

# Guía para la **protección** de establecimientos de **salud** ante desastres **naturales**



Perú - 2005



**Ministerio de Salud**  
Personas que atendemos personas





# **GUÍA PARA LA PROTECCIÓN DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD ANTE DESASTRES NATURALES**

**MINISTERIO DE SALUD  
Oficina General de Defensa Nacional**

**Lima - Perú**

Catalogación hecha por el Centro de Documentación OPS/OMS en el Perú

Guía para la protección de establecimientos de salud ante desastres naturales.  
Oficina General de Defensa Nacional. - Lima: Oficina General de Defensa  
Nacional, 2005.  
71 pp.; illus.

DESASTRES NATURALES / MITIGACIÓN // PERÚ

Ministerio de Salud / OPS

Guía para la Protección de Establecimientos de Salud ante Desastres Naturales

Lima - Perú

2005. 71 pp.

I. TÍTULO

1. DESASTRES NATURALES
2. ESTABLECIMIENTOS DE SALUD
3. MITIGACION

MINSA, 2005

Tiraje: 1000 ejemplares

Publicación de la Oficina General de Defensa Nacional del Ministerio de Salud, basada en la consultaría efectuada por el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres CISMID - UNI; y en colaboración con la Organización Panamericana de la Salud.

Vaya el reconocimiento por la dedicación al desarrollo de este documento a los Ingenieros Carlos Zavala, Francisco Ríos y Kelly Reque Córdova; a la Arquitecta Vivianne Ridoutt Agnoli y a la Doctora Socorro Alatrística de Bambarén por sus oportunos aportes en la revisión del documento; así como a la Bachiller Ana María Campos Valdivieso por su apoyo en edición del presente trabajo.

El Ministerio de Salud dará consideración favorable a las solicitudes de autorización para reproducir total o parcialmente esta publicación siempre que no sea con fines de lucro. Las solicitudes pueden dirigirse a la Oficina General de Defensa Nacional del Ministerio de Salud.

**DR. ALEJANDRO TOLEDO MANRIQUE**  
Presidente Constitucional del Perú

**DRA. PILAR MAZZETTI SOLER**  
Ministra de Salud

**DR. JOSÉ DEL CARMEN SARA**  
Vice Ministro de Salud

**DR. CELSO BAMBARÉN ALATRISTA**  
Director General de la Oficina General de Defensa Nacional  
Ministerio de Salud

**DR. LUIS HONORIO ARROYO QUISPE**  
Director Ejecutivo de Movilización y Defensa Civil  
Ministerio de Salud

**DR. ABEL ALIAGA MARRO**  
Director Ejecutivo de Planeamiento para la Defensa Nacional  
Ministerio de Salud

**LIC. MILAGROS SAMANIEGO VERME**  
Directora Ejecutiva de Estudios Estratégicos y Doctrina  
Ministerio de Salud

# CONTENIDO

<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I: DESASTRES NATURALES</b>	<b>13</b>
1.1. Desastres naturales de origen geológico	14
1.2. Desastres naturales de origen hídrico	21
<b>CAPÍTULO II: CONDICIONES PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ESTABLECIMIENTO DE SALUD SEGURO</b>	<b>25</b>
2.1. La importancia de la selección del terreno para la ubicación y construcción de un establecimiento de salud	26
2.2. Recomendaciones para el diseño de establecimientos de salud sismorresistentes	30
2.3. Consideraciones para el análisis estructural	37
2.4. Consideraciones de diseño de elementos de concreto armado	41
<b>CAPÍTULO III: MEDIDAS DE MITIGACIÓN ANTE DESASTRES NATURALES DE ORIGEN HÍDRICO</b>	<b>54</b>
3.1. Medidas para minimizar el daño por lluvias intensas en establecimientos de salud	55
3.2. Protección a fin de minimizar el daño en infraestructura por inundaciones debido a desbordes de ríos o precipitaciones intensas	58
<b>CAPÍTULO IV: CONSIDERACIONES PARA REPARACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD AFECTADOS POR DESASTRES NATURALES</b>	<b>62</b>
4.1. Establecimientos de salud afectados por fenómenos de origen geológico	62
4.2. Establecimientos de salud afectados por fenómenos de origen hídrico	64

<b>CAPÍTULO V: ESTANDARES MÍNIMOS DE SEGURIDAD PARA CONSTRUCCIÓN, AMPLIACIÓN, REHABILITACIÓN, REMODELACIÓN Y MITIGACIÓN DE RIESGOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD Y SERVICIOS MÉDICOS DE APOYO</b>	<b>65</b>
Diseño y construcción de nuevos establecimientos de salud y servicios médicos de apoyo	66
Ampliación, rehabilitación, remodelación y mitigación de riesgos en los establecimientos de salud y servicios médico de apoyo	70

## PRESENTACIÓN

El presente documento resume un conjunto de lineamientos, criterios, elementos y recomendaciones para la reducción de la vulnerabilidad de los establecimientos de salud, en base a la experiencia de las acciones de mitigación, rehabilitación y reconstrucción, antes y después del Fenómeno El Niño 1998 y del Terremoto del Sur del Perú 2001.

La adecuación de las edificaciones a estándares de diseño y construcción establecidos en la normatividad internacional y la propia de cada país asegurará la existencia de establecimientos de salud seguros frente a desastres naturales, lo cual contribuirá a la protección de la vida, la operación de los mismos y la inversión.

La Oficina General de Defensa Nacional del Ministerio de Salud de Perú, como parte de las estrategias y acciones aprobadas en la Conferencia Mundial para Reducción de Desastres efectuada en Kobe - Japón 2005, pone a disposición de la comunidad nacional e internacional la **Guía para la Protección de Establecimientos de Salud ante Desastres Naturales**, con la finalidad de promover la iniciativa de Establecimientos de Salud Seguros.

Este documento ha sido posible gracias a la asistencia técnica del CISMID y al valioso apoyo de la Organización Panamericana de la Salud.

Dr. Celso Bambarén  
Director General  
Oficina General de Defensa Nacional  
Ministerio de Salud - Perú



## INTRODUCCIÓN

Nuestros países se encuentran permanentemente amenazados por eventos naturales de tipo geológico o hídrico que pueden producir grandes daños a la vida y a la salud de la población, pudiendo dejar inoperativos a los establecimientos de salud.

En las últimas décadas, los desastres naturales como el Fenómeno El Niño, terremotos, deslizamientos, lluvias e inundaciones, han causado la destrucción o el colapso parcial o total de decenas de establecimientos de salud ubicados en las regiones de la costa, sierra y selva. Situación que podría repetirse en cualquier momento y ante la cual debemos estar preparados.

En tal sentido, es necesario contar con establecimientos de salud seguros que continúen operando durante y después del desastre. Para lo cual es prioritario que la construcción de nuevos establecimientos, la ampliación, rehabilitación o mejoramiento de los ya existentes, se haga siguiendo estrictamente las normas de diseño y construcción como el Reglamento Nacional de Construcciones y las Normas del Ministerio de Salud.

Está demostrado el costo efectividad de cumplir los criterios técnicos establecidos, desde la selección del terreno hasta el desarrollo del estudio definitivo; frente a la situación de reubicar, reconstruir o reforzar un establecimiento dañado por un desastre natural.

La presente publicación desarrolla a lo largo de sus cinco capítulos, los lineamientos y criterios mínimos que deben ser contemplados desde el planteamiento del proyecto, su desarrollo y su puesta en funcionamiento para contar con establecimientos de salud seguros ante desastres naturales.



# CAPÍTULO I

## DESASTRES NATURALES

Los desastres naturales son eventos que se han presentado en numerosas oportunidades a lo largo de la historia y continuarán presentándose y produciendo daños en la infraestructura productiva y de servicios de nuestros países, y en la vida y la salud de la población.

Los desastres naturales se clasifican de acuerdo a:

### A.- Su aparición

- **Súbitos:** Ocurren sorpresivamente y de manera inmediata. Por ejemplo: terremotos, avalanchas, algunas inundaciones, tsunamis (maremotos).
- **Mediatos:** Ocurren en forma más lenta y es factible predecirlos. Por ejemplo: Huracanes, sequías, erupciones volcánicas y otros.

### B.- Su duración

- **De corta a mediana duración:** Terremotos, huracanes, erupciones volcánicas, tsunamis, avalanchas y hundimientos.
- **De larga duración:** Sequías e inundaciones.

### C.- Su origen

- **Geológico:** Son aquellos que fundamentalmente se dan por movimiento de placas tectónicas, vulcanismo, ruptura de la corteza terrestre o irregularidades en el relieve y la conformación del subsuelo.

Entre este tipo de desastres, y por razones didácticas, se ubica la sismicidad, tsunamis, vulcanismo y deslizamientos. Es importante tomar en cuenta que estos fenómenos están estrechamente interrelacionados, es decir, no sólo tienen un origen común, sino que uno puede ser consecuencia del otro.

- **Meteorológico:** Son los que se dan a partir de fenómenos que se generan en la atmósfera y se manifiestan a través de vientos, lluvias, tormentas eléctricas y sequías.

## **1.1. DESASTRES NATURALES DE ORIGEN GEOLÓGICO**

### **1.1.1. Sismicidad**

Un sismo es una vibración de las diferentes capas de la tierra, producida por la liberación de energía originada por el rozamiento o quiebre de un bloque de la corteza terrestre.

Según las investigaciones científicas modernas, hoy se pueden identificar cuatro distintos procesos que causan sismicidad:

- Movimiento de placas tectónicas.
- Acción volcánica.
- Ruptura de la corteza terrestre (falla local).
- Explosiones subterráneas realizadas por el hombre.

#### ***Sismicidad por movimiento de placas***

Las placas tectónicas son gigantescos fragmentos que abarcan tanto superficies continentales (donde se ubican los continentes) como fondo oceánico. Se dividen en fragmentos menores llamados subplacas, y a manera de un gran rompecabezas esférico, componen el planeta. Estas placas que tienen de 1 a 60 km. de grosor, flotan sobre una capa que oscila entre el estado líquido y sólido a altísimas temperaturas. Esta capa que tiene aproximadamente 100 km. de grosor, recibe el nombre de *astenósfera* y a su vez constituye la parte superior de otra estructura terrestre de aproximadamente 2.700 km. de grosor que se llama *manto* y que cubre lo que se denomina *núcleo externo e interno*.

En la *astenósfera*, se producen corrientes de convección (desplazamiento de masas en estado líquido, en este caso es circular), que hacen que las placas se muevan. Estos movimientos son los que provocan sismos debido a que se da una brusca liberación de energía producida por tres tipos distintos de movimiento:

### ***Sismicidad por acción volcánica***

Todo volcán, aunque esté inactivo tiene su cráter en la cúspide del macizo y una chimenea que es el conducto que va desde la cámara magmática, hasta el cráter en la superficie. El magma cuando tiende a subir por la chimenea, ejerce una gran presión sobre los estratos superficiales y sobre las paredes internas de la chimenea, presión que al llegar a su máximo nivel, se libera en forma de energía y produce sismos, que generalmente pueden afectar las zonas aledañas al macizo. Incluso la temperatura del magma, ejerce presión que al liberarse, se traduce en energía y provoca sismos.

### ***Sismicidad por fallas locales***

Se conoce como *falla local*, el proceso de ruptura de la corteza terrestre causado por la acción de los movimientos de placas que acabamos de mencionar. La falla actúa como un espacio de liberación de energía al interior de las placas y su peligrosidad se encuentra en el hecho de ser «superficial», es decir, por encontrarse próxima a las construcciones humanas.

*La falla local* se da básicamente por la acumulación de sedimentos en la parte interna del suelo, lo cual produce desbalances y movimientos de acomodamiento en él. Se conocen tres tipos de movimientos de las fallas locales:

- **Normal:** Movimiento que sigue el plano en que se encuentra la falla.
- **Inverso:** Movimiento que se da contrario al plano normal de la falla.
- **Lateral:** Movimiento de roce, que se da siguiendo direcciones distintas en las secciones que componen el plano de la falla.

### ***Sismicidad por explosiones subterráneas realizadas por el hombre***

Estos son sismos originados por cargas explosivas que el hombre ha hecho y hace detonar tanto en la superficie como en subterráneos constituidos para ese fin.

## ***Medición de la sismicidad***

En la actualidad, existen dos escalas para medir un sismo. Una sirve para calcular la cantidad de energía liberada y la otra para medir la forma en que fue sentido por el hombre. Estas escalas son, la de *Richter* y la de *Mercalli Modificada*.

- **Richter:** Partió de un sismo que se originó a 100 km de distancia del sismógrafo y dejó impreso un trazo que midió una milésima de un milímetro. De esta forma, estableció un código convencional que consiste en ubicar en una magnitud de cero a un sismo que registre en el sismograma un trazo de una milésima de milímetro. Pero añadió un elemento de corrección, según el cual, un sismo que deje un trazo de un milímetro en el sismograma, tendría una magnitud de tres grados. Esta escala sirve para medir la magnitud en grados de la energía liberada.
  
