

Capítulo 4. Análisis y Reducción de la Vulnerabilidad en Pequeñas Instalaciones de Salud

Centros de salud en el sector público

Los Centros de Salud del sector público presentan características especiales de uso, complejidad y de dependencia a los servicios públicos; a la vez que mantienen una continua y efectiva interacción con la comunidad que los alberga, siendo muchas veces la única instancia ¿organizada? ¿institucional? en las comunidades mas alejadas. Al respecto, resulta de vital importancia la aplicación de políticas tendientes a reducir la vulnerabilidad física y funcional de aquellos existentes, así como la aplicación de rigurosos estudios de riesgo y un adecuado planeamiento, diseño y construcción en lo que respecta a las futuras inversiones.

Debido a diversas razones, entre las que podemos resaltar aquellas referidas a criterios constructivos vinculados a normas superadas por el actual avance del conocimiento o por deficiencias propias de un diseño poco afortunado, en la actualidad muchas edificaciones existentes no cumplen con los requisitos técnicos mínimos de seguridad actualmente vigentes. Por fortuna, en la actualidad se pueden llevar a cabo acciones de mitigación tendientes a reducir el riesgo y a garantizar el comportamiento adecuado de las edificaciones y su contenido ante amenazas de origen sísmico principalmente.

Al respecto, esta adecuación o refuerzo debe ser consistente con los requisitos normativos y técnicos vigentes en el ámbito nacional e internacional.

Por ejemplo, actualmente es posible determinar con bastante precisión mediante simulaciones por medio de programas informáticos especializados, el comportamiento sísmico de los principales elementos físicos de una edificación. Esta herramienta es de gran ayuda para los ingenieros al momento del diseño de edificaciones nuevas y de importancia gravitante en aspectos predictivos en edificaciones existentes.

Una estructura insegura puede sufrir danos estructurales o puede llegar al colapso o derrumbamiento. Si esto ultimo ocurre el desastre es mayor, pues el establecimiento se convierte en un problema que exige una alta atención y no en un apoyo para la comunidad afectada.¹

Los alcances del proceso de evaluación de la infraestructura física del establecimiento de salud es uno de los puntos importantes para la determinación de la vulnerabilidad en los aspectos de vulnerabilidad estructural, no estructural y física funcional, en el presente capítulo se describen los puntos importantes atener en consideración dentro de la evaluación en la caracterización del establecimiento, identificación de riesgos, amenazas, vulnerabilidad del entorno, antecedentes históricos del área donde se ubica el establecimiento y otros.

Se considera vulnerabilidad estructural, lo referente a aquellas partes que sostienen la edificación, encargada de resistir y transmitir a la cimentación y luego al suelo, las fuerzas tales como el peso del edificio y su contenido, así como las cargas provocadas por sismos y otras acciones ambientales.

¹ Guía para la Mitigación de Riesgos Naturales en las Instalaciones de Salud de los Países de América Latina, 1997, CIDA, OFDA/AID, OPS/OMS.

Se entiende por vulnerabilidad no-estructural la referente a aquellos elementos diferentes a la estructura portante del edificio, tales como elementos arquitectónicos (ventanas, fachadas, etc.), líneas vitales de funcionamiento (agua, energía, etc.), muebles y equipos (médicos, y de otra naturaleza).

La vulnerabilidad funcional se refiere a aspectos de diseño de físico-espacial (selección del sitio, distribución interna y externa de espacios, diseño urbanístico, etc.) y organización (organigrama, planes de emergencia, llevar a cabo simulacros, etc.).

Evaluación y reducción de la vulnerabilidad

Teniendo en cuenta la importancia de contar con el Centro de Salud operativo y sin víctimas que lamentar después de un desastre, y con el fin de que este pueda brindar una eficiente respuesta ante la emergencia generada, es necesario que la administración del mismo realice o promueva un análisis de la Vulnerabilidad de su establecimiento. Al respecto, es necesario indicar que el análisis que se realiza en un estudio de vulnerabilidad está dividido en dos grandes componentes.

El primero es el Componente Físico, que contempla el análisis de los elementos Estructurales y No Estructurales y el segundo es el Componente Funcional, en donde se estudian aspectos de organización y distribución física, así como aquellos referidos a aspectos de recursos humanos, capacidad organizativa y de respuesta.²

Un análisis de vulnerabilidad podría comenzar con una inspección visual de las instalaciones y con la preparación de un reporte preliminar de evaluación. Esta inspección permite identificar áreas que requieran atención. El reporte puede ser discutido con los consultores y las autoridades de la instalación con miras a definir las prioridades y los cronogramas para llevar a cabo el trabajo.¹

Para el proceso de determinación de las condiciones físicas y funcionales del Centro de Salud, es necesario contar con una base de información fidedigna de modo que esta facilite el proceso de evaluación de sus amenazas, riesgos y vulnerabilidad, así como contar con información respecto al establecimiento de su ubicación, entorno inmediato, aspectos funcionales y de su infraestructura, capacidad de las instalaciones, comunicaciones, recurso humano y tecnológica, los antecedentes de desastres ocurridos en el área donde está ubicado, su capacidad de respuesta, los cuadros que a continuación se incluyen que servirán de guía

² Mesarina Escobar, Pedro, Lima 2001

¹ OMS/OPS, Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud, Serie Mitigación de Desastres, Washington D.C.;2000, ISBN 92 75 32304 6

Cuadro 4.1 Caracterización del Centro de salud

Caracterización del Centro de Salud⁴	
Establecimiento	Denominación, Entidad administradora, Nivel de complejidad tecnológica
Ubicación	Calle o vía, número, distrito, ciudad Teléfono (central, Dirección, Emergencia), fax, correo electrónico
Entorno inmediato	Características del entorno físico y social
Influencia	Geográfica (Km ²), política (distritos o municipios), Población (residente y en tránsito) Red local de establecimientos de salud (niveles, quirófanos y camas disponibles), ubicación del establecimiento al interior de la red local
Edificación Aspectos Funcionales	Áreas de atención y/o Servicios del establecimiento (Programa Médico Funcional), Cantidad y tipo de camas, horarios de atención, Áreas Críticas
Edificación, Aspectos Físicos y de Ingeniería	Tipo de edificación, número de pisos, material constructivo predominante Año de construcción del establecimiento y edad constructiva de las áreas críticas Área del terreno, área construida y porcentaje de áreas libres disponibles, Instalaciones Básicas, autonomía funcional de las instalaciones básicas (Reservorios de agua (m3) y reserva real para contingencias (en horas), Reservorios de combustible (galones) y reserva real para contingencias (en horas), autonomía energética
Capacidad instalada	Consultorios Externos, Tamaño de la Emergencia, Áreas transformables en zonas de atención post desastre, Reservas de insumos, medicinas y alimentos (se recomienda un stock mínimo que garantice 72 horas de autonomía operativa)
Producción de servicios (último año)	Atención de emergencias (% de graves, intermedios y leves) Consultas ambulatorias, Primeras 5 causas de atención, Indicadores de mortalidad
Recursos humanos (último año)	Personas totales, profesionales, administrativas, de mantenimiento y servicio. Profesionales de salud: total, médicos, enfermeras
Transportes y comunicaciones	Ambulancias operativas y tipo de equipamiento, Radiocomunicación, unidades, tipo y frecuencia, Telefonía (tipos), banco de baterías (reserva horas), buscapersonas
Antecedentes de Desastres	Registro de desastres anteriores que hayan afectado al establecimiento, teniendo en cuenta su respuesta física y funcional al mismo
Capacidad de Respuesta	Existencia de Planes de Contingencia, COE instalado y operativo, periodicidad de los simulacros de acuerdo a los tipos de amenaza identificados, etc.

