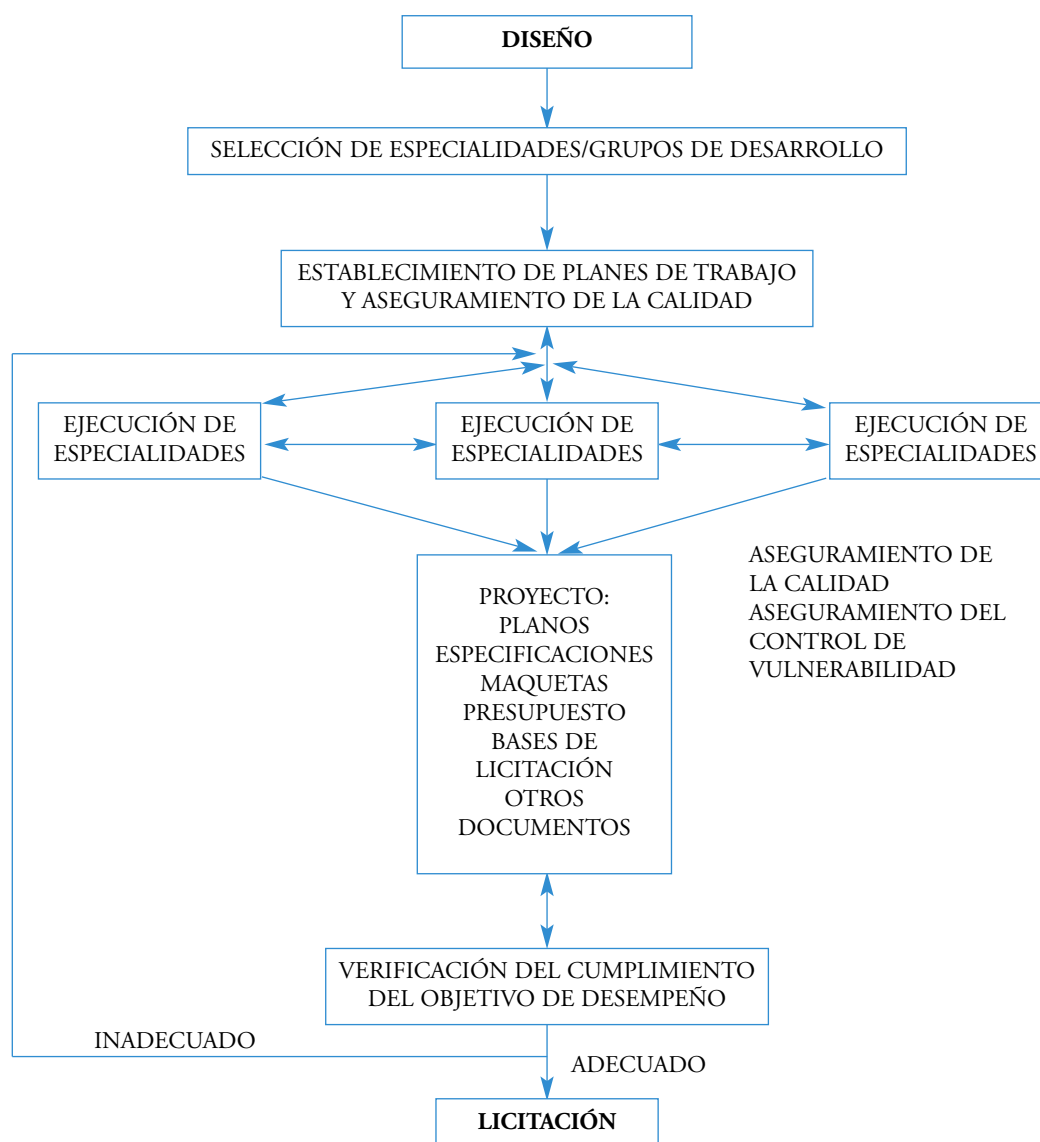
5 En los documentos *Fundamentos para la mitigación de desastres naturales en establecimientos de salud*, Organización Panamericana de la Salud, 2000, *Disaster Mitigation for Health Facilities, Guidelines for Vulnerability Appraisal and reduction in the Caribbean* Pan American Health Organization, 2000 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.

Evaluación de la seguridad de los sistemas, equipos y componentes no estructurales estandarizados por certificación del proveedor o fabricante <sup>1</sup>
<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



## Capítulo 5

# Evaluación de los equipos de trabajo

### 1. Requerimientos profesionales

Un aspecto clave en el procedimiento de aseguramiento de la calidad, especialmente en los establecimientos de salud con un requisito alto de protección, es la calificación y selección de los profesionales y empresas de acuerdo a su nivel profesional, número de proyectos realizados, metros cuadrados efectivamente construidos y participación en proyectos del área de la salud, entre otros. Los antecedentes utilizados en la selección deben ser verificados mediante certificación válida y aceptada en cada país.

Una correcta selección de los equipos de trabajo, acompañado de una correcta selección del sitio y un adecuado programa que asegure la calidad del proyecto en todas sus etapas, es la única manera en que la institución puede garantizar que se alcancen los objetivos de protección definidos para el establecimiento.

Como parte del proceso deben aparecer al menos tres grupos: la institución solicitante, el grupo ejecutor y el grupo revisor. La institución solicitante es la encargada de definir claramente sus necesidades, coordinar las etapas y componentes del proyecto, seleccionar los grupos que ejecutan los trabajos y aportar los recursos físicos, técnicos y económicos. El grupo ejecutor es el encargado de materializar los requerimientos de la institución. El grupo revisor se encarga de asegurar la calidad del trabajo en cada etapa del proyecto.

La institución deberá definir una estructura de dirección y una contraparte para coordinar, revisar y resolver conflictos en todas las etapas de la ejecución del proyecto. El director y los especialistas encargados de la administración del proyecto por parte de la institución solicitante deberán buscar en los grupos ejecutor y revisor la experiencia certificada, como la sugerida en el *cuadro 5.1*. Estas exigencias deberán adecuarse a la realidad de cada país, privilegiando la calidad del proyecto desarrollado y la conformación de grupos profesionales nacionales. Para esto, se deberá permitir la conformación de grupos de trabajo con distintos grados de especialización, trabajando en forma conjunta.

Deberá privilegiarse la conformación de un grupo estable de especialistas para la revisión del proyecto y para la asesoría de la institución solicitante. En las etapas de ejecución se puede contar con distintos grupos de trabajo especializados para la selección del sitio, diseño y construcción del proyecto.

Los especialistas de la institución supervisarán las actividades desarrolladas por cada grupo de trabajo en cada etapa del proyecto y deberán velar para que los grupos de ejecución cuenten con profesionales idóneos.

**Cuadro 5.1 Propuesta de los requerimientos profesionales para la ejecución y revisión del proyecto**

Cargo	Experiencia mínima certificada	Experiencia de diseño (últimos 10 años) superficie construida	
		Construcciones generales	Construcciones hospitalarias
Grupo revisor	10 años	> 150.000 m <sup>2</sup>	Al menos 2 hospitales con superficie construida > 10.000 m <sup>2</sup>
Grupo ejecutor			
Especialistas amenazas	10 años	-	-
Etapla diseño	10 años	> 100.000 m <sup>2</sup>	Al menos 1 hospital con superficie construida > 10.000 m <sup>2</sup>
Etapla construcción	10 años	> 100.000 m <sup>2</sup>	Al menos 1 hospital con superficie construida > 10.000 m <sup>2</sup>

## 2. Especialistas requeridos para la fase de preinversión, estudios de amenazas y selección del sitio

Para los estudios de amenazas y la selección del sitio se requerirá contar con especialistas en áreas específicas tales como urbanismo, topografía, geología, mecánica de suelos, meteorología, hidrología, ingeniería hidráulica, sismología, ingeniería eólica, ingeniería sísmica, ingeniería estructural y vulcanología, entre otros. Las especialidades requeridas deberán determinarse de acuerdo con las amenazas que se estimen presentes en las áreas de ubicación del establecimiento.