- **Mercalli:** Creó un método para medir los sismos tomando como base los efectos que provocan éstos en el hombre (cómo este los siente) y en sus edificaciones; así como las transformaciones observables que provocan en la naturaleza. De esta manera, estableció una escala convencional de doce grados:
  - GRADO I = Perceptible sólo por sismógrafos.
  - GRADO II = Se percibe en pisos altos y por personas muy sensibles.
  - GRADO III = Se percibe con mucha dificultad en los interiores de edificios y casas.
  - GRADO IV = Se percibe dentro de casas y edificios, sobre todo por la oscilación de lámparas y algunos muebles livianos. Fuera de construcciones, es poco perceptible.
  - GRADO V = Dentro de las edificaciones se mueven con brusquedad lámparas, muebles, puertas, ventanas y se rompen vidrios. Fuera de construcciones se puede percibir.
  - GRADO VI = Dentro de casas y edificios los cuadros se caen, piezas de vajillas se rompen al caer o chocar, caen libros y objetos colocados en estantes. Se producen daños ligeros.
  - GRADO VII = Los ríos y lagos se encrespan y enturbian. La mayoría de objetos colgados caen; las campanas de la iglesia chocan y

suenan solas. Se producen daños leves en partes altas de algunas edificaciones.

- GRADO VIII = En las pendientes del suelo, aparecen grietas y en suelos húmedos, puede brotar agua. En las edificaciones se producen daños considerables. Los troncos de los árboles oscilan y hasta pueden caer. Los muebles se corren sobre el piso o se vuelcan.
- GRADO IX = Construcciones antisísmicas sufren daños. El resto de construcciones sufren severos daños. Las construcciones de madera pierden su alineamiento y se desprenden de sus bases.
- GRADO X = Los rieles del ferrocarril se curvan levemente, el pavimento y suelo sufren ondulaciones y agrietamientos. Los ríos y lagos se salen por sus bordes. La mayor parte de edificios que no son antisísmicos se dañan desde sus cimientos.
- GRADO XI = En el suelo se producen grietas considerables; en terrenos suaves y húmedos, surge agua. Los rieles del ferrocarril sufren curvaturas de consideración; muchas edificaciones de madera se desploman, algunos de los edificios de mampostería se desploman.
- GRADO XII = Muchos ríos se salen y desvían su cauce. Los lagos sufren cambios de ubicación, en algunos sitios se forman cataratas. Surgen protuberancias en algunas partes del suelo y la mayoría de edificaciones humanas se destruyen.

### ***Daños producidos por la sismicidad en la infraestructura***

Como consecuencia de un sismo intenso se pueden producir los siguientes daños:

- Deterioro de elementos estructurales.
- Caída de mobiliario con equipos e insumos.
- Deterioro de líneas vitales.

FIGURA 1  
DAÑOS EN ESTABLECIMIENTO DE SALUD DEL PRIMER NIVEL  
DE ATENCIÓN. MOQUEGUA: TERREMOTO DEL SUR DEL  
PERÚ. 2001



### 1.1.2 Tsunamis o maremotos

Los *tsunamis* son gigantescas olas en el mar que tienen gran amplitud, altitud y viajan muy rápido. Estas características le dan gran poder destructivo, especialmente en litorales muy bajos, extensos, con desembocaduras fluviales muy amplias.

Este fenómeno se puede producir a través de una ruptura brusca de un bloque del fondo marino, el cual desciende en forma abrupta y la masa de agua que está sobre él también desciende y al rebotar este inmenso bloque de agua en el fondo marino, genera una radiación de olas hacia los litorales a partir de ese punto y en forma de círculos concéntricos.

Otra de las causas, son las vibraciones de la corteza terrestre en el fondo marino, por razones obviamente sísmicas. Estas vibraciones, al igual que el viento en la superficie del mar, genera olas que visualmente pueden parecer normales.

También un *tsunami*, puede producirse por grandes erupciones volcánicas ocurridas en las profundidades del océano o en islas de formación volcánica. Estos volcanes, cuando hacen explosión, producen ondas expansivas que se traducen en grandes olas dentro de una masa acuática.

Entre las manifestaciones de un tsunami, se pueden destacar dos en especial:

- El desplazamiento de las olas hacia los litorales, las cuales van perdiendo velocidad y fuerza en la medida en que va disminuyendo el fondo marino, debido a que el roce con el litoral las frena.
- Aún habiendo perdido fuerza, el tsunami es capaz de desbordar las aguas e inundar tierras a varios kilómetros sobre el litoral, especialmente si la conformación geográfica lo favorece.

### ***Daños producidos por los tsunamis en los establecimientos de salud***

En general se identifican los siguientes daños:

- Los causados por las inundaciones.
- Desestabilización del establecimiento por socavación.
- Daños por humedecimiento.
- Deterioro de líneas vitales.

#### **1.1.3. Deslizamientos**

También conocidos como *derrumbe o remoción en masa*. Son fenómenos topográficos en los que el material de la superficie de la corteza terrestre (suelo, rocas, arena, etc.) se desplaza de las partes altas hacia las partes bajas de un cerro, movidos fundamentalmente por la fuerza de gravedad. Entre los deslizamientos, se dan los de movimiento rápido y los de movimiento lento.

Entre los **movimientos rápidos** son aquellos que se dan en pendientes muy empinadas y donde no existe sobrecarga de agua, sino caída constante de rocas y residuos que se van acumulando sobre la pendiente y conforman un talud que luego, se desplomará. Otro derrumbe rápido se da cuando una gran masa se desliza en segundos o minutos en forma discontinua.

En estos derrumbes, se ubican los desprendimientos, flujos de lodo y los hundimientos o desplomes.

**Desprendimientos:** Se desarrollan en planos inclinados y se dan en la base rocosa. Existen dos tipos: por deslizamiento y por corrimiento. El *desprendimiento por deslizamiento*, puede ser de tierra, de rocas y de escombros. Un desprendimiento por *deslizamiento de tierra* se presenta en montañas, durante el período húmedo o lluvioso, es decir, por una sobrecarga de agua. El *deslizamiento de rocas* es uno de los más peligrosos, por el tipo de material que se desliza. El *deslizamiento de escombros* es aquel movimiento de material no consolidado, después de intensas lluvias. Se da en las orillas de carreteras especialmente. Finalmente, el *desprendimiento por corrimiento* es el derrumbe de una pequeña parte de la sobrecarga, pero en un trecho muy corto.

**Flujo de lodo:** Es la mezcla de rocas, tierra y agua que se desprenden de un cerro muy árido, especialmente en laderas muy empinadas y cañones, después que ha ocurrido una precipitación muy intensa. Son movimientos muy violentos, debido a que no hay vegetación que contenga y amortigüe la velocidad y fuerza del desplazamiento.

**Hundimiento:** Es un movimiento rápido donde un manto de conformación rocosa desciende violentamente. Este, se da donde un sustrato muy débil soporta una masa rocosa sólida y fuerte. La característica es que origina otros desplomes sucesivos y forman abruptas pendientes. El hundimiento puede darse por la caída de fuertes y continuas lluvias sobre una masa rocosa, creando una sobrecarga.

Entre los **movimientos lentos** el más común es el que se da por reptación o resbalamiento. Se da en períodos muy largos y movilizan, en forma lenta y continua, grandes cantidades de material en el sentido de la pendiente. Su velocidad puede aumentar, ante la continuidad e intensidad de las lluvias y presencia de prolongadas pendientes.

### ***Daños producidos por los deslizamientos en la infraestructura***

En general se pueden producir los siguientes daños como consecuencia de los deslizamientos:

- Enterramiento parcial o total del establecimiento de salud u otra edificación.
- Daño estructural por asentamientos diferenciales.

- Interrupción de accesos.
- Deterioro de líneas vitales.

## **1.2. DESASTRES NATURALES DE ORIGEN HÍDRICO**

### **1.2.1. Inundaciones**

Es uno de los riesgos de desastre más frecuente debido a que en los márgenes y zonas naturales de los ríos (planicie inundable) es común encontrar asentamientos humanos de diversos estratos sociales y construcciones o cultivos de la más variada índole.

Se puede definir una inundación, como un aumento anormal en el nivel de las aguas, que provoca el desborde de los ríos y la cobertura temporal de las superficies de las tierras que se ubican en sus márgenes.

Entre las causas más comunes de las inundaciones están las de carácter natural:

- Lluvias persistentes sobre una misma zona (temporales) durante cierto lapso de tiempo.
- Lluvias muy fuertes, aunque sea por tiempo corto.
- Ascenso repentino de las mareas debido a temporales o tormentas.
- Obstrucción de los cauces de ríos debido a derrumbes o sismos.
- Rompimiento súbito de una gran represa que puede darse por una sobrecarga en el aumento del caudal de las aguas, o por sismo.

Las características de las zonas de inundación son: alto volumen de agua y otros elementos sobre el cauce de los ríos debido a la intensa precipitación; capacidad muy limitada de flujos de los cauces por la existencia de terrenos muy llanos; áreas sumamente bajas en las márgenes de los cauces inferiores de los ríos y zonas de precipitación continua.

Entre las *inundaciones*, existen las *predecibles*, es decir, aquellas que año tras año, en cierta época, se producen debido a que se registra una precipitación más densa. Las *impredecibles*, son aquellas que por diversas razones de orden meteorológico, la precipitación fue superior a la esperada normalmente.

Hay elementos que se pueden tomar en consideración, para saber el nivel de riesgo de inundación que presenta una zona:

- Áreas que generalmente presentan crecidas y el alcance territorial de esas crecidas (especialmente si el comportamiento es uniforme).
- Niveles máximos que han alcanzado las aguas en las crecidas, en las diversas zonas.
- Tiempo de permanencia de la inundación que puede variar según el tiempo de precipitación y topografía en las zonas inundadas.
- Fuerza de arrastre de las crecidas que dependen en alto grado, del declive del terreno donde se presenten.
- Cercanía entre el cauce y el área inundada.

Además existen otros tipos de inundación de corta duración, donde las aguas se salen del curso normal y cubren pequeñísimas áreas en los bordes del cauce. Esto es provocado por lluvias torrenciales en zonas relativamente altas y donde la velocidad de las aguas en su discurrir es mayor que en los cursos inferiores o zonas de menor altitud, además de la rápida saturación del suelo en esas zonas. Este tipo de inundación se da por la formación de cabezas de agua debido a los motivos ya citados, que originan desbordes.

Las inundaciones en general pueden dañar plantaciones, destruir puentes, casas u otras edificaciones especialmente de madera, así como podrían causar muertos y heridos. También pueden provocar deslizamientos o derrumbes.

### ***Daños producidos por las inundaciones en la infraestructura***

En general, se pueden producir los siguientes daños producto de inundaciones intensas:

- Daños por humedecimiento en elementos estructurales, insumos y equipos.
- Deterioro de líneas vitales.
- Asentamiento y/o colapso de edificaciones.

- Deterioro de tabiquería y pisos.
- Deterioro de muebles, ropa, documentos, archivos, etc.
- Daño de equipamientos e insumos.
- Deterioro y/o colapso de la cobertura.

FIGURA 2  
DAÑOS EN ESTABLECIMIENTO DE SALUD DEL PRIMER NIVEL DE  
ATENCIÓN. MADRE DE DIOS. INUNDACIONES. PERÚ. 1999.



### 1.2.2. Sequías

Las sequías se presentan debido a la inestabilidad en las precipitaciones pluviales, afectando principalmente la fertilidad de la tierra y consecuentemente la actividad agrícola propia de la zona. Entre las causas de las sequías tenemos:

- **Las naturales**, debido a las aceleradas transformaciones que está sufriendo el planeta el clima se comporta sumamente variable, generando poco o nula concentración de lluvias.
- **Las inducidas**. Entre estas causas se pueden citar:
  - a) La indiscriminada deforestación que genera peligrosos efectos colaterales, como la pérdida casi irrecuperable de zonas de acumulación de agua, la eliminación gradual y a

- mediano plazo de algunos causes de ríos de bajo caudal, la exposición de tierras a la erosión por quedar descubiertas.
- b) La apertura de tierras vírgenes no boscosas, pero con densa vegetación, para habilitar en gran escala la actividad agrícola y ganadera.
  - c) La modificación total o parcial del cause de los ríos más caudalosos, para la construcción de embalses de producción eléctrica, en esa búsqueda desesperada por sustituir de manera generalizada, los derivados del petróleo como fuente energética.

#### **Lecciones Aprendidas: Desastres Naturales y Establecimientos de Salud**

En la *etapa Antes* del Fenómeno El Niño 1998, se protegieron 424 establecimientos principalmente aquellos ubicados en la costa norte. Por efecto del Fenómeno El Niño, 557 establecimientos de salud fueron afectados, de los cuales cinco quedaron destruidos. El 60% de los establecimientos afectados estaban ubicados en los departamentos de la costa norte del Perú. En el año 2001, posterior al terremoto que afectó a los departamentos de Arequipa, Moquegua, Tacna y Ayacucho se registró que 246 establecimientos de salud requerían ser rehabilitados o reconstruidos por haber sufrido daño. Quedaron inhabilitados para continuar operando 19 establecimientos, debido a graves daños en su infraestructura.

## CAPÍTULO II

### CONDICIONES PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ESTABLECIMIENTO DE SALUD SEGURO

Según definición de la Organización Panamericana de la Salud - OPS se considera un establecimiento de salud seguro aquel que podría seguir funcionando en su misma infraestructura luego de sucedido un desastre, además de tener la capacidad de ampliación de su oferta en caso necesario.

La planificación de un proyecto de un establecimiento de salud debe considerar la amenaza de eventos extremos, en tal sentido es costo efectivo considerar las variables vinculadas a estos eventos desde el planteamiento del proyecto; en vez de invertir para protegerlo ante daños cuando las obras ya están concluidas. Por lo tanto, un establecimiento de salud seguro debe considerar desde su diseño todas las solicitudes a las que estará expuesto durante su funcionamiento.

El diseño de un nuevo establecimiento considerará el balance equilibrado que debe existir entre mitigación y prevención a todo nivel, para que los costos de instalación sean óptimos.