A la par que se realiza la caracterización del establecimiento es necesario que se identifiquen los tipos de riesgo a los cuales se expone este, tratando en lo posible de determinar su periodicidad o probabilidad así como el nivel de riesgo potencial al que está expuesto.

Cuadro 4.2 Identificación de Riesgos

Las Amenazas (En el Centro de Salud y su entorno están expuestos a)		
<i>Tipo de evento o riesgo</i>	<i>Ocurrencia o latencia</i>	<i>Nivel de riesgo *</i>
Sismos (terremotos)		
Inundaciones súbitas (maremotos, ruptura de presas)		
Inundaciones lentas (Huevas, desbordes fluviales)		
Deslizamientos, aluviones (aludes, avalanchas, flujos rápidos)		
Tormentas (huracanes, vendavales, nevadas)		
Efectos volcánicos (erupciones, movimientos sísmicos)		
Incendios o explosiones (provocados, espontáneos)		
Otro tipo de desastre natural (Indicarlo)		
En resumen, el nivel de la amenaza puede ser considerado		

⁴ Morales Soto Nelson Raúl, Anales de la Facultad de Medicina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2000, Perú, modificado para la presente publicación.

Cuadro 4.3 Recomendaciones para mitigación de Instalaciones de salud

<i>Recomendaciones</i>	<i>Descripción</i>
Identificación del área geográfica donde se ubica el establecimiento de salud	Verificar la zonificación territorial donde este calificada de uso según peligrosidad de las amenazas de zonas peligrosas Impedir la ocupación de cauces, riberas y llanuras por inundación
Ubicación urbana del establecimiento de salud	Desechar la utilización de terrenos en zonas de riesgo, peligro, Evaluación de terrenos para inversiones de establecimientos de salud
Mejorar la seguridad física de cauces y quebradas en el entorno del establecimiento	Evitar la obstrucción o reducción de los cauces, Mejorar las defensas ribereñas, encauzamiento de ríos y quebradas, Regular la pendiente de los cauces con muros enrocados, Desarrollar políticas de Forestación y reforestación de laderas
Protección del establecimiento de salud y la comunidad	Identificar y Determinar el riesgo de amenazas naturales del área de ubicación (vulnerabilidad del establecimiento) Formular un Plan de Contingencia Ejecutar el Plan, validarlo con simulacros Mitigar la vulnerabilidad encontrada
Preparativos de emergencia del establecimiento de salud	Preparar y aplicar un Plan de Contingencia en el establecimiento Implementar y asegurar medidas de vigilancia y alertas Acondicionar, señalizar y mantener libres las vías de evacuación Ejercitar procedimientos de evacuación mediante simulacros Entrenar brigadas de rescate y primeros auxilios Mantener vigente el Plan de Contingencia. Organizar a la comunidad, mediante equipos de trabajo, liderazgos, grupos de voluntarios, etc.

Vulnerabilidad estructural

El análisis y evaluación de la vulnerabilidad estructural frente a los distintos tipos de amenaza puede resumirse en la siguiente premisa: si el centro de salud en evaluación esta convenientemente ubicado, apropiadamente diseñado y construido con calidad y de acuerdo a las normas sismorresistente vigentes en la actualidad, se puede concluir que esta edificación contara con todas las garantías de seguridad para enfrentar desastres naturales tales como, sismos, inundaciones, deslizamientos, huracanes y otros eventos adversos

Sin embargo, del total de establecimientos del primer nivel, prácticamente son muy pocos los que logran satisfacer la premisa anterior, por lo que resulta imprescindible estudiarlos para determinar su vulnerabilidad. Al respecto, la metodología de análisis para la evaluación de las estructuras, teniendo en consideración el material constructivo predominante (adobe, albañilería, o concreto armado) tiene el siguiente procedimiento.

Procedimiento e inspección

- Identificar y caracterizar las amenazas a la que esta expuesto el establecimiento.
- Se deberá obtener los planos de distribución y de estructuras a una escala conveniente para poder planificar la ejecución del estudio basándose en sectores de trabajo, de acuerdo a la cantidad de edificaciones o ambientes que existan en el centro de salud.

En caso de que los planos no existan, se deberán dibujar al nivel de croquis la disposición de las diferentes edificaciones o ambientes indicando la ubicación de los diferentes elementos estructurales como vigas, columnas, muros de corte, techo, etc

- Una vez sectorizado el establecimiento de salud, se procederá a realizar el levantamiento de información mediante la inspección que consistirá en una revisión ocular de todo el establecimiento de salud, con el objetivo de lograr la identificación de los daños existentes, así como para poder comprender el sistema estructural empleado y su comportamiento ante un sismo
- Para localizar los daños y cuantificarlos, durante la inspección será necesario efectuar mediciones del espesor de las grietas, filtraciones sobre los elementos dañados (muros de tabiquería, muros portantes, columnas, vigas, etc.)
- Todos los daños encontrados en los diversos elementos estructurales deberán ser trasladados al plano o al croquis con el que se este trabajando

Para ello se deberán emplear preferentemente colores que representaran el tipo de daño en cada elemento. Esta representación se llevará a cabo de acuerdo al Cuadro 3.4 aplicable para las edificaciones de albañilería y concreto armado para edificaciones con amenaza de sismos.

Cuadro 4.4 Descripción del Tipo de Daño en Elementos Estructurales

<i>Tipo de daño</i>	<i>Descripción</i>	<i>Color</i>
No Estructural	Daños únicamente en elementos no-estructurales (muros de tabiquería).	Amarillo.
Estructural Ligero.	Grietas de menos de 0.5 mm de ancho en elementos de concreto Fisuras y caída del tarrajeo en paredes y techo Grietas de menos de 3 mm de ancho en muros de mampostería	Verde
Estructural Fuerte	Grietas de 0.5 a 1 mm de ancho en elementos de concreto. Grietas de 3 a 10 mm de ancho en muros de mampostería.	Azul.
Estructural Grave	Grietas de más de 1 mm de ancho en elementos de concreto. Desprendimiento del recubrimiento en columnas Aplastamiento del concreto, rotura de estribos y pandeo del refuerzo en columnas y muros de concreto Agrietamiento en losas planas alrededor de las columnas. Aberturas en muros de mampostería. Desplomes en columnas de más de 1:100 de su altura Desplome del edificio de más de 1:100 de su altura	Rojo

(Fuente: Iglesias et al. 1988)

Análisis para determinar la vulnerabilidad estructural

Para definir el de edificación al cual corresponde la instalación de salud a ser evaluada, se utilizaran encuestas destinados a recoger la información necesaria para determinar su nivel de vulnerabilidad actual, como el sistema estructural empleado, material de construcción, número de pisos, antigüedad de la edificación, mantenimiento de la edificación, etc.