Estos especialistas deberán dedicarse al estudio de las amenazas naturales sobre las distintas alternativas de ubicación del establecimiento y a la selección de un sitio seguro, conforme los criterios descritos en el capítulo 3. Para la conformación de los equipos de trabajo de esta etapa se requerirán profesionales como los que se indican en el cuadro 5.2. Para estos especialistas no se exige, pero se recomienda, experiencia previa en diseño de infraestructura en servicios de salud. La experiencia en estudios de amenazas es indispensable.

Cuadro 5.2 Requerimientos profesionales para la evaluación de las amenazas

Requerimientos profesionales	Peligros de la naturaleza					
	Aluviones	Deslizamientos	Huracanes	Inundaciones	Sismos	Volcanismo
Urbanista	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Topógrafos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geólogos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geotécnicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Meteorólogos	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Hidrólogos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Ingenieros hidráulicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Sismólogos		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ingeniero viento / Esp. Hidrodinámica			<input type="checkbox"/>			
Ingenieros sísmicos		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ingenieros estructurales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Volcanólogos						<input type="checkbox"/>

### 3. Especialistas requeridos para el anteproyecto, diseño, construcción e inspección del proyecto

Para el diseño y construcción del proyecto, los grupos de ejecución y revisión deberán contar con las especialidades que se indican en el *cuadro 5.3*.

Los profesionales indicados en el *cuadro 5.2* deberán presentar título profesional, técnico o equivalente en su área, reconocido por organismos competentes, y certificar experiencia como la indicada en el *cuadro 5.1*. Esta experiencia podrá considerar las asociaciones con empresas externas de asesoría, que podrán compartir las responsabilidades. Se deberá privilegiar la selección de los grupos que garanticen la calidad del proyecto y el desarrollo de la capacidad profesional local.

**Cuadro 5.3 Especialidades (mínimas) requeridas para el diseño, construcción e inspección técnica de la obra**

Arquitectura <sup>1</sup>	Instalaciones eléctricas	Seguridad general
Climatización <sup>2</sup>	Instalaciones sanitarias <sup>5</sup>	Señalética
Correo neumático	Métodos constructivos	Telecomunicaciones <sup>7</sup>
Diseño estructural <sup>3</sup>	Mobiliario médico	Transporte vertical
Equipos industriales <sup>4</sup>	Mobiliario incorporado	Tratamiento de agua <sup>8</sup>
Equipos médicos y de laboratorio	Personal médico	Vulnerabilidad
Gases clínicos	Presupuesto	Otras (especificar)
Geotécnia	Residuos	
Iluminación	Seguridad contra incendio <sup>6</sup>	

- Notas: 1 El arquitecto deberá efectuar o encargar el diseño seguro de los componentes no estructurales de su competencia: elementos de fachadas, tabiquerías interiores, cielos falsos, apéndices, etc.  
 2 Se incluyen en esta especialidad: sistemas de aire acondicionado, calefacción, ventilación, etc.  
 3 Dependiendo de las condiciones del contrato, el especialista deberá efectuar la revisión estructural de los sistemas de protección de los componentes no estructurales.  
 4 Se incluyen en esta especialidad: lavandería, central de alimentos, central de esterilización, etc.  
 5 Se incluyen en esta especialidad: redes de agua potable, alcantarillado, gas natural, etc.  
 6 Se incluyen en esta especialidad: red húmeda, red seca, sprinklers, etc.  
 7 Se incluyen en esta especialidad: circuito TV, telefonía, comunicación interna, etc.  
 8 Se incluyen en esta especialidad: diálisis, central térmica, esterilización, laboratorio, etc.

## 4. Criterios para la selección de los equipos profesionales y las empresas consultoras

Los profesionales y consultores que postulan a participar en el proyecto deberán presentar información y certificados como los que se señalan en esta sección.

Los profesionales participantes del proyecto deberán llenar un formulario indicando antecedentes generales tales como nombre, domicilio y rubro o especialidad calificada. Junto al formulario deberá adjuntarse los respectivos certificados de título o las certificaciones de instituciones académicas, gremiales, profesionales y de gobierno. Adicionalmente, el profesional deberá completar un formulario con la información indicada en el *anexo 5.1* por cada proyecto significativo ejecutado. En este documento se deberá indicar el nombre del especialista, el nombre del proyecto, la institución mandante, el área de participación del profesional (administración, planificación, arquitectura y urbanismo, ingeniería básica, ingeniería de detalles, estudios varios, construcción, inspecciones, etc.), el cargo desempeñado por el profesional (director, jefe especialidad, especialista, ayudante, etc.), descripción de la actividad específica desarrollada, el monto económico del proyecto, la superficie total y construida del proyecto y el período de ejecución. Deberán indicarse además las normas y códigos especiales aplicados por el profesional en el ejercicio de su actividad.

Las empresas que postulan a participar en el proyecto deberán indicar, entre otros, razón social de la empresa, domicilio de la consultora, constitución legal, año de constitución, representante legal de la empresa y nómina de los directivos y profesionales de planta y externos que participan de la consultora. Junto con ello, se deberá indicar el rubro o especialidad calificado de la empresa. Para

cada directivo y profesional deberá indicarse nombre, título, área de especialización y cargo en la empresa. El listado anterior deberá ser acompañado por los respectivos certificados de título de los miembros de la empresa y por las certificaciones de instituciones académicas, gremiales, profesionales y de gobierno con que cuente la empresa.

Las empresas consultoras deberán declarar sus actividades y proyectos en ejecución al momento de la postulación, indicando la naturaleza de la actividad desarrollada. Junto con ello, se deberá presentar una estimación de la capacidad de operación anual de la empresa, el volumen promedio de trabajo anual de los últimos 5 años, expresado en términos monetarios y la certificación del respaldo de una entidad bancaria.

Las empresas también tienen que certificar experiencia en proyectos similares. Se deberá completar un formulario con información como la indicada en el cuadro del *anexo 5.1* por cada proyecto relevante ejecutado, en el que se identifique el nombre del proyecto, la institución dirigente, el área de participación (administración, planificación, arquitectura y urbanismo, ingeniería básica, ingeniería de detalles, estudios varios, construcción, inspecciones, etc.), el monto económico del proyecto, la superficie total y construida del proyecto, el período de ejecución, las especialidades involucradas y las tecnologías utilizadas.

Asimismo, para cada profesional relevante de la empresa o consultora deberá llenarse un formulario con información como la presentada en el *anexo 5.1*.

## Referencias bibliográficas

Centro Colaborador OPS/OMS en Mitigación de Desastres en Establecimientos de Salud, *Bases Metodológicas: Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones Estructuradas con Pórticos de Hormigón Armado, Evaluación de Elementos Arquitectónicos y Evaluación de Equipamiento*, Universidad de Chile, 2000.

Key, D., “Structures to Withstand Disasters”, Ed. Thomas Telford, London, 1995.

Sistema Nacional de Protección Civil, Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), *Calidad en Diseño, Construcción y Supervisión de Obras: Comparación de la Práctica en México, Japón y EUA*, Memoria del Taller, 23 – 27 de Agosto, México, 1993.