El proyecto para un establecimiento seguro debe considerar la ubicación, el diseño, la operación y mantenimiento, y los planes para desastres.

#### ***Ubicación***

La ubicación definitiva del establecimiento de salud debe hacerse luego de analizar la zonificación del área de su localización. Esta zonificación debe incluir un análisis de todos los eventos peligrosos con probabilidad de ocurrencia en la región y tomando en cuenta cada una de las medidas detalladas en el presente documento como recomendaciones específicas por evento.

El análisis del tipo e importancia de las vías de acceso, condiciones del área circundante y características de las redes de agua, alcantarillado, luz y teléfono también son importantes a tener en cuenta.

## ***Diseño***

Se basará en las normas o reglamentos de diseño arquitectónico vigentes para el sector salud y debe estar orientado a la optimización de las medidas de prevención y mitigación.

## ***Operación y mantenimiento***

Todo establecimiento de salud debe contar con un manual de operación y mantenimiento que detalle y especifique las medidas de limpieza, conservación, refacción y revisiones periódicas de cada uno de sus componentes. Debe incluirse además las recomendaciones para los sistemas de protección y acceso circundantes.

## ***Plan para desastres***

En su elaboración deben participar todos los trabajadores del establecimiento. Este plan debe incluir medidas estructurales, no estructurales y funcionales, coordinaciones con autoridades del sector y otras instituciones de la comunidad, articulación con las entidades de defensa o protección civil, y organización de redes de emergencia.

## **2.1. LA IMPORTANCIA DE LA SELECCIÓN DEL TERRENO PARA LA UBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE UN ESTABLECIMIENTO DE SALUD**

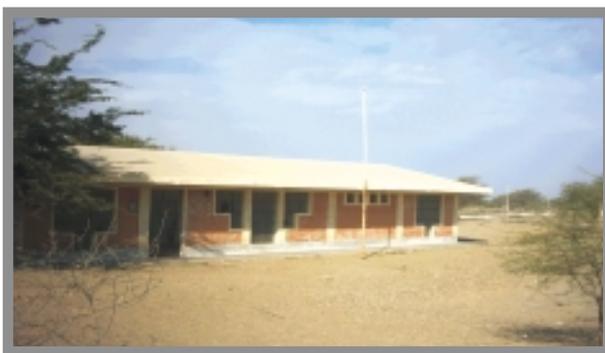
### ***El entorno físico***

Todo establecimiento de salud debe ubicarse en zonas que ofrezcan la mayor seguridad posible ante la ocurrencia de fenómenos naturales. Para seleccionar la mejor ubicación del terreno donde se asentará un establecimiento de salud debe considerarse:

- El terreno ubicado en una zona de expansión urbana deberá contar con estudios de sismología, geología, mecánica de suelos, y dinámica de suelos para los casos de construcción de hospitales de gran complejidad.
- El establecimiento de salud no se ubicará en las zonas de inundación de cursos de agua. Tampoco se ubicará en zonas bajas con respecto a áreas vecinas, en especial en las orillas de los ríos que desaguan cuencas de gran extensión, y en orillas de lagos cuyo nivel puede crecer considerablemente en época de lluvia.

- No se ubicará el establecimiento en áreas de deposición de materiales que bajan por los ríos y quebradas, evitándose sobre todo áreas cercanas a la boca de salida de cañones estrechos. Se evitarán ubicar al pie o borde de laderas inestables. Se tendrá especial cuidado si existe nieve o cuerpos de agua en la parte alta.
- No se ubicará el establecimiento de salud en zonas bajas de las quebradas que drenan las faldas de los volcanes, evitando así los daños por flujos volcánicos. Se tendrá en cuenta también, la velocidad y dirección de los vientos para evitar ubicar el establecimiento en zona de lluvia de cenizas como consecuencia de una erupción.
- No se ubicará el establecimiento de salud en zonas de inundación por tsunamis o maremotos. Se recomienda no ubicar a menos de 500 metros de la playa ni a menos de 15 m.s.n.m. Estos valores son referenciales y se requiere de un estudio particular para cada caso.

FIGURA 3  
ESTABLECIMIENTO DE SALUD UBICADO EN ÁREA INUNDABLE.  
CHATO CHICO - PIURA. PERÚ. 2005



## **Estudios de mecánica de suelos**

### **A. Importancia de los estudios**

El estudio de mecánica de suelos debe ser de carácter obligatorio para la construcción de toda edificación nueva destinada a establecimiento de salud.

Los estudios de mecánica de suelos sirven para investigar las propiedades físicas del suelo de cimentación, con la finalidad de determinar la capacidad admisible resistente del terreno, delimitar los asentamientos y brindar las recomendaciones necesarias para el tipo de cimentación más adecuada de tal forma que la infraestructura física del establecimiento sea segura con un costo razonable.

### **B. Información general de la zona**

Es necesario obtener información relevante del terreno donde se tiene programado edificar una ampliación o una nueva construcción de un establecimiento de salud, para lo cual se requiere:

- Información sobre uso anterior del terreno. Esto es importante porque el terreno puede estar cubierto de relleno, habiendo sido anteriormente: una cantera de materiales, cementerio, terreno pantanoso, relleno sanitario, vivero, tierra de cultivo, criadero de animales, zona de silo, etc.
- Información sobre eventos que hayan ocurrido en el pasado. Los datos que proporcionen los pobladores del lugar serán de suma importancia, ya que de alguna manera informarán sobre la presencia de huaycos, derrumbes o inundaciones.
- Información sobre terrenos cercanos al área de estudio. Por ejemplo, conocer si las edificaciones de terrenos cercanos han sufrido *asentamientos*, si los suelos al contacto con el agua se han expandido o si luego de un sismo se han producido agrietamientos en las estructuras.

### **C. Información preliminar del establecimiento**

Se requiere conocer:

- Tipo de establecimiento de salud.
- Ubicación.
- Anteproyecto arquitectónico.
- Área.
- Tipo de estructura.
- Número de pisos.
- Plano topográfico.

### **D. Problemas especiales de cimentación**

- **Suelos licuables.**- Es el fenómeno que se produce sobretodo en suelos arenosos limpios, con nivel freático alto, poco compacto y en zona de alta sismicidad. La consecuencia es la pérdida de la capacidad portante del terreno y por lo tanto la falla de los elementos estructurales. El ingeniero responsable podrá verificar la existencia de las condiciones que podría generar este fenómeno y analizará si el suelo es potencialmente licuable o no.
- **Suelos expansivos.**- Son suelos que al contacto con el agua incrementan su volumen dependiendo de la cantidad de mineral expansivo existente. Debe tenerse en cuenta que estos suelos se presentan, sobretodo, en la zona norte y nor-oriental del país y son conocidos como arcillas expansivas. El profesional responsable del estudio investigará si el suelo es potencialmente expansivo o no, de tal forma de evitar la construcción del establecimiento de salud en el lugar, o dar la recomendación para una cimentación adecuada.
- **Suelos colapsables.**- Son suelos que al contacto con el agua sufren asentamientos bruscos. Por lo general, tiene un cementante que al contacto con el agua se diluye y produce la falla del suelo, produciéndose el asentamiento que puede hacer colapsar la estructura.

## E. Otras consideraciones a tener en cuenta

- Condiciones de frontera, considerar las características similares de los suelos colindantes con el terreno en estudio. Para ello se debe tener especial cuidado en caso de que en los terrenos colindantes existan fallas, cavidades, rellenos o sean suelos licuables.
- No deberá existir en un radio de 100 metros, edificaciones con grietas, fisuras, asentamientos y desplomes originados por causas del terreno de fundación.
- Cimentación sobre rellenos: en la medida de las posibilidades se recomienda no construir sobre rellenos. Los rellenos se pueden clasificar en rellenos limpios tratables y rellenos contaminados con materia orgánica.
  - **Rellenos limpios:** Pueden estar constituidos por desmonte con mezclas de gravas, arenas, limos, cascote de ladrillos, cascote de concreto, bolonería, entre otros, excepto materia orgánica. Estos rellenos pueden tratarse compactándolos en capas y controlando su compactación según normas existentes.
  - **Rellenos contaminados y presencia de materia orgánica:** No debe considerarse cimentación alguna sobre esta clase de material. Por lo general, están conformados por restos de materia orgánica propensos a pudrirse con el tiempo dejando grandes vacíos. Antes de construir algún establecimiento de salud se debe remover todo este relleno si no es muy profundo, o en su defecto si el relleno contaminado tuviese gran potencia (muy profundo), se recomienda abandonar el lugar y buscar otro más adecuado.

## 2.2 RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD SISMORRESISTENTES

El diseño sismorresistente tiene como finalidad evitar la pérdida de vidas, minimizar el daño estructural y asegurar una continuidad de los establecimientos. Todo establecimiento de salud debe ser diseñado o adecuado para cumplir con la **Norma Técnica de Edificación NT-E030-2003 Diseño Sismorresistente (RM-079-2003-Vivienda)** que los clasifica como edificaciones esenciales.

### ***El sistema estructural resistente***

La estructura o sistema estructural resistente esta constituido por los elementos de sostenimiento de la edificación, los cuales son:

- Columnas.
- Vigas.
- Pórticos o marcos estructurales (formados de vigas y columnas).
- Muros estructurales (hechos en concreto armado, mampostería de bloques sólidos con marco de confinamiento).
- Cimientos.
- Tanques de almacenamiento.

Los elementos estructurales deben ser diseñados por ingenieros colegiados y siguiendo las normas de los materiales a usar así como la norma de diseño sismorresistente.

Figura 4  
Columnas (sistema de pórticos)



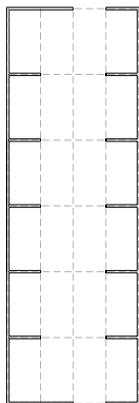
Figura 5  
Estructurales de concreto



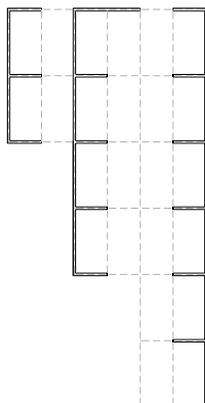
De acuerdo a su configuración estructural y tomando en cuenta las previsiones de la Norma Sísmica del RNC-E.030, las estructuras deben ser calificadas como regulares e irregulares:

**A. Estructuras regulares:** Son las que no tienen discontinuidades significativas horizontales o verticales en su configuración resistente a cargas laterales.

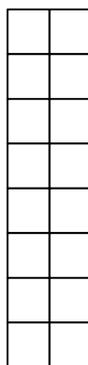
CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL



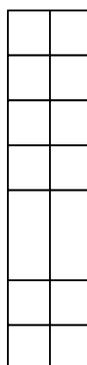
**Regular en  
Planta**



**Irregular en Planta**



**Regular en  
Altura**



**Irregular en  
Altura**

**B. Estructuras irregulares:** Son aquellas que presentan una o más de las características de irregularidad en altura o irregularidad en planta (ver tabla 4 y 5).

Por lo tanto, debe evitarse las irregularidades en planta y elevación en los edificios de establecimientos de salud. Ante la eventual ocurrencia de un sismo deberá considerarse que los pacientes se encuentran restringidos en desplazamiento y que toda evacuación trae consigo pérdidas humanas. Por esta razón estos edificios exigen respuesta sísmica de sus estructuras con un desempeño tal que consideren un nivel exigente en sismorresistencia respetando a plenitud la norma NTE-E030-2003.

Con la finalidad de dar a conocer todas las irregularidades que enfatiza la norma NTE-E030, se presenta a continuación las Tablas 4 y 5 de esta norma.

**TABLA 4 - NTE-E030**  
**IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA**

**Irregularidades de Rigidez - Piso blando**

En cada dirección la suma de las áreas de las secciones transversales de los elementos verticales resistentes al corte en un entrepiso, columnas y muros, es menor que 85 % de la correspondiente suma para el entrepiso superior, o es menor que 90 % del promedio para los 3 pisos superiores. No es aplicable en sótanos. Para pisos de altura diferente multiplicar los valores anteriores por  $(h_i/h_d)$  donde  $h_d$  es la altura diferente de piso y  $h_i$  es la altura típica de piso.

**Irregularidad de Masa**

Se considera que existe irregularidad de masa cuando la masa de un piso es mayor que el 150% de la masa de un piso adyacente. No es aplicable en azoteas.

**Irregularidad Geométrica Vertical**

La dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 130% de la correspondiente dimensión en un piso adyacente. No es aplicable en azoteas ni en sótanos.

**Discontinuidad en los Sistemas Resistentes**

Desalineamiento de elementos verticales, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento de magnitud mayor que la dimensión del elemento.

**TABLA 5 - NTE-E030**  
**IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA**

**Irregularidad Torsional**

Se considerará sólo en edificios con diafragmas rígidos en los que el desplazamiento promedio de algún entrepiso exceda del 50% del máximo permisible indicado en la Tabla N°8 del Artículo 15.1(NTE-E030).

En cualquiera de las direcciones de análisis, el desplazamiento relativo máximo entre dos pisos consecutivos, en un extremo del edificio, es mayor que 1.3 veces el promedio de este desplazamiento relativo máximo con el desplazamiento relativo que simultáneamente se obtiene en el extremo opuesto.

**Esquinas Entrantes**

La configuración en planta y el sistema resistente de la estructura, tienen esquinas entrantes, cuyas dimensiones en ambas direcciones, son mayores que el 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.