Basándose en el fundamento teórico expuesto, el procedimiento a seguir para determinar el nivel de vulnerabilidad de un establecimiento de salud será el que se detalla a continuación.

Procedimiento para las edificaciones de adobe

Se recabara la información de las edificaciones de adobe, de acuerdo a la secuencia que se muestra:

El profesional (Ing. Civil con experiencia en sismo resistencia) deberá primero recabar la información básica del centro de salud, para luego proceder a su análisis y realizar las recomendaciones a tomar en cuenta en el establecimiento. Si el establecimiento es de varias edificaciones (codificar para su identificación), por piso e indicar la fecha de evaluación.

Cuadro 4.5 Procedimientos para evaluación de edificaciones en adobe

<i>Evaluación de las edificaciones de adobe</i>	
Antigüedad	De ser posible indicar la fecha de inicio de la construcción, fecha de término de la misma y la fecha de puesta en funcionamiento del Centro de Salud.
Numero de pisos	Indicar el numero de pisos.
Altura por piso	Dimensión de piso – techo, puede ser aproximado.
Altura total	De piso al techo del ultimo nivel, puede ser aproximado.
Área construida	Indicar el área total construida.
Tipo de cimentación	De no corresponder a los indicados en el formato deberá especificarse el tipo de cimentación empleado.
Estado de la cimentación	Indicar si existen asentamientos, hacer observaciones del actual estado de la cimentación.
Unidad de muros	Indicar el tipo de unidad de adobe utilizada en el muro y sus dimensiones aproximadas.
Espesor del muro	Indicar la dimensión o dimensiones promedio.
Largo del muro	Indicar la dimensión o dimensiones promedio.
Separación entre muros	Indicar la dimensión o dimensiones promedio de la separación en los ambientes.
Mortero	Indicar los materiales que componen el mortero o tipo de material usado.
Revestimiento de muros	Indicar si tienen o no revestimiento y hacer una descripción en cada caso.
Estado de los muros	Describir el estado general de los muros indicando si existen fisuras o grietas. Se deberán señalar en el plano o croquis los muros en regular y mal estado.
Descripción de fisuras o grietas en los encuentros de muros	Indicar las posibles causas de las mismas.
Refuerzo en los muros	Indicar si existe algún tipo de refuerzo vertical u horizontal y de que tipo.
Tipo de techo	Indicar el material del techo.
Estado de conservación del techo	Describir brevemente el estado en que se encuentra. En el plano o croquis se deberá señalar los sectores en regular y mal estado.
Estado de mantenimiento	Hacer un comentario general del estado de mantenimiento de la edificación incluyendo los daños visibles o cubiertos por asentamientos, filtraciones, inundaciones, lluvias, fuego o sismos, etc.
Tipo de suelo	Describir en forma general las características de suelo de la edificación e identificarlo de acuerdo al Cuadro 4.6

Cuadro 4.6 Relación Tipo de Suelo e Intensidades Sísmicas

<i>Tipo de suelo</i>	<i>Características</i>	<i>Intensidad</i>
Blando	Suelo de relleno. Suelos finos (arcillas y limos) de consistencia muy suave y suave	IX M.M.A
Intermedio	Suelos finos de consistencia medianamente duro. Suelos granulares (arenas y gravas) de compacidad firme a muy firme.	VIII M.M.A
Firme	Roca. Suelos finos de consistencia muy duro y duro. Suelos granulares de compacidad densa y muy densa.	VII M.M.A.

Fuente: Kuroiwa 1992

Procedimiento para las edificaciones de albañilería

Se recabara la información de las edificaciones de albañilería, de acuerdo a la secuencia que se muestra.

El profesional (Ing Civil con experiencia en sismo resistencia) deberá primero recabar la información básica del centro de salud, para luego proceder a su análisis y realizar las recomendaciones a tomar en cuenta en el establecimiento. Si el establecimiento es de varias edificaciones (codificar para su identificación), por piso e indicar la fecha de evaluación.

Cuadro 4.7 Procedimiento para evaluar las edificaciones de albañilería

<i>Evaluación de las edificaciones de albañilería</i>	
Antigüedad	De ser posible indicar la fecha de inicio de la construcción, fecha de término de la misma y la fecha de puesta en funcionamiento del Centro de Salud.
Numero de pisos	Indicar si existe sótano
Altura por piso	Dimensión piso – techo, puede ser aproximado.
Altura total	De piso al techo del ultimo nivel, puede ser aproximado.
Área construida	Indicar el área total construida.
Tipo de cimentación	De no corresponder a los indicados en el formato deberá especificarse el tipo de cimentación empleado.
Estado de la cimentación	Indicar si existen asentamientos, hacer observaciones del actual estado de la cimentación
Unidad de albañilería de muros	Deberá indicarse la unidad de albañilería empleada así como sus dimensiones aproximadas, de no corresponder a los indicados en el formato deberá especificarse el tipo de unidad empleado.
Revestimiento de muros	Indicar el material empleado y describir el estado del mismo
Estado de los muros	Si existen fisuras y grietas u otros daños hacer una breve descripción.
Reforzamiento de muros	Si no existe reforzamiento se deberá describir el tipo de amarre entre muros.
Tipo de techo	si es techo flexible y ligero, se deberá indicar sus características y los materiales empleados así como su estado de conservación. Si es techo rígido indicar el tipo.
Tipos de reforzamiento empleado	Se detallará el tipo de reforzamiento empleado en los muros.
Fisuras o grietas en las vigas o columnas	Se describirá el tipo de daño encontrado
Tipo de techo	Si es techo flexible y ligero, se deberá indicar sus características y los materiales empleados así como su estado de conservación. Si es techo rígido indicar el tipo.
Fisuras o grietas en techo	Si el techo es rígido y pesado describir los daños encontrados.
Densidad de muros	Si es techo rígido y pesado se deberá indicar el ancho de muros y la densidad de muros en las direcciones "X" e "Y".
Mantenimiento	Describir el estado de mantenimiento general de la edificación, incluyendo los daños visibles o cubiertos por asentamientos, filtraciones, inundaciones o sismos.
Tipo de suelo	Describir en forma general las características de suelo de la edificación e identificarlo de acuerdo al Cuadro 4.6

Procedimiento para las edificaciones de concreto armado

Se recabara la información de las edificaciones de concreto armado, de acuerdo a la secuencia que se muestra:

El profesional (Ing. Civil con experiencia en sismo resistencia) deberá primero recabar la información básica del centro de salud, para luego proceder a su análisis y realizar las recomendaciones a tomar en cuenta en el establecimiento. Si el establecimiento es de varias edificaciones (codificar para su identificación), por piso e indicar la fecha de evaluación.