# Anexo 5.I Resumen de los requerimientos para profesionales y empresas consultoras

## Requerimientos empresas

<b>Información general</b>
Identificación de la empresa
Nombre completo/razón social
Domicilio
Año de constitución
Constitución legal
Representante legal
Nombre
Título profesional o técnico
Especialidad profesional o técnica
Cargo en la empresa (solo si corresponde)
Rubro y especialidad calificados de la empresa
Nómina de directivos y profesionales de planta y externos
Nombre
Título profesional o técnico
Especialidad profesional o técnica
Cargo en la empresa (solo si corresponde)
Certificaciones de instituciones académicas, gremiales, profesionales y de gobierno
Metros cuadrados efectivamente construidos
Actividades presentes y proyectos en ejecución
Solvencia económica de la empresa
Capacidad estimada anual en dólares
Volumen promedio de trabajo anual en los últimos 5 años, en dólares
Respaldo de entidad bancaria
<b>Requisitos técnicos</b>
Resumen de la experiencia certificada de la empresa (obras y servicios)
Nombre del proyecto
Mandante del proyecto
Área del proyecto
Monto económico del proyecto
Superficie construida del proyecto
Superficie total del proyecto
Período de ejecución
Especialidades involucradas
Tecnologías utilizadas
Normas y códigos aplicados
Experiencia en proyectos similares
Listado de equipos, maquinarias y herramientas
Otro requisito técnico que la institución o el equipo coordinador considere relevante para la ejecución del proyecto.

## Requerimientos para especialistas, consultores o personal especializado relevante de las empresas

Resumen de la experiencia certificada
Nombre del proyecto
Mandante del proyecto
Monto económico del proyecto
Superficie construida del proyecto
Superficie total del proyecto
Período de ejecución
Área de desempeño profesional (Jefe del proyecto, Director del proyecto, Especialista, Projectista, Ayudante, Otro)
Actividades desarrolladas por el profesional (solo actividades certificadas)
Área de actividad desarrollada
Área de planificación y factibilidad
Área de administración
Área de estudios de ingeniería básica
Área de ingeniería
Área de arquitectura y urbanismo
Área de construcción
Área de inspecciones
Área de estudios varios
Especialidades desarrolladas
Experiencia en proyectos similares
Normas y códigos aplicados



## Capítulo 6

# Procedimientos para asegurar la calidad del proyecto

## 1. Introducción

Con el objeto de garantizar la calidad de un proyecto en todas sus etapas, acorde con los objetivos de protección establecidos por la institución propietaria de la obra, deberá elaborarse un documento en el cual se establezcan los alcances y criterios que normen la acción de los profesionales y empresas que participan en el proyecto, siguiendo directrices de aseguramiento de calidad aceptadas, como las de la Organización Internacional de Normas (International Standard Organization).

En este documento se identifican las actividades que deberán ejecutarse para asegurar la calidad durante los procesos de planificación del proyecto, selección de profesionales, estudios de amenazas, selección de sitio, diseño del proyecto, procesos de licitación, construcción, procesos de revisión durante las etapas de proyecto y procesos de inspección durante la etapa de construcción, a fin de garantizar que se cumplan los objetivos propuestos.

También es importante definir explícitamente en este documento las funciones y responsabilidades de las partes involucradas y los mecanismos de revisión y seguimiento del proyecto. Deberá ser preciso y de fácil comprensión, para evitar errores de interpretación. Las tareas definidas en el Programa de Aseguramiento de la Calidad (PAC) deberán tener por objetivo fundamental cumplir una labor preventiva más que correctiva.

La institución deberá velar tanto por el conocimiento por parte de los participantes del proyecto de las disposiciones contenidas en el PAC, como por el cumplimiento de las mismas. Se estima que la elaboración de este Programa, más la exigencia explícita de certificaciones de seguridad en las etapas de diseño y construcción del proyecto, permitirán alcanzar los objetivos establecidos para la obra.

## 2. Principios básicos que deben regir los procesos de revisión e inspección del proyecto

Considerando que un establecimiento de salud con un elevado objetivo de protección requiere de especialistas, profesionales, técnicos y mano de obra altamente calificados, a la vez que análisis especiales y elaboración de planos con un elevado nivel de detalle, resulta necesario implementar sistemas de revisión e inspección sistemáticos. Estos procesos requerirán, en general, estándares superiores a los utilizados por la práctica tradicional.

En toda etapa del proyecto, por ejemplo, se deberá efectuar un chequeo continuo, independiente y efectivo al interior de cada disciplina y un chequeo cruzado, de similares características, entre especialidades. El objetivo de estas revisiones e inspecciones es compatibilizar los proyectos desarrollados por las distintas especialidades, identificar debilidades del proyecto y velar por el cumplimiento de los objetivos establecidos por el propietario. Se deberán caracterizar los mecanismos de revisión que usará el equipo revisor, además de los que se desarrollen al interior de cada especialidad, los que se efectuarán entre especialidades y los que ejecutarán profesionales externos. Las fechas de las revisiones deberán definirse de acuerdo con la programación del avance del proyecto. Los profesionales deberán desarrollar sus actividades teniendo en cuenta esta situación, para que su desarrollo pueda ser coordinado, revisado y evaluado. Los especialistas que efectúen revisiones, al interior de su grupo o como parte del chequeo cruzado requerido entre especialidades, deberán demostrar calidad y experiencia acordes con las exigencias del proyecto. Previamente a la emisión final de los planos del proyecto, cada especialidad deberá entregar su proyecto a las restantes especialidades con el objeto de efectuar un chequeo cruzado final.

Todo mecanismo de revisión, inspección y ensayo utilizado en el proyecto deberá estar explícitamente detallado. Los procedimientos deberán encontrarse debidamente normados y documentados. No se podrán aceptar procedimientos basados en prácticas que no se encuentren documentadas. Todo acuerdo alcanzado, estándar de calidad adoptado o cambio efectuado al concepto original del proyecto, ya sea durante la etapa de diseño o de construcción, deberá quedar documentado y deberá informarse a las restantes especialidades.

Tanto durante la etapa de diseño como la de construcción, se deberán definir los plazos de ejecución y entrega de cada componente del proyecto. Se deberán definir los canales y protocolos de comunicación. Cada una de las especialidades deberá contar en cada momento con versiones actualizadas de los proyectos ejecutados por las otras especialidades. Periódicamente el equipo revisor deberá citar a reuniones de coordinación entre especialistas del grupo ejecutor.

Para todo proyecto con objetivo de protección de operación o infraestructura se deberá elaborar un compendio *As built* de la obra. En proyectos con objetivo de protección de vida ese compendio *As built* deberá ser elaborado si expresamente es solicitado por la institución.

Toda modificación del proyecto original debe ser aprobada por la institución solicitante, así mismo, cualquier cambio de la obra que se genere durante la etapa de construcción deberá ser

aprobada por el constructor, la inspección de obra y por las especialidades. Toda modificación que se produzca en esta etapa deberá quedar registrada en el compendio *As built* de la obra.

En las siguientes secciones se detallan algunos aspectos específicos que deben ser considerados en las diferentes etapas del proyecto.

### 3. Programa de aseguramiento de la calidad del proyecto: etapas de estudio, selección del sitio y diseño del proyecto

El PAC deberá definir las actividades requeridas para garantizar la calidad del proyecto desde sus primeras etapas con los estudios de amenazas, selección del sitio y diseño del proyecto. El documento deberá especificar el objetivo de desempeño esperado por la institución solicitante, de acuerdo con los criterios descritos en el *capítulo 2*, señalando la filosofía de diseño del proyecto.

Se deberán establecer los plazos para la ejecución de los estudios de amenazas, para garantizar que durante la etapa de diseño la información necesaria se encuentre disponible. De la misma forma, se deberá definir el programa de avance y fechas límites de entregas parciales y finales para cada especialidad, para coordinar adecuadamente la interacción entre especialidades.

Deberá consignarse que como mínimo serán revisadas:

- memorias de cálculo,
- planos generales,
- planos de arquitectura y estructuras,
- planos de detalles, y
- planos de instalaciones, equipamiento y mobiliario.