**Discontinuidad del Diafragma**

Diafragma con discontinuidades abruptas o variaciones en rigidez, incluyendo áreas abiertas mayores a 50% del área bruta del diafragma

### ***Demanda sísmica del sistema estructural***

Los sistemas estructurales<sup>1</sup> que resisten a las fuerzas vibratorias que produce un evento sísmico son función del material o materiales que los forman.

Para el caso que el sistema estructural presente una configuración regular, se clasifica en:

- Sistemas basados en estructuras de pórticos dúctiles resistentes a momentos de acero estructural.
- Sistemas basados en pórticos de acero con arriotes excéntricos.
- Sistemas basados en pórticos de acero con arriotes en cruz.
- Sistema de pórticos de concreto reforzado.
- Sistema dual (pórticos y muros estructurales) de concreto reforzado.
- Sistema de muros estructurales de concreto reforzado.
- Sistema basado en albañilería reforzada o confinada.
- Sistema basado en estructuras de madera.

Cada uno de estos sistemas posee características asociadas a su comportamiento luego de la primera falla o cedencia (fluencia del material) y que varía de uno a otro de manera que algunos resistirán más antes de llegar a su estado ultimo(colapso) y otros menos, característica que se refleja en un factor de reducción denominado R. Este factor experimenta una corrección en el caso de estructuras irregulares.

De acuerdo a la Norma de Diseño Sismo Resistente NTE-E030-2003 la pseudo aceleración espectral ( $S_a$ ) se define por:

Se define como:

$$S_a = \frac{ZUSC}{R} \cdot g$$

---

<sup>1</sup> Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente, predominante en cada dirección.

Donde:

Z = Factor de Zona (ver Figura 1) = 0.40 en zona 3.

U = 1.5 (Factor de Uso: Categoría A uso esencial).

S = Factor de suelo.

R = Factor de Reducción en sistema dual.

$g = 9.81$  (aceleración de la gravedad en  $m/s^2$ ).

C =  $F(T, T_p)$  (Factor de Amplificación sísmica, función de Periodos).

$C = 2.5 (T_p/T) \leq 2.5$ .

T = Periodo de la estructura.

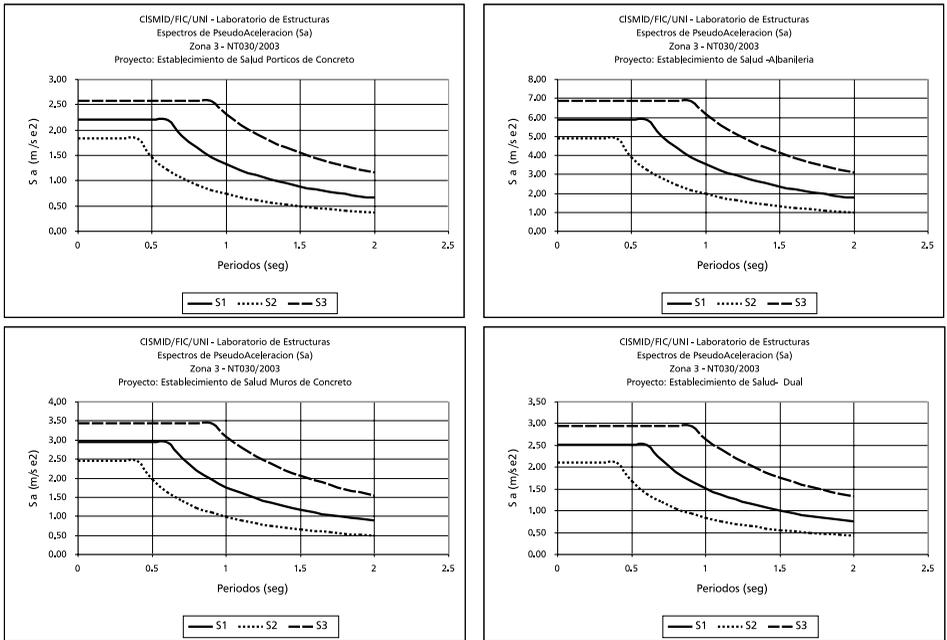
$T_p$  = Periodo de vibración del suelo.

Figura 6  
Zonificación Sísmica



A manera de ejemplo la Figura 7 muestra los valores de pseudo aceleración en cuatro tipos de sistema estructural para la zona 3 (costa del Perú). Aquí los diferentes tipos de líneas corresponde a diferentes competencias de los suelos bajo la cimentación del edificio. Así los suelos del tipo S1 (rígidos) son mejores que los suelos S3 (flexibles). Por su naturaleza, estos últimos serán más susceptibles a la vibración sísmica.

Figura 7  
Espectros de pseudo aceleración (Sa) en Zona 3



Utilizando las Figura 2 es posible hallar la fuerza sísmica basal de demanda para el establecimiento de salud:

$$V = \text{Masa} \cdot Sa = \frac{\text{Peso}}{g} \cdot \frac{Z_{USC}}{R} \cdot g = \frac{Z_{USC}}{R} \cdot \text{Peso}$$

La fuerza sísmica basal de demanda es una proporción del Peso del edificio, (a más peso más fuerza, a menos peso menos fuerza). Los detalles sobre la distribución de la fuerza V en altura, así como calcular el peso son tratados en la NTE-E030-2003.

**Limitaciones en el movimiento del sistema estructural**

Las estructuras de los establecimientos de salud inevitablemente sufrirán deformaciones en sus componentes estructurales durante un evento sísmico. Estas deformaciones originaran en la edificación, en mayor o menor grado la aparición del daño en la estructura a través de fisuras,

aperturas, pérdida de rectitud del elemento, explosión del componente etc. Para evitar que esto suceda se debe de limitar las deformaciones en los pisos del sistema estructural, ya que de no respetar los desplazamientos máximos durante la demanda sísmica se tendrá daño estructural en el sistema.

Para el calculo del desplazamiento máximo de demanda se multiplican los desplazamientos del análisis estructural elástico por 0.75 R, diagnosticándose de esta forma el desplazamiento máximo durante el evento sísmico. Este desplazamiento máximo deberá ser menor que el valor exigido en la Tabla 8 de la NTE-E030/2003.

TABLA 8 - NTE-E030	
Límites para desplazamientos laterales de entre pisos	
Concreto armado	0.007 $\Delta_r/h_{ei}$
Acero	0.010 $\Delta_r/h_{ei}$
Albañilería	0.005 $\Delta_r/h_{ei}$
Madera	0.010 $\Delta_r/h_{ei}$

$\Delta_r$  es el desplazamiento relativo del entrepiso y  $h_{ei}$  la altura del entrepiso.

## 2.3. CONSIDERACIONES PARA EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL

### A. Análisis por cargas de gravedad

#### *Coordinación y preparación del equipo de profesionales.*

Para lograr que el proyecto estructural funcione en su integridad bajo las consideraciones generales, es necesaria la coordinación del equipo de profesionales involucrados en el diseño integral del establecimiento de salud. La coordinación entre administradores, proveedores de equipo, personal MINSA, arquitectos, ingenieros civiles, mecánicos, eléctricos, sanitarios, electrónicos, sistemas de seguridad, debe ser continua a fin de evitar decisiones que pudiesen causar variaciones en el sistema estructural original.

### ***De las cargas permanentes***

Consisten en el peso propio de los elementos estructurales (vigas, columnas, placas, losas, pisos, tabiques, etc.) y de los equipos fijos que se incorporan a la estructura del edificio. Es sumamente importante el conocimiento del peso de los equipos fijos, para lo cual es importante la coordinación con los proveedores de equipos industriales que albergara en talleres, pabellones y otros.

### ***Cargas vivas y equipos móviles***

Las cargas vivas deben ser aquellas que causen los máximos requerimiento de carga debido a los ocupantes y equipos móviles. Para ello debe considerarse una distribución de la carga que según un arreglo predeterminado originen los máximos momentos, cortantes y cargas axiales en los elementos. Los valores mínimos para cargas vivas deben de respetar los límites que presenta la norma NTE-E060 RNC y todas las recomendaciones y modificaciones que figuren en este.

Son recomendadas las siguientes sobrecargas mínimas para el caso de establecimientos de salud:

- Laboratorios y áreas de servicio      300 Kg/m<sup>2</sup>.
- Pabellón de enfermos                      200 Kg/m<sup>2</sup>.
- Corredores y escaleras                    400 Kg/m<sup>2</sup>.
- Zonas de estacionamiento                500 Kg/m<sup>2</sup>.
- Almacenaje                                    500 Kg/m<sup>2</sup>.
- Salas de archivo de bibliotecas        750 Kg/m<sup>2</sup>.
- Salas de lectura de bibliotecas        300 kg/m<sup>2</sup>.

Para el caso de cargas vivas provenientes de maquinarias que excedan los 500 Kg., deberán ser diseñados para soportar su peso especificado por el fabricante o proveedor, como si fuese carga concentrada.

### **B. Análisis por cargas de sismo**

Para la determinación de las cargas de sismo deberá considerarse como base la norma técnica E-030 2003 de diseño sismoresistente y sus modificaciones la misma que aparece en el Reglamento Nacional de Construcciones. Deberá considerarse que los establecimientos de salud son edificaciones que clasifican como edificaciones tipo A, edificaciones esenciales y se tomaran los parámetros correspondientes para la sismoresistencia del edificio.

### C. Análisis por cargas de viento

En lugares donde se presenten fuertes ráfagas de viento y de acuerdo al mapa eólico debe considerarse en el diseño del edificio las cargas de viento. El viento debe asumirse como una carga horizontal en especial en aquellos edificios sensibles a los efectos de viento que tengan una relación altura / ancho mayor que 5.

- **Flujo típico de viento:** Son lentos o desacelerados a medida que se acercan al edificio, produciéndose una presión positiva en la cara que da al flujo (cara a barlovento). Cuando el edificio obstruye el paso del viento el flujo se vuelca alrededor de las esquinas y techo originándose una presión negativa o succión en los muros extremos y cierta porción de los techos (caras a sotavento y barlovento).
- **Velocidad del viento:** Para el análisis estadístico de las velocidades máximas de viento, los datos deben ser confiables y oficiales; en el Perú el SENAMHI es la entidad encargada de procesar y recoger esta información y estimar su probabilidad de ocurrencia, plasmando esta información en mapas eólicos regionales. El diseñador debe de considerar el mapa eólico de la zona en particular donde el establecimiento de salud será construido.
- **Presión de diseño:** La ocurrencia de presiones o succiones (p) debidas al viento en superficies verticales, horizontales o inclinadas de una edificación serán consideradas simultáneamente y se supondrán perpendiculares a la superficie sobre la cual actúan. La carga de viento depende de la forma del edificio. Se define la carga «p» por unidad de superficie ( $\text{Kg}/\text{m}^2$ ) como:

$$p = C_p C_r q$$

Donde:

$C_p$  = coeficiente de presión.

$C_r$  = coeficiente de ráfaga.

q = presión dinámica =  $0.005 v^2$  dado v en Km./hr y definida en el Mapa Eólico.

En ningún caso se tomaran presiones dinámicas menores de  $q = 15 \text{ Kg}/\text{m}^2$ .

El coeficiente de presión se calcula a partir de evaluar los coeficientes de presión interna ( $C_{pi}$ ) y el coeficiente de presión externa ( $C_{pe}$ ). Por lo tanto, el coeficiente de presión,  $C_p$ , esta dado por:

$$C_p = C_{pe} - C_{pi}$$

Cuando el porcentaje de abertura ( $n$ ) en alguna de las paredes de la construcción sea mayor de 30%, las presiones o succiones consideran  $C_{pi}$  como sigue:

- Si la abertura es al lado de barlovento  $C_{pi} = 0.80$ .
- Si la abertura es al lado de sotavento  $C_{pi} = -0.50$ .

Cuando  $n$  sea menor que el 30% considere :

- Si la abertura es al lado de barlovento  $C_{pi} = 0.80 n / (30 \pm (1-n/30))$ .
- Si la abertura es al lado de sotavento  $C_{pi} = -0.50 n / (30 \pm (1-n/30))$ .
- Si no hay aberturas se tomara  $C_{pi} = \pm 0.30$ .

Cuando se considere que la dirección de ataque del viento es completamente perpendicular al edificio, el coeficiente de presión externa ( $C_{pe}$ ) tomara los siguientes valores:

- Si el muro se encuentra en la cara a barlovento y perpendicular a la dirección del viento  $C_{pe} = +0.90$ .
- Si el muro se encuentra en la cara a sotavento y perpendicular a la dirección del viento  $C_{pe} = -0.50$ .
- Si el techo se encuentra inclinado un ángulo  $q$  respecto de la horizontal y en la cara a barlovento, el valor de **C<sub>pe</sub>** se determina de la siguiente tabla:

El Coeficiente de Ráfaga  $C_r$  para estructuras cuya esbeltez o dimensiones horizontales reducidas, y cuyos periodos de vibración largos favorecen la ocurrencia de vibraciones, por ejemplo edificios con relación altura / ancho de 5 y periodo fundamental de 2 segundos con alturas mayores de 20 m. se recomienda usar un valor  $C_r = 1.7$ . En el caso de edificaciones que posean esbeltez y periodos menores a los especificados puede utilizarse un coeficiente de ráfaga  $C_r = 1.0$ .

TABLA 1  
VALORES DE Cpe PARA CARA INCLINADA EN LADO A BARLOVENTO

$\theta$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Cpe	-1.0	-0.8	-0.4	0	+0.4	+0.5	+0.6	+0.7	+0.8	+0.9

#### D. Análisis por cargas de nieve

Es recomendable que en los techos de las estructuras que se encuentren a una altitud de más de 3000 m. sobre el nivel del mar, sean diseñadas para una sobrecarga de nieve de un peso específico no menor de 150 kg/m<sup>3</sup> y un espesor de 30 cm.