Cuadro 4.8 procedimiento para evaluación de las edificaciones en concreto armado

<i>Evaluación de las edificaciones de concreto armado</i>	
Antigüedad	De ser posible indicar la fecha de inicio de la construcción, fecha de término de la misma y la fecha de puesta en funcionamiento del Centro de Salud.
Numero de pisos	Indicar si existe sótano.
Altura por piso	Dimensión de piso – techo, puede ser aproximado.
Altura total	De piso al techo del último nivel, puede ser aproximado
Área construida	Indicar el área total construida
Tipo de cimentación	De no corresponder a los indicados en el formato deberá especificarse el tipo de cimentación empleado
Estado de la cimentación	Indicar si existen asentamientos, hacer observaciones del actual estado de la cimentación.
Columnas	Indicar el tipo de sección y describir si existen fisuras o grietas u otros daños.
Vigas	Indicar el tipo de vigas así como su ubicación en los pórticos (principal y secundario). Describir si existen fisuras y grietas u otros daños
Disposición de pórticos	Hacer una descripción de la ubicación de los pórticos principales y secundarios.
Techo	Indicar el tipo de techo utilizado así como también si existen fisuras y grietas u otros daños.
Muros de corte	Indicar su disposición en la edificación así como también si existen fisuras o grietas u otros daños.
Defectos constructivos	Si es necesario indicar otros defectos encontrados.
Mantenimiento	Describir el estado de mantenimiento general de la edificación, incluyendo los daños visibles o cubiertos por asentamientos, filtraciones, inundaciones o sismos.
Tipo de suelo	Describir en forma general las características de suelo de la edificación e identificarlo de acuerdo al Cuadro 4.6

En construcciones de madera y quinchá es importante verificar su estabilidad ante el empuje de las fuerzas de viento y empuje de agua en situaciones de inundaciones

En albañilería y concreto por su gran peso es necesario efectuar la evaluación y verificación de la situación de daños asimismo deben estar debidamente diseñadas sismorresistente.

En ambos casos se requiere verificar si la erosión que causa las inundaciones para velocidades de 4 a 5 metros por segundo o más puede causar erosión en la cimentación.

Clasificación de vulnerabilidad sísmica de una edificación de salud

Vulnerabilidad Alta

Edificación diseñada y construida sin características sismo-resistentes, sin mantenimiento periódico con un mal estado de conservación. Con la mayoría de sus elementos estructurales en media y malas condiciones. De ocurrir un sismo de intensidad IX M.M.A.-92, esta edificación sufrirá daños muy severos e irreparables, llegando al colapso casi total. Con intensidad VIII M.M.L.A.-92 sufrirá daños severos e irreparables colapsando parcialmente. En ambos casos el establecimiento de salud no podrá brindar atención post-sismo.

Vulnerabilidad Media

Edificación diseñada y construida con algunas características sismo-resistentes, con un regular mantenimiento reflejado en un aceptable estado de conservación. Con la mayoría de sus elementos estructurales en una condición media de conservación. Ante la ocurrencia de un sismo de intensidad IX M.M.A.-92, esta edificación sufrirá daños importantes siendo algunos irreparables, alcanzando posiblemente el colapso parcial; con intensidad VIII M.M.A.-92 estará afectada por algunos daños importantes pero reparables, con cierta amenaza de un colapso parcial. El establecimiento de salud podría brindar atención post-sismo pero con muchas limitaciones.

Vulnerabilidad Baja

Edificación diseñada y construida con características sismo-resistentes, con un buen mantenimiento reflejado en un adecuado estado de conservación. Con todos sus elementos estructurales en buenas condiciones. En caso de ocurrir un sismo de intensidad IX M.M.A.-92, esta edificación sufrirá daños reparables, sin llegar a amenazar con fallas importantes a las estructuras. El establecimiento de salud podrá brindar atención post-sismo sin muchas limitaciones.

Cuadro 4.9 Relación Tipo de Edificación y Nivel de Vulnerabilidad Sísmica

<i>Tipo de edificación</i>	<i>Nivel de vulnerabilidad</i>
Tipo 1: Sísmicamente muy débil. Tipo 2: Sísmicamente débil.	Alta.
Tipo 3: Normal.	Media.
Tipo 4: Sísmicamente resistente	Baja.

Acciones de verificación en Terremotos

Verifique las consecuencias del Sismo en el establecimiento de salud:

- Destrucción por vibración (estructura, muros),
- Licuación (pérdida de la capacidad portante de los terrenos),
- Deslizamientos,
- Generación de incendios,
- Inundaciones,
- Ruptura de instalaciones sanitarias (falla del sistema de abastecimiento de agua),
- Ruptura de instalaciones eléctricas (falla del grupo electrógeno),
- Daños al sistema de comunicaciones,
- Derrames de productos químicos (laboratorios, almacenes),

En tsunamis de origen cercano, pueden agregarse:

- Destrucción por el golpe de la ola,
- Efectos de las olas de arrastre,
- Contaminación y anegación con agua salobre.

Actividades a realizar en el momento del evento destructor

Movimiento sísmico

- Interrumpa fuegos y flujos de energía, gases y líquidos inflamables, agua,
- Busque protección en la zona de seguridad más próxima,
- Auxilie e inicie el rescate en su área al término del sismo principal,
- Inicie la evacuación si hay daños severos o lo dispone la autoridad vigente.

Huracanes, tormentas tropicales y vientos fuertes

Los huracanes están comprendidos en los eventos climáticos mas destructores, su impacto generalmente se extiende en una gran área o zona afectada causando daños de gran magnitud causando adicionalmente deslizamientos, marejadas, lluvias e inundaciones

Lecciones aprendidas de los ejercicios de mitigación

La principal lección que cabe aprender de la mitigación es que se trata de un ejercicio valioso por pequeño que sea. Los huracanes vienen en una variedad de intensidades. La definición de un huracán incluye una velocidad mínima de viento de 33 metros por segundo.

Este es el límite inferior del fenómeno. En teoría no hay límites superiores, pero las velocidades del viento no se han medido confiablemente mas allá de 100 metros por segundo.

Debido a que la fuerza del viento varía como el cuadrado de su velocidad, los extremos que se han mencionado producirían una diferencia de nueve veces en fuerzas de viento. El cuadro que se da a continuación da una medida conveniente, comparativa del intervalo común de los huracanes según la escala de Saffir-Simpson.