También deberán revisarse documentos de licitación, tales como especificaciones técnicas, especificaciones para montaje de equipos, manual de construcción y manual de procedimiento, condiciones generales de los contratos, cantidades de obra, plazos de ejecución y presupuesto, entre otros.

Especial atención se prestará a la revisión de los planos de detalles y sus respectivas memorias de cálculo de todos los componentes del edificio. La revisión anterior se efectuará para verificar y certificar que el diseño final permite alcanzar los objetivos de protección establecidos por la institución. Los profesionales a cargo del diseño del proyecto deberán definir los aspectos, procedimientos, componentes y servicios que durante la etapa de construcción requieren de inspección e inspección especializada, y las características de la inspección requerida.

En el *Anexo 6.1* se presenta el resumen de los contenidos mínimos del PAC que se requieren elaborar para asegurar la calidad del proyecto en su etapa de estudio y diseño.

## 4. Programa de aseguramiento de la calidad del proyecto: etapa de construcción

Al igual que se ha elaborado un procedimiento documentado para garantizar la calidad del proyecto en la etapa de diseño, se deberá elaborar un compendio con especificaciones que permitan garantizar la calidad durante el proceso de construcción. Este compendio deberá presentar las condiciones requeridas para dar inicio a la etapa de construcción. Entre estas condiciones se deben encontrar, al menos, planos finales de diseño aprobados, especificaciones técnicas aprobadas, documentos de licitación aprobados por las partes y contrato celebrado.

El PAC deberá identificar los profesionales, empresas consultoras y empresas constructoras, adicionales a las de la etapa de diseño, que participarán en la etapa de construcción. Junto a ello, se deberá asignar y delimitar las funciones y responsabilidades para estos profesionales y empresas. También se deberá delimitar las funciones y responsabilidades de los grupos que participaron en la etapa de diseño, durante la etapa de construcción.

Las principales funciones y responsabilidades de la institución y de los grupos de ejecución y revisión del proyecto durante la etapa de construcción son las siguientes: la entrega al constructor de un proyecto factible, proveer el financiamiento necesario y en los plazos acordados, proporcionar un terreno adecuado para la obra, seleccionar una inspección de obra idónea, participación en la toma de decisiones en materias críticas del proyecto o en materias no normadas, comunicar oportunamente a las partes involucradas eventuales modificaciones al proyecto original y controlar permanentemente el avance de la obra.

Entre las funciones y responsabilidades de los especialistas que desarrollaron el diseño, durante la etapa de construcción se deben incluir, al menos: asistir a la inspección de la obra en materias específicas, participación en la toma de decisiones en materias críticas del proyecto o en materias no normadas, evaluar las eventuales alternativas de reemplazo del proyecto original que proponga el constructor, participar en el terreno en las inspecciones especializadas, emitir certificados de satisfacción de los trabajos y recomendar ejecutar los pagos.

Es importante señalar que tanto la institución que ordena la obra como los especialistas y profesionales que participaron en el diseño del proyecto, podrán recomendar la paralización de las obras o la retención de los pagos si se constata el incumplimiento de los objetivos de seguridad y calidad establecidos para el proyecto.

Entre las funciones del constructor se deberá considerar, como mínimo: la gestión de los trámites administrativos y judiciales de la obra, revisión de los planos de arquitectura, estructuras, instalaciones, equipamiento y detalles, revisión de las especificaciones técnicas, desarrollo de la obra

conforme a planos y especificaciones, solicitar a los proveedores las certificaciones de seguridad requeridas, controlar el ritmo de avance y los recursos de la obra, realización de los ensayos y pruebas necesarios para garantizar la calidad del proyecto, elaborar reportes de estado de avance de la obra, mantenimiento del libro de obra y otras estipuladas en los contratos. Son además responsabilidades del constructor, entre otras: el conocimiento absoluto de los detalles y objetivos del proyecto, la adquisición de materiales y contratación de mano de obra de calidad, definir los métodos y secuencias constructivas, actualizar oportunamente el libro de obra y responder oportunamente a los requerimientos, proporcionar el acceso e informar de los resultados de pruebas y ensayos en forma oportuna al personal de la institución, dirección del proyecto, inspección de obra, especialistas del proyecto, equipos de diseño e inspectores externos.

La inspección de la obra tendrá por tarea fundamental velar, en cada instancia del proceso constructivo, por los intereses del ordenante o propietario de la obra, y en particular, velará porque tanto los métodos constructivos, materiales y mano de obra empleados permitan alcanzar los objetivos establecidos para el proyecto. Entre las funciones de la inspección de la obra se deben incluir, entre otras: controlar permanentemente el cumplimiento del programa de la obra, revisión de los procedimientos constructivos empleados por el constructor, revisión permanente del libro de obra, inspeccionar permanentemente la calidad de los materiales de construcción adquiridos, constatación de la calidad de la mano de obra contratada, asistir técnicamente al constructor en materias específicas, supervisar la acción de los inspectores externos, participar en la toma de decisiones en materias críticas del proyecto o en materias no normadas, definir la ejecución de los pagos, constatación de medidas de seguridad durante la construcción y archivo y control de documentos contractuales y reportes de ensayos. Son responsabilidades de la inspección de obra, al menos: el conocimiento de los detalles y objetivos del proyecto, el conocimiento de las normativas utilizadas en el diseño, el conocimiento de los procesos constructivos, el conocimiento de los contratos y subcontratos de la obra y mantener una comunicación periódica con la institución.

Para garantizar la calidad de los materiales y procedimientos, se deberá incluir en el PAC un detalle del programa de inspección, ensayos y pruebas por realizarse. Junto a esto, deberán detallarse las funciones y responsabilidades de los organismos externos a cargo de la realización de estas actividades. Estos organismos deberán efectuar su labor en forma permanente y efectiva en cada etapa del proceso constructivo, evaluando muestras representativas de cada material, equipo y procedimiento empleado en la obra. Se deberán definir los plazos para la entrega de los reportes y certificados de ensayos y los protocolos de comunicación entre las partes. Los reportes de inspección y/o los resultados de los ensayos deberán ser entregados en forma oportuna al constructor, para poder implementar las medidas correctivas que sean necesarias.

Para cada inspección, ensayo o prueba se deberá generar un reporte. En éste, se deberá incluir información general (fecha, hora y personal a cargo), una descripción del procedimiento, normativas de referencia, listado de los equipos usados, certificación de la entidad a cargo de la calibración de los equipos y herramientas utilizadas y los resultados de la inspección, ensayo o prueba. En el documento deberá certificar la conformidad con planos, especificaciones y normativas considerados en el proyecto. En caso de no existir conformidad, se deberá elaborar un reporte de no



conformidad, que deberá incluir una descripción detallada de los aspectos no conformes (ubicación, cuantificación, características, efectos, etc.). (Ver anexo 6.3)

Finalmente, se deberá exigir la elaboración de un compendio con información *As built* de todo edificio con objetivo de protección de función o inversión. Para proyectos con objetivos de desempeño inferiores, el compendio *As built* deberá ser elaborado a solicitud expresa de la institución. Entre los contenidos mínimos de este compendio se deben encontrar: el listado completo de los profesionales, especialistas y empresas que participaron del proyecto, informes de peligros regionales y locales, listado de códigos y estándares aplicados, memorias de cálculo definitivas, documentos de construcción, resultados de ensayos y pruebas, reportes de inspección, certificados de seguridad de componentes, certificados de conformidad de las obras, planos *As built* de componentes arquitectónicos y mobiliario, del sistema estructural, de los sistemas mecánicos y eléctricos, del equipamiento, de las instalaciones básicas, gases clínicos, ductos de aire acondicionado y red de incendio, entre otros.