#### 2.4. CONSIDERACIONES DE DISEÑO DE ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO

Los requerimientos de diseño de estructuras de concreto armado deben seguir las recomendaciones de la Norma Técnica E-060 del Reglamento Nacional de Construcción o las recomendaciones de la Norma de Construcciones en Concreto Estructural ACI-318-00.

Para el diseño de elementos de concreto armado se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones según tipo de material:

**Cemento:** El que será utilizado debe cumplir con las recomendaciones ITINTEC para cementos o alguna de las siguientes especificaciones:

- *Specification for Portland Cement* (ASTM C150).
- *Specification for Blended Hydraulic Cements* (ASTM C 595M) excluyendo los tipos S y SA.
- *Specification for Expansive Hydraulic Cement* (ASTM C845).
- *Performance Specification for Hydraulic Cement* (ASTM C1157).

**Agregados:** Deben cumplir con los requisitos de la Norma ITINTEC 400.037 o con una de las siguientes especificaciones:

- *Specification for concrete aggregates* (ASTM C33).

- *Specification for Lightweight Aggregates for structural concrete* (ASTM C-330).
- El tamaño máximo nominal del agregado grueso no deberá ser mayor de:
  - o Un quinto de la menor dimensión entre caras de encofrados.
  - o Un tercio del peralte de la losa o,
  - o Tres cuartos del espacio libre mínimo entre barras individuales de refuerzo, paquetes de barras, paquetes de cables o ductos.

**Agua:** Aquella empleada en el mezclado del concreto debe ser limpia y estar libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias nocivas para el concreto o el refuerzo. No debe utilizarse agua no potable en el concreto a menos que se cumpla con las siguientes condiciones:

- La dosificación del concreto se basará en mezclas de concreto con agua de la misma fuente.
- Los cubos de mortero para ensayos, hechos con agua no potable, deben tener resistencias a los 7 y 28 días de por lo menos 90% de la resistencia de muestras similares preparadas con agua potable. La comparación de los ensayos de resistencia debe hacerse en morteros idénticos, excepto por el agua de mezclado, preparados y ensayados de acuerdo con la norma ATSM C109.

### ***Acero de refuerzo***

- El refuerzo debe tener corrugaciones, excepto en zunchos o cables en los cuales se puede utilizar refuerzo liso; el refuerzo consistente en acero estructural o en tubos y cañerías de acero se permite de acuerdo a las especificaciones del Capítulo 3 – ítem 3.5 de la Norma ACI-318-00.
- La soldadura de las barras de refuerzo debe estar de acuerdo al *Structural Welding Code – Reinforcing Steel ANSI/AWS D1.4 de la American Welding Society*.
- Las barras de refuerzo corrugado deben cumplir con alguna de las siguientes especificaciones:
  - Especificaciones para barras de acero con resaltes para concreto armado ITINTEC 341.031.

- Especificaciones para barras de acero de baja aleación ASTM A706.
  - *Specification for deformed and plain billet –Steel Bars for Concrete Reinforcement* (ASTM A615M).
  - *Specification for Rail-Steel and Axle – Steel Deformed bars for concrete Reinforcement* (ASTM A996).
- Podrán emplearse barras de refuerzo con un esfuerzo de fluencia especificada  $f_y$  que excede 4200 kg/cm<sup>2</sup>, siempre que  $f_y$  es el esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de 0.35 % y las barras cumplan con las especificaciones nombradas en el ítem anterior.
  - Las mallas de refuerzo para concreto deberán cumplir las especificaciones ASTM A 184M, *Specification for Fabricated Deformed Steel Bar Mats for Concrete Reinforcement*.
  - La malla soldada de alambre liso para refuerzo de concreto debe cumplir con la especificación ITINTEC 350.002 excepto que para alambre con una resistencia de fluencia especificada  $f_y$  superior a 4200 kg/cm<sup>2</sup>,  $f_y$  es el esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de 0.35 %. Las intersecciones soldadas no deberán espaciarse mas de 30 cm. de la dirección del refuerzo principal en flexión.

### ***Durabilidad***

De acuerdo a las condiciones de suelos, geografía del establecimiento de salud condiciones climáticas deberá de considerarse la existencia de factores externos que alteran la durabilidad del concreto. De acuerdo al caso deberá prepararse concretos resistentes a condiciones de congelación y deshielo, a suelos y aguas con sulfatos o para prevenir la corrosión del refuerzo.

Los concretos sometidos a estos agentes externos deberán ser diseñados de acuerdo a las recomendaciones del ítem 4.4 de la NT-E60 o de acuerdo al capítulo 4 de las especificaciones ACI-318/00.

### ***Evaluación y aceptación del concreto***

- Deberá seleccionarse los tipos de concretos utilizados en la obra de acuerdo al elemento estructural, condiciones de preparación,

agregados y resistencia. Para cada tipo deberá de tomarse muestras para realizar ensayos de resistencia en compresión.

- La frecuencia de toma de muestras del concreto colocado cada día deberán ser tomadas como sigue:
  - No menos de una muestra de ensayo por día.
  - No menos de una muestra de ensayo por cada 50 metros cúbicos de concreto colocado.
  - No menos de una muestra por cada 300 m<sup>2</sup> de área de losa.
  - No menos de una muestra de ensayo por cada cinco camiones en caso de concreto premezclado.
  - Si el volumen total del concreto sea tal que la frecuencia de ensayos requerida por el párrafo anterior sea menos de 5 ensayos por tipo, el supervisor ordenará la toma de muestras por lo menos en cinco tandas seleccionadas al azar.
- Las muestras serán tomadas de acuerdo al procedimiento indicado por la norma ITINTEC 339.036 y moldeadas de acuerdo a la norma ITINTEC 339.033.
- Las muestras deberán ser remitidas a un laboratorio reconocido para ser ensayadas.
- Las muestras curadas en el laboratorio seguirán las recomendaciones de la norma ASTM C192 y ensayadas de acuerdo a la norma ITINTEC 339.034.
- Los ensayos de resistencia a la compresión a los 28 días, para probetas curadas en el laboratorio será satisfactoria si:
  - El promedio de 3 ensayos es igual o mayor que la resistencia de diseño.
  - Ningún ensayo individual de resistencia está por debajo de la resistencia de diseño en mas de 35 kg/cm<sup>2</sup>.
- La supervisión puede solicitar resultados de ensayos de resistencia a la compresión de muestras curadas en obra, a fin de verificar la calidad del proceso de curado y protección del concreto. Deberá de considerarse la mejora de procesos de protección y curado si la resistencia a la compresión promedio de las muestras curadas en obra es menor al 85% de las probetas curadas en el laboratorio.

Este requisito podrá desprejarse si las probetas curadas en obra es mayor en 35 kg/cm<sup>2</sup> a la resistencia de diseño.

- De existir valores de resistencia a la compresión de probetas curadas en el laboratorio por debajo de la resistencia de diseño en mas 35 kg/cm<sup>2</sup> o los resultados de las probetas curadas en obra indican deficiencias en protección, deberá seguirse el procedimiento planteado en la NT-E60 ítem 4.6.6 o las recomendaciones del ítem 5.6.5 del ACI-318/00, a fin de extraer muestras de concreto endurecido del área cuestionada, de acuerdo a la especificación ASTM C42.

### ***Concreto en obra***

- Deberá realizarse un proceso de verificación de cotas de los encofrados, dimensiones y ubicación del acero de refuerzo, superficies de encofrados, equipos de mezclado y vibración, antes del vaciado del concreto.
- El mezclado de los materiales se realizará en una mezcladora aprobada por la supervisión capaz de lograr la combinación de los materiales, formando una masa uniforme y descargando el concreto sin segregación.
- El transporte del concreto de la mezcladora a la ubicación en la estructura se realizará tan rápido como sea posible y previniendo la segregación o pérdida de material. En el caso de camiones mezcladores, su operación deberá cumplir la norma ASTM C-94.
- La colocación del concreto deberá efectuarse mediante una operación continua en lo posible en su ubicación final a fin de evitar segregación. Durante la colocación podrán usarse separadores temporales internos en los encofrados a fin de alcanzar niveles deseados de concreto, los mismos que podrán retirarse.
- A fin de proteger el concreto, se evitará colocarlo durante lluvias, nevadas o granizadas. Cuando la temperatura media del ambiente esté por debajo de 5°C deberá considerarse los requisitos generales para climas fríos expuestos en la NT-E060, título 5.9. Si la temperatura media ambiente está por encima de 29°C deberán considerarse los requisitos generales en climas cálidos expuestos en la NT-060, título 5.10 del Reglamento Nacional de Construcciones.

### ***Encofrados, elementos embebidos y juntas de construcción***

- Los encofrados deberán permitir la definición de la forma, nivel, alineamiento y dimensiones del elemento estructural. Estos deberán ser adecuadamente arriostrados y ser lo suficientemente impermeables para impedir pérdida de lechada o concreto. Los encofrados deberán ser diseñados y contruidos para resistir la carga de construcción vertical, horizontal y de impacto. Asimismo deberá considerar la interacción y unión de los puntales a sus apoyos.
- Los encofrados deberán considerar requerimientos de deflexión, contraflecha, excentricidad y subpresión.
- El diseño de los encofrados considerará la velocidad de colocación y el procedimiento de colocación del concreto.
- Los requerimientos de elementos embebidos y juntas de construcción se desarrollarán de acuerdo a los ítems 6.3 y 6.4 de la NT-E060 del Reglamento Nacional de Construcciones.

### ***Detalles de refuerzo***

- Los requerimientos de detalles de refuerzo como doblado de ganchos, diámetros mínimos de doblado, espaciamiento de refuerzo y otros, seguirán las recomendaciones del capítulo 7 la NT-E060 del Reglamento Nacional de Construcciones o las recomendaciones del capítulo 7 de la norma ACI-318/00.
- El recubrimiento mínimo de concreto al refuerzo será el siguiente para elementos vaciados en obra:
  - Concreto vaciado contra el suelo o en contacto con agua de mar: 7.5 cm.
  - Concreto en contacto con el suelo o expuesto al ambiente:
    - Barras de 5/8" o menores: 4 cm.
    - Barras de 3/4" o mayores: 5 cm.
- Concreto no expuesto al aire libre ni en contacto con el suelo:
  - Losas aligeradas: 2 cm.
  - Muros o muros de corte: 2 cm.

- Vigas y columnas: 4 cm.
- Cáscaras y láminas plegadas: 2 cm.
- En losas estructurales donde el refuerzo por flexión se extienda en una dirección, deberá proporcionarse refuerzo perpendicular al refuerzo de flexión para resistir los esfuerzos de contracción y temperatura. Las cuantías mínimas sugeridas son las siguientes:
  - Losas donde se usan barras lisas: 0.0025.
  - Losas con barras corrugadas o mallas soldadas de alambre (corrugado o liso) con:  
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ : 0.0018
  - Losas donde las barras corrugadas con:  
 $f_y < 4200 \text{ kg/cm}^2$ : 0.0020
  - Losas donde se use refuerzo con  $f_y > 4200 \text{ Kg/cm}^2$  medida a una deformación unitaria de 0.35%:  $0.0018(4200/f_y)$ .
- Las barras longitudinales de columnas se empalmarán de preferencia dentro de los 2/3 centrales de la altura del elemento con una longitud mayor o igual a  $0.007f_y \cdot d_b$  y no menor a 30 cm, donde  $d_b$  = diámetro de la barra.
- Las barras longitudinales deberán estar confinadas por estribos cerrados (denominado refuerzo transversal, para resistir corte y torsión). En columnas se usarán estribos de 3/8" como mínimo para el caso de barras longitudinales de 1" y de 1/2" de diámetro para el caso de barras de diámetros mayores. El espaciamiento máximo entre estribos debe ser de 8 diámetros de la barra longitudinal más pequeña, 24 veces el diámetro de la barra del estribo, 1/4 del peralte efectivo del elemento ó 30 cm. El primer estribo debe estar situado a no más de 5 cm. de la cara del elemento de apoyo.
  - La longitud de desarrollo de barras corrugadas sujetas a tracción ( $l_{db}$ ) será la mayor de:

$$l_{db} = 0.06 A_b f_y \sqrt{f'_c} \quad l_{db} = 0.06 d_b f_y$$

- La longitud de desarrollo de barras corrugadas sujetas a compresión ( $l_{db}$ ) será la mayor de:

$$l_{db} = 0.08 d_b f_y \sqrt{f'_c} \quad l_{db} = 0.004 d_b f_y$$

### ***Módulo de elasticidad***

- Para concretos de peso normal el módulo de elasticidad del concreto ( $E_c$ ) se determina con la siguiente formula:

$$E_c = 15000 \sqrt{f'_c} \text{ dado en kg/cm}^2$$

- El modulo de elasticidad del acero de refuerzo ( $E_s$ ) podrá considerarse como:

$$E_s = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

### ***Resistencia requerida***

La resistencia requerida «U» deberá ser igual o mayor que las cargas amplificadas indicadas, verificando cuando una o más cargas no actúan simultáneamente.

$$U = 1.4 D + 1.7 L.$$

$$U = 1.2 D + 1.6 L + 0.5 (S \text{ o } R).$$

$$U = 1.2 D + 1.6 (S \text{ o } R) + (1.0 L \text{ o } 0.8 W).$$

$$U = 1.2 D + 1.6 W + 1.0 L + 0.5 (S \text{ o } R).$$

$$U = 1.2 D + 1.0 E + 1.0 L.$$

$$U = 0.9 D + 1.6 W.$$

$$U = 0.9 D + 1.0 E.$$

Donde:

D = Carga muerta.