Cuadro 4.10 Escala Saffir-Simpson

<i>Categoría del huracán</i>	<i>Velocidad del viento En metros por segundo</i>	<i>Velocidad del viento en millas por hora</i>	<i>Potencial de daños</i>
HC1	33-42	74-95	Mínimo
HC2	43-49	96-110	Moderado
HC3	50-58	111-130	Extenso
HC4	59-69	131-155	Extremo
HC5	+ 69	+ 155	Catastrófico

Fuente:⁵

Las causas más común en huracanes es el daño en los techos, aberturas tales como ventanas, puertas, volados etc. se muestra en el siguiente cuadro:

⁵ Tony Gibbs, Repercusión de los huracanes en los establecimientos de salud, México DF., Febrero 1996, Conferencia Internacional sobre Mitigación de desastres en instalaciones de salud.

Cuadro 4.11 Incidencia en de Daños en Huracanes

<i>Lugar de la falla</i>	<i>Causa probable o mecanismo de la falla</i>	<i>Incidencia</i>
Laminado o entarimado de madera o listones	Rasgado o enrollado de las laminas Estática o fatiga	Elevada
Empalmes de paredes / correas de madera	Clavos arrancados	Elevada
Pares a pared	Correa mal fijada o faltante	Elevada
Placa de pared sujeta por columna reforzada	Enderezamiento de cabilla reforzada doblada	Moderada
Empalme de laminado a correas	Clavos / tornillos arrancados	Moderada
Empalme de apoyo a armazón	Falla del empalme debido a la fuerza de levantamiento	Ocasional
Falla a la viga del canto	Falla de las columnas reforzadas con cabilla debido a la fuerza de levantamiento	Ocasional

Fuente: ⁶

Medidas de mitigación y prevención para enfrentar riesgos para huracanes

Techos livianos

Uno de los elementos más importante de una edificación es su techo, pues la pérdida causa en el caso de huracanes muchos daños en el contenido de la edificación. El comportamiento de cubiertas ante cargas generadas por el viento esta influenciado por los materiales utilizados en su construcción. La mayor protección contra vientos fuertes la proveen techos pesados comp. Placas o losas de concreto reforzado.

Varios países de Centro y Sur América, las cubiertas livianas son comúnmente utilizadas tanto en edificaciones del sector publico como del sector privado. Generalmente son construidas con acero corrugado, listones o vigas de madera. Alternativamente, los techos, cubiertas y otros revestimientos son soportados en entramados de madera que a su vez están soportados por vigas o bien de madera o de acero en celosía. No obstante, debido a su resistencia relativamente reducida comparada con las estructuras de concreto reforzado, las cubiertas livianas son inherentemente inseguras.

La experiencia ha demostrado que las inclinaciones entre 20° y 40° proveen la mejor resistencia al viento.

El uso de laminas pesadas de 0.5 mm mínimo de espesor en acero y de 0.9 mm de espesar mínimo en aluminio. El espesor de la lamina brinda la menor probabilidad de falla bajo cargas de fatiga o fuerza a través de la misma. Las laminas de asbesto-cemento no son recomendadas debido a que son frágiles y más susceptibles al daño por impacto de elementos arrastrados por el viento.

Elementos atornillados son menos propensos a safarse que aquellos que solamente están clavados. En zonas de alta succión los elementos deben fijarse con espaciamientos pequeños particularmente en las zonas adyacentes a elementos tales como alerones y caballotes. Los pernos deben ser instalados en las ondulaciones de las tejas, con el fin de reducir la posibilidad de flexión e las mismas o de falla por

⁶ Ing. Affrico D. Armas, Programa de Reconstrucción y Litigación en Jamaica después del Huracán Gilberto, México D.F., febrero 1996, Conferencia Internacional sobre Mitigación de desastres en instalaciones de salud.

fatiga debido a las succiones cíclicas generadas por vientos huracanados. Sin embargo, especialmente en tejas con perfiles sinusoidales, este tipo de fijación puede causar goteras, por lo tanto en caso de que los pernos se instalen en los lomos de la teja, deben colocarse bloques entre la teja y la celosías.

El uso de aleros cortos o sin traslazo. Si es requerido contar con sombra sobre las puertas y ventanas, deben usarse cobertizo separados del techo, de tal manera que su falta no contribuya a poner en peligro el techo completo.

La utilización de parapetos o áticos que reduzcan la posibilidad del levantamiento en los bordes. La incorporación de caballetes ventilados para reducir la presión interna contra el techo y las paredes ⁷

Acciones de verificación en los huracanes, tormentas tropicales y vientos fuertes

Verifique las manifestaciones de Huracanes / Vientos Fuertes / Tormentas Tropicales la en el establecimiento de salud la presencia de sucesos característicos como:

- intensos vientos,
- fuertes lluvias,
- diferencias de presión atmosférica (elevación del nivel del mar),
- formación de enormes olas,
- deslizamientos,
- inundación de las instalaciones.

Lista rápida de respuesta a posibles daños al centro de salud ante huracanes

- Búsqueda y rescate, en especial en áreas urbanas, equipos que deberán operar en forma inmediata y durante las primeras 48-72 horas,
- Asistencia médico-quirúrgica en las primeras 72 horas,
- Maquinada pesada y equipo, de remoción,
- Materiales para alojamientos de emergencia (rollos de plástico),
- Apoyo con alimentos y control en su manipulación,
- Sistemas de purificación de agua,
- Vigilancia epidemiológica,
- Restablecimiento de comunicaciones,
- Generación provisional de energía.

Inundaciones / Lluvias

Uno de los puntos importantes de la mitigación de las inundaciones es el considerar un adecuado sistema de drenaje de aguas pluviales para las instalaciones de salud y el terreno, deben diseñarse de acuerdo con la importancia relativa de cada tipología de instalación, su ubicación geográfica y los periodos de lluvias.

Las condiciones del subsuelo, la cobertura del terreno y la manera como se elimina las aguas de lluvia influya en sobre los volúmenes de escorrentía. Por ejemplo hay suelos porosos y figurados que tienen alta tasas de absorción, como también hay suelos de formación volcánica que son impermeables, por lo cual el flujo es solamente superficial o a través de conductos o de corrientes naturales. En

⁷ Guía para la Mitigación de Riesgos Naturales en las Instalaciones de Salud de los Países de América Latina, 1997, CIDA, OFDA/AID, OPS/OMS.

consecuencia debe revisarse el tipo de suelo del lugar con el fin de tener en cuenta este aspecto en la localización de las instalaciones de salud y el diseño de su sistema de drenaje.

Los criterios que se deberán tomar en cuenta en el sistema de drenaje

- Pavimentos exteriores de acceso peatonal y vehicular,
- Debe evitarse el ingreso de agua al establecimiento,
- Verificación de los cerramientos, muros periféricos,
- Limpieza de canaletas exteriores y de techos,
- Analizar las alternativas de trayectoria del flujo de las aguas.