El PAC deberá exigir la elaboración de un manual de mantenimiento para el establecimiento de salud en condición normal y un plan de emergencia ante la ocurrencia de un desastre natural.

Finalmente, deberán explicitarse los criterios para aceptación y cierre de las obras, entre los que deben encontrarse como mínimo: el término efectivo de las obras estipuladas en el contrato, la conformidad con las normas y especificaciones del proyecto, certificaciones de seguridad aprobadas por todas las partes, compendio *As built* del edificio aprobado, pruebas de funcionamiento de servicios, sistemas y equipos satisfactorias, sanciones canceladas y garantías devueltas, recepción de obras por parte de entidades fiscales, firmas de actas de recepción final de obras por parte de la institución y otras estipuladas en los contratos.

En el *anexo 6.2* se presenta el resumen de los contenidos mínimos del PAC que se requiere elaborar para asegurar la calidad del proyecto en su etapa de construcción.

## Referencias bibliográficas

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.

- Chung, H. W., *Understanding Quality Assurance in Construction*, London, 1999.
- Department of The Army, "ER 5-1-11: U.S. Army Corps of Engineers Business Process, Management, Regulation, Washington, D.C., August 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.
- 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 310: Handbook for the Seismic valuation 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 74: Reducing the Risk of Nonstructural Earthquake Damage, A Practical Guide*, Washington, D.C., September 1994.
- International Standard Organization, *ISO 12491:1997: Statistical methods for quality control of building materials and components*.
- International Standard Organization, *ISO 13485:1996: Quality systems, Medical devices, Particular requirements for the application of ISO 9001*.
- International Standard Organization, *ISO 13488:1996: Quality systems, Medical devices, Particular Requirements for the Application of ISO 9002*.
- International Standard Organization, *ISO 9000:2000: Quality management systems, Fundamentals and vocabulary*.
- International Standard Organization, *ISO 9001:2000: Quality management systems, Requirements*"
- International Standard Organization, *ISO 9002:1994: Quality systems, Model for quality assurance in production, installation and servicing*.
- International Standard Organization, *ISO 9003:1994: Quality systems, Model for quality assurance in final inspection and test*.

International Standard Organization, *ISO 9004:1994: Quality management and quality system elements*.

Office of Statewide Health Planning and Development (OSHPD), *Building Standard Administrative Code, Part 1, Title 24, C.C.R*, December 2001.

Patrucco, H., McGavin, G., *Survey of Non Structural Damage to Healthcare Facilities in the January 17, 1994 Northridge Earthquake*.

Sistema Nacional de Protección Civil, Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), *Calidad en Diseño, Construcción y Supervisión de Obras: Comparación de la Práctica en México, Japón y EUA*, Memoria del Taller, 23 – 27 de Agosto, México, 1993.

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.

## Anexo 6.I Resumen del Programa de aseguramiento de la calidad del proyecto: etapas de estudios y diseño

El siguiente cuadro indica algunas de las tareas que se deben desarrollar a fin de garantizar una correcta ejecución del proyecto en sus etapas preliminares, de estudios de amenazas regionales y locales, selección del sitio y diseño del proyecto.

<b>Delimitación del proyecto</b>
Definición de objetivos y alcances del proyecto
<b>Definición del equipo de trabajo (Ver capítulo 5)<sup>1</sup></b>
Definición de la institución solicitante
Definición del grupo ejecutor
Definición del grupo revisor
<b>Asignación y delimitación de funciones y responsabilidades<sup>1</sup></b>
De la institución solicitante
Del grupo ejecutor
Del grupo revisor
<b>Definición del plan de trabajo</b>
Definición de los procedimientos de evaluación de los equipos profesionales
Definición de los plazos de ejecución de los estudios y del diseño
Definición del presupuesto global para los estudios y construcción
<b>Definición de los canales y protocolos de comunicación</b>
Entre especialistas del grupo de ejecución y la institución solicitante
Entre especialistas del grupo de ejecución y el grupo revisor
Entre especialistas del grupo de ejecución
Calendarización de las reuniones de coordinación entre especialidades y entre especialidades y la institución solicitante
Calendarización de entregas de las actualizaciones de planos y especificaciones <sup>2</sup>

Continúa  
→

<b>Definición de los mecanismos de la revisión del proceso de la selección del sitio</b>
Revisión de los objetivos de desempeño considerados
Revisión de antecedentes generales considerados (Restricciones económicas, socio-políticas, técnicas, características de la red asistencial existente, demanda asistencial de la población, etc.)
Revisión de la dimensión e impacto de los peligros identificados
Revisión de la factibilidad de protección del establecimiento
Revisión de las consideraciones para la selección del sitio
<b>Definición de los mecanismos de revisión, seguimiento y control durante la etapa del proyecto</b>
Revisión por parte del grupo revisor
Revisión al interior de la especialidad <sup>3</sup>
Revisión cruzada entre especialidades <sup>4</sup>
Revisión de profesionales externos
<b>Definición de los mecanismos de revisión del proyecto final<sup>5</sup></b>
Revisión general del cumplimiento de criterios de diseño
Revisión de las memorias de cálculo
Revisión de los planos del emplazamiento
Revisión de los planos de arquitectura
Planos de distribución general de los cuerpos
Planos de plantas
Cortes y elevaciones
Planos de los detalles y terminaciones arquitectónicas
Otros componentes arquitectónicos (puertas, ventanas, escaleras, apéndices, lettereros, etc.)
Revisión de los planos estructurales
Revisión de los planos de trazados de las instalaciones básicas, líneas vitales, gases clínicos, ductos AC, conducciones eléctricas, etc.
Revisión de los planos de montaje de equipamiento, mobiliario y otros componentes
Revisión de planos de detalles, conexiones y anclajes de componentes
Revisión de otros planos
Revisión de los documentos de licitación
Revisión de las especificaciones técnicas
Revisión de las especificaciones para el montaje de los equipos
Revisión del manual de construcción y procedimientos
Revisión de las condiciones generales del contrato
Revisión de las unidades de medidas, cantidades de obra, plazos de ejecución, presupuesto de la obra y formas de pago
Revisión de otros documentos de licitación
<b>Definición de los procedimientos de inspección durante la construcción</b>
Listado de procedimientos constructivos que requieren de inspección e inspección especializada y tipo de inspección requerida
Listado de componentes y servicios que requieren de inspección e inspección especializada y tipo de inspección requerida
Características de los reportes esperados ( <i>ver anexo 6.3</i> )

- Notas: 1 La selección de los profesionales de diseño, así como la asignación de responsabilidades deben efectuarse con especial cuidado. Los conflictos de intereses redundan en proyectos de menor calidad.
- 2 Cada disciplina debe trabajar con la información actualizada emitida por otras disciplinas.
- 3 Cada plano, especificación técnica o documento de licitación debe ser revisado por una persona de la especialidad distinta de la que lo elaboró.
- 4 Los proyectos multidisciplinarios deben ser revisados en cada etapa, por todas y cada una de las disciplinas involucradas.
- 5 Antes de que los planos finales sean emitidos, deben ser entregados a las demás especialidades para revisiones y comentarios.