E = Carga debidas a los sismos.

L = Carga vivas, incluyendo impacto si lo hay.

R = Cargas debidas a lluvias.

S = Cargas debidas a nieve.

W = Carga debida al viento.

### **Resistencia de diseño**

La resistencia de diseño proporcionada por un elemento, sus conexiones con otros elementos, así como sus secciones transversales en términos de flexión carga axial, cortante y torsión, deberá tomarse como la resistencia nominal multiplicada por un factor  $\phi$  que deberá tomarse como sigue:

- Para flexión sin carga axial,  $\phi = 0.90$ .
- Para flexión con carga axial de tracción,  $\phi = 0.90$ .
- Para flexión con carga de compresión y para compresión sin flexión:
  - Elementos con refuerzo en espiral,  $\phi = 0.70$ .
  - Otros elementos,  $\phi = 0.65$ . Excepto para valores reducidos de carga axial,  $\phi$  puede incrementarse linealmente hasta  $\phi = 0.90$ , conforme la deformación unitaria neta en tracción en el acero en la fibra extrema aumente desde el límite de deformación unitaria controlada por compresión hasta 0.005.
- Para corte y torsión,  $\phi = 0.85$ .
- Para aplastamiento en el concreto,  $\phi = 0.70$ .

### **Control de deflexiones**

El peralte (h) mínimo para no verificar deflexiones recomendados por la NT-E60 del Reglamento Nacional de construcciones es:

- Losas aligeradas continuas con viguetas de 10 cm. de ancho, bloques de ladrillos de 30 cm. de ancho y losa superior de 5 cm. con sobrecargas menores a 300 kg/m<sup>2</sup> y luces menores a 7.3 m.

$$h \geq L/25$$

- Losas macizas continuas con sobrecarga menores a 300 kg/m<sup>2</sup> y luces menores de 7.5 m.

$$h \geq L/30$$

- Vigas que forman pórticos.

$$h \geq L/16$$

En cualquier otro caso deberá verificarse las deflexiones inmediatas y las deflexiones diferidas de acuerdo al procedimiento planteado en los ítems 10.4.2 y 10.4.3 de la norma E-60 del RNC.

### ***Diseño por flexión***

- El diseño de elementos en flexión se basa en las recomendaciones e hipótesis de diseño presentados en el capítulo 11 de la norma NTE-60 del Reglamento Nacional de Construcciones.
- La relación ancho a peralte de las vigas no deberá ser menor que 0.3.
- El peralte efectivo (d) deberá ser menor o igual que  $1/4^{1/4}$  de la luz libre.
- El ancho de las vigas no será menor que 25 cm., ni mayor que el ancho de la columna (medida en un plano perpendicular al eje de la viga) más tres cuartos del peralte de la viga de cada lado.
- El área de refuerzo de secciones rectangulares se calcula con la siguiente formula:

$$A_{s_{\min}} = 0.7 \sqrt{f'c} b d / f_y$$

- La cuantía máxima de refuerzo no debe exceder 0.025

### ***Diseño por flexocompresión***

- El diseño de elementos sujetos a la combinación de carga axial y momentos (flexocompresión) se basa en las recomendaciones e hipótesis de diseño presentados en el capítulo 12 de la norma NTE-60 del RNC.
- En los elementos sujetos a flexocompresión con cargas de diseño  $\phi P_n$  menores a  $0.10 f'c A_g$  o  $\phi P_b$ , la cuantía máxima de refuerzo deberá cumplir con las recomendaciones del capítulo 11 de la norma NTE-60 del RNC.
- La resistencia de diseño ( $\phi P_n$ ) de elementos en compresión no se tomará mayor que:

- Elementos con espirales:

$$\phi P_{n_{\max}} = 0.85 f (0.85 f'c (A_g - A_{st}) + A_{st} f_y)$$

- Elementos con estribos:

$$\phi Pn_{\max} = 0.80 \phi (0.85f'c(Ag-Ast)+Ast f_y)$$

- Toda sección sujeta a flexocompresión se diseñará para el momento máximo que pueda actuar con dicha carga.
- La carga axial última «Pu» para una excentricidad dada no excederá el valor de  $\phi Pn_{\max}$ .
- La cuantía de refuerzo longitudinal ( $\rho$ ) no será menor que 0.01 ni mayor que 0.06. Cuando la cuantía no exceda 0.04, los planos deberán incluir detalles constructivos de la armadura en la unión viga columna.
- La resistencia a flexión de las columnas deben satisfacer la siguiente ecuación:

$$\Sigma Mc \geq (6/5) \Sigma Mv$$

Donde:

$\Sigma Mc$  = Suma de los momentos en las caras del nudo correspondiente a la resistencia nominal a flexión de las columnas que confluyen en dicho nudo. La resistencia en flexión de la columna debe calcularse para la fuerza axial factorizada, consistente con la dirección de las fuerzas laterales consideradas que de la mas baja resistencia a la flexión.

$\Sigma Mv$  = Suma de los momentos en las caras del nudo correspondiente a la resistencia nominal a flexión de las vigas que llegan a dicho nudo.

- Deberán considerarse los efectos de segundo orden mediante el procedimiento presentado en el ítem 12.10.2 de la norma NT-E060 del Reglamento Nacional de Construcciones.

### ***Diseño por corte y torsión***

- El diseño de elementos en sujetos a corte y torsión se basa en las recomendaciones e hipótesis de diseño presentados en el capítulo 13 de la norma NTE-60 del RNC.
- Las secciones transversales de elementos sujetos a fuerza cortante se diseñan en base al siguiente criterio:

$$Vu \leq \phi Vn$$

Donde «Vu» es la resistencia requerida por corte en la sección analizada y «Vn» es la resistencia nominal al corte de la sección, la misma que está conformada por la contribución del concreto y del acero de refuerzo:

$$V_n = V_c + V_s.$$

- La contribución del concreto en la resistencia al corte se evalúa como sigue:

- Para miembros sujetos a corte y flexión:

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} b_w d$$

- Para miembros sujetos a corte, flexión y compresión axial:

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} b_w d (1 + 0.0071 N_u / A_g)$$

- Para miembros sujetos a corte, flexión y tracción axial:  $V_c = 0$ .

- La contribución del acero en la resistencia al corte se evalúa:

- Cuando se utilice estribos perpendiculares al eje del elemento:

$$V_s = (A_v f_y d) / s$$

Donde:

$A_v$  = Área del refuerzo de corte; y

$s$  = Espaciamiento.

- Cuando se utilice una barra individual o grupo de barras paralelas todas dobladas a la misma distancia del apoyo:

$$V_s = A_v f_y \sin(\alpha) \leq 0.8 \sqrt{f'_c} b_w d$$

- La resistencia al cortante «Vs» no deberá considerarse mayor que  $2.1 \sqrt{f'_c} b_w d$

- El espaciamiento del refuerzo por corte colocado perpendicularmente al eje del elemento no deberá ser mayor que 0.5 d ni de 60 cm.
- Cuando «Vs» exceda  $1.1 \sqrt{f'_c} b_w d$  el espaciamiento máximo deberá reducirse a la mitad.

### ***Recomendaciones adicionales***

- Para el diseño de vigas de gran peralte o de gran espesor deberá seguirse las recomendaciones del capítulo 14 de la norma NT-E060 del RNC.
- Las recomendaciones para el diseño de muros y muros de corte a seguir, serán las dadas en el capítulo 15 de la norma NT-E060 del RNC.
- Para el diseño de zapatas se seguirán las recomendaciones del capítulo 16 de la norma NT-E060 del RNC.

## CAPÍTULO III

### MEDIDAS DE MITIGACIÓN ANTE DESASTRES NATURALES DE ORIGEN HÍDRICO

Las amenazas de origen hídrico que afectan con mayor frecuencia los establecimientos de salud, son las inundaciones producidas por desbordes de los ríos y por lluvias torrenciales que caen directamente sobre los mismos.

Los daños en establecimientos de salud, ante la ocurrencia de inundaciones, dependen de su grado de exposición a la amenaza, de las características de la infraestructura y de la disposición de sus ambientes, las cuales están directamente relacionadas a:

- Ubicación sobre áreas potencialmente inundables como terrenos en depresiones geográficas, llanuras de inundación ganadas a los ríos y laderas sin control de escorrentía pluvial.
- Ausencia de esquemas de protección ante inundaciones como muros de protección o drenajes.
- Estructura no preparada para soportar determinados niveles de inundación, relacionada fundamentalmente a los materiales de sobrecimientos, cimientos, paredes, acabados y tipo de instalaciones de agua y luz.
- Cobertura no preparada para soportar el impacto de precipitaciones de gran intensidad.
- Disposición de ambientes y muebles sin considerar eventualidades de inundación.

Las estructuras que se ven sometidas a condiciones de inundación están sujetas a solicitaciones estructurales especiales las que generan posibles consecuencias:

- El empozamiento por inundación puede producir:
  - Colapso y/o pandeo de paredes por empujes laterales

- Desestabilización y asentamientos diferenciales por supresiones verticales.
- Asentamientos por disminución de capacidad portante del terreno.
- Desintegración del material conformante por humedecimiento.
- La inundación por escorrentía puede producir:
  - Deterioro del revestimiento y exposición de la armadura de la estructura por abrasión.
  - Colapso de muros por erosión de cimientos.
- El impacto y escorrentía del agua de lluvia puede producir:
  - Erosión en el material de cobertura.
  - Debilitación de la estructura por corrosión del acero de refuerzo.
  - Colapso de techo.

### **3.1. MEDIDAS PARA MINIMIZAR EL DAÑO POR LLUVIAS INTENSAS EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD**

Las lluvias intensas que caen sobre los techos de las estructuras pueden ocasionar el debilitamiento de los mismos, si éstos no tienen un sistema adecuado para minimizar el deterioro por impacto, por filtración o por humedecimiento prolongado del material debido al empozamiento de las aguas.

Por lo tanto, se recomienda en zonas normalmente lluviosas:

- Seleccionar materiales y sistemas estructurales resistentes al impacto de la lluvia y al humedecimiento temporal. En las zonas de sierra las coberturas basadas en sistemas de tijerales de madera con coberturas de tejas, calaminas y planchas de fibrocemento han funcionado bien. No tienen buen desempeño las cubiertas de adobe, torta de barro y/o hojas de árboles.
- Proveer pendientes que faciliten el escurrimiento superficial. Si bien las coberturas tradicionales basadas en sistemas de tijerales de madera con coberturas de tejas, calaminas y planchas de

fibrocemento usualmente consideran este factor, las construcciones «modernas» que presentan coberturas basadas en techos aligerados tienden a dejar de lado esta recomendación.

TABLA 2  
COBERTURAS RECOMENDADAS POR UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Región	Costa		Sierra		Selva	
	Material	Pendiente	Material	Pendiente	Material	Pendiente
Losa de concreto	No Transitable	$S \geq 2\%$	No Transitable	$S \geq 2\%$	No Transitable	$S \geq 3\%$
	Transitable	$S \geq 1\%$	Transitable	$S \geq 1\%$	Transitable	$S \geq 1\%$
Tijeral	Calamina Teja Plancha Corrugada de Fibro- cemento Madera Tratada Ladrillo Pastelero	$S \geq 30\%$	Calamina Teja Plancha Corrugada de Fibro- cemento Madera Tratada Ladrillo Pastelero	$S \geq 30\%$	Calamina Teja Plancha Corrugada de Fibro- cemento Madera Tratada Ladrillo Pastelero	$S \geq 30\%$

En la Tabla 2 se muestran, algunas recomendaciones de pendientes y coberturas según regiones naturales (costa, sierra y selva) en las cuales se ubican los establecimientos de salud.

Debe anotarse sin embargo que en los casos donde se presente con frecuencia precipitación de granizo o nieve, a fin de proveer una rápida evacuación, podría pensarse en un falso techo inclinado colocado sobre el techo plano existente. En caso contrario los techos deberían diseñarse estructuralmente para sobrecargas de granizo o nieve, contemplando las siguientes especificaciones:

- Direccionar la cobertura hacia zonas apropiadas. Debe preferirse espacios abiertos, generalmente el frente del terreno.
- Proveer de un sistema de drenaje adecuado. El sistema basado en sumideros, canaletas, tubos de bajante y conexión al sistema de drenaje pluvial exterior que permita captar las aguas escurridas por el techo y evacuarlas de manera controlada.

- Impermeabilizar el techo con materiales que eviten el paso de las aguas a través de la cobertura. Se puede emplear una mezcla de cemento y arena en proporción 1:10 con una pendiente apropiada.
- Proveer un adecuado mantenimiento a la infraestructura de drenaje. Se debe programar una revisión general con anterioridad al periodo lluvioso.
- Dotar de sistemas de drenaje adecuados a nivel de las calles aledañas. El drenaje de un establecimiento debe discurrir a una red más grande, si ésta falla no habrá sido significativo el cuidado al interior de la estructura a proteger. Esto obliga a una gestión a nivel del área aledaña que permita contar con un sistema de drenaje que no ingrese a la red de alcantarillado y que discurra independientemente. En algunos casos sólo bastará con dotar a las calles de una pendiente y cunetas y en otros casos incluir el diseño de rejillas y canaletas de conducción.