Acciones de verificación en inundaciones

Verifique las manifestaciones de la inundación o lluvias en el establecimiento de salud, constate el origen de la inundación:

- Desbordamiento de los ríos (vertientes de planicie),
- Inundaciones súbitas (vertientes de alta pendiente),
- Inundación en las costas (agua salobre),
- Ruptura de presas y diques,
- Inundaciones súbitas por lluvias torrenciales localizadas,

Manifestaciones de las inundaciones / lluvias

- Destrucción por el impacto del agua,
- Deslizamientos,
- Aneación,
- Hundimiento.

Es importante identificar si el área, de anegación corresponda a zonas de regulación o amortiguamiento natural del río, donde cíclicamente y siguiendo patrones ya definidos, los terrenos se ven temporalmente cubiertos por el manto de agua.

De ser posible ubique y delimite en un mapa el área comprometida; esto ayudará en planificaciones futuras en acciones de mitigación en el centro de salud.

Lista rápida de respuesta de posibles daños al centro de salud ante Inundaciones

- Proteja los ingresos del establecimiento con sacos de arena,
- Interrumpa flujos de energía, gases y líquidos inflamables,
- Coloque fuera del alcance del agua el equipamiento crítico,
- Almacene agua potable,
- Prepárese para evacuar el establecimiento,
- En inundaciones violentas inicie la evacuación vertical a las partes altas de la edificación,
- En inundaciones lentas el Comité de Defensa Civil dispondrá las medidas de protección y evacuación,
- Medidas de mitigación y prevención para enfrentar riesgos de Lluvias.

Cuadro 4.12 Recomendaciones para construcciones de material noble en situación del fenómeno natural de lluvias

Recomendaciones de seguridad para edificaciones de material noble	
Verificación de su estado	Revise periódicamente las cañerías de agua
	Mantenga en buen estado el funcionamiento de los servicios higiénicos.
	Revise el sistema eléctrico.
	Las fisuras en las estructuras o paredes portantes (sin columnas) del establecimiento que no han sido reparadas constituyen una situación de alerta que debe ser atendida lo antes posible.
Reforzamiento	Si el establecimiento tiene techo transitable o azotea, se recomienda adaptar cierta pendiente con mortero (mezcla de arena gruesa y cemento), con dirección al sistema de canaleta y drenaje.
	En una edificación de varios pisos es conveniente que el sistema de drenaje sea empalmado a conductos pluviales que evacuen el agua a nivel de la calle.
	Si el techo del establecimiento es plano debe adaptar cierta pendiente, lo que puede lograrse con un falso techo de calaminas, zinc. Asbesto-cemento.
	Si tiene terrazas o balcones, se recomienda la instalación de un drenaje

Erupciones Volcánicas

El potencial destructor de las erupciones volcánicas varía en relación con los cuatro tipos de productos esperados de una erupción volcánica: flujos de lava, flujos piroclásticos o nubes ardientes, flujos de lodos o lagares y caída de ceniza.

Verifique las manifestaciones de la erupción volcánica en el establecimiento de salud:

- generación de lluvia de cenizas,
- flujos piroclásticos,
- flujos de lodo,
- flujos de lava,
- gases,

Uno de los daños que más se presenta es en la red de evacuación de líquidos colmatación de la red por cenizas volcánicas.

Medidas de mitigación y prevención para enfrentar riesgos de Erupciones Volcánicas

Evite la acumulación de material volcánico sobre los techos planos o de poca inclinación ya que por el peso éstos pueden derrumbarse. Este riesgo crece si se presentan lluvias porque el agua aumenta el peso de los materiales sobre los techos (un metro cúbico de ceniza húmeda puede llegar a pesar más de una tonelada.)

- Cubra los depósitos de agua para evitar que se contaminen de cenizas o gases,
- Coloque cintas adhesivas o tablas sobre las ventanas para evitar su caída violenta por las explosiones del volcán. Si usted habita en el campo mantenga pasto, agua, y demás alimentos y reservas para sus animales y evite que consuman pasto o agua con ceniza,
- Mantenga un maletín de primeros auxilios, un transistor, una linterna en buen estado y pilas o baterías de reserva.

Lista rápida de respuesta sobre frecuentes necesidades en el post - evento

Erupciones Volcánicas

- Apoyo a la evacuación,
- Búsqueda y rescate, en especial en áreas urbanas,
- Equipos que deberán operar en forma inmediata y durante las primeras 24-72 horas,
- Control de incendios,
- Control del tráfico y del público,
- Asistencia médico-quirúrgica en las primeras 72 horas,
- Restablecimiento de las comunicaciones,
- Provisión de agua potable,
- Apoyo con alimentos y control en su manipulación,
- Materiales para alojamientos de emergencia (rollos de plástico),
- Vehículos de transporte para el personal de socorro de evaluación de daños y de rehabilitación de líneas vitales,
- A mediano y largo plazo para reubicación, créditos y asistencia técnica para el desarrollo de actividades productivas.



Deslizamientos

La medida más lógica y de menor costo para evitar daños por deslizamientos consiste en no construir en áreas que pueden deslizarse ni en la parte superior, susceptible de hundimiento ni en la pendiente, donde puede deslizarse ni debajo, donde puede quedar enterrada por la masa que se desplaza.

Medidas de mitigación y prevención para enfrentar riesgos de los deslizamientos e inundaciones súbitas

Respecto a las consideraciones de ubicación de terrenos para construcción de infraestructura de los establecimientos de salud, se presenta recomendaciones y descripción de algunos puntos importantes a tener en cuenta.

- No efectuar obras que desestabilicen las pendientes, como cortes de terreno para construcción del centro de salud, en estos casos, un estudio geotécnico determinara la mejor solución.
- Estudio geológico, donde se identifique el tipo de suelo de cobertura y la roca base, permite obtener el mapa geológico. Los suelos sueltos y descompuestos, que al humedecer se actúan como lubricante, son más susceptibles al deslizamiento.
- La superposición de los dos mapas anteriores y el conocimiento de las características de las condiciones hidrológicas del área indican donde y cuando pueden producirse deslizamientos.⁸

Los deslizamientos de taludes ocurren de muchas maneras y aún persiste cierto grado de incertidumbre en su predictibilidad, rapidez de ocurrencia, y área afectada.

Sin embargo, existen ciertos patrones que ayudan a identificar y reconocer áreas potenciales de fallas, lo cual permite el tratamiento del talud para así eliminar o reducir a un mínimo el riesgo de falla.

⁸ Kuroiwa Horiuchi, julio; Prevención de Desastres, 1999, Asoc. Editores Bruño

Acciones de verificación en los deslizamientos

Verifique las manifestaciones de los deslizamientos en el establecimiento de salud

- constate el origen del movimiento de tierra por fuertes lluvias,
- fallas geológicas existentes en la pendiente, excavaciones, construcciones,
- deforestación y pérdida de la vegetación,
- remoción de los muros perimetrales del establecimiento por erosión,
- sobrecarga del terreno producida por el peso del agua, del hielo, de la nieve o granizo, la acumulación de rocas o material volcánico, basuras y desechos, la carga de las edificaciones y estructuras (techos).