## Anexo 6.2 Resumen del Programa de aseguramiento de la calidad del proyecto: etapa de construcción

<b>Condiciones para el inicio de la etapa de construcción</b>
Planos de diseños finales aprobados
Especificaciones técnicas aprobadas
Documentos de licitación aprobados por las partes
Contrato celebrado
<b>Definición de las responsabilidades de la institución y equipos ejecutor y revisor</b>
Entregar al constructor un proyecto factible
Proveer el financiamiento necesario
Proporcionar el terreno adecuado para la construcción
Elección de la inspección técnica idónea
Participar en la toma de decisiones en materias críticas del proyecto o materias no normadas
Comunicar oportunamente a los especialistas y al constructor las modificaciones del proyecto
Mantenerse al tanto del avance y estado de la obra
Otras establecidas en los contratos
<b>Definición de las funciones del equipo ejecutor del diseño durante la etapa de construcción</b>
Comunicar oportunamente a la institución y equipo revisor las modificaciones al proyecto original
Asistir a la inspección técnica en materia de protección
Participar en la toma de decisiones en materias críticas del proyecto o materias no normadas
Evaluar alternativas de protección presentadas por el constructor a la inspección técnica
Conducir en el terreno inspecciones especializadas
Emitir certificados de satisfacción de los trabajos, en especial, certificar el cumplimiento de los niveles de seguridad establecidos
<b>Definición de las empresas consultoras</b>
Revisión de los antecedentes de la empresa
Información general (Nombre, domicilio, representante legal, etc.)
Rubro y especialidad de la empresa
Nómina de directivos y profesionales de planta y externos
Solvencia económica de la empresa
Metros cuadrados efectivamente construidos
Experiencia certificada de la empresa (obras y servicios)

Continúa  
→

Revisión de los antecedentes de los profesionales o personal calificado relevante de la empresa
Nombre, mandante y monto económico del proyecto
Superficie construida y total del proyecto
Área de desempeño profesional de: jefe del proyecto, director del proyecto, especialista, proyectista, ayudante, otro
Actividades desarrolladas por el profesional (solo actividades certificadas)
Área de actividad desarrollada
Normas y códigos aplicados
Evaluación de factibilidad para conseguir los objetivos del proyecto
<b>Definición de las funciones y responsabilidades del constructor</b>
Gestión de los trámites administrativos y judiciales de la obra
Revisión de los planos de arquitectura, estructuras, equipamiento y de detalles recibidos
Revisión de las especificaciones técnicas recibidas
Desarrollo de la obra conforme a planos y especificaciones
Solicitar a los proveedores las certificaciones de seguridad requeridas
Controlar el ritmo del avance de la obra
Controlar los recursos en la obra
Realización de los ensayos y pruebas necesarios para garantizar la calidad del proyecto
Elaboración de los reportes del estado de avance de la obra
Elaboración de los programa de pagos a proveedores y subcontratistas
Mantenimiento del libro de obra
Tener conocimiento absoluto de los detalles y objetivos del proyecto
Adquisición de materiales, contratación de mano de obra y celebración de subcontratos de calidad acorde a los requerimientos del proyecto
Responsabilidad sobre las acciones de sus subcontratistas
Responsabilidad sobre los métodos y secuencias constructivas
Actualizar oportunamente el libro de obra
Responder oportunamente a los requerimientos de la institución y equipo de coordinación, inspección técnica, especialistas del proyecto e inspectores externos
Proporcionar el acceso a inspecciones externas, inspecciones del director, de la inspección técnica y otras especialidades a cargo del diseño de la obra <sup>1</sup>
Informar oportunamente a la inspección técnica y al equipo de coordinación los resultados de sus pruebas y ensayos
Responsabilidad sobre la seguridad en la obra durante el proceso constructivo
Otras establecidas en los contratos

Continúa  
→

<b>Definición de las funciones del grupo revisor</b>
Control permanente del programa de construcción
Revisión de los procedimientos constructivos
Inspección permanente de la calidad de los materiales de construcción adquiridos
Constatación de la calidad de la mano de obra empleada
Asistir técnicamente al constructor en materias específicas
Supervisión de trabajo de inspectores externos
Verificación del cumplimiento de los requerimientos del proyecto
Participar en la toma de decisiones en materias críticas del proyecto o materias no normadas
Puente de comunicación permanente entre el contratista y la institución, el director y el equipo coordinador
Revisor permanente del libro de obra
Archivo y control de los documentos contractuales
Constatación de las medidas de seguridad durante la construcción
Otras establecidas en los contratos
Elaboración del programa de inspección, ensayos y pruebas <sup>2,3</sup>
Inspeccionar en forma continua y efectiva los materiales, equipos y procedimientos utilizados en la obra <sup>4</sup>
Extraer muestras representativas, acordes con los métodos y materiales empleados en la construcción
Entregar al constructor y la inspección técnica los reportes en forma oportuna ( <i>Ver anexo 6.3</i> )
Otras establecidas en los contratos
<b>Definición de los canales y protocolos de comunicación de los resultados de ensayos y pruebas</b>
Del organismo a cargo de la inspección a la empresa constructora
De la empresa constructora a la inspección técnica
De la inspección técnica al equipo de diseño y a la institución solicitante
<b>Compendio de la información <i>As built</i> del establecimiento<sup>5</sup></b>
Listado de los profesionales y especialistas que participaron del proyecto
Informes de los estudios geológicos y de la mecánica de suelos del sitio escogido
Informes del peligro regional y local (si corresponde)
Memorias de cálculo definitivas
Documentos de la construcción
Reportes de la inspección
Resultados de los ensayos y pruebas
Certificaciones de seguridad de los componentes y conformidad de las obras
Listado de los códigos y estándares aplicados
Planos <i>As built</i> de los componentes arquitectónicos y mobiliario
Planos <i>As built</i> del sistema estructural
Planos <i>As built</i> de los sistemas mecánicos y eléctricos y equipamiento
Planos <i>As built</i> de las instalaciones básicas, gases clínicos, ductos de aire acondicionado, red de incendio, etc.
Otra información <i>As built</i> definida por la institución y el equipo de coordinación

Continúa





<b>Definición de los criterios de aceptación de los trabajos</b>
Término efectivo de las obras estipuladas en el contrato
Conformidad con las especificaciones del proyecto
Certificación del cumplimiento del nivel de seguridad
Compendio de la información <i>As built</i> del establecimiento aprobado
Ejecución de las pruebas de funcionamiento de los servicios, sistemas y equipos satisfactorias
Sanciones canceladas
Devolución de garantías
Recepción de la obra por parte de las entidades fiscales
Entrega de la obra a la institución
Firma de las actas de recepción final de la obra
Otro criterio estipulado en el contrato

- Notas:
1. La institución solicitante de la obra o los especialistas que participaron en la etapa de diseño podrán solicitar al constructor la paralización de las obras si no se constata el cumplimiento de los requerimientos de seguridad y estándares de calidad establecidos en el proyecto.
  2. Todo equipo y herramienta utilizado en la inspección, ensayo o prueba, deberá contar con la certificación de calibración emitida por alguna institución reconocida.
  3. El organismo encargado de los ensayos y pruebas deberá tener acceso a la obra en cualquier momento de la construcción.
  4. El organismo a cargo de las pruebas y ensayos podrá rechazar el uso de determinados materiales y equipos.
  5. El compendio de información *As built* del establecimiento deberá ser elaborado para todo el edificio con objetivo de protección de operación o infraestructura. Para edificios con objetivo de protección de vida, el compendio de información *As built* deberá ser elaborado si es expresamente solicitado por la institución o el equipo coordinador.