Adicionalmente en zonas normalmente áridas, pero expuestas a lluvias intensas como por ejemplo la situación que presenta el Fenómeno El Niño, se recomienda:

- Evitar techos planos sin pendiente. La superficie de los techos planos deben ser provistas de una pequeña pendiente que facilite el escurrimiento de las aguas hacia los drenajes que permita su evacuación de manera controlada. Esto puede lograrse mediante un mortero de arena gruesa y cemento con dirección al drenaje respectivo. Se recomienda una pendiente del orden del 2%.
- Proveer sumideros detrás de los parapetos. El sistema de drenaje debe ubicarse detrás de los parapetos a fin de impedir el empozamiento de las aguas.
- Proveer voladizos a los techos. Esto evitará el escurrimiento de las aguas sobre las paredes impidiendo su deterioro por humedecimiento constante.

Para el caso de techos existentes con problemas de drenaje, en la propuesta de Normas Técnicas para el Diseño Estructural y Construcción de Establecimientos de Salud, se recomienda:

### **En techos sin pendiente:**

- Evaluación técnica para determinar gravedad del daño.
- Rehabilitación de losas fisuradas.
- Adecuada protección de paredes colindantes con el borde del techo.
- Limpieza y mantenimiento del techo por los propietarios, para épocas de lluvia.
- Salida del agua pluvial mediante tubo de evacuación colocado en el techo conectado a otro tubo montante.

### **En techos con pendiente:**

- Evaluación técnica para determinar gravedad del daño.
- Rehabilitación de losas fisuradas.
- Adecuado material de cobertura e impermeabilización.
- Adecuada fijación de los materiales de cobertura ante la inclinación.
- Instalación de canaletas y colocación del tubo montante.

### **3.2. PROTECCIÓN A FIN DE MINIMIZAR EL DAÑO EN INFRAESTRUCTURA POR INUNDACIONES DEBIDO A DESBORDES DE RÍOS O PRECIPITACIONES INTENSAS**

De manifestarse la inundación se debe procurar que la edificación no sufra daños estructurales de consideración, a fin de que pueda ser rehabilitada en poco tiempo, para lo cual se sugiere:

#### **Para los elementos estructurales:**

- Evitar materiales que puedan deteriorarse estructuralmente ante exposición prolongada al agua. Ejm. adobe, revestimientos de yeso, cerámicos, etc.
- Si se cuenta con paredes de materiales fácilmente afectados por la inundación, evitar que éstos cumplan con una función estructural.
- Impermeabilizar paredes con zócalos elevados.

- Realizar monitoreos periódicos de las juntas y aberturas a fin de efectuar la rápida reparación de los defectos encontrados.

TABLA 3  
ELEMENTOS ESTRUCTURALES RECOMENDADOS EN ZONAS POTENCIALMENTE INUNDABLES

ELEMENTO	MATERIALES
CIMENTACIÓN	* Pilotes * Zapatas Profundas. * Cimientos corridos profundos
SOBRECIMIENTO	Material impermeable a una altura mínima de 1 metro.
PISO	En Plataforma sobre-elevada para casos de selva
PAREDES	* Ladrillos con Cemento. * Madera Tratada

### **Para los sistemas de desagüe y alcantarillado:**

La inundación del entorno del establecimiento de salud puede ocasionar efectos no deseados en los sistemas de desagüe y alcantarillado, por lo tanto se recomienda:

- Proveer de válvulas *Check* a fin de evitar un flujo del exterior hacia el interior de establecimiento de salud.
- Ubicar infraestructura y equipos de vital importancia (almacenes, cisternas, tanques de combustible, equipo médico, equipos de cómputo, etc.) en los lugares menos propensos a inundarse, así se evitará ubicar estas estructuras en sótanos o en primeros niveles del establecimiento. En el caso de establecimientos de un sólo nivel puede diseñarse muebles de ubicación elevada para los elementos de mayor cuidado.
- Impermeabilizar sistemas eléctricos a fin de que no se humedezcan ante los efectos de la inundación (cables, conexiones).

Adicionalmente a ello, para proteger al establecimiento de las inundaciones se debe considerar:

### **Zanjas de Intercepción**

- Las zanjas de intercepción bordean los límites de la edificación con el objeto de impedir que los flujos de laderas entren en contacto con la edificación a proteger.
- Los flujos así interceptados son posteriormente derivados hacia drenes de evacuación externa.

### **Barreras Perimetrales**

- Las barreras perimetrales bordean también los límites de la edificación y permiten limitar la entrada de las aguas a aberturas mucho más manejables.
- Se prevee que el ingreso del agua por dichas aberturas será controlado mediante elementos móviles como compuertas o sacos de arena que podrían ser llenados en casos de emergencia.

### **Sobre - elevación de Plataforma**

- La plataforma del establecimiento (las bases) debe estar ubicada sobre el terreno natural a una cota superior al máximo nivel de aguas esperado.
- Se deben proveer medidas de protección contra la erosión a las cimentaciones de la plataforma.

### **Drenaje Exterior**

- En caso de elevaciones del nivel freático, debe proveerse de un sistema de drenaje consistente en tuberías perforadas que permitan deprimir la napa freática.
- La instalación de geosintéticos impedirán el proceso de capilaridad en la zona proporcionando impermeabilidad.

### **Cimentaciones**

- En zonas donde se hayan manifestado escorrentías superficiales significativas se recomienda profundizar los cimientos convenientemente a fin de prevenir daños por erosión.
- Los cimientos y sobrecimientos deben elevarse a una altura mínima del terreno a fin de evitar el contacto de las paredes con el agua de escorrentía.

- Se recomienda impermeabilizar los cimientos y muros mediante impermeabilizantes asfálticos o cementosos.

Otro fenómeno que se podría presentar por efecto de las inundaciones, el cual generaría algún daño al establecimiento de salud, es el flujo de escombros, ante el cual se debe contar con barreras de protección que tengan la capacidad de contener flujos de escombros pequeños. Para los medianos y grandes se debe prever estudios más detallados a nivel de laderas y/o quebradas que permitan disipar su energía antes de llegar al establecimiento.

Finalmente, se deben tener en cuenta los siguientes puntos ante la amenaza de las inundaciones a los establecimientos de salud:

- Los establecimientos deben ubicarse en las zonas menos expuestas de acuerdo a una zonificación, producto de un análisis de riesgo a inundaciones. Este es uno de los pasos más importantes en la prevención de daños.
- Si no es posible su buena ubicación se tendrá que disminuir su vulnerabilidad a través de medidas estructurales y no estructurales definidas para cada establecimiento específico.
- Una vez estimados las probables profundidades de inundación en un área geográfica de interés es posible diseñar un plan que incluya reacondicionamiento de ambientes, traslado de equipo en riesgo, etc.

## CAPÍTULO IV

### CONSIDERACIONES PARA REPARACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD AFECTADOS POR DESASTRES NATURALES

#### 4.1. ESTABLECIMIENTOS DE SALUD AFECTADOS POR FENÓMENOS DE ORIGEN GEOLÓGICO

Los principales objetivos de reparar y reforzar edificaciones de salud de concreto armado son eliminar las causas que provocaron su falla y reforzarlas hasta el nivel de resistencia y rigidez que exigen las normas sismorresistentes vigentes, en el momento de la intervención.

La comparación entre los resultados de una inspección detallada de los daños con un análisis sísmico de la edificación, permite obtener un diagnóstico acertado de las causas de la falla.

Asimismo, el objetivo de la evaluación definitiva es determinar si la estructura dañada es reparable, esto es, si es posible recuperar parte de la inversión que representaba antes del sismo. En general, esto será así cuando el costo de la reparación sea razonablemente menor del que implica demoler y volver a construir una estructura.

La determinación de la importancia de los daños es la base para el planteamiento de la reparación que podrá llevarse a cabo en dos niveles:

- **Restauración:** Recuperación de la capacidad sismorresistente original.
- **Reforzamiento:** Incremento de la capacidad sismorresistente original.

#### 4.1.1 Información complementaria

Para realizar la evaluación definitiva de la estructura y el proyecto de reparación, además de la identificación de los daños, es necesario contar con información adicional sobre el diseño original del edificio, su proceso constructivo y el uso y adaptaciones que haya tenido durante su vida útil.

Para tal fin, se requiere la siguiente información:

- Planos estructurales.
- Planos arquitectónicos.
- Planos de instalaciones.
- Estudio de suelos.
- Normas de diseño vigentes para la construcción.
- Remodelaciones o reparaciones previas.

#### **4.1.2 Evaluación de la estructura**

Para poder evaluar el estado de una estructura es necesario conocer su capacidad simorresistente inicial y con ella como base, tratar de comprender su comportamiento durante el sismo y las causas de los daños que se hayan presentado.

Debe resaltarse los puntos débiles de la estructura, los más comunes son:

- Columnas cortas, debidas a muros de altura incompleta.
- Cambios abruptos de rigidez y estructuración en elevación.
- Torsión excesiva por una distribución inadecuada de la rigidez en planta.
- Conexiones columna-losa plana.
- Incompatibilidad de deformaciones entre marcos y muros.
- Conexiones excéntricas viga-columna.

#### **4.1.3. Consideraciones generales para la reestructuración de la edificación.**

Será necesario modificar la estructuración de un edificio dañado, cuando de la evaluación definitiva, se desprende que no es suficiente el refuerzo de sus elementos para cumplir con la capacidad sismorresistente exigida en las normas vigentes, o bien, que la causa principal de los daños se debió a una estructuración deficiente, por exceso de asimetría e irregularidades en planta o en elevación.

La forma de corregir la estructuración se obtiene incluyendo nuevos elementos que aumenten y balanceen la rigidez y la resistencia. Estos pueden ser:

- **Muros de corte:** Incluir muros de concreto armado es una de las soluciones más efectivas para reducir las excentricidades de una estructura y aumentar su capacidad sismorresistente. La alternativa más cómoda consiste en colocar los muros en la periferia del edificio sin interferir con el funcionamiento del mismo.
- **Muros de relleno:** Son muros de concreto armado o de albañilería ubicados en los ejes de columnas de una estructura. El comportamiento de estos muros es semejante al de los muros de corte, cuyo refuerzo en los extremos lo constituyen las columnas de la estructura original, siempre que la unión entre los muros, las vigas y columnas garanticen la continuidad.
- **Pórticos y armaduras:** Cuando las necesidades de circulación e iluminación limitan la utilización de muros de corte, se recurre al uso de pórticos o armaduras verticales, de concreto armado o metálicos.
- **Contrafuertes:** Cuando no se tienen limitaciones de espacio en el exterior del edificio dañado, es posible utilizar contrafuertes que tomen las fuerzas laterales en estructuras de poca altura. Esta solución tiene la ventaja de que su construcción interfiere muy poco con la utilización del edificio.

#### 4.2. ESTABLECIMIENTOS DE SALUD AFECTADOS POR FENÓMENOS DE ORIGEN HÍDRICO

Para la rehabilitación y reconstrucción de establecimientos bajo la amenaza de lluvias intensas o inundaciones, debe tomarse en consideración todos los elementos desarrollados en el Capítulo III del presente libro.

Adicionalmente se debe considerar:

- **Sistemas de alerta:** Es necesario diseñar un sistema de alerta que permita comunicar a los potenciales afectados de la inminencia del peligro.
- **Replanteamiento de drenajes:** Muros de protección no existentes antes de la inundación, elevación de los niveles de piso de algunas áreas del establecimiento, resane o replanteo de techos. etc.

## CAPÍTULO V

### **ESTÁNDARES MÍNIMOS DE SEGURIDAD PARA CONSTRUCCIÓN, AMPLIACIÓN, REHABILITACIÓN, REMODELACIÓN Y MITIGACIÓN DE RIESGOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD Y SERVICIOS MÉDICOS DE APOYO**

Mediante Resolución Ministerial N° 335-2005/MINSA se aprobaron los *Estándares mínimos de seguridad para construcción, ampliación, rehabilitación, remodelación y mitigación de riesgo en los establecimientos de salud y servicios médicos de apoyo*, que fueron elaborados en base a los documentos que a continuación se señalan, y gracias a los aportes de expertos en el campo de la ingeniería.

1. Reglamento Nacional de Construcciones (RNC). Perú.
2. Normas Técnicas para Proyectos de Arquitectura y Equipamiento de las Unidades de Emergencia de los Establecimientos de Salud. RM N° 064-2001-SA/DM.
3. Guías Técnicas para Proyectos de Arquitectura y Equipamiento de las Unidades de Centro Quirúrgico y Cirugía Ambulatoria. RM N° 065-2001-SA/DM.
4. Normas Técnicas para Proyectos de Arquitectura Hospitalaria. RM N° 482-96-SA/DM.
5. Normas Técnicas para Elaboración de Proyectos Arquitectónicos de Centros de Salud. RM N° 708-94-SA/DM.
6. Programa Funcional Arquitectónico de Puestos de Salud. RM N° 179-94-SA/DM.

Es oportuno mencionar que adicionalmente a estos estándares se deben elaborar y aprobar otros relacionados a la seguridad, durante la operación de los establecimientos de salud.

## **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE NUEVOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD Y SERVICIOS MÉDICOS DE APOYO**

### **Estándar 1°**

El establecimiento de salud y servicio médico de apoyo deben ubicarse en terrenos no vulnerables a fenómenos naturales, de preferencia planos.