En las áreas urbanas (periféricas al establecimiento)

- interrupción en el curso de las aguas (Lluvias o de drenaje, servicios, agua potable),
- construcciones que cortan y rellenan afectando la estabilidad de las pendientes,
- el peso o empuje a las estructuras.

Manifestaciones de los deslizamientos

- desprendimientos de rocas,
- otros materiales en terrenos empinados y escarpados,
- flujos de lodo.

Los deslizamientos en taludes ocurren de muchas maneras y existe cierto grado de incertidumbre en la capacidad de predicción. Sin embargo, el conocimiento de la ocurrencia de deslizamientos en el pasado en el área de interés constituye un buen punto de partida para la detección y evaluación de potenciales deslizamientos en el futuro.

En general, las áreas donde estos fenómenos ya han ocurrido en el pasado son altamente susceptibles a que los mismos se repitan

Las fallas del suelo consisten en hundimiento o hinchamiento severos del suelo, que se producen cuando sus partículas entran en contacto con el agua. Estos tipos de fenómenos han causado graves pérdidas económicas en muchos de los países de las Américas. Edificaciones de salud construidas sobre suelos que han sufrido tales fallas se han dañado en diverso grado o se han destruido.

Lista rápida de respuesta sobre frecuentes necesidades en el post - evento.

Deslizamientos

- Búsqueda y rescate, en especial en áreas urbanas,
- Equipos que deberán operar en forma inmediata y durante las primeras 24-72 horas,
- Asistencia médico-quirúrgica en las primeras 72 horas,
- Maquinaria pesada y equipo de remoción,
- Materiales para alojamientos de emergencia (rollos de plástico),
- Apoyo con alimentos y control en su manipulación.

Medidas de mitigación y prevención por tsunamis o marejadas

La medida de mitigación mas efectiva para evitar daños al establecimiento de salud es no ubicar en los lugares donde la amenaza existe, si es que ya existe este tipo de posibles daño en zonas alcanzadas por inundación, cota topográfica máxima, referida al nivel medio del mar (nivel run-up elevación alcanzada en tierra por el tsunami).

En el caso de la existencia o si es imprescindible ubicar el establecimiento en sectores inundables por los fenómenos mencionados, es recomendable disponer las columnas y muros exponiéndolos la menor área posible a la dirección del ataque de las olas y es conveniente dejar libre el primer piso para que el agua pase libremente.⁹

Lista rápida de respuesta y medidas posteriores a un desastre

Frecuencias necesidades post-evento

- Búsqueda y rescate de personas atrapadas en la infraestructura del establecimiento Control de incendios,
- Evaluación de daños y de rehabilitación de instalaciones basicas,
- Deberá ser capaz de operar en forma inmediata y durante las primeras 48-72 horas,
- Provisión de agua potable para mantener operativo el establecimiento de salud,
- Asistencia según el nivel de resolución (médico quirúrgica) en las primeras 72 horas,
- Restablecimiento de las telecomunicaciones,
- Control en la manipulación de alimentos,
- Transporte para el personal de socorro,
- Control del público y de tráfico
- Lista rápida de verificación de posibles daños al centro de salud por evento.

Efectos vulnerables en líneas vitales

Energía

La energía es uno de los elementos más importantes para el funcionamiento del establecimiento de salud y son comunes los efectos directos en estaciones transformadoras de electricidad y más aún, en las redes y tendidos eléctricos; los corto circuitos son muy frecuentes, constituyendo uno de los factores más importantes para la generación de incendios.

El resultado final es la interrupción en forma directa o la suspensión del servicio por razones de seguridad mientras se adelantan revisiones de las redes y acometidas en prevención de fallas, cortocircuitos o la concomitancia con otros sucesos como escapes de gas, inundaciones que podrían potencializar el riesgo por lo que es importante tener el grupo electrógeno operativo y con el adecuado mantenimiento para el uso en situaciones de emergencia.

⁹ Kuroiwa Horiuchi, julio, 2001

Telecomunicaciones

Las acciones que producen el colapso de las telecomunicaciones son.

- El daño en las redes e instalaciones, que resulta en una interrupción del servicio en el momento, en que más se necesita;
- La demanda posdesastre supera la capacidad de los equipos presentándose el llamado “Infarto telefónico”

Pueden darse las dos situaciones simultáneamente, al perderse algunas redes de comunicaciones y presentarse el colapso en las restantes. Cabe señalar que los nuevos sistemas inalámbricos de telecomunicaciones son menos vulnerables y permiten una rápida reparación y puesta en funcionamiento, muchas veces a un menor costo que con las redes convencionales.

Agua

En las instalaciones de salud es importante considerar como reserva en la capacidad de almacenamiento de agua por un mínimo 48 horas para el adecuado funcionamiento del establecimiento hasta que pueda llegar la ayuda necesaria, existe algunas recomendaciones de consumo mínimo de agua por día

El consumo es de 05 litros / paciente ambulatorio y de 40 a 60 litros / paciente internado día, pueden necesitarse cantidades adicionales para cierto tipo de equipo de lavandería, inodoros con descarga, recomienda suministrar un mínimo de 15 litros de agua potable por persona por día para cubrir las necesidades de los hogares.¹⁰

Un centro de salud sin agua, es imposible que pueda desarrollar alguna actividad, desde la más elemental norma de asepsia precisan inevitablemente del recurso del agua en su proceso normal de funcionamiento.

¹⁰ ACNUR (Alto comisionado de las Naciones Unidas para Refugiados)

Capítulo 5 Selección de la Ubicación de las Instalaciones de Salud

Selección del terreno

El proceso de selección de los terrenos para instalaciones de salud pequeñas y de menor complejidad (Puestos y Centros de Salud), es un punto importante para la mitigación de amenazas naturales de su entorno. Las principales amenazas destructoras a nuestros establecimientos de salud son los movimientos sísmicos, huracanes o tormentas tropicales y vientos fuertes, erupciones volcánicas, deslizamientos, tsunamis, maremotos y marejadas, lluvias y inundaciones siendo esta última la que más daño han causado en la última década.

Por muchos años se ha conocido que las condiciones locales del terreno tienen una influencia definitiva sobre las características del movimiento del suelo. Suelos duros compactos, tipo roca, son acelerados con movimientos de alta frecuencia, en contraste con depósitos blandos de poco espesor no consolidados donde el movimiento tiende a ser de periodos más largos. Mas recientemente, se determinó que las irregularidades topográficas pueden amplificar significativamente el movimiento esperado en relación con el plano del terreno, y la topografía de valles que contienen depósitos de suelo pueden jugar un papel importante en las características del movimiento en el sitio.

La localización encima o cerca de fallas activas o en áreas propensas a los efectos de un tsunami, inundaciones, deslizamientos, erupciones volcánicas deben ser definitivamente evitada.

El estudio del sitio antes del diseño y la construcción de nuevas instalaciones de salud es mas justificado y, en efecto, debe ser parte del procedimiento normal para la evaluación de la vulnerabilidad de las edificaciones existentes.¹

Ubicación en áreas sísmicas

Por muchos años se ha conocido que las condiciones locales del terreno tienen una influencia definitiva sobre las características del movimiento del suelo. Suelos duros compactados, tipo roca, son acelerados con movimientos de alta frecuencia, en contraste con depósitos blandos de poco espesor no consolidados donde el movimiento tiende a ser de periodos largos. Mas recientemente, se determinó que las irregularidades topográficas pueden amplificar significativamente el movimiento esperado en relación con el plano del terreno, y la topografía de valles que contienen depósitos de suelo pueden jugar un papel importante en las características de los movimientos en el sitio.

La localización encima o cerca de fallas activas o en áreas propensas a los efectos de un tsunami debe ser definitivamente vitada. El estudio del sitio o terreno antes del diseño y la construcción de una nueva instalación de salud es mas que justificado y, en efecto, debe ser parte del procedimiento normal para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones existentes.

Ubicación en áreas de Huracanes o tormentas tropicales y vientos fuertes

Cuando se trata de la localización de establecimientos de salud en áreas donde existen huracanes es modificada por la topografía del entorno, se deben considerar las siguientes premisas:

¹ Guías para la Mitigación de riesgos Naturales en las Instalaciones de Salud de los Países de América Latina, CIDA, OFDA/AID, OPS/OMS.

- Los valles de suaves declives pueden actuar como embudo acelerando la velocidad del viento,
- En cimas de colinas muy expuestas se sabe que la acción del viento siempre es fuerte,
- Abismos, acantilados y valles estrechos pueden proveer un refugio contra el viento,
- Bosques densos pueden servir de barrera de protección contra las ráfagas del viento.

Se debe tener en cuenta, por lo tanto, la topografía del medio circundante cuando se realiza la localización y el diseño de las estructuras.

Ubicación en áreas de inundaciones

Instalaciones de salud localizadas cerca de corrientes de agua, como valles o planicies inundables, son más susceptibles a inundaciones que aquellas localizadas en terrenos altos o alejados de los cursos de agua

Las condiciones aguas arriba de la instalación influyen en la escorrentía hacia la misma. Por ejemplo, una vegetación densa reduce la velocidad máxima de la escorrentía por la capacidad de intercepción de las lluvias y por el incremento en el tiempo de concentración, mientras que un área altamente urbanizada hay una mayor escorrentía y no se reduce de la misma manera el tiempo de concentración.

Instalaciones de salud localizadas en elevaciones tienden a tener menores áreas de captación, razón por la cual se recomienda considerar este aspecto con el fin de evitar los efectos de posibles inundaciones.

Evaluación de los terrenos

La capacidad portante del suelo al nivel de la cimentación y la profundidad del nivel freático son dos de los datos más importantes que se deben determinar en cualquier programa de exploración del suelo.

Estudio del sitio, tiene las mismas exigencias que para los estudios de micro zonificación, pero confinadas a los linderos del terreno seleccionado. Lo mínimo que debe determinarse es la sismicidad de la región, las características locales del suelo, geología y topografía. También es necesario evaluar la amenaza de otros fenómenos naturales que afecte el área geográfica.

En el desarrollo de los métodos de micro zonificación y estudios de sitio, desde el inicio, se debe considerar todos los fenómenos naturales que puedan causar daños a personas y propiedades ubicadas en el área de interés de la inversión del establecimiento de salud.

Para el caso de las fuerzas actuantes extremas tales como las generadas por explosiones volcánicas laterales, flujos de lodo (lahares), inundaciones súbitas en quebradas de gran pendiente, la medida de mitigación simplemente consisten en no construir en tales lugares. En casi todos estos casos, resulta cara e impracticable para tomar tales fuerzas con la resistencia que de la estructura.²

² Kuroiwa Julio, Criterio, Métodos y Técnicas para la Localización de Hospitales para la Reducción de Desastres Naturales, 1996.

Medidas de mitigación para desastres naturales múltiples en terrenos

Las consideraciones del grado de peligro del sitio / terreno se puede clasificar en tres niveles: alto, moderado y bajo.

Peligro Alto:

- Suelos muy blandos saturados de agua, rellenos recientes o sueltos reclamados al mar o lagos, ubicados en regiones de alta sismicidad, donde la probabilidad de ocurrencia de licuación y asentamiento del suelo es alto.
- El fondo de cañones angostos que nacen de cumbres de montañas por donde pueden bajar flujo de barro (lahar) o inundaciones súbitas, incluyendo su zona de deposición de los valles.
- Áreas sujetas a inundaciones tipo desborde con corrientes y fuerzas erosivos muy fuertes.
- El vértice de las bahías en forma de U o V ubicados al borde de océanos donde ocurren sismos tsunamigénicos.
- Zonas donde la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos y avalanchas es alta.
- Áreas que bordean un volcán activo que puede ser afectada por flujos piro plásticos o de lava.

Peligro Moderado:

- Áreas donde se esperan importantes a moderada amplificación de las ondas sísmicas, pero no falla el suelo. Zonas amenazadas por inundaciones moderadas por desborde de ríos y tsunamis. En general áreas donde la amenaza de fenómenos naturales es moderada.

Peligro Bajo:

- Suelos compactos y seco con buena capacidad portante, planos o con pendiente moderada. No amenazadas por inundaciones, fallas de suelo o actividad volcánica.

Cuadro 4.1 Grado de peligro del sitio / terreno – Importancia y función de la construcción

<i>Grado de peligro del sitio / terreno</i>	<i>Importancia y Funciones de la Construcción</i>		
	<i>Importante</i>	<i>Promedio</i>	<i>Bajo</i>
Alto	No permitida, pero si en casos excepcionales apoyado por estudios completos del sitio / terreno. Buenas soluciones ingeniería Sismo resistente. Planes de evacuación.	No permitida, pero si en casos excepcionales apoyado por estudios completos del sitio / terreno, y buenas soluciones ingeniería Sismo resistente y planes de evacuación.	Permitida, pero se requiere un buen estudio del sitio / terreno para seleccionar el mejor lugar posible Es necesario un plan de evacuación
Moderado	Se recomienda un detallado estudio del sitio / terreno, para solucionar la mejor ubicación para las facilidades y reducir costos de construcción.	Investigaciones de sitio / terreno de acuerdo a las practicas usuales de ingeniería	Se recomienda una rápida investigación del sitio / terreno y tomar medidas de mitigación de acuerdo a los resultados.
Bajo	Idealmente la mejor ubicación para las construcciones importantes Investigaciones del sitio / terreno de acuerdo a la practica usual de ingeniería		Se recomienda mínimas medidas de mitigación en el sitio / terreno

Fuente. Kuroiwa Julio, Criterio, Métodos y Técnicas para la Localización de Hospitales para la Reducción de Desastres Naturales, 1996. (Modificado para la presente publicación) Criterios y lineamientos generales en el planeamiento arquitectónico