## Anexo 6.3

### Algunas características de los reportes de inspección de la construcción

<b>Reporte de la inspección, ensayo o prueba</b>
Información general (fecha, hora, etc.)
Personal a cargo de la inspección, ensayo o prueba
Procedimiento de la inspección, ensayo o prueba
Listado de los equipos utilizados durante la inspección, ensayo o prueba
Certificación de la entidad a cargo de la calibración de los equipos y herramientas utilizados en la inspección
Resultados de la inspección, ensayo o prueba
Características de los materiales inspeccionados o ensayados
Características de los procesos constructivos inspeccionados
Resultados de los ensayos de materiales o pruebas de funcionamiento
Actividades inspeccionadas desarrolladas y/o finalizadas en conformidad
Aspectos en los cuales no existe conformidad con los planos, especificaciones, normas y/o códigos del proyecto
<b>Reporte de no conformidad</b>
Descripción del aspecto no conforme (Incluido texto y/o croquis de la especificación no conforme)
Ubicación del aspecto no conforme
Cuantificación del aspecto no conforme
Otra característica del aspecto no conforme
Actividades necesarias para corregir el aspecto no conforme
Procesos que deben corregirse para evitar la recurrencia de la no conformidad



# Apéndice

## Términos de referencia para la reducción de la vulnerabilidad en el diseño de nuevos establecimientos de salud

Se presentan a continuación sugerencias para incorporarlas a los términos de referencia tradicionales de diseño del establecimientos de salud. Los textos subrayados deben adaptarse para cada proyecto en particular.

### 1. Generalidades

- 1.1 Los presentes términos de referencia forman parte integral de los llamados a licitación para el diseño del hospital \_\_\_\_\_ y se refieren a los requerimientos adicionales que se deben considerar en el diseño de los sistemas de protección de los componentes del establecimiento, para garantizar que se alcancen los objetivos de protección definidos para el establecimiento en condiciones normales y en situaciones de emergencia. Los objetivos de protección frente a fenómenos naturales para este establecimiento de salud se presentan en el *cuadro A.1*.
- 1.2 Estas disposiciones representan requerimientos mínimos. Cada consultor, especialista o proveedor deberá establecer e identificar las condiciones adicionales que debe cumplir su diseño o producto, para satisfacer los objetivos de protección definidos por la institución solicitante.
- 1.3 Todo estándar de calidad exigido en el proyecto debe presentarse por escrito en un documento único. No se aceptan acuerdos tácitos o exigencias implícitas.

### 2. De la definición de los objetivos de protección

- 2.1 Las instalaciones y sus servicios deben afrontar las siguientes amenazas: deslizamientos de tierra, aluviones, vientos fuertes y huracanes, inundaciones, terremotos, actividad volcánica, entre otras. Para cada amenaza se establecen dos o más niveles de severidad. Para cada amenaza y nivel de severidad la institución ha establecido para sus servicios los objetivos de protección indicados en el *cuadro A.1*

**Cuadro A.1 Objetivos de protección del establecimiento para distintas intensidades de amenazas**

Evento	Nivel mínimo recomendado			Nivel deseado o máximo creíble		
	%Exc/Años	Tiempo de recuperación	Objetivo de protección (PV/PI/PO)	%Exc/Años	Tiempo de recuperación	Objetivo de protección (PV/PI/PO)
Deslizamiento de tierra						
Aluvión						
Inundación						
Terremoto						
Viento fuerte						
Volcanismo						
Otro						

- 2.2 El plazo de independencia de los servicios externos para el establecimiento se presenta en el siguiente cuadro:

**Cuadro A.2 Tiempo de independencia de los servicios**

Servicio	Tiempo de independencia
Agua potable	# horas
Electricidad	# horas
Oxígeno	# días
Petróleo	# días
Otro	# días/# horas

- 2.3 Los plazos requeridos para la recuperación de la capacidad de operación de cada servicio se presentan en los cuadros A.1 y A.2
- 2.4 Son parte integral de esta licitación los documentos de caracterización de amenazas, procedimientos de diseños específicos para cada una de las amenazas y propiedades geotécnicas del sitio de emplazamiento que se indican a continuación (se deben listar todos los documentos base de esta licitación).

### 3. Del diseño general del establecimiento

- 3.1 Los procesos de diseño deberán desarrollarse cumpliendo los principios y conceptos de calidad definidos por la familia de normas ISO 9000 y otros.
- 3.2 Cada especialidad deberá certificar experiencia en diseño de infraestructura de establecimientos de salud, por al menos 10 años en el cargo específico en que se desempeñarán.

Adicionalmente, deberán certificar su participación en el diseño de construcciones generales con una superficie total construida mayor a 100.000 m<sup>2</sup> y con al menos un establecimiento de salud construido con superficie mayor a 10.000 m<sup>2</sup> en este mismo período.

- 3.3 Los profesionales deberán entregar documentación y certificados que demuestren su participación en el desarrollo de establecimientos de salud con criterios de protección de la infraestructura y la operación.
- 3.4 Entre los documentos que se deben generar durante el proceso de diseño, y que deben incluir consideraciones específicas de protección, se encuentran:
  - Memorias de cálculo.
  - Certificados de cumplimiento de los objetivos definidos por la institución.
  - Maquetas.
  - Planos de emplazamiento de la estructura.
  - Planos de arquitectura: planos de distribución general de cuerpos del edificio, planos de plantas, cortes y elevaciones, planos de detalles de terminaciones arquitectónicas, entre otros.
  - Planos de estructuras: planos de especificaciones generales, planos de cimentaciones (coordinados con la información proporcionada por la especialidad de mecánica de suelos), planos de plantas, cortes y elevaciones, planos de detallamiento estructural, entre otros.
  - Planos de instalaciones básicas, líneas vitales, gases clínicos, climatización, canalización eléctrica, entre otros.
  - Planos de montaje del equipamiento industrial, mecánico y eléctrico.
  - Planos del mobiliario.
  - Especificaciones técnicas.
  - Especificaciones para el montaje de equipos.
  - Manual de construcción y procedimientos.
  - Condiciones generales del contrato.
  - Programa de obra: unidades de medida, cantidades de obra, plazos de ejecución, presupuesto de obra, formas de pago, entre otros.
  - Términos de referencia y otros documentos de licitación.
  - Manual de mantenimiento y plan de emergencia para el establecimiento.

- 3.5 Los documentos listados en el punto anterior deberán ser de fácil comprensión y suficientemente claros y precisos de modo de evitar errores de interpretación.
- 3.6 Los sistemas que se utilicen para la protección de los componentes deberán ser factibles de construir y susceptibles de mantenimiento efectivo.
- 3.7 Cada especialidad deberá elaborar un documento en que se establezca claramente cómo alcanzará los objetivos de protección, y en especial, cuáles son sus requerimientos y restricciones en relación a las otras especialidades para cumplir este objetivo. En este documento se deben establecer además los criterios de análisis, de diseño y los códigos de referencia que utilizarán. Estos documentos deberán ser elaborados al inicio del proyecto y aprobados por el grupo revisor.
- 3.8 El grupo revisor velará por la correcta concordancia entre los proyectos de arquitectura, cálculo estructural e instalaciones. Para ello, entregarán a todas las especialidades planos en los que se indicarán detalladamente la disposición de todos los sistemas, equipos y componentes del establecimiento. Estos planos contendrán la superposición de los proyectos desarrollados por todas las especialidades e indicarán los recorridos, encuentros de instalaciones, ubicación de componentes, cielos falsos, lámparas, enchufes, artefactos sanitarios, artefactos de calefacción y aire acondicionado, muebles incorporados, equipos industriales, equipos médicos, sistemas de protección contra incendio, recorrido de ductos de aire, cañerías y otras instalaciones, pasadas de redes distribuidas a través de muros, vigas, fundaciones, pilares, etc. Estos planos deberán ser estudiados en detalle por el grupo revisor y por las propias especialidades a fin de garantizar los sistemas de protección.
- 3.9 Antes de que los planos finales sean emitidos, deberán ser aprobados por las demás disciplinas.

## **4. Del diseño de la estructura**

- 4.1 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.
- 4.2 La especialidad de ingeniería estructural será la encargada de proveer la seguridad de la estructura. Cuando el objetivo de protección del centro y de sus servicios sea de protección de la infraestructura y operación, la especialidad deberá proveer un sistema estructural que no solo vele por la seguridad de la estructura, sino que por la de los elementos no estructurales. 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 forma explícita.

- 4.3 El especialista en estructuras deberá coordinar su proyecto con los proyectos de arquitectura e instalaciones (sanitarias, climatización, eléctricas, etc.) de forma que satisfaga requerimientos de protección.
- 4.4 El sistema estructural y sus componentes deben ser diseñados para resistir las solicitaciones permanentes y eventuales que puedan afectar la estructura, entre las que se incluyen peso propio, sobrecargas de uso, sismos, ráfagas de viento, cargas de nieve y cenizas, temperatura, empujes de tierra, hidrostáticos e hidrodinámicos y asentamientos totales y diferenciales de fundaciones.
- 4.5 El diseño estructural deberá considerar detallamientos adecuados, de forma que para cada nivel de amenaza, el comportamiento del sistema permita cumplir con los objetivos 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.
- 4.6 El especialista de estructuras deberá proporcionar la información requerida por las restantes especialidades para el diseño de equipos, sistemas y otros componentes no estructurales.
- 4.7 El especialista encargado del diseño estructural del establecimiento deberá certificar el cumplimiento de los objetivos de protección establecidos por la institución.

## 5. Del diseño de los componentes no estructurales

- 5.1 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.
- 5.2 Cada especialidad será responsable del diseño de los sistemas de protección requeridos por los componentes de su competencia, y de certificar el cumplimiento de los objetivos de protección definidos por la institución.
- 5.3 Todos los componentes no estructurales por proteger deberán estar adecuadamente apoyados. Los puntos de apoyo de estos elementos deben tener una seguridad comparable a la del elemento.
- 5.4 En aquellos casos en que los componentes no estructurales transmiten esfuerzos o se apoyan en otros componentes no estructurales, se debe garantizar la estabilidad conjunta de los mismos.
- 5.5 Deberá quedar claramente establecida y demostrada la seguridad del equipamiento que contenga sustancias peligrosas.



- 5.6 La seguridad de los componentes no estructurales podrá evaluarse mediante análisis o por certificación de seguridad por parte del proveedor o fabricante.
- 5.7 Si la evaluación de seguridad de los sistemas, equipos y componentes no estructurales se efectúa mediante análisis y diseño, realizado por el especialista, deberá entregarse una memoria de cálculo en donde se registre como mínimo y según corresponda: tipo de sistema, equipo o componente, descripción del componente, nivel de protección objetivo considerado en el diseño de los sistemas de protección, normas consideradas en el análisis, descripción de la estructura donde se ubica el componente, comportamiento que determina la respuesta del componente, característica en operación del componente, características de los sistemas de arriostre, anclaje y apoyo del componente, método de análisis, demanda considerada, resultados obtenidos y verificación de interacción con otros sistemas, equipos o componentes.
- 5.8 Si la evaluación de seguridad de los sistemas, equipos y componentes no estructurales estandarizados se efectúa mediante certificación por medio de análisis, desarrollado por el proveedor o fabricante, deberá entregarse una memoria de cálculo con los mismos contenidos descritos en la disposición 5.7.
- 5.9 Si la evaluación de seguridad de los sistemas, equipos y componentes no estructurales estandarizados se efectúa mediante certificación experimental desarrollada por el proveedor o fabricante, deberá entregarse un documento con los siguientes contenidos mínimos: identificación del laboratorio, normas de referencia consideradas en los ensayos, descripción de los procedimientos de ensayo y resultados de los ensayos.
- 5.10 Junto con las certificaciones descritas en las disposiciones 5.7, 5.8 y 5.9 deberá entregarse en forma adicional la siguiente información: requisitos para cumplir con la certificación (condiciones de uso, operación, montaje, etc.), fecha de certificación y validez de la certificación, certificación de conformidad con las normas indicadas en el contrato y descripción de limitaciones y aplicabilidad de la certificación.

## Glosario

### Definición de conceptos básicos

<b>Amenaza de la naturaleza</b>	Corresponde a un evento de origen natural de intensidad, en un espacio y tiempo determinados.
<b>Compendio <i>As built</i></b>	Conjunto de documentos entre los que se incluyen: información relativa a los directores del proyecto, documentos contractuales, información relativa a los profesionales que participaron de los estudios de amenazas regionales y locales, diseño del proyecto, construcción e inspección, listado de códigos y normas considerados en las distintas etapas del proyecto, certificados de seguridad de los componentes, planos finales de la estructura, de sus componentes y de sus sistemas de protección, certificados de conformidad de las obras, etc.
<b>Componentes estructurales</b>	Elementos que forman parte del sistema resistente de la estructura: columnas, vigas, muros, fundaciones, losas y otros.
<b>Componentes no estructurales</b>	Elementos que no forman parte del sistema resistente de la estructura. Corresponden a elementos arquitectónicos y equipos y sistemas necesarios para el desarrollo de la operación propia del establecimiento. Entre los componentes no estructurales más importantes se incluyen elementos arquitectónicos tales como fachadas, particiones interiores, estructuras de techumbre, apéndices, etc.; sistemas y componentes tales como líneas vitales, equipamiento industrial, médico y de laboratorio, mobiliario, sistemas de distribución eléctrica, instalaciones básicas, sistemas de climatización, transporte vertical, etc.
<b>Detallamiento estructural</b>	Corresponde al conjunto de medidas que emanan de la experiencia teórica, empírica y experimental de las disciplinas, orientadas a proteger y mejorar el desempeño de los componentes estructurales.
<b>Detallamiento no estructural</b>	Corresponde al conjunto de medidas que emanan de la experiencia teórica, empírica y experimental de las disciplinas, orientadas a proteger y mejorar el desempeño de los componentes no estructurales.
<b>Documentos de licitación</b>	Legajo jurídico que debe definir como mínimo las características de los contratos (partes involucradas, montos, plazos de ejecución, formas de pago, etc.) y las características técnicas de la obra (planos generales y de detalles estructurales y no estructurales, normas y códigos que deben ser considerados, requerimientos de inspección especializada, métodos constructivos recomendados y proscritos, etc.).

Continúa  
→

<b>Inspección especializada</b>	Conjunto de actividades que tiene por función velar por el cumplimiento de los requerimientos del proyecto en materias tales como: calidad de la mano de obra durante la construcción, utilización de procesos constructivos y materiales de calidad acorde con los objetivos del proyecto, cumplimiento de las disposiciones establecidas en las normas y códigos establecidas en los contratos, constatación de entrega de certificaciones de seguridad de los componentes, etc.
<b>Aseguramiento de calidad</b>	Conjunto de acciones que se deben desarrollar a fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos del proyecto.
<b>Riesgo</b>	Corresponde al grado de pérdidas esperadas frente a la ocurrencia de un fenómeno de la naturaleza. El nivel de riesgo se encuentra íntimamente relacionado con el nivel de protección considerado en la estructura.
<b>Servicios críticos</b>	Se consideran como servicios críticos aquellos recintos en los cuales se desarrollan funciones vitales o esenciales, los que contienen equipos o materiales peligrosos o dañinos y aquellos cuya falla puede generar caos y confusión entre pacientes y/o funcionarios.
<b>Sistema resistente</b>	Sistema estructural diseñado especialmente para resistir acciones. El sistema estructural debe ser diseñado cumpliendo con un detallamiento acorde con los objetivos de protección definidos para la estructura.
<b>Sistemas de protección</b>	Dispositivos implementados para proveer de seguridad a los componentes estructurales y no estructurales del edificio y satisfacer los objetivos de protección definidos.
<b>Vulnerabilidad</b>	Corresponde a la probabilidad de un establecimiento que cuenta con un determinado nivel de protección, de sufrir daños materiales o resultar afectado en su operación cuando se vea expuesto a una amenaza de la naturaleza.