Criterios:

1. Debe ubicarse en zonas libres de riesgos a inundaciones y desborde por corrientes y fuerzas erosivas.
2. Debe ubicarse en zonas no vulnerables a deslizamientos.
3. No debe ubicarse en cuencas con topografía accidentada como lechos de ríos, aluviones y huaycos.
4. No debe ubicarse en terrenos con pendientes inestables ni al pie o borde de laderas.
5. Debe estar alejado del borde de océanos, ríos, lagos o lagunas.
6. Debe estar alejado del borde de un volcán y de zonas bajas de quebradas que drenan la falda de los volcanes.
7. No debe ubicarse donde existan fallas geológicas (referencia en los mapas de la carta geología del INGEMMET).

### **Estándar 2°**

El establecimiento de salud y servicio médico de apoyo deben ubicarse en suelo estable, de buena capacidad portante y de características que no generen vulnerabilidad.

Criterios:

1. Debe ubicarse en suelos rocosos o suelos secos, compactos y de grano grueso. De encontrarse suelos de grano fino, arcillas, arenas finas y limos, deberá proponerse una nueva solución de acuerdo a estudios geotécnicos.
2. Deben evitarse los terrenos de rellenos sanitarios.

### **Estándar 3°:**

El establecimiento de salud y servicio médico de apoyo deben contar con servicios básicos que aseguren su funcionamiento en condiciones

normales y en situaciones de emergencias o desastres, tomando en consideración la complejidad de los hospitales.

Criterios:

1. Debe contar con abastecimiento permanente de agua potable, preferentemente de la red pública, y contar con un sistema de reserva de agua.
2. Debe contar con desagüe, de preferencia conectada a la red pública.
3. Debe contar con un sistema de drenaje de aguas pluviales.
4. Debe contar con energía eléctrica en forma permanente y un sistema alternativo de energía.

#### **Estándar 4°**

El diseño del establecimiento de salud y servicio médico de apoyo deben cumplir con las normas del Ministerio de Salud, Reglamento Nacional de Construcciones y otras normas vigentes actualizadas.

Criterios:

1. El diseño arquitectónico debe considerar las características, ubicación, dimensiones y relaciones funcionales de las unidades y ambientes establecidas en las normas del Ministerio de Salud vigentes.
2. El diseño estructural debe cumplir las normas vigentes de Estructuras:
  - NTE E.0.30 Norma de diseño sismorresistente.
  - NTE E.0.80 Adobe.
  - NTE E.0.50 Suelos y cimentaciones.
  - NTE E.120 Seguridad durante la construcción.
  - NTE E.060 Concreto armado.
  - NTE E.020 Cargas.
  - NTE E.110 Vidrio.
  - NTE E.090 Estructuras metálicas.

3. Las obras de saneamiento deben de cumplir las siguientes normas vigentes de Saneamiento:
  - Norma S.090 Plantas de tratamiento de aguas residuales.
  - Norma S.200 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones.
  - Norma S.110 Drenaje pluvial urbano.
4. Las obras de Instalaciones Eléctricas y Especiales deben de cumplir las siguientes normas vigentes.

Normas de Instalaciones Eléctricas, Electromecánicas y Especiales (se encuentran en el Capítulo IX del Reglamento Nacional de Construcciones).

### **Estándar 5°**

El diseño arquitectónico del establecimiento de salud y servicio médico de apoyo deben tener sencillez, simetría, uniformidad, proporcionalidad y tomar en consideración los factores climatológicos.

Criterios:

1. Debe evitarse formas muy alargadas en planta, ya que son más sensibles a los componentes torsionales de los movimientos del terreno.
2. Debe evitarse plantas con entrantes y salientes, ya que desde el punto de vista sísmico, son causa de cambios bruscos de rigidez y de masa, produciendo daño en los pisos aledaños a la zona del cambio brusco.
3. Debe evitarse plantas complejas, aquellas que están compuestas de alas de tamaño significativo orientado en diferentes direcciones (formas en H, U, I, T, L), de preferencia usar plantas rectangulares y con alta densidad de muros.
4. Debe evitarse concentraciones de masa en algún nivel determinado del edificio, tales como equipos, tanques, bodegas, archivos, etc.

### **Estándar 6°**

Deben considerarse medidas de reducción de la vulnerabilidad no estructural para la construcción del nuevo establecimiento de salud y servicio médico de apoyo.

Criterios:

1. Debe usarse juntas flexibles en el cruce de tuberías.
2. Los cielos rasos suspendidos deben estar debidamente arriostrados con cables o soportes adecuados para evitar su deterioro y desplome.
3. Las lámparas que forman parte de los cielos rasos deben contar con un sistema de soporte independiente, de manera que si se produce la caída masiva de los paneles, el sistema de iluminación pueda seguir funcionando.
4. Los marcos metálicos de las ventanas anclados a la estructura o a los muros no estructurales deben estar colocados de tal forma que al ser sometidos a grandes deformaciones no sufran pandeo.
5. Los vidrios deben de ser colocados con las especificaciones del fabricante para evitar su rotura, siguiendo las especificaciones de la norma NTE E.110.
6. En la construcción de molduras, cornisas y estucos de adorno en las fachadas de las edificaciones, se debe considerar los anclajes a la estructura siguiendo las recomendaciones establecidas en la Norma Técnica E-030.

### **Estándar 7°**

El establecimiento de salud y servicio médico de apoyo ubicados en zonas de riesgo de lluvias intensas o inundaciones, deben contar con medidas de reducción de la vulnerabilidad ante estos eventos.

Criterios:

1. La inclinación de los techos debe tener una pendiente que facilite el escurrimiento superficial y estar direccionada a canaletas de desfogue conectadas a un sistema de evacuación.
2. En el caso de techos con parapetos, debe contar con sistema de drenaje a fin de impedir el empozamiento de las aguas.

3. Debe considerarse zanjas de intercepción y barreras perimetrales a fin de defender las edificaciones de la escorrentía de ladera y flujos de escombros.
4. Debe considerarse diques ribereños y sobre-elevación de plataforma de estructura para casos de inundaciones.
5. Para evitar la exposición prolongada al agua, de materiales prefabricados, yeso y adobe, se debe dotar a la edificación de un sobrecimiento de altura adecuada según la inundación más probable.

### **AMPLIACIÓN, REHABILITACIÓN, REMODELACIÓN Y MITIGACIÓN DE RIESGOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD Y SERVICIOS MÉDICOS DE APOYO**

#### **Estándar 1º**

En las obras de ampliación, rehabilitación, remodelación y mitigación de riesgos de las unidades de los establecimientos de salud y servicios médicos de apoyo, deben considerarse todas las medidas de reducción de la vulnerabilidad.

#### **Criterios:**

1. Debe cumplir con el Reglamento Nacional de Construcciones y otras normas vigentes actualizadas.
2. El diseño estructural debe cumplir las normas vigentes de Estructuras:
  - NTE E.0.30 Norma de diseño sismorresistente.
  - NTE E.0.80 Adobe.
  - NTE E.0.50 Suelos y cimentaciones.
  - NTE E.120 Seguridad durante la construcción.
  - NTE E.060 Concreto armado.
  - NTE E.020 Cargas.
  - NTE E.110 Vidrio.
  - NTE E.090 Estructuras metálicas.

3. Las obras de saneamiento deben de cumplir las siguientes normas vigentes de saneamiento:
  - Norma S.090 Plantas de tratamiento de aguas residuales.
  - Norma S.200 Instalaciones sanitarias para edificaciones.
  - Norma S.110 Drenaje pluvial urbano.
4. Las obras de Instalaciones Eléctricas y Especiales deben cumplir las Normas de Instalaciones Eléctricas, Electromecánicas y Especiales las que se encuentran en el Capítulo IX del Reglamento Nacional de Construcciones.
5. Debe evitarse concentraciones de masa en algún nivel determinado del edificio, tales como equipos, tanques, bodegas, archivos, etc.
6. Debe evitarse las aberturas de gran tamaño en el diafragma para efectos de iluminación, ventilación y relación visual entre los pisos.
7. Cuando se diseñe e incorpore muros interiores, se debe verificar que éstos aumenten la resistencia y reduzcan el desplazamiento.
8. Toda nueva construcción debe separarse de los otros lotes edificables, a una distancia no menor a 2/3 del desplazamiento máximo.
9. Los elementos estructurales (columnas, vigas y muros) de la edificación no deben eliminarse. En caso sea necesario la eliminación de alguno de ellos, se debe contar con un estudio estructural que asegure la estabilidad de la edificación.
10. Las medidas de mitigación deben asegurar una alta capacidad sismorresistente y control de daño.

### **Estándar 2°**

En las obras de ampliación, rehabilitación, remodelación y mitigación de riesgos de las unidades de los establecimientos de salud y servicios médicos de apoyo debe considerarse los criterios arquitectónicos establecidos en las normas vigentes del Ministerio de Salud.

**Criterios:**

1. Se debe mantener las dimensiones de las unidades y ambientes.
2. Se debe mantener las relaciones funcionales existentes entre las unidades de los establecimientos de salud.
3. Se debe mantener los flujos de circulación.

Adicionalmente a estos, los estándares del tercero al séptimo, establecidos para el diseño y construcción de nuevos establecimientos de salud y servicios médicos de apoyo, también deben ser aplicados en las obras de ampliación, rehabilitación, remodelación y mitigación de riesgos.



# Resolución Ministerial

Lima, 04 de Mayo del 2005



Visto el Oficio N° 211-2004-DG-OGDN/MINSA, de la Oficina General de Defensa Nacional del Ministerio de Salud;

## CONSIDERANDO:

Que el artículo 37° de la Ley N° 26842 - Ley General de Salud, establece que los establecimientos de salud y los servicios médicos de apoyo, cualesquiera sea su naturaleza o modalidad de gestión, deben cumplir con los requisitos que disponen los reglamentos y normas técnicas que dicta la Autoridad de Salud de nivel nacional en relación a la planta física, equipamiento, personal asistencial, sistemas de saneamiento y control de riesgos relacionados con los agentes ambientales físicos, químicos, biológicos y ergonómicos y demás que proceden atendiendo a la naturaleza y complejidad de los mismos;

Que ante los probables efectos que puedan ocasionar los desastres naturales se hace necesario proteger la operación e inversión en los establecimientos de salud y servicios médicos de apoyo;

Que en tal sentido el numeral 4.2 del artículo 4° del Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Inversión Pública, aprobado por Decreto Supremo 157-2002-EF, establece que los sectores tienen la responsabilidad funcional de evaluar los proyectos de inversión pública que se formulen en el ámbito de determinada función, programa o subprograma, con lo que se va a permitir optimizar el uso de los recursos públicos en proyectos de inversión socialmente rentables y sostenibles;

Que dentro de dicho contexto y al ser uno de los objetivos funcionales de la Oficina General de Defensa Nacional lograr que las entidades, órganos y organizaciones del Sector Salud, acrediten a los establecimientos de salud a su cargo como establecimientos seguros frente al riesgo de desastres, ha elaborado un documento que establece las condiciones mínimas de seguridad para la construcción, ampliación, mitigación, rehabilitación y remodelación de establecimientos de salud y servicios médicos de apoyo, con la finalidad de reducir su vulnerabilidad frente a eventos naturales que se presenten;





Estando a lo propuesto por la Oficina General de Defensa Nacional y con la visación de la Oficina General de Asesoría Jurídica;

Con la visación del Viceministro de Salud; y,

De conformidad con lo previsto en el literal l) del artículo 8° de la Ley N° 27657 - Ley del Ministerio de Salud;



**SE RESUELVE:**

Artículo 1°.- Aprobar los "ESTÁNDARES MÍNIMOS DE SEGURIDAD PARA CONSTRUCCIÓN, AMPLIACIÓN, REHABILITACIÓN, REMODELACIÓN Y MITIGACIÓN DE RIESGOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD Y SERVICIOS MÉDICOS DE APOYO" que contenidos en el Anexo adjunto, forman parte de la presente resolución.



Artículo 2°.- Encargar a la Oficina General de Planeamiento Estratégico verificar que los proyectos de inversión pública cumplan con los estándares mínimos de seguridad establecidos en el documento aprobado por la presente resolución.

Artículo 3°.- Encargar a la Oficina General de Defensa Nacional que promueva ante los órganos competentes del Ministerio de Salud la evaluación y acreditación de seguridad a los establecimientos de salud y servicios médicos de apoyo.



Artículo 4°.- Encargar a la Oficina General de Comunicaciones la publicación de la presente resolución en el Portal de Internet del Ministerio de Salud.

Regístrese y comuníquese



Dra. Pilar MAZZETTI SOLER  
Ministra de Salud

ES COPIA FIEL  
DEL ORIGINAL

Dra. ANA MARÍA HOLGADO SACABÁNCA  
Secretaría General  
MINISTERIO DE SALUD



Biblioteca Virtual en Desastres – BVD  
OFICINA GENERAL DE DEFENSA NACIONAL

---

*Visita la BVD donde encontrarás información actualizada sobre eventos diarios ocurridos a nivel nacional en nuestra base de datos INFOR. También contamos con la base de datos DESAS con material completo de estudio y referencias bibliográficas, ideal para investigaciones y fuentes de referencia.*

*Accede a la BVD en la siguiente dirección: <http://www.minsa.gob.pe/OGDN/>*

***Guía para la protección de establecimientos de salud ante desastres naturales***  
se terminó de imprimir en mayo de 2005 en los Talleres Gráficos de SINCO EDITORES  
Jr. Huaraz 449 - Breña - Telef. 433-5974 - e-mail: [sincoeditores@yahoo.com](mailto:sincoeditores@yahoo.com),  
[sincoeditores@hotmail.com](mailto:sincoeditores@hotmail.